



**ЕНЕРГЕТИЧНІ
ТА СИРОВИННІ РОСЛИННІ
РЕСУРСИ
НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК**

УДК 620.925:58(075)

ББК

П

Навчальний посібник підготовлено за результатами науково – дослідної роботи «Альтернативні джерела рослинницької сировини для виробництва паливно-мастильних матеріалів» і схвалена Вченою Радою Національного університету біоресурсів і природокористування України (протокол № 4 від 23.11.2022 р.)

Рецензенти: *Присяжнюк О. І.*, завідувач відділу математичного моделювання та інформаційних технологій Інституту біоенергетичних і цукрових буряків, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
Кириленко В.В., доктор сільськогосподарських наук, професор, Миронівського інституту пшениці ім. В.Н.Ремесло НААН України
Літвінов Д. В., доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, професор кафедри землеробства та гербології,

П Каленська С. М., Рахметов Д. Б. та ін. Енергетичні та сировинні рослині ресурси. Київ НУБіП України, 2022. – 274 с.
ISBN

У навчальному посібнику висвітлено питання щодо поширення, збереження та вирощування біоенергетичних культур різних ботанічних родин, вказано шляхи пошуку нових підходів щодо забезпечення населення енергетичними ресурсами, описано способи переробки рослинницької сировини на паливні матеріали, наведено характеристику культур, їх хімічний склад, енергетичну цінність, морфологічні, біологічні особливості та особливості елементів технології вирощування, що спрямовані на формування промислово-цінних компонентів у рослинницькій сировині біоенергетичного спрямування.

Навчальний посібник рекомендовано для вивчення дисципліни «Енергетичні рослинні ресурси» ОС Магістр спеціальність 201 «Агрономія»; дисципліни «Фітоенергетика» ОС Бакалавр спеціальність 201 «Агрономія»; дисципліни «Відновлювані рослинні ресурси» ОС «Бакалавр», «Садівництво та виноградарство». Видання буде корисним здобувачам вищої освіти агрономічних та екологічних факультетів, аспірантам спеціальності «Агрономія», науковим працівникам та керівникам господарств, зацікавленим у впровадженні і використанні альтернативних джерел енергії.

ISBN

УДК 620.925:58(075)

ББК

©Каленська С. М., Рахметов Д. Б. та ін., 2022

©НУБіП України, 2022



Каленська Світлана Михайлівна

Доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України, академік НААН України. Викладає дисципліни для ОС «Бакалавр» та «Магістр»: «Рослинництво», «Агроценологія», «Адаптивне рослинництво», «Інноваційні технології в рослинництві» та дисципліни навчальної складової підготовки аспірантів за спеціальністю «Агрономія». Наукові інтереси пов'язані

з виявленням особливостей впливу елементів технологій вирощування та їх комплексу, у т. ч. фізіологічно активних речовин, наноматеріалів та засобів захисту рослин на стійкість зернових, технічних та кормових культур до біотичних стресових факторів довкілля та на рівень їх продуктивності. Автор понад 510 наукових праць, з яких 43 монографій, 22 навчальні посібники та підручники 34 патенти. Електронна адреса: svitlana.kalenska@gmail.com

Рахметов Джамал Бахлулович



Доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу нових культур Національного ботанічного саду ім. М.М.Гришка, професор кафедри рослинництва. Викладає дисципліни для ОС «Магістр» «Фітоенергетика», «Енергетичні та сировинні рослинні ресурси». Наукові інтереси пов'язані з фітоенергетикою, інтродукцією, акліматизацією, селекцією нових культур, інтенсифікацією продукційних процесів у біоконверсії та рослинництві.

Автор та співавтор понад 770 наукових праць, серед яких 46 монографій, посібників та брошур. Статті у наукових виданнях включених до scopus і web of science – понад 22, статті у міжнародних цитованих виданнях – понад 30. Електронна адреса: jamal_r@bigmir.net

Новицька Наталія Валеріївна



Доктор сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України, Викладає дисципліни для ОС «Бакалавр» та ОС «Магістр»: «Рослинництво», «Насіннезнавство», «Технологія виробництва продукції рослинництва». Наукові інтереси пов'язані з технологією вирощування зернобобових культур та сої зокрема; ефективності нанопрепаратів у технологіях вирощування; мінливості посівних і врожайних властивостей насіння залежно від біотичних та абіотичних чинників росту та розвитку материнських рослин, умов

збирання та зберігання. Автор понад 250 наукових праць, з яких 2 підручники, 3 навчальних посібники, 3 монографії, 6 патентів на винахід. Електронна адреса: novitska@ukr.net

Юник Анатолій Васильович



Кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України. Викладає дисципліни для ОС «Бакалавр» «Рослинництво», «Технічні культури» та ОС «Магістр» «Інноваційні технології в рослинництві» Наукові інтереси пов'язані з технологією вирощування олійних культур. Комплексна оцінка олійних культур залежно від напрямків використання. Виробництво біопалива. Автор 130, з яких 7 монографій, 2 підручники, 8 навчальних посібників, 1 патент. Електронна

адреса: yunikav@bigmir.net

Мокрієнко Володимир Анатолійович



Кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України. Викладає дисципліни для ОС «Бакалавр» «Рослинництво», «Прогноз і програмування врожаїв с.-г. культур», «Основи програмування врожаїв с.-г. культур» та ОС «Магістр» «Інноваційні технології в рослинництві», «Особливості вирощування с.-г. культур за сучасних систем землеробства». Наукові інтереси пов'язані з розробкою нових та удосконалення існуючих елементів ресурсозберігаючих технологій вирощування с.-г.

культур. Автор 86 наукових праць, з яких 2 монографії, 8 підручників, 4 навчальні посібники, 2 свідоцтва на корисну модель. Електронна адреса: mokrienko@ukr.net

Гарбар Леся Анатоліївна



Кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України. Викладає дисципліни для ОС «Бакалавр» «Технологія виробництва продукції рослинництва», «Рослинництво» «Базове рослинництво» та ОС «Магістр» «Біометрія», «Агроценологія. Польові культури». Наукові інтереси пов'язані

моделюванням продуктивності посівів сільськогосподарських культур за

впливу елементів технології вирощування та чинників довкілля. Автор 78 наукових праць, з яких 3 монографії, 2 навчальні посібники, 7 патентів. Електронна адреса: garbarl@ukr.net



Антал Тетяна Володимирівна

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України. Викладає дисципліни для ОС Бакалавр» «Технологія виробництва продукції рослинництва», «Базове рослинництво», «Рослинництво з основами кормовиробництва» Наукові інтереси пов'язані з розробкою нових та удосконалення існуючих елементів ресурсозберігаючих технологій вирощування

зернових культур. Автор 67 наукових праць, з яких 3 монографії, 3 підручники, 1 навчальний посібник, 1 свідоцтво на корисну модель. Електронна адреса: taniantal@ukr.net

Гончар Любов Миколаївна



Кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України. Викладає дисципліни для ОС Бакалавр» «Рослинництво», «Системи технологій: рослинництво», «Технологія виробництва продукції рослинництва» ОС «Магістр» «Інноваційні технології в рослинництві». Наукові інтереси пов'язані з підвищенням стійкості рослин пшениці озимої до несприятливих факторів середовища; впливом колоїдних розчинів наночасток металів на ростові процеси; розвитком стресу в рослинах нуту

та активність імунної відповіді антиоксидантних ферментів; дією колоїдного розчину міді та цинку на проростання насіння; впливом колоїдного розчину наномолібдену на продуктивність симбіотичної азотфіксації з гороху та нуту. Автор 93 наукових праць, з яких 2 монографії, 4 навчальні посібники, 8 патентів. Електронна адреса: ljubv09@gmail.com

Карпенко Людмила Дмитрівна



Кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України. Викладає дисципліни для ОС Бакалавр» «Технологія виробництва продукції рослинництва», «Рослинництво», «Насіннезнавство». Наукові інтереси пов'язані з теоретичним обґрунтуванням строків сівби та норм висіву, глибини

загортання та крупності насіння ярих зернових шляхом встановлення фенологічних та фітометричних параметрів вирощування культури. Визначення якісних показників, які характеризують придатність насіння до сівби, засвідчені певними документами і відповідають вимогам чинних стандартів. Автор 8 наукових праць, з яких 5 статей у фахових виданнях України, 1 у фахових виданнях України, включена до міжнародної наукометричної бази, 1 у науковому виданні іншої держави, 1 у науковому виданні іншої держави включена до міжнародної наукометричної бази. Електронна адреса: karpenko.lu7@gmail.com



Пилипенко Вікторія Сергіївна

Кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України. Викладає дисципліни для ОС «Бакалавр» «Рослинництво», «Технологія виробництва продукції рослинництва»

Наукові інтереси пов'язані з розробкою нових та вдосконалення існуючих елементів технології вирощування зернобобових та енергетичних культур; вплив колоїдних розчинів наночасток металів на ростові процеси; вплив йоду на формування урожайності та якості продукції с/г культур. Автор 34 наукових праць, з яких 17 у фахових міжнародних виданнях, 2 у Scopus, 2 методичні рекомендації.

Електронна адреса: vika.pylypenko15@gmail.com

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	9
ВІДНОВЛЮВАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА ТА РОЛЬ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ В ЇЇ РОЗВИТКУ	10
<i>Питання для самоконтролю</i>	13
ІНТРОДУКЦІЯ ЯК ФАКТОР ЗБАГАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТА СИРОВИННИХ РОСЛИННИХ РЕСУРСІВ І ЗБІЛЬШЕННЯ ВИДОВОГО РІЗНОМАНІТТЯ КУЛЬТУР ФІТОЦЕНОЗІВ В УКРАЇНІ	15
<i>Питання для самоконтролю</i>	22
ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТА СИРОВИННИХ КУЛЬТУР В УКРАЇНІ. ГЕНОФОНД СИРОВИННИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ РОСЛИН УКРАЇНИ.	23
<i>Питання для самоконтролю</i>	34
ВИДИ БІОПАЛИВА. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РОСЛИН:	40
БІОДИЗЕЛЬ. РОСЛИННА СИРОВИНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОДИЗЕЛЮ ТА МАСТИЛ	40
Соняшник	46
Ріпак озимий	57
Ріпак ярий	64
Соя	71
Суріпиця	76
Гірчиця	79
Тифон	83
Льон олійний	87
Чуфа	90
Рицина	92
Сафлор	97
Катран	101
Рижій	106
<i>Питання для самоконтролю</i>	108
БІОЕТАНОЛ. РОСЛИНА СИРОВИНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ	114
Кукурудза	117
Сорго цукрове	128
Пшениця озима	136
Трітікале	150
Жито озиме	153
Ячмінь	158
Буряки цукрові	163
Картопля	173

Топінамбур	180
<i>Питання для самоконтролю</i>	185
БЮГАЗ. РОСЛИННА СИРОВИНА ДЛЯ	189
ВИРОБНИЦТВА БЮГАЗУ	
Кукурудза на силос	196
Сорго	199
Кормові буряки	203
<i>Питання для самоконтролю</i>	210
ТВЕРДЕ БЮПАЛИВО. РОСЛИННА СИРОВИНА	212
ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ТВЕРДОГО БЮПАЛИВА	
Міскантус	215
Амарант	220
Мальва	224
Сіда багаторічна	226
Хатьма тюрингська (лаватера)	228
Гірчак сахалінський	230
Шавнат	233
Козлятник	235
Сильфій пронизанолистий	238
Сорго багаторічне (трава Колумба)	240
ШВИДКОРОСЛІ ДЕРЕВНІ РОСЛИНИ	242
Верба енергетична	242
Просо прутоподібне	243
Тополя енергетична	247
Павловнія	251
<i>Питання для самоконтролю</i>	253
МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОТВОРНОЇ ЗДАТНОСТІ	259
ТА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЦІННОСТІ ФІТОСИРОВИНИ І	
ЕНЕРГОПРОДУКТИВНОСТІ ОКРЕМИХ ГРУП	
ЕНЕРГЕТИЧНИХ РОСЛИН	
<i>Питання для самоконтролю</i>	261
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	262
ДОДАТКИ	272

ПЕРЕДМОВА

Глобальні виклики, які постали перед людством в ХХІ столітті, загострили проблеми продовольчої, енергетичної, екологічної безпеки. Нині ці проблеми потребують невідкладного вирішення, в зв'язку з тим, що вони перебувають на грані неповернення. Всі ці проблеми тісно пов'язані між собою і їх вирішення можливе лише за розуміння глобальних процесів, які нині відбуваються. Альтернативна енергетика і зокрема фітоенергетика – є одним з шляхів вирішення енергетичної проблеми та проблем довкілля. Зміна клімату сприяє інтродукції культур в регіони, які не є їх батьківщиною за походженням, але, які в значній мірі розширюють біорізноманіття регіонів і є джерелами для виробництва нових видів продукції і видів біопалива зокрема.

Навчальний посібник складено відповідно до затвердженої програмою дисципліни «Енергетичні рослинні ресурси», яка викладається в Національному університеті біоресурсів та природокористування України, за підготовки студентів на другому освітньому рівні спеціальності 201 «Агрономія». Навчальний посібник також рекомендовано для вивчення дисципліни «Фітоенергетика» ОС Бакалавр, спеціальність 201 «Агрономія»; дисципліни «Відновлювані рослинні ресурси» ОС «Бакалавр», «Садівництво та виноградарство».

Навчальний посібник може бути корисним спеціалістам, які зацікавлені у виробництві альтернативних видів палива, а також викладачам за викладання дисциплін «Рослинництво», «Технічні культури», «Енергетичні рослинні ресурси».

Завдячуючи тісній співпраці з Національним ботанічним садом ім. Гришка, в Національному університеті біоресурсів та природокористування України навчальна дисципліна «Енергетичні рослинні ресурси» була введена вперше серед всіх ЗВО в навчальні плани освітнього ступеню «Магістр» та «Бакалавр» за підготовки фахівців за спеціальністю «Агрономія» починаючи з 2010 року.

Навчальний посібник складається з 8 розділів, які охоплюють сучасні досягнення світової та вітчизняної науки в галузі рослинництва щодо ідентифікації, інтродукції, технологій вирощування сільськогосподарських культур, придатних для використання в якості сировини для виробництва різних видів біопалива та технічних мастил.

Доктор сільськогосподарських наук,
професор, академік НААН України
завідувач кафедри рослинництва
Світлана Каленська

ВІДНОВЛЮВАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА ТА РОЛЬ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ В ЇЇ РОЗВИТКУ

Біопаливо — паливо, яке виробляється впродовж короткого проміжку часу з біомаси, а не за допомогою повільних природних процесів, пов'язаних з утворенням викопного палива, наприклад нафти.

Оскільки біомасу можна безпосередньо використовувати як паливо (наприклад, деревні колоди), часто терміни «біомаса» та «біопаливо» використовуються як синоніми. Однак термін «біопаливо» зазвичай використовуємо для біомаси та біопалива, які пройшли певну технологічну переробку: рідке, газоподібне, тверде паливо (рис. 1).

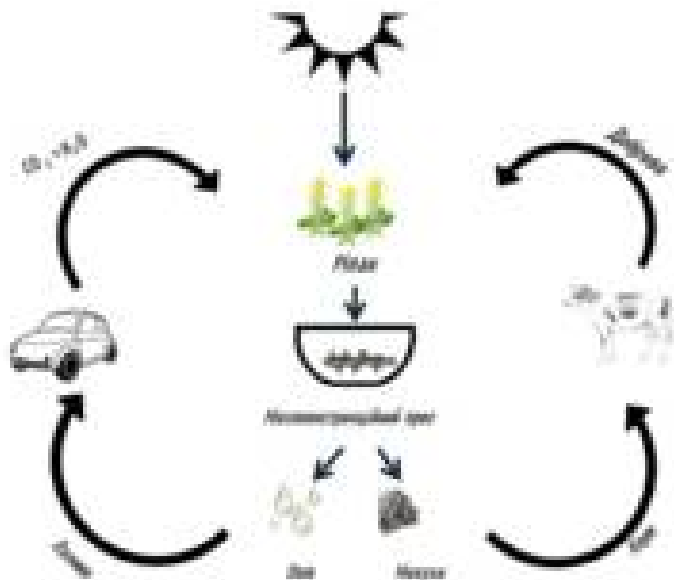


Рис. 1 Схема замкнутого циклу виробництва органічної речовини та біопалива

Біопаливо можна виробляти з рослин або з сільськогосподарських, побутових і промислових біовідходів. Потенціал зменшення викидів парникових газів завдяки біопаливу значно варіюється: від рівнів викидів, порівнянних з викопним паливом в одних сценаріях, до негативних викидів в інших.

Лише зелені рослини здатні фіксувати енергію сонця і в процесі фотосинтезу перетворювати її в біоенергію (рис. 2). Продукти фотосинтезу в майбутньому будуть покривати біля 10 % енерговитрат в світі.

Частка біоенергетики у загальній структурі світового енергоспоживання становить 14%, а у ряді скандинавських країн – понад 40 %.

Названо десять країн світу, які виробляють енергію, завдаючи найменшої шкоди навколишньому середовищу (рис. 3). Це ті країни, які виробляють енергію за допомогою гідроенергетики, атомної, термальній, вітрової, сонячної енергетики.

Лідерами в одержанні екологічно чистої енергії в розрахунку на людину є такі країни: 1) Ісландія - 80,6%; 2) Швеція – 46,2%; 3) Франція - 45,6%; 4)

Норвегія - 43,2%; 5) Швейцарія – 40,9%; 6) Коста-Ріки – 35%; 7) Нової Зеландії - 25,9% ; 8), Словаччина - 24,9%; 9) Бельгія – 22,2%; 10) Канада – 20,9%.

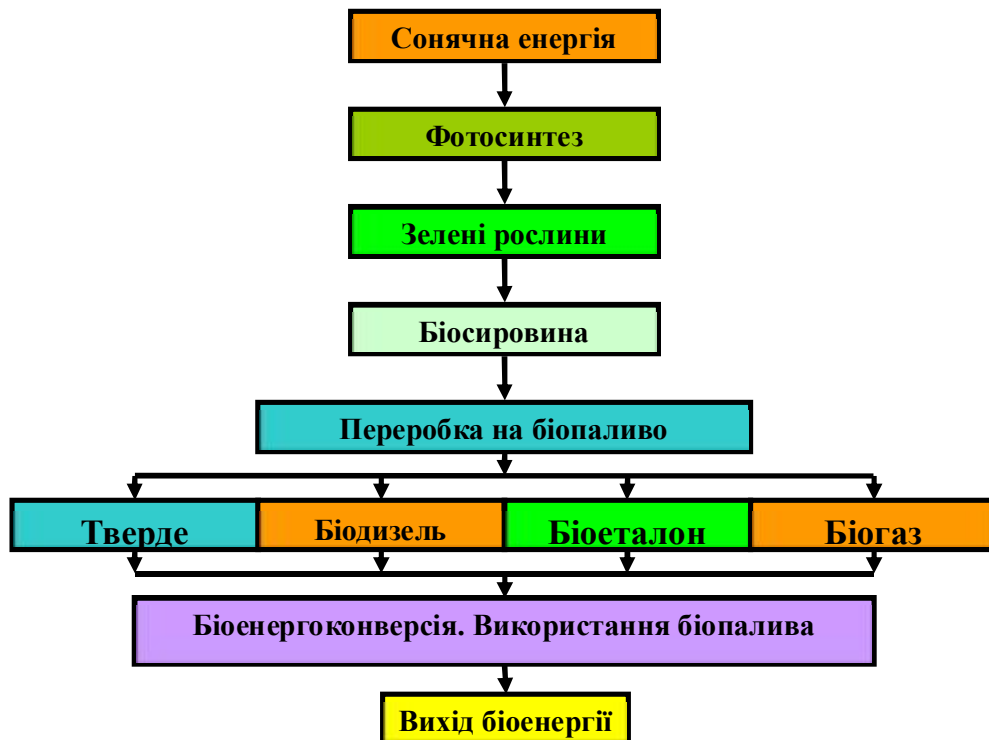


Рис. 2 Схема перетворення енергії сонця в біоенергію через фотосинтез зелених рослин

Світова Енергетична Рада, яка об'єднує промислові підприємства, експертні установи та уряди більш ніж 90 країн світу наголошують на необхідності скорочення використання невідновлювальної енергетичної сировини та розвиток технологій отримання та використання альтернативних джерел біопалива.

Проблема нових джерел енергії є надзвичайно нагальною для України, яка відноситься до енергодефіцитних країн, тому що покриває свої потреби в енергоспоживанні приблизно на 53 % і імпортує 75 % необхідного обсягу природного газу та 85 % сирової нафти й нафтопродуктів (Калетнік, 2008). Україна має всі підстави, враховуючи ситуацію на енергоринку країни, та можливості не відставати від світового руху до використання відновлювальної енергії. Головне завдання – знизити залежність не лише від газу, але й від нафтопродуктів. Адже, сучасна енергетика держави значною мірою базується на імпорті сировини, а в країні зараз гостро стоїть питання поліпшення енергоефективності. З огляду на те, що Україна має значний потенціал в аграрному секторі, виробництво біопалива має великі перспективи.

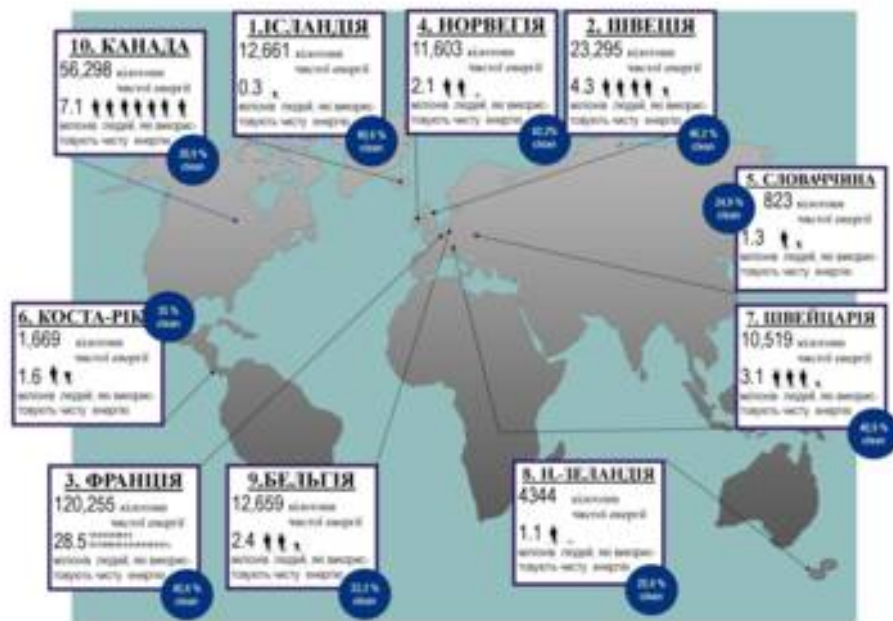


Рис. 3 Країни, які виробляють енергію з найменшою шкодою для навколишнього середовища* (джерело: www.priroda.su)

*Примітка.** тонна умовного палива (т. у. т.) - одиниця виміру енергії, що дорівнює $2,93 \times 10^{10}$ Дж; визначається як кількість енергії, що виділяється при згорянні 1 тонни палива із теплотворною здатністю 7000 ккал/кг (відповідає типовій теплотворній здатності кам'яного вугілля).

Міністерством палива та енергетики України розроблений прогноз балансу паливно – енергетичних ресурсів до 2030 року, відповідно якому частка відновлювальних джерел енергії буде зростати (табл. 1).

В Україні є достатня кількість біоенергетичних ресурсів (деревна біомаса, відходи сільськогосподарського виробництва – солома, стебла і стрижні кукурудзи, лушпиння соняшнику, жом буряків цукрових і меляса, силос кукурудзи, гній тваринництва та послід птахівництва, побутові відходи, стічні води та інші джерела), що створює передумови для розвитку біоенергетики. Поряд з тим в Україні є великі площі малопродуктивних і «маргінальних» земель, на яких можна одержувати

значні обсяги біомаси високопродуктивних енергетичних культур: верби, тополі, павловнії, міскантусу, проса прутоподібного, сорго цукрового та ін. Загальний потенціал біомаси, доступний для біоенергетики, становить 89950 тис. т, проте використовується лише 10466 тис. т, або 11,6 %.

Таблиця 1. Показники розвитку використання відновлювальних джерел енергії за основними напрямками освоєння (базовий сценарій), млн. т у.п./рік

Напрями освоєння ВДЕ	Рівень розвитку ВДЕ по роках
----------------------	------------------------------

	2005	2010	2020	2030
Відновлювані джерела енергії, всього, у т.ч.	1,661	3,842	12,054	35,53
Біоенергетика	1,3	2,7	6,3	9,2
Сонячна енергетика	0,003	0,032	0,284	1,1
Мала гідроенергетика	0,12	0,52	0,85	1,13
Геотермальна енергетика	0,02	0,08	0,19	0,7
Вітроенергетика	0,018	0,21	0,53	0,7
Енергія довкілля	0,2	0,3	3,9	22,7

В Україні сформована достатня законодавча база для розвитку біоенергетики. Зокрема Законом «Про електроенергію» передбачено «зелені» тарифи на електроенергію, вироблену з біомаси та біогазу. Крім того, працює механізм відшкодування 20 % суми кредиту для населення на придбання твердопаливних котлів. Внесено зміни до Закону «Про теплопостачання», мета яких стимулювати заміщення газу місцевими видами палива і для цього надати органам місцевого самоврядування право встановлювати тарифи на тепло з альтернативних джерел на рівні 90 % від діючого тарифу на тепло з газу для потреб бюджетних установ та населення. Внесено проект Закону України про використання рідкого біопалива (Законопроект № 2471 від 19.11.2019), яким встановлюються обов'язкові квоти для виробників і імпортерів моторного палива за змістом біокомпонентів в загальному обсязі їх реалізації на митній території України.

Створення законодавчої бази для розвитку біоенергетики сприяло зростанню частки різних видів біопалива (рідких, твердих та газоподібних) в структурі енергетичного балансу України з 2,0 % у 2014 році до 4,4 % у 2017 році. Постачання первинної енергії з біопалив у 2017 році склало 3046 тис. т н.е., що еквівалентно заміщенню близько 3,8 млрд. м³ природного газу.

Наявність об'ємної сировинної бази, зростання попиту і цін на біологічні види палива відкривають можливість перед Україною подвоїти досягнутий рівень виробництва біопалив і довести у 2025 році до 6,2 млн. т. в нафтовому еквіваленті, а в більш віддаленій перспективі – до 12 млн. т.

Питання для самоконтролю

1. Вкажіть шляхи збільшення коефіцієнта корисної дії фотосинтетично активної радіації за рахунок енергетичних та сировинних культур.

2. Назвіть високопродуктивні багаторічні сировинні культури з великим виходом білку.

3. Охарактеризуйте роль інтродукції рослин у збагаченні генетичних ресурсів та збільшення біотичного різноманіття енергетичних та сировинних в агрофітоценозах.

4. Назвіть основні теоретичні та прикладні аспекти інтродукції енергетичних та сировинних рослин в Україні.
5. Які основні принципи (методи) інтродукції енергетичних та сировинних рослин?
6. Які ступені інтродукції енергетичних та сировинних рослин?

ІНТРОДУКЦІЯ ЯК ФАКТОР ЗБАГАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТА СИРОВИННИХ РОСЛИННИХ РЕСУРСІВ І ЗБІЛЬШЕННЯ ВИДОВОГО РІЗНОМАНІТТЯ КУЛЬТУРФІТОЦЕНОЗІВ В УКРАЇНІ

Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції корисних рослин в Україні. Важливим завданням людства є всебічне збереження, вивчення і раціональне використання природних ресурсів, у тому числі рослинних. Слід зазначати, що серед рослин природної флори наявна низка видів, які містять цінні речовини, вирізняються високою продуктивністю, стійкістю проти несприятливих умов середовища, імунітетом до захворювань, широкою нормою реакції та іншими якостями і властивостями, корисними для людини, проте яких часто не вистачає культурним рослинам. Природна флора включає в себе невичерпний генофонд, який повинен все активніше та ширше залучатися до селекційного процесу з метою створення цінних форм і сортів для практичного використання.

Рослинний світ Землі, що налічує близько 400 тисяч видів, має величезний потенціал, але в культурі представлений лише невеликою їх кількістю (в межах 2,5-3,0 тисяч видів). В Україні і Східній Європі з 20-21 тисяч видів рослин використовуються в культурі лише близько 600. Інтродукція рослин є важливим чинником збагачення рослинних ресурсів у цілому, а також збільшення біотичного різноманіття культурфітоценозів зокрема. Стійкість культурфітоценозів, як і будь-якої біосистеми, значною мірою визначається біорізноманіттям їх компонентів. Введення в культуру нових видів дозволяє значно підвищувати загальну продуктивність агроєкосистем, повніше використовувати біологічний потенціал рослин та агрокліматичні ресурси Землі.

Із 13,6 мільярдів гектарів суші земної кулі для вирощування сільськогосподарських культур задіюється орієнтовно 1 млрд га. Важливе значення має ефективне використання орних земель за рахунок культивування екологічно пластичних, високопродуктивних видів. Збагачення видового різноманіття та генофонду культурних рослин має важливе як теоретичне, так і практичне значення. В цьому плані на найбільшу увагу заслуговує робота, яку очолював відомий вчений академік М.І.Вавилов. Величезна кількість видів, форм, сортів, гібридів зернових, технічних, кормових, сидеральних, овочевих та інших рослин, які були зібрані з різних континентів та зон, стали потужною базою та поштовхом розвитку вітчизняного рослинництва і сільськогосподарського виробництва.

Виходячи із цього, робота, яка виконується у відділі культурної флори Національного ботанічного саду імені М.М.Гришка НАН України та на базі кафедри рослинництва НУБіП України має велике значення як для біологічної, так і для сільськогосподарської науки та практики аграрного виробництва України.

Природна флора України нараховує понад 7,5 тисяч судинних рослин, з яких близько 1500 видів мають важливе значення як лікарські, кормові, овочеві, технічні, ароматичні, декоративні тощо, проте в культуру широко впроваджено лише до 360 видів. У зв'язку з цим актуальним є пошук нових нетрадиційних високопродуктивних рослин, здатних не тільки конкурувати з наявними культурами, а й значно переважати їх за стійкістю і господарсько-цінними показниками.

Основні напрями наукових досліджень з економічно-цінних рослин наступні: інтродукція, акліматизація, селекція і біотехнологія рослин; збільшення видової й формової різноманітності культурфітоценозів; розробка біоекологічних методів з підвищення родючості ґрунту та продуктивності культурфітоценозів; виробництво нової сировини на основі інтродукованих харчових, кормових, лікарських, технічних і фітоенергетичних культур.

Проблеми, які можуть визначити основні напрями роботи з економічно-цінних рослин:

1) збільшення виробництва продовольчих продуктів на основі вирощування нових зернових, зернобобових, круп'яних, овочевих, плодово-ягідних, пряносмакових та інших культур. Важливим завданням є виробництво екологічно чистої органічної продукції;

2) вирішення проблеми збалансованих кормів і кормового білка з використанням нових високопродуктивних інтродуцентів;

3) інтродукція і селекція сировинних технічних культур різного напрямку використання (ефіроолійні; целюлозні, волокнисті, фарбувальні тощо);

4) підбір і поліпшення рослин для використання у фітоенергетиці для виробництва фітогазу, етанолу, дизельного, піролізного і твердого фітопалива;

5) використання можливостей інтродукції, селекції і біотехнології для боротьби з опустелюванням, посухою, похолоданням, повінню, ерозійними процесами, засоленням, кислотністю ґрунту і т.д.;

6) біоекологізація землеробства (фітомеліорація; використання фітодобрив). Біологічні методи боротьби з бур'янами, хворобами, патогенною мікрофлорою. Розробка фітопестицидів (гербіцидів, інсектицидів, фунгіцидів і т. д.) на основі біологічно активних речовин рослинного походження. Усунення алелопатичної ґрунтової, виведення важких металів і радіонуклідів з ґрунту з використанням інтродуцентів;

7) збільшення виробництва лікарської фітосировини на основі інтродукції значної кількості видів регіональної та інорайонної флори (розробка біотехнології вирощування і використання);

8) підбір корисних інтродуцентів з високими декоративними властивостями для використання у сучасному фітодизайні чи ландшафтній архітектурі, наприклад, для створення «саду ароматів», ділянок «безперервного цвітіння» або «барви України», «ароматотерапія» тощо.

З інтродукції корисних рослин вперше було розроблено:

- біоекологічні особливості та господарське значення рослин;

- технологічні особливості корисних рослин;
- продуктивний потенціал інтродуцентів;
- місце нових культур у культурфітоценозах;
- напрями використання інтродуцентів.

Усі корисні рослини, які представляють інтерес для інтродукції, можна розділити на наступні групи: 1) хлібні і круп'яні; 2) зернобобові; 3) олійні; 4) овочеві; 5) пряноароматичні; 6) цукроносні, крохмалоносні; 7) плодові і ягідні; 8) лікарські; 9) ефіроолійні; 10) квітничково-декоративні; 11) фітопестицидні; 12) каучуконосні; 13) волокнисті і текстильні; 14) фарбувальні; 15) дубильні; 16) сидеральні; 17) кормові; 18) медоносні; 19) водні; 20) біоенергетичні; 21) смолоносні і камедіоносні та ін.

При визначенні перспективності нових культур необхідно провести оцінку за основними критеріями інтродукції та впровадження корисних рослин, які включають 20 показників (за Утеушом-Рахметовим): 1) *значення нової культури* (овочеві, пряноароматичні, технічні, кормові, лікарські, енергетичні тощо); 2) *їстівність (чи поїданість)* (для харчових та кормових культур); 3) *продуктивність* (вихід основних поживних, лікувальних речовин та технічної сировини); 4) *білковість та вітамінність* (для харчових і кормових культур); 5) *врожайність та отавність*; 6) *довговічність* (для багаторічних культур); 7) *здатність до розмноження* (здатність рослини до розмноження за певний час генеративним або вегетативним шляхом, насінна продуктивність, утворення бульб, цибулин, кореневищ та інших органів); 8) *темпи вегетації* (інтенсивність росту, розвитку та накопичення біомаси); 9) *здатність до культивування* (можливість вирощування будь-яким способом – механізована, ручна, напівмеханізована); 10) *технологічність* (можливість вирощування нових культур за рахунок механізації усіх технологічних процесів); 11) *екологічна валентність* (ступінь пристосування рослини до умов середовища, які змінюються); 12) *стійкість рослин до основних екологічних факторів* (тривалість світового дня, температура повітря та ґрунту, сума активних і ефективних температур, вологість, відношення рослин до трофності ґрунту, стійкість рослин до рН ґрунту, солестійкість, зимостійкість, холодостійкість, посухостійкість); 13) *стійкість нових культур проти шкідників та хвороб, конкурентоспроможність до сегетальної рослинності*; 14) *вплив нових корисних рослин на культурфітоценози* (післядія на наступні культури сівозміни або на культури-сусіди у полідомінантних культурфітоценозах, на засмічення бульбами, цибулинами, кореневищами тощо, вплив на рівень родючості ґрунту, шкідників, хвороб, бур'янів); 15) *алелопатичні властивості*; 16) *економічна ефективність* (рівень рентабельності); 17) *енергетична доцільність* (вихід загальної енергії з урожаєм з одиниці площі); 18) *декоративність*; 19) *загальна оцінка нових культур* (є сумарною оцінкою інтродуцентів і визначається з урахуванням всіх критеріїв впровадження нових культур).

На основі багаторічних інтродукційних досліджень ми дійшли висновку, що для ефективнішого проходження та оцінки інтродукційного процесу доцільне

застосування шести принципів (методів) інтродукції рослин. Оцінку слід проводити за 9-бальною системою (за Рахметовим Д.Б.) (табл.2).

Таблиця 2. Основні принципи (методи) інтродукції корисних рослин (за Рахметовим Д.Б.)

№ п / п	Принцип (метод) інтродукції	Група		
		I (3 бали)	II (6 балів)	III (9 балів)
1	Корисність інтродуцентів	Інтродуценти, які мають корисні властивості, що дозволяють використовувати їх в одному напрямі	У двох, трьох напрямках	У чотирьох і більше напрямках одночасно
2	Продуктивність інтродуцентів	Низькопродуктивні інтродуценти (наприклад, для кормових культур вихід к.од. до 5,0 т / га)	Середньо-продуктивні (5,1-8,0 т/га)	Високо-продуктивні (понад 8,1 т / га)
3	Декоративність інтродуцентів	Низькодекоративні (за шкалою декоративності до 30балів)	Середньо-декоративні (31-60 балів)	Високодекоративні (понад 61 балів)
4	Селекційне поліпшення рослин та процесу інтродукції	Дуже важко піддаються впливу селекційних методів підвищення ефективності інтродукційного процесу	Середньо піддаються	Легко піддаються
5	Біотехнологічне поліпшення процесу інтродукції рослин	Дуже важко піддаються впливу біотехнологічних методів підвищення ефективності інтродукційного процесу	Середньо піддаються	Легко піддаються
6	Енергетична цінність інтродуцентів	Інтродуценти, які мають низький вихід енергії (до 25 Гкал / га)	Середній вихід енергії (26-55 Гкал/га)	Високий вихід енергії (понад 56 Гкал/га)

Перший запропонований принцип інтродукції корисних рослин називається «Принцип ступеня корисності інродуцентів». У межах цього принципу виділено три групи. Інродуценти, які мають корисні властивості, що дозволяють використовувати їх в одному напрямі (I група – 3 бали), двох-, трьох (II група – 6 балів) та чотирьох напрямках і більше одночасно (III група – 9 балів).

Другий принцип інтродукції корисних рослин, який пропонується – це «Принцип продуктивності інродуцентів». У межах зазначеного принципу також виділено три групи: низькопродуктивні (I група – 3 бали), середньопродуктивні (II група – 6 балів) та високопродуктивні інродуценти (III група – 9 балів).

Третій принцип називається «Принцип декоративності інродуцентів». У межах цього принципу виділено три групи: низькодекоративні (за шкалою декоративності 30 балів); середньодекоративні (31-60 балів); високодекоративні (за шкалою декоративності понад 61 бал);

Четвертий запропонований принцип інтродукції корисних рослин називається «Принцип селекційного поліпшення рослин та процесу інтродукції».

Залежно від ступеня відношення рослин до селекційного поліпшення інтродукційного процесу можна виділити три групи інродуцентів – рослини, які дуже важко піддаються впливу (I група – 3 бали), середньо (II група – 6 балів) та легко піддаються впливу селекційних методів підвищення ефективності інтродукційного процесу (III група – 9 балів).

П'ятий принцип інтродукції корисних рослин, який пропонується, називається «Принцип біотехнологічного поліпшення процесу інтродукції рослин».

Залежно від ступеня відношення рослин до біотехнологічного поліпшення інтродукційного процесу можна виділити три групи інродуцентів – рослини, які дуже важко піддаються впливу (I група – 3 бали), середньо (II група – 6 балів) та легко піддаються впливу біотехнологічних методів підвищення ефективності інтродукційного процесу (III група – 9 балів).

Шостий принцип називається «Принцип енергетичної цінності інродуцентів». У межах цього принципу виділено три групи: в першу групу входять інродуценти з показником низького виходу енергії (до 25 Гкал/га); в другу – середнім (26-55 Гкал/га); в третю – з високим виходом енергії (понад 56 Гкал/га).

Інтродукція рослин є важливим засобом екологічної оптимізації культурфітоценозів. Було розроблено основні засади щодо ролі інтродукції в екологічній оптимізації культурфітоценозів (за Морозом – Рахметовим).

Завдяки важливому значенню нових інродуцентів як основного екологічного засобу оптимізації культурфітоценозів, їх необхідно широко впроваджувати у виробництво. Залежно від масштабів впровадження нових культур у конкретних екологічних умовах доцільніше виділити п'ять ступенів інтродукції рослин:

Інтродукція I ступеня – коли вид займає невеликі площі в межах конкретної території (у ботанічному саду, дендропарку, дослідній станції та ін.).

Інтродукція II ступеня – вид має локальне розміщення на території конкретного фізико-географічного (агрокліматичного) району.

Інтродукція III ступеня – вид трапляється у культурі всюди на території однієї фізико-географічної (агрокліматичної) зони.

У цьому випадку необхідно наголосити, що введення будь-якого виду рослин у широку культуру неможливе без наявності створеного сорту та визнання його Державною комісією з випробування та охорони сортів рослин і занесення до Реєстру сортів рослин будь-якої держави.

Інтродукція IV ступеня – вид інтродукований і культивується одночасно в багатьох фізико-географічних (агрокліматичних) зонах.

Інтродукція V ступеня – вид є космополітом та може бути інтродукованим на різних континентах.

Процес інтродукції являє собою перший важливий етап на шляху до окультурення нового виду рослин. Для подальшого введення в культуру того чи іншого виду необхідне виконання ряду умов. До найважливіших факторів відноситься наявність сорту. Успіх впровадження культури, звичайно, насамперед залежить від вибору відповідних сортів. Проблема нових культур безпосередньо пов'язана з широким розвитком селекції, застосуванням гібридизації для відбору сортів.

Тому можна з упевненістю стверджувати, що між етапами – інтродукція і введення в культуру будь-якого нового виду – обов'язково повинна бути селекція. Інакше кажучи, роботу необхідно вести за повною схемою, комплексно, починаючи від мобілізації і вивчення нових видів (зразків), добору цінних інтродуцентів за основними критеріями впровадження, визначення місця нових інтродуцентів у культурфітоценозах, розробки основних методів розмноження та елементів технології вирощування, створення вихідного матеріалу шляхом селекції, через селекцію, одержання нових форм і гібридів, сортозразків, потім їх сортовипробування і первинне розмноження. Надалі ж необхідно організувати первинне виробниче розмноження на рівні елітно-насіницьких господарств і впровадження в сільськогосподарське виробництво.

На основі накопиченого досвіду інтродукції і селекції, узагальнення літературних даних і теоретичних положень запропонована схема первинної інтродукції, селекції і введення в культуру нових корисних інтродуцентів, який включає 12 етапів (рис.4).





Рис. 4. Схема інтродукції, селекції і впровадження у виробництво нових та малопоширених культур

Питання для самоперевірки

1. Вкажіть перспективні цукроносні рослини як сировина для виробництва біоетанолу в Україні.

2. Вкажіть перспективні високоолійні рослини як основа дизельного біопалива в Україні.

3. Вкажіть перспективні культури для переробки в тверді види палива в Україні.

15. Вкажіть перспективні культури для переробки в біогаз в Україні.

4. Вкажіть, до яких ботанічних родин належать перспективні енергетичні олійні рослини в Україні.

5. Вкажіть, до яких ботанічних родин належать перспективні енергетичні цукроносні рослини в Україні.

6. Вкажіть, до яких ботанічних родин належать перспективні енергетичні сировинні рослини для переробки в тверде біопаливо в Україні.

ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТА СИРОВИННИХ КУЛЬТУР В УКРАЇНІ. ГЕНОФОНД СИРОВИННИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ РОСЛИН УКРАЇНИ

На даний час у НБС імені М. М. Гришка НАН України та на базі кафедри рослинництва НУБіП України проводяться всебічні дослідження з інтродукції, акліматизації та збереження генофонду корисних рослин, селекції технічних, енергетичних, лікарських культур, біотехнології тощо. Створено унікальні за якісним і кількісним складом колекції корисних рослин з усіх ботаніко-географічних регіонів світу. Ці величезні колекції мають надзвичайно важливе наукове та економічне значення. Усі колекції є особливо цінними з погляду збереження різноманітності рослин *ex situ*.

Широкі інтродукційні дослідження з корисних рослин в Україні проводяться протягом близько 50 років. Досягнуто значних успіхів у галузі фундаментальних і прикладних досліджень з інтродукції рослин та селекції нових культур.

За останній період в Україні всебічно вивчені біологічні особливості перспективних корисних інтродуцентів, відношення їх до екологічних умов, врожайність надземної біомаси і насіння, хімічний склад, продуктивність, енергетична та кормова цінність, вплив на родючість і продуктивність наступних культур сівозміни, а також розроблені основні елементи технології вирощування в одновидових і змішаних агрофітоценозах та визначені головні напрями використання в сільськогосподарському виробництві, харчовій, енергетичній галузях. За багаторічний період здійснено значний внесок у розвиток досліджень з інтродукції, селекції та впровадження у виробництво нових корисних культур в Україні.

Важливий науковий та практичний інтерес становить вивчення потенційних можливостей нових енергетичних та сировинних культур і визначення місця їх в агроєкосистемах. Саме на це спрямована науково-дослідна робота, яка виконується у відділі культурної флори Національного ботанічного саду імені М.М.Гришка та на базі кафедри рослинництва НУБіП України.

На сьогодні Україна є важливим науковим і практичним центром у галузі інтродукції і акліматизації рослин, селекції та впровадження нових культур у виробництво з метою ефективного використання рослинних ресурсів, збагачення видового різноманіття, підвищення стійкості і продуктивності агрофітоценозів. Є багатий колекційний фонд кормових, овочевих, пряноароматичних, технічних, сидеральних і медоносних рослин, що нараховує близько 1000 таксонів (табл. 3). На основі цього цінного матеріалу співробітниками відділу створено понад 80 сортів корисних рослин.

Ця робота відповідає всесвітній стратегії з охорони рослин, де одним з основних напрямів наукових досліджень визначено збагачення генофонду рослин селекційними методами та селекцію нових культур і опрацювання біологічних основ їх вирощування.

Таблиця 3. Генетичні ресурси корисних рослин

Група рослин	Родина	Рід	Вид, сорт
Технічна	21	38	77
Фітоенергетична	32	51	365
Кормова	16	78	267
Овочева	19	46	81
Пряноароматична	12	55	138
Газонні трави	1	7	56
Разом		217	984

Комплексні інтродукційні та селекційні дослідження проводяться в першу чергу з видами, які становлять високу господарську та економічну цінність.

Зібрано цінний генофонд сировинних, енергетичних, пряноароматичних, технічних, овочевих рослин. Колекція корисних рослин постійно поповнюється новими видами, формами та сортами. Генофонд кормових рослин нараховує 267 видів, сортів та форм, які належать до 16 родин (табл.4).

Таблиця 4. Генофонд кормових рослин

Родина	Рід	Вид	Сорт	
<i>Amaranthaceae</i>	Амарантові	1	20	7
<i>Apiaceae</i>	Селерові	1	4	-
<i>Asteraceae</i>	Айстрові	9	17	4
<i>Brassicaceae</i>	Капустяні	7	16	13
<i>Boraginaceae</i>	Шорстколисті	1	4	1
<i>Euphorbiaceae</i>	Молочайні	1	1	-
<i>Chenopodiaceae</i>	Лободові	1	1	-
<i>Fabaceae</i>	Бобові	25	64	17
<i>Hydrophyllaceae</i>	Водолисті	1	1	-
<i>Lamiaceae</i>	Глухокропикові	1	-	-
<i>Malvaceae</i>	Мальвові	5	16	9
<i>Poaceae</i>	Мятликові	22	48	6
<i>Poligonaceae</i>	Гречкові	2	8	4
<i>Rosaceae</i>	Розові	1	2	-
<i>Solonaceae</i>	Пасльонові	1	1	-
<i>Urticaceae</i>	Кропикові	1	2	-
Разом	16	78	206	61

Колекція “Кормові рослини” включає близько 30 сортів нових культур, створених селекціонерами відділу, на які отримано авторські свідоцтва і які рекомендовані для вирощування в Україні. Окремі сорти української селекції

пройшли реєстрацію в Європейському союзі та вирощуються в Чехії, Словачії, Іспанії, а також в Китаї та КНДР.

Сорти нових кормових культур відіграють важливу роль у вирішенні білкової проблеми, подовженні періоду надходження зелених кормів (рано навесні та пізно восени), у підвищенні продуктивності орних земель (1,5-2,0 рази) порівняно з традиційними культурами, у біоекологізації землеробства (сидерація; фітомеліорація; використання нових культур для удобрення ґрунту; біологічні методи боротьби з бур'янами та хворобами; усунення алелопатичної ґрунтовтоми; використання інтродуцентів на радіаційно забруднених ґрунтах).

Ми створили одну із найбагатших в Україні колекцію енергетичних рослин, яка нараховує 365 видів, сортів та форм (76 – цукроносних, 145 – олійних, 144 – сировинних культур для виробництва твердого біопалива та біогазу) (табл.5). Загалом в колекцію енергетичних рослин входять представники з 21 родини.

Таблиця 5. Ресурсний потенціал енергетичних рослин залежно від напрямку використання на біопаливо

Напрямок використання рослин на біопаливо	Родина	Вид	Форма	Сорт
Біоетанол	3	27	42	7
Біодизель	14	42	75	28
Тверде біопаливо	15	85	27	32
Усього		154	138	62
Загальна кількість таксонів	365			

З великого різноманіття корисних рослин відібрані найперспективніші групи видів різного напрямку енергетичного використання. На їх основі створено високоефективні, продуктивні сорти, форми та гібриди найцінніших енергетичних рослин.

Вперше в Україні підведено підсумки інтродукційної роботи зі створення генофонду цукроносних рослин як джерела фітоетанолу. Визначено найперспективніші енергетичні рослини з високим виходом цукрів з одиниці площі для його виробництва. Створена одна із найбагатших в Україні колекцій нових цукроносних рослин, яка нараховує 76 таксонів. У колекцію входять рослини з трьох родин.

Із великого різноманіття енергетичних рослин відібрані найперспективніші види з високим вмістом вуглеводів. На їх основі створено високоефективні, продуктивні сорти, форми та гібриди найцінніших цукроносних енергетичних рослин.

Підведено підсумки інтродукційної роботи зі створення генофонду високоолійних рослин. Визначені найперспективніші рослини, інтродуценти з високим вмістом олії та енергетичної ефективності, які можуть бути використані

для виробництва фітодизеля. Створено колекцію олійних рослин, яка нараховує 145 таксонів.

Із великого різноманіття інтродуцентів відібрані найперспективніші високоолійні рослини. На їх основі створено високоадаптивні, продуктивні сорти, форми та гібриди найцінніших олійних рослин.

Генофонд ароматичних рослин нараховує 138 видів, сортів та форм із 12 родин (табл.6).

Таблиця 6. Генофонд ароматичних рослин

	Родина	Рід	Вид, форма	сорти
<i>Apiaceae</i>	Селерові	12	13	
<i>Asteraceae</i>	Айстрові	11	22	3
<i>Brassicaceae</i>	Капустяні	2	2	
<i>Crassulaceae</i>	Товстолисті	1	1	
<i>Fabaceae</i>	Бобові	1	2	
<i>Hypolepidaceae</i>	Невиразнолускові	1	1	-
<i>Lamiaceae</i>	Глухокропивові	19	46	20
<i>Poaceae</i>	Злакові	1	1	
<i>Ranunculaceae</i>	Жовтецеві	1	7	2
<i>Rosaceae</i>	Розові	2	4	
<i>Rutaceae</i>	Рутові	1	1	
<i>Verbenaceae</i>	Вербенові	1	3	
Разом	12	52	113	25

У колекції широко представлені рослини з родин селерові, айстрові, глухокропивні, жовтецеві та інші.

Сорти енергетичних та сировинних рослин

На основі 50 нових енергетичних та сировинних культур створено понад 80 високопродуктивних сортів, що у різні періоди були районовані у трьох агрокліматичних зонах України (табл.7-11).

Таблиця 7. Деякі сорти нових та молопоширених сировинних і енергетичних рослин, які включені до Державного реєстру сортів рослин України

№ п/п	Інтродуцент	Кількість сортів	Сорт
1	2	3	4
1	Суріпиця озима	1	Оріана
2	Елевсіна	2	Тропіканка, Ярослав-8
4	Козлятник східний	3	Кавказький бранець, НБС-75, Салют

5	Чина лісова гібридна	1	Попелюшка
6	Мальва кучерява	2	Рада, Унава
7	Мальва пухелла	2	Рюзана, Сильва
8	Мальва мелюка	1	Кормела
9	Топінсонячник	1	Старт
10	Лаватера	1	Стугна-1
11	Щавель гібридний	2	Румекс К-1, Румекс ОК-2
12	Сильфій пронизанолистий	3	Богатир, Канадчанка, Переможець
13	Свербига східна	2	Золотника, Олімпійська
14	Тифон	2	Оракам, Фітопал
15	Мальва гібридна	1	Ніка
16	Сіда багаторічна	2	Вірджинія, Фітоенергія
17	Щавнат	3	Київський ультра, Бікор-1, Наставник
18	Живокіст шорсткий	1	НАНУ-90
19	Сильфій суцільнолистий	1	Ювілейний

Таблиця 8. Нові та малопоширені сільськогосподарські культури, сорти яких включені до Реєстру сортів рослин України

Українська назва	Латинська назва	Кількість сортів	Назва СОРТУ
1	2	3	4
Злаки			
Тритикале озиме	× <i>Triticosecale Wittmack</i>	30	Поліський кормовий, Київське раннє, Славетне та інші.
Кормові			
Пайза	<i>Echinochloa frumentacea</i> (Roxb.) Link	1	Надія
Сорго віникове	<i>Sorghum technicum</i> (Koern) Roshev.	8	Валіген 100, Красень, Карликове 45, Любиме 80 та інші
Сорго цукрове	<i>Sorghum saccharatum</i> (L.) Per.	12	Аграрний, Пам'ять Шепеля, Медовий F1, Кримське 15, Силосне, Фаворит

Сорго-суданкові гібриди	<i>Sorghum vulgare Pers.</i> × <i>Sorghum sudanense (Piper) Stapf.</i>	7	Слав'янське поле 15, Ювілейний 75, Ювілей 50 та інші
Суданська трава	<i>Sorghum sudanense (Piper.) Stapf.</i>	7	Білявка, Дніпровська, Багатоукісна, Голубівська, Донецька 5, Луганка 3 та інші.
Дагуса (елевсіна)	<i>Eleusine coracana (L.) Gaertn.</i>	2	Тропіканка, Ярослав-8
Трава Колумба	<i>Sorghum almum Parodi.</i>	2	Парана, Колумбо
Боби кормові	<i>Vicia faba L.</i>	10	Білун, Візир, Оріон, Карадаг, Форум та інші
Конюшина відкритозіва	<i>Trifolium apertum Bobr.</i>	1	Діана
Конюшина олександрійська	<i>Trifolium alexandrinum L.</i>	1	Оріана
Середела	<i>Ornithopus sativus Brot.</i>	2	Іскор ость. Ольгінська
Буркун білий	<i>Melilotus alba Medik.</i>	1	Еней
Козлятник східний	<i>Galega orientalis L.</i>	3	Кавказький бранець, Салют, НБС-75
Козлятник лікарський	<i>Galega officinalis Lam.</i>	1	Гарант
Щириця	<i>Amaranthus L.</i>	16	Атлант, Жайвір, Кармін, Кремовий ранній, Стерх та інші
Турнепс	<i>Brassica rapa L. var. rapa L.</i>	1	Сонячний ранок
Мальва кучерява	<i>Malva crispa L.</i>	2	Рада, Унава
Мальва пульхелла	<i>Malva pulchella Bernh.</i>	2	Рюзана, Сильва
Мальва мелюка	<i>Malva meluca Graebn.</i>	1	Кормела
Топінамбур	<i>Helianthus tuberosus L.</i>	3	Дієтичний, Подільський, Фіолет київський та інші
Топінсоняшник	<i>Helianthus tuberosus L.</i> ×	1	Старт

	<i>Helianthus annuus L.</i>		
Лаватера тюрингська	<i>Lavatera thuringiaca L.</i>	1	Стугна -1
Щавель тянь-шанський	<i>Rumex patientia L. × Rumex tianschanicus A.Los.</i>	2	Румекс К-1, Румекс ОК-2
Сильфій пронизанолистий	<i>Silphium perfoliatum L.</i>	3	Канадчанка, Переможець, Богатир
Свербига східна	<i>Bunias orientalis L.</i>	2	Золотінка, Олімпійська
Тифон	<i>Brassica rapa × Brassica campestris var. olifera biennis</i>	2	Оракам, Фітопал
Фацелія	<i>Phacelia tanacetifolia Benth.</i>	1	Аліна
Мальва гібридна	<i>Malva crispa L. × Malva pulchella Bernh.</i>	1	Ніка
Сіда багаторічна	<i>Sida hermaphrodita Rusby</i>	2	Вірджинія, Фітоенергія
Бобові			
Чина багаторічна гібридна	<i>Lathyrus silvestris L. × L.latifolius L.</i>	1	Попелюшка
Круп'яні			
Сориз	<i>Sorghum orysooidum</i>	11	Дарунок, Ізумруд, Коричневе 11, Крупинка 10 і т.д.
Олійні та прядильні			
Ріпак озимий	<i>Brassica napus L.</i>	109	Атлант, Іванна, Контакт, Чорний велетень та інші
Ріпак ярий	<i>Brassica napus L.</i>	66	Аріон, Ірис, Стар, Микитинецький та інші
Рижій ярий	<i>Camelina sativa L. Crantz.</i>	7	Гірський, Міраж, Престиж та інші
Гірчиця сарептська	<i>Brassica juncea (L.) Czern. et Coss. in Czern</i>	11	Мрія, Росава, Роксолана, Тавричанка та інші
Гірчиця біла	<i>Sinapis alba L.</i>	9	Кароліна, Підпечерецька, Талісман, Юлія

Суріпиця озима	<i>Brassica campestris</i> <i>L.</i>	2	Оріана, Вікторія
Суріпиця яра	<i>Brassica campestris</i> <i>L.</i>	1	Горянка
Редька олійна	<i>Raphanus sativus L.</i>	4	Журавка, Либідь, Матор, Ямайка
Смикавець їстівний	<i>Cyperus esculentus</i>	2	Новинка, Фараон

**Таблиця 9. Нові та малопоширені овочеві культури,
сорта яких включені в Реєстр сортів рослин України**

Українська назва	Латинська назва	Кількість сортів	Назва Сорту
1	2	3	4
Боби кінські	<i>Vicia faba L.</i>	5	Карсон, Форум, Карадаг, Українські слобідські
Вівсяний корінь	<i>Tragopogon</i> <i>porrifolius L.</i>	1	Поляна
Гірчиця салатна	<i>Brassica juncea (L.)</i> <i>Czern. et Coss. in</i> <i>Czern.</i>	2	Волнушка, Червонолиста
Капуста броколі	<i>Brassica cauliflora</i> <i>Lizg.</i>	3	Вітамінна, Тамбора
Капуста брюссельська	<i>Brassica oleraceae</i> <i>L. convar. oleraceae</i> <i>var. bullata DC.</i> <i>subva</i>	2	Геркулес, Філімон F1
Капуста кольрабі	<i>Brassica oleraceae</i> <i>var. gorgylodes L.</i>	1	Віденська біла 1350
Капуста пекінська	<i>Brassica pekinensis</i> <i>(Lour.) Rupr.</i>	3	Астен F1, Піонер F1, Хібінська
Капуста савойська	<i>Brassica oleraceae</i> <i>L. convar. capitata</i> <i>(L.) Alef. var.</i> <i>sabaudas</i>	1	Вертю 1340
Капуста цвітна	<i>Brassica oleraceae</i> <i>L. convar. botrytis</i> <i>(L.) Alef. var</i> <i>botrytis</i>	16	Кортес, Мотано F1, Профіл, Сірія,
Крес-салат	<i>Lepidium sativum L.</i>	1	Вість

Кукурудза розлусна	<i>Zea mays L. ssp. everta Sturt.</i>	4	Дніпровський 925, Дніпровський 929, Ерліконт, Даніель
Кукурудза цукрова	<i>Zea mays L. ssp. saccharata Sturt.</i>	22	Ароматна, Апетитна, Брусниця, Дебют, Делікатесна і т. д.
Мангольд	<i>Beta vulgaris L. var. cicla</i>	2	Алий, Зимній
Пастернак	<i>Pastinaca sativa L.</i>	2	Петрик, Гормон
Салат латук	<i>Lactuca sativa L.</i>	14	Королева літа, Евеліна,
Салат головчастий	<i>Lactuca sativa var. capitata L.</i>	4	Етті, Ленто, Ольжич, Фортунас
Селера	<i>Apium graveolens L.</i>	10	Ароматна, Аніта, Албін, Іванко, Монарх і т.д.
Скорзонера іспанська	<i>Scorzonera hispanica L.</i>	1	Стрільнянська
Фізалис	<i>Phusalis L.</i>	3	Ліхтарик, Жаринка, Дачний
Цибуля батун	<i>Allium fistulosum L.</i>	1	П'єро
Цибуля порей	<i>Allium porrum L.</i>	6	Голет, Голіас, Йолант, Казімір і т.д.
Цибуля слизун	<i>Allium nutans L.</i>	1	Лілієйна
Цибуля шалот	<i>Allium ascalonicum L.</i>	3	Забава, Кущівка місцева, Сюрприз
Чабер садовий	<i>Satureja hortensis L.</i>	1	Остер
Чорнушка посівна (Нігела)	<i>Nigella sativa L.</i>	1	Іволга
Шпинат	<i>Spinacia oleracea L.</i>	2	Бос, Матадор

Таблиця 10. Нові та малопоширені пряноароматичні культури, сорти яких включені до Реєстру сортів рослин України

Українська назва	Латинська назва	Кількість сортів	Назва СОРТУ
1	2	3	4

Аніс	<i>Anisum vulgare Gaern.</i>	1	Артек
Васильки справжні	<i>Ocimum basilicum L.</i>	3	Бадьорий, Кримські фіолетові, Юнга
Гісоп лікарський	<i>Hyssopus officinalis L.</i>	3	Атлант, Нікітський білий, Маркіз
Коріандр	<i>Coriandrum sativum L.</i>	9	Гарант, Медун, Айдар, Кіровоградський, Нектар, Оксамит, Пікантний, Ранній, Янтар
Лаванда	<i>Lavandula officinalis Chaix.</i>	5	Ізіда, Рання, Рекорд, Сінева, Степова
Лавандин	<i>Lavandula hybrida Reverchon</i>	1	Темп
Майоран	<i>Origanum majorana L.</i>	1	Дзвіночок
Лофант	<i>Agastache foeniculum O.Ktze.</i>	3	Лелека, Пам'ять Капелєва, Синій велетень
Меліса лікарська	<i>Melissa officinalis L.</i>	3	Мілана, Цитронелла, Соборна
М'ята	<i>Mentha L.</i>	12	Заграва, Краснодарська 2, Лубенчанка, Лідія, Мама, Прилуцька 14, Прилуцька 6, Прилуцька карвонна, Симферопольська 200, Удайчанка, Українська перцева, Чернолиста
Полин естрагон	<i>Artemisia dracunculus L.</i>	1	Грибовський
Полин лимонний	<i>Artemisia balchanorum H. Krasch.</i>	1	Еллада
Розмарин лікарський	<i>Rosmarinus officinalis L.</i>	1	Горизонт
Троянда дамаська	<i>Rosa damascena Mill.</i>	3	Аура, Лань, Радуга
Фенхель	<i>Foeniculum vulgare Mill.</i>	6	Зефір, Кримський, Мерцишор, Чернівецький 3, Чернівецький мисливець, Оксамит Криму
Хризантема ефіроолійна	<i>Chrysanthemum L.</i>	3	Тала-86-1, Тала 86-3, Тала 86-4

Чабер садовий	<i>Satureja hortensis L.</i>	1	Март'ян
Шавлія мускатна	<i>Salvia sclarea L.</i>	8	Дуаліст, Кримська пізня, Кримська однорічна, Мрія, Однорічна, С 785, С 1112, Ай-Тодор
Цмин італійський	<i>Helichrysum italicum Guss.</i>	2	Ароматний, Осіповський
Чист	<i>Cistus L.</i>	1	Зеніт
Катран Стевена	<i>Crambe steveniana Rupr.</i>	1	Кримський
Ельшольція Стаунтона	<i>Elsholzia stauntonii Benth.</i>	1	Розове облако
Хризантема увінчана	<i>Chrysanthemum coronarium L.</i>	1	Еліксир
Змієголовник молдавський	<i>Dracocephalum moldavica L.</i>	2	Перлинка, Медоніс

Таблиця 11. Нові та малопоширені лікарські культури, сорти яких включені до Реєстру сортів рослин України

Українська назва	Латинська назва	Кількість сортів	Назва Сорту
1	2	3	4
Алтея лікарська	<i>Althea officinalis L.</i>	2	Мальвіна, Рожан
Белладонна	<i>Atropa belladonna L.</i>	1	Красавка
Валеріана лікарська	<i>Valeriana officinalis L.</i>	3	Кардіола, Левада, Україна
Вовчуг польовий	<i>Ononis arvensis L.</i>	1	Рожевий
Ромашка далматська	<i>Pyrethrum cinerariaefolium Trev.</i>	1	Бальзам
Дурман звичайний	<i>Datura stramonium L.</i>	1	Безшипний
Ехінацея пурпурова	<i>Echinacea purpurea (L.) Moench.</i>	2	Вітаверна, Принцеса
Женьшень	<i>Panax ginseng C.A.Mey.</i>	1	Український 2
Жовтушник лакфіолевидний	<i>Erysimum cheiranthoides L.</i>	1	Сонячний

Звіробій	<i>Hypericum L.</i>	1	Антос
Нагідки лікарські	<i>Calendula officinalis L.</i>	1	Нагідка 2
Наперстянка пурпурова	<i>Digitalis purpurea L.</i>	1	Зірочка
Наперстянка шерстиста	<i>Digitalis lanata Ehrh.</i>	2	Карікола, Сульчанка
Оман високий	<i>Inula helenium L.</i>	1	Гулівер
Подорожник блошиний	<i>Plantago psyllium L.</i>	1	Березотіцький
Подорожник великий	<i>Plantago major L.</i>	1	Полтавський
Ромашка аптечна	<i>Marticaria recutita L.</i>	3	Азулена, Купава, Перлина Лісостепу
Солодка гола	<i>Glycyrrhiza glabra L.</i>	1	Соло 1
Стевія	<i>Stevia rebaudiana (Bertoni) Hemsli.</i>	2	Берегиня, Славутич
Цмин пісковий	<i>Helichrysum arenarium (L.) Moench</i>	1	Золотистий
Чебрець повзучий	<i>Thymus serpyllum L.</i>	1	Духмяний
Шавлія лікарська	<i>Salvia officinalis L.</i>	1	Таврійська
Щириця лікарська	<i>Amaranthus L.</i>	1	Харківський

Результати багаторічної роботи дозволяють зазначити, що нові сировинні та енергетичні культури мають високий біолого-екологічний потенціал, дозволяють значно підвищити загальну продуктивність культурфітоценозів, ефективно використовують агрокліматичні ресурси зон України.

Питання для самоконтролю.

1. Охарактеризуйте сорти енергетичних та сировинних рослин створених в Україні.

2. Вкажіть теоретичні та практичні засади використання ефективних джерел рослинної сировини шляхом інтродукції, селекції, біотехнології енергетичних культур.

3. Вкажіть, який оптимальний вміст олії (%) у насінні основних олійних культур в Україні?

4. Вкажіть, який вихід олії забезпечують перспективні олійні культури в Україні (кг/га)?

5. Вкажіть, який оптимальний вміст цукрів (%) у сировині основних цукроносних культур в Україні.

ЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТА СИРОВИННИХ КУЛЬТУР В УКРАЇНІ. ГЕНОФОНД СИРОВИННИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ РОСЛИН УКРАЇНИ

Передбачається, що поновлювальні джерела енергії в майбутньому становитимуть значну частку в енергетичному балансі світу. В Україні щорічно використовується близько 200 млн тонн умовного палива, з яких лише 80 млн тонн становить власний видобуток із природних джерел. У цій ситуації важливим енергетичним ресурсом може стати біопаливо.

Біологічне паливо (англ. biofuels) – це поновлюване джерело енергії, на відміну від інших природних ресурсів, таких як нафта, вугілля та ядерне паливо. Біопаливом вважається будь-яке паливо, що містить не менше 80% (за об'ємом) матеріалів, отриманих від живих організмів.

Біомасу для енергетичних цілей можна використовувати безпосереднього для спалювання (деревина, солома, сапрпель (органічні донні відкладення)), а також у переробленому вигляді як рідке (ефіри ріпакової олії, спирти) або газоподібне (біогаз — газова суміш, основним компонентом якої є метан) палива. Розкладена мікроорганізмами продукція промисловості, сільського і лісового господарства та побутові відходи також можуть використовуватися для отримання біоенергії.

Поняття «біопаливо» включає дуже широкий асортимент різноманітних органічних продуктів. Тому рослинну сировину, яку використовують для енергетичних цілей, на нашу думку, краще назвати «фітопаливом» (англ. phytofuels), а енергію, яку отримують на цій основі, – «фітоенергія», напрям діяльності, який включає виробництво фітомаси та енергії на її основі – «фітоенергетикою».

Перетворення фітомаси на носії енергії може здійснюватися фізичними, хімічними та біологічними методами, останні з яких найбільш перспективні.

Особливої актуальності у період вичерпання світових енергоресурсів набувають альтернативні відновлювані джерела енергії. Результати досліджень показують, що рослини є найефективнішими джерелами перетворення енергії сонця через фотосинтез у доступну людству форму енергії. Теоретично обґрунтовано та практично реалізовано основні засади використання енергетичних рослин із надзвичайно високим продукційним потенціалом для біоенергоконверсії в Україні. Встановлено найперспективніші рослинні джерела біопалива різних напрямів використання.

Головна мета виконаних досліджень полягала в підвищенні ефективності перетворення енергії сонця через фотосинтез зелених рослин в потрібну людству фітосировину для виробництва різних видів біопалива за рахунок підбору високоефективних продуцентів.

Важливим завданням є збереження та збагачення різноманіття енергетичних рослин та оптимізація їх продукційного процесу фітоценотичними, інтродукційними, біотехнологічними, селекційними методами, розроблення сучасних біотехнологічних, селекційно-генетичних

основ конструювання нових енергетичних культур та поліпшення існуючих для створення форм рослин із заданими продукційними параметрами.

Основним джерелом отримання біоенергії є зелені рослини, які через фотосинтез ефективно перетворюють енергію сонця в потрібну людству енергію.

Вчені з Національного ботанічного саду імені М.Гришка НАНУ та кафедри рослинництва НУБіП одними з перших в Україні розпочали вивчення відновлюваних рослинних біоресурсів для енергетичного використання. З початку 90-х років минулого століття з цією метою проведено комплексні дослідження з мобілізації, оцінки та використання рослинних ресурсів. Слід зазначити, що на сьогодні створено генофонд енергетичних рослин різного напрямку використання, який є найбагатший не лише в Україні, а й у країнах ЄС.

Поряд з інтродуцентами та малопоширеними культурами, важливе місце в цьому переліку належить власним формам, гібридам та сортам енергетичних рослин, створеним на основі різних селекційних та біотехнологічних методів.

Велике різноманіття енергетичних культур дозволяє виробляти певний вид біопалива не за рахунок 1-2 культур, вирощування яких призводить до суттєвих порушень сівозмін та екологічної рівноваги в агроценозах, а з використанням значно широкого їх асортименту.

Для вирощування пропонується набір культур, які є представниками різних ботанічних родин та використання яких у сівозмінах або поза ними не становить загрози для навколишнього середовища.

На основі вирощування високопродуктивних сортів та гібридів енергетичних культур створено сировинний конвеєр, що дозволяє за рахунок різночасно достигаючих культур подовжити період використання біосировини для виробництва конкретного виду біопалива – від початку вегетаційного періоду до його завершення, а також в пізньоосінній та в зимовий періоди.

Перевага надається багаторічним рослинам з періодом продуктивного довголіття 10-20 років, здатних зростати не лише на родючих полях сівозміни, а також на землях, не придатних для вирощування більшості традиційних, особливо продовольчого значення, культур.

Підібрано культури, з екологічної точки зору безпечні для навколишнього середовища, енергетично та економічно високоефективні, здатні поліпшувати агрономічні та біологічні показники ґрунту, сприяти зменшенню рівня CO₂ в повітрі. Це рослини, які запобігають ерозійним процесам, захищають поверхню ґрунту від перегрівання під сонячним промінням триваліший період, коли не здатні вегетувати традиційні культури, з високими можливостями фотосинтезу. Більшість із запропонованих культур вирізняються виключною посухо- та зимостійкістю, адаптивністю, стійкістю проти хвороб, шкідників та бур'янів. Це дозволяє зменшити пестицидне навантаження на агроценози, забезпечити екологічну рівновагу в навколишньому середовищі, а також здешевити собівартість виробленого біопалива.

Важливими теоретичними засадами використання ефективних джерел рослинної сировини шляхом інтродукції, селекції, біотехнології нових енергетичних культур є:

- Ефективність перетворення енергії сонця через фотосинтез енергетичних рослин у потрібну для людства біосировину за рахунок підбору високоефективних продуцентів.

- Збереження та збагачення різноманіття енергетичних рослин і оптимізація продукційного процесу фітоценотичними, інтродукційними, біотехнологічними, селекційними методами. Основи конструювання нових культур та поліпшення існуючих з метою створення форм рослин із заданими продуктивними параметрами.

- Адаптивність та широка екологічна пластичність енергетичних культур, екологічна рівновага в фітоценозах та безпечність рослин для навколишнього середовища, алелопатична сумісність та позитивна взаємодія і післядія рослин в агроценозах та з місцевими природними комплексами, фізіолого-біохімічні основи біоенергоконверсії як важливого засобу підвищення кількісних та якісних параметрів рослинної сировини.

У результаті багаторічної роботи запропоновано класифікацію енергетичних рослин за біоекологічними особливостями та напрямками використання.

Відбір потенційних енергетичних рослин. Україна, яка має унікальні природно-кліматичні умови, є достатньо сприятливим регіоном для вирощування значної кількості високопродуктивних енергетичних рослин. Протягом останніх років одержано низку важливих результатів з інтродукції, акліматизації, селекції та біотехнології енергетичних рослин та з виробництва нової сировини – альтернативного джерела біопалива.

Альтернативні енергетичні культури є представниками різних ботанічних родин і використання їх у сівозмінах або поза ними не становить загрози для навколишнього середовища. Вони не являють собою цільові продовольчі культури.

Розроблено сучасні методи та технології підвищення ККД фотосинтезу за рахунок подовженого використання сонячної енергії за участю холодостійких, зимостійких, високопродуктивних нових енергетичних культур, які інтенсивно вегетують рано весною та пізно восени. За багаторічний період розроблено основи оптимізації продукційного процесу в нових енергетичних рослинах для виробництва необхідної кількості високоякісного біопалива. Оригінальність запропонованих фітоценотичних, інтродукційних, селекційних та біотехнологічних методів підвищення ефективності продукційного процесу в енергетичних рослинах полягає в тому, що вони базуються на біологічній, а не на хімічній інтенсифікації. Це дає змогу значно зменшити або зняти пестицидне навантаження на агроценози.

Широкі інтродукційні випробовування найперспективніших енергетичних рослин протягом багаторічного періоду проводяться в різних регіонах України. Зокрема в агрономічній дослідній станції «Пшенична» Національного університету біоресурсів та природокористування створена велика колекція високопродуктивних енергетичних рослин різного напряму використання. Ми

виконуємо всебічні дослідження зі встановлення біологічних, екологічних особливостей, продуктивного потенціалу перспективних енергетичних культур. Відпрацьовуються основні елементи технології вирощування та використання фітосировини для виробництва різного виду біопалива. На основі розробок з енергетичних рослин у процесі підготовки спеціалістів та магістрів у навчальний процес включені дисципліни «Фітоенергетика», «Сировинні та енергетичні культури».

Покращення використання рослинних ресурсів для отримання альтернативних палив із застосуванням потенціалу селекції. Відділ нових культур НБС імені М.М.Гришка є провідним в Україні селекційним центром зі створення високоадаптивних сортів енергетичних рослин різного напрямку використання.

Із числа найперспективніших нових цукроносних культур створено цінний генофонд пальчастого проса (10 зразків), цукрового сорго (15), міскантусу (7) та проса дрогоподібного (5 зразків), які характеризуються скоростиглістю, посухостійкістю, високою урожайністю насіння або фітомаси, підвищеним вмістом вуглеводів у зерні або в надземній масі та виходом біоетанолу. Ці цукроносні рослини можуть в повній мірі забезпечувати в Україні високий продуктивний потенціал і вихід біоетанолу з одиниці площі порівняно з традиційними культурами (цукровий буряк, картопля, пшениця тощо).

В Інституті харчової біотехнології та геноміки (ІХБГ) НАН України була отримана низка соматоклональних варіантів пальчастого проса для подальшого використання у селекційному процесі у НБС НАН України. Зокрема, на їх основі створені високопродуктивні сорти Ярослав-8 та Євгенія.

Розроблено енергоощадні сортові технології вирощування рослинної сировини для виробництва біоетанолу. Поряд з високопродуктивними традиційними цукроносними культурами нові інтродуценти можуть забезпечувати 3-8 тонн біосировини з 1 га. Нові форми та сорти соргових культур у період технічної стиглості фітомаси формують від 62 до 134 т/га надземної маси, вихід сухої речовини становить від 16 до 36 т/га. Урожайність насіння залежно від видового та формового різноманіття рослин коливається в межах 4-8 т/га. Фітомаса згаданих культур містить від 18 до 35% загальних цукрів. Калорійність цієї маси сягає від 3731 до 4363 Дж/г. Урожайність фітомаси соняшнику бульбистого і топінсоняшнику змінюється в межах 40-80 т/га, бульб – 25-45 т/га. В бульбах міститься 20-23% сухої речовини, 18-20% – вуглеводів, 3-5 % – білка. Вихід етанолу становить від 2,5 до 5,5 т/га.

Створено близько 20 високоолійних сортів енергетичних рослин для виробництва біодизеля. Значна частина цих сортів мають цінні продуктивні властивості та придатні для виробництва біопалива.

Встановлено біологічні, екологічні особливості, продуктивний потенціал рослин, вміст і вихід олії та іншої побічної продукції енергетичних культур та сортів, створених на їх основі. Нові форми і сорти здатні формувати 3-6 т/га насіння із вмістом олії 40-49% та її виходом 1000-1200 кг/га. Вони також забезпечують урожайність фітомаси 30-60 т/га, вихід сухої речовини – 5-10 т/га.

В умовах України смикавець їстівний має високі продуктивні показники: вихід бульби – 7-12 т/га; надземної маси – 20-30 т/га; вихід олії – 1400-2500 кг/га.

На принципах високої адаптаційної здатності, фотосинтетичного та продукційного потенціалу енергетичних рослин різними селекційними методами створено 19 високопродуктивних сортів з великою врожайністю біомаси для використання сировини на тверде паливо та біогаз.

Розроблено енергоощадні технології вирощування рослинної сировини для виробництва біопалива на основі власних сортів. Створено сировинний конвєр з нових високопродуктивних енергетичних рослин. Запропоновані технології вирощування біоенергетичних рослин дозволяють забезпечити високий вихід умовного біопалива (10-21 т/га) та енергії (70-90 Гкал/га) з урожаєм. Загальний вихід біогазу з 1 га енергетичної плантації нових інтродуцентів становить від 9000 до 37000 м³.

ВИДИ БІОПАЛИВА. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РОСЛИН

БІОДИЗЕЛЬ. РОСЛИННА СИРОВИНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОДИЗЕЛЮ ТА МАСТИЛ

Одним із напрямів альтернативної енергетики є виробництво біодизелю.

Біодизель — це форма дизельного палива, отриманого з рослинницької або тваринницької сировини і складається з довголанцюгових ефірів жирних кислот. Його зазвичай виготовляють шляхом хімічної реакції – переетерифікації, складовими якої є ліпіди (тваринний жир, рослинні олії) зі спиртом, в результаті чого утворюються метиловий, етиловий або пропіловий ефір. Біодизель також називають і він є моноалкіловим ефіром. З хімічної точки зору біодизель або біодизельне паливо є метиловим (або етиловим) ефіром. При його виробництві в процесі етерифікації, рослинні чи тваринні жири вступають у реакцію з метиловим (або етиловим) спиртом і гідроксидом натрію, що служить каталізатором – у результаті утворюються жирні кислоти, а також побічні продукти: гліцерин та ін.

Біодизель може використовуватися у звичайних двигунах внутрішнього згоряння як самостійно (B100), так і в суміші із звичайним дизпаливом, без внесення змін до конструкції двигуна. Більш популярним є сумішевий вид, коли до звичайного дизпалива додають 10 % або 20 % біодизелю (B10 і B20), для зниження рівня твердих часток, чадного газу та вуглеводнів у автомобілях з дизельним двигуном (Bayetero et al, 2022). З інформаційних джерел відомо, що рослинні олії як біопаливо можуть використовуватись у вигляді чистих олій холодного пресування та переетерифікованих (Ikilic, Yucesu, 2006, Tat et al., 1999). На переетерифікованій олії, доданих до дизельного пального в кількості до 20 % можуть працювати звичайні двигуни без переобладнання і, таким чином, це пальне на теперішній момент є більш універсальним (Демидов та ін., 2014).

На відміну від рослинних і відпрацьованих олій, які використовуються для палива переобладнаних дизельних двигунів, біодизель є додатковим біопаливом, тобто воно сумісне з існуючими дизельними двигунами та інфраструктурою розподілу. Однак його зазвичай змішують з нафтодизелем (зазвичай менше 10%), оскільки більшість двигунів не можуть працювати на чистому біодизелі без модифікацій. Біодизельні суміші також можна використовувати як мазут.

Сировиною для виробництва біодизелю можуть бути різні рослинні олії: ріпакова, соєва, арахісова, пальмова, відпрацьовані соняшникова та оливкова олії, а також тваринні жири.

Світове виробництво біодизелю в 2022 р. може досягти рекордного показника в 48,4 млн тонн, незважаючи на те, що через значне зростання цін на рослинні олії деякі країни вирішили знизити частку біопалива в моторному

паливі. За оцінкою аналітиків Oil World, США можуть значно підвищити обсяги виробництва біодизелю – до 9,3 млн тонн, при цьому споживання соєвої олії при виробництві палива може збільшитися до 4,7 млн тонн. Протягом найближчих десяти років США за рахунок біопалива хоче скоротити споживання нафти на 20 %. В Бразилії у 2022 р. виробництво біодизелю складе 5,31, Аргентині – 1,8, Сінгапурі – 1,75, Тайланді – 1,5, Канаді – 0,58 млн тонн.

Нинішній лідер із виробництва біопалива в Європі – Німеччина забезпечує біопаливом себе, а також експортує його до інших країн (кількість заправок в країні, які продають ріпакове пальне – більше тисячі). Як свідчать результати досліджень, із зростанням виробничих потужностей біодизельних заводів показники ефективності їх діяльності підвищуються, а собівартість виготовлення продукції знижується. Аналіз особливостей виробництва альтернативного палива у розвинутих країнах підтверджує, що біодизельні заводи потужністю до 5 тис. т. продукції на рік малорентабельні, оскільки не можуть конкурувати з великими заводами річною потужністю 20–100 тис. т. Найбільшу питому вагу у структурі собівартості продуктів переробки олійних культур становить вартість сировини.

За підрахунками експертів, експортований з України врожай олійних культур еквівалентний 1,6–1,9 млн тонн біодизелю, що могло б замінити до 30 % імпортованого палива. В країні налічується близько 14 сертифікованих заводів по виробництву біодизелю. Залишки, які не використовують на власне споживання, можна продавати на внутрішній ринок, а якщо є відповідний сертифікат – експортувати до європейських країн, де сумішеві види палива є обов'язковими. Слід зазначити, що використання в Україні рослинних олій і тваринних жирів, потенційно призначених для харчових цілей не завжди є економічно доцільним. В останні роки на світовому ринку ціни на олії, в тому числі й на найбільш дешеві з них – тропічні, корелюють із цінами на нафту й підтримуються вище за неї. Тому, виробництво палива для дизельних двигунів з олій та жирів може існувати лише за підтримки з боку держави (прямі дотації, або податкові преференції) (Демидов та ін., 2014).

Біодизель – екологічно чистий вид палива, що отримується з олії, альтернативний по відношенню до мінеральних видів і використовуваний для заміни (економії) звичайного дизельного палива (Гелетуха Г., 2018).

Маючи приблизно однаковий з мінеральним дизельним паливом енергетичний потенціал, біодизель має ряд переваг:

- не токсичний, практично не містить сірки та канцерогенного бензолу;
- швидко розкладається в природних умовах (при потраплянні в ґрунт чи воду розкладається на біокомпоненти);
- значно знижуються шкідливі викиди в атмосферу при спалюванні у двигунах внутрішнього згоряння менше CO₂ (приблизно на 80 %);
- збільшує цетанове число палива та його змащувальну здатність, що суттєво збільшує ресурс двигуна;
- має високу температуру займання (понад 100 °C), що робить його використання відносно безпечним.

Насіння високоолійних культур (ріпаку, суріпиці, гірчиці, редьки олійної) є одним із найбільш перспективних джерел отримання біодизелю. Світова тенденція по збільшенню виробництва біопалива різко підняла престиж олійних культур. У наступні роки попит на олійні культури буде тільки зростати. Тому фахівці пропонують широко використовувати в цьому напрямку також насіння соняшнику, сої й навіть дешеву імпортовану пальмову олію. Наприклад, у США 90 % біопалива виробляється із соєвої, а не ріпакової олії. Окрім соняшнику та ріпаку заслуговують на увагу такі традиційні для України культури як гірчиця біла, гірчиця сиза, суріпиця, редька олійна та інші, які характеризуються високою екологічною пластичністю, продуктивністю, стійкістю до шкідників та хвороб (табл.12) Особливого значення вони набувають в якості можливого джерела для виробництва біопалива. Олійні культури за останнє десятиріччя зміцнили свої конкурентні позиції на світовому ринку, суттєво збільшились валові збори насіння та розширились ринки збуту, ринкові ціни на насіння і продукти їх переробки досягли досить високого рівня.

Таблиця 12. Врожайність, збір олії й основних жирних кислот ряду культур, отримана в багаторічних діляночних дослідках (Федеральна земля Тюрінгія, Середня Німеччина) (Шпаар, 1999)

Культура	Урожайність, т/га	Вміст жиру, % СМ	Збір олії, кг/га	Основна жирна кислота	Вміст основної жирної кислоти, % СМ	Збір основної жирної кислоти, кг/га
Соняшник(НО)*	2,5–3,0	45	1200	Олеїнова	80–90	1000
Ріпак ярий (НО)	1,8–2,0	40	800	Олеїнова	45	360
Сафлор (НО)	0,2–2,0	>40	400	Олеїнова	74	300
Сафлор	2,8–3,2	25	750	Лінолева	80	600
Льон олійний, новий тип	1,8–2,0	43–45	880	Лінолева	70–75	640
Льон олійний	2,0–2,5	42	950	Лінолева	55	520
Рижій	20–25	45	1000	Ліноленова	40	400
Лялеманція	18–22	38	760	Ліноленова	67	500
Гірчиця біла	20–25	30–35	730	Ерукова	40	300
Коріандр	18–25	18	390	Петрозелінова	60	230

*Сорти з високим вмістом олеїнової кислоти (НО = high oleic)

Насіння олійних культур має три основні напрямки використання як відновлювана сировина для технічних цілей: паливо, мастильні засоби, вихідний матеріал для синтезу в олеохімічній і фармацевтичній промисловості. Використання рослинних олій у хімічній промисловості поки що незначне, але в майбутньому очікується істотне збільшення, в т. ч. для виробництва біопалива.

Важливе значення має визначення вмісту енергії в олії як основній сировині для виробництва біодизелю залежно від видових та сортових особливостей культури (табл. 13) (Рахметов, 2011) . Сучасні сорти олійних культур родини капустяних мають значний потенціал урожайності. Проте вони потребують диференційованого підходу до регіону вирощування, технології вирощування й, особливо, до рівня забезпеченості ґрунту поживними речовинами.

Таблиця 13. Вихід енергії з олії (Рахметов, 2011)

Культура	Вихід енергії, ккал/кг
Суріпиця яра	9376
Суріпиця озима	9503
Ріпак озимий	9020
Чуфа	9490
Тифон	9447
Редька олійна	9886
Гірчиця біла	9680
Льон кудряш	9531
Рижій посівний	9539

Як поновлювана сировина для хімічної промисловості окрім соняшника (*Helianthus annuus* L.), ріпаку (*Brassica napus oleifera* DC.) і льону олійного (*Linum usitatissimum* L.) вивчаються інші олійні культури, що раніше вирощувались у різних регіонах з помірним кліматом, але пізніше втратили своє економічне значення. До них відносяться такі культури, як сафлор (*Carthamus tintorius* L.), ляллеманція (*Lallemantia iberica* Fet. M.), рицина (*Ricinus communis* L.), рижій (*Camelina sativa* Grantz.), крамбе (*Crambe abyssinica* Hochst.), гірчиця чорна (*Brassica nigra* L.), гірчиця сиза (*Brassica juncea* (L.) Crantz), а також редька олійна (*Raphanus raphanistrum* var. *oleiformis*) і гірчиця біла (*Sinapis alba* L.). Багато з них в останні роки вирощували як проміжні кормові та сидеральні культури. Культури коріандру (*Coriandrum sativum* L.) і кмину (*Carum carvi* L.) становлять інтерес не тільки як ефіроолійні рослини, але і як рослини, що містять жирну петрозелінову кислоту. Насіння видів роду *Cuphea* із родини *Lythraceae* містять 20 – 40 % жиру з переважно жирними кислотами (C₈...C₁₄), яких більше за все потребує олеохімія. У Німеччині йдуть роботи з селекції видів *Cuphea* для виробництва рослинних олій, причому для цих цілей більш за все придатні види, які містять у своєму насінні 87 – 94 % капринової кислоти.

В даний час інтенсивно ведеться селекція сортів з такими характеристиками, що підвищують їх споживчі якості для технічних цілей, а саме:

- з оптимальним спектром жирних кислот для олеохімії;
- з високим вмістом окремих жирних кислот високої чистоти, наприклад, ерукової або олеїнової (High-oleic-типи);

– з оліями із спеціальними функціональними групами.

Широке застосування на практиці знайшли мастильні засоби, одержувані з ріпакової олії. З неї виробляють: гідравлічні мастила; охолоджуючу мастильну і спеціальну оливу для змащення деталей деяких сільськогосподарських машин; антикорозійне мастило й мастило для змащення ланцюгів пилок; різні адгезійні мастила; моторні і трансмісійні мастила; оливу для м'якого змащення. Біогенні змащення і гідравлічні мастила біологічно швидко розкладаються і є безпечними для ґрунтових вод і водойм. У ґрунті вони розкладаються через 7 діб на 95%, а мінеральне мастило – тільки на 16%.

За допомогою біотехнології і генної інженерії в того самого виду олійної культури можливо «точно по мірці» створити сорти з визначеним вмістом жирної кислоти. Так, наприклад, створений цілий спектр генотипів ріпаку для харчової й олеохімічної промисловості (табл. 14-15).

Таблиця 14. Вміст спеціальних жирних кислот у трансгенних формах ріпаку (Шпаар, 1999)

Жирна кислота	Коротке позначення жирної кислоти	Використання олії
Лауринова, 40 %	12:0	Детергенти
Стеаринова, 40 %	18:0	Маргарин
Олеїнова, 60 %		Маргарин
Рицинолова	18:1	Мастила, пом'якшувачі, косметика, фармацевтика
Вернолова	18:1	Смоли, фарби
Петрозелінова	18:1	Полімери, детергенції
γ-ліноленова	18:3	Фармацевтичні продукти
Ерукова, 50 %	22:1	Полімери, фарби, косметика, фармацевтика
Ерукова, 90 %	22:1	Полімери, фарби, косметика, фармацевтика

Форми соняшнику з високим вмістом олеїнової кислоти (> 83 %) і низьким стеаринової (< 1,5 %), мають широке застосування в олеохімії. У центрі уваги селекції ріпаку в США і Канаді знаходяться сорти з підвищеним вмістом олеїнової кислоти. В Франції в 2006 р. районований перший сорт озимого ріпаку зі вмістом олеїнової кислоти > 75 % (high oleic (HO)). Трансгенні сорти сої з підвищеним вмістом олеїнової кислоти в США вже теж поширені на виробництві. У США й Австралії на ринку в незначній мірі вже є й сорти сафлору з підвищеним вмістом олеїнової кислоти.

Таблиця 15. Характеристика метилових ефірів з різної рослинної сировини

Показники	Одиниці виміру	Допустимі значення	Культура			
			Ріпак	Льон олійний	Рижій	Тваринний
Вміст ефіру	%	мінімум				
Щільність при 15 ⁰ С	kg/m ³					
В'язкість при 40 ⁰ С	mm ² /s					
Вміст води	mg/kg	максимально				
Окисна стабільність, 1 10 ⁰ С	Н	мінімум 6,0				
Кислотне число	mg KOH/g	максимально				
Йодне число	g I ₂ /100 g	максимально				
Метиловий ефір ліноленової кислоти	%	максимально				
Вміст метанолу	%	максимально				
Вміст фосфору	mg	максимально				
Температура холодної фільтрації	°С	мінімально -5				

СОНЯШНИК

Helianthus annuus L.

Класифікація. *Helianthus annuus L.* – однорічна рослина родини Айстрових

Виробництво. Соняшник олійний вирощують для отримання харчової та технічної олії, в т. ч. для виробництва біодизелю. Є досить перспективним використання соняшникової олії для виробництва біопалива, оскільки площі культури в Україні та її переробка є досить значними. Проте, висока вартість соняшникової олії та великий попит як цінного харчового продукту робить це виробництво досить затратним. Окрім того, хімічний склад олії лінолевих гібридів часто не дозволяє отримати біодизель, який би відповідав європейському стандарту EN 14214 (Kalenska et al., 2011). Проте, високоолеїновий соняшник стає реальною альтернативою ріпаку, особливо в посушливих регіонах та робить соняшник цінною культурою в хімічній галузі: паливні характеристики олії прямо залежать від співвідношення лінолевої та олеїнової кислот (Поліщук та ін., 2011). Високий вміст олеїнової кислоти дозволяє отримувати біодизель європейських стандартів.

Хімічний склад. Насіння сучасних гібридів і сортів містить 50–55 % жиру (на абсолютно суху масу насіння) і 16 % білка, а ядро відповідно – 65–67 % і 22–24 %. Порівняно з іншими олійними культурами соняшник забезпечує найбільший вихід олії з одиниці площі (біля 1000 кг/га в середньому по Україні та більше 1500 кг/га в кращих господарствах) (Ieremenko, Kalitka, 2016). При переробці насіння на олію при пресуванні отримують макуху, а при екстрагуванні – шрот, які становлять 33–35% від маси насіння. Лушпиння є цінною сировиною для виробництва гексозного і пентозного цукру, може використовуватися для виробництва твердого біопалива, а шрот – для виробництва біогазу (Kalenska et al., 2013). Кошки соняшнику використовують на корм для тварин. З кошиків виробляють харчовий пектин, який використовують в кондитерській промисловості. З стебел можна виготовляти папір та використовувати в якості твердого біопалива. Попіл з сухих стебел соняшнику є цінним фосфорно-калійним добривом (містить до 36 % окису калію та 4 % фосфору).

Морфологічні особливості культури

Коренева система – стрижнева, досить розгалужена, проникає в ґрунт на глибину 2–3 м. Стрижневий корінь росте дуже швидко і випереджає ріст стебла. У ВВСН 14–15 довжина кореня досягає 60–70 см. Дуже чутливий до переущільнення ґрунту та плужної підшви. Від стрижневого відходять досить міцні й сильно розгалужені бічні корені, які залежно від зволоження ґрунту та розподілу поживних речовин утворюють 2–3 яруси сплетених коренів. Перший ярус утворюється близько від поверхні й спочатку росте горизонтально, а на відстані 10–40 см від головного кореня заглиблюється та поширюється в ґрунт майже паралельно йому, утворюючи багато дрібних корінців. Глибина їх

проникнення 50–70 см. Другий ярус бічних, дуже розгалужених, коренів відходить від стрижневого кореня на відстані 30–50 см від поверхні. Вони заглиблюються в ґрунт під кутом і утворюють велику кількість корінців. Окремі бічні корені заглиблюються на 90–100 см. Така будова та глибоке розміщення коренів – ознака посухостійкості культури. За дефіциту вологи корені проникають глибше, за достатнього вологозабезпечення – розвиваються ближче до поверхні ґрунту. Завдяки потужній кореневій системі соняшник найкраще порівняно із іншими однорічними рослинами (окрім буряків цукрових) використовує вологу.

Стебло культурних форм соняшнику прямостояче, грубе, виповнене в середині губчатою серцевиною, має висоту 1,5–2,5 м. (у силосних форм – 3–4 м і більше). Поверхня стебла вкрита шорсткими багатоклітинними волосками, які захищають рослину від перегрівання та надмірного випаровування вологи. Завдяки цьому соняшник відносно стійкий до повітряної засухи. На початку дозрівання верхня частина стебла згинається під вагою кошика. Бажано, щоб кут нахилу верхньої частини стебла та кошика до вертикалі складав 115–135° (рис. 6).

Листки – черешкові, великі, густо опушені. Листкова пластинка овально-серцеподібна, із загостреною верхівкою і зубчастими краями. Листки на стеблах розміщені почергово спіралью, лише перші 5–8 – супротивні (рис. 7).

Кількість листків у різних гібридів неоднакова: у ранніх – від 23 до 26, середньостиглих – 28–29, пізньостиглих – 34–36 і більше. На початку вегетації

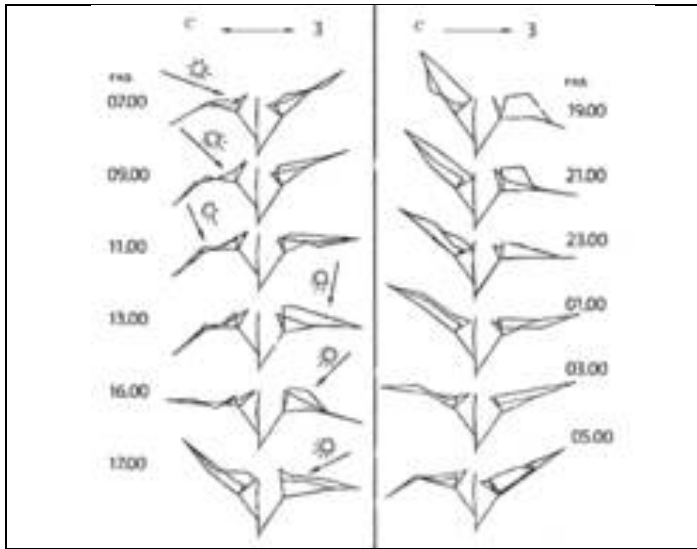


Рис.7– Геліотропізм листків, які розміщені на стеблах соняшника в східно-західному напрямку (Lang A., 1979)

листки складають $\frac{3}{4}$ всієї

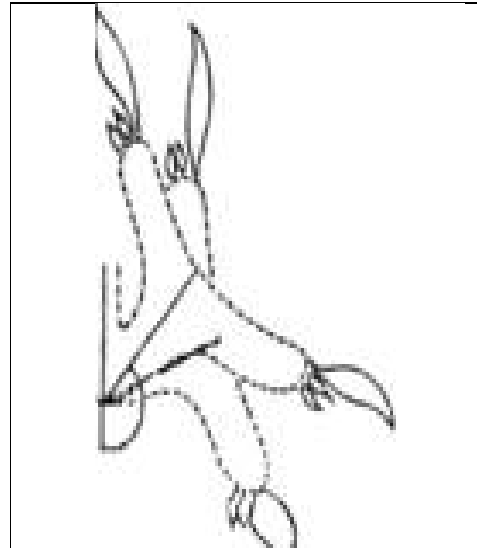


Рис. 6– Бажані кути нахилу кошиків соняшника (Hugger H., 1989)

надземної маси, а по мірі розвитку рослин цей показник знижується. У основній частині листків асимілююча поверхня збільшується лише до цвітіння, а у верхніх – невеликій приріст спостерігається й на початку дозрівання. Найбільші

листки знаходяться в середній частині стебла. Вони складають 80 % асиміляційної поверхні всієї рослини і тривалий час зберігають свою активність після цвітіння.

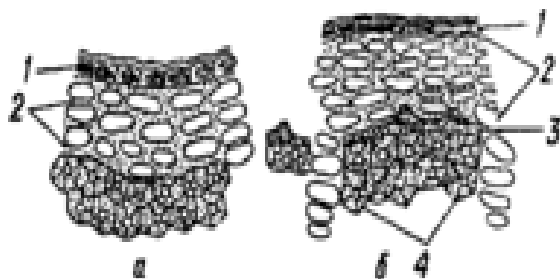
Листкам соняшнику, як і суцвіття, до початку цвітіння властивий геліотропізм. За рахунок цього продуктивність фотосинтезу зростає на 10 %.

Суцвіття – багато-квітковий кошик, який при досяганні має здебільшого опуклу, плоску або увігнуту форму. Основа суцвіття складається з великого квітколоже. Діаметр кошика в олійних сортів і гібридів складає 15–25 см, у межуемка – 20–25 см і в лузальних – 40–45 см. Центр кошика гірше забезпечується поживними речовинами, тому залежно від умов живлення більша або менша частина центральних квітів не запліднюється й залишається стерильною. Тривалість цвітіння окремого кошика – 5–12 днів, поля – біля 3 тижнів. Соняшник – перехреснозапильна рослина. Кошик цвіте 7–10 днів, а весь стеблостій – біля трьох тижнів. Під час цвітіння кошики орієнтуються на південний схід, що захищає сім'янки від сильного випаровування.

Плід – сім'янка з шкіряним оплоднем (лушпиння), в якій міститься ядро. Насінина (ядро) вкрита тонкою прозорою оболонкою і складається із зародка з сім'ядолями й корінця. Сім'янки з периферійної частини кошиків більші за розміром і містять більше жиру, ніж сім'янки з центральної частини. Високоолійні гібриди мають лушпинність 19–25 %.

Сім'янка слабчотиригранна, до низу звужена, гола, ребриста, різного кольору – біла, чорна, смугаста тощо. Маса 1000 насінин у олійного соняшника – 50–70 г. Після збирання сім'янки знаходяться 40–50 днів у періоді спокою.

Для сортів і гібридів соняшнику дуже важливим є наявність в оболонці



сім'янки особливого панцирного шару, що утворюється кількома шарами здерев'янілих клітин склеренхіми (рис. 8). Панцирність сучасних гібридів олійного соняшника складає не менше 98% (Дмитришак та ін.,).

Рис. 8– Розріз шкірки сім'янки соняшнику

а – безпанцирний; *б* – панцирний

1 – епідерміс; 2 – пробкова тканина; 3 – панцирний шар; 4 – клітини склеренхіми

тонкою оболонкою, добре виповнена ядром. Маса 1000 сім'янок 35–80 г, лушпинність 18–25 %.

За розмірами сім'янок, особливостями їхнього виповнення та за іншими ознаками розрізняють три групи соняшника: олійний, лузальний та межуемок (рис. 9). Олійний соняшник – рослини висотою 1,5–2,5 м як правило з тонким стеблом без галузень. Кошик діаметром 15–25 см. Сім'янка невелика, з

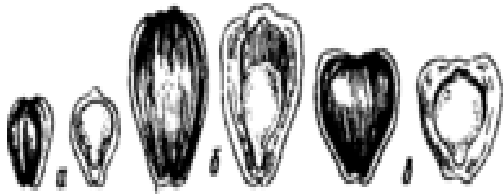


Рис.9– Сім'янки соняшника:
 а – олійного; б – лузального;
 в - межеумка

Лузальний соняшник – високорослий (стебла заввишки більше 3,0 м). Листки великі, кошик діаметром 35–45 см, оболонка сім'янок товста, ребриста, ядро неповністю виповнює внутрішню порожнину, що зумовлює високу лущинність (45–56 %). Маса 1000 сім'янок – 100–200 г.

Межеумок займає проміжне місце між олійним і лузальним соняшником. За висотою стебла, розміром листків, кошиків, сім'янок він близький до лузального, а за виповненістю – до олійного.

Сорти та гібриди

В Україні поширені високоврожайні гібриди та сорти соняшнику із значним вмістом жиру (47–53 %), низькою лущинністю (18–25 %) та високою стійкістю проти найбільш відомих рас вовчка, шкідників і хвороб.

За тривалістю вегетаційного періоду сорти та гібриди соняшнику діляться на: скоростиглі (ультраранні) (80–100 днів), ранньостиглі (100–120 днів), середньоранні (110–130 днів) і середньостиглі (120–140 днів).

За жирнокислотним складом гібриди соняшнику поділяють на гібриди лінолевого типу з вмістом олеїнової кислоти 16–28 %, середньоолеїнового типу (55–75 % олеїнової кислоти), високоолеїнового типу (більше 82 % олеїнової кислоти).

Високоолеїновий соняшник – це соняшник із вмістом у олії олеїнової кислоти Омега 9 (мононенасичена жирна кислота) понад 82 % і низьким вмістом лінолевої кислоти Омега 6 (поліненасичена жирна кислота). Даний тип соняшника виведено традиційними методами селекції і генетичний потенціал вмісту олеїнової кислоти у нього є найвищим серед усіх олійних культур – до 95 %.

Управління формуванням продуктивності культури

Місце в сівозміні. У посушливій зоні вирощування соняшнику лімітуючим фактором є волога. Максимум вологи можна накопичити тільки в сівозміні за допомогою правильного чергування культур. В умовах достатнього вологозабезпечення частка культури в сівозміні обмежується, як правило, грибковими хворобами, особливо, білою гниллю. Тому, мінімальна пауза в поверненні повинна складати не менше 4 років. За беззмінного вирощування соняшнику різко знижується врожайність через пошкодження рослин шкідниками, хворобами та бур'янами-паразитами. При розміщенні соняшнику в сівозміні слід враховувати, що він уражується бур'яном-паразитом вовчком соняшниковим (*Orobanche cymata* Wallr.). Насіння вовчка в ґрунті зберігає схожість протягом 6–8 років, а за сприятливих умов – ще довше. Окрім соняшнику, вовчок уражує сафлор, перилу, тютюн, махорку, помідори.

Для боротьби з вовчком у полях сівозміни необхідно систематично знищувати бур'яни, і насамперед ті, на яких він може паразитувати (блекота, полин, дикий салат, нетреба). Тому соняшник розміщують у сівозміні з таким розрахунком, щоб він повертався не раніше як через 7–8 років. Не слід його розміщувати після сої, гороху, квасолі, так як ці культури мають з ним ряд спільних захворювань (склеротініоз, сіра гниль та ін.). Соняшник не слід розміщувати після культур з глибоко проникаючою кореневою системою (буряки цукрові, суданська трава, сорго, люцерна), так як вони дуже висушують ґрунт на велику глибину, що призводить до дефіциту вологи, особливо в критичний для соняшника період (цвітіння – налив).

Найкращим попередником для соняшнику є озимина, яку висівали по зайнятих і чистих парах, або другою культурою. У Лісостепу, де умови зволоження більш сприятливі, непоганим попередником соняшника можуть бути також ярі колосові культури. За достатнього вологозабезпечення кращими попередниками для соняшника є пшениця озима, кукурудза.

Важливим аспектом при вирощуванні високоолеїнового соняшнику є просторова ізоляція цвітіння рослин, яку обов'язково потрібно враховувати при розробці сівозміни.

Обробіток ґрунту. Головним завданням зяблевого обробітку під соняшник є нагромадження достатньої кількості вологи в кореневмісному шарі, мобілізація поживних речовин, активізація біологічних процесів ґрунту, знищення бур'янів. Спосіб і терміни підготовки ґрунту під соняшник обирають диференційовано, залежно від попередника та наявності відповідних технічних засобів, використовуючи одну з відомих технологій: класичну (традиційну), мінімальну, Strip-Till чи нульову (No-Till).

Основним способом основного обробітку ґрунту в зонах вирощування соняшнику є поліпшений зяблевий обробіток з глибиною оранки 25–27 см. На дуже забур'яненних полях після збирання попередника і відростання бур'янів використовують гербіциди суцільної дії. При розміщенні посівів соняшника після кукурудзи перед оранкою поле розпушують важкими дисковими боронами для подрібнення післяжнивних залишків. У зоні достатнього зволоження можливе застосування напівпарового обробітку.

Обробляючи ґрунт під сівбу соняшнику, потрібно враховувати особливості регіону та інші чинники. Особливо це стосується Півдня України, де соняшник найчастіше чергують з озимими зерновими. У регіонах, де можлива вітрова ерозія ґрунту, основний обробіток проводять ґрунтозахисними знаряддями. В цьому випадку обробіток ґрунту під соняшник проводять плоскорізами на глибину 25–27 см.

Для енергоощадження в багатьох господарствах України застосовують безпліцевий основний обробіток: наприклад, дискування важкою дисковою бороною з глибиною обробітку не менше 16–18 см. Добрі результати також показують технології обробітку ґрунту Strip-Till та Verti-Till.

При сівбі, внесенні добрив, контролюванні рівня забур'яненості, захисті посівів від хвороб та шкідників потрібно враховувати такі наслідки безплужного

обробітку ґрунту:

- пізніше прогрівання ґрунту;
- нижча польова схожість насіння;
- більш пізня та нижча мінералізація органічного азоту;
- посилене засмічення коренепаростковими та кореневищними бур'янами;
- посилене враження хворобами.

Технологія No-Till також має ряд особливостей і з кожним роком стає більш актуальна в умовах нестачі вологи та деградації ґрунтів. Складність переходу на цю технологію в тому, що потрібно розуміти, що це не просто відсутність обробки ґрунту, а зовсім інші підходи, що передбачають ряд технологічних процесів для збереження ґрунтової вологи, покращення структури ґрунту та відновлення родючості, що в подальшому допоможе максимально розкрити потенціал даної технології.

Після збирання попередника, на полях відведених під соняшник, восени рекомендується провести обприскування раундапом для знищення однорічних (1,5–2,0 л/га та багаторічних (2,0–4,0 л/га) злакових і двосім'ядольних бур'янів.

Кількість проходів техніки по полю навесні перед сівбою потрібно обмежити до мінімуму, щоб зберегти структуру ґрунту і підготувати лише зону закладення насіння, а також щоб зберегти ґрунт від переущільнення, пересушення та розпилення. Весняний і передпосівний обробіток ґрунту полягає у ранньому закритті вологи й проведенні 1–2 обробітків (культиваций). Рекомендується уникати непотрібних проходів по полю й обмежитися у весняний період лише закриттям вологи та передпосівним обробітком, який проводять комбінованим агрегатом. Передпосівний обробіток проводять на глибину загортання насіння. Глибина розпушування при цьому має бути не більше 3–5 см, у більш посушливих регіонах – не глибше 4–7 см.

Оптимально підготовлене під соняшник насіннєве ложе повинно:

- ✓ утримувати достатня кількість вологи для одержання дружних сходів;
- ✓ не містити рослинних решток;
- ✓ мати дрібногрудочкувату структуру;
- ✓ бути обов'язково обернено-ущільненим.

Система удобрення. Здатність соняшнику засвоювати поживні речовини залежить від природних умов існування (ґрунтових відмінностей та кислотності, наявності в ґрунті достатньої кількості води та поживних речовин у доступній формі), а також від умов, які людина здатна регулювати й контролювати. Соняшник добре росте на родючих аерованих ґрунтах (чорноземи, каштанові та сірі опідзолені) з нейтральною або слаболужною реакцією ґрунтового розчину (рН 6,2–7,0). Бажано не допускати дуже високих (вище 7,0) показників рН, оскільки при цьому бор для рослин стає недоступним.

Розробляючи систему удобрення соняшнику важливо врахувати винос культурою елементів живлення та їх наявність в ґрунті. Для утворення 1 т урожаю, за різними джерелами, соняшник використовує залежно від генотипу та умов вирощування 40...60 кг азоту, 20...30 кг фосфору, 96...120 кг калію (в

середньому – 50 кг N, 20 кг P₂O₅, 100 кг K₂O, 14 кг MgO й 5,0 кг SO₄), що в декілька разів більше за поглинання зерновими.

Соняшник має розтягнутий період засвоєння поживних речовин і потребує їх значно більше, ніж зернові культури. У зв'язку зі значним виносом елементів живлення з урожаєм для забезпечення бездефіцитного балансу необхідно забезпечити їх повернення назад в ґрунт за рахунок внесення органічних та мінеральних добрив. Система удобрення соняшника складається з основного і рядкового удобрення (за достатнього вологозабезпечення можливе проведення підживлення).

Соняшник добре реагує на внесення органічних добрив, зокрема гною. У сівозміні його посіви розміщують після удобрених попередників або гній вносять безпосередньо під соняшник. Прирости врожаю в цих випадках приблизно однакові. За норми 20–30 т/га гною можливий приріст – до 0,5 т/га і більше. Проте, незважаючи на відносно високу ефективність удобрення гноєм в умовах Лісостепу, найдоцільніше планувати використання соняшником післядії, що, за різними науковими даними, є не менш ефективне. При використанні їх безпосередньо під соняшник подовжується його вегетація, тому органічні добрива краще вносити під попередник (30–40 т/га під просапні). У сівозмінах з буряками цукровими гній доцільно вносити під буряки, а мінеральні добрива – під соняшник (Юник, Трифонов, 2020).

Калійні добрива на чорноземних ґрунтах не підвищують урожайність соняшника, так як ці ґрунти мають достатні запаси калію. У південному Степу найбільший ефект дає внесення фосфорних добрив разом з азотними (N₃₀₋₄₅P₆₀), які забезпечують приріст урожаю насіння до 0,6 т/га. У східних районах північного Степу внесення фосфорних добрив під соняшник високоефективне лише при поєднанні з азотними чи азотно-калійними добривами (N₄₅₋₆₀P₆₀₋₇₀K₆₀). Не дивлячись на досить високе біологічне виносення азоту соняшником, за умов достатнього вологозабезпечення оптимальні норми азотних добрив складають 60–80 кг/га діючої речовини (Юник, 2021). Вищі норми значно знижують його стійкість до вилягання та хвороб, затримують наливання й дозрівання насіння.

За технології No-till реакція соняшнику на азотні добрива виражена більш чітко, особливо в перші роки її застосування.

Весняне (допосівне) внесення азотних та калійних добрив рекомендується на легких піщаних ґрунтах в умовах достатнього зволоження для зменшення втрат від вимивання в осінньо-весняний період. Проте, є застереження щодо внесення хлорвмісних добрив, наприклад хлористого калію.

Припосівне удобрення. Обов'язковим технологічним заходом на всіх типах ґрунтів є стартове (рядкове) внесення фосфорних добрив у нормі 10–20 кг P₂O₅ на 1 га, особливо на полях, де недостатньо було внесено добрив в допосівний період. Проте, частіше вносять складні азотно-фосфорні добрива (N₁₀P₁₅₋₂₀), або повне мінеральне добриво (N₁₀₋₁₅P₁₀₋₂₀K₁₀₋₁₅).

Підживлення ефективно в регіонах, добре забезпечених вологою, в роки з достатньою кількістю опадів, а також на полях, де не внесли достатню кількість добрив в основне удобрення чи в весняний період. Доцільно провести

підживлення азотом (30 кг/га), а за потреби й достатньому вологозабезпеченні – з додаванням фосфору та калію (20–30 кг/га) у фазі 2–3 пар листків одночасно з першим розпушенням ґрунту в міжряддях.

Потребу рослин соняшнику у мікроелементах, в т. ч. бору можна вирішити позакореневим підживленням. Суть цього способу підживлення полягає в забезпеченні рослин доступними й швидко засвоюваними формами макро- і мікроелементів. При цьому мікроелементи засвоюються набагато швидше, ніж через коріння. Після внесення мікродобрив поліпшується збалансованість мінерального живлення рослин. За даними наукових досліджень, критичний період розвитку рослин соняшнику, на який слід звертати увагу агрономам, – це період від чотирьох до десяти листків.

Сівба. Для отримання високої врожайності якість насінневого матеріалу, його протруєння, добре підготовлене насінневе ложе, норма висіву, час сівби, глибина загортання насіння, розподіл його у рядках, а також техніка для сівби мають вирішальне значення.

Строк сівби залежить від температури ґрунту. Соняшник слід висівати в добре прогрітий ґрунт, коли температура на глибині 8–10 см досягне 8–10 °С. Це стосується, в першу чергу, високоолійних гібридів, які більш вимогливі до тепла. Сіють соняшник пунктирним способом з міжряддями 70 см. Глибина загортання насіння 4–6 см. Сівба насіння гібридів на глибину більше 6 см різко знижує його польову схожість.

Оптимальна густина стояння – одна з важливих передумов високих урожаїв. Норма висіву насіння соняшника залежить від ґрунтово-кліматичних умов, від вологозабезпеченості, групи стиглості. Чим більш континентальний клімат, тим менша норма висіву. Рекомендована густина стояння рослин в південній та центральній частині Степу 40–45 тис., в північному Степу – 45–50 тис., в Лісостепу – 50–55 тис. на 1 га (Горбатюк, Гарбар, 2017). Враховуючи різницю між польовою та лабораторною схожістю насіння та зрідження під час вегетації, до рекомендованої норми додають страхову надбавку 10–15 %.

Для соняшнику рівномірна густина стояння важливіша, ніж для інших олійних культур, оскільки від неї залежать великою мірою розмір кошиків та висота рослин.

Догляд за посівами. Під час вегетації культури, за необхідності, проводять два міжрядних розпушування культиватором. Особливо ефективні міжрядні розпушування на полях, забур'янених осотом рожевим і жовтим, а також при переущільненні піщаних, а також суглинкових ґрунтів. У Степу найкраще проводити розпушування на одну і ту ж глибину – 6–8 см. У Лісостепу останнє розпушування рекомендується проводити долотоподібними лапами на глибину 10–12 см. При цьому знищують вегетуючі бур'яни, створюється потужний мульчувальний шар ґрунту, який запобігає випаровуванню вологи. За рахунок підвищеної швидкості присипаються бур'яни у захисній зоні рядка, крім того, підрізається верхній горизонтальний шар кореневої системи соняшнику, внаслідок чого стимулюється розвиток кореневої системи у більш глибоких горизонтах. На сильно забур'янених площах крім агротехнічного способу

контролювання забур'яненості застосовують хімічний.

Існує кілька основних систем контролювання рівня забур'яненості посівів соняшнику:

традиційна технологія захисту

технологія Express Sun

технологія Clearfield

Визначальним фактором вибору системи захисту соняшнику для господарств є рівень загрози з боку рослини-паразита – вовчка соняшникового (*Orobanche cumana* Wallr.). У регіонах, де більшість полів заражені вовчком, технологія Clearfield є найбільш оптимальним вибором з огляду на її ефективність.

За традиційної технології захисту для знищення однорічних злакових і деяких двосім'ядольних бур'янів до сівби, одночасно із сівбою або до появи сходів культури рекомендується вносити у ґрунт Гезагард (2,0–3,0 л/га), Дуал Голд (1,5–2,0 л/га), Харнес (1,5–3,0 л/га). До появи сходів соняшнику проти цих же бур'янів можна ґрунт обробляти гербіцидами Стомп (1,0–2,0 л/га), Фронт'єр Оптима (0,8–1,4 л/га), Примекстра TZ Голд 500 SC (4,0–4,5 л/га). У посівах соняшника можна використовувати післясходові протизлакові гербіциди Фуроре-супер (0,8–2,0 л/га), Селект 120 (0,4–1,4 л/га), Фюзілад Форте (0,5–2 л/га), Шогун 100 (0,6–1,2 л/га), Арамо 45 (1–2 л/га). Проти дводольних бур'янів на посівах соняшника у період ВВСН 12–14 рекомендується вносити гербіциди Челендж (1,0–2,0 л/га), у період ВВСН 12–18 – Сальса (0,25 г/га).

За *Clearfield* сучасні високопродуктивні гібриди, використовувані в системі, мають можливість повністю реалізувати свій потенціал врожайності. При цьому слід орієнтуватися, перш за все, на фазу розвитку бур'янів: рекомендується, щоб дводольні бур'яни не переростали фазу шести, а злакові – чотирьох листків. А за наявності вовчка, гербіцид Євро-лайтнінг (1,0–1,2 л/га) слід застосовувати у фазу 8–10 листків.

Система *Express Sun* – це унікальна технологія обробітку посівів соняшнику «гібрид-гербіцид» для ефективного контролю однорічних і багаторічних бур'янів у період вегетації шляхом застосування післясходового гербіциду Експрес 75 в.г. До основних переваг цього препарату можна віднести, в першу чергу, його високу ефективність проти широкого спектру дводольних бур'янів, включаючи злісні й важкоконтролюючі (види осотів, амброзія та ін.). Серед інших переваг застосування цього препарату варто відмітити гнучкість та широкий інтервал застосування гербіциду в часі: від 2 до 8 листків культури.

Значні втрати врожаю (20–30 % і більше) та зниження якості продукції можуть спричинити *хвороби* соняшнику. На соняшнику паразитує майже 70 патогенів. Ступінь ураження рослин залежить від регіону вирощування, погодних умов та порушення технології вирощування культури. У фазі сходів можуть з'явитись симптоми несправжньої борошнистої роси, гнилей, фузаріозу, альтернаріозу, фомопсису. За сухої та теплої погоди хвороби розвиваються слабко й ураженість сходів рідко перевищує 5 %, у вологі роки – ураження може сягати 50–70 %. Як правило, в червні на листках і надземних частинах рослин з'являються

плямистості різної етіології (септоріоз, альтернاریоз, фомоз, фомопсис), які з липня і до кінця вегетації набувають великого розвитку. В меншій мірі проявляються іржа, борошниста роса, віруси, бактеріози. Якщо наприкінці вегетації відносна вологість повітря перевищує 70 %, то на кошиках проявляються біла та сіра гнилі, які спричиняють зниження урожаю насіння на 10–20 %, а в окремі роки і більше 50 %. При цьому різко погіршується якість продукції. На соняшнику з вірусних хвороб відмічають мозаїку, концентричну плямистість листків, хлоротичну крапчастість.

На зменшення враження хворобами визначальний вплив мають агрозаходи: науковообґрунтовані сівозміни, підбір стійких до враження гібридів, оптимальне співвідношення елементів живлення. У зв'язку з розширенням ареалу вирощування соняшнику, особливо збільшення площ в Західній Україні, виникла необхідність застосування фунгіцидів. Також, причиною різкого збільшення обробок фунгіцидами, в тому числі й у зоні Степу, стає поступове поширення хвороб внаслідок порушення сівозміни та спільних рослин-господарів (ріпак, соя). Першу обробку фунгіцидами рекомендується проводити у період 6–10 листків. Тепла та волога погода в цей період сприяє інтенсивному розвитку хвороб. В такому разі потрібно провести обприскування у фазу 4–6 листків. Якщо ж умови не є оптимальними для розвитку хвороб, можна провести обробку у фазу 10–12 листків. Другу обробку фунгіцидом рекомендується проводити для захисту кошиків, а також верхніх листків та стебла. Це забезпечить повноцінний захист культури у другій половині вегетації. Для цього рекомендовано провести обробку у період «зірочка-бутонізація» (ВВСН 51–59).

Під час догляду за посівами необхідно суворо слідкувати за появою шкідників і хвороб соняшнику та своєчасно застосовувати відповідні заходи.

В певній мірі контролювати ураження соняшнику переноспорозом, сірою та білою гнилями, фомопсисом можливо за допомогою фунгіцидів (табл. 16).

Захист рослин від шкідників – важливий елемент технології вирощування соняшника. Коренева система та коренева шийка у період сходів пошкоджується дротяниками, личинками пластинчастовусих жуків, гусеницями підгризаючих совок. Молоді листки іноді можуть бути пошкоджені личинками зеленого коника перших віків. Влітку листки соняшнику можуть пошкоджувати саранові.

Таблиця 16. Фунгіциди, які застосовують при вирощуванні соняшнику

Препарат	Норма витрати л/га, кг/га	Хвороби	Способи та час обробки
Альет с.п.	1,2-1,5	Переноспороз	Обприскування 0,3% розчином під час вегетації
Роверал ФЛЮ, к.е.	3	Сіра й біла гнилі, фомопсис	Обприскування під час вегетації
Колфуго Супер, в.с.	1,5-2,0	Фомопсис	Обприскування 0,1% розчином

			під час вегетації
--	--	--	-------------------

За необхідності рекомендується обприскувати посіви сучасними інсектицидами, які мають широкий спектр дії (табл. 17).

Таблиця 17. Інсектициди, які застосовують при вирощуванні соняшнику

Препарат	Норма витрати, г/га, кг/га	Шкідники	Спосіб та час обробки
Децис, к. е.	0,25	лучний метелик	обприскування під час вегетації
Моспілан, р.п.	0,05-0,075	саранові	Обприскування посівів не більше 1-го разу не пізніше як за 40 днів до збирання.
Дімілін, з.п.	0,09-0,12	комплекс саранових	Обприскування у ВВСН 12–18, не більше 1-го разу не пізніше як за 25 днів до збирання.

При цвітінні соняшника рекомендується пасіку з розрахунку 1–2 бджолосім’ї на гектар посіву.

Збирання. Дозрівання соняшнику часто проходить за несприятливих умов, коли інтенсивно розповсюджуються грибкові хвороби. Для прискорення дозрівання рослин і обмеження поширення хвороб перед збиранням проводять *десикацію* посівів. Обробляють посіви десикантами через 40–45 днів після масового цвітіння (50–60 % рослин мають жовті кошики, 20–30 % – жовто-бурі і 10–20 % – бурі), а середня вологість насіння складає 25–30 %. Для десикації посівів використовують Реглон Супер (2,0–3,0 л на 1 га).

Кращими строками збирання соняшнику є фаза господарської стиглості, коли 85 % рослин мають бурі та сухі кошики, вологість насіння складає 10–12 %. Соняшник збирають зернозбиральними комбайнами з пристосуваннями для збирання соняшнику. У господарствах, які мають високопродуктивні очисно-сушильні лінії, доцільно збирати соняшник з підвищеною вологістю насіння (12–14 %). Слід враховувати, що для тривалого зберігання придатне насіння з вологістю не вище 7–8 %. За підвищеної вологості насіння окислюється й олія стає непридатною для харчування.

РІПАК ОЗИМИЙ *Brassica napus var. oleifera f. biennis D.C.*

Класифікація. *Brassica napus var. oleifera biennis* – однорічна рослина родини *Капустяних (Brassicaceae)* (рис. 10)

Поширення та виробництво. Ріпак озимий у 28 країнах є основною олійною культурою. Переважено це країни Західної Європи. Ріпак у структурі посівів олійних культур поступаються лише сої та арахісу. Вирощують ріпак озимий в Україні переважно у західних областях. Світовими лідерами з виробництва цієї культури є Індія, Китай та Канада (рис.11).



Рис. 11 Динаміка виробництва та розподілу ріпаку в Україні, тис. т

Хімічний склад. Насіння ріпаку ярого у своєму складі містить 45–50% жиру, 31 % – протеїну, 6,9 – клітковини, 5,0 % – азоту, 4,3 – золи. До складу ріпакової олії входить понад 30 вищих кислот, арахісова та бегенові кислоти (табл.18). Відповідно до європейських стандартів харчова олія безерукових сортів повинна містити лише сліди ерукової та ейкозенової ненасичених жирних кислот. Ерукова кислота здатна накопичуватися у тканинах організму людини та тварин, обумовлюючи розвиток низки хвороб.

Таблиця 18. Склад основних жирних кислот у олії ріпаку озимого, %

Вища жирна кислота	Старі сорти	Нові сорти	Вміст за Європейською Фармакопеєю
Пальмітинова	2	2	2,5–6,0
Стеаринова	1,7	1,3	не більше 3,0
Олеїнова	12–16	56–65	50–67

Вища жирна кислота	Старі сорти	Нові сорти	Вміст за Європейською Фармакопеєю
Лінолева	10–15	18–32	16–30
Ліноленова	10–13	8–10	6–14
Ейкозенова	нема відом.	нема відом.	не більше 5,0
Ерукова (22:1; 13 <i>цис</i>) CH ₃ (CH ₂) ₇ CH= CH(CH ₂) ₁₁ COOH	45–52	0–5	не більше 2,0

У насінні ріпаку міститься 21–33 % білку, у якому переважають глобуліни. Білок є повноцінним за вмістом незамінних амінокислот (табл.19).

Таблиця 19. Вміст амінокислот в озимому ріпаку

Показники	Макуха безерукових сортів		Зелена маса	
	уміст за протеїном, %	г/кг	% на сирий протеїн	г/кг
Волога	7,49	–	–	–
Вміст протеїну	37,96	–	–	–
<i>Амінокислотний склад</i>				
Аланін	1,73	4,56	9,6	5,4
Аргінін	2,32	6,11	7,9	4,3
Аспарагінова кислота	3,05	8,03	13,1	7,2
Цистин	0,47	1,23	–	–
Глютамінова кислота	6,34	16,69	19,1	11,1
Гліцин	1,88	4,96	9,4	5,3
Гістидин	1,07	2,81	4,0	2,2
Ізолейцин*	1,51	3,98	8,1	–
Лейцин*	2,65	6,97	13,6	7,7
Лізін*	2,27	5,98	5,0	3,0
Метіонін*	0,68	1,78	2,3	1,3
Фенілаланін*	1,52	4,01	8,4	4,8

Показники	Макуха безерукових сортів		Зелена маса	
	уміст за протеїном, %	г/кг	% на сирий протеїн	г/кг
Пролін	2,66	7,00	7,9	4,3
Серин	1,67	4,39	7,7	4,3
Треонін*	1,71	4,50	13,4	7,2
Триптофан*	0,44	12,16	–	–
Тирозин	0,93	2,46	5,4	3,0
Валін*	1,94	5,11	8,9	5,1

Вміст глюкозинолатів у насінні ріпаку старих сортів складає на рівні 6–8 %, нових – 0,1–0,3 %. Гіркомого смаку шроту ріпаку надають 6 глюкозидів: глюконапін, глюкобрасиконапін, глюкоіберин, глюконастуртин, прогоїтрин (глюкоррапіферин), синальбін.

Високий вміст сполук сірки, що є складовими ерукової кислоти та глюкозинолатів та робить олію токсичною, перешкоджає використанню та поширенню культури (Гойсюк, 2010).

Використання. Ріпакова олія характеризується високим вмістом мононенасичених кислот та білку на фоні інших олій. (Ситнік, Мельничук, 2007). Вміст токоферолів достатній для захисту ліноленової кислоти від окиснення під час зберігання.

Технічну жирну ріпакову олію використовують для виробництва *бiodизелю*, а побічна продукція може використовуватися для виробництва *біогазу*. З 1 т ріпаку можна отримати 300–360 кг олії, з якої добувають 270–320 кг біодизельного пального (Синиця, 2011).

Використання ріпакової олії на харчові цілі і в медицині обмежується наявністю токсичних речовин: у насінні – ерукової кислоти, у траві й макусі – глікозинолатів.

Олія з високим вмістом ерукової кислоти знайшла застосування у металургійній, машинобудівельній, лакофарбовій, поліграфічній, хімічній та текстильній галузях.

Зелена маса ріпаку, як і макуха є калорійним і високобілковим кормом для тварин.

Морфологічні особливості культури.

Коренева система – стрижнева, головний корінь потовщений у верхній частині, добре розгалужений у орному шарі, проникає на глибину до 3 м.

Стебло – циліндричної форми, розгалужене. Формує до 9–10 бічних пагонів першого порядку, які рівномірно розташовані. Висота рослин сягає 110–190 см та визначається погодними умовами та елементами технології вирощування.

Листки різної форми та розмірів, розташовані почергово. Мають сизо-зелене, фіолетове забарвлення. Листкові пластинки вкриті восковим нальотом,

не опушені, або мають незначне опушення. Нижні листки ріпаку мають ліровидно-пірчастонадрізану форму та овальну чи округлу верхню частину, формуючи розетку, яка розмішена над поверхнею ґрунту. Середні листки – подовжено-списоподібної форми. Верхні – мають подовжено-ланцетовидну форму із цілісним краєм.

Суцвіття – нещільна китиця. Квіти розкриваються з нижньої частини. Квітка має 4 пелюстки жовтого кольору, 4 чашолистки еліптично яйцевидної форми, 6 тичинок (2 зовнішні тичинки коротші від внутрішніх), маточку з голівчастою приймочкою. Зав’язь двогнізда.

Плід – стручок. Прямої або злегка зігнутої форми. Стручок розташований під прямим кутом відносно до стебла. Довжина стручка – 6–12 см. Стулки гладкі чи слабобугорчасті. Тонка плівчата перегородка між стулками закінчується безнасінным носиком. Кількість насінин – 25–30 штук. Насіння – кулясте, чорно-сізе, сірувато-чорне або темно-коричневе. Діаметр насінини 1,7–2,5 мм. Маса 1000 насінин 3,0–7,0 г.

Фенологія. Ріпак озимий невибаглива до тепла культура. Насіння проростає за температури 1–3 °С. Оптимальна температура проростання 14–17°С (сходи формуються впродовж 3–4 днів). Восени рослини вегетують за температури 5–6°С. Вегетацію продовжують і за мінусових температур у нічний період.

Для нормального розвитку рослинам ріпаку перед входженням у зиму потрібно 60–80 днів вегетації із сумою температур 600–800 °С. До настання зими рослини загартовуються, утворюють розетку 6–10 листків. Найкраще рослини перезимовують при висоті 10–15 см, коли точка росту винесена над поверхнею ґрунту на висоту не більше 1 см, а діаметр кореневої шийки дорівнює 0,6–1 см (табл. 20).

Таблиця 20 Тривалість фаз росту і розвитку ріпаку озимого, діб

Фази розвитку	Етапи органогенезу	Тривалість фаз розвитку
Сходи	I	6–12
Два справжніх листки	II	10–12
Чотири справжніх листки	III	12–14
Формування розетки	IV–V	60–65
Період зимового спокою		105–130
Стеблуння	VI–VII	12–14
Бутонізація	VIII	10–12
Цвітіння	IX–XI	30–36
Плодоутворення і дозрівання	XII	30–35
Усього, днів		185–225

Загартування рослин ріпаку озимого проходить у дві фази: перша – 14–20 днів за температури 5–7 °С тепла, припиняється з настанням мінусових температур; друга – 5–7 днів за температури мінус 5–7 °С. Рослини ріпаку за умови їх загартування здатні витримувати мінусові температури на рівні 12– 14 °С. Наявність снігового покриву (5–6 см) дозволяє витримувати зниження температури до мінус 30 °С.

Вегетаційний період ріпаку озимого (осінній і весняно–літній) триває 185–225 днів. У своєму розвитку культура проходить наступні фази росту та розвитку: проростання (фаза сім'ядолей); сходи, формування листків та розетки (осінній розвиток), розвиток листків навесні (опадання старих та поява нових); стеблуння, бутонізація, цвітіння, формування стручків, дозрівання. Цикл розвитку ріпаку, як і інших рослин складається з 12 етапів органогенезу

Упродовж свого розвитку рослини ріпаку озимого проходять 10 стадій та 100 мікростадій розвитку (рис. 12).

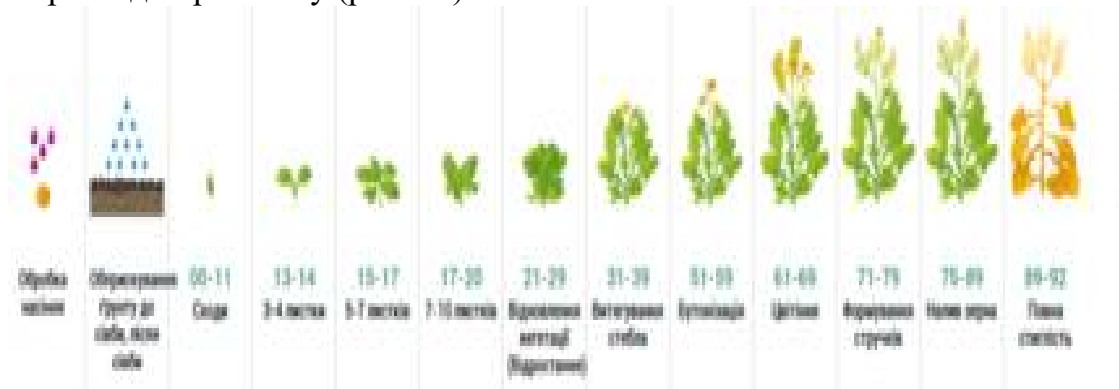


Рис.12 Мікростадії розвитку ріпаку озимого

Управління формуванням продуктивності ріпаку озимого

Місце в сівозміні. *Кращими попередниками ріпаку озимого є багаторічні бобові трави; добрими – рання картопля, горох, однорічні трави; задовільними – зернові культури. Не рекомендується висівати після вівса та ярої пшениці, цукрових буряків, представників родини капустяних, соняшника. На попереднє місце ріпак повертають не раніше як за 4 роки. Культура потребує просторової ізоляції не менше 500 м.*

Обробіток ґрунту. Глибина оранки має бути глибокою та, залежно від попередника, складати 22–30 см. За вирощування ріпаку озимого після ранньої картоплі обмежуються поверхневим обробітком. Першу хвилю бур'янів знищують через 2 тижні після оранки поверхневим обробітком, другу – передпосівним обробітком. Оранка вимагає контролю якості її проведення з метою оптимального осідання ґрунту.

Передпосівний обробіток рекомендується проводити комбінованими агрегатами нерозривно з процесом сівби на глибину 3–4 см.

При застосуванні ґрунтових гербіцидів, їх застосовують після вирівнювання поля, забезпечуючи рівномірність їх внесення.

Удобрення. Під ріпак озимий мінеральні добрива застосовують диференційовано з врахуванням забезпеченості ґрунтів та окремих технологічних процесів (Юник, 2008). Під культуру можна використовувати всі форми і види азотних добрив: аміачну селітру, сечовину, сульфат амонію тощо. Перевагу надають амідній формі та сірковмісним. Підживлення азотом проводять у кілька етапів: 2/3 норми вносять перед та на початку відновлення вегетації, 1/3 – у період стеблуння–початок цвітіння.

Надто раннє підживлення по мерзлоталому ґрунту може спровокувати передчасне відновлення вегетації рослин ріпаку та вимивання нітратних форм азоту. У третє підживлення рекомендується планувати не більше 15 % загальнорічної норми азоту. Ріпак найвибагливішою до сірки культурою, потреба становить 10–15 кг/т насіння. Варто враховувати, що внесення високих норм сірки спричиняє підвищення вмісту глюкозинолатів у насінні.

Ріпак чутливий до мікроелементів. Найбільш важливим елементом є бор. Він впливає на процеси формування насіння, підвищує еластичність тканин, що попереджає розтріскування стебел та кореневої шийки, зменшуючи ураженість рослин хворобами та підвищуючи стійкість рослин до несприятливих умов перезимівлі. Норма внесення бору складає 250–350 г /га. 25 % бору рослини поглинають восени, решту – у весняну вегетацію (40 % весняної норми застосовують у період весняного відновлення вегетації, 60 % весняної норми – у фазі бутонізації) (Гарбар, Антал, Романов, 2016).

Магнію потребують рослини ріпаку для формування вегетативних органів. Потреба в ньому – в межах 30–50 кг/га. Мікроелементи доцільно застосовувати у вигляді позакореневого підживлення рослин ріпаку у формі хелатів.

Сівба. Для сівби використовують насіння нових високопродуктивних сортів і гібридів.

Норми висіву ріпаку. Оптимальна густина рослин в осінній період становить 50–80 рослин/м². Для створення такої густоти рослин норма висіву має бути в межах 0,5–1,2 млн. схожих насінин на 1 га або 4–6 кг/га (Гарбар, Романов, 2018).

Способи сівби. Залежно від типу сівалки відстань між рядками може становити 7,5 см; 12 см; 15 см; 30 см; 45 см.

Глибина загортання насіння залежить від типу ґрунту, якості його підготовки, наявності вологи та ін. На легких ґрунтах насіння загортають на глибину 2,5–3,0 см, на важких – 1,5–2,0 см.

Строки сівби змінюють норму висіву. За сівби в оптимальні строки норму висіву можна зменшити до 2,5–3,0 кг/га. За збільшення норми висіву знижується зимостійкість внаслідок слабшого розвитку кожної окремої рослини. У густих посівах створюється мікроклімат, що сприяє розвитку грибкових захворювань рослин.

Оптимальні строки сівби ріпаку озимого – 15–30 серпня. Допустимі *строки сівби – 10 серпня – 5 вересня.*

Догляд за посівами. За нестачі вологи після сівби проводять коткування. За сівби широкорядним способом восени та навесні проводять міжрядні обробітки. Впродовж вегетації проводять позакореневі підживлення елементами живлення (азот та мікроелементи) та комплекс заходів спрямованих на захист рослин від шкودосинних організмів.

Впродовж весняної вегетації основну увагу у посівах ріпаку озимого приділяють захисту від шкідників та хвороб, внесенню регуляторів росту (часто це фунгіциди із рістрегулюючими властивостями), в меншій мірі – контролюванню рівня забур'яненості. Проте, на зріджених посівах, за порушення агротехніки та несприятливих (в першу чергу посушливих) погодних умов ріпак може сильно заростати бур'янами (втрати врожаю до 30 %).

В умовах засмічення полів злаковими бур'янами рекомендується застосовувати гербіцид із д.р. хізаллофоп-п-етил у нормі 2,0–3,0 л/га до появи відкритого бутону у ріпаку діаметром більше 2 см. Проти дводольних бур'янів – гербіцид з д.р. клопіралід + піклорам+ амінопіралід, який має широке вікно застосування проти дводольних бур'янів (ВВСН 12–39 (осінь–весна)).

За нестійкого та достатнього зволоження рекомендується дві фунгіцидні обробки посівів ріпаку: перша – після відновлення весняної вегетації (д.р.: тебуконазол; протіоконазол + тебуконазол), друга – у фазу цвітіння або після закінчення цвітіння на центральному пагоні (д.р.: ципроконазол + азоксистробін; флуопірам + протіоконазол; боскалід + димоксистробін; пікоксистробін + ципроконазол).

За висоти рослин у період весняної вегетації 20–25 см, за внесення високих доз азоту, рекомендується використовувати регулятор росту з д.р. дифеноконазол + паклобутразолтадозою (має фунгіцидні властивості) – 0,5 л/га.

Ріпак може сильно пошкоджуватися шкідниками. Найбільш поширені: хрестоцвіті блішки, ріпаковий квіткоїд, прихованохоботники, попелиця, трач, ріпаковий, капустяний стручковий комарик та ін. Проти шкідників застосовують інсектициди різних хімічних класів: піретроїди, неонікотиноїдита фосфорганічні препарати, враховуючи особливості біології шкідника.

Перше внесення *інсектицидів* проводять після відновлення вегетації разом із фунгіцидним захистом. При цьому необхідно обов'язково враховувати температурний режим: за низьких температур ефективним буде застосування препаратів із д.р.: хлорпірифос + циперметрин; дельтаметрин; альфа-циперметрин. При підвищенні температури можна застосовувати д.р.: клотіанідін + лямбда-цигалотрин; тіаклоприд + дельтаметрин.

Друге внесення інсектицидів (д.р. піметрозин, лямбда-цигалотрин) доцільно і необхідно застосовувати у фазу бутонізації: від початку («зелений бутон») й до закінчення цієї фази («жовтий бутон»). За переходу ЕПШ у фазі цвітіння необхідно провести повторне внесення інсектициду. Проте, у цій фазі захист ріпаку має бути особливим: адже саме тоді триває масовий виліт медоносних бджіл на культуру. Тому інсектициди слід вносити надзвичайно обережно, лише ввечері і ті, які є максимально безпечні для бджіл (д.р. тіаклоприд; ацетаміприд).

Небезпеку для посівів ріпаку несуть шкідники і в період формування та наливання насіння, на що необхідно звернути увагу при плануванні наступного внесення інсектицидів проти стручкового прихованохоботника, капустяного стручкового комарика, попелиці та ін.(д.р. тіаклоприд;циперметрин + хлорпірифос).

Збирання. Ріпак досягає нерівномірно, стручки розтріскуються, що призводить до значних втрат насіння. Збирають ріпак як прямим комбайнуванням, так і роздільно.

Роздільний спосіб. Рослини скошують у валки, коли нижні листки опадають, 50% стручків стали лимонно-жовтого кольору, насіння світло-вишневе, вологість 30–40%. Зріз високий 20–25 см.

Через 3–6 днів після скошування (вологість насіння 10–12%), валки обмолочують комбайнами з пристосуванням ПКК–5. Використовують підбирачі. Роздільне збирання рекомендується проводити на площах, що забур'янені та з нерівномірним досяганням рослин ріпаку.

Прямим комбайнуванням збирання проводять за технологічної стиглості (вологість 10–15%), коли насіння набуває темно коричневого чи чорного забарвлення. Збирання при вологості нижче 10 % не рекомендується.

З метою прискорення дозрівання застосовують десикацію за 7–10 днів до збирання препаратом з д.р. дикват іону (2–3 л/га), за 12–14 днів – препаратом з д.р. глюфосинат амонію (1,5 л/га).

Зберігають насіння ріпаку за вологості 6–8 %.

РІПАК ЯРИЙ

Brassica napus var. oleifera f. annua D. C.

Класифікація. Ріпак ярий (кольза), *Brassica napus var. oleifera annua* – однорічна рослина родини *Капустяних (Brassicaceae)* (рис. 13)

Поширення та виробництво. У країнах Європи, зокрема й в Україні, переважно вирощують ріпак озимий, а, наприклад, у Китаї, Канаді та Австралії – ріпак ярий. На сьогодні за обсягами виробництва в нашій країні ріпак є третьою за значенням олійною культурою, поступаючись соняшнику та сої.

Провідний світовий виробник ріпака за нашого часу – Китай, що випередив Канаду (яка лідирує у виробництві високоякісного насіння ріпака) і Індію. В сумі ці три країни збирають 57 % світового урожаю. У Східній Європі найбільші урожаї ріпаку припадають на Чехію і Польщу.

Головні регіони світу з виробництва насіння ріпака: Азія — 46,8 % світового виробництва, Європа – 30,3, Північна Америка – 19,2 % (рис.14).

Основні експортери ріпаку у світі – Європа, Канада і Австралія; імпортери — Китай, Мексика, Японія, Бангладеш, Пакистан і низка інших країн.

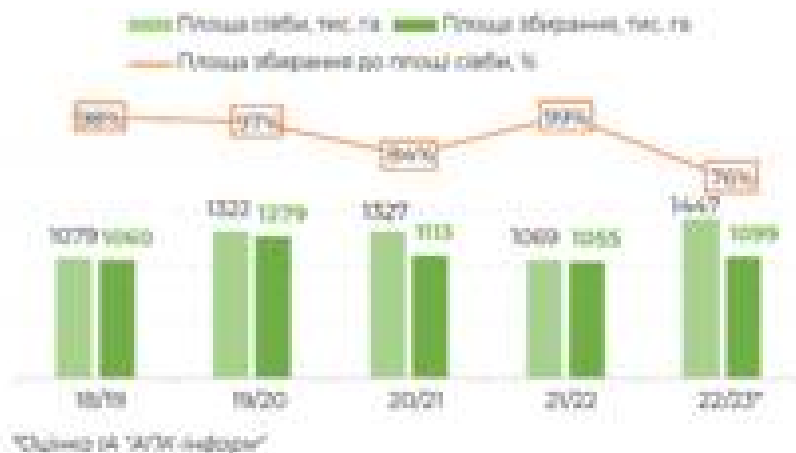


Рис. 14 Динаміка посівної та збиральної площі під ріпаком в Україні

Хімічний склад. Насіння ріпаку ярого у своєму складі містить 40–45% жиру, 30 % – протеїну, 5,8 – клітковини, 4,8 % – азоту, 4,6 – золи. Уміст глюкозинолатів (тіоглікозидів) у насінні старих сортів складає 6–8%, у нових – 0,1–0,3 %. Гіркої смаку шроту ріпаку надають 6 глюкозидів: глюконапін, глюкобрасиконапін, глюкоіберин, глюконастуртин, прогоїтрин (глюкоррапіферин), синальбін. Під час ферментативного гідролізу вони перетворюються до глюкози, алілізотіоціанату і міnorних кількостей інших летких метаболітів: метил-, ізопропіл-, секбутил-, бутил-, 3-бутеніл-, 4-пентил-, феніл-, 3-метилтіопропіл-, бензил- і β-фенілетил-ізотіоціанатів.

Використання. Ріпакова олія є сировиною для виробництва **біодизелю**, а побічна продукція може використовуватися для виробництва **біогазу** (Каленська, Юник, 2011; Гарбар, Юник, 2007). Технічні сорти ріпаку (з підвищеним вмістом ерукової кислоти та сумарною місткістю мононенасичених кислот в межах 53–69 %, а полінасичених – до 23 % та високою стійкістю до окислення олії) відповідають всім вимогам для виробництва альтернативного палива для дизельних двигунів. Відповідно до розрахунків з 3050 кг насіння ріпаку (за вологості 7–8 %) можемо отримати біодизельного пального 1 т; шроту (вміст олії 12–14 %) – 1,950 т, гліцерину, 50% – 0,2 т.

Олію також використовують у харчовій, лакофарбовій, миловарній, текстильній та в інших галузях промисловості. Вживання ріпаку на харчові цілі та в медицині обмежується наявністю токсичних речовин: у насінні – ерукової кислоти, у зеленій масі та макусі – глюкозинолатів (Юник, 2008).

Кормова культура: 1 кг насіння = 1,7–2,1 к.о., завдяки високому вмісту білку та жиру в насінні. В насінні містяться сірковмісні сполуки – ерукову кислоту і глікозинолати, зазвичай токсичні для тварин. З метою поповнення раціону протеїном використовують побічну продукцію виробництва ріпакової олії – шрот та макуху, з вмістом протеїну, відповідно, 30–35 % та 25–28 % і жиру 8–11 %. 100 кг ріпакового шроту відповідають 90 к.о. за коефіцієнту перетравності

органічних речовин – 70 % (соняшник – 56 %). Ріпак ярий також вирощують на зелений корм (1 кг = 0,16 к. о. та 30 г перетравного протеїну).

Переробка 100 кг насіння ріпаку дозволяє отримати 38–41 кг олії, 55–57 кг макухи, що містить 38–40 % добре збалансованого за амінокислотним складом білка. 100 кг макухи містить 90 кормових одиниць. Тонна шроту або макухи дає можливість збалансувати за білком 8–10 т зернофуражу, збільшуючи при цьому вміст перетравного протеїну в 1 кормовій одиниці із 80 до 110 г. 1 га посівів ріпаку забезпечує отримання до 10 ц олії, близько 6 ц білкового корму, 1 ц меду (Гарбар, Антал, Романов, 2016).

Сидеральна культура. Цінується здатністю швидко відростати та нарощувати велику (найбільшу серед хрестоцвітих сидератів) зелену масу.

Морфологічні особливості культури.

Коренева система ріпаку стрижнева, веретеноподібна, проникає в ґрунт на глибину до 2 м, чутлива до ущільнення ґрунту. Від головного кореня відходять бічні корені, що слабо розвиваються та мають низьку засвоювальну здатність елементів живлення.

Стебло міцне, з діаметром біля основи 12–17 мм. Ріпак ярий не формує прикореневої листової розетки, переходячи відразу в фазу розтягування. Рослина утворює лише одне стебло, здатне досягати до 150 см. Верхня частина стебла гілкується. Висота кріплення гілок визначається площею живлення рослин та забезпеченістю елементами живлення. Рослина ріпаку ярого здатна формувати до 10 пагонів першого порядку.

Листя. Сходи ріпаку ярого мають синьо – зелене забарвлення, на зворотній стороні фіолетове. Перші справжні листки сіро – зеленого забарвлення, округлої форми, опушені, з'являються поодиночі. Точка росту розміщена на 2–3 см або до 5–6 см над поверхнею ґрунту. Нижні листки ріпаку ярого черешкові, лірovidно – перистонадрізані, з волосками по краях листової пластинки. Верхні листові пластинки мають подовжено ланцетovidну форму з розширеною основою.

Суцвіття – нещільна китиця. Цвітіння відбувається знизу доверху суцвіття. Квітки жовтого забарвлення. Бутони розташовані вище, ніж відкриті квітки. Тривалість цвітіння окремої квітки становить близько 3 діб. Фаза цвітіння може тривати до 5 тижнів. У 70 % квіток відбувається самозапилення, у 30 % – перехресне запилення комахами та вітром.

Плід – вузькій гладенькій стручок, довжиною 5–10 см, розміщений по відношенню до стебла під прямим кутом. Одна рослина здатна формувати до 200–400 стручків. Стручок має пливчасту перегородку, до якої кріпляться насінини (14–28 штук). Насіння має округлу форму, чорно–сизе або сизо–чорне забарвлення, іноді з коричневим відтінком. Маса 1000 насінин складає 2,7–5,0 г.

Фенологія. Тривалість вегетаційного періоду рослин ріпаку ярого складає 100–120 днів (таблиця). За вирощування його на легких ґрунтах і в умовах спекотної погоди тривалість вегетації зменшується до 90, а за достатньої кількості вологи та знижених температур подовжується до 135 днів. У розвитку рослин ріпаку ярого виділяють такі фази росту й розвитку: набубнявіння насіння

й формування сім'ядольних листків, утворення справжніх листків, утворення розетки, утворення стебла, бутонізація, цвітінні й утворення стручків, досягання (табл. 21).

Таблиця 21. Тривалість фаз росту і розвитку ріпаку ярого, діб

Фази розвитку	Етапи органогенезу	Тривалість фаз розвитку
Сходи	I	10–14
Два справжніх листки	II	8–10
Чотири справжніх листки	III	12–14
Формування розетки	IV–V	10–14
Стеблунання	VI VII	9–12
Бутонізація	VIII	9–10
Цвітіння	IX–XI	14–20
Плодоутворення і дозрівання	XII	18–21
Усього, днів		90–120

Сходи з'являються через 7–8 днів після сівби. Період від сходів до формування розетки, впродовж якого відбувається закладка загальної кількості листків та міжвузль на стеблі та активний розвиток кореневої системи, досить тривалий та складає 20–26 днів. Залежно від густоти рослин на одиниці площі буде формуватися різна кількість продуктивних гілок та стручків на рослині (за оптимальної густоти стояння 80–100 шт./м² рослини – 3–5 бічних продуктивних гілок і 50–70 стручків; у загущених посівах (150 і більше рослин на 1 м²) формуються малопродуктивні рослини, зростає небезпека вилягання). Впродовж свого розвитку рослини ріпаку ярого проходять 10 стадій та 99 мікростадій розвитку (рис.14)



**Рис. 4 Основні періоди росту та розвитку рослин ріпаку ярого
відповідно до шкали ВВСН
Управління формуванням продуктивності культури**

Місце в сівозміні. Ріпак ярий є вимогливою культурою до родючості ґрунтів. Кращими попередниками для нього є багаторічні бобові трави; добрими – рання картопля, горох, однорічні трави; задовільними – зернові культури. Не рекомендується висівати після хрестоцвітних культур, цукрових буряків, соняшнику. На попереднє місце культуру повертають не раніше як через 4–5 роки. Ріпак ярий є одним з найкращих попередників для зернових культур, зокрема пшениці (Козленко, 2010).

Обробіток ґрунту. Насіння ріпаку ярого дрібне за розмірами, тому вимагає ретельного підходу до підготовки ґрунту до сівби з врахуванням попередника, регіону вирощування, типу ґрунту, погодних та кліматичних умов регіону. Першим завданням обробітку ґрунту є створення пухкого верхнього шару ґрунту та щільного насінневого ложе, що забезпечить надходження вологи до насінини.

За вирощування ріпаку ярого важливо обрати більш ефективний і економічно виправданий спосіб основного обробітку, приймаючи до уваги, що ціна плоскорізного та поверхневого обробітку ґрунту на 30–40 % нижча, ніж за проведеної оранки. Глибину оранки визначаємо, приймаючи до уваги попередник, тип забур'яненості поля, тип ґрунту, вологозабезпеченість та кліматичні умови регіону.

Подальший обробіток ґрунту повинен включати підтримку його в рихлому та чистому від бур'янів стані із застосуванням культивації та боронування конкретними агрегатами на певну глибину.

Останню культивацію рекомендується проводити на глибину 5–6 см.

Передпосівна підготовка ґрунту під ріпак включає боронування, культивацію, розрівнювання і подальше коткування ґрунту. Орний шар перед сівбою має бути достатньо зволуженим. Весною ґрунт може бути пухким, тому за такої ситуації небажано застосовувати колісні трактори для передпосівної культивації. Ці трактори ущільнюють ґрунт, що негативно впливає на подальший ріст і розвиток рослин.

Удобрення. Ріпак вимогливий до умов живлення. На формування 1 т насіння культура потребує: азоту 48–80 кг, фосфору 18–40 , калію 25–100 , кальцію 30–150 , магнію 5–15, сірки 30–45 кг. Культура позитивно реагує на внесення як органічних, так і мінеральних добрив.

Рослини мають різну потребу в елементах живлення впродовж всього періоду росту та розвитку. Фосфор сприяє формуванню масивної кореневої системи, забезпечує збільшення насінневої продуктивності і прискорення дозрівання культури. Калій у достатній кількості здатен підвищити стійкість рослин ріпаку до несприятливих умов навколишнього середовища, ураження збудниками хвороб, посилити нектароутворення, що оптимізує процес запилення. Він сприяє формуванню більшої кількості насінин в стручках, підвищує масу 1000 насінин і вміст олії в насінні.

Фосфорні та калійні добрива вносять під основний обробіток ґрунту.

Азот забезпечує швидкий ріст та розвиток рослин ріпаку. Азот рекомендується вносити під передпосівну культивуацію та в період вегетації культури. Азот сприяє більшому накопиченню білку, який має зворотню корелятивну залежність з вмістом жиру.

Ріпак для створення оптимальних умов його розвитку потребує велику кількість мікроелементів: бору (0,4 кг/га), марганцю (0,3 кг/га), сірки (30–40 кг/га), молібдену (0,2 кг/га). За необхідності (залежно від забезпеченості ґрунтів мікроелементами) вносимо фосфорні добрива у формі борного або марганізованого суперфосфату, та азотними у формі сірчанокислового амонію, або сульфату калію. На ґрунтах, з низьким забезпеченням магнієм, можна вносити каліймагнезію або інші магнієвмісні добрива (Гарбар, Новицька, Бондар, 2011).

Рослини ріпаку чутливі до дефіциту сірки. Однак, слід враховувати, що внесення високих норм її може підвищити і вміст глюкозинолатів в рослинах та насінні. Сірка інтенсивно засвоюється у період весняного росту і необхідна для синтезу есенційних амінокислот для утворення білків, підвищує використання азоту та стабілізує вміст олії в насінні (Юник, 2008).

Бор забезпечує формування більшої кількості стручків та насінин у стручку. Застосування мікроелементів за вирощування ріпаку ярого дозволяє отримати прирости врожаю від 4 до 20 %.

Підживлення рослин мікродобривами проводять переважно позакоренево, суміщаючи даний захід з обробкою посівів інсектицидами або фунгіцидами, що знижує витрати (Юник, Гарбар, Бондар, 2012).

Органічні добрива вносять з розрахунку 25–30 т/га, як правило, під попередник. Внесення їх під ріпак спричиняє нерівномірність у розвитку рослин і дозріванню насіння.

Норму внесення макро– та мікроелементів визначають з врахуванням забезпеченості цими сполуками ґрунтів, попередника, планової урожайності розрахунковим методом (Гарбар, Антал, Романов, 2016).

Ріпак потребує в більшій мірі фосфору і азоту, і найменше калію. Останній елемент доцільніше використовувати в поєднанні з азотними добривами. Оптимізація умов живлення рослин забезпечує зменшення втрат води на формування одиниці врожаю на 20 %.

Для обробки фунгіцидами посівів ріпаку оптимальним є період

Сівба. Насіння може проростати при температурі ґрунту 2–3 °С на глибині заробки насіння. Дружні сходи формуються за прогрівання ґрунту на 8–10 °С. Сходи чутливі до заморозків (витримують до мінус 5 °С).

Сівбу ріпаку ярого проводять за фізичної стиглості ґрунту, використовуючи насіння з чистотою не нижче 97 % та схожістю 92 %. Перед сівбою насіння протруюють протруювачами із фунгіцидною (д. р. тебуконазол, флудіоксоніл; металаксил–М) та інсектицидною (д. р. тіаметоксам, імідаклопрід) дією.

Норма висіву ріпаку повинна забезпечити розвиток 1,0–1,5 млн рослин на га. Норма висіву встановлюється з врахуванням особливостей сорту чи гібриду, маси 1000 насінин, їх схожості, якості обробітку ґрунту і т. д.

Глибина загортання насіння залежить від механічного складу ґрунту, його вологості. За оптимальних умов вона складає 2–3 см.

Захист посівів. На початкових етапах свого розвитку ріпак ярий росте повільно та має низьку конкурентну спроможність до впливу бур'янів. Для усунення бур'янів застосовують ряд гербіцидів залежно від виду забур'янення: багаторічні злакові (д.р. клопіралід, піклорам, амінопіралід); однорічні злакові і дводольні (д.р. метолахлор, метазахлор, трифлуралін); дводольні (будяк, осот, ромашка) (д.р. клопіралід); однорічні злакові (д. р. тепралоксидим, феноксапроп–п–етил).

Основними шкідниками ріпаку ярого, що загрожують посівам впродовж всієї вегетації є ріпаківий пильщик, хрестоцвітні блішки, ріпаківий насінневий прихованохоботник, ріпаківий квіткоїд. Вибір інсектицидів досить широкий, в основі можуть бути такі діючі речовини як: дельтаметрин, циперметрин, зета–циперметрин, альфа–циперметрин, хлорпірифос, клотіанідін тіаклоприд тощо. Серед небезпечних хвороб ріпаку виділяють альтернаріоз та склеротиніоз, тому необхідна також своєчасна обробка посівів фунгіцидами. Ефективними в боротьбі із збудниками хвороб ріпаку є діючі речовини тебуконазол, боскалід та від середини до кінця цвітіння. Другу фунгіцидну обробку рекомендується проводити через 2–3 тижні після попередньої.

Збирання. З метою скорочення строків збору врожаю ріпаку ярого використовують препарати на основі диквату (за 5–7 днів, гліуфосинату амонію (за 10–14 днів до збирання) або гліфосату (за 14 днів). Застосовують їх за почорніння перших насінин та набутті у середньому ярусі стебла насінням від червоно–коричневого до темно–коричневого забарвлення. Через 7–14 днів розпочинають збір врожаю. Обробку проводять в ранкові години по зволжених росю рослинах. Є 2 способи збирання ріпаку: скошування у валки з подальшим підбором і обмолотом та пряме комбайнування спеціально облаштованою жаткою.

Скошування у валки з подальшим підбором і обмолотом. Скошування у валки по причині високих затрат не знайшло широкого застосування. Його застосовують при сильному засміченні бур'янами чи при виляганні культури.

Скошування у валки починається при вологість насіння 30 %. Валок вкладається по можливості на більш високу стерню (20–30 см) без укладання на землю. Період сушки і дозрівання за оптимальних погодних умов складає 6–10 днів.

Пряме комбайнування. Технологія прямого комбайнування ріпаку є на сьогоднішній день загальноприйнятою і стандартною. При прямому комбайнуванні обов'язково встановлюють бокові ножі на жатку і саму жатку подовжують приставкою. Важливу роль при збиранні відіграє висота зрізу стерні. Велика кількість втрат приходиться на бокові ножі. По крайній мірі Один із бокових ножів (правий) треба виставляти з нахилом назад у напрямку руху комбайну.

Ідеальний період збору при вологості 12–13 %. У зв'язку з тим, що насіння на зберігання закладається з вологістю 8–9 %.

СОЯ

Glycine max (L.) Merr.

Класифікація. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) належить до родини Бобових (*Fabaceae*) (рис. 15)

Поширення та виробництво. Соя є найбільш цінною білково-олійною культурою світового рослинництва. У ній сконцентровано найцінніші властивості всього рослинного світу. В рейтингу основних виробників сої Україна посідає перше місце в Європі та восьме–десяте в світі (Казакова, Кондратюк, 2015).

Соеву олію використовують для виробництва маргарину, продуктів харчування, у консервній, фармацевтичній, лакофарбовій та інших галузях промисловості. В останні роки її вже почали використовувати для виробництва біодизелю (в ній низький вміст вільних жирних кислот). У соєвій олії на частку насичених жирних кислот припадає 11–15 % від суми усіх кислот, а переважають ненасичені – 85–89 %. Співвідношення жирних кислот визначається сортовими особливостями та умовами вирощування культури. Олійність позитивно корелює з урожайністю (Бабич, Бабич-Побережна, 2008).

Для більш широкого промислового використання необхідне створення нових сортів із підвищеним вмістом жирів до 40 % від загальної біомаси та зміненим жирнокислотним складом, оскільки сорти традиційного типу мають одноманітні за складом олії та не забезпечують перспектив їх багатоцільового застосування. Тому, з'явилися трансгенні сорти сої з модифікованим вмістом в олії жирних кислот (високою експресією олеїнової кислоти та низьким вмістом ліноленої кислоти). Включення до геному сої додаткової копії гена ферменту дельта-12 десатурази дозволяє збільшити рівень мононенасиченої олеїнової жирної кислоти до 80 %, що навіть більше ніж в оливковій олії (Ермишин, 2004). В Україні теж проводяться роботи по створенню сортів (традиційними методами селекції) з рівнем пальмітату 17 %, стеаринової кислоти – 7 %, олеїнової – 39 %, лінолевої – 60 % (Кириченко та ін., 2016).

Досвід США як найбільшого виробника сої свідчить про успішне виробництво біодизелю із соєвої олії: в країні культура широко використовується для промислової переробки, включаючи біопаливо. Лише в штаті Айова працює біля 20 заводів по виробництву біодизелю із соєвої олії. В Айові було побудовано перше біодизельне промислове підприємство, а штат досі є лідером з його виробництва, забезпечуючи 20 % усієї потреби США. У Айові існують і окремі вимоги: увесь парк транспортних засобів має працювати на суміші нафтопродуктів з біодизелем до 20 % (в інших штатах – від 2 % до 20 % біодизелю додають до дизельного палива, що виробляється з нафти). Для деяких цілей використовують вищі суміші (до 50 % або 100 %). У 2012 році в США було вироблено 1,3 млн тонн біодизелю, а у 2017 – вже 3,3 млн тонн, тобто за 5 років відмічено зростання в 2,5 рази (до 2001 року біодизель в США не виробляли взагалі) (Євтєєв, 2012).

Хімічний склад. Унікальність сої в тому, що в ній за один вегетаційний

період синтезується два врожаї – білка та жиру, а також майже всі органічні речовини, що є в рослинному світі. В її насінні міститься 35–55 % повноцінного за амінокислотним складом білка, 16–28 % високоякісної за жирнокислотним складом рослинної олії (в більшості сортів 38–45 % білка та 17–21 % жиру), 18–25 % різноманітних вуглеводів, основні вітаміни, 5 % мінеральних солей, а також специфічні біологічно активні компоненти (фосфатиди, ізофлавіони, сапоніни, фітати, олігосахариди). Білок сої за амінокислотним складом близький до еталону ФАО. Порівняно із вмістом жиру, його вміст в більшій мірі залежить від впливу метеорологічних умов та зони вирощування і визначається рівнем забезпечення рослин азотом, +знаходиться в зворотній залежності із вологозабезпеченістю (Кириченко та ін., 2016).

Морфологічні особливості культури

Коренева система сої добре розвинена. Зародковий корінь, який перетворюється на стрижневий та гіпокотильні утворюють велику кількість тонких корінців, маса яких становить 60–70 % від загальної маси коренів. Головний корінь товщий за інші лише у верхній частині на глибині 10–15 см. Кореневі волоски сої дуже короткі. Глибина проникнення кореневої системи – 1,5–2,0 м. Проте, основна маса коренів розміщується в орному шарі ґрунту. Через 7–10 діб після появи сходів на коренях сої в місцях проникнення бульбочкових бактерій *Rhizobium japonicum* та *Bradyrhizobium* починають формуватися бульбочки в яких фіксується вільний азот з повітря.

Стебло сої прямостояче, грубе, циліндричне, гіллясте, майже завжди опушене, висотою від 15 см до 2 м та більше. У більшості культурних сортів висота стебла знаходиться у межах 60–100 см.

Листки – складні трійчаті, рідко з п'ятьма листочками, цілнокраї з прилистниками, по стеблу розташовані почергово. Кількість листків на одній рослині – від 15–20 до 170 і більше.

Суцвіття – китиця з різною кількістю квіток. Квітки дрібні, непривабливі, самозапильні.

Плід – біб, переважно малонасінний (2–3 насінини) різної форми й кольору, опушені. У малоквіткових китицях формується 1–3 боби, у багатоквіткових – 4–8 і більше. Оптимальна висота прикріплення нижніх бобів над рівнем ґрунту – 10–15 см, що забезпечує ефективне механізоване збирання урожаю

Насіння сої за формою буває кулясте, овальне, овально-видовжене. За основним забарвленням насіннєвої оболонки – жовте, жовто-зелене, зелене, коричневе, чорне, може мати плямистості. Маса 1000 насінин — 50-400 г. Коли насіння проростає, сім'ядолі виносяться на поверхню ґрунту.

Управління формуванням продуктивності культури

Вирощування олійних енергетичних культур з агротехнічної точки зору, в основному, не відрізняється від їх вирощування для харчової промисловості.

Місце в сівозміні. Сою рекомендується розміщувати на чистих від бур'янів полях після озимих та ярих зернових, гречки, кукурудзи, картоплі, а в умовах

достатнього зволоження – і буряків цукрових. В сівозміні на попереднє поле сою повертають через 3–4 роки, а в короткоротаційних сівозмінах – через 2–3 роки, хоча повторні посіви соя витримує без значного зниження урожайності. Спеціальні сівозміни можна насичувати соєю до 40 % (за більшого насичення її врожайність знижується). Водночас добрі результати отримують за вирощування сої у двопільній сівозміні з кукурудзою. Недоцільно розміщувати її після зернобобових та багаторічних бобових трав, соняшнику. У соняшнику із соєю є низка спільних хвороб, зокрема, склеротиніоз. Соя, як бобова культура, є цінним попередником для інших культур сівозміни.

Вирощування сої за технологією No-till вимагає більш ретельного підходу до побудови сівозміни. У зв'язку з тим, що в Україні за технологією No-till вирощують невелику кількість культур, добрими попередниками є озимі та ярі зернові, кукурудза.

Обробіток ґрунту. Соя в сучасному виробництві може вирощуватися за різними системами та технологіями, що має суттєвий вплив на обробіток ґрунту: традиційна технологія обробітку ґрунту, мінімальний обробіток (Mini till), No-till, Strip-till.

Соя вимоглива до якості основного та передпосівного обробітку ґрунту, який повинен бути диференційованим залежно від регіону вирощування, попередника, рельєфу, забур'яненості поля тощо. Основний обробіток забезпечує загортання добрив, післяжнивних решток, нагромадження вологи, поліпшення структури посівного шару, якісну сівбу, знищення бур'янів. Основний обробіток включає у себе лущення стерні на глибину 6–8 см, внесення добрив та оранки на глибину 22–25 см після зернових попередників і 25–27 см після кукурудзи.

Поля після цукрових буряків та картоплі здебільшого не орють, а обмежуються лише дисковим обробітком на глибину 16–18 см і більше. За наявності ефективних гербіцидів можливе застосування безполицевого, мінімального або нульового обробітків ґрунту. Підраховано, що витрати палива за вирощування сої при безполицевому та мінімальному обробітку порівняно з традиційним обробітком менші на 20 %, а при нульовому обробітку – на 70%. Недостатня аерація ґрунту (щільність вища за 1,27 г/см³) негативно впливає на розвиток кореневої системи сої та зменшує кількість бульбочкових бактерій. Оптимальна структура ґрунту для сої створюється за його об'ємної маси 1,10–1,25 г/см³.

Весняний обробіток ґрунту повинен бути спрямований на створення сприятливих умов для рівномірної сівби насіння та сприяти масовій появі сходів. Передпосівну культивуацію проводять на глибину 4–6 см. Соя під час збирання потребує низького зрізу: 5–8 см, тому не допускається наявність борозен та гребенів вище 4 см.

Система удобрення. Рослини сої досить негативно реагують на кислотність та засоленість ґрунту. Більшість кислих ґрунтів зосереджено на Поліссі, у передгір'ї Карпат і Закарпатті, а також частково в Лісостеповій зоні. Основним чинником докорінного поліпшення агрохімічних та фізико-хімічних властивостей кислих

ґрунтів є хімічна меліорація.

Незважаючи на здатність сої задовольняти значну частину потреби в азоті за рахунок біологічної фіксації з атмосфери, вона позитивно реагує на внесення органічних і мінеральних добрив. Органічні добрива вносять під попередник, поєднуючи з мінеральними добривами. Біологічні властивості культури дозволяють добре використовувати післядію як мінеральних так і органічних добрив, в симбіозі з бульбочковими бактеріями використовувати азот повітря (до 70 % загального споживання азоту), засвоювати важкодоступні форми фосфатів. За таких умов внесення азотних добрив, як правило, малоефективне. Але, на бідних ґрунтах і при відставанні рослин у рості або за відсутності бульбочок допускається внесення азотних добрив. Враховуючи потреби сої в елементах живлення на сірих лісових ґрунтах необхідно вносити під зяблеву оранку по 60–90 кг/га д. р. фосфорних і калійних добрив і 45 кг/га азотних навесні (на темносірих опідзолених – $N_{35-40}P_{60}K_{60}$), на чорноземах опідзолених – 30–45 кг/га азотних, 60 кг/га фосфорних і 40–60 кг/га калійних добрив. На каштанових ґрунтах Степу норму калію зменшують до 30–45 кг/га. Тому, перед сівбою зернобобових вносять «стартові» дози азотних добрив. Потреба та норма внесення стартових добрив залежать від родючості ґрунту та від кількості внесених добрив під основний обробіток ґрунту з осені.

Для активного бобово-ризобіального симбіозу необхідна забезпеченість ґрунту мікроелементами, в першу чергу – бором і молібденом. Ефективний симбіоз потребує й інших мікроелементів – кобальту, заліза, міді, марганцю, нікелю. За внесення підвищеної норми калійних добрив, необхідно вносити магній, при нестачі якого застосування фосфорних, калійних добрив, мікроелементів та інокуляція насіння малоефективні.

Сівба. Протруювання насіння є одним із найважливіших етапів у комплексі передпосівної підготовки насіння. Для захисту від хвороб (пероноспороз, біла та сіра гниль) насіння протруюють Фундазолом, 50% з.п. (3,0 кг/т), Вітаваксом 200 ФФ, в.с.к. (2,5–2,6 кг/т), Стандак Топ 1,0-2,0 л/т.

Соя є класичною зернобобовою культурою, технологія вирощування якої обов'язково повинна включати такий елемент як інокуляція насіння. Якщо соя буде висіватися на полі, на якому вона раніше або не вирощувалася, або вирощувалася давно, чисельність бульбочкових бактерій в ґрунті може бути недостатньою для активної фіксації атмосферного азоту. Бактерії поселяються на коренях і утворюють бульбочки тільки після декількох років сівби, так як в ґрунті вони зустрічаються в неактивній формі і в недостатній кількості. Тому для отримання високого врожаю необхідно проводити інокуляцію насіння культурою азотфіксуючих бактерій *Bradyrhizobium japonicum*. Інокуляцію насіння можна проводити за 90 днів до сівби або в день сівби. Насіннєвий матеріал сої обробляють препаратами Хайкот Супер Соя (1,4 л/т), ХіСтік Соя (4,0 кг/т), Ризоторфіном (200 г/га) та ін. При обробці слід пам'ятати, що пряме сонячне проміння згубно діє на бульбочкові бактерії. Не рекомендується інокуляцію насіння бактеріальними препаратами проводити разом з розчинами, що містять сполуки молібдену. В такому випадку найкраще провести

передпосівну підготовку насіння в два етапи: спочатку (напр. за 60–90 днів до сівби) насіння обробляють мікродобривами, а інокуляцію проводять безпосередньо перед сівбою або в день сівби

Соя – культура пізніх строків сівби. Сіяти сою розпочинають, коли ґрунт на глибині 10 см прогрівається до температури 10–12 °С. Запізнення із сівбою призводить до зниження урожайності за рахунок температурних стресів та посухи. Пізні, середньопізні і середньостиглі сорти необхідно висівати в першу чергу, а середньоранні та ранньостиглі – в кінці оптимальних строків.

Оскільки соя при проростанні виносить на поверхню ґрунту сім'ядолі, глибоке загортання її насіння недопустиме, оптимальною глибиною є 3–4 см. При пересиханні посівного шару ґрунту глибину загортання збільшують до 5–6 см.

Соя – світлолюбна рослина, погано переносить затінення. У затінених рослин збільшується кількість абортівних плодів, зменшується вміст азоту. Це варто враховувати при визначенні площі живлення й густоти стояння рослин. Тому у кожному конкретному випадку норму висіву необхідно коригувати. Сіють сою найчастіше звичайним рядковим способом з міжряддям 12,5–25 см. Також поширені широкорядні посіви з міжряддями 30, 35 та 45 см, рідше – 56, 70 та 75 см. За технологією No-till кращий спосіб сівби – звичайний рядковий.

Норма висіву для ультраранніх сортів (до 85 днів) складає 800–900 тис. шт/га, для ранньостиглих (86–105 днів) – 700–800 тис. шт/га, для середньоранньостиглих (106–125 днів) – 500–600 тис. шт/га, для середньостиглих (126–135 днів) – 400–500 тис. шт/га. За технологією No-till норму висіву насіння сої збільшують на 10 %.

Догляд за посівами. Для одержання дружніх і рівномірних сходів ефективно, особливо в суху погоду, післяпосівне прикочування ґрунту.

Основне завдання догляду за посівами сої – зменшення шкодочинності бур'янів. За гербіцидної технології захисту не проводять до- і післясходових боронувань і, як правило, міжрядних розпушувань. Рекомендується звуження міжрядь до 15–22 см. Застосовують гербіциди до чи після сходів. На полях з високою потенційною засміченістю орного шару насінням однорічних, переважно злакових бур'янів, доцільно використовувати Фронт'єр Оптіма (0,8–1,2 л/га) або після сівби Харнес (1,5–3,0 л/га). У ВВСН 11–13 сої ефективним є Базагран, 48% в.р. (1,5–3,0 л/га), Пульсар 40 (0,7–1,0 л/га), проти злакових бур'янів у ВВСН 14–15 вносять Фюзілад Супер 125 ес, к.е. (1,0–3,0 л/га), Галаксі Топ, в.р.к. (1,5–2,5 л/га). При вирощуванні сої за технологією No-till контролюванню рівня забур'яненості приділяється особлива увага. На посівах сої в останній час почастишали випадки шкідливого впливу гербіцидів. Хімічні пошкодження гербіцидами виникають за неправильного їх застосування – недотриманні строків обробки, умов та доз, або при занесенні повітряними масами із сусідніх полів під час їх обробки. За незначного ступеня пошкоджень рослини сої можуть відновлювати ріст і розвиток після засихання й обпадання пошкодженого листків.

Серед паразитарних хвороб сої найбільші збитки спричиняють фузаріозні

кореневі гнилі та в'янення, аскохітоз, пероноспороз, біла та сіра гнилі, фомопсис, бактеріози та вірусні захворювання. Збудниками їх є гриби, бактерії та віруси (Кириченко та ін., 2009). Для контролювання розвитку грибкових та бактеріальних хвороб високу ефективність мають глибока зяблева оранка й повна заробка рослинних решток, які є джерелом інфекції. Це значно зменшує ймовірність зараження аскохітозом, пероноспорозом та іншими хворобами. Під час вегетації рекомендується внесення фунгіцидів з фізіологічним ефектом, наприклад Абакус (1,5 л/га) двічі за вегетацію: початок бутонізації – початок цвітіння (ВВСН 51–60) та кінець цвітіння – формування бобів (ВВСН 67–71).

Соя, на відміну від інших зернобобових культур, не має жодного спеціалізованого шкідника. Проте, може відмічатися пошкодження рослин сої на всіх фазах росту багатьма видами шкідників. Найбільш вразливі вони у фазі сходів, закладанні генеративних органів та в період наливу – досягання зерна. Істотної шкоди в окремі роки завдають ґрунтові шкідники, бульбочкові довгоносики, акацієва вогнівка, клопи, листогризучі гусениці метеликів, павутинні кліщі. У сприятливі для розвитку шкідників роки врожайність сої може знижуватися на 90 %, середні втрати складають 15–20 %. При загрозі розповсюдження шкідників посіви обробляють препаратами Бі–58 новий, 40% к.е. (0,5–1,0 л/га), Арриво, 25 % к.е. (0,4 л/га) або іншими інсектицидами.

Високі температури з низькою вологістю, що спостерігаються останніми роками у різних регіонах України в літні місяці, сприяють поширенню кліщів у посівах сої. Найбільш шкодочинним для посівів сої є павутинний кліщ (*Tetranychus urticae Koch*). Він поширюється від фази бутонізації до повної стиглості рослин. Для контролювання його поширення можна рекомендувати внесення акарициду Масаї (0,4–0,8 кг/га).

Збирання. У випадках, коли дозрівання подовжується через надлишок вологи, особливо у більш пізньостиглих сортів, на забур'яненних полях для вчасного збирання врожаю доцільно проводити десикацію.

Сою збирають прямим комбайнуванням у фазу повної стиглості при вологості зерна 14–16 %. Висота зрізу рослин не повинна перевищувати 6–7 см, оскільки близько 6–7 % бобів розміщується на висоті до 10 см, тому різальний апарат встановлюють на найнижчий зріз. Тривале зберігання насіння сої можливе при вологості не більше 12 %.

СУРПИЦЯ

Brassica rapa oleifera D.C.

Класифікація. Сурпиця озима (*Brassica rapa oleifera D.C.*) та яра (*Brassica campestris L.*) форми *surpiniці* (рис. 16)

Серед капустяних культур сурпиця озима найбільш морозостійка. Рослини витримують зниження температури повітря за відсутності снігу до -20 °С, але гинуть під великим шаром снігу, якщо він випав на незамерзлу землю. Так як сурпиця – одна з вихідних форм ріпаку, між ними досить мало суттєвих відмінностей. Проте, вони різняться за цілим комплексом морфологічних ознак:

за листками, суцвіттями, квітами, стручками, насінням та ін. За фізіологічними властивостями суріпиця теж мало відрізняється від ріпаку, але між екотипами суріпиці та сортами, отриманими на їх основі, є відмінності. У суріпиці переважає перехресне запилення на відміну від ріпаку, для якого більш характерне самозапилення. Суріпиця, порівняно із ріпаком, має коротший період вегетації (70–130 днів у ярих, 270–280 днів – у озимих форм), менш вимоглива до умов вирощування та може вирощуватися на більшості типів ґрунтів. Непридатні для неї піщані ґрунти.

У суріпиці, як і в ріпаку, створено сучасні «0» і «00»-сорта, вміст жиру в насінні яких складає 38–48 %. У олії нових сортів вміст олеїнової кислоти складає 54–60 %, а лінолевої – 18–23 %. Для порівняння у сортах старої селекції вміст олеїнової кислоти складав 17–34 %, лінолевої – 13–22 %, а ерукової – від 27 до 52 %. Йодне число олії «00» сортів суріпиці складає 102–114, а точка застигання як і у ріпакової олії – мінус 8 °С (Каленська та ін., 2021). Сорта суріпиці з підвищеним вмістом олеїнової кислоти є досить перспективними для олеохімії, в т.ч. й для виробництва біодизелю (Каленська та ін., 2010, Рахметов, 2011). Урожайність суріпиці озимої складає 1,8–3,0 т/га, ярої – 1,3–2,0 т/га.

Морфологічні особливості культури.

Коренева система у суріпиці веретеноподібний, стрижневий, проникає в ґрунт до 1,5 м, слаборозгалужений, тонший ніж у ріпаку.

Стебло пряме, галузиться, висотою 150–160 см у озимих форм, 80–140 см – у ярих, без воскового нальоту.

Листки без воскового нальоту, охоплюють основою стебло повністю, нижні черешкові, верхні – безчерешкові.

Суцвіття – щитовидна китиця, відкриті квітки вище ніж бутони. Квітки меншого розміру ніж у ріпаку, більш бліді.

Плід – вузький, стручок з насіннями червонувато-бурим або бурым забарвлення. Маса 1000 насінин у озимих форм 2,0–4,0 г, ярих – 2,0–3,5 г.

Управління формуванням продуктивності культури

Елементи технології вирощування озимих і ярих форм суріпиці суттєво не відрізняються від елементів технології відповідно ріпаку озимого та ярого.

Місце в сівозміні. За вимогами до попередників та часу повернення на попереднє поле в сівозміні суріпиця принципово не відрізняється від ріпаку. Але, через низьку конкурентність до бур'янів її необхідно розміщувати на чистих від бур'янів полях. Суріпицю озиму можна вирощувати після зернових колосових, яру – після зернових й картоплі, після якої суріпиця використовує післядію внесеного гною. На попереднє поле рекомендується повертати не раніше як через 5 років. Суріпиця – добрий попередник для інших культур, особливо в насичених зерновими сівозмінах.

Обробіток ґрунту. Для інтенсивного розвитку кореневої системи після всіх попередників рекомендується проводити оранку на глибину 22–25 см. Якщо попередник рання картопля, можна обмежитись поверхневим обробітком.

Оскільки після зернових до сівби суріпиці часто залишається 2 тижні, особливу увагу звертають на якість оранки. Плуг для прискорення осідання ґрунту агрегатують з котком і боронами.

Для зниження затрат можлива заміна оранки безполицевим обробітком. Проте, це може призвести до підвищення рівня забур'яненості посівів.

Високоякісний передпосівний обробіток ґрунту – важлива технологічна умова при вирощуванні ріпаку та інших дрібнонасієних культур. Для передпосівного обробітку використовують лише комбіновані агрегати, які забезпечують ущільнення верхнього шару ґрунту і створюють його дрібногрудочкувату структуру. Глибина ходу розпушувальних лап повинна відповідати глибині сівби і становити не більше 2–3 см.

За вирощування *суріпиці ярої* оптимальною системою основного обробітку ґрунту є поліпшена зяблева. Після стерньових попередників проводять лущення стерні дисковими знаряддями. На зяб орють у кінці вересня – на початку жовтня на глибину 23–25 см.

Головна мета весняного обробітку ґрунту – ретельне вирівнювання поверхні ґрунту, знищення сходів бур'янів та збереження вологи на глибині загортання насіння й створення тим самим оптимальних умов для високоякісної сівби, що забезпечить дружні сходи. На вирівняних полях обмежуються однією передпосівною культивуацією на глибину 2–3 см.

Удобрення. Суріпиця вибаглива до елементів живлення. Як всі капустяні, суріпиця має високу потребу в азоті. При підвищенні норм внесення азотних добрив до 80 кг/га урожайність складає 2,1–2,3 т/га, до 120 кг/га – 2,7 т/га. Першу норму 60–80 кг N/га вносять до сівби, другу – 20–40 кг N/га вносять – у підживлення. Як правило, цього достатньо для утворення високої урожайності. За вирощування суріпиці на малородючих ґрунтах може проводитися 2 підживлення.

На забезпечених ґрунтах фосфорні та калійні добрива вносять восени під зяблеву оранку. На бідних ґрунтах вносять весною до сівби, особливо калій і магній, фосфорні добрива на таких ґрунтах можна вносити під попередник.

Норма внесення добрив під суріпицю яру складає $N_{60-80}P_{45-60}K_{60-90}$ (Юник, 2008). Фосфорно-калійні добрива вносять під основний обробіток ґрунту, азотні дробно: 50 % під основний обробіток ґрунту, 50 % – під передпосівну культивуацію.

Сівба. Суріпицю озиму сіють на 5–10 днів пізніше ріпаку озимого. В Лісостепу можливе проведення сівби до 10 вересня. Для доброї перезимівлі необхідно, щоб рослини суріпиці створили розетку із 6–8 листків. Оптимальна норма висіву насіння складає 1,2–1,4 млн. шт./га, глибина загортання – 1,5–2,0 см, спосіб сівби – рядковий.

Суріпицю яру сіють в перші строки сівби ранніх ярих зернових, як тільки дозволяє фізичний стан ґрунту. Оптимальна норма висіву насіння складає 1,6–1,8 млн. шт./га, глибина загортання – 1,5–2,0 см, спосіб сівби – рядковий.

До Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні не внесено препаратів для протруювання насіння, а

також стимуляторів росту суріпиці. Проте, за потреби у виробництві застосовують препарати, зареєстровані для ріпаку, напр. Максим XL (5 л/т). Для захисту від шкідників на початкових фазах росту, рекомендують використовувати протруювачами інсектицидної дії (Круїзер 350 FS, т.к.с. (4,0 л/т), Круїзер OSR, т.к.с. (15,0 л/т). Обробка насіння рекомендованими інсекто-фунгіцидними протруйниками дає можливість захищати проростки, сходи і молоді рослини на протязі 30–45 днів. Якщо посіви загущені, тоді застосовують післясходове боронування. Його слід проводити у фазі трьох-п'яти справжніх листків при втраті тургору рослинами.

Догляд за посівами майже не відрізняється від догляду за посівами ріпаку і включає контролювання рівня забур'яненості, захист від шкідників та хвороб. Основний спосіб контролювання рівня забур'яненості – агротехнічний. До Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні не внесено жодного гербіциду, дозволеного до використання на посівах суріпиці. Тому, ґрунтові гербіциди при вирощуванні культури не застосовують. Проти злакових бур'янів можливе післясходове внесення грамініцидів, а проти дводольних бур'янів – деякі препарати, рекомендовані до застосування на ріпаку.

Захист рослин від хвороб і шкідників здійснюється протягом усього періоду вегетації. Із хвороб найбільш поширеними є: чорна ніжка, несправжня борошниста роса (пероноспороз), альтернаріоз, фомоз, борошниста роса. За сприятливих умов для поширення й розвитку хвороб рекомендується застосовувати фунгіциди. Із шкідників найбільшої шкоди сходам суріпиці завдають хрестоцвіті блішки, в період активного росту та розвитку – ріпаківий квіткоїд, ріпаківий пильщик, капустяна попелиця. Захист рослин від шкідників – вирішальна умова одержання високих урожаїв насіння. Ефективними є Децис, 2,5% к.е., Карате 050 ЕС, к.е., Базудін, 600 EW, в.е, Сумі-альфа, 5% к.е., (0,3 л/га), Фастак, 10% к.е., (0,1–0,15 л/га), Біскайя 240 OD к.е., (0,3–0,4 л/га)

Збирання врожаю. При рівномірному дозріванні суріпицю збирають прямим комбайнуванням зернозбиральними комбайнами, пристосованими для збирання дрібнонасінних культур. За великої засміченості посівів, а також за нерівномірного дозрівання можливе застосування десикантів Баста, Реглон Супер. Обприскування проводять при побурінні 70–75 % стручків або вологості насіння 25–35 %.

ГІРЧИЦЯ БІЛА
Sinapis alba L.
ГІРЧИЦЯ СИЗА
Brassica juncea Czern.

Класифікація. *Sinapis alba L.*, (рис. 17) *Brassica juncea Czern* (рис. 26) ..– однорічні рослини родини *Капустяних (Brassicaceae)*

Хімічний склад. Цінні олійні культури. Насіння гірчиці білої містить 30–40 % слабковисихаючої жирної олії (йодне число 91–100), яка за якістю не

поступається соняшниковій, 32 % білку, 0,1–1,1 % ефірної олії. Окрім жирної олії насіння містить 1,5–2,5 % сінальбіну, який при розмелюванні насіння розщеплюється на глюкозу та р-гідроксibenцилову гірчичну олію. Олія гірчиці білої містить 24–57 % ерукової та 15–36 % олеїнової кислоти. Нові високоолеїнові сорти гірчиці білої містять 58–62 % олеїнової кислоти та є безеруковими. Потенціал урожайності у сучасних сортів сягає 4,0 т/га.

Насіння гірчиці сизої містить алілову гірчичну олію (1,1–1,5 %), що надає йому пекучий смак. Вміст жиру в насінні 30–44 % (йодне число 92–119), вміст ефірної олії – 0,5–1,7% (Kalenska et al., 2011). Жирна олія містить 28–34 % олеїнової, 20–45 % ерукової та 15–20 % лінолевої кислоти. Створено безерукові сорти з вмістом 40 % лінолевої та 13 % α -ліноленої кислоти. Олія за холодного пересування має приємний смак і широко використовується в консервній, хлібопекарській, кондитерській, маргариновій, миловарній, фармацевтичній промисловості. За гарячого пресування в олію попадає глюкозид синігрин, який має гострий запах та неприємний смак. Така олія іде на технічні цілі. З макухи сарептської гірчиці виробляють гірчичний порошок. Макуха містить алкалоїди синігрин та сінальбумін, тому без додаткової обробки її рекомендують використовувати в дуже обмеженій кількості.

Гірчична олія, особливо із сортів з високим вмістом олеїнової кислоти, є досить перспективним джерелом для виробництва біодизеля (Каленська, Юник, 2011). Гірчиця сиза як більш посухостійка культура є більш перспективною для посушливих регіонів, а біла – для регіонів із достатнім вологозабезпеченням.

Морфологічні особливості культури.

Коренева система стрижнева, у гірчиці сизої – з добре розвинутим боковим корінням, яке заглиблюється в ґрунт до 2,5 м, у гірчиці білої – менш розвинута з глибиною проникнення 1–1,5 м.

Стебло розгалужене, заввишки 60–150 см, у гірчиці сизої – округле, з восковим нальотом, у гірчиці білої – ребристе, вкрите шорсткими щетинистими волосками.

Листки – черешкові, ліроподібні, пірчасторозсічені, у гірчиці сизої – гладенькі, у гірчиці білої – вкриті шорсткими волосками.

Суцвіття – китиця, яка має 25–80 жовтих квіток з приємним запахом. Гірчиця сиза – факультативно перехреснозапильна рослина з переважаючим самозапиленням, зрідка запилюється комахами, гірчиця біла – перехреснозапильна культура, запилюється бджолами та вітром.

Плід – стручок, у гірчиці сизої – тонкий, лінійний, 3–5 см завдовжки з 16–28 насінинами, при досяганні легко розтріскується, у гірчиці білої – прямий або дугоподібний з коротким носиком, 2–4 см завдовжки з 4–8 насінинами, вкритий шорсткими волосками, носик плоду плоский, мечоподібний при досяганні не розтріскується.

Насіння у гірчиці сизої темно-буре, коричнево-сизе або жовте, овально-округле, поверхня сітчаста, маса 1000 насінин – 2–3,5 г, у гірчиці білої – жовте або кремового кольору, округле, з гладенькою поверхнею, маса 1000 насінин – 5–8 г, у воді дуже ослизнюється, гірке на смак.

Управління формуванням продуктивності культури

Місце в сівозміні. Маючи короткий вегетаційний період, гірчиця легко вводитьсь в сівозміну. Кращими попередниками гірчиці у сівозміні є озима та яра пшениця, культури чисті від бур'янів. Добрими попередниками є картопля та інші просапні культури, під які вносили органіку. Щоб запобігти масовому поширенню шкідників і хвороб, не слід сіяти гірчицю після культур родини капустяних (проте, гірчиці менше пошкоджуються шкідниками), на попереднє поле рекомендується повертати не раніше ніж через 5 років.

Обробіток ґрунту. Обробіток ґрунту під гірчицю здійснюють відповідно до умов вирощування культур. У Степу України ефективнішим є поліпшений зяблевий основний обробіток ґрунту. На полях, засмічених багаторічними бур'янами ефективно також застосування гербіцидів суцільної дії (Ураган, Раундап тощо), які застосовують по вегетуючих бур'янах після збирання попередника за два-три тижні до оранки. Оранку проводять у кінці вересня – початку жовтня на глибину 23–25 см.

Залежно від місця розміщення культури в сівозміні з метою енергоощадження можливе проведення дискування важкою дисковою бороною з глибиною обробітку не менше 16–18 см. Дискові знаряддя добре працюють на піщаних ґрунтах, гірше – на сухих, а також суглинистих ґрунтах. Розпушування на повну глибину орного шару можна провести обладнаними 2-ярусними стрілочастими лапами та плоскорізами. Для розпушування ґрунту ближче до поверхні можна застосовувати важкі культиватори, які розпушують і перемішують ґрунт.

Весняний обробіток ґрунту починають у перші дні польових робіт при настанні фізичної стиглості ґрунту із закриття вологи та проведенні передпосівного обробітку на глибину загортання насіння.

Удобрення. Гірчиця сарептська дуже чутлива до прямої дії мінеральних добрив і добре реагує на післядію органічних. Під зяблеву оранку вносить N_{45-60} P_{45-60} . На ґрунтах бідних калієм додають K_{45-60} . При сівбі в рядки вносять фосфорні добрива в дозі P_{15-20} які підвищують урожайність насіння і вихід олії на 20–22 %.

Рослини гірчиці білої чутливі до реакції ґрунту: на кислих ґрунтах утворюються лише слаборозвинені рослини з низькою врожайністю. Меліоранти вносять під попередник, базуючись на даних ґрунтового аналізу.

Особливу увагу слід привертати забезпеченню гірчиці сіркою, за браку якої відзначається різке зниження врожайності. Якщо в ґрунті міститься недостатня кількість сірки норма внесення складає 30 кг/га у формі добрив сірчанокислового амонію, сульфату калію.

Сівба. Для сівби використовують кондиційне насіння із схожістю не менше 85%, чистотою 98%, протруєне препаратами фунгіцидної та інсектицидної дії.

Оскільки гірчиця біла на відміну від сизої більш холодостійка та вологолюбна, сіють її в більш ранні строки, одночасно з ярими зерновими культурами услід за передпосівною культивацією (Шпаар та ін., 1999а, 1999б).

На забур'яненних полях строки сівби гірчиць рекомендують змістити на 7–10 днів від оптимальних строків з попереднім знищенням бур'янів передпосівною культивацією.

Сіють гірчицю звичайним рядковим способом, або широкорядним з шириною міжрядь 30–45 см.

Норма висіву при звичайному способі сівби 1,8–2,0 млн. сх. насінин/га (6–7 кг/га), при широкорядному посіві – 1,3–1,5 млн. сх. насінин/га (Каленська, Юник, 2018). Найвищу врожайність в Правобережному Лісостепу України гірчиця сарептська формує за сівби звичайним рядковим способом у II строк сівби (температура ґрунту на глибині 10 см 6–7 °С (I–II декада квітня) та нормі висіву 2,0 млн шт./га схожих насінин. За сівби гірчиці сарептської широкорядним способом норма висіву має становити 1,5 млн шт./га схожих насінин (Юник, 2017).

Глибина загортання насіння на легких та середніх ґрунтах 2,5–3 см, на важких – не більше 2 см. В умовах посушливої весни та при середніх строках сівби – 3–4 см.

Догляд за посівами. Услід за сівбою гірчиці ґрунт коткують кільчастозубчастими котками. Якщо утворюється ґрунтова кірка, її знищують боронуванням середніми та легкими боронами упоперек або по діагоналі рядків.

З усіх ярих олійних культур гірчиця біла має найшвидший стартовий ріст і завдяки цьому найвищу конкурентність до бур'янів. Як правило, вона добре (на відміну від гірчиці сизої) пригнічує бур'яни і не потрібно механічних та хімічних заходів їх контролювання. Проти однорічних та деяких багаторічних дводольних бур'янів у мікростадії розвитку культури ВВСН 12–14 рекомендується вносити гербіцид Галера Супер у нормі 0,2–0,3 л/га, проти злакових бур'янів – грамініциди.

Гірчиця мало вражується шкідниками та хворобами. Але в неї бувають ті ж самі шкідники й хвороби, які шкодять різною мірою ріпаку. Особливу увагу в період догляду за посівами приділяють своєчасному знищенню шкідників. У період повних сходів гірчиці краї посівів (шириною 20–25 м) обробляють інсектицидами з метою знищення хрестоцвітних блішок до їх розселення з місць зимування. У період бутонізації – початок цвітіння проти ріпакового квіткоїда за переходу ЕПШ обов'язковим є внесення інсектициду. Для захисту посівів від хвороб застосовують рекомендовані фунгіциди.

Збирання. Гірчиця сиза та гірчиця біла відрізняються між собою по здатності до осипання. Гірчиця біла характеризується меншою здатністю до осипання, а гірчиця сиза осипається більше, ніж ріпак. Проте, дощі можуть сильно змінити колір насіння і знизити його якість. Тому вибір строків, способів і технічних засобів збирання гірчиці мають визначальне значення для одержання кінцевих результатів.

З метою прискорення дозрівання насіння, а також за високої забур'яненості посівів гірчиці проводять десикацію посівів за два тижні до збирання врожаю одним із препаратів на основі гліфосату: Гліфоган, Домінатор, Раундап з нормою витрати – 3,0 л/га або препаратом Реглон Супер 150, в.р. (3,0 л/га). При

проведенні десикації знижується інтенсивність ураження посівів хворобами.

Гірчицю, як правило, збирають прямим комбайнуванням у фазу повної стиглості насіння. При цьому все насіння в стручках має жовте забарвлення й шелестить, а листки й стебла вже відмерли. Вологість насіння становить біля 10 %. Не допускається запізнення з термінами збирання. Щоб звести до мінімуму втрати при збиранні, рекомендується проводити скошування на високому зрізі (на 5–10 см нижче рівня стручків нижнього ярусу). Завдяки цьому не тільки зменшуються втрати, але й значно знижується вологість насіння і кількість домішок.

Можливе використання й роздільного способу збирання. Скошують у валки на початку воскової стиглості насіння. Коли рослини набувають жовтого кольору, нижні листки обпадають, на центральній гільці у верхній частині досягає 20–25 %, у нижній 55–60 % стручків, насіння має вологість 35–40 %. Висота зрізу при скошуванні 15–20 см. Валки обмолочують зерновими комбайнами через 3–4 дні після скошування за вологості насіння не вище 10–11% в ранкові, вечірні та нічні години.

ТИФОН ОЗИМИЙ

Brassica campestris f. biennis DC. x *B. rapa* L.

Класифікація. Тифон озимий *Brassica campestris f. biennis* DC. x *B. rapa* L. Відноситься до родини Капустяних (рис. 18).

Поширення. Гібрид турнепсу з китайською капустою, створений в 70-х роках ХХ ст. в Нідерландах.

Озима олійна рослина. Використовується як біоенергетична, сидеральна та кормова культура, поширена в північноєвропейських країнах, Франції та США. Тифон є найбільш продуктивним гібридом інтенсивного типу серед капустяних культур.

Рослини витримують короткочасне зниження температури повітря за відсутності снігу до -20°C . За наявності снігового покриву посіви витримують морози до $-25\dots-30^{\circ}\text{C}$. Рослини стійкі до посухи. Підвищена гібридна сила й невибагливість дозволяють вирощувати цю культуру повсюдно: починаючи від північних регіонів і закінчуючи зоною Степу. Умови для вирощування тифону в лісостеповій зоні та на Поліссі в останні два десятиліття суттєво поліпшилися у зв'язку з потеплінням.

Використання озимого тифону як олійної культури є досить перспективним (Каленська та ін, 2010). Тифон – високопродуктивна олійна культура. Урожайність насіння становить 2,5–3,5 т/га, вихід олії – 900–1200 кг/га (Блюм та ін., 2010). Високу урожайність насіння та великий вихід олії за вирощування тифону відмічають і інші дослідники (Царук, Рахметов, 2020). Олія тифону відзначається дуже високою теплоємністю (9450–9447 ккал/кг) (Рахметов, 2011). Завдяки високому виходу олії та її калорійності різні зразки тифону забезпечують великий вихід енергії з урожаю насіння (15,6– 18,8

Гкал/га). Серед них найвищим виходом вирізняються сорти Обрій та Фітопал (Рахметов, 2011, 2018).

Вирішальну роль для харчового напряму використання олії з насіння капустияних культур відіграє вміст ерукової кислоти. У більшості країн Європи харчову олію виробляють лише з сортів ріпаку, які містять її до 2 %. Водночас для отримання більш якісного дизельного біопалива ціннішими є сорти з високим умістом ерукової кислоти. І саме олія тифону характеризується високим умістом ерукової кислоти (Блюм та ін., 2016).

Морфологічні особливості культури

Коренева система. стрижневий, проникає в ґрунт до 2,0 м, слаборозгалужений, дещо тонший ніж у ріпаку.

Стебло пряме, галузиться, висотою 130–145 см.

Листки ліровидно-перисті, нижні черешкові, верхні – безчерешкові. Для успішної перезимівлі рослин необхідно, що вони до пізньої осені утворили розетку із 6–8 листків.

Суцвіття – китиця, що складається з 50–60 квіток світло-жовтого кольору.

Плід – стручок, в якому 25–30 насінин коричневого забарвлення. Маса 1000 насінин у озимих форм 3,5–4,0 г.

Управління формуванням продуктивності культури

Елементи технології вирощування тифону озимого суттєво не відрізняються від елементів технології вирощування ріпаку озимого. Вегетаційний період при вирощуванні на насіння – 280–290 днів.

Місце в сівозміні. Найвищі врожаї одержують за розміщення по пару, травах, зернових колосових і зернобобових культурах, ранній картоплі. Але при сучасній структурі посівних площ, коли 50% і більше займають зернові, ці культури є основними попередниками для озимих зернових. Тому озимий тифон висівають після озимого і ярого ячменю, озимої пшениці. На одне й те ж саме поле тифон потрібно вертати не раніше як через 4 роки. Не рекомендують сіяти тифон після бур'яків цукрових, оскільки виникає небезпека поширення нематоди, яка є шкідником для обох культур. Не розміщують культуру після соняшника та капустияних – гірчиці, редьки, капусти та ін.

Введення до сівозмін тифону відкриває унікальну можливість протягом вегетаційного періоду зменшити засміченість поля багаторічними дводольними та злаковими бур'янами, забур'яненість наступних культур знижується на 40–50 %. Окрім того, в сівозмінах, насичених зерновими культурами, ураженість рослин кореневими гнилями зменшується на 15–25 %. Як і всі капустияні, тифон залишає у ґрунті з кореневими рештками значну кількість рослинної біомаси, що є екологічно чистим природним добривом. Усе це робить його цінним попередником для інших польових культур, насамперед зернових.

Обробіток ґрунту. Для інтенсивного розвитку кореневої системи після всіх попередників рекомендується проводити оранку на глибину 22–25 см. Для

зниження затрат можлива заміна оранки безполицевим обробітком. Проте, це може призвести до підвищення рівня забур'яненості посівів.

Високоякісний передпосівний обробіток ґрунту – важлива технологічна умова при вирощуванні тифону. Для передпосівного обробітку використовують лише комбіновані агрегати, які забезпечують ущільнення верхнього шару ґрунту і створюють його дрібногрудочкувату структуру. Глибина ходу розпушувальних лап повинна відповідати глибині сівби і становити не більше 2–3 см.

Удобрення. Тифон потребує більшої кількості добрив, ніж зернові. Норма внесення мінеральних добрив залежить від попередника, родючості ґрунту і прогнатованого рівня врожайності. Середніми нормами внесення добрив є $N_{60-80}P_{45-60}K_{60-90}$. Фосфорні і калійні добрива вносяться під оранку чи культивуацію, азотні добрива (N_{25-30}) вносять перед сівбою лише після зернових попередників. Надмірне азотне живлення в осінній період погіршує перезимівлю рослин.

Перше підживлення азотними добривами проводять на початку відновлення весняної вегетації. При внесенні загальної норми більше рекомендується друге підживлення через 14–20 днів.

Веgetативна маса озимого тифону інтенсивно наростає впродовж 2–3 тижнів після відновлення вегетації і в цей період потрібно найбільше азоту. Тому, майже 70–80 % азоту вноситься в перші два тижні весняного росту. Підвищені вимоги до забезпечення азотом є також під час росту генеративних органів і формування насіння.

Сівба. Оптимальні строки сівби тифону озимого – 15–30 серпня. Допустимі строки – 10 серпня – 5 вересня. В Степу можливе проведення сівби до 10 вересня. Оптимальна норма висіву насіння складає 0,8–1,0 млн. шт./га, глибина заготання – 1,5–2,0 см, спосіб сівби – рядковий.

За технологіями, що застосовуються в країнах Західної Європи, навесні на 1 м² повинно бути 40–50 рослин. В Україні рекомендується 60–80 рослин/м².

До Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні не внесено препаратів для протруювання насіння тифону. Проте, за потреби у виробництві застосовують препарати, зареєстровані для ріпаку, напр. Максим XL (5 л/т). Для захисту від шкідників на початкових фазах росту, рекомендують використовувати протруювачами інсектицидної дії (Круїзер 350 FS, т.к.с. (4,0 л/т), Круїзер OSR, т.к.с. (15,0 л/т).

Догляд за посівами майже не відрізняється від догляду за посівами ріпаку і включає контролювання рівня забур'яненості, захист від шкідників та хвороб. Основним заходом контролювання рівня забур'яненості залишається чітке дотримання технологій вирощування сільськогосподарських культур та система сівозмін. До Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні не внесено жодного гербіциду, дозволеного до використання на посівах тифону. Тому, ґрунтові гербіциди при вирощуванні культури не застосовують. Проти злакових бур'янів можливе післясходове внесення грамініцидів, а проти дводольних бур'янів – деякі препарати, рекомендовані до застосування на ріпаку.

Тифон озимий завдяки своїм біологічним особливостям добре конкурує з бур'янами в період вегетації. Це створює добрі передумови для одержання високої продуктивності цієї культури без додаткових затрат на відповідні заходи боротьби з бур'янами. Але при порушенні певних технологічних параметрів, розміщені її після сильно забур'янених попередників виникає потреба застосувати додаткові заходи захисту. Особливо важливо забезпечити чистоту посівів в ранні фази її росту.

Шкідники та заходи захисту посівів. Значний недобір урожаю спричиняють шкідники. Вони безпосередньо пошкоджують рослини, а пошкоджуючи й травмуючи їх, створюють передумови для розвитку хвороб. Найбільшої шкоди завдають – хрестоцвіті блішки, квіткоїд, ріпаковий пильщик, прихованохоботники (стручковий, стебловий), капустяна попелиця.

Хрестоцвіті блішки найбільшої шкоди посівам завдають в період сходів. Основні заходи боротьби з цими шкідниками – знищення бур'янів з родини капустяних, якісна підготовка ґрунту, сівба в оптимальні строки та хімічні обробки посівів рекомендованими препаратами. Дуже важливо сімбу проводити насінням, обробленим препаратами інсектицидної дії.

Прихованохоботники (ріпаковий, хрестоцвітій, стебловий) Ці шкідники розвиваються й завдають шкоди навесні та протягом вегетації. З місць зимівлі жуки виходять при температурі +6 °С, а їх масовий літ відбувається при температурі +10...+12 °С (початок квітня). У місцях пошкоджень рослин прихованохоботниками інтенсивніше розвиваються грибкові хвороби. Рослини, пошкоджені цими шкідниками, дуже добре помітні в період досягання та перед збиранням урожаю. Такі посіви можуть сильно вилягати. Поріг шкодочинності прихованохоботників – 2 жуки на 25 рослин. Обробку посівів інсектицидами необхідно проводити після обстеження та виявлення масового виходу шкідників (орієнтовний термін – I-II декада квітня).

Ріпаковий квіткоїд – це один із найпоширеніших та найнебезпечніших шкідників. На посівах з'являється в фазу бутонізації. Поріг шкодочинності – 3 жуки на одну рослину. Для захисту від квіткоїду рекомендується застосовувати піретроїдні інсектициди, проводячи одне-два обприскування посівів (із зміною препаратів) до початку цвітіння, щоб запобігти знищенню бджіл. Ефективними є Карате 050 ЕС, к.е., Базудін, 600 EW, в.е, Біскайя 240 OD к.е., (0,3–0,4 л/га).

Хвороби та заходи захисту посівів. Із хвороб найбільш поширеними є: чорна ніжка, несправжня борошниста роса (пероноспороз), альтернаріоз, фомоз, борошниста роса. Хвороби завдають меншої шкоди рослинам порівняно з шкідниками. Проте за недотримання основних вимог технології (попередник, оранка, якість сівби) в окремі роки хвороби можуть різко знижувати врожайність культури. За сприятливих умов для поширення й розвитку хвороб рекомендується застосовувати фунгіциди.

Збирання врожаю. У тифону є одна досить корисна відмінність від ріпаку та суріпиці: під час дозрівання його стручки не розтріскуються, що в свою чергу значно зменшує втрати насіння при збиранні. Тифон озимий дозріває приблизно в ті ж строки, що й більшість сортів ріпаку озимого. Збирають його прямим

комбайнуванням зернозбиральними комбайнами, пристосованими для збирання дрібнонасінних культур. За великої засміченості посівів, а також за нерівномірного дозрівання можливе застосування десикантів Баста, Реглон Супер. Обприскування проводять при побурінні 70–75 % стручків або вологості насіння 25–35 %.

ЛЬОН ОЛІЙНИЙ

Linum usitatissimum L.

Класифікація. Льон олійний (*Linum usitatissimum*) (рис.19) належить до родини Льонових (Linaceae). Родина включає 22 роди, у виробництві використовується переважно один рід *Linum L.*, що об'єднує 200 видів, серед яких є одно- та багаторічні рослини.

Поширення та виробництво. Площі під льоном олійним на сьогодні у світі складають більше 3,5 млн. га. Найбільші площі під культурою зайняті у США (1360 тис. га), Канаді (812 тис. га), Індії (930 тис. га) та Аргентині (101 тис. га). Варто зазначити, що аналіз показників виробництва льону в останні роки в Україні показав зниження площ посівів: 2009 року льоном олійним було засіяно 40,8 тис. га, 2010 р. — 58,9, 2011 р. — 60,3, 2012 р. — 55,8, 2013 р. — 46,1, 2014 р. — 33,7, 2015 р. — 62,2, 2016 р. — 66,8, 2017 р. — 47,3, 2018 р. — 31,5, 2019 р. — 17,7 тис. га.

Основні посіви на території України зосереджені в Херсонській, миколаївській, Луганській та Запорізькій областях. Хоча спостерігається розширення площ і в областях центрального регіону.

Хімічний склад. Насіння льону у своєму складі містить олію жирну 30– 48 % (гліцериди лінолевої – 35–40 %, ліолевої – 25–35 %, олеїнової 15–20 %, пальмітинової – 5,7 % та стеаринової 3 % кислот), білок – 24 %, слиз – 12 %, глікозид лінамарін, вуглеводи, органічні кислоти, ферменти, аскорбінову кислоту та каротин, вітаміни А, Е, ферменти, досить велику кількість міді, марганцю, цинку (Столярчук, 2018).

Використання. Олія льону олійного використовується для виробництва біодизелю. Дослідження науковців виявили можливість виділення неорієнтованого волокна зі стеблової частини льону олійного. Таке волокно може використовуватися для виготовлення нетканих матеріалів (геотекстиль, теплоізоляційні матеріали) та композиційних матеріалів. Таким чином, у результаті первинної обробки стебел льону олійного отримують два цінних продукти: коротке неорієнтоване волокно та кострицю, яку можна використовувати для виготовлення тепло- та звукоізоляційних плит, будівельних матеріалів, добрива, кормових добавок та твердого палива. При цьому кострицю можна використовувати як паливо без додаткової переробки (опалення виробничих приміщень льонопереробних підприємств) або виготовляти з неї паливні брикети чи пеллети.

Льон олійний знайшов застосування у харчовій, медичній, косметичній, фармацевтичній промисловостях.

Макуху (6 до 12% жиру, 33–38% протеїну, 9% клітковини) використовують у кормовиробництві (1 кг відповідає 1,15 к. о. і містить 260 г перетравного протеїну).

Морфологічні особливості культури. Для одержання олії вирощують різновидності культурного льону межеумок і кучерявець.

Коренева система – стрижнева, з головним коренем довжиною понад 1 м. Головний корінь утворює по всій довжині бічне коріння від першого до шостого порядку. Корені першого порядку густо розміщені у шарі ґрунту 30 см. Коренева система льону складає 10–15 % надземної маси рослини

Стебло – тонке, гладеньке циліндричне в поперечному розрізі 20–120 см, яке розгалуджується від основи по всій довжині, сизо–зеленого забарвлення.

Листки – ланцетні, цілокраї, гладенькі, сидячі, з почерговим розміщенням на стеблі, зеленого або сизого кольору із восковим нальотом.

Суцвіття – зонтикоподібна китиця. Суцвіття розміщуються на верхівці стебла та його бічних галузженнях.

Насіння – яйцеподібної форми із загнутим носиком, коричневого кольору. Поверхня насінини блискуча, гладенька. Довжина – 3,2–4,8 мм, ширина 1,5 – 2,2 мм. Маса 1000 насінин 3,5–6,5 г.

Квітка п'ятірного типу, симетрична. Вона складається із чашечки (п'ять загострених чашолистків зеленого кольору), віночка (п'ять пелюсток блакитного кольору, звужених до основи), п'яти тичинок та п'ятигніздої зав'язі. Льон є самоzapильною рослиною.

Плід – п'ятигнізда коробочка, загострена вгорі. Коробочка поділяється на п'ять гнізд повними перегородками, Кожне гніздо поділене неповною перегородкою на 2 частини, у кожній з яких утворюється по одній насінині. Максимальна кількість насінин у коробочці – 10.

Фенологія. Біологічні особливості льону олійного дозволяють вирощувати його у всіх ґрунтово–кліматичних зонах України. Культура невибаглива до тепла. Насіння проростає за 3–4 °С. За температурних показників на рівні 6 °С сходи з'являються на 8–10 день. Сходи витримують заморозки до мінус 3–4 °С. Критичні період по відношенню до температурного режиму припадають на період дозрівання, коли рослини потребують 20–22 °С. Сума активних температур для росту та розвтку льону складає 1600–1800 °С.

Льон – рослина довгого світлового дня, не дуже вибаглива до тепла. Насіння льону починає поростати при температурі 3–4 °С, а сходи з'являються при температурі повітря 6 °С вже 8–10–й день. Сходи льону витримують на весні заморозки до мінус 3–4 °С, а рослини двотижневого віку – навіть до мінус 6 °С. Найбільше тепла і сонячних днів потребує під час досягання (20–22 °С). Сума середньодобових температур за вегетацію складає 1600–1800 °С.

По відношенню до вологи менш вимогливий ніж льон–довгунець. До цвітіння здатен переносити посушливі умови. Критичним періодом по відношенню до вологи є період бутонізації–цвітіння. Транспіраційний коефіцієнт складає 420–690. Насіння для проростання потребує 140 % води до власної маси. Тривалість вегетаційного періоду льону олійного складає 75–125

днів. Фази росту: сходи, “ялинка”, бутонізація, цвітіння, досягання.

Управління формуванням продуктивністю культури

Місце в сівозміні. Рекомендованими попередниками культури є пшениця озима, пшениця яра по чорному пару, кукурудза, картопля. Не рекомендуються вирощувати льон олійний після соняшнику та рицину. На попереднє місце повертають культуру через 6–8 років. Льон олійний є добрим попередником озимих та ярих культур.

Обробіток ґрунту. Основний обробіток визначається попередником, ґрунтовими умовами та забур'яненістю. За наявності однорічних бур'янів проводять ранню оранку плугами з передплужниками або застосовують однодворазове лушення стерні та оранку на зяб на глибину 20–22 см; копенепаросткових – проводять лушення дисковими лушильниками на глибину 6–8 см з подальшим проведенням за появи бур'янів повторного лушення лемішними або дисковими знаряддями на глибину 10–12 см та зяблевою оранкою на 25–27 см.

Удобрення. Шляхом регулювання рівня мінерального живлення можна суттєво впливати на формування врожаю насіння льону олійного, який є чутливим до застосування добрив. Середні норми внесення добрив складають: азоту – 45–60, фосфору – 45–60 та калію – 45 кг/га. Фосфорні та калійні добрива застосовують під основний обробіток, азотні – під весняну культивуацію. Частину фосфорних добрив (10–15 % норми) вносять у рядки при сівбі. За потреби проводять підживлення у фазі «ялинка» фосфорними добривами. Застосування азотних добрив у надлишку призводить до вилягання, знижує вміст жиру та підвищує вміст протеїну у насінні (Локоть, Гриник, 2004).

Сівба. Культура належить до рослин раннього строку сівби. За визначення строків сівби приймають до уваги зволоженість ґрунту з метою врахування можливості утворення після сівби кірки.

Для сівби використовують кондиційне насіння. Перед сівбою насіння протруюють препаратами, що містять тирам 200 г/л + карбоксін 200 г/л у розрахунку 2–3 л/т насіння.

Норма висіву – 5–6 млн/га схожих насінин (50–60 кг/га) за звичайного рядкового способу сівби та 3,5–4 млн/га (35–40 кг/га) за широкорядного способу сівби з шириною міжрядь 45 см (Каленська, Столярчук, 2018).

Сівбу проводять сівамками СЗ–3,6, СЗТ–3,6, СЗЛ–3,6.

Глибина загортання насіння 2–3 см. За посушливих умов – 4–5 см.

Догляд за посівами. Догляд за посівами включає проведення боронування з метою руйнування ґрунтової кірки після сівби впоперек напрямку сівби, за широкорядного способу сівби – шарування міжрядь однобічними лапами–бритвами. Впродовж вегетації на посівах з широкорядним способом сівби проводять 2–3 розпушування міжрядь. З метою контролю чисельності бур'янів застосовують гербіциди: до сівби – на основі д.р. 960 г/л с–метолахлор, у фазі «ялинка» – препарати на основі д.р. МЦПА у формі солей диметиламіної,

натрію та калію, 500 г/л та бентазон: 480 г/л.

Впродовж вегетації льон олійний мало вражається хворобами та пошкоджується шкідниками. Найефективнішими засобами боротьби з шкідниками та хворобами є застосування агротехнічних, хімічних і біологічних заходів. Посіви культури можуть пошкоджуватися льоновими блішками, трипсами, листокрутками льоновими гусеницями совок. Основними заходами, що запобігають засеюванню шкідниками є застосування якісної обробки ґрунту, ранні строки сівби, ефективні заходи боротьби із шкідниками, дотримання ізоляції (Кулик, 2017).

У період вегетації культура уражається хворобами (фузаріозом, поліспорозом, антракнозом, бактеріозом, аскохітоз та ін). Запобігти ураженню хворобами дозволить застосування якісного посівного матеріалу, обробка його протруйниками, оптимальні строки сівби культури.

Збирання. Культуру збирають одно- або двофазним способом. За однофазного збирання спостерігаються значні втрати у результаті неповного вимолочування недозрілого насіння.

За роздільного способу поліпшується якість зібраної продукції. Скошування починають за 10–12 днів до побуріння 50–75 % коробочок за вологості насіння – 25–35 % з висотою зрізу стерні 12–14 см.

Одержання насіння високої якості забезпечує збирання льону олійного за пізньої повної стиглості (насіння шелестить у коробочках та легко витирається з коробочки та не роздавлюється). Вологість повинна бути в межах 8–13 %.

При нерівномірному досяганні посівів проводять десикацію для передзбирального підсушування й прискорення дозрівання. Для десикації використовують препарати з д. р. дикват іону, глюфосинат амонію, гліфосат калію. Через 8–14 днів після десикації починають збирання.

ЧУФА

Cyperus esculentus L.

Класифікація. Чуфа (*Cyperus esculentus*), смикавець їстівний, земляний мигдаль, тигровий горіх, земляний горіх є представником родини *Осокових* (*Cyperaceae*). Чуфа – багаторічна трав'яниста рослина (рис. 20).

Поширення та виробництво. Поширена культура у природі у Північній півкулі від субтропіків до помірного поясу. Батьківщина – Північна Африка та країни Середземномор'я.

Вирощують у Північній і Південній Африці, на півдні Європи, в Іспанії, Португалії та Італії (острів Сицилія). Починаючи з середини ХІХ століття, її стали культивувати в Південній Америці та США.

В Україні перші дослідження з вивчення чуфи проводили під Херсоном у 1932–1939 рр. (проф. П. Підгірський та А. Косарський).

У флорі України рід *Cyperus* L. представлено сімома видами: *C. glaber*, *C. glomeratus*, *C. fuscus*, *C. diffornius*, *C. badius*, *C. longus*, *C. esculentus*. Більшість перерахованих видів зустрічається на Півдні України, на південному березі

Криму й практичного значення не має. *S. esculentus* походить із долини Нілу і є давньою сільськогосподарською культурою. Це єдиний культурний вид роду *Syperus* (Каленська та ін., 2010).

Хімічний склад. Бульби чуфи у своєму складі містять 20–27 % жирів, 15–20 % цукрози, 25–30 % крохмалистих речовин, до 4 % білку. Вона містить ряд мікроелементів: йод, натрій, калій, мідь, селен, цинк, вітаміни групи В, А, С, Е. Чуфа не містить глютен, тому горіх можуть вживати люди, які не сприймають глютен.

Використання. Завдяки високому вмісту жирів (вихід з га – 920–3200 кг олії) чуфа є перспективною культурою у фітоенергетиці.

Чуфу використовують у кондитерській промисловості (горішки або маслянистий субстрат). Масло використовують у медицині та косметології (мило, шампуні, відвари, настоянки). Є сировиною для якісного сурогату кави. Жорстке листя є сировиною для виготовлення декоративного посуду.

Морфологічні особливості культури

Коренева система – добре розвинута, має велику кількість тонких кореневищ, на яких формується велика кількість довгастих бульбочок невеликого розміру (довжина до 3 см, ширина – 0,5–1 см) від світло– до темно–коричневого з жовтуватим або рожевим відтінком з поперечними борозенками (3–6 штук). М'якоть бульбочок білого кольору. Вони мають солодкий смак, тверду, хрумку консистенцію.

Стебла – тонкі, прямі, у поперечному розрізі тригранні. Ростуть від бульбочок.

Листки – лінійні, шириною 3–10 мм.

Квіти – дрібні, двостатеві, зібрані у суцвіття зонтик. Запилюються вітром.

Фенологія. За вирощування культури у помірних широтах, рослини не формують генеративних органів (не відбувається цвітіння).

Чуфа належить до світлолюбних (геліофітів), стенотермних рослин. За вологозабезпеченістю – до мезофітів. Вона є рослиною незасолених ґрунтів (глікофітом).

Рослина є тепло та вологолюбною. В умовах надмірної вологи формує низький та низькоякісний урожай бульбочок.

Мінімальна температура для формування сходів складає 10 °С, оптимальна – 17 °С. Рослина пристосована для вирощування на всій території України. За середньої добової температури ґрунту на рівні 13 °С сходи з'являються на 28–й день, а за 24 °С – на шостий–сьомий.

Вимоглива до вологи. За оптимальних умов сходи формуються впродовж 10–15 днів.

Тривалість вегетації чуфи становить 105–150 діб, залежно від форм та сортових особливостей. Урожайність визначається забезпеченістю ґрунту елементами живлення та варіює у діапазоні 2–12 т/га (у середньому 4–5 т/га) (Каленська та ін., 2010).

Управління формуванням продуктивністю культури

Місце в сівозміні. Чуфа не вимоглива до попередників. Добрими попередниками є озимі зернові культури, зернобобові, однорічні і багаторічні трави, кукурудза на силос. Кращі попередники на Поліссі – люпин на зелене добриво та зерно, льон, озимі зернові, багаторічні трави. Вирощують її як монокультуру, проте це спричиняє розвиток хвороб та шкідників, що призводить до зниження врожаю на 30 % і більше. Повертати на попереднє місце рекомендують через 3–5 років.

Обробіток ґрунту. Кращими ґрунтами є ґрунти легкого механічного складу. Обробіток ґрунту включає осінню оранку (не менше 20 см).

Удобрення. Під зяблеву оранку рекомендується вносити гній (40–50 т/га) або торфокомпост, 250 кг суперфосфату, 150 кг калійної солі, навесні перед культивуацією – 150 кг аміачної селітри.

Сівба. Сівбу проводять, коли зникає загроза заморозків. Перед сівбою бульбочки замочують. Сівбу проводять овочевими, кукурудзяними або зерновими сівалками. Схожість бульб є досить високою – 98–100%.

Глибина заробки посадкового матеріалу – від 2–3 до 8 см (у середньому – 5–6 см).

Норма висіву за широкорядного способу сівби з міжряддями 70 см – 70–80 кг, за ширини 45 см – 120–150 кг сухих бульб.

Можна висаджувати рослини й розсадою. Пророслі бульби саджають у торфоперегнійні горщики, стаканчики, заповнені ґрунтом. Розсаду висаджують за схемою розміщення 70 x 10 сантиметрів.

Догляд за посівами. Включає до сходове боронування, прополювання, розпушування міжряд (3 культивуації), проріджування у рядках (15 см між рослинами). В умовах зрошення – 8–10 поливів.

Збирання. Збирають бульби чуфи у вересні–жовтні за пожовтіння бадилля. Спочатку проводять скошування стебел, потім підкопування рядів та струшування бульб.

Процеси збирання й очищення бульбочок від ґрунту недостатньо механізовані.

Після збирання бульби сушать на сонці чи в сушарках. Відсортовані й очищені бульби досушують до вологості – 10–15 %) шаром до 1,5 м або в мішках. Сирі бульби під час зберігання легко самозігріваються, пліснявіють і стають непридатними для вживання. Схожість бульб зберігається три–чотири роки.

РИЦИНА *Ricinus communis L.*

Класифікація. Рицина є монотипним родом групи олійних культур з родини молочайних, який включає лише один вид – рицину звичайну (*Ricinus communis L.*) В Україні вирощують рицину двох підвидів: **персидського** (*Ricinus*

microcarpus ssp. persicus g. Pop.) і **сангвінеус** (*Ricinus macrocarpus ssp. sanguineus g. Pop.*) (рис. 21).

Поширення та виробництво. Культура походить із Африки. На території України її вирощують з 1920-х рр. Насіння рицини було знайдене в гробницях єгипетських фараонів, похованих в IV–III ст. до н. е. Римляни іменували її «рицину», що означає «кліщ»: насіння схоже на нього. Звідси і походить родова назва рицини.

Рослини рицини до 10 м висотою зустрічаються в Ефіопії і вздовж узбережжя Індійського океану. З Африки окультурена рицина поширилася в Азію і передусім в Індію. Індія є нині у світі лідером з виробництва та експорту олії із насіння рицини.

У Європі інтерес до рицини з'явився лише у кінці XVIII століття. Вона була завезена англійцями у Лондон зі своїх південних колоній. Бурхливий розвиток техніки в XIX ст. й авіації на початку XX ст. призвели до різкого збільшення попиту на рицинову олію.

На території України рицину вирощують із XIX ст. Її культивують як олійну та декоративну рослину. Культивують рицину переважно в південних областях: Херсонській, Запорізькій, Миколаївській, Дніпропетровській та у Криму.

Основні площі посівів рицини зосереджені в Індії, Китаї, Бразилії, Аргентині. Сіють рицину в деяких країнах Європи (Італія, Угорщина, Румунія, Болгарія).

Хімічний склад. До складу насіння рицини входить 55 % жирної невисихаючої олії, понад 15 % білкових речовин, 10–12 % безазотистих речовин, 18 % клітковини та 0,1–1,0% алкалоїду рициніну. До складу рицинової олії входить однокислотний три гліцерид рицинової кислоти, який складає до 85 %. Тоді, як олеїнова кислота – 9 %, лінолева 3 %, стеаринова, диоксистеаринова кислоти, гліцерин до 0,4 %.

Використання. Рицинова олія є високоякісною та широкодіапазонною сировиною для органічного синтезу. Крім того, вперше отримано реакцію етерифікації рицинової олії, що підтверджує доцільність її використання під час виробництва біодизеля (Каленська та ін., 2010; Дідур, 2010).

Вирощують як декоративну рослину. Рицинову олію використовують у медицині, авіації, хімічній, текстильній, поліграфічній, електротехнічній, парфумерній та інших видах промисловості. В Україні посіви рицини поширені у східному Степу (головним чином в Запорізькій області). Олія з рицини найкращим мастилом для авіаційних і ракетних двигунів, механізмів, що працюють у складних умовах.

Макуха рицини отруйна незалежно від способу виготовлення, для годівлі тварин (крім лисиць) без спеціальної обробки (детоксикації) вона непридатна. Містить близько 45% білка і є цінною сировиною для виготовлення клею, який використовують у деревообробній та інших галузях промисловості. У сільському господарстві з рицинової макухи виготовляють принади для шкідників та вносять її у ґрунт як добриво (містить близько 7% азоту та 1,7% фосфорної кислоти).

Стебла мають до 7–10% грубого волокна, придатного для виготовлення канатів, шпагату (Кулик, 2017).

Морфологічні особливості культури. У країнах із тропічним та субтропічним кліматом вона росте та розвивається як багаторічна рослина з деревоподібним стеблом до 10–12 м заввишки та 20 см у діаметрі. Тривалість життя її тут досягає 10 років. У районах із помірним кліматом (південь України) рицину вирощують як однорічну рослину 1–3 м заввишки.

Стебло рицини колінчасте, прямостояче, порожнисте, розгалужене, червоного, фіолетового, зеленого кольору.

Листки має чергове розміщення на стеблі, великі за розміром, черешкові. Довжина черешків сягає до 60 см. Листки пальчаторозсічені на 5–11 лопатей. Лопаті яйцеподібно–видовжені, загострені, нерівно зубчасті.

Суцвіття – китиці, які розміщені на кінцях стубла та у пазухах листків, довжтноюдо 70 см.

Квітки одностатеві, однодомні, зібрані у групи. Тичинкові квіти розміщені у нижній частині суцвіття, маточкові – у верхній. Оцвітина проста, 3–5–роздільна, забарвлена залежно від форми і сорту.

Плід – овально–куляста тригнізда коробочка.

Насіння овальної форми, зі спинки – опукле. З з черевця – плескате. з гладенькою блискуною мозаїчною облонкою й довгастим швом посередині.

Колір насіння може бути сірим, сіро–блакитним, світло– або темно–червоним.

Фенологія. Рицина теплолюбна рослини. Насіння проростає за температури 12–13 °С. Оптимальною температурою для проростання є 16–18 °С. Сходи рицини гинуть при заморозках мінус 1 °С. А восени рослини не витримують зниження температури до мінус 3 °С. Середня температура повітря в період після сходів повинна бути не нижче 15 °С, а під час цвітіння – не нижче 20°С. Оптимальні температури для росту та розвитку рицини 25 –30 °С.

Для формування нормального врожаю необхідно 3000–3500 °С активних середньодобових температур.

Оптимальна вологість ґрунту коливається у межах 70–80 % НВ. Рослини потребують за період вегетації 180–200 мм опадів. Транспіраційний коефіцієнт 300–630.

Рицина – світлолюбна рослина короткого дня. Нестача світла в період формування генеративних органів негативно позначається на її продуктивності. Тривалість вегетаційного періоду становить від 95 до 120 днів. Найбільшої кількості води рослини потребують у фазі цвітіння та наливу насіння. У цей період, який у рицини є критичним, під час посухи відмирає листя, обпадають квітки та коробочки.

Ріст та розвиток рослин рицини від сходів до формування центральних суцвіть повільний, що спричиняє низьку конкурентну спроможність культури та призводить до зниження продуктивності культури (Каленська та ін., 2010).

Управління формуванням продуктивністю культури

Місце в сівозміні. Рицину рекомендовано вирощувати після однорічних трав, зернобобових та овочевих культур, буряків цукрових та кормових, кукурудзи. На попереднє місце культуру повертають через 6–8 років.

Обробіток ґрунту. Основний обробіток проводять з врахуванням попередника та забур'яненості поля. На полях, чистих від коренепаросткових бур'янів, рекомендується застосування поліпшеного зябу. Він включає два дискові лушення стерні на 6–8, 8–10 см і оранку на глибину 25–27 чи 28–30 см.

При забур'яненні коренепаростковими бур'янами, застосовують пошаровий обробіток, який складається з раннього дискового лушення на 8–10 см, повторного лемішного лушення на 10–12 см і оранки на 30–32 см після повторного відростання багаторічників.

Ефективний спосіб боротьби з коренепаростковими бур'янами – застосування гербіцидів (д.р. гліфосат калію) за 2–3 тижні до проведення основного обробітку ґрунту. Максимальний ефект одержують у тому випадку, коли хімічній обробці підлягають добре відрослі паростки бур'янів.

За вирощування рицини на полях, схильних до вітрової ерозії, застосовують систему плоскорізного обробітку з використанням культиваторів–плоскорізів і глибокорозпушувачів. Навесні на таких полях обов'язкове застосування гербіциди (д.р. трифлурамін).

Весняний обробіток ґрунту рекомендується обмежувати боронуванням і однією передпосівною культивацією. На ґрунтах, схильних до заплівання, а також погано вирівняного з осені зябу і полях, засмічених падалицею озимих культур або зимуючими бур'янами, необхідно проводити дві культивації – рано навесні та перед сівбою на глибину загортання насіння.

Удобрення. Оптимальною реакцією ґрунтового розчинку для вирощування рицини є ґрунти з рН 6–7,3. Для формування 1 ц насіння культура виносить із ґрунту 6,4–6,8 кг азоту, 1,4–2 кг фосфору, 5,2–5,6 г калію.

Рицина чутлива до застосування органічних (вносять 20–40 т/га під зяблеву оранку) та мінеральних добрив ($N_{60-90}P_{90-120}$). Норми внесення мінеральних добрив визначаються типом ґрунту, його забезпеченістю елементами живлення та плановою урожайністю культури. Фосфорні добрива вносять восени під оранку, азотні – під передпосівну культивацію. Ефективним є внесення добрив при сівбі у розрахунку – $N_{10}P_{10-15}$.

Дози азотних та фосфорних добрив за вирощування їх в умовах зрошення збільшують до 90–120 кг/га.

Сівба. Для сівби використовують відсортоване і відкаліброване насіння районованих сортів, схожістю не нижче 85%, чистотою – 98%. Перед сівбою насіння прогрівають на сонці та протруюють.

Строки сівби – за прогрівання ґрунту на глибину загортання насіння до 10–12°C. При застосуванні ґрунтових гербіцидів – 8–10 °C.

Сівбу проводять пунктирним способом з шириною міжряддя – 70 см (сівалки СПЧ–6М, СУПН–8С, СУПН–12 або СПЧ–6М).

За визначення норми добрив враховують рекомендовану густоту стояння рослин на період збору для конкретного сорту культури (30–50 тис./га, зрошення – 50–60 тис./га). За проведення розрахунків враховуємо польову схожість посівного матеріалу та пошкодження рослин впродовж вегетації (норма висіву перевищує рекомендовану густоту на період збирання на 25–30 %).

Глибина загортання насіння – 6–8 см, у посушливих умовах – 8–10 см.

Догляд за посівами. Догляд за посівами рицини передбачає проведення досходового боронування упоперек посіву зубовими боронами та післясходового (2–3 справжні листки) у денні години. За появи бур'янів проводять міжрядні обробітки на глибину 6–8 см з одночасним засипанням їх та підгортанням рослин. З метою пришвидшення досягання рекомендується проводити чеканку рицини (видалення верхівкової точки росту головного пагону), яка припадає на період формування 4–5 справжніх листків. Чеканка стимулює розвиток китиць першого порядку та сприяє прискоренню дозрівання культури.

Для боротьби з мікроспорозом, альтернаріозом, фітофторозом, церкоспорозом та іншими хворобами протягом вегетації рицину два рази обприскують 1%–ю бордоською рідиною або її замінниками. За появи ознак сірої, білої або чорної гнилей проводять третє обприскування, але не пізніше ніж за 20 днів до збирання культури.

Проти піщаного мідляка застосовують препарати з д.р. метафос (0,7–1 л/га), а проти лучного метелика з д. р. О,О–диетилтіофосфорилилоксамінофенілнітрил оцтової кислоти (1–1,5 л/га).

Для прискорення дозрівання проведення десикації препаратами з д.р. дикват (3–4 л/га) або хлорат магнію за температури не нижче 16–18 °С.

Рицина добре реагує на зрошення, яке підвищує її урожайність майже удвічі. Поливна норма при поливі по борознах становить 300–600 м³/га води.

Збирання. Після проведення десикації препаратами з д. р. дикват або хлорат магнію збирання врожаю проводять через 5–10 днів.

Збирання врожаю проводять рицинозбиральними комбайнами ККС–6 і ККС–8 з правильно відрегульованими механізмами, що забезпечують якісний збір.

Зволікання із збиранням після десикації призводить до втрат врожаю на 10–17 % (1–2 дні), на 41–52 % (1,5 – 2 місяці).

Сорти рицини, на рослинах яких коробочки не розтріскуються, збирають однофазним способом рицинозбиральним комбайном ККС–6. При цьому одержують 80 % чистого насіння та до 20% недозрілих коробочок. Чисте насіння очищують, сортують і підсушують до вологості 12%.

Насінну рицину сушать за температури 35–40°С, а товарну – 65–75°С.

Зберігають насіння при вологості не вище 10°С.

САФЛОР *Carthamus tinctorius* L.

Класифікація. Сафлор *Carthamus tinctorius* L. однорічна (рис. 22) рослина родини Айстрових Asteraceae. Рід *Carthamus* L. об'єднує 19 видів, з яких один культурний *C. tinctorius*.

Поширення. Сафлор вирощують у 60 країнах. На сьогодні його валові збори в світі складають близько 600 тис. т. В Україні площа посівів незначна – близько 5 тис. га. (в основному, в Херсонській області). Посіви сафлору мають перспективи розширення до 100 тис. га, в першу чергу за рахунок площ у південній частині України, які сьогодні не забезпечують економічно вигідне та стабільне вирощування соняшнику. Це територія в приморській частині Херсонської, Миколаївської, Одеської та Запорізької областей, де є засолені та осолонцьовані ґрунти, посушливі умови та ін. (Шевченко та ін., 2017).

В останні роки в Південній Європі (Іспанія та Італія) вирощують сорти сафлору з високим вмістом олеїнової кислоти (НО-сорти), що містять близько 75 % олеїнової кислоти. У більш північних регіонах Європи з великою кількістю опадів ці сорти поки що за врожайністю є недостатньо стійкими, оскільки вони дуже сприйнятливі до сірої гнилі та інших грибкових хвороб (Шпаар та ін., 1999).

Хімічний склад. Сафлор – олійна культура, яку вирощують в посушливих районах. В насінні сафлору міститься 32–37 % (у ядрі 46–60 %) напіввисихаючої олії (йодне число 115–155) і до 12% білка. Сучасні сорти містять до 47 % жиру (Шпаар та ін., 1999).

За обсягом виробництва олії з 1 га сафлор поступається соняшнику й ріпаку, але переважає гірчицю, льон, рижій. Сафлорова олія має високу харчову цінність. Олія добута з ядер сім'янок за смаковими якостями майже така як соняшникова, але позбавлена специфічного запаху. Її використовують на харчові цілі, особливо в кулінарії східних країн.

Олія сафлору є цінною не тільки з точки зору фізіології харчування, а через свій високий вміст лінолевої кислоти (80 %) широко використовується в хімічній промисловості. Олія, добута з цілого насіння, має гіркуватий смак, її використовують для виробництва оліфи, фарби, мила, лінолеуму. Сім'янки сафлору є кормом для птиці, макуха – концентрований корм для тварин (у 100 кг макухи міститься 55 корм. од.).

Особливий інтерес, враховуючи кліматичні зміни, сафлор представляє для України з її кліматом і жарким посушливим літом. Ця рослина невибаглива, витримує різкі коливання температури й добре переносить як ранкові заморозки навесні, так і літню спеку. Невимогливий сафлор і до ґрунтів.

На відміну від звичайних сортів, в олії яких основною жирною кислотою є лінолева, для виробництва біодизелю є перспективним вирощування високоолеїнового сафлору, особливо в посушливих регіонах. Високий вміст олеїнової кислоти з виходом олії більше 500 кг/га дозволяє отримувати біодизель, який би відповідав європейському стандарту EN 14214. Біодизель із лінолевих сортів сафлору можна використовувати як складову суміші (до 20 %) із звичайним дизельним паливом.

Середня врожайність 2,0–3,0 т/га, кращі сорти можуть формувати врожайність біля 4,0 т/га.

Морфологічні особливості культури

Коренева система стрижнева з добре вираженим головним коренем, сильно галузиться, проникає у ґрунт на глибину до 2,0 м. Глибоко проникаюча коренева система сафлору здатна ефективно використовувати вологу із шару 90–130 см, особливо в другій половині вегетації.

Стебло досягає у висоту до 120–130 см. У посівах рослина одностебла, при цьому гілочки несуть маленькі кошики.

Листки неоднакові за розміром, ланцетно-овальні або еліптичні, темні, шкірясті, краї зубчасті, з колючками або без них, вгорі стебла переходять у зовнішню листову обгортку суцвіття. Сучасні сорти – в більшості випадків без колючок.

Суцвіття – кошик діаметром 1,5–3,5 см. На одній рослині буває від 15 до 50 кошиків з 30–70 насінинами в кожному. Шпаар та ін. відмічають, що кількість кошиків може бути до 150 шт./рослину (1999).

Квітки малі, трубчасті, жовті або оранжеві. Віночок п'ятироздільний, приймочка заокруглена, пиляки міцно прилягають до стовпчика. Сучасні сорти в більшості випадків самозапильні, рідше – перехреснозапильні. Відсутність бджіл-обпилювачів у разі механічної ізоляції ділянок призводить до зниження урожайності в різних зразків від 10 до 25 % від урожаю.

Плід – сім'янка, овально-чотиригранна, блискуча, біла, нагадує сім'янку соняшника. Оболонка її тверда, важко розколюється, становить 40–50 % маси насіння (лузжистість вища, ніж у соняшника). Насіння при дозріванні не обсіпається. Маса 1000 сім'янок – 40–50 г.

Сорти та гібриди.

Сьогодні існує багато сортів, відмінних за тими чи іншими характеристиками. Сорти Centennial і Morlin відрізняються високим вмістом лінолевої кислоти, OleicLeed – олеїнової, в CR-34 і CR-81 збільшений вміст вітаміну Е, при цьому рослини CR-81 є неколючими. Селекція за ознакою «неколючості» успішно ведеться в Індії, Китаї (Шевченко та ін., 2017).

В Україні селекційні та генетичні дослідження ведуться лише в ІОК НААН України.

До Державного реєстру сортів, придатних до поширення в Україні на 2022 рік занесено 6 сортів сафлору красильного: Добриня, Живчик, Лагідний, Професор Машанов, Сонячний і Степовий.

Управління формуванням продуктивності культури

Місце в сівозміні. У південних районах за умов недостатнього зволоження у сівозміні сафлор варто повертати на попереднє поле не раніше ніж через 5–8 років. Більш раннє повернення призводить до виснаження й висушення ґрунту та поширення на полях хвороб і шкідників.

Сафлор – не вимоглива до попередників культура. Проте, краще вибирати

попередники, які залишають поле в чистому від бур'янів стані. Захист від багаторічних бур'янів необхідно проводити в інших полях сівозміни. Кращими попередниками для нього є озимі й ярі колосові культури, які висіваються по парах або після багаторічних трав, а також просапні. Допустиме розміщення сафлору після кукурудзи.

Сафлор не слід висівати після культур з потужною кореневою системою, що висушує нижні горизонти ґрунту, таких як люцерна, суданська трава, соняшник.

Після сафлору можна вирощувати будь-яку культуру, але через пізні строки збирання розміщують, як правило, лише ярі. За сприятливих умов осені є допустимим попередником для ячменю озимого, а в окремих випадках і для пшениці озимої. Падалиця насіння зазвичай вимерзає взимку, але і навесні з нею можна легко боротися.

Обробіток ґрунту. Основний та передпосівний обробіток ґрунту подібні до обробітку для соняшнику. Через низьку енергію проростання насіння слід створювати дрібногрудочкувату структуру ґрунту та оберненоуцільнене насіннєве ложе з тісним капілярним зв'язком.

Враховуючи біологічні особливості росту кореневої системи, кращим є глибокий обробіток ґрунту. Посіви сафлору споживають 75 % доступної ґрунтової вологи із метрового шару ґрунту та 25 % із більш глибоких горизонтів. Основним способом основного обробітку ґрунту в зонах вирощування сафлору є поліпшений зяблевий обробіток з глибиною оранки 25–27 см. На дуже забур'яненних полях після збирання попередника й відростання бур'янів використовують гербіциди суцільної дії.

При виборі способу обробітку ґрунту потрібно враховувати особливості регіону та інші чинники. У регіонах, де можлива вітрова ерозія ґрунту, основний обробіток проводять ґрунтозахисними знаряддями. В цьому випадку обробіток ґрунту під сафлор проводять плоскорізами на глибину 25–27 см. Для енергоощадження можливе застосування безполицевого основного обробітку: наприклад, дискування важкою дисковою бороною з глибиною обробітку не менше 16–18 см. В системі безполицевого основного обробітку слід використовувати голчасті борони.

Весняний обробіток ґрунту розпочинають при настанні фізичної стиглості. Рано навесні з метою закриття вологи слід провести боронування зябу. Передпосівний обробіток проводять комбінованими ґрунтообробними агрегатами на глибину загортання насіння 3–4 см.

На полях з високою потенційною забур'яненістю ефективно внесення ґрунтових гербіцидів (Харнес (2,0 л/га), Гезагард 500 (3 л/га), Стомп (4 л/га), Гоал 2Е (1 л/га), Дуал Голд 960 ЕС (1,5 л/га) або бакової суміші Гезагард + Харнес (1,5+1 л/га) під передпосівну культивуацію.

Система удобрення. На формування 1 т насіння й відповідної кількості вегетативної маси сафлор використовує 30–35 кг азоту, 20–25 кг фосфору, 35–45 кг калію. Більша кількість азоту і фосфору використовується у фазі початку стеблуння, калію в цей період використовується рослиною найменше.

Органічні добрива під сафлор не вносять, оскільки це може викликати затримку дозрівання й небезпеку вилягання.

Внесення фосфору, калію та магнію проводиться в рамках сівозміни на основі ґрунтового аналізу. При плановій врожайності 2,0 т/га вносять 90 кг N/га з урахуванням вмісту азоту в ґрунті.

ІОК НААН на основі даних польових дослідів розроблені орієнтовні норми внесення добрив сафлору для південно-степової зони України, які складають К₃₀₋₄₅Р₄₀₋₆₀.

Сівба. Мінімальна температура проростання насіння становить +4...+5 °С, а оптимальна +16 °С. До сівби рекомендується приступати по досягненню середньодобових значень температури повітря +10...12 °С. При більш низьких температурах, у холодному ґрунті насіння різко знижує життєздатність, частково загниває, у підсумку сходи з'являються недружно й сильно зрідженими.

За даними Інституту олійних культур, сівба у ранні строки забезпечує найвищу врожайність. Сприятливі умови для формування врожаю сафлору складаються лише при ранніх строках сівби (температура ґрунту на глибині загортання насіння досягає +3...4 °С). Затримання із сівбою на 10 та 20 днів призводить до зниження урожайності культури на 0,1 та 0,25 т/га відповідно (Шевченко та ін., 2017)..

Сафлор можна висівати як звичайним рядковим, так і широкорядним способом із міжряддям від 45 до 70 см. Вузька ширина міжрядь забезпечує швидке змикання рядків, ширші міжряддя дозволяють проводити міжрядню механічну боротьбу з бур'янами. Сівбу проводять зерновими сівалками або сівалками пунктирного висіву. Перевагу широкорядному способу сівби надають при високій засміченості ґрунту насінням бур'янів та неможливості застосування ґрунтових гербіцидів. Враховуючи невелику норму висіву 10–15 кг/га перевагу слід надавати агрегатам із високою розподільною здатністю.

Норма висіву – біля 30 кг/га, тобто 40–50 схожих насінин/м². Густота стояння рослин при ширині міжрядь 45 см – 260–280 тис./га, при ширині міжрядь 70 см – 200–230 тис./га, при ширині міжрядь 15 см – 280–300 тис./га. За несприятливих умов посіву норма висіву збільшується на 10–15 %.

Глибина сівби – 2–3 см. Сходи з'являються залежно від погодних умов через 2–3 тижні.

Догляд за посівами. Догляд за посівами сафлору подібний до догляду за посівами соняшнику. Він полягає в коткуванні ґрунту після сівби, боронуванні до появи сходів і 1–3 міжрядних обробітках (за необхідності).

Так як молоді рослини сафлору розвиваються відносно швидко (від появи сходів до змикання рядків потрібно 4 тижні), у багатьох випадках посіви без спеціальних заходів справляються із засміченням. На широкорядних посівах доцільно провести механічну обробку міжрядь. Рослини конкурентні до бур'янів, не гинуть навіть в умовах сильної засміченості. Проти однодольних бур'янів рекомендується застосовувати Фюзілад супер з нормою витрати 1,0–2 л/га.

Серед найбільш небезпечних хвороб є альтернаріоз та сіра гниль, які пошкоджують суцвіття сафлору за умов підвищеної вологості під час цвітіння та

дозрівання. При цьому відбувається усихання окремих кошиків, формування щуплого насіння і, як наслідок, зниження урожайності культури. Ризик особливо високий на загущених посівах. Особливо вражуються високоолійні іспанські та італійські сорти

Сафлор може пошкоджуватися специфічними (сафлорною мухою, шавлієвою совкою) та багатоядними шкідниками, особливо квіткоїдами.

Збирання сафлору проводять зернозбиральними комбайнами за вологості насіння 10–12 %. Сафлор стійкий до осипання, проте, при значному зволоженні з початком збирання і перестою посівів можуть спостерігатися втрати насіння. До збирання приступають коли пожовтіють усі рослини і кошики, а насіння затвердіє. Так як насіння розташоване у верхній частині стебла, а солома дозріває повільніше, ніж насіння, збирають сафлор при високому зрізі (не вище ніж 10 см від місця відгалуження нижнього продуктивного пагону). Регулювання комбайна подібне до збирання соняшнику.

Зібраний насіннєвий матеріал має без затримки пройти первинне очищення, щоб не втратити схожості насіння та якості олії. Відразу після збирання сім'янки підсушують до вологості 9 %.

КАТРАН

Crambe maritima L.; Crambe steveniana Rupr.

Crambe або Abessinian kale

Класифікація. Катран (*Crambe maritima L.*) – багаторічна рослина родини капустяних (*Brassicaceae*) (рис.23). Ботанічна назва походить від грецького слова *krambos* – «сухий» і відображає умови життя рослини в посушливих степах. Рід катрану налічує більше двох десятків видів. В Україні ростуть катран Кочі, татарський, приморський, абіссінський, серцелистий та інші. Деякі види катрана внесені в Червону книгу флори. Для введення в культуру (в 1973 році) використаний катран Стевена (*Crambe steveniana Rupr.*), який росте у степовому Криму, переважно на другій гряді Кримських гір. У дикому стані поряд з цим видом ще зустрічається 7 видів, з якими він не схрещується, але вони мають подібні округлі плоди – стручечки, які використовуються в якості насіння. Дикі види є однорічними, дворічними і багаторічними рослинами, які зустрічаються головним чином у Криму і на узбережжях Азовського та Чорного морів. Перспективними для впровадження у культуру є також катрани понтійський, татарський і Буша.

Поширення та виробництво. Батьківщина катрана – Середземномор'я. Рослина є досить широко поширеною в Ефіопії, відомої теплим кліматом і помірними опадами, але так само легко може бути адаптована до холодних і посушливих районів. Серед численних степових рослин, що стали рідкісними, катран займає особливе місце. Нині ажурно-білі кулі катранового пишного цвітіння на тлі степового травостою можна побачити хіба що в заповідному Хомутовському степу. Росте на цілих степах, рідше на вапнякових схилах

звичайно в степовій, рідше в лісостеповій зонах і в Криму. Латинська назва роду походить від грецького слова, що в перекладі означає капуста, і пов'язана, очевидно, з тим, що з давніх часів представники цього роду під назвою морська капуста культивувалися в країнах Південної Європи як овочі.

Хімічний склад. У листі і коренях катрана приморського виявлені вітаміни А, В, В₂, С, Р, в молодих пагонах – білок, кальцій, фолієва кислота, валін, гістадин. Коріння багате крохмалем і цукрами. Всі частини рослини мають пекучий смак і специфічний запах, які надає їм гірчична ефірна олія. З зольних елементів найбільше містить калію і фосфору.

У насінні міститься жирна олія, кількість якої вища, ніж в сої. Рослини катрана відрізняються високим вмістом протеїну. Крім катрана приморського, для отримання жирної олії використовують ще два види – катран татарський (*Crambe tataria Sebeok*) і абіссінський (*Crambe abyssinica Hochst. ex R.E.Fr.*). У насінні катрана татарського міститься до 40%, а в насінні катрана абіссінського – до **53%** олії, не гіршої, ніж соняшникова.

Використання. У 60-х роках ХХ ст. в Україні були спроби ввести катран в культуру. Однак досі він мало поширений, хоча є чудовим джерелом вітаміну С.

Технічне використання. Склад жирної олії катрана унікальний і має властивості, перспективні для промислового використання, особливо в якості добавки до автомобільного палива. У Європі та Канаді таку олію отримують в основному з ріпаку. Макуха, що отримується після віджиму з насіння жирної олії, містить до 40% протеїну і майже стільки ж вуглеводів, тому є хорошим кормом для великої рогатої худоби. Катран абіссінський – потенціальне джерело ерукової кислоти, яка використовується у виробництві харчових плівок, пластикових пакетів, дуже ефективних фармацевтичних і косметичних препаратів. Олію катрана застосовують також в якості фіксатора в парфумерній продукції.

Харчове використання. В середні століття він вважався царем овочевих культур. Навесні пагони вибілювали, підгортаючи сходи, щоб виключити потрапляння світла і зменшити гіркоту. Збирали, коли вони відростали на 10-13 см в довжину, і до того, як розгорнеться листя. Катран приморський відомий під назвою «морська капуста», яке, можливо походить від того, що римляни брали з собою цю рослину в довгі морські подорожі, щоб захиститися від цинги. Легіонери Юлія Цезаря готували собі зілля з коренів катрана і молока, і воно додавало воїнам сил.

Для харчових цілей заготовляють багаті крохмалем м'ясисті корені, маса яких іноді досягає 10 кг. Вони служать приправою до рибних і м'ясних страв, використовуються для приготування соусів, а також при солінні огірків і помідорів. За смаковими і поживними якостями корені катрана Кочі і татарського майже не відрізняються від хрону, однак багатші за хімічним складом. Всі частини рослини навесні вживають в сирому вигляді в салатах, у вибілених стебел тонкий горіховий присмак і хрустка м'якоть. При варінні хрусткість зникає, а аромат посилюється і нагадує лісові горіхи з легкою гірчинкою або молоду капусту кольрабі. Використовується корінь катрана також

в кондитерській і консервній промисловості. З нього виготовляють приправу "Хрін столовий". Катран – добрий медонос.

Лікувальні властивості. Олія катрана сприяє загоєнню виразок і використовується для лікування гастритів. У лікувальних цілях катран застосовують для поліпшення апетиту і травлення. У народній медицині його використовують як фітонцидний і протицинговий засіб, а також при розладах шлунка і як замітник гірчичників. Як сечогінний засіб катран застосовують при водянках, каменях в сечовому міхурі, подагрі, а також при ревматизмі, захворюваннях дихальних шляхів, периферичної нервової системи, при фурункульозі, порушення обміну речовин, поліартриті, для зняття больового синдрому в суглобах.

Морфологічні особливості культури. Катран (*Crambe maritima* L.) – багаторічна сизувата рослина 40 - 150 см заввишки родини капустяних (Brassicaceae).

Стебло дуже розгалужене, внаслідок чого формується великий кулеподібний кущ.

Листки тонкі, голі з восковим нальотом. У розетці вони нерозсічені, а стеблові – двічі перисторозсічені, з вузькими гострими частками. Нижні листки великі, м'ясисті, 2-перисто-роздільні, поступово до верхівки зменшуються, стають дрібними, лінійними, цілокраїми.

Квітки дрібні, білі, численні, дуже ароматні, зібрані в розчепірено - розгалужену волоть. Під час цвітіння рослини схожі на великі купи снігу. В перший рік життя рослина утворює лише розетку великих (до 40 см) блякло-зелених шорстких листків, в наступні роки в травні-червні формує величезне, розлоге, пухке суцвіття-волоть, що складається з багатьох білосніжних квіток.

Плід – округлий нерозкривний біло-сірий двочленний стручок, що не розкривається, верхній членник якого більший за нижній. Нижня частина стручка маленька, схожа на плодоніжки, безнасінна. Верхня – яйцеподібна або кулеподібна, діаметром 7-12 мм, містить одну насінину. Діаметр (чи довжина стручечка) 4-10 мм. Верхній членник стручечка чотиригранний, чітко сітчастозморшкуватий. Всередині стручечка утворюється округла, коричнева насінина. Восени, коли дозрівають насіння, кулясте стебло підсихає, відривається від кореня і котиться по степу, розсіваючи насіння.

М'якуш кореня катрану за смаком нагадує хрін.

Фенологія. Катран – типовий степовий довгожителю з високими, сильно розгалуженими стеблами, досягає свого розквіту лише через 3 роки після посадки. В перший рік утворює прикореневу розетку з 3-5 листків і довгий нерозгалужений ламкий відносно соковитий корінь. В наступному році починає цвісти, розетка листків і головка кореня розростається, утворюючи типовий стебло-корінь (каудекс). На другий рік рослина утворює потужний товстий корінь, що йде в ґрунт на глибину понад 2 м, що дозволяє йому добувати воду з глибоких горизонтів. Коренеплоди катрана збирають восени на другий рік життя рослини.

Рослини віддають перевагу помірно сухим, легким, дренажним, забезпеченим поживними речовинами ґрунтам з рН 6,5-6,8. На кислому ґрунті уражаються килою. Чуйні на добрива. Для них слід підбирати добре освітлені, теплі ділянки, захищені від сильних вітрів. Рослини ростуть і в напівтіні, але на сонячних ділянках цвітіння рясніше. Цвіте в травні-червні.

Катран є прикладом цікавої життєвої форми рослин — перекоти-поле, що виробилася в процесі еволюції як пристосування до поширення плодів. Восени, коли плоди досягнуть, стебло біля основи перегниває і відламується. Сильні осінні вітри перекочують кулястий кущ по неозорих степових просторах на далеку відстань, розсіваючи насіння.

Управління формуванням продуктивності катрану

За біологічними особливостями відноситься до винятково посухо- і морозостійких рослин.

На відміну від хрону не забур'янює поле і легко розмножується насінням, що здешевлює технології вирощування цінної сировини для консервної промисловості.

Поле для вирощування насіння катрану вибирають поза сівозміною. Вносять добрива у дозі N₉₀ P₉₀ K₆₀. Проводять глибоку оранку (40-50 см).

Сорти катрану є популяціями з досить широким діапазоном мінливості, що створює труднощі під час сортопрочисток та апробації. В Україні користується попитом сорт катрану Кримський.

Катран вирощується з насіння, яке потребує стратифікації впродовж 90-100 діб низькими змінними температурами близько 0°C. Для цього його висівають під зиму, або рано навесні, або в теплицю для одержання розсади. Також стратифікацію можна провести в вологому піску. Насіння висівають на глибину 2,5 -3 см. За більшої глибини заробки насіння затримується поява сім'ядолей. Особливо мілке загортання насіння необхідне на важких ґрунтах. Відстань між рослинами в ряду 30-50, між рядами 50-70 см. Норма висіву – 15 кг/га. За необхідності використання весняних строків сівби застосовують розсадний спосіб вирощування. Насіння висівають у плівкові теплиці у квітні-травні, коли можна добитися високих температур (понад 30°C). Воно проростає у теплицях через 25-30 діб. З утворенням 1-2 справжніх листків розсаду висаджують на постійне місце.

Згідно з ДСТУ 7160:2010 сортова чистота для ДБН – 96%, БН – 95% і репродукційного – 90%. Схожість – 65, 65 і 60% відповідно, при вологості – 12%.

Катран також можна розмножувати вегетативно–кореневими живцями довжиною 12-15 см, які укорінюють в легкий супіщаний ґрунт. Коріння утворюється до кінця першої вегетації. Щоб забезпечити у рослин дружне цвітіння, навесні саджанці пересаджують на нове місце, підрізаючи кореневу систему і заглиблюючи на 2,5 см нижче рівня ґрунту.

Сходи з'являються раною весною і не бояться приморозків. У перший рік вегетації проводять систематичний догляд за рослинами. Проріджують,

залишаючи рослину від рослини для одержання насіння на відстані 40-50 см (на товарні цілі за однорічної культури до 30 см). На півдні за посушливої погоди поливають.

На деяких рослинах першого року життя можуть передчасно утворюватися квітконосні стебла. Такі рослини видаляють при сортових прочистках. Апробацію проводять у кінці першого року вегетації, викопуючи корені і використовуючи методику її проведення, яка розроблена для коренеплодів.

На другий рік боронують і проводять міжрядний обробіток ґрунту. На більшості рослин з'являються квітконосні стебла (деякі популяції можуть давати певний відсоток “упертків”, які цвістимуть лише на третій рік). Цвітіння розтягнуте, у Криму це припадає на кінець травня – кінець червня. Це зумовлює неодночасне досягання та обсіпання насіння. Насінники розкидисті і під час цвітіння створюють суцільну білу стіну квіток. Для кращого запилення необхідно вивозити на поле бджоли.

У насінництві БН і ДБН з метою оцінки всіх рослин і проведення доборів у кінці першого року вегетації обов'язково пізно восени проводять викопування, добір найкращих і пересаджування на нове місце. Пересаджують у жовтні за схемою 70 70 см. Корені висаджують вертикально або похило, присипаючи точку росту на 3-5 см. Після висаджування прикочують легкими котками і поливають.

Збирання. Збиральна сплість крамбе настає, як правило, через 35...45 діб після закінчення цвітіння. При цьому листки опадають і плоди набувають жовто-бурого забарвлення. У середній Європі цей період звичайно припадає на кінець липня — середину серпня. Небезпека обпадання стручків менша, ніж у ріпаку. Збирання, як і ріпаку, проводиться прямим комбайнуванням, але при обмолоті необхідно зменшити вентиляцію. У крамбе шкірка плоду при обмолоті не відокремлюється від насінневої шкірочки, причому частка плодової шкірки в зібраному врожаї складає, у середньому, 15...20%. Плід має відносно низьку вагу, що викликає необхідність виконання деяких особливих вимог при збиранні і транспортуванні. Щільність засипання насіння із плодовою шкіркою складає приблизно одну третину щільності засипання ріпаку.

Продукт збирання крамбе — насіння — варто негайно висушити до вмісту вологості 9%. Врожайність складає в середньому близько 25 ц/га.

Насіння збирають вибірково, або суцільним методом після побуріння 70% стручечків. Це спостерігається у серпні. Скошуть і дозарюють у валках, після чого обмолочують комбайном. Для зменшення втрат насіння від осипання всі операції проводять зранку. Насіннева продуктивність однієї рослини в межах сорту-популяції сильно коливається від 20 до 1500 г (у середньому 150-200 г). Під час очищення видаляють на ситах всі плоди діаметром менше 3 мм, у яких відсутня насінина або має дуже низьку схожість.

РИЖІЙ ЯРИЙ

Camelina sativa Grantz

Класифікація. Рижій (*Camelina sativa Grantz.*) (німецький або сибірський кунжут, хибний льон, голландський льон, дикий льон) є однорічною олійною рослиною родини *Капустяних (Brassicaceae)* (рис. 24). Має три екотипи – сибірський, європейський, закавказький.

Поширення та виробництво. Батьківщиною рижію прийнято вважати південно–східну частину Азії і східну Європу, де ще існують його дикі форми. З 1980 років відновлено селекцію рижію посівного у США, Канаді, Європі та Австрії, Грузія, Вірменія.

Сьогодні ведеться активно селекція та розробка технологій вирощування рижію як олійної культури в Австрії, Великобританії, Данії, Німеччині, Росії, США, Фінляндії та Франції. В Україні культивування цієї культури майже припинилося. Вирощують лише на незначних площах на Поліссі та в Північному Лісостепу. Площі посівів у 2014 році склали 71,1 га (Сумська, Чернігівська, Київська та Черкаська області Ринок рижію в Україні не функціонує як самостійний.

Хімічний склад. До складу насіння рижію входить висихаюча олія – 25–46 % (йодне число 132–153) та близько 28 % білка. Олія містить високий рівень ω -3 жирних кислот та α -ліноленової кислоти (рис. 25).

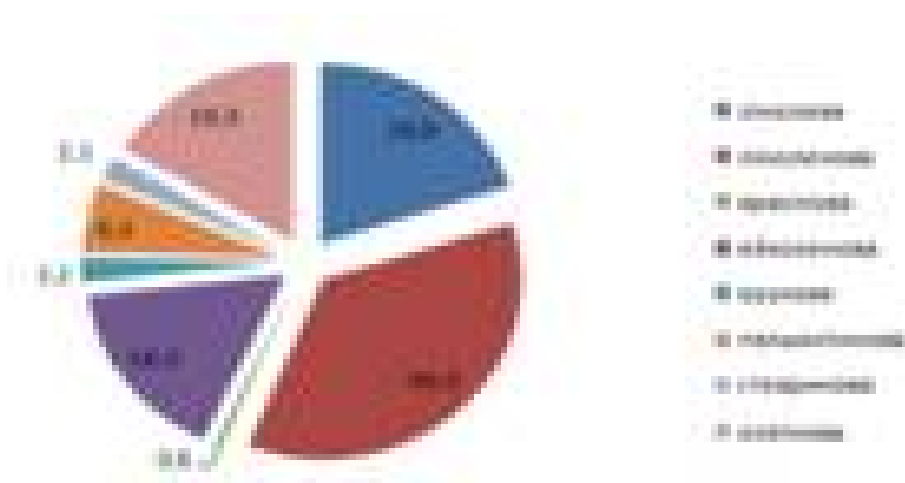


Рис. 25 Жирнокислотний склад олії рижію, %

Використання. Сьогодні рижій використовують для отримання екологічно чистого відновлюваного палива – біодизеля так як містить в складі олії довго ланцюгові жирні кислоти (ейкозенову та ерукову – близько 17–24 %) (Duran,2013;). Однією з основних характеристик цих кислот є висока теплота згорання (Рахметов, 2007). Напіввисихаючу олію рижію використовують як харчовий та технічний продукт: у металургії, лакофарбовій, авіаційній, космічній

промисловостях, миловарінні та інших галузях. Знайшла вона застосування і у медичній, парфумерній та хімічній промисловостях.

Шрот та макуха, які є супутніми продуктами при переробці насіння на олію знайшли широке використання як високобілковий корм, що сходиться до складу комбікормів. 100 кг макухи містить 115 кормових одиниць.

Морфологічні особливості культури.

Коренева система – стрижнева, тонка, має веретеноподібну форму довжиною – 40–60 см. Стебло – прямостояче, дерев'янисте з наявним слабким опушенням, висотою 40–100 см. Має 9–35 пагонів першого та інших порядків (визначається густотою), галузиться переважно у верхній частині.

Стебло у період дозрівання набуває твердої деревоподібної форми.

Листки – ланцетоподібні з короткими черешками, у верхній частині стебла – сидячі, цілісні чи слабо зубчасті. Листкові пластинки можуть бути голими чи опушеними.

Квітки – дрібні (4–5 мм), блідо-жовтого забарвлення, мають чотири чашолистки та 4 пелюстки, 6 тичинок (4 – довгі і 2 короткі), верхню двохгнізду зав'язь. Суцвіття – багатоквітка (20–40 квіток) китиця. Квіти характеризуються слабким неприємним запахом. Цвітіння тривале (10–30 діб), починається з верхньої китиці. У межах китиці цвітіння починається знизу.

Плід – багатонасінний стручок, кулястої, грушоподібної форми із втиснутими стулками. Довжина стручка 5–10 мм. Кількість насінини – 7–10 штук. Насінини – дрібні, довгасто-овальної форми від жовто-оранжевого до коричневого забарвлення. Маса 1000 насінин – 1,2–1,5 г.

Фенологія. Позитивною біологічною особливістю рижію ярого є короткий вегетаційний період – 60–90 днів. Культура менш вимоглива до умов навколишнього середовища ніж інші олійні культури, характеризується високою холодостійкістю. Скорочення вегетаційного періоду рижію спричиняє зниження його урожайності. Рижій впродовж усього періоду вегетації не пошкоджується шкідниками і не вражається хворобами.

Сходи рижію невимогливі до тепла, переносять заморозки до мінус 12– 15 °С. Рослини формують прикореневу розетку впродовж 15–25 днів, після чого настає фаза стеблуння. Тривалість періоду сходи-цвітіння є важливим етапом в розвитку рослин, так як відбувається інтенсивне нарощування у цей період вегетативної маси. Період дозрівання рижію охоплює 20–25 днів, залежно від погодних чинників. Оптимальною температурою на період дозрівання є показники 20–25 °С. Сума активних температур для рижію повинна відповідати 1580–1790 °С з ГТК 1,0–1,2.

Рижій належить до рослин довгого світлового дня. Продуктивність культури визначається кількістю продуктивних гілок на рослині та абсолютною масою насіння.

Управління формуванням продуктивності культури

Місце в сівозміні. Кращими попередниками для рижію ярого є зернові та

просапні культури. Добре росте після ячменю ярого, пшениці озимої та ярої, гороху, сочевиці. Не рекомендується висівати після представників родини капустяних.

Обробіток ґрунту. Основний обробіток аналогічний до обробітку рід ранні ярі культури. Зяблева оранка – на глибину 20–22 см, за наявності багаторічних бур'янів – на 27–30 см. Навесні рекомендується проводити боронування та передпосівну культивуацію на 5–7 см з одночасним боронуванням та шлейфуванням.

Удобрення. Рижій ефективно використовує природну родючість ґрунтів та післядію мінеральних добрив. Культура добре реагує на внесення мінеральних добрив, зокрема, фосфорних. Рекомендованим та економічно обґрунтованим є внесення під зяблеву оранку повного мінерального добрива в нормі N₄₅ P₄₅ K₄₅.

Сівба. Сівбу проводять в ранні строки, одночасно з ранніми зерновими культурами. Спосіб сівби – звичайний рядковий.

Глибина загортання насіння – 2–3 см. За сівби у сухий ґрунт – 4–5 см з подальшим прикочуванням.

Норма висіву – 6–8 кг/га (7–9 млн. схожих насінин) (Григорів, 2010).

Догляд за посівами. Проведення до сходового боронування за утворення ґрунтової кірки легкими зубовими боронами. Рижій чутливий до забур'янення на початкових етапах розвитку до висоти 4–5 см. За появи бур'янів проводять боронування впоперек рядків у один слід. У подальшому рекомендується проводити обробки гербіцидами (до реєстру внесений лише гербіцид Roast).

Серед небезпечних хвороб рижію є гнилі, мільдю, борошніста роса, чорна ніжка, що проявляються в умовах надмірного зволоження, тому не несуть високої загрози посівам. Рослини рижію практично не заселяються шкідниками, навіть хрестоцвітою блішкою, що суттєво знижує витрати на засоби захисту.

Збирання. Рижій збирають прямим комбайнуванням та роздільним способом. Збирання роздільним способом розпочинають за побуріння нижніх стручків і затвердіння насіння. Після підсихання у валках, рижій підбирають і обмолочують переобладнаними зерновими комбайнами для збирання дрібнонасієних культур.

Для прямого комбайнування застосовують зернові комбайни, обладнані для збирання культур з дрібним насінням. Не допускається збирання в ранні строки, так як за таких умов частина насіння не вимолочується. Зберігають насіння за вологості 9–10 %.

Питання для самоконтролю

1. Дайте характеристику сировинної бази для отримання біодизельного палива.
2. Охарактеризуйте олійні культури (морфологія, фенологія), які є сировиною для виробництва біодизелю в Україні.
3. Наведіть перелік та охарактеризуйте високоолійні рослини, які є основою біодизельного палива у світі.
4. Наведіть переваги біодизелю над іншими видами біопалива.

5. Проаналізуйте врожайний потенціал основних олійних культур в Україні, які є сировиною для виробництва біопалива.
6. Вкажіть енергетичний потенціал основної продукції рослин родини Капустяних за виробництва біодизелю.
7. Вкажіть, до яких ботанічних родин належать перспективні енергетичні олійні рослини в Україні.
8. На яких показниках акцентується увага в селекції при виведенні сортів рослин як сировинного ресурсу для біопалива?
9. Проаналізуйте хімічний склад олій та охарактеризуйте роль жирних кислот у виробництві біопалива.
10. Вкажіть, який вихід олії забезпечують перспективні олійні культури в Україні (кг/га)?
11. Особливості технології вирощування соняшнику як сировини для біодизелю.
12. Яка норма висіву для суріпиці озимої, ріпаку озимого (млн.шт./га або кг/га)
13. Яка норма висіву для тифону, рижю (млн.шт./га або кг/га) ?
14. Які оптимальні строки сівби для суріпиці озимої, тифону, ріпаку озимого?
15. Які напрями використання сировини тифону?
16. Які напрями використання сировини суріпиці озимої?
17. Яка оптимальна ширина міжрядь для рижя посівного, гірчиці білої та сірої?
18. Яка норма висіву для рижя посівного (млн.шт./га або кг/га) ?
19. Яка норма садіння бульб для смикавця їстівного – чуфи (кг/га)?
20. Яка оптимальна схема садіння смикавця їстівного?
21. Які оптимальні строки садіння смикавця їстівного?
22. Які оптимальні строки, способи сівби та норми висіву рицини ?
23. Які особливості збирання врожаю культур родини Капустяних ?



Рис. 5 Соняшник *Helianthus annuus*



Рис. 10 Ріпак озимий *Brassica napus*

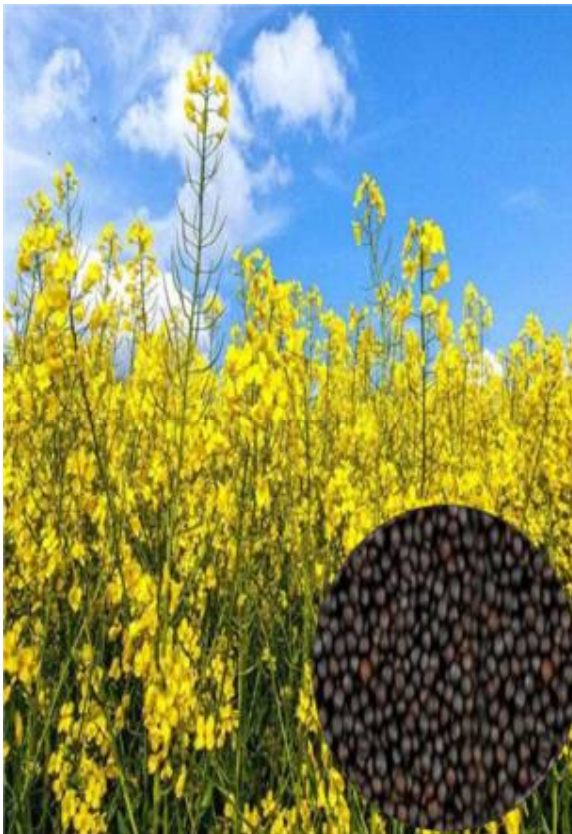


Рис. 13 Ріпак ярий *Brassica napus*



Рис. 15 Соя *Glycine max*



Рис. 16 Суріпиця *Brassica rapa oleifera*



Рис.17 Гірчиця біла *Sinapis alba* L.



Рис.18 Тифон озимий *Brassica campestris*



Рис. 19 Льон олійний *Linum usitatissimum*



Рис. 20 Чуфа *Cyperus esculentus* L.



Рис. 21 Рицина *Ricinus communis* L.



Рис. 22 Сафлор *Carthamus*



Рис. 23 Катран *Crambe maritima* L.



Рис. 24 Рижій ярий *Camelina sativa*
Grantz



Рис. 26. Гірчиця сиза *Sinapis alba*
L.

БІОЕТАНОЛ. РОСЛИНА СИРОВИНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ

Цінним джерелом сировини для виробництва біоетанолу та біогазу є цукроносні та крохмаленосні культури (цукрові та кормові буряки, цукрове та зернове сорго, та ін.).

Найбільш ефективною традиційною для України цукроносною культурою для виробництва біоетанолу є цукрові буряки, з одного гектара яких (за урожайності 60 т/га) можна отримати понад 4,3 т біоетанолу (рис. 27-29).

Не менш ефективною та перспективною культурою в умовах України для виробництва біоетанолу та біогазу є цукрове та зернове сорго, яке на відміну від цукрових буряків можна вирощувати в південних посушливих регіонах України. З одного гектара посівів цукрового сорго можна збирати понад 100 т/га цукромісткої біомаси з цукристістю соку до 20 %.

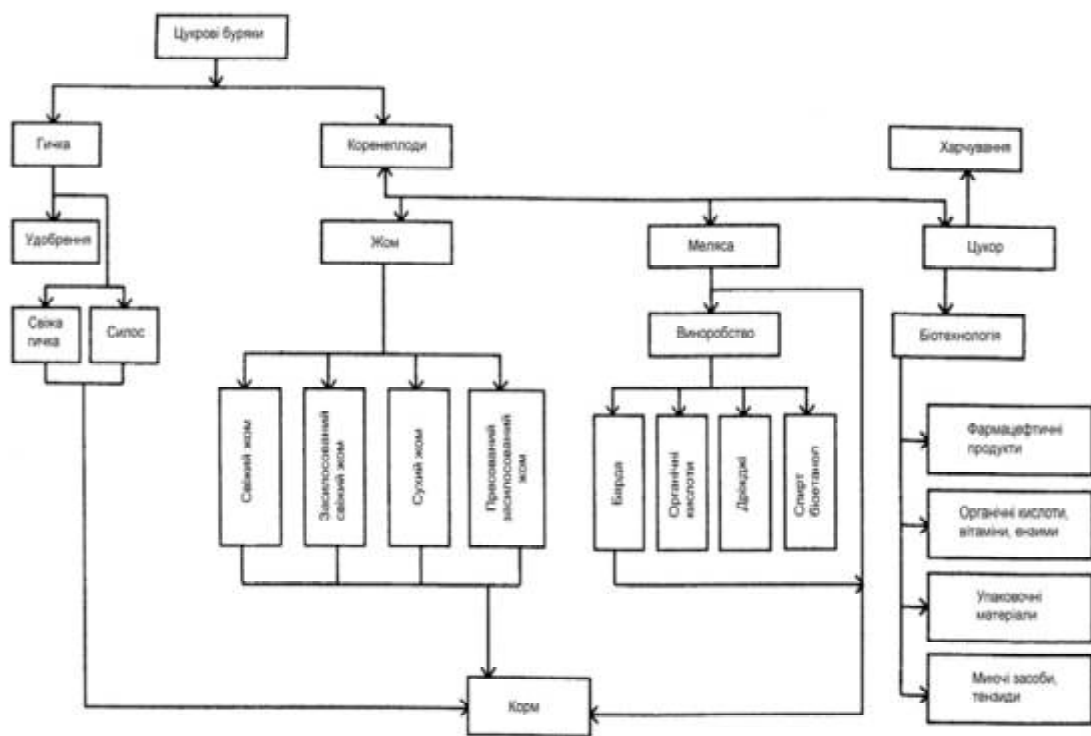


Рис. 27. Цукрові буряки у промисловій переробці

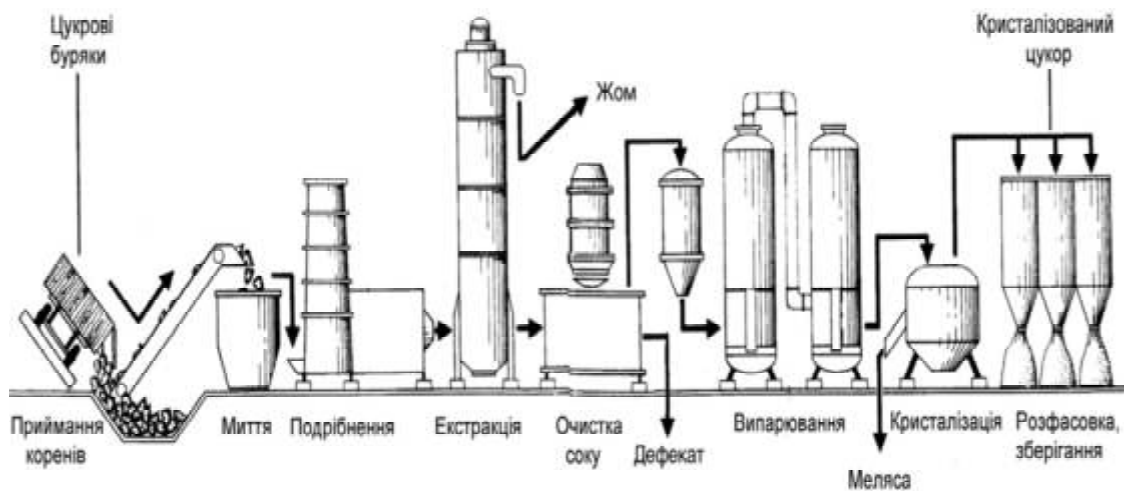


Рис. 28. Спрощена схема виробництва цукру

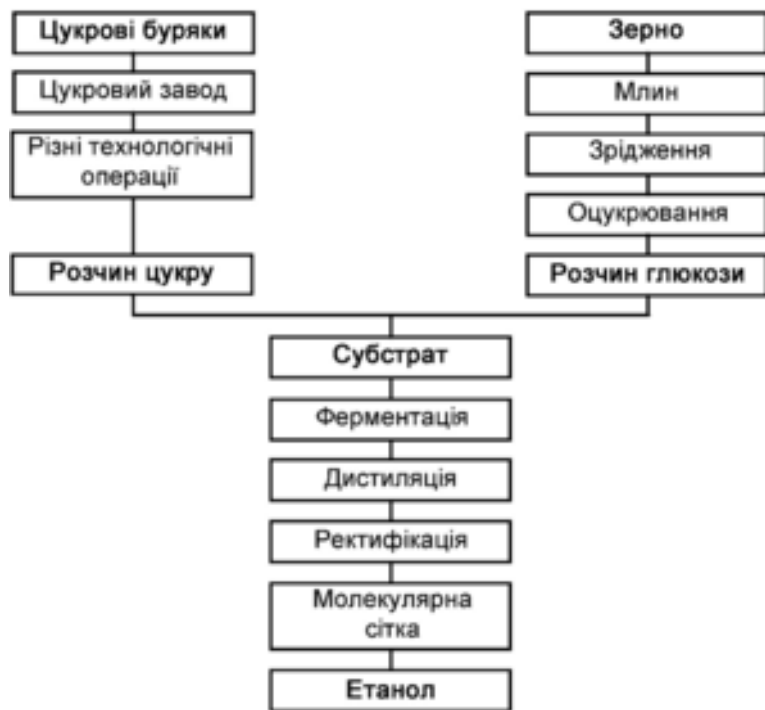


Рис. 29. Схема виробництва біоетанолу із зерна та з цукрових буряків

За виходом етанолу з одиниці площі вирощування буряки цукрові перевершують всі культури, які вирощуються в помірній зоні (табл. 22). Дальність їзди (км/га) за використання біоетанолу з цукрових буряків також більша

Таблиця 22. Вихід етанолу за вирощування сільськогосподарських культур

Культура	Вміст цукру або крохмалю, % сирої маси	Врожайність ц/га	Збір цукру або крохмалю, ц/га	Збір етанолу (90% виходу), л/га
Буряки; цукрові кормові	16,0 8,2	574 985	91,8 80,8	5600 4923
Топінамбур	15,0	300	45,0	2610
Цикорій	16,0	350	56,0	3248
Картопля	17,8	324	57,7	3693
Кукурудза на зерно	65,0	69	44,9	2874
Пшениця	62,0	72	44,6	2854
Ячмінь	58,0	58	33,6	2150

Масове виробництво біоетанолу базується на використанні енергоощадливих біотехнологій переробки кукурудзи, пшениці, сорго, тростини, буряка, меляси та з інших цукровмісних та целюлозовмісних продуктів шляхом спиртового бродіння, дистиляції, ректифікації та дегідратації (рис. 30).

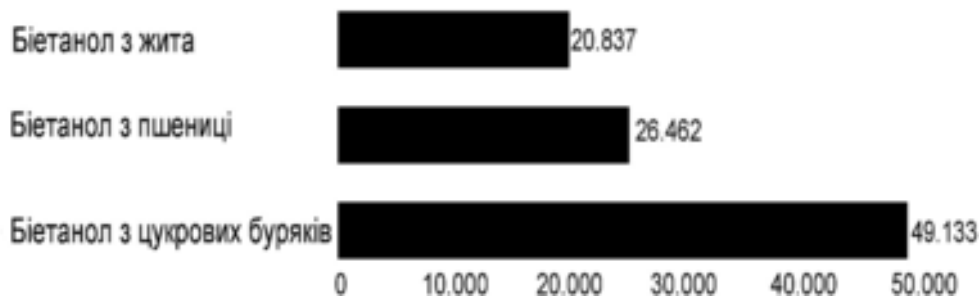


Рис. 30. Дальність їзди (км/га) при використанні біоетанолу із цукрових буряків, жита і пшениці (витрата бензину 8 л/100 км, 1,4 л біоетанолу = 1 л бензину) [507]

Сировиною для виробництва біоетанолу можуть бути види рослин чи їх залишки, що містять целюлозні клітини, які під дією ензимів перетворюються на глюкозу (стебла, трави, відходи сільськогосподарської та деревообробної промисловості).

Біоетанол належать до поновлювальних джерел енергії і використовуються, як правило, для двигунів внутрішнього згорання. Агропромислове виробництво, використовуючи ці види палива, зможе повністю

перейти на енергетичне самозабезпечення та екологізацію галузі, ресурсощадні технології у рослинництві й тваринництві.

Біоетанол першого покоління виробляють із сировини з високим вмістом цукру або крохмалю (зернові, картопля, буряки цукрові, цукрова тростина, кукурудза на зерно та ін.) (табл. 23.).

Таблиця 23. Вихід біоетанолу з сировини високопродуктивних культур

Культура	Об'єм виробництва біоетанолу, т/га	Культура	Об'єм виробництва біоетанолу, т/га
Буряк цукрові	2,5–6,0	Сорго цукрове	3,5–8,0
Кукурудза	2,5–3,5	Соняшник бульбистий	2,5–5,5
Пшениця	1,5–2,8	Топінсоняшник	3,0–5,5
Тритікале	1,3–2,3	Цикорій	1,4–3,3
Жито	1,0–2,1	Елевсіна	2,0–3,0
Картопля	1,6–3,6	Чумиза	1,8–3,0

Конверсії цукрових субстратів до етилового спирту відбуваються за допомогою пекарських дріжджів. Проте, існуюче виробництво харчової та кормової сировини не забезпечують зростаючі потреби в біоетанолі.

Більш перспективним є отримання біопалива другого покоління із рослинної біомаси (лігноцеллюлози) та відходів сільського господарства і деревообробної промисловості. Слід також зазначити, що з розвитком технологій компостування органіки, використання побічних продуктів та відходів може втратити енергетичне значення.

Кукурудза (*Zea mays*)

Класифікація. Рід кукурудзи (*Zea L.*) на відміну від інших польових і кормових культур має лише один вид – (*mays*) – маїс – кукурудза культурна (рис.31).

Поширення та виробництво. Кукурудза займає друге місце в світі після пшениці. Проте, за прогнозами ФАО, протягом наступних 2–3 років вона вийде на перше місце. В світі кукурудзу вирощують на площі 191,5 млн. га., в тому числі у США – 33 млн. га, Китаї – 41 млн. га, Бразилії – 18 млн. га, Мексиці – 7 млн. га, Індії – 9,5 млн. га, де сконцентровано 48,5% світової площі посівів кукурудзи. В Європі посівна площа становить близько 20 млн. га. Зокрема, в Україні – 5,3 млн. га, Румунії – 3 млн. га, Франції – 1,7 млн. га, Угорщині – 1,1 млн. га.

Виробництво зерна кукурудзи збільшилося з 104,5 до 10102 млн. т, що становить 44,2% від світового виробництва зерна. За континентами воно зосереджено так: Північна Америка – 286,3 млн. т (50,3% світового виробництва), Азія – 139,2 (24,4%), Європа – 53,9 (9,5%), Південна Америка –

47,9 (8,4%), Африка – 37,8 млн. т (6,6%). Протягом останніх 14 років валові збори її збільшились на 35,5%.

Нині в США зосереджено 17,4% світових посівів кукурудзи і виробляється 31,5% її зерна. Основні площі кукурудзи на зерно тут, у так званому кукурудзяному поясі, що включає п'ять штатів – Айова, Іллінойс, Небраска, Мінесота, Індіана, де 59% її посівів і виробляється 60% урожаю. Найвищі врожаї одержують у штатах Айова і Іллінойс – 8,5–9,8 т/га. Рекордна врожайність зерна складає 27,2 т/га.

Друге місце у світі з виробництва зерна кукурудзи належить Китаю – 254 млн. т. за урожайності 6,2 т/га. Середня врожайність зерна кукурудзи у світі 6,0 т/га.

В Україні сучасне виробництво кукурудзи забезпечує 133% внутрішнього ринку, при щорічній потребі 13–15 млн. т. За офіційною статистикою Держкомстату України (2022), кукурудзу висівають на площі 4,6 млн. га.

Разом із тим зростає рівень урожайності кукурудзи в Україні впродовж 2000-2021 рр. з 27 ц/га у 1991 році до 50 ц/га у 2021 році, тобто майже у два рази.

Максимальна урожайність, якої досягають окремі сільськогосподарські підприємства Лісостепу, що застосовують заходи інтенсифікації виробництва – 170-180 ц/га.

Хімічний склад. У хімічному складі рослини присутні вуглеводи, клітковина, білок, вітаміни групи В, вітамін Е, калій, цинк, магній, залізо та фосфор. Через насиченість такими елементами вона визнана необхідним складником раціону для профілактики захворювань серця, печінки, цукрового діабету, мігрені та навіть депресії.

З кукурудзяного борошна випікають хліб та тістечка, що робить її незамінною при виготовленні випічки. Варто згадати, що вона використовується у процесі виготовлення популярного алкогольного напою бурбона. Цікавим видається той факт, що у хімічному складі кукурудзи містяться мікроелементи золота, які є незамінними для організму людини.

Державним стандартом України передбачені і продовольчі, і непродовольчі сфери використання кукурудзи, а також норми для експортування. ДСТУ-4525 на кукурудзу було прийнято у 2009 році.

В зерні кукурудзи міститься 65–70% безазотистих екстрактивних речовин, 10–12% – білка, 4–8% жиру (в зародку до 40%), вітаміни А, В₁, В₂, В₆, Е, С, незамінні амінокислоти, мінеральні солі і мікроелементи. Такий склад зерна зумовлює його високу продовольчу, кормову і технічну цінність.

З 1 ц зерна можна отримати 56 кг крохмалю (або 60 кг фруктози чи 38 л спирту), 23 кг корму з вмістом протеїну 21%, 5,2 кг глютеїнового борошна і 2,5 кг кукурудзяної олії, яка відноситься до групи напіввисихаючих (йодне число 113–133), тобто має високі смакові якості.

Використання. Кукурудза входить у перелік 5 енергетичних рослин як сировина для біопалива майбутнього в силу 4-х чинників: кукурудза є кращою серед зернових культур для виробництва спирту, оскільки має високу врожайність зерна і високий вміст крохмалю; використання як зерен кукурудзи,

так і стебел для виробництва енергії пару, сушильного агента і електроенергії для переробки зерна в біоетанол; кукурудза є економічно вигідним поновлюваним джерелом енергії саме для промислового виробництва завдяки доступності і наявності для переробки протягом усього року; врожайність кукурудзи – 10 т/га зерна і 10 т/га стебел – вища, ніж сої та соняшника (3 т/га), що дозволяє отримати 3,1 т/га протеїнових кормів та додатковий бонус у вигляді біоетанолу 3,5 т/га, тобто таку ж кількість кормів, як і з основних культур (Павліський, Нагірний, Павліська, 2010).

Близько 40% урожаю кукурудзи у США, а це 130 млн. тонн на рік, перероблюється для отримання кукурудзяного етанолу. З 1 тонни кукурудзи виробляють близько 400-500 літрів біоетанолу.

Морфологічні особливості культури

Коренева система її мичкувата, добре розвинена, проникає в ґрунт на глибину 2–3 м і поширюється в радіусі 50–100 см. У фазу 3–4 листків у кукурудзи формується перший ярус вузлових коренів, 5–6 листків – другий, 7–8 листків – третій. З появою кожної пари нових листків утворюється ярус вузлових коренів. Основна маса коренів (60–70%) розміщується в шарі ґрунту 0–40 см. У кукурудзи часто утворюються опорні корені.

Стебло кукурудзи міцна, груба, округла соломина. Висота його від 60 - 100 см у ранньостиглих форм і до 5 – 7 м, у пізньостиглих. Товщина 2 – 7 см, кількість міжвузлів 8 – 40. У гібридів та сортів поширених у нашій країні утворюється до 22 міжвузлів. В середині стебло виповнене губчастою паренхімою.

Листки у кукурудзи великі з широкими і довгими пластинками. Краї пластинок ростуть швидше, ніж середина, внаслідок цього листки стають ніби хвилястими, що збільшує їх поверхню. Розміщуються листки почергово і тому не затінюють один одного. Найбільші листки у середній частині рослини. У різних форм кукурудзи на одній рослині утворюється від 8 до 40 листків. Кількість листків на стеблі відповідає кількості стеблових вузлів

У кукурудзи утворюються два типи *суцвіть*: на верхівці стебла – волоті з чоловічими, а в пазухах листків – початки із жіночими квітками. Кукурудза є рослиною однодомною, але роздільностатевою. Волоть у кукурудзи верхівкова, розміщується на кінці центрального стебла. Складається з центральної осі та 5 - 20 бічних гілочок.

Качан розвивається з бруньки, що міститься у пазусі листка. На стеблі може утворюватись 2 – 3 качани. Зовні качан вкритий обгорткою, яка складається з видозмінених листків. Качан складається із стрижня, у комірках якого попарно розміщені колоски. Колоски двоквіткові, але зерно утворюється тільки з однієї квіткі. Тому качан завжди має парне число рядів зерен (4 – 30). Качани здебільшого циліндричної або конусоподібної форми 15 – 25 см завдовжки.

Плід – округла, видовжена або видовжено–призматична гола зернівка. Маса 1000 зернівок – 200–400 г.

Фенологія. В онтогенезі кукурудзи розрізняють 12 етапів органогенезу і фенологічні фази: проростання насіння, сходи, утворення третього листка, утворення кожного непарного листка, викидання волоті, цвітіння волоті,

цвітіння початка, формування зернівки, молочний стан, молочно-воскова, воскова і повна стиглість (табл. 24).

Фази вегетативного періоду визначаються за кількістю листків на головному пагоні, у тому числі й фаза виходу в трубку, яку важко визначити методом прощупування. Фаза сходів триває, поки розвиваються 5-6 листків зародкової бруньки (у хлібів першої групи 2-3 листки). У цей час утворюється перший ярус вузлових коренів, завершується перехід до автотрофного живлення. У фазу семи-восьми листків починається кушніння, корені змикаються в міжряддях, що необхідно враховувати при встановленні глибини розпушування міжрядь та ширини захисних зон.

У середньостиглих гібридів фаза виходу в трубку збігається з появою 11-13 листків; у ранньостиглих гібридів вона починається при меншій кількості листків, у пізньостиглих – при більшій. У фазу виходу в трубку волоть росте активніше, ніж стебло. Активний ріст стебла (стеблування) починається після викидання волоті: міжвузля стебла видовжуються, у тому числі й останнє, яке повністю виносить волоть із піхви верхнього листка.

Зернівки в межах качана досягають нерівномірно. Це зумовлено неодноразовістю появи стовпчиків та запліднення квіток, розташованих у різних місцях качана.

У фазу молочної стиглості найбільше вологи містять зернівки верхньої частини качана, тому що вони останніми почали свій розвиток. У наступні фази зерно верхньої частини качана втрачає вологу швидше, ніж зерно середньої й особливо нижньої частини, тому у фазу збиральної стиглості вологість зерна нижньої частини качана вища, ніж вологість середньої та верхньої частин.

Це пояснюється тим, що низ качана щільно закритий обгортками протягом усього періоду розвитку, аж до збирання, тоді як обгортки на верхівці качана при досяганні розходяться, відкриваючи зерно, що прискорює його висихання.

На швидкість досягання зерна різних частин качана впливають кількість та діаметр провідних судин стрижня. У верхній частині стрижня судин менше, і їхній діаметр менший, ніж у нижній, унаслідок чого до зернівок верхівки качана надходить менше продуктів фотосинтезу та води, ніж до основи, і вони швидше висихають. За несприятливих умов верхівка качана залишається недорозвиненою. Неодночасно досягають і різні частини зернівки: верхня половина швидше, ніж нижня.

Фази стиглості кукурудзи визначають за консистенцією та вологістю зерна. Однак достовірність таких визначень не висока, особливо такої важливої фази, як технічна стиглість (кінець наливу). Найбільш об'єктивні результати забезпечує визначення технічної стиглості за масою сухої речовини зерна.

Таблиця 24 Фази росту й розвитку і етапи органогенезу кукурудзи (за Ф. М. Куперман, 1973)

Фази росту й розвитку	Етапи органогенезу		Елементи продуктивності
	волоті	качана	
Проростання насіння, сходи	I. Конус наростання недиференційований	–	–
Третій – п'ятий листок	II. Диференціація конуса наростання	I. Недиференційований конус наростання бокового стебла	Оптимальна густина стояння рослин
	III. Ріст в довжину конуса наростання. Формування бокових гілок волоті	II. Диференціація вкороченого стебла на вузли і міжвузля	Кількість листків, коефіцієнт кущіння
Початок стеблуння	IV. Формування колоскових квіток	III. Подальше витягування конуса наростання, сегментація його основи	–
Вихід в трубку (11–13 листок)	V. Формування квіток в колосках	IV. Утворення колоскових лусок. Формування колоскових горбочків	Кількість членків качана
	VI. Утворення пилка	V. Диференціація колоскового горбочка	Формування довжини качана і кількості колосків в рядах
Викидання волоті	VII. Ріст в довжину членків суцвіття, завершення формування статевих квіток	VI. Формування зародкового мішка, ріст стовпчиків тичинки	Кількість квіток в качані
	VIII. Викидання волоті	VII. Завершення формування статевих квіток	Фертильність квіток
Цвітіння волоті. Викидання ниток качана	IX. Цвітіння волоті	VIII. Викидання ниток рилець	Жаростійкість
		IX. Цвітіння, запилення, запліднення	Озерненість качана
		X. Формування зародка і зернівки, початок молочної стиглості	Величина зернівки
Молочна стиглість	–	XI. Молочна стиглість, накопичення поживних речовин в зернівці	Маса зернівки
	–	XII. Перетворення поживних речовин в запасні	–

Конус наростання волоті знаходиться над верхнім вузлом верхівки стебла, а качана – у брунці, яка розміщується в виямці стебла.

Управління формуванням продуктивності культури

Місце в сівозміні. Кращими попередниками для кукурудзи на зерно в умовах Степу є озима пшениця після чорного і зайнятого парів, зернобобові, допустимими – ранні зернові, кукурудза, небажаними – суданська трава, соняшник. У Лісостепу добрими попередниками є озима пшениця, зернобобові, кукурудза, картопля. У більш зволжених районах (північні, північно-західні й західні), де в осінньо-зимовий період накопичується достатня кількість вологи, кукурудза дає високі врожаї зерна після цукрових буряків.

У Поліссі підбір попередників перш за все залежить від родючості ґрунту. Кращі попередники для кукурудзи – зернобобові, картопля, цукрові буряки, озимі, кукурудза, люпин.

Кукурудза добре переносить повторні посіви протягом 5–7 років за умови збільшення норм добрив і посилення захисту від шкідників і хвороб.

Обробіток ґрунту. Найбільший рівень урожайності кукурудза формує при розміщенні її посівів на полях, де здійснено глибокий основний обробіток ґрунту, що сприяє ефективному накопиченню вологи та зумовлюється морфологічною будовою її кореневої системи.

При вирощуванні кукурудзи застосовують *зяблевий обробіток* ґрунту. Якщо поле засмічене переважно однорічними бур'янами, використовують систему напівпарового зяблевого обробітку, а якщо багаторічними – поліпшеного зяблевого обробітку. Після стерньових попередників проводять лушення дисковими луцильниками, а на ущільнених і сухих ґрунтах – лемішними або дисковою бороною на глибину 6–8 см. Якщо поле засмічене однорічними бур'янами, після проростання бур'янів проводять оранку плугами з передплужниками на глибину 25–30 см.

При засміченні поля багаторічними бур'янами перед зяблевою оранкою після першого лушення в період масової появи сходів цих бур'янів на злущеному полі проводять ще 1–2 лушення. Якщо переважають кореневищні бур'яни, наприклад пирій, після першого лушення, коли з'являються шильця пирію, проводять друге знову дисковими луцильниками уперек на пряму першого і на більшу глибину – 8–10 см або 10–12 см. Після проростання пирію ґрунт лушать ще раз, чекають з'явлення сходів і проводять зяблеву оранку (або проводять її після другого лушення).

Якщо на полі переважають коренепаросткові бур'яни, наприклад, осот польовий і жовтий, гірчак, березка польова, друге і третє лушення виконують лемішними луцильниками на глибину 12–14 см з інтервалом у часі, який визначається з'явленням розеток цих бур'янів.

Після картоплі оранку проводять без попереднього лушення.

Відразу після оранки слід зарівняти борозни і гребені. На схилах крутизною понад 3° лушення стерні проводять плоскорізами, а зяблеву оранку – вперек з одночасним щілюванням. Щоб запобігти ерозії ґрунту, в районах поширення вітрової і водної ерозії основний обробіток проводять плоскорізними знаряддями. Після збирання попередника і лушення стерні поле

обробляють плоскорізами на глибину 12–14 см, а після цього на глибину 25–27 см плоскорізами–глибокорозпушувачами.

Весняний обробіток в господарствах, де використовують інтегровану систему контролювання бур'янів, під кукурудзу проводять мілкий обробіток на глибину 12–14 см. Останніми роками поширення набула ґрунтозахисна енергозберігаюча технологія прямої сівби кукурудзи без обробітку ґрунту – „No-Till”.

Передпосівний обробіток ґрунту передбачає проведення ранньовесняного боронування з метою закриття вологи і вирівнювання поверхні ґрунту. Останнє проводять за настання фізичної стиглості ґрунту шлейф–боронами або вирівнювачами під кутом 45⁰ до основного обробітку. За високої засміченості полів доцільно провести 1–2 допосівні культивації. Першу культивацію проводять після появи сходів бур'янів на глибину 10–12 см. Другу хвилю пророслих бур'янів знищують за допомогою комбінованих агрегатів. Обробіток проводять на глибину загортання насіння.

Конкурентоспроможність кукурудзи на початкових етапах розвитку низька, а тому переважна більшість (90%) її площ забур'янюється. Найефективніший захист від бур'янів в посівах – застосування ґрунтових гербіцидів.

За високої потенційної засміченості посівів однорічними злаковими і дводольними бур'янами доцільно застосувати ґрунтові гербіциди: дуал голд 960 ЕС, к.е. (1,0–1,3 л/га), трофі 90, к.е. (2,0–2,5 л/га), тайфун, к.е. (1,6–2,1 л/га), фронт'єр оптіма, к.е. (0,8–1,4 л/га), харнес, к.е. (1,5–3,0 л/га), герб 900, к.е. (1,5–3,0 л/га), гезагард 500 FW, к.с. (2–4 кг/га), екстрем, к.е. (1,5–3,0 л/га), примекстра голд 720 SC, к.с. (2,5–3,5 л/га), мерлін 750, в.г. (0,1–0,15 кг/га), стомп 130, к.е. (3–6 л/га) та інші рекомендовані препарати, які необхідно вносити під передпосівну культивацію або зразу після сівби кукурудзи, але до сходів культури.

Система удобрення кукурудзи включає основне удобрення, припосівне і підживлення. Найбільшу кількість добрив вносять до сівби в основному удобренні.

В основному удобренні ефективні мінеральні і органічні добрива. *Органічні* вносять восени під найглибший обробіток ґрунту з розрахунку 20–25 т/га у посушливих степових районах, 30–35 т/га у лісостепових та по 35–40 т/га на дерново–підзолистих і опідзолених ґрунтах Полісся.

Ефективність *внесення мінеральних* добрив у передпосівний період залежить від ґрунтово-кліматичних умов, попередника і його удобрення. Середні норми добрив на *дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах* становлять N_{90–130}P_{80–90}K_{60–120}, у Лісостепу на сірих лісових ґрунтах, чорноземах опідзолених, вилугуваних, типових – N_{90–120}P₆₀K₆₀, у степових районах на чорноземах звичайних, карбонатних і південних, а також на каштанових ґрунтах – N_{30–60}P_{30–60}K₃₀, на зрошуваних землях Степу – N_{120–150}P_{60–90}. За умов недостатнього зволоження добрива для основного удобрення краще вносити восени, а в районах достатнього зволоження та на ґрунтах легкого механічного складу – фосфорні і калійні добрива під зяблевий обробіток ґрунту, а азотні – навесні під культивацію (Каленська, Єрмакова, Крестьянінов,

Антал, 2019).

Під час вегетації кукурудзи проводять *підживлення*. Оптимальні строки підживлення припадають на період від 3–го до 6–го листка та під час найінтенсивнішого росту – перед викиданням та в період викидання волотей.

В умовах нестійкого зволоження традиційне підживлення кукурудзи в початковій фазі росту мінеральними азотними туками (N₂₀) часто буває не ефективним, тому його доцільніше замінити на більш технологічне позакореневе підживлення рослин у фазу 6–7 листків рідкими комплексними мінеральними макро – та мікродобривами „*Реаком Плюс*” в дозі 4 л/га або водорозчинними мікродобривами „*Нутривант Плюс кукурудза*” в дозі 4 кг/га, що забезпечує одержання приросту урожаю зерна 7–10%.

Значним резервом підвищення врожайності з покращенням якісних показників зернової продукції є застосування регуляторів росту, а саме: *Гумісол* (8–10 л/га), *Емістим С* (15–20 мл/т) та інших. Вони сприяють покращенню росту і розвитку рослин та підвищують їх стійкість проти стресових факторів навколишнього середовища, що сприяє збільшенню врожайності на 10–15%. Ними обробляють насіння перед сівбою або обприскують посіви у фазу 9–10 листків.

При вирощуванні кукурудзи часто треба вносити і мікродобрива: *борні* – на провапнованих дерново–підзолистих ґрунтах, *марганцеві* – на сірих опідзолених, солонцюватих, каштанових, чорноземних, *мідні* – на торфових.

Сівба. Система підготовки насіння до сівби включає: висушування до вологості 13–14%, інкрустацію, застосування регуляторів росту, протруювання.

Інкрустація насіння – це нанесення на їх оболонку розчину полімерного плівкоутворювача, до складу якого входять біологічно активні речовини. Розчин останніх частково поглинається насінням, а решта проникає в тріщини і захищає його від шкідників і хвороб. Полімерна плівка починає набухати, пропускати воду і повітря до насіння, коли температура ґрунту на глибині загортання насіння становитиме +8...10⁰С.

Для захисту насіння в період проростання від пліснявіння, корневих і стеблових гнилей, пухирчастої та летючої сажки обов’язкове протруювання та інкрустація насіння з додаванням у робочий розчин мікроелементів та регуляторів росту – *Аліос, т.к.с.* (1–2 л/т), *Вітавакс 200 ФФ в.с.к.* (2,5–3,0 л/т), *Гранівіт, в.с.к.* (2,5–3,0 л/т), *Корріоліс, т.к.с.* (0,2 л/т), *Ламардор 400, т.к.с.* (0,2 л/т); за відсутності летючої сажки – *Флуосан, т.к.с.* (3,0 л/т) і 10 л води; *Максим 035, т.к.с.* (1,0 л/т) і 5 л води. За нестачі мікроелементів насіння обробляють солями цинку, марганцю, молібдену по 0,5–0,6 кг/т з додаванням плівкоутворювача *На КМЦ* – 0,2 кг/т або *ПВС* – 0,5 кг/т.

Для боротьби з ґрунтовими шкідниками (личинки коваликів, чорнишів, хрущів) ефективні обробки насіння інсектицидами методом інкрустації. На насінневих заводах насіння кукурудзи обробляють *Космосом 250, т.к.с.* (4 л/т); *Круїзером 350 FS, т.к.с.* (6–9 л/т); *Семафором, т.к.с.* – 2–2,5 л/т, *Пончо* 2,7 л/т з додаванням 10 л води на 1 т насіння.

За узагальненими даними науково–дослідних установ зон кукурудзосіяння,

оптимальним строком сівби кукурудзи є стійке прогрівання ґрунту до +8...10°C на глибині загортання насіння. Як надто ранні, так і пізні строки сівби знижують урожай зерна культури. Експериментальні дослідження показують, що при ранніх (стійке прогрівання ґрунту до +6...8°C) строках сівби у рослин кукурудзи цвітіння волотей настає раніше, ніж при пізніх строках. Ранні посіви раціональніше використовувати ґрунтові запаси вологи та уникають негативного впливу посушливих явищ впродовж вегетації.

За сприятливих умов проростання насіння і відсутності бур'янів рання сівба кукурудзи (стійке прогрівання ґрунту до +6...8°C) має суттєву перевагу відносно пізньої. Встановлено, що ранньостиглі та середньоранні гібриди майже не знижують урожайність при запізненні з сівбою, а більш пізньостиглі гібриди – краще реалізують свій генетичний потенціал за сівби в ранні строки. При прогріванні ґрунту на глибині загортання насіння до +6..8°C в першу чергу необхідно висівати більш холодостійкі ранньостиглі і середньостиглі гібриди.

Для одержання гарантованих дружних сходів кукурудзи надзвичайно важливим є наявність продуктивної вологи в посівному шарі ґрунту. Запаси продуктивної вологи під час сівби культури в шарі 0–10 см вважаються недостатніми при її вмісті в кількості 7–8 мм, задовільними – 9–13 мм, добрими –14–15 мм і більше.

Кукурудзу на зерно і силос висівають широкорядним пунктирним способом з шириною міжрядь 70 см. В екстремальних умовах півдня, де лімітуючими факторами є гострий дефіцит ґрунтової вологи та повітряна посуха, кукурудзу висівають з міжряддям 1,40 м.

Норма висіву кукурудзи на зерно становить 15–25 кг/га (1 посівна одиниця – 80 тис. нас), на силос 30–40 кг/га, на зелений корм кукурудзу доцільно висівати широкорядним способом з міжряддям 45 см і нормою висіву 50–60 кг/га, що забезпечує густоту стеблостою перед збиранням 200–250 тис. рослин/га. Для сівби використовують сівалки „Кінзе”.

Глибина загортання насіння кукурудзи при сівбі на важких суглинкових ґрунтах 4–5 см, на легких суглинкових – 5–6, чорноземних – 5–7, а на супіщаних – 6–8 см. При пересиханні верхнього шару глибину загортання насіння збільшують на 1–2 см.

Правильний вибір густоти стояння рослин дає можливість підвищити продуктивність кукурудзи на 20–30%. Для ранньостиглих гібридів густота стояння рослин може зростати до 90–100 тис./га (табл.25).

Таблиця 25. Оптимальна передзбиральна густота стояння рослин гібридів кукурудзи, тис./га

Зона	Ранньостиглі	Середньоранні	Середньо-стиглі	Середньопізні і пізньостиглі
Степ	55–60	45–50	35–40	30–35
Степ (зрошення)	80	70–80	60–70	50–55
Лісостеп	75–85	65–80	55–70	50–60
Полісся	85–90	–	–	–

Оптимальна густина рослин залежно від ґрунтово-кліматичних умов і біотипів гібридів коливається в межах 40–80 тис./га.

При розміщенні кукурудзи після кращих попередників і доброї вологозабезпеченості слід орієнтуватись на верхню межу густоти, а після гірших і в умовах недостатнього зволоження – на нижню.

Догляд за посівами. У післяпосівний період необхідно проводити захист посівів від бур'янів, розпушування міжрядь, вносити мінеральні добрива і стимулятори росту.

За посушливих умов, після сівби доцільно провести коткування поля кільчасто-шпоровими котками, що забезпечить кращий контакт насіння з ґрунтом та сприятиме підняттю ґрунтової вологи по капілярах у верхні шари ґрунту.

На полях, де вносили ґрунтові гербіциди, не рекомендується проводити до- і післясходові боронування. Оскільки руйнується захисний екран і ефективність внесення гербіцидів знижується до 30–35%.

При правильному застосуванні базових ґрунтових гербіцидів майже повністю знищуються бур'яни і немає потреби в проведенні міжрядних обробітків. Якщо дія базових гербіцидів недостатня, у фазу 5–7 листків у кукурудзи застосовують страхові гербіциди: *Мілагро 040 SC*, к.с. (1,0–1,25 л/га), *Тітус 25*, в.г. (40–50 г/га), *Базис*, 75%, в.г. (20–25 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 9), *МайсТер*, в.г. (0,15 кг/га), *Каллісто* (200 мл/га) + *Мілагро* (1,0 л/га), *Таск* (385 г/га), *Стеллар* (1,0–1,25 л/га) + прилипач *Метолат* (1,0–1,25 л/га), які в основному забирають майже весь спектр бур'янів в посівах кукурудзи, розповсюджених у зоні Лісостепу та Полісся. Їх можливо використовувати по технології No-till, за якої застосовувати ґрунтові гербіциди неефективно. Вибір страхових гербіцидів, а також поєднання їх у бакову суміш залежить від основних видів бур'янів та фази розвитку культури.

Міжрядні обробітки ґрунту регулюють його водно-фізичні властивості та знищують бур'яни. Перший міжрядний обробіток посівів кукурудзи здійснюють у фазу 5–7 листків, другий – у фазу 9–10 листків. Якщо об'ємна маса ґрунту (1,2 г/см³) відповідає біології культури і кількість бур'янів не перевищує ЕПШ, проводити міжрядний обробіток недоцільно.

У разі заселення, більш як 18% рослин кукурудзи гусеницями стеблового кукурудзяного метелика, за досягнення їх чисельності ЕПШ необхідно провести обприскування посівів *Денисом-ф-Люкс*, к.е. – 0,4–0,7 л/га; *Карате Зеон 050*, м.к.с. (0,2 л/га), *Регент 20*, г (5–10 кг/га), *Кайзо*, в.г. (0,2 кг/га).

У фазу викидання волоті проти кукурудзяного метелика випускають вогнівкову форму трихограми у два терміни: на початку і в період масового відкладання яєць шкідником. Перший випуск – 50 тис. самок на 1 га; 2-й – залежно від кількості яйцекладок на 100 рослин: до 3-х – 50 тис. га; 3–5 – 100 тис. га; 6–8 – 150 тис. га; понад 8 – 200 тис. га. Проти лучного метелика 1-й випуск трихограми проводять з розрахунку 50 тис. самок на 1 га, 2-й і 3-й – з розрахунку 1 самка на 10 яєць шкідника.

Збирання врожаю. Урожай кукурудзи на зелений корм і якість зеленої маси

залежать від строків збирання. При відносно ранніх строках збирання (у фазу 11–13 листків) 80–90% врожаю припадає на листки і 10–20% – на стебла. Частка листків у зеленій масі зменшується у фазу утворення качанів до 40–50%, у молочній стиглості зерна – до 10–20%. Тому при використанні кукурудзи на зелений корм її доцільно збирати у фазу цвітіння волотей – частка листків 60–70% і 30–40% стебла. Висота зрізу стебла має бути не більше 8–10 см.

У фазу молочно–воскової стиглості зерна, коли вологість зеленої маси не перевищує 65–70%, а вміст сухих речовин становить 25–30% – кукурудзу збирають на *силос*. Від молочної до воскової стиглості вихід кормових одиниць збільшується на 33%, перетравного протеїну – на 17%, а середньодобовий приріст сухого зерна складає 1,5–2,0 ц/га. Кукурудзу на силос збирають комбайнами КС – 2,6; КСК – 100, Марал, Ягуар. Подрібнену масу силосують з наступним трамбуванням у траншеях та вкривають плівкою або соломою. Вологість силосу не повинна перевищувати 75%.

Залежно від напрямку використання й умов зберігання *зерно* кукурудзи збирають без обмолоту качанів або з їх обмолотом в полі. Збирання врожаю культури без обмолоту качанів розпочинають при вологості зерна не більше 40%, а з обмолотом – при 30% (Крестьянінов, Єрмакова, Антал, 2020).

В процесі дозрівання зерно кукурудзи підсихає з різною швидкістю залежно від групи стиглості гібридів, їх морфологічних ознак та вологості зерна. Ефективність вологовіддачі зерном істотно залежить від кількості обгорток на качані та діаметра його стрижня. Чим гібрид кукурудзи пізньостигліший, тим шар обгорток на качані, як правило, товщий і період дозрівання зерна триваліший, що зумовлює більш повільну віддачу ним вологи. Гібриди, які формують качани з тонким стрижнем, відрізняються інтенсивною вологовіддачею, швидше підсихають, що дуже важливо для збереження врожаю, особливо в районах з дощовитою і прохолодною осінню. На швидкість підсихання зерна істотно впливає також і його вологість. Тому при визначенні строків збирання доцільно враховувати середньодобову вологовіддачу, яка за даними ДУ ІСГСЗ НААН складає 0,8–1,2%, 0,5–0,7% і 0,3–0,4% при вологості зерна відповідно 35–40; 30–35 і 25–30%. Інтенсивна вологовіддача зерна кукурудзи практично припиняється при зниженні середньодобової температури повітря до +5...6⁰С та підвищенні його відносної вологості до 80–90%.

Сорго цукрове (*Sorghum*)

Класифікація. Сорго (*Sorghum saccharatum*) однорічна трав'яниста рослина родини Тонконогових (*Poaceae*) (рис. 32)

Поширення та виробництво. Цукрове сорго – універсальна культура, сировина якої може використовуватись як у кормовиробництві та харчовій промисловості, так і для виробництва біопалива. Сік зі стебел цукрового сорго, за загальним вмістом цукрів не поступається цукровій тростині, але на відміну від останньої, окрім сахарози, містить значну частку глюкози, фруктози та розчинного крохмалю, який перешкоджає кристалізації. Тому із соку цукрового

сорго виготовляють не кристалізований, а рідкий цукор – сироп.

Завдяки високому вмісту цукрів сік цукрового сорго використовується для виробництва біоетанолу. Сучасні вітчизняні високопродуктивні гібриди цукрового сорго дозволяють отримати до 4,5 т/га біоетанолу, що еквівалентно 112,5 ГДж/га (26,9 Гкал/га) енергії. Після видалення соку вологість стебел цукрового сорго не перевищує 40%, тому вони можуть бути сировиною для виробництва твердого біопалива (паливних гранул або брикетів). Сухої біомаси цукрового сорго, зібраної з 1 га достатньо для виробництва 25 т твердого біопалива, під час згоряння якого виділяється 400 ГДж (95,3 Гкал) теплової енергії. Таким чином, загальний вихід енергії, яку можна отримати з 1 га посівів цукрового сорго перевищує 500 ГДж, що свідчить про перспективність використання цієї культури для біоенергетики (Ковальчук, Григоренко, Костенко, 2009).

Біомаса цукрового сорго може використовуватись для виробництва біогазу. Завдяки високій продуктивності, цукрове сорго забезпечує найбільший серед інших сільськогосподарських рослин вихід біогазу з одиниці площі – до 17,6 тис.м³/га з вмістом метану 60%. Залишки біогазової ферментації містять значну кількість легкодоступного для рослин азоту, фосфору, калію та мікроелементів і можуть використовуватись в якості добрив, які за своєю дією схожі на мінеральні добрива (Левандовський, Олійнічук, Ткаченко, 2004).

Хімічний склад. Хімічний склад цукрового сорго, %: вода – 63-65; сахароза – 8,8- 11,2; інші цукри – 1,3-2,3; клітковина – 6,8-7,3; крохмаль – 4,5-5,2; білки – 2,6-2,9; пектинові речовини – 0,4-0,60; рН соку – 4,8-5,2. Середня врожайність зеленої маси цукрового сорго становить 40-60 т/га. Вихід біоетанолу залежить від вмісту цукру в соку, кількість якого в рослині становить 80-85% від біомаси стебел. Залежно від сортових особливостей і фази збирання в соці сорго може міститися від 16 до 20% цукру. Результати досліджень вчених вказують на те, що сьогодні в природі не існує іншої рослини, яка могла б так швидко синтезувати сахарозу.

Отже, з 1 га посівів цукрового сорго за врожайності стебел 80 т/га та цукристості соку 16% можна отримати 3,05 т біоетанолу, що еквівалентно 76,25 ГДж енергії.

Морфологічні особливості культури. За зовнішнім виглядом, а саме своїм суцвіттям (волоттю), цукрове сорго нагадує просо, але на відміну від нього, сорго має великі, гладкі, прямостоячі, соковиті стебла заввишки до 5 метрів. Стебло складається з окремих міжвузлів, кількість і довжина яких залежать від групи рослин та їх скоростиглості. Серцевина стебла наповнена солодким соком з різним складом цукрів: сахарози, глюкози та фруктози.

Цукрове сорго має добре розвинену кореневу систему, яка проникає у ґрунт на глибину 2,0-2,5 м і розгалужується на 1,2-1,3 м, що обумовлює високу посухостійкість культури. Завдяки потужній кореневій системі цукрове сорго краще, ніж інші культури, росте на легких піщаних, важких глинистих та інших малопродуктивних ґрунтах, легко витримує близькість ґрунтових вод та засоленість ґрунту.

Властивість рослин сорго протистояти несприятливим умовам посухи у великій мірі залежить від особливостей будови листка. Його листки завдяки ксерофітній структурі значно менше випаровують вологи порівняно з іншими рослинами. Листкові пластинки сорго порівняно з листками кукурудзи вкриті більш щільним шаром епідермісу, а розмір продихів на листках сорго значно менший. До того ж, в період високих температур (липень–серпень) на листках і стеблах сорго з'являється білий воскоподібний наліт, який також запобігає сильному нагріванню рослин (Кусяк, Думанська, Кучерява, Омельченко, 2014).

Зерно цукрового сорго плівчасте або злегка відкрите, волоть розлога. Після вимолочування воно залишається в плівках, тому за кормовими та харчовими якостями поступається зерновому сорго. Найбільш інтенсивно цукор в стеблах накопичується після цвітіння. Максимальна кількість цукрів рослина містить в фазі воскової і повної стиглості зерна.

Фенологія. Вегетацію сорго можна поділити на 3 основні стадії тривалістю орієнтовно по 30–35 днів кожна. Перша стадія – це стадія вегетативного росту, яка триває від сходів до початку формування на стеблі репродуктивних органів (волоть, зерно) (Бикін, Антал, Найдено, 2019).

Друга стадія – репродуктивна: від появи волоті на верхівці стебла до цвітіння. Третя стадія: наливу зерна: триває від цвітіння до завершення накопичення сухої речовини в зерні. Вегетаційний період сорго становить 90–145 днів (рис.33)

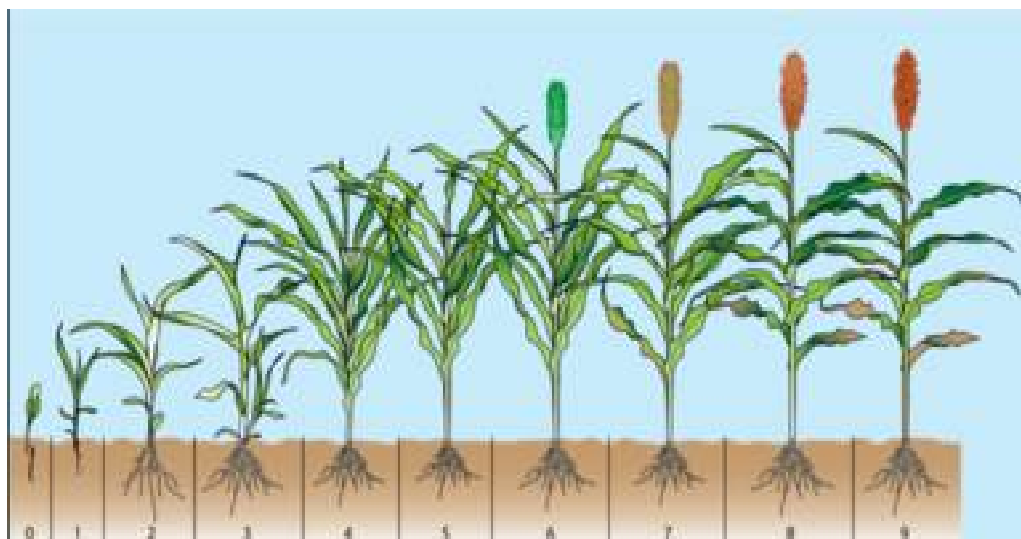


Рис. 3.3 Фази росту і розвитку сорго

0 – сходи. Тривалість залежить від температури й вологості ґрунту, кількості поживних решток, глибини висіву та енергії насіння.

1 – 3-го листка. 10–20 днів від сходів залежно від температури й вологості ґрунту. Точка росту знаходиться під землею, будь-яке ушкодження листового апарату призводить до затримки з цвітінням.

2 – 5-го листка. 20–25 днів після сходів. Точка росту над поверхнею ґрунту. Починається швидкий ріст, зокрема, кореневої системи, і накопичення поживних речовин.

3 – гілкування. 30–40 днів після сходів. Максимальні темпи росту та засвоєння поживних елементів. Початок формування волоті.

4 – прапорцевого листка. Швидкий ріст стебла в висоту та листового апарату. До цієї стадії рослина накопичує більше 30% необхідного азоту, більше 20% фосфору і більше 40% калію.

5 – зупинка росту. 50–60 днів після сходів. Площа листя досягає максимуму. Верхівка починає видовжуватися.

6 – цвітіння. Формується волоть. Зацвітає щонайменше половина рослин на полі. Рослина накопичує 70% необхідного азоту, 60% фосфору і більше 80% калію.

7 – м'якого зерна. Формування зерна починається відразу після цвітіння. Зерно швидко наливається. Стебло втрачає масу через перерозподіл речовин. Основний процес – формування волоті й зернин.

8 – твердого зерна. Зерно набирає 75% фінальної сухої маси, а накопичення елементів живлення закінчується. Нижнє листя перестає функціонувати через пере направлення поживних речовин у зерно.

9 – фізіологічна стиглість. Суха маса зерна досягає свого максимуму. Вологість зерна – 25–35%. (www.jiva-nrk.com.ua).

Управління формуванням продуктивності культури

Місце в сівозміні. Комплекс агротехнічних заходів, пов'язаних з вирощуванням культури, повинен бути спрямований на підвищення врожаю та його якості, а також враховувати біологічні особливості культури, ґрунтово-кліматичні умови, сортове розмаїття, цільове призначення посівів та інші фактори. В отриманні високих і стабільних урожаїв важливе значення мають: вибір поля, застосування раціональної системи обробітку ґрунту та удобрення, оптимальні строки сівби, ефективні прийоми догляду за рослинами і збирання врожаю.

Цукрове сорго може вирощуватися після будь-яких попередників, однак рекомендованими для нього є ранньостиглі культури, після яких поля не забур'янені та мають значний запас ґрунтової вологи. Найкращими попередниками для цукрового сорго є зернобобові та озимі культури. Не рекомендується висівати цукрове сорго після проса, оскільки ці культури мають багато спільних хвороб та шкідників (Гунчак, 2014).

Цукрове сорго формує високі врожаї зеленої маси, а отже виносить з ґрунту велику кількість поживних речовин і вологи. Крім того воно відноситься до пізніх культур, після збирання яких залишаються поживні рештки, що ускладнюють проведення наступних обробіток ґрунту. Тому цукрове сорго є не найкращим попередником для інших сільськогосподарських культур.

Разом з тим, дотримання рекомендованої технології вирощування

(своєчасне проведення комплексу польових робіт, щорічне внесення розрахункових норм органічних і мінеральних добрив та пестицидів) дозволяє вирощувати цукрове сорго впродовж 5 років як беззмінну культуру.

Обробіток ґрунту. Система основного обробітку ґрунту під цукрове сорго включає лущення дисковими робочими органами на глибину 6-8 см, внесення гербіциду суцільної дії для знищення сходів бур'янів та падалиці, оранку на глибину 25-27 см та вирівнювання поверхні поля. Після збирання попередника у ґрунті залишається волога, витратам якої через випаровування можна запобігти своєчасним і якісним лущенням стерні. Обробіток ґрунту луцильниками забезпечує його розпушування та часткове перемішування, а також підрізання бур'янів. Лущення провокує проростання бур'янів, які знищуються наступними обробітками. Для виконання цього заходу використовують здебільшого дискові луцильники. На чистих або забур'янених однорічними бур'янами площах лущення проводять на глибину 6-8 см у два сліди перехресним способом із кутом атаки дисків 30...35°. На полях, засмічених багаторічними коренепаростковими або кореневищними бур'янами, глибину лущення слід збільшити до 12 см. Швидкість руху агрегату – 8-12 км/год.

Через 2-3 тижні після лущення (в міру відростання бур'янів до 10...15 см) площу необхідно обробити гербіцидом суцільної дії. Глибоку осінню оранку проводять через 2-3 тижні після внесення гербіциду оборотними плугами на глибину 25...27 см. Швидкість агрегату на оранці – 5...6 км/год. Для вирівнювання поверхні поля, знищення сходів бур'янів та створення сприятливих умов для накопичення ґрунтової вологи у осінньо-зимовий період після оранки необхідно провести суцільну культивуацію на глибину 5...7 см культиваторами за швидкості руху агрегату 10...12 км/год.

Весняний обробіток ґрунту складається з комплексу заходів, спрямованих на підтримання поверхні поля в розпушеному вирівняному стані, збереження накопиченої ґрунтової вологи, контролювання чисельності бур'янів та створення сприятливих умов для проростання насіння цукрового сорго і включає ранньовесняне боронування ґрунту та дві культивації комбінованими агрегатами. Для цього, за настання фізичної стиглості ґрунту, проводять ранньовесняне боронування на глибину до 5 см впоперек або під кутом до напрямку оранки в один-два сліди важкими та середніми зубовими чи пружинними боронами. Швидкість руху агрегату при цьому становить 10...12 км/год.

Цукрове сорго належить до теплолюбних культур, насіння яких висівається наприкінці квітня-початку травня, тому має місце значний розрив у часі між закриттям вологи і сівбою насіння, що обумовлює необхідність у проведенні двох культивацій. Перша культивація проводиться через 2 тижні після закриття вологи на глибину до 6 см з обов'язковим наступним коткуванням ґрунту для збереження вологи та провокування проростання однорічних бур'янів, а також для знищення сходів падалиці попередників. Друга культивація (передпосівна) – проводиться безпосередньо перед сівбою і виконується на глибину загортання

насіння (Осадчук, Гунчак, Мікус, Крижанівський, 2014).

Удобрення. Цукрове сорго невибагливе до забезпечення елементами живлення, проте досить активно реагує на внесення органічних і мінеральних добрив. Під цукрове сорго, як біоенергетичну культуру, рекомендується вносити мінеральні добрива у нормі N₆₀...80P₆₀...80K₃₀.

Сівба. Для забезпечення появи повних дружніх сходів для сівби слід підбирати насіння крупної або середньої фракції, маса 1000 насінин яких становить 25...30 та 20...24 г відповідно. Особливо негативно на схожість насіння цукрового сорго впливає термін його зберігання. Тому доцільно використовувати насіння, яке зберігалось не більше двох років.

Підготовка сорго до сівби обов'язково повинна включати прогрівання насіння протягом 4–5 днів на сонці, що підвищує енергію проростання і схожість на 6–10%. Обов'язковим заходом є протруювання насіння фунгіцидними препаратами *Вітавакс 200 ФФ*, в.с.к.(2,5–3,0 л/т), *Максим XL 035 FS*, т.с.к.(5,0 л/т). Для захисту від шкідників одночасно з протруюванням фунгіцидами насіння обробляють інсектицидним препаратом *Круїзер 350 PS*, т.с.к. (4,0 л/т).

Строки сівби мають важливе значення у водозабезпеченні рослин, а також в оптимізації світлового режиму. Вибір строку сівби залежить від кліматичних умов, стану ґрунту, біологічних особливостей сортів і гібридів. Розпочинати сівбу цукрового сорго слід за середньодобової температури ґрунту на глибині 10 см – 12...14°C. За такої температури сходи цукрового сорго з'являються на 10-12 добу. Для півдня України такі температури спостерігаються в період III декади квітня – II декади травня. За ранніх строків сівби у недостатньо прогрійтий ґрунт (7...8°C) сходи з'являються на 30-35 добу, а польова схожість насіння знижується до 30%. Незначні заморозки до -2°C впродовж доби знищують сходи цукрового сорго. Сівбу насіння рекомендується проводити сівалками точного висіву з шириною міжрядь 45 см або 70 см.

Оптимальна густина стояння рослин цукрового сорго для зони достатнього зволоження України становить 220...270 тис.шт./га, нестійкого зволоження – 180...220 тис.шт./га, недостатнього зволоження – 140...180 тис.шт./га. Під час встановлення норми висіву слід враховувати, що польова схожість насіння на 20...25% менша за лабораторну.

Після інтенсивних опадів за настання сонячної погоди може утворюватися ґрунтова кірка, яка перешкоджає появі та нормальному розвитку сходів. Якщо ґрунтова кірка утворилась до появи сходів, її руйнують середніми та легкими боронами або культиваторами з ротаційними робочими органами.

Щоб отримати ранні та дружні сходи, насіння цукрового сорго під час сівби має потрапити на тверде вологе насінневе ложе та на оптимальну глибину. Для проростання насіння цукрового сорго необхідна менша кількість вологи порівняно з іншими культурами. Так, для набухання насіння цукрового сорго достатньо лише 35% води від маси самого насіння, тоді як для кукурудзи – 40%, пшениці – 60%. Однак, за мілкої сівби та посушливих весняних умов, насіння цукрового сорго, потрапляючи в суху землю, не дає сходів. Тому

оптимальною для більшості регіонів України є глибина загортання насіння 4...6 см.

Догляд за посівами. Головна мета догляду за посівами цукрового сорго полягає в підтриманні посівів у чистому від бур'янів стані, а також у створенні сприятливих ґрунтових умов для розвитку рослин.

Цукрове сорго повільно росте на початку вегетаційного періоду, тому сходи бур'янів, які в цей період ростуть швидше, пригнічують сходи рослин сорго. Рихлення ґрунту в міжряддях у посівах цукрового сорго має не менше значення, ніж знищення бур'янів, оскільки рослини сорго погано переносять переушільнення ґрунту.

Післяпосівне прикочування збільшує контакт насіння з ґрунтом, підтягує капілярну вологу із нижніх більш вологих шарів ґрунту і вирівнює його поверхню. Прикочування також сприяє швидкому і дружньому проростанню насіння бур'янів, які потім можуть бути знищені досходовим боронуванням впоперек рядків. Прикочування виконують кільчасто-шпоровими котками, які утворюють ребристу поверхню ґрунту, що перешкоджає утворенню ґрунтової кірки.

Цукрове сорго – світлолюбна рослина, яка у перший період свого розвитку росте досить повільно, тому поступається бур'янам у конкурентній боротьбі за сонячне світло. У зв'язку з цим, контролювання забур'яненості повинно здійснюватися на ранніх етапах розвитку рослин з використанням ґрунтових гербіцидів. Щоб уникнути пригнічення рослин цукрового сорго гербіцидами, його насіння обов'язково має бути оброблене антидотом типу Концеп III 960 ЕС, що забезпечує стійкість рослин сорго до дії S-метолахлору, який входить до складу таких гербіцидів, як Дуал Голд 960 ЕС та Примекстра Голд 720 SC. Ґрунтовий гербіцид Дуал Голд 960 ЕС у нормі 1,6 л/га забезпечує захист рослин сорго впродовж 8-10 тижнів від однорічних злакових бур'янів (мишій, просоподібні) та деяких однорічних дводольних (щиріця, грицики та ін.). Його можна вносити під передпосівну культивуацію або під час сівби. Значно ширший спектр дводольних бур'янів контролюють гербіциди комбінованої дії Примекстра Голд 720 SC в нормі 3,0...3,5 л/га та Примекстра TZ Голд 500 SC в нормі 4,0...4,5 л/га.

Цукрове сорго краще ніж інші сільськогосподарські культури протистоїть впливу шкідників та хвороб, проте і воно уражується патогенами, чисельність яких слід контролювати старанним виконанням основних агротехнічних заходів та хімічними засобами.

Щоб запобігти ураженню сорго сажкою, а також червоним бактеріозом та гелмінтоспоріозом, його насіння протруюють гранозаном (1,0...1,5 кг/т) або меркураном (1,5...2,0 кг/т) в розрахунку на тону посівного матеріалу. Протруювання здійснюють у день сівби, оскільки оброблене насіння під впливом діючої речовини втрачає схожість. Проти плямистостей у період вегетації застосовують Бірекс КС (за умови прояву) – 0,5 л/га та Тітул Дуо – 0,25 л/га.

Найпоширеніший шкідник цукрового сорго – попелиця, яка уражує в

основному молоді рослини, висмоктуючи з їх листя й стебел сік, у результаті чого ріст рослин уповільнюється, а іноді молоді рослини сорго у фазі до 4-5 листочків навіть гинуть. Для захисту посівів цукрового сорго в період вегетації від попелиці застосовують Енжіо 247 SC (0,18 л/га). У період викидання волотей, рослини цукрового сорго іноді пошкоджує кукурудзяний метелик. Для контролювання чисельності цього шкідника застосовують Децис, 2,5% к.е. (0,5...0,7 л/га), Децис Форте, 12,5% к.е. (0,05...0,08 л/га), Карате 050 EC, к.е. (0,2 л/га), Карате Зеон 050 CS, м.к.с. (0,2 л/га), Штефесін, 2,5% к.е. (0,5–0,7 л/га). Але ефект від використання інсектицидів залежить від точності визначення строків обробок. Найвища ефективність досягається за внесення препаратів під час проникнення перших гусениць шкідника у стебла, тобто через 2-3 тижні після початку льоту метелика або під час масового льоту.

Збирання. Строки та спосіб збирання біомаси цукрового сорго залежать від подальшого її використання: для виробництва біогазу, біоетанолу та твердого біопалива.

Якщо біомаса використовується як сировина для виробництва біогазу, то цукрове сорго слід збирати у період максимальної врожайності зеленої маси, яка досягається у фазі формування і наливу зернівки. У цей період суха речовина біомаси становить 20...25%, що є оптимальним для виробництва біогазу. У зоні достатнього зволоження, з метою отримання більшої кількості біомаси для біогазу з одиниці площі цукрове сорго можна збирати двічі: наприкінці липня (у період інтенсивного росту) та на початку жовтня. У цьому випадку загальна кількість отриманої зеленої біомаси цукрового сорго сягатиме 150 т/га. Для виробництва біогазу можна використовувати всю біомасу цукрового сорго (стебла, листя та волоті), тому збирання цукрового сорго здійснюється звичайними силосозбиральними комбайнами КСК-100А, КСК-250, Дон-750, Jaguar 900, Jaguar 870, Mammut 8790, John Deere 7200, John Deere 7300 і інші.

У випадку використання біомаси цукрового сорго в якості сировини для виробництва біоетанолу та твердого біопалива збирання врожаю слід розпочинати у період максимального накопичення цукрів у соці стебел. Як правило це відбувається наприкінці вересня у фазі повної стиглості зерна. Під час збирання біомаси на біоетанол слід відокремлювати стебла від листя та волотей, оскільки їх наявність негативно впливатиме на вихід біоетанолу. При цьому, стебла цукрового сорго не слід інтенсивно подрібнювати, так як це призводитиме до втрат цукромісткого соку під час транспортування та зберігання біомаси. Розмір подрібнених частин стебла не повинен бути меншим 15...25 см. Збирання стебел цукрового сорго на біоетанол здійснюють комбайнами для збирання цукрової тростини, такими як Camco CH 3500, Case A8000, Claas Ventor та іншими.

Комбайн для збирання цукрового сорго на біоетанол працює наступним чином: волоті рослин відокремлюються різальним апаратом 1 та залишаються на полі, стебла за допомогою стеблорізачів 2 подаються на ріжучий апарат 3. Зрізані стебла транспортуються до двоножового барабанного подрібнювача 4,

після чого подрібнені стебла разом з листям потрапляють у перший пневмосепаратор 5, на якому відбувається попередній етап очистки маси від листя. У кінцевій частині елеватора для навантаження біомаси 6 встановлено другий пневмосепаратор 7, за допомогою якого відбувається остаточний етап відокремлення листя від стеблової біомаси. Відокремлене на першому та другому етапах листя залишається на поверхні поля, а очищена стеблова біомаса цукрового сорго подається до транспортного засобу, яким вона доставляється до місця переробляння. Зібрану в такий спосіб біомасу цукрового сорго можна зберігати не більше 2-3 діб.

Пшениця озима *Triticum*

Класифікація. Пшениця (*Triticum L.*) однорічна рослина родини *Тонконогових (Poaceae)* (рис.34)

Поширення та виробництво. Пшениця одна з найдавніших і найбільш поширених культур. Вона була відома за 6,5 тис. років до н.е. на території сучасного Іраку, за 6 тис. років до н.е. її вирощували в Єгипті і за 3 тис. років до н.е. – в Китаї. З давніх часів вирощують пшеницю і в Україні.

Валовий збір озимої пшениці у 2022 році склав 31,8 млн т, що на 19,7% більше, ніж в попередні три роки. Щодо обсягів посівних площ, то сукупно під урожай озимини 2021 р. було виділено 7972,8 тис. га і це на 4,9% більше, ніж попереднього року, зокрема 6850,3 тис. га під озиму пшеницю.

Хімічний склад. У зерні пшениці від 11 до 20% білка, 63–74% крохмалю, близько 2% жирів, до 2% зольних мінеральних речовин і багато вітамінів (В₁, В₂, РР, Е, провітаміни А, Д).

За державним стандартом, зерно сильних пшениць належить до першого та другого класів, які містять відповідно 36 та 32 і не менше 28% сирової клейковини першої групи і має натуру не менше 755 г/л, скловидність – не нижче 60%, а хлібопекарська сила борошна 280 і більше одиниць альвеографа.

Використання. Пшениця є однією з культур, з якої виробляють біоетанол. Так, для виробництва даного виду палива можна використовувати зерно, непридатне для харчових або кормових цілей. Традиційно для виробництва спирту США застосовують кукурудзу, причому спиртові заводи споживають майже половину вирощеного країни зерна цієї культури. Однак незвичайна ринкова ситуація, що склалася в США останнім часом, пшениця стала помітно дешевшою за кукурудзу – призвела до того, що виробники спирту почали переходити на альтернативний вид сировини.

Зерно пшениці джерело одержання етилового спирту, який в подальшому можна використовувати як живлення бензинових двигунів, змішуючи його зі звичайним бензином для отримання більш якісного пального. Біоетанол, який отримують шляхом ректифікації продукту спиртового бродіння, майже не містить води, що робить його ефективним у паливних сумішах для автомобільних двигунів (Петренко В.В., Осипова Т. Ю., 2014).

У країнах ЄС основною культурою, що вирощується для виробництва біоетанолу, є пшениця. На неї припадає близько 0,7% сільськогосподарських земель ЄС і 2% зерна, імпортованого до країн блоку.

При формуванні врожайності зерна 5 т/га вихід біоетанолу складає 1,53 т/га, вихід умовного палива 1,3, а енергії – 38,1 ГДж/га. За даними НАААН, при врожайності зерна 7,2 т/га, збір етанолу складає 2854 л/га. При цьому коефіцієнт переведення натурального палива в умовне при використанні побічної продукції становить 0,36, а з брикетів та гранул соломи – 0,5.

При виробництві біопалива з пшениці, основною метою є вихід етанолу. Вибір виду пшениці є важливим фактором, проте, м'яка пшениця забезпечує вищий етанолу. Треба уникати пізнього збирання, оскільки існує небезпека того, що зерно в колосі починає проростати, внаслідок чого ферменти починають розкладати крохмаль (Мартинюк Д., 2020)

Високий вміст етанолу обернено пропорційний вмісту азоту в зерні, тобто низький рівень вмісту азоту в зерні (тобто білку) є показником високого вмісту крохмалю, і, отже, потенційно високого обсягу виходу біоетанолу на тунну сировини (рис. 35).

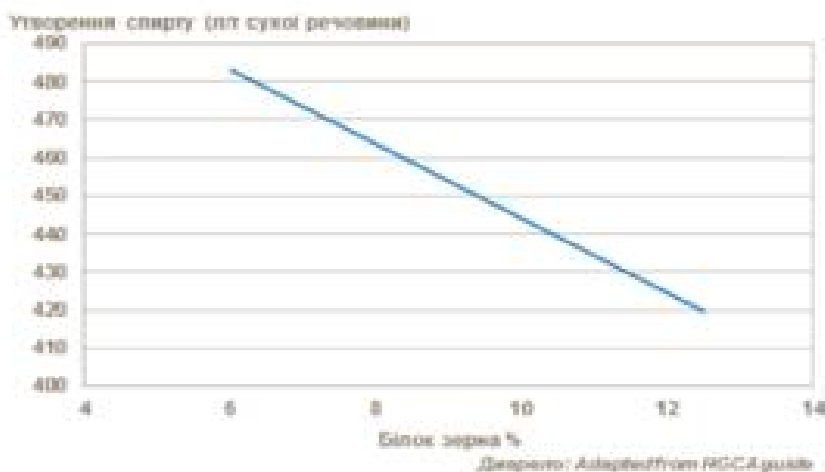


Рис. 35. Залежність виходу спирту із зерна з різним вмістом білка

Морфологічні особливості культури.

Коренева система пшениці мичкувата двоярусна. Перший ярус утворює первинна (зародкова) коренева система, другий – формують вторинні (вузлові) корені на вузлі кущіння. За сприятливих умов із одного вузла розвивається 3–5 коренів, збільшуючись від нижніх вузлів до верхніх. З'являються вони з утворенням третього-четвертого листка, тобто з настанням фази кущіння. Коренева система озимої пшениці здатна проникати на глибину до 2,8 м.

Стебло. Циліндрична порожниста соломину, розділена стебловими вузлами на міжвузля. Висота рослин у низькорослих сортів – 60-90 см, середньорослих – 100-110 см, високорослих – 110-125 см, складається із 4-7 міжвузлів. Товщина соломини становить 0,4-0,9 см. Ріст стебла припиняється здебільшого із закінченням цвітіння рослин.

Листя. На стеблі розміщуються поодинокі біля кожного стеблового вузла. Листок має піхву (нижня частина листка, яка щільно охоплює стебло) і листову пластинку (розгорнута верхня частина листка). Листкова пластинка видовжена, лінійного типу з поздовжнім жилкуванням.

Суцвіття. Складний колос. Основою колоса є колосовий стрижень, який складається з окремих члеників. Членики сплюснені і тому мають по два вузькі і два широкі боки. Широки бокам колосового стрижня відповідають лицьові боки колоса, вузьким – бічні. З лицьового боку колоса колоски накривають один одного, з бічного – виходять навскіс один з-під одного.

Плід. Суха однонасінна зернівка, яка складається з трьох частин: покривів, запасу поживних речовин і зародка. Обов'язковими елементами покривів є плодова і насінна оболонка. Плодова оболонка – це зовнішній шар зернівки, який утворився з покривів зав'язі. Зернівки голі, рідко плівчасті, видовженоовальна, гладенька, ребриста. Маса 1000 насінин складає 25–60 г.

Фенологія. Кожний орган, як і рослина в цілому, проходить декілька етапів під час свого індивідуального розвитку (органогенезу). *Органогенез* – формування органів рослини в їх ембріональному зародковому стані. За Ф.М. Куперман, в онтогенезі зернових хлібів розрізняють дванадцять етапів органогенезу (табл. 26, 27).

В онтогенезі пшениця проходить 12 етапів органогенезу і такі фенологічні фази: проростання насіння, сходи, куціння, трубкування (стеблуння), колосіння, цвітіння, формування і налив зернівки, молочна, воскова, повна стиглість. Проростання насіння, фаза сходів та частково куціння відбуваються восени, під час I та II етапів органогенезу, останні фенофази і етапи органогенезу – весною та влітку наступного року. Тривалість вегетації восени – 40–50 днів, весною і влітку – 90–110 днів

За оптимальних умов сходи з'являються за 7–9 днів після сівби. Через 13–15 днів, коли на рослині утвориться 3–4 листки і на глибині 2–3 см сформується вузол куціння – настає фаза куціння (підземного галуження стебла – пагоноутворення). До зими рослина повинна сформувати 2–4 пагони. Для цього потрібно 40–50 днів осінньої вегетації. Коренева система на цей час заглиблюється на 50–70 см.

З настанням весною середньодобових температур +4...5°C пшениця відновлює вегетацію і продовжує куцитись ще 25–30 днів. Після цього починається вихід у трубку (стеблуння). Воно триває 25–30 днів і змінюється фазою колосіння, а ще через 4–5 днів настає цвітіння і припинення росту стебла. Пшениця – самозапильна культура, тому запилення може відбуватись і в полеглих посівах, але кількість зерен в колосі, маса 1000 зерен та урожайність зменшуються на 20–40% і більше. Після запліднення формується зернівка, яка через 12–17 днів досягає кінцевої довжини і вступає у фазу ранньої молочної, а потім молочної, тістоподібної, воскової і повної стиглості. Фаза молочної стиглості триває 7–14, воскової 7–9 днів. В середині воскової стиглості при вологості зерна 33–35% припиняється надходження пластичних речовин у зернівки і можна приступати до роздільного збирання.

Таблиця 26. Взаємозв'язок фенологічних фаз з етапами органогенезу і елементами продуктивності рослин і посівів (за Ф.М. Куперман)

Фенологічні фази	Етапи органогенезу		Елементи продуктивності
	номер	характеристика	
Проростання насіння – сходи	I	Конус наростання недиференційований у вигляді горбочка розміром 0,2–0,3 мм	Густота сходів
Три листки – кущіння	II	Диференціація зачаткових вузлів і міжвузлів, закладання осей другого порядку	Кількість листків, коефіцієнт кущіння, зимостійкість
Кінець кущіння	III	Диференціація осі колоса на членики колосового стрижня	Кількість члеників колосового стрижня
Початок виходу в трубку	IV	Формування колоскових горбочків осей суцвіття другого порядку	Кількість колосків у колосі, посухостійкість
Стеблування: сформоване перше міжвузля	V	Формування квіткових горбочків	Кількість квіток у колосі
Сформоване друге міжвузля	VI	Формування спорогенної тканини, зародкових мішків, яйцеклітин, пилкових	Фертильність квіток, щільність колоса, посухостійкість
Розростання третього – шостого міжвузлів	VII	Інтенсивний ріст усіх органів колоса, дозрівання яйцеклітин і пилкових зерен	Те саме
Колосіння	VIII	Завершення формування і дозрівання всіх органів колоса. Запилення і запліднення	Те саме
Цвітіння	IX	Формування і ріст зернівки	Озерненість колоса
Формування зернівки	X	Нагромадження поживних речовин у зернівці	Розмір зернівки
Наливання і молочна стиглість зернівки	XI	Перетворення поживних речовин у запасні	Маса зернівки, стійкість до суховіїв
Воскова і повна стиглість	XII	Перетворення поживних речовин у запасні	Маса 1000 насінин

Таблиця 27. Фази росту й розвитку хлібних злаків та їх коди за різними шкалами

Фази росту й розвитку		Шкала						
		Feekes, 1941		Keller, Bogglioni, 1954	Zadoks, Chang, Konzak, 1974	Eucarpia (EC) 1979	Куперман, 1962	
		загально-прийнята	модифікована				етап органогенезу	характеристика
1	2	3	4	5	6	7	8	
Проростання насіння		0	0	–	00–09	00–07	I	Формування первинного конуса наростання стебла довжиною 0,3–0,6
Сходи (один пагін)		1	1	A–D	10–13	10–13		
Кущіння	початок кущіння	2	2	E	21	21	II	Диференціація зачаткових вузлів і міжвузлів стебла. Довжина конуса наростання 0,5–0,8 мм.
	середина кущіння	3	3	F	22–28	25	III	Витягування верхньої і диференціація нижньої частини конуса наростання. Його довжина – 0,7–1,5 мм
	кінець кущіння	4	4	G	29	29	IV	Формування колоскових бугорків, конус наростання стає плоским
Вихід у трубку	початок виходу в трубку	5	5	H	30	30	V	Початок формування квіток і закладання колоскових лусок
	I вузол	6	6	J	31	31	VI	Диференціація пиляків і тичинок, утворення покривних тканин колоскових і квіткових лусок
	II вузол	7	7		32	32		
	II–IV вузол	–	–		33–36	33–36		
	поява верхньої листкової	8	8	K	37–38	37	VII	Кінець формування пиляків і тичинок. Видовження тичинок, інтенсивний ріст колоскових і квіткових лусок, остюків
	поява язичка верхнього листка	9	9	L	39	39		
колос у піхві	0	10	40–46					

продовження таблиці 27

1		2	3	4	5	6	7	8
Колосіння	поява остюків	10.1	11	L	47–49	49	VIII	Завершення формування і дозрівання всіх органів колоса. Запилення і запліднення.
	1 колосок – 1/4 колоса	10.2	12		50–53	51		
	1/2 колоса	10.3	13		54–55	55		
	3/4 колоса	10.4	14		56–57			
	колос	10.5	15	O	58–59	59		
Цвітіння	початок цвітіння	10.5.1	16	P	60–63	61	IX	Формування і ріст зернівки
	середина цвітіння	10.5.2			64–67	65		
	повне цвітіння	10.5.3		Q	66–69	69		
	кінець цвітіння – початок утворення зернівок	10.5.4		R				
Дозрівання	рання молочна стиглість	11	–	–	70–72	71	X	Формування зернівки. Нагромадження поживних речовин
	молочна стиглість	11.1	17	S	73–79	75	XI	Молочний стан зернівки. Перетворення поживних речовин у запасні.
	Молочно-воскова стиглість	11.2	18	T	80–86	85	XII	Воскова і повна стиглість зернівки. Перетворення поживних речовин у запасні.
	воскова стиглість	–	–	U	87–89	87		
	збиральна стиглість	11.3	19	V	90–91	91		
	повна стиглість	11.4	20	W	92–99	92		

При бонітуванні посівів зернових хлібів враховують не лише етапи органогенезу, а деталізовані фази росту й розвитку рослин. При цьому кожна фаза та її окремі періоди (підфази) позначаються відповідними цифрами (кодуються), систематичний ряд яких називається *шкалою*. Найбільш відомі шкала Фікуса (*Feekes*) і міжнародна шкала асоціації селекціонерів – *Еукарпія* або *ЕС* (табл. 28).

Таблиця 28. Стадії розвитку пшениці озимої

КОД	Стадії
1	2
МАКРОСТАДІЯ 0: ПРОРОСТАННЯ	
00	Сухе зерно
01	Початок поглинання води
03	Кінець поглинання води
05	Поява кінчика зародкового кореня
06	Зародковий корінь, розтягується, кореневі волоски й/або помітні бічні корінці
01	Поява кінчика зародкової піхви (колеоптиля)
09	Сходи: колеоптиль проходить поверхню ґрунту; листок досягає кінчика колеоптиля
МАКРОСТАДІЯ 1: РОЗВИТОК ЛИСТІВ	
10	Перший лист виходить із колеоптиля ^{1), 2)}
11	Стадія 1-го листа. Перший листок розгорнутий. З'явилося вістря другого
12	Стадія 2-го листи. Другий листок розгорнутий. З'явилося вістря третього листка
13	Стадія 3-го листи. Третій листок розгорнутий. З'явилося вістря четвертого листка
1.....	Стадії, що тривають до...
19	9 і більше листків розгорнуті
МАКРОСТАДІЯ 2: КУЩІННЯ³⁾	
20	Немає кущіння
21	З'являється перший пагін кущіння: початок кущіння
22	З'являється другий пагін кущіння
23	З'являється третій пагін кущіння
2.....	Стадії, що тривають до...
29	Кінець кущіння: максимальне число пагонів кущіння розвинуті
МАКРОСТАДІЯ 3: ВИХІД У ТРУБКУ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
30	Початок виходу в трубку: головний пагін і пагони кущіння спрямовані нагору, починають витягуватися. Відстань колоса від вузла кущіння, щонайменше, 1 см
31	Стадія 1-го вузла: Перший вузол з'являється на поверхні землі, відстань від вузла кущіння, щонайменше, 1 см
32	Стадія 2-го вузла: Другий вузол з'являється, відстань від 1-го вузла, щонайменше, 2 см

33	Стадія 3-го вузли: Третій вузол з'являється, відстань від 2-го вузла, щонайменше, 2 см
34	Стадія 4-го вузли: Четвертий вузол з'являється, відстань від 3-го вузла, щонайменше, 2 см
35	Стадії, що тривають до...
37	Поява останнього (прапорцевого) листка
39	Стадія лігули (листового язичка): лігула прапорцевого листка помітна, прапорцевий листок повністю розвинений
МАКРОСТАДІЯ 4: НАБРЯКАННЯ СУЦВІТЬ (КОЛОСКІВ АБО МІТЕЛОК)	
41	Листова піхва флагового листка подовжується
43	Суцвіття (колос або мітелка) усередині стебла зрушено вгору, листова піхва флагового листка починає набрякати
45	Листова піхва флагового листка набрякла
47	Листова піхва флагового листка відкривається
49	Остюки з'являються над лігою (листовим язичком) флагового листка Поява мереж. Ості з'являються над лигулою флагового листа.
МАКРОСТАДІЯ 5: ПОЯВА СУЦВІТЬ (КОЛОСУ АБО ВОЛОТІ)	
51	Початок появи суцвіття (колосіння): видно верхню частину волоті або колоса
52	Поява 20% суцвіття
53	Поява 30% суцвіття
54	Поява 40% суцвіття
55	Поява половини суцвіття. Нижня частина ще в листовій піхві
56	Поява 60% суцвіття
57	Поява 70% суцвіття
58	Поява 80% суцвіття
59	Кінець колосіння: Колос або волоть повністю з'явилися
МАКРОСТАДІЯ 6: ЦВІТІННЯ	
61	Початок цвітіння. Перші тичинки з'являються
65	Середина цвітіння. 50% зрілих тичинок
69	Кінець цвітіння
МАКРОСТАДІЯ 7: УТВОРЕННЯ ЗЕРЕН (КАРИОПСІВ)	
71	Перші зернівки досягли половини свого остаточного розміру. Вміст зернівок водянистий
73	Рання молочна стиглість
75	Середня молочна стиглість. Всі зернівки досягли свого остаточного розміру. Вміст зернівок молочний. Зернівки ще зелені
77	Пізня молочна стиглість
МАКРОСТАДІЯ 8: ДОЗРІВАННЯ ЗЕРЕН	
83	Рання воскова стиглість
85	М'яка воскова стиглість. Вміст зернівок ще м'який, але сухий.
87	Тверда воскова стиглість. Вм'ятини від нігтя не випрямлюються

89	Рання повна стиглість. Зерно тверде, розколюється нігтем великого пальця при значному зусиллі
МАКРОСТАДІЯ 9: ВІДМИРАННЯ	
92	Пізня повна стиглість. Зерно тверде, не ламається нігтем великого пальця
93	Зерно слабо тримається в колоску в денний час
97	Рослина повністю відмерла. Солома ламається
99	Збирання врожаю зерна

Управління формуванням продуктивності культури

Місце в сівозміні. Встановлено, що поліпшення умов азотного живлення знижує вміст крохмалю в зерні. Проте завдяки підвищенню врожайності зерна пшениці озимої найбільший вихід крохмалю та біоетанолу з урожаю зерна формується після кращих попередників, якими є зернові бобові культури: горох, вика, кормові боби, соя та ін. Вони поліпшують структуру ґрунту, зменшують забур'яненість посівів та дозволяють зменшити норму внесення азотних добрив. Добрими попередниками під озиму пшеницю є просапні культури, що рано звільняють поле – це рання картопля, кукурудза на зелений корм і силос.

З групи олійних культур добрим попередником є ріпак озимий. Він добрий фітосанітар у зернових сівозмінах. Кореневі рештки ріпаку запобігають переущільненню ґрунту, покращують його структуру та збагачують органічною речовиною, що рівноцінно внесенню 20 т/га органічних добрив.

Не доцільно висівати пшеницю повторно, оскільки це призведе до зниження врожайності зерна внаслідок ураження рослин збудниками корневих і стеблових гнилей.

Соняшник є задовільним попередником пшениці озимої. Однак, за даними НААН України, близько 30% посівних площ пшениці висівають після соняшнику. У такому випадку слід врахувати запаси доступної вологи в метровому шарі ґрунту, а також кількість опадів протягом вегетації соняшнику, особливо за технологій Clearfield та Clearfield Plus, оскільки може бути прояв фітотоксичності на рослинах пшениці. Крім того, потрібно розробити елементи захисту посівів пшениці озимої від падалиці соняшнику.

Обробіток ґрунту. За класичного обробітку ґрунту слід провести луцення стерні, що забезпечить збереження ґрунтової вологи та сприятиме отриманню дружніх і повних сходів, а ґрунтова біота працюватиме ефективніше. Також луцення дає змогу обмежити чисельність та поширення потенційно небезпечних видів бур'янів, шкідників та хвороб, зберегти належний фізичний стан ґрунту перед основним обробітком.

Глибина загортання пожнивних решток також має бути правильною. Річ у тім, що мінералізація відбувається у зоні розвитку аеробних мікроорганізмів, яким потрібен кисень. Тому для того, щоб рештки виконували свою функцію, найкраще їх заробляти на глибину 8-12 см. Якщо ж заорати пожнивні рештки

глибше ніж на 20-25 см, то процеси мінералізації супроводжуватимуться виділенням низькомолекулярних жирних кислот, які у великій кількості негативно впливають на вегетацію рослин пшениці.

Як зазначають наукові джерела, у Лісостепу, залежно від попередника та строків звільнення від нього поля, можуть бути ефективними або оранка, або поверхневий обробіток. Оранку виконують не менш як за 20-30 днів до сівби озимої пшениці і не пізніше, ніж через 7-10 днів після лушення. Після гороху й пізніх попередників (кукурудза на силос тощо), особливо за недостатнього зволоження, коли у верхньому (0-10 см) шарі міститься менше 10 мм доступної вологи, ефективним є поверхневий обробіток.

Загалом ґрунт потрібно підготувати так, щоб він був придатний для сівби безпосередньо після основного обробітку. У разі обробітку поля через 1-2 дні після оранки досягти необхідної якості розробки посівного шару неможливо. Тому слід використати культивуацію та коткування. Для безполицевого обробітку найдоцільніше агрегування важких дискових борін, протиерозійних або плоскорізних культиваторів з голчастими боронами та кільчасто-шпоровими котками.

Якщо попередником була кукурудза на силос, то ґрунт зазвичай буває пересушеним. При цьому часу на його обробіток залишається мало, тому тут застосовують поверхневий спосіб. Поле дискують у двох напрямках на глибину 6-8 см, щоб досягнути повного мульчування посівного шару ґрунту. Якщо це зробити вчасно, то волога підтягнеться кореневою системою скошеної кукурудзи, яка залишилась у землі. Тож далі ґрунт добре розробляється наступною культивуацією.

Фахівці вказують, що після культур, які залишають незначну кількість пожнивних решток (горох, гречка), плоскорізи і дискові знаряддя близькі за ефективністю.

Передпосівний обробіток ґрунту – одна з найважливіших складових ресурсощадної технології. Від нього залежить глибина загортання насіння, дружність і рівномірність появи сходів озимої пшениці, ріст, розвиток і продуктивність рослин. Основне його завдання – створення оптимальної структури посівного шару.

Натомість нерівномірно за глибиною оброблений посівний шар призводить до нерівномірної глибини загортання насіння, а це в свою чергу – до зниження польової схожості насіння, нерівномірності розміщення сходів по площі й розтягнутості появи їх в часі, порушення синхронності розвитку рослин. Передпосівний обробіток проводять у день сівби на глибину загортання насіння. Розрив між передпосівним обробітком і сівбою має бути мінімальним – не більше 1-1,5 години. Поле при цьому не встигає пересохнути і насіння висівається у вологий ґрунт. Якщо культивуація проведена глибоко, а ґрунт пухкий, то поле перед сівбою слід закоткувати.

Удобрення. На формування 1 т урожаю пшениця озима використовує 24-35 кг азоту, 10-15 кг фосфору, 20-26 кг калію, 5 кг кальцію, до 5 кг магнію, 4 кг сірки, 250 г заліза, 80 г марганцю, 55 г цинку, до 8 г міді та бору.

Найкращі показники врожайності можна отримати лише при повному забезпеченні рослин всіма елементами живлення (лімітуючий фактор). Також необхідно пам'ятати про баланс поживних речовин, так як неправильне співвідношення N:P:K призводить до зменшення продуктивності рослин та якості продукції. Сучасні наукові дослідження та передовий досвід засвідчили, що найкращим співвідношенням елементів живлення є 1,5:1:1.

Оптимальна система живлення передбачає внесення мінеральних добрив: під сівбу та підживлення під час вегетації.

Під основний обробіток потрібно вносити повну норму фосфорно-калійних добрив. Перемішування мінеральних добрив з шаром ґрунту під час оранки забезпечує максимальну ефективність від їх використання, зокрема краще розвивається коренева система, покращується куціння рослин і підвищується їх зимостійкість. Крім того, озима пшениця негативно реагує на нестачу фосфору з осені: рослини погано куцяться, слабо розвивається коренева система. Пшениця програмує менший потенціал урожайності і менш ефективно використовує азот навесні. Норму внесення фосфорно-калійних добрив обумовлюється програмованим рівнем урожайності та вмістом елементів мінерального живлення в ґрунті. На чорноземних ґрунтах норма внесення становить $P_{60-90}K_{60-90}$, на дерново-підзолистих ґрунтах норму внесення збільшують на 15-20%.

Якщо вологи вистачає, у такому випадку можна добрива вносити під передпосівну культивування чи боронування. Але варто пам'ятати, що при такому застосуванні гранули залишаються на глибині 0-7 см і при швидкому пересиханні ґрунтового шару буде зменшуватися ефект від їх застосування.

Для створення оптимальних умов для росту та розвитку, пшеницю озиму потрібно забезпечити легкодоступними формами азоту впродовж вегетації. Проте варто врахувати, що надмірне азотне живлення з осені призводить до різкого зниження зимостійкості внаслідок переростання рослин пшениці. Взимку ж значна частина азоту, що не була використана, буде промиватись в глибші шари ґрунту, зменшуючи ефективність від застосування.

Тому для ефективного забезпечення рослин азотом протягом вегетації необхідно вносити добрива роздільно в декілька прийомів:

- під основний обробіток ґрунту чи під час сівби вносять 30 кг азоту в діючій речовині. Це сприяє оптимальному розвитку озимої пшениці, а за рахунок накопичення пластичних речовин, підвищується зимостійкість. Після стерньових попередників підвищують дозу азотних добрив для кращої мінералізації рослинних решток;

- підживлення азотними добривами ранньою весною на 2-3 етапі органогенезу підвищує коефіцієнт куціння, а відповідно і густоту стеблостою. Це підживлення називають ще регенеративним і дозу азоту регулюють в залежності від стану посіву та часу початку відновлення весняної вегетації – 30-60 кг в д.р.;

- друге підживлення (продуктивне) проводять тоді, коли рослини озимої пшениці знаходяться в фазі виходу в трубку (четвертий етап органогенезу). Таке

внесення найбільше впливає на майбутній урожай, бо покращується ріст бокових стебел, підвищується озерненість колоса та його продуктивність. Доза регулюється в залежності від першого підживлення та має складати близько 50% від загальної кількості азоту (N₆₀₋₉₀);

- третє підживлення (його ще називають якісним) припадає на фазу колосіння-наливання зерна. В цей період вносять останню частину азоту в дозі N₃₀₋₆₀. Таким чином продовжують вегетацію верхніх листків та підвищують інтенсивність фотосинтезу. Останнє підживлення впливає на урожайність, а особливо на якість продукції та масу 1000 насінин.

Відсоток, на який засвоюються мікродобрива через листок, є значно вищим, ніж через кореневу систему з ґрунту. Це пояснюється тим, що елементи живлення в ґрунті можуть зв'язуватись в недоступні форми, тому кількість елементів живлення, що можуть засвоюватись позакоренево, є обмеженою. Саме тому листкове живлення є лише допоміжним способом, і не може бути основним. Практикується позакореневе підживлення азотними добривами, наприклад, карбамідом. Його дози різняться в залежності від фази розвитку та стану посіву. Для нейтралізації дії біурету і попередження появи опіків на озимій пшениці рекомендовано застосовувати сульфат магнію (табл. 29).

Таблиця 29. Позакореневе підживлення пшениці озимої

Фаза розвитку	Кількість карбаміду в робочому розчині, кг/250 л води	Кількість сульфату магнію Wonder Leaf MgS 25-50, кг/250 л води
Кущіння	15	6
Вихід рослин у трубку	10	4
Колосіння	5-7	3-4
Цвітіння	Не рекомендується	
Молочна стиглість	5-7	3-4

Сівба. Основою високої ефективності інтенсивної технології є сівба високоякісним насінням. Воно повинно бути кондиційним, відповідати вимогам ДСТУ 2240–93 і мати чистоту не нижче 98%, схожість не нижче 92%, силу росту не нижче 80%, масу 1000 насінин не менше 42 г.

Перед сівбою насіння протруюють протруювачами фунгіцидно-інсектицидної дії. Слід пам'ятати, що ряд системних протруйників (*Байтан Універсал, Раксіл, Вінцит, Сумі-8 ФЛО* та ін.) вкорочують довжину

колеоптиле, що потрібно враховувати при встановленні глибини заробки насіння. Не можна висівати насіння пшениці озимої, оброблене цими препаратами, на глибину більше 5–6 см. Недотримання цієї умови – одна з причин зниження його польової схожості.

На сьогодні в Україні дозволено до використання понад 20 протруйників. Кожен із них має свій спектр дії на шкідливі організми, різний її механізм і характер. Тому при виборі протруйників варто звернути увагу, проти яких збудників хвороб їх застосовують:

-проти видів сажок ефективні системні препарати: *Байтан Універсал*, 19,5% з.п. (2 кг/т); *Вінцит*, 5% к.с. (2 л/т); *Вітавакс 200 ФФ*, 34% в.с.к. (2,5–3,0 л/т); *Дерозал 50% к.с.* (1,5 л/т); *Дивіденд Стар*, 036 т.к.с. (1 л/т); *Преміс 25*, 2,5% т.к.с. (1,5 л/т); *Паноктин-тоталь*, 32,5% т.к.с. (1,5–2 л/т); *Раксіл 6% т.к.с.* (0,4 л/т); *Реал 200 к.е.* (0,2 л/т); *Сумі-8 ФЛО*, 2% к.е. (1,5 л/т); *Лоспел 12,5% в.м.е.* (1,2 л/т) та ін;

-проти грибів роду *Ризагінт* широко використовують такі препарати: *Байтан Універсал* (2 кг/т), *Максим 025* (2 л/т), *Вінцит* (2 л/т), *Паноктин-тоталь* (1,5–2 л/т), *Вітавакс 200 ФФ* (2,5–3 л/т) та ін;

-проти кореневих гнилей – *Байтан Універсал*, 19,5% з.п. (2 кг/т); *Вітавакс 200 ФФ*, 34% в.с.к. (2,5–3 л/т); *Максим 025*, 2,5% т.к.с. (2 л/т); *Паноктин-тоталь*, 32,5% т.к.с. (1,5–2 л/т) та ін.

Строки сівби. Оптимальні строки сівби – це такі, за яких сходи рослин не переходять до III-IV етапів органогенезу й одночасно встигають до припинення осінньої вегетації досягти такого стану, щоб після відновлення весняної вегетації швидко почати процес диференціації конусу наростання і переходити до посиленого, синхронного формування зачаткового колосу, використовуючи на цих етапах органогенезу запаси зимово-весняної вологи в ґрунті.

Висівають пшеницю з таким розрахунком, щоб до зими на рослинах утворилося по 3–5 пагонів. Оптимальні строки сівби в Поліссі – 5–15 вересня, у Лісостепу – 10–20 вересня, в Степу – 15–20 вересня.

Основним способом сівби пшениці є звичайний рядковий з шириною міжрядь від 12,5 до 19 см зерновими сівалками, а в посушливих районах, де можлива вітрова ерозія, – стерньовими після поверхневого або плоскорізного обробітку ґрунту.

Норма висіву безпосередньо пов'язана зі строками сівби. При сівбі в ранні строки рослини добре кущаться за менших норм висіву. За пізніх строків норму висіву насіння треба збільшувати на 10-15%.

В основі розрахунків норм висіву має бути необхідність одержання густоти сходів у межах 400 шт./м² у сортів із низьким коефіцієнтом кущіння, а в сортів, що інтенсивно кущаться – 350-380 шт./м². При розриві у показниках між лабораторною і польовою схожістю та енергією проростання на 10% і більше норму висіву збільшують на 8-10%.

Глибина загортання насіння на структурних ґрунтах середнього механічного складу при достатньому забезпеченні вологою має дорівнювати глибині залягання вузла кущіння (близько 3 см з урахуванням осідання ґрунту).

При пересиханні верхнього шару ґрунту глибину збільшують до 5-6 см, а в посушливих регіонах – до 8 см. На важких ґрунтах та в умовах перезволоження глибину загортання зменшують до 2–3 см.

Захист посівів. Правильно організований догляд – значний резерв підвищення врожайності. Основне завдання догляду – зберегти на час збирання не менше 500-600 шт./м² продуктивних стебел, що гарантуватиме максимально високий врожай. З цією метою проводять захист посівів від шкідників, хвороб і бур'янів, підживлюють рослини, застосовують ретарданти.

Економічно і біологічно обґрунтовано осіннє використання гербіцидів на посівах пшениці озимої. В цей період рекомендується вносити гербіциди *Пік 75 WG в.д.г. та Дербі 175 SC, к.с.*

Восени проводять обстеження посівів і при виявленні мишовидних гризунів (3 і більше колоній на 1 га) застосовують принади *Роденфос* (3 г у нору), *Шторм* (1–2 брикети в колонію), *Бродісан, а. р.* (3 г у нору), *Бактероденцид* (2 г у нору).

За умови наявності у посівах значної кількості уражених хворобами рослин обов'язковим є застосування фунгіцидів. Для шкідливої мікрофлори, зокрема борошнистої роси, бурої іржі, септоріозу, фузаріозу колоса, які поширюються переважно аерогенним шляхом, найбільш сприятливі умови створюються у загущених посівах, які погано провітрюються, де присутня значна кількість вологи.

Для обмеження розвитку цих захворювань ефективно обприскування вегетуючих рослин у фазу кушіння – початок виходу в трубку одним із фунгіцидів: *Альто Супер 330 ЕС, к.е.* (0,4–0,5 л/га), *Фалькон к.е.* (0,6 л/га), *Дерозал, 50% к.с.* (0,5 л/га); *Імпакт, 25% к.с.* (0,5 кг/га); *Фундазол, 50% з.п.* (0,3–0,6 кг/га); *Топсин М, 70% з.п.* (1,0 кг/га).

Для захисту посівів від бур'янів у фазу кушіння рослин застосовують гербіциди. Вибір гербіциду залежить, у першу чергу, від видів бур'янів на кожному конкретному полі, але перевагу слід надавати препаратам з відносно широким спектром дії і тим, які ефективно працюють за відносно низьких температур повітря. Це, в першу чергу, *Агрітокс, 50% в.р.* (1,0–1,5 л/га); *Гранстар, 75% в.г.* (20–25 г/га); *Гроділ, 75% в.г.* (20 г/га); *Гроділ Ультра, в.г.* (0,15–0,2 кг/га) та ін.

Для захисту посівів від малорічних двосім'ядольних бур'янів доцільно буде застосовувати до завершення фази кушіння культури гербіциди: *Базагран М, в. р.* (2–3 л/га); *2,4 – Д 500, в. р. к.* (0,9–2,0 л/га) та ін.

Для боротьби з однорічними злаковими бур'янами використовують такі препарати як *Пума Супер, е. м. в.* (0,8–1,0 л/га); *Аксіал 045 ЕС, к. е.* (1,0 л/га), а також *Паллас 45 OD, о. д.* (0,4 л/га) та *Монітор 750, в. г.* (0,013–0,026 л/га), які здатні контролювати одночасно не тільки злакові, але і дводольні бур'яни. Досить ефективна суміш гербіцидів: *Гроділ Супер + Пума Супер.*

Добре розвинені посіви з достатньою густиною пагонів кушіння (більше 1000 шт./м²), висіяні після парових та зернобобових попередників, на III–IV етапах органогенезу доцільно обробити *ретардантами.* Це не тільки забезпечить захист посівів від вилягання, але й покращить ефективність

використання рослинами вологи та поживних речовин. Унаслідок обробки ретардантами, які перерозподіляють поживні речовини у рослинах, у більшій мірі, на ріст колосу і його елементів, покращується озерненість, виповненість зернівки, співвідношення зерно-солома зміщується у бік формування більшої кількості зерна. Для обробки посівів дозволені наступні препарати: *Хлормекватхлорид 460* у дозі 1,5–2,0 л/га, *Стабілан* – 1,0-2,0 л/га, *Терпал* – 1,0-2,5 л/га.

У фазу колосіння-початок цвітіння за вологої і теплої погоди, набувають розвитку борошниста роса, бура іржа, септоріоз листків та колосу, фузаріоз колосу. Для захисту посівів пшениці озимої від цих хвороб необхідне обприскування у фазу колосіння одним із фунгіцидів: *Абруста* (1,0 л/га); *Авіатор Хпро* (1,5 л/га); *Альто Супер 330 ЕС к.е.* (0,4–0,5 л/га) та інші.

Під час формування та наливання зерна значні втрати врожаю можливі через пошкодження його злаковими попелицями, злаковими трипсами та хлібними жуками. Значно шкодить посівам клоп-шкідлива черепашка. Тому в цей час необхідне обприскування посівів одним з інсектицидів: *Актеллік*, 50% к.е. (4,0 л/га), *Бі-58 новий*, 40% к.е. (1,5 л/га), *Децис*, 25% к.е. (0,25 л/га) та інші.

Збирання врожаю залежно від стану посівів, погодних умов, забур'яненості та інших факторів здійснюють прямим комбайнуванням, або роздільним способом. Низькорослі сорти, а також неполеглі, чисті від бур'янів посіви, за дощової погоди та вологості основної маси зерна 17–18% – збирають прямим комбайнуванням.

Тритікале *Triticosecale*

Класифікація. Тритікале (*Triticosecale*) – однорічна рослина родини *Тонконогових* (*Poaceae*) (рис.36) Штучно створена селекціонерами схрещуванням жита з пшеницею.

Поширення та виробництво. За даними FAO, у світі щорічно зростають площі сівби та валові збори зерна тритикале. Так, у Європі найбільші площі цієї культури зосереджено в Польщі – понад 1 млн га, Білорусі – понад 425 тис. га, а також Німеччині – близько 404,4 тис. га. Середня світова врожайність жита становить 2,59 т/га. Попри суттєве скорочення посівних площ, Україна все ще входить до п'ятірки найбільших світових виробників жита. Найбільші площі за роки незалежності було досягнуто в 1995 році – 1,15 млн./га. До 2019 року посівні площі під культурою скоротилися в 10 разів – до 120 тис. /га. У 2021 році (під урожай 2022 року) посівні площі озимого жита становили – 109 тис. /га.

Середня врожайність озимого жита в Україні нижча, ніж озимої пшениці, вона становить близько 2,9 т/га, окремі господарства збирають 4,5-6,0 т/га.

Хімічний склад. Вміст білка в зерні тритикале на 1,5-2% вищий, ніж у пшениці, і на 3-4% – ніж у жита. Вміст клейковини як у пшениці і більше (25-38%), але через геном жита якість її (еластичність, розтяжність) нижча. Зерно тритикале за протеїновою поживністю переважає зерно пшениці на 9,5%, а

ячменю і кукурудзи – майже на 40%.

В Україні введено національний стандарт на зерно тритикале – ДСТУ 47:2007. Цей стандарт поширюється на зерно тритикале, призначене на продовольчі, кормові, технічні та непродовольчі потреби і для експортування. Згідно до стандарту залежно від показників якості зерно поділяють на 3 класи. Зерно 1–го і 2–го класів використовують на продовольчі цілі, 3–го – на кормові і технічні. Натура зерна для 1–го класу повинна становити не менше 680 г/л, масова частка білка у перерахунку на суху речовину – не менше 12%, сирої клейковини – 22%, для 2–го класу – відповідно 650 г/л, 10% та 18%.

Використання. Тритикале озиме розглядають як джерело сировини для отримання альтернативного палива через його високу адаптивність до несприятливих умов вирощування та знижених потреб до родючості ґрунту. При цьому є проблема переробки його зерна через високий уміст β-глюканів і пентозанів. Для її розв'язання розроблено різні технології адаптації зерна для переробки на спирт. За результатами досліджень вихід біоетанолу складає 385 л/т зерна, що дещо вище пшениці.

Морфологічні особливості культури

Коренева система мичкувата, з добре розвиненими вузловими коренями, проникає у ґрунт на глибину до 1,5 м і глибше. Відзначається високою фізіологічною активністю, що сприяє доброму розвитку рослин на недостатньо родючих ґрунтах.

Стебло – порожниста соломка, заввишки 100-140, у кормового тритикале – до 200 см, з 4-6 міжвузлями, часто опушене, як у жита, під колосом. Тритикале відзначається високою куцистістю, здатне утворювати куш з 5-12 пагонами.

Листки великі, пластинки довгі (20-35 см) і широкі (до 2,5-3 см), ланцетні або лінійні, з вушками і язичками, вкриті восковим нальотом.

Суцвіття – складний колос, здебільшого веретеноподібної форми, завдовжки 7,5-18 см. Як у жита, він багатокolosковий і містить 25-35 колосків. Колоски розміщуються на виступі членика стрижня по одному. Колоскові луски подібні до пшеничних. Кожна квітка має дві квіткові луски, з яких нижня в остистих форм закінчується остюком, маточку і три тичинки.

Плід – зморшкувата зернівка, з добре розвиненим чубком, частіше червоного, червонувато-сірого забарвлення. Зерно крупне, маса 1000 шт. становить 50-60 г.

Фенологія. За більшістю морфологічних ознак і біологічних властивостей тритикале займає проміжне місце між пшеницею й житом з деякими відмінностями. Насіння проростає 3-6 корінцями. Коренева система дорослої рослини більш розвинена, ніж у пшениці, і краще використовує елементи живлення з ґрунту. Це забезпечує кращий ріст тритикале порівняно із пшеницею на бідних ґрунтах і після гірших попередників. Схильність до кушіння висока, продуктивна куцистість – 2-4. Колос тритикале на час дозрівання схильний до розламування. Зимостійкість його близька до жита, і більша, ніж пшениці. За врожайністю часто переважає обидва види.

Управління формуванням продуктивності культури

Місце в сівозміні. Різні сорти тритикале значно розрізняються вимогами до умов вирощування (одні з них близькі до жита, інші – до пшениці). Найвищі врожаї тритикале вирощують після чистих і зайнятих парів, пласту й обороту пласта багаторічних трав, зернобобових культур, ранньої картоплі, ріпаку, тобто після попередників, які є кращими для озимої пшениці у відповідних регіонах.

До гірших попередників належать зернові колосові культури та кукурудза на силос. Тритикале після гірших попередників за врожайністю перевищує пшеницю озиму і частково поступається житу озимому.

Обробіток ґрунту. Підготовка ґрунту для вирощування тритикале майже не відрізняється від підготовки його під інші зернові колосові озимі культури. Застосовують оранку, плоскорізний і поверхневий обробітки. Передпосівний обробіток ґрунту подібний до інших озимих зернових культур. Перед сівбою проводять культивуацію на глибину загортання насіння з одночасним боронуванням важкими боронами. Тритикале дуже вимогливе до якості ущільненого насіннєвого ложа.

Удобрення. За виносом елементів живлення тритикале займає проміжне місце між пшеницею і житом. Дози добрив визначаються родючістю ґрунту, запланованою врожайністю, умовами зволоження. В основне удобрення вносять 20–25 т/га гною та фосфорно–калійні добрива ($P_{45-75}K_{45-75}$). В рядки під час сівби вносять фосфорне (P_{10}) або повне мінеральне добриво. Для ранньовесняного підживлення застосовують азотні добрива N_{30-60} . На зрошуваних ґрунтах дози добрив збільшують у 1,2–1,5 рази.

Сівба. Для сівби використовують насіння чистотою не нижче 98%, схожістю не нижче 90% для зернових сортів і 85% для кормових. Щоб запобігти розвитку сажкових хвороб, альтернаріозу, ріжок, захистити молоді рослини від ураження кореневими гнилями насіння слід протруїти за методом інкрустування фунгіцидними протруйниками, а при наявності ґрунтових шкідників – з доповненням інсектициду.

У зоні Полісся кращим строком сівби є друга декада вересня, Лісостепу – з 5 по 25 вересня. В умовах Лісостепу Західного оптимальні строки сівби припадають на 10–25 вересня, а допустимі – до 5 жовтня.

Основний спосіб сівби – звичайний рядковий. За достатнього зволоження ґрунту глибина сівби повинна на легких ґрунтах бути близько 4 см і за несприятливої погоди – 5–6 см. Посівне ложе повинно бути ущільненим.

Середніми нормами в Поліссі є 5,5–6,0 в Лісостепу – 5–5,5, в Степу – 4–5 млн. лабораторно схожих насінин на 1 га.

Догляд за посівами. Під час ранньовесняного підживлення вносять азотні добрива N_{30} , а під час виходу у трубку – N_{30-40} .

Потреба в застосуванні гербіцидів у тритикале менша, ніж у пшениці, але якщо забур'янення значне – посіви обробляють такими гербіцидами, як і посіви

озимої пшениці. По мірі з'явлення ознак захворювання борошнистою россою, іржею, септоріозом, кореневими гнилями посіви обприскують розчином фунгіциду, а при масовому заселенні шкідниками – розчином інсектициду. Препарати і їх дози такі, як і для пшениці, але слід враховувати, що листки і стебла у тритикале вкриті восковим нальотом, тому у розчин потрібно додавати поверхнево-активні речовини. Якщо прогнозується вилягання посівів, то на початку стеблуння посіви слід обробити сумішшю *Кампозану М* (0,75–1 кг/га) і *Туру* або *Цикоцелю* (2 кг/га).

Збирання врожаю. Залежно від сортових особливостей дозрівання зерна у тритикале настає одночасно або на 3-5 днів пізніше ніж пшениці. Спосіб збирання визначають виходячи із стану посівів та погодних умов. Тритикале стійке до осипання, але при перестой посилюється ламкість колоса, тому збирання врожаю за даними кафедри рослинництва НУБіП України потрібно проводити прямим комбайнуванням на початку повної стиглості зерна.

Жито озиме *Secale*

Класифікація. В Україні росте 2 види жита: жито культурне або посівне (*S. cereale*) і жито дике (*S. silvestre*) (рис. 37).

Поширення. У Європі жито відоме з бронзового віку. У басейнах річок Дніпра і Дністра його вирощували вже в першій половині I тис. н. е. Згодом звідси жито поширилося на північ, схід і захід континенту. Нині його культивують в зоні помірного клімату майже до меж землеробства. Воно краще росте на бідних ґрунтах, а ніж більшість зернових культур. В Україні жито переважно вирощують на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся, у Карпатах, менше – в Лісостепу і Степу, а в Карпатах – на невеликих площах, також жито яре. Основні посіви жита зосереджені в Європі, частково в країнах Азії, Північної і Південної Америки. Площа посіву в світі становить 12 млн. га. Близько 75% світового виробництва жита сконцентровано в Росії, Польщі, Білорусі, Німеччині та Україні.

На території України жито озиме здавна вважалось цінною продовольчою і кормовою культурою. За останні 80 років його посіви зменшилися з 4517 тис. га до 300 тис. га, урожайність зросла з 10,1 до 22,7 ц/га, виробництво зменшилося з 4,5 млн. т. до 0,68 млн. т. В останній час як у Німеччині, так і в Україні помітна тенденція до зростання посівних площ під житом.

Хімічний склад. В зерні жита 8-19% повноцінних білків, легкозасвоюваних вуглеводів – 67-80%, жирів – 2%. Воно містить вітаміни В, Д, Е, клітковину, каротин, мінеральні солі. До складу зерна входять ненасичені жирні кислоти, здатні розчиняти холестерин. З житнього борошна випікають хліб, що має добрі смакові якості і за багатьма ознаками не поступається, а інколи перевищує пшеничний. Однак, клейковина відрізняється більш рихлою консистенцією, меншою в'язкістю, пружністю й розтяжністю, завдяки чому житній хліб не такий пухкий і пористий, як пшеничний. Проте характерною особливістю житнього хліба є його висока кислотність, обумовлена продуктами життєдіяльності

молочно-кислих бактерій. Завдяки чому житній хліб має приємний смак і запах. Споживання житнього хліба запобігає захворюванням серця: у житньому борошні міститься лінолева та інші жирні кислоти, необхідні для серцевої діяльності.

Особливістю житнього борошна є вміст в ньому амінокислоти тиразину та фермента тиразінази, які викликають потемніння житнього тіста і хліба.

Жито перевищує пшеницю за вмістом у білку багатьох амінокислот: лізину на 39%, аргініну на 44, валіну на 11, треоніну на 17%. Хоча загальний вміст білка в пшениці вищий, але у зв'язку з підвищеним вмістом лімітувальної амінокислоти – лізину – біологічна цінність білка жита вища, ніж пшениці.

Цінність жита як кормової культури визначається тим, що воно формує ранній високоперетравний зелений корм, а житні висівки містять до 16% протеїну, 3,5-4,0% жирів та до 60% вуглеводів. Жито озиме висівають на зелений корм, з нього заготовляють ранній силос, сіно. Створено багаторічне кормове жито, що формує зелену масу кілька років.

Жито озиме має підвищену холодостійкість, інтенсивно відростає навесні і краще родить у тих регіонах, де пшениця озима в окремі роки вимерзає.

У лікувальній ветеринарній практиці житнє борошно у вигляді кашки, бовтанки призначають як легке проносне при запорах. Відвар із житніх висівок можна застосовувати внутрішньо при захворюваннях дихальних шляхів (бронхіті, трахеїті, бронхопневмонії) як відхаркувальне, так і зовнішньо – у вигляді припарок для дозрівання наривів.

Морфобіологічні особливості культури.

Коренева система мисчкувата, добре розвинена і краще, ніж у інших хлібів, засвоює елементи живлення з важкорозчинних сполук ґрунту. Вузол куціння у жита формується ближче до поверхні ґрунту, ніж у пшениці (1,7-2 см), частіше формує 2-3 вузли куціння. Глибина залягання верхнього вузла куціння менше залежить від глибини сівби.

Стебло. порожниста соломина, гнучке, вкрите восковим нальотом, утворює 5-7 міжвузлів. Верхівка останнього міжвузля опушена. Висота стебла залежно від умов вирощування та сорту коливається від 70 до 180-200 см (у середньому 80-100 см).

Листок. шорсткі, покриті восковим нальотом. Довжина листкової пластинки - 15-30, ширина - 1,5-2,5 см. В основі пластинки міститься короткий язичок і короткі голі або слабоопушені вушка.

Суцвіття у жита остистий складний колос, незакінченого типу — на верхівці стрижня немає кінцевого верхівкового колоска. Стрижень колоса сплюснутий, опушений, членики опушені. Колоски в основному двоквіткові, рідко три-, чотириквіткові. У колосі міститься 30–40 колосків. Колоскові луски вузькі, шилоподібні; зовнішня квітова луска має війчастий кіль, який закінчується остюком завдовжки 3–4 см. Остюки притиснуті до колоса або розходяться в боки. Середня довжина колоса 7–14 см. За формою він залежно від сорту буває призматичним, веретеноподібним, видовженоеліптичним.

Плід. Зернівка жита різне за розміром, формою, забарвленням. Довжина

його — 5–10 мм, ширина — 1,5–3,5, товщина — 1,5–3 мм. Маса 1000 зерен у диплоїдного жита — 20–35, тетраплоїдного — 35–50 г. Форма зерен видовжена (з відношенням довжини до ширини більш як 3,3) або овальна (з відношенням довжини до ширини 3,3 і менше) з помітною поперечною зморшкуватістю на поверхні.

Управління формуванням продуктивності культури

Попередники кращими для жита є ті самі, що й для пшениці. Однак жито менш вибагливе на попередників. Серед зернових колосових культур жито вважається найбільш стійким до вирощування в монокультурі. В *Поліссі* його вирощують після вико-вівсяних сумішок, гороху, ранньої картоплі, льону, люпину, багаторічних трав, кукурудзи. У *лісостепових районах* жито доцільніше висівати після одно- і багаторічних трав, гороху, кукурудзи на силос, ранньої картоплі, у *степових* – після кукурудзи на силос, зернобобових, вико сумішок. На всій території України жито вирощують по обороту пласта багаторічних трав, після гречки, ячменю. На бідних піщаних ґрунтах, де погано ростуть інші культури, часто почергово вирощують люпин і жито.

Основний обробіток ґрунту під жито мало відрізняється від обробітку ґрунту під пшеницю і спрямований на зберігання вологи, очищення від бур'янів, нагромадження елементів живлення. В поліських районах, де ґрунти мають неглибокий гумусовий шар, оранку проводять на глибину 16-22 см. На найменш родючих піщаних ґрунтах, де в окремі роки спостерігається здування вітром піску (поземка), треба застосовувати поверхневий або плоскорізний обробіток ґрунту, залишаючи на поверхні ґрунту стерню попередньої культури.

Жито озиме більш чутливе, ніж інші зернові культури, до строків обробітку ґрунту. Період між оранкою і сівбою повинен бути не менше 20-25 днів. Жито озиме особливо негативно реагує на сівбу в пізньовиораний ґрунт. Після попередників, які рано звільняють поле, основний обробіток під жито проводять за типом напівпарового. За посушливого літньо-осіннього періоду доцільно застосовувати поверхневий обробіток при висіванні жита після гороху, льону, картоплі на чистих від бур'янів полях.

У регіонах з достатніми запасами вологи, де розрив між збиранням попередника і сівбою жита складає більше 5-6 тижнів, після збирання доцільно висівати проміжні сидеральні культури (капустяні).

Люпин на зелене добриво приносять у фазу сизих бобів на глибину 23-25 см в агрегаті з важкими котками не пізніше як за 3-4 тижні до оптимальних строків сівби жита озимого.

Удобрення. Для формування високого врожаю жито потребує доброго забезпечення поживними речовинами. За узагальненими даними, при врожайності 6,0 т/га жито озиме виносить з ґрунту 120-180 кг/га азоту, 40-90 кг/га фосфору і 120-180 кг/га калію.

На підзолистих ґрунтах треба вносити до 30-40, а на сірих лісових – до 20-25 т/га гною. Така кількість органічних добрив на підзолистих ґрунтах забезпечує приріст урожайності зерна на 6-8 ц/га, на чорноземних – 4-6, у посушливих районах – 2-3 ц/га. У районах достатнього зволоження доцільно висівати післяжнивню люпин на зелене добриво.

Жито менш стійке до вилягання, ніж пшениця, і характеризується підвищеною активністю кореневої системи. Ці особливості беруть до уваги при розрахунку норм добрив. Фосфорно-калійні добрива (40-90 кг/га д. р.), а на підзолистих ґрунтах і азотні (30-40 кг/га д. р.), як і при вирощуванні пшениці, вносять під основний обробіток ґрунту. Це сприяє кращому розвитку кореневої системи, особливо в осінній період. Фосфорні і калійні добрива малорухомі, дуже повільно переміщуються в ґрунті і при внесенні їх під передпосівну культивуацію, будуть зосереджені у верхньому шарі ґрунту. Коренева система при цьому теж формується і росте ближче до поверхні ґрунту.

У рядки під час сівби вносять по 50 кг/га гранульованого суперфосфату (P₁₀) або нітрофоски.

Попередження вилягання є важливим завданням сучасної інтенсивної технології вирощування жита озимого. При виляганні втрачається 20-50% урожаю, ускладнюється чи унеможлиблюється механізоване збирання, різко знижується якість зерна. Тому азотні добрива повинні вноситися за 2-3 рази – це попереджає високу концентрацію азоту в ґрунті, яка спричиняє вилягання, і найкращим чином забезпечує живлення рослин у відповідні фази розвитку. На бідних піщаних ґрунтах частину азоту N₃₀ доцільно внести під основний обробіток, а решту – у весняне підживлення. На початку весняної вегетації, залежно від густоти рослин, їх розвитку, запасів вологи і азоту в ґрунті, вносять під час першого підживлення N₃₀₋₅₀. У фазу виходу рослин у трубку проводять друге підживлення із розрахунку N₃₀₋₆₀, а у фазу колосіння – втретє N₂₀₋₄₀. Чим пізніше проведено сівбу, тим більшу норму встановлюють для першого підживлення. Вона може становити N₆₀₋₈₀. У такому випадку доза другого підживлення зменшується до N₃₀₋₄₀, а у фазу колосіння – N₄₀.

Азот у фазу кушіння збільшує густоту продуктивного стеблостою, у фазу виходу в трубку – підвищує озерненість колоса, а у фазу колосіння – масу 1000 зерен і вміст білка в зерні.

Щоб запобігти виляганню необхідно дотримуватися рекомендованого співвідношення елементів живлення. Однобічна перевага азоту, що часто спостерігається на практиці, призводить до вилягання, сильного ураження хворобами і зниження врожайності зерна.

Жито озиме вимогливіше за пшеницю до забезпечення мікроелементами. Щоб отримати 3-4 т/га зерна, їх внесення є обов'язковим. Особливо добре жито реагує на внесення мікроелементів на ґрунтах з низьким їх вмістом. Борні добрива вносять на дерново-підзолистих, дерново-глеєвих, торф'яних та сірих лісових ґрунтах. На цих же ґрунтах, легких за механічним складом, необхідно застосовувати мідні мікродобрива. Цинк вносять на дерново-карбонатних, чорноземних і дерново-підзолистих ґрунтах з високим вмістом

фосфору добре провапнованих. Доза бору 0,4-0,5 кг/га, міді – 0,2-0,25 кг/га; цинку – 0,15-0,20 кг/га.

Сівба. Для сівби використовують кондиційне насіння, яке має чистоту не менше 97%, схожість 87% і більше, силу росту понад 80%. Підготовка насіння до сівби така сама, як і пшениці.

Оптимальні строки сівби жита більш розтягнуті. Воно менше кушиться навесні, оскільки період кушіння дуже короткий, тому варто сприяти розкущенню восени. Для забезпечення високого врожаю жита озимого рослини до припинення осінньої вегетації повинні добре розкушитися та нагромадити достатню кількість цукрів і поживних речовин, якими зумовлюється їх добра перезимівля. Щоб забезпечити такий розвиток, до припинення осінньої вегетації необхідна сума середньодобових температур (вище +5°C) 500-550°C, а тривалість осіннього періоду вегетації – 60-70 днів. В умовах Полісся оптимальні строки сівби з 25 серпня по 15 вересня. Спочатку сіють на бідних ґрунтах і після гірших попередників, а на родючих і після добрих попередників – у другій половині оптимальних строків.

Порівняно з пшеницею озимою, строки сівби жита зсунуті приблизно на п'ять днів раніше. Якщо у пшениці допускаються жовтневі строки сівби, то жито озиме потрібно висівати до кінця вересня.

Норми висіву залежать від рекомендованої густоти рослин, ґрунтово-кліматичних і погодних умов, строку сівби, особливостей сорту тощо. На бідних ґрунтах при запізненні з сівбою їх збільшують. На родючих ґрунтах рекомендується висівати 2,5-3,5 млн./га, на середніх за родючістю – 3,5-4,0, а на бідних – норму висіву збільшують до 4,0-5,0 млн./га. Орієнтовна норма висіву жита в Поліссі становить 5,5-6,0 млн., у Лісостепу – 5,0-5,5 млн. схожих зерен на 1 га, або 150-180 кг/га.

Норма висіву гібридного насіння – 1,5-1,8 млн. /га при ранній сівбі (15 вересня - початок жовтня), 1,8-2,4 млн./га в оптимальні строки (початок жовтня) та 2,5-3,0 млн./га при пізній (кінець жовтня–листопад).

Сіють жито звичайним рядковим способом з шириною міжрядь 15-19 см із залишенням технологічної колії.

Жито негативно реагує на збільшення глибини заробки насіння. Це пояснюється тим, що воно має відносно малі зерна, а отже, і нижчу енергію проростання. Рослини, що проростають із глибоко заробленого насіння, повинні спочатку сформувавши підсім'ядольне коліно, яке піднімає вузол кушіння ближче до поверхні. На ріст підсім'ядольного коліна витрачаються енергетичні запаси ендосперму зернівки, тому сходи з'являються пізніше, ослаблені, повільно розвиваються, менш зимостійкі, рослини слабко кушаться і мають підвищену схильність до вилягання.

При загортанні насіння на глибину залягання вузла кушіння сходи з'являються раніше, вторинна коренева система формується на одній глибині з первинною, завдяки чому рослини краще забезпечуються поживними речовинами і вологою. Такі рослини добре кушаться і є більш продуктивними.

Догляд за посівами. Заходи осіннього, зимового і весняного догляду за

посівами і підходи до їхнього вибору такі самі, як і при вирощуванні пшениці. Жито озиме, як високоросла культура, більш схильне до вилягання, ніж пшениця. Щоб запобігти вилягання жита, застосовують *Кампозан* (3-4 л/га) або суміш *хлормекват хлориду* (3 л/га) з *Кампозаном* (2 л/га). Оптимальні строки обприскування – початок стеблуння. Обробку посівів Кампозаном не можна поєднувати з обприскуванням гербіцидами.

Збирання. Оптимальні строки збирання жита більш стислі, ніж пшениці, бо при повному дозріванні воно сильніше осипається і здатне до проростання насіння. Цю особливість часто ігнорують у виробництві і допускають значні втрати урожаю. Тому збирати жито потрібно роздільно, наприкінці воскової стиглості при вологості зерна 20-25%, бо воно гірше дозріває у валках, а прямим комбайнуванням – у перші дні повної стиглості за вологості 15-18%. Полеглі посіви краще скошувати упоперек або під кутом до напрямку вилягання.

Ячмінь *Hordeum L.*

Класифікація. Ячмінь ярий (*Hordeum L.*), однорічна рослина родини *Тонконогових (Poaceae)* Рід ячменю – *Hordeum L.* – об'єднує близько 30 видів, серед яких лише один культурний (*H. sativum Jessen.*) (рис.38).

Поширення та виробництво. У світовому рослинництві ячмінь займає важливе місце. Посівна площа його становить 80 млн. га або 10,4% від площ, зайнятих зерновими культурами. Валовий збір досягає 160 млн. т за середньої врожайності 2,43 т/га.

Ячмінь у групі зернофуражних культур за площею посіву займає друге місце. За континентами посіви його розміщені так: Європа – 14,8 млн. га, Азія – 12,2, Північна Америка – 6,9, Африка – 5,5, Океанія і Австралія – 2,5, Південна Америка – 0,6 млн. га. Серед країн першість належить Росії (15%), друге місце – Канаді (7,9%). В Україні посівна площа ячменю у 2022 році склала 970 тис. га.

Найвищі врожаї одержано в європейських країнах: у Бельгії – 5,65, Швейцарії – 6,4, Франції – 5,4, Нідерландах – 5,9, Великобританії – 5,4, Ірландії – 6,0, Німеччині – 5,1, Угорщині – 2,6, Австрії – 5,4 т/га.

Хімічний склад. Зерно містить до 76% вуглеводів, близько 12 білка, 7-11 – пентозанів, 1,7-2 – сахарози, 3,8-5,5 – клітковини, 1,6-2,1 – жиру, 2-3% – золи, а також ферменти, вітаміни (каротин; групи В, Д, Е). Протеїн ячменю помірної розчинності і задовільного амінокислотного складу (в 1 кг зерна – 5,5 г лізину, 1,7 г – триптофану, 2 г – метіоніну, 1,9 г – цистину). Для виготовлення пива використовують ячмінь різновидності нутанс тобто дворядний, що має вищий відсоток вирівняності зерна. Воно повинно бути чистосортним, біологічно дозрілим, мати нормальний колір (жовтий або світло-жовтий) і запах, екстрактивність – 79-82%, вміст білка – 9,0-11%, плівчастість – не більше 9%, крохмалю – 79-82%. Важливі також низька плівчастість (менше 7-9%) та висока енергія проростання – не менше 95% на 4-й день пророщування. Відповідно до

вимог ДСТУ 3769–98 на пивоварний ячмінь во-логість зерна залежно від зони вирощування повинна бути 14-15%, вміст смітцевої і зернової домішок – не більше 1-2%; крупність (залишок зерна у сході з решета 2,5 x 2,0 мм) – не менше 50%. Зараженість комірними шкідниками не допускається (Каленська, Дмитришак, Мокрієнко, Антал, Мазуренко, 2021) .

Використання. Зерно ячменю є основною сировиною для солодової промисловості (пиво, віскі, мальтекстракти). Він є однією з основних зернофуражних культур, оскільки має більш збалансований амінокислотний склад у порівнянні з іншими злаками та придатний для годівлі майже усіх сільськогосподарських тварин.

Попит на цю культуру зростатиме також через зростання попиту на біоетанол. Так, потенційно можливий вихід біоетанолу при врожайності 4 т/га складатиме 1,1 т/га, а при збільшенні її до 6,0 т/га – відповідно 2,2 т/га.

Морфологічні особливості культури

Коренева система – мичкувата, проникає у ґрунт на глибину до 100 см і в ширину – до 90 см.

Стебло – порожнистациліндрична соломка, заввишки 50–135 см, завтовшки 2,5–4 мм, складається з 5–7 міжвузлів, покрите восковим нальотом, схильне до вилягання.

Листки з добре розвиненими білуватими (іноді антоціановими) вушками, які своїми кінцями охоплюють стебло. Язичок короткий, облямівковий. Листкові пластинки завдовжки 12–25 см, завширшки 8–25 мм.

Суцвіття – дворядний або багаторядний колос незакінченого типу. На кожному виступі членика розміщується три одноквіткових колоски. Колоски за будовою різні: у дворядного ячменю середні плодоносні, бічні – безплідні; у багаторядного – всі плодоносні.

Плід – плівчаста або гола зернівка, завдовжки 7–10, завширшки 2–3 мм. Маса 1000 зернівок – 30–50 г. Плівчастість зернівок у дворядного ячменю – 9–11, багаторядного – 10–13 %.

Фенологія. Фази росту й розвитку тритикале та їх коди за різними шкалами наведено в таблиці 2.1. Вегетаційний період ячменю ярого триває 60–120 днів. Після сівби сходи з'являються за 6-9 днів. Через 12-15 днів після сходив починається кущіння, а через 30-40 днів – стеблуння. Енергія кущіння вища, ніж у пшениці та вівса. В посівах продуктивна кущистість становить 2-3. Висока кущистість не бажана для пивоварного ячменя. У ячменю кущіння необмежене стадійно і пагоноутворення за інтенсивного зволоження може продовжуватися тоді, коли перші пагони досягли повної стиглості. Внаслідок цього в дощову погоду достиглий стеблостій заростає пагонами пізнього кущіння.

Колосіння настає на 45-65 день після сходів. Від виколошування до воскової стиглості – 30-45 днів, налив та досягання зерна триває 20-25 днів.

Типово самозапильна рослина довгого світлового дня. В умовах гострої посухи запліднення відбувається до виколошування або останнє може і не відбутися.

Протягом вегетації ярий ячмінь проходять такі фенологічні фази росту:

проростання, сходи, кущення, вихід у трубку, колосіння, цвітіння, формування і досягання зерна.

Висяєне у ґрунт насіння проростає при поглинанні 48-57% води (у % до повітряно-сухої маси насіння). Поглинувши воду, насіння спочатку бубнявіє, а потім за допомогою ферментів складні запасні речовини зернівки перетворюються на прості, внаслідок чого починають рости зародкові корінці і листки. З появою на поверхні ґрунту першого справжнього листка починається нова фаза сходів.

Дружність проростання і поява сходів залежать від температури посівного шару ґрунту. Мінімальною температурою для з'явлення сходів насіння ярого ячменя є 1-2°C. При оптимальній температурі і вологості ґрунту сходи з'являються на 6-8 день.

Кушіння починається після утворення рослиною 3-4 листків, приблизно через 23-27 днів після появи сходів (II- II етапи органогенезу) завдяки активному фотосинтезу та притоку мінеральних поживних речовин.

Ріст стебла починається з нижнього міжвузля, яке протягом 10-15 днів видовжується, піднімаючи догори у листовій трубці друге і наступні міжвузля.

Початком фази трубкування (IV - VII етапи органогенезу) вважається той період, коли стебловий вузол першого міжвузля піднімається на висоту 2 - 3 см від поверхні ґрунту. Ця фаза настає через 42 - 50 днів після появи сходів. У цей період ярий ячмінь дуже вибагливий до поживних речовин та вологи. Тривалість фази 42 - 50 днів.

Колосіння відповідає VIII етапу органогенезу і триває 5 - 7 днів. Внаслідок інтенсивного росту стебла, особливо його верхнього міжвузля, з листової трубки назовні з'являється колос. У фазу колосіння завершується формування усіх органів суцвіть.

Цвітіння настає на IX етапі органогенезу закінчується до колосіння. Після запліднення на X-XII етапах органогенезу настає фаза формування зерна. За формуванням зерна настає фаза наливання зерна і його молочна стиглість. Тривалість цього періоду 40-45 днів. За молочною стиглістю настає воскова, далі повна стиглість – це кінцевий етап вегетації рослин. У цій фазі вологість зерна знижується до 20 - 15% і воно повністю втрачає зв'язок з материнською рослиною.

Управління формуванням продуктивності культури

Місце в сівозміні. Ячмінь ярий внаслідок недостатньо розвиненої кореневої системи, короткого вегетаційного періоду, підвищених вимог до структури ґрунту, є найбільш вимогливий серед зернових культур до попередника. Він малоконкурентний до бур'янів, тому його потрібно сіяти після чистих і удобрених попередників. Вирощуючи для продовольчих і кормових цілей, краще розміщувати після багаторічних бобових та однорічних трав, зернобобових культур та ріпаку, для пивоварних – після удобрених просапних культур: кукурудзи, картоплі, баштанних, цукрових буряків (у зоні достатнього

зволоження). Ячмінь є однією з найкращих покривних культур для підсівання багаторічних трав унаслідок відносної низькорослості і скоростиглості.

Цукрові буряки і картопля будуть добрими попередниками для ячменю пивоварного у випадку, коли вони сформували високу врожайність, використавши основну частину, внесених під них органічних і мінеральних добрив. На ґрунтах із вмістом гумусу 3,5% і більше залишки гички, через високий вміст азоту, можуть сприяти підвищенню вмісту білка. Ріпак також не є добрим попередником, оскільки з побічною продукцією залишається значна кількість азоту в ґрунті. Зернові колосові культури для ячменю пивоварного непридатні. Зернобобові культури знижують пивоварні якості через високі залишки азоту в ґрунті.

Не рекомендується розміщати ячмінь після колосових культур, щоб уникнути сильного ураження кореневими гнилями і іншими хворобами, та після соняшника, суданки, які висушують ґрунт, засмічують ґрунт падалицею.

Обробіток ґрунту. При вирощуванні ячменю після культур, які рано звільняють поле, краще застосовувати напівпаровий та поліпшений зяблевий обробіток ґрунту. Через 12-14 днів, коли з'являться сходи бур'янів, орють плугами з передплужниками на глибину 20-22 см. Якщо попередник був забур'янений багаторічними бур'янами, то після його збирання поле дискують у двох напрямках, після проростання бур'янів проводять обробіток лемішними луцильниками або плоскорізним знаряддями.

При вирощуванні ячменю після картоплі, кормових і цукрових буряків, під які роблять глибоку оранку, після їх збирання можна провести безплужний обробіток лемішними луцильниками, чизелькультиваторами або плоскорізами.

Після кукурудзи поле дискують у двох напрямках дисковими боронами і потім орють на зяб на глибину 23-25 см.

Важливою умовою підготовки ґрунту під ячмінь ярий є проведення основного обробітку в осінній період, оскільки перенесення його на весну призводить до запізнення з сівбою і, як наслідок, недобору врожаю. Передпосівний обробіток ґрунту диференціюється залежно від ґрунтово-кліматичних умов і ступеня окультурення ґрунту. На перезволожених ґрунтах з важким механічним складом і в умовах прохолодної затяжної весни він полягає у розпушуванні ґрунту на 5-6 см і доведенні, в міру дозрівання, до посівного стану. На легких ґрунтах і за посушливих умов передпосівний обробіток спрямовується на збереження вологи.

Удобрення. Ячмінь дуже чутливий до удобрення, швидко реагує наростанням біомаси, збільшенням кущистості. Він досить вимогливий до елементів живлення, особливо йому потрібна велика кількість легкодоступних поживних речовин у початковий період росту і розвитку.

За узагальненими результатами досліджень наукових установ Лісостепу і Полісся на родючих ґрунтах (чорноземи, темно-сірі та ін.) під ярий ячмінь після кращих попередників необхідно вносити $N_{45-60}P_{45-60}K_{45-60}$. На бідніших ґрунтах (дерново-підзолисті, світло-сірі тощо) норму добрив збільшують до $N_{60-90}P_{60-90}K_{60-90}$. Високопродуктивні, чутливі до добрив і стійкі до вилягання сорти,

забезпечують максимальні врожаї з підвищенням норми до N₉₀₋₁₂₀P₉₀K₉₀. Фосфорно-калійні добрива краще вносити під зяблевий обробіток. Азот доцільно вносити роздільно: частину дози (20%) разом із повною дозою фосфорних та калійних добрив до сівби, а другу частину – під передпосівну культивування і у вигляді підживлення на IV етапі органогенезу. В рядки під час сівби доцільно внести по 50–75 кг гранульованого суперфосфату.

Сівба. Для сівби насіння ячменю повинно бути відкаліброваним, з масою 1000 зерен 40-45 г. В сучасних технологіях широко використовують напівсуху обробку насіння баковими сумішами, що складаються з водного розчину плівкоутворювача та одного з фунгіцидних препаратів – *Бенлат (2-3 кг)*, *Вітавакс 200 ФФ (2,5-3 л)*, *Раксил (1,5 кг)* з розрахунку 20 л водного розчину на 1 тону насіння. До складу бакової суміші бажано вводити регулятори росту (типу Фумар –10 мг/т), що підвищує продуктивність ячменю ярого на 5-10%.

Для підвищення стійкості рослин проти вірусних хвороб та інших шкідливих факторів одночасно з протруюванням насіння обробляють мікроелементами (сполуки добирають з урахуванням результатів агрохімічного аналізу ґрунту) і біостимуляторами росту рослин (*Емістим С, в.р., 10 см³ в 10 л води на 1 т насіння, Агростимулін, в.с.р., 5-10 мл/т, Вермістим, р., 8-10 л/т* і ін.).

Сіють ячмінь ярий у ранні строки, як тільки дозволяє стан ґрунту. На родючих ґрунтах, де рослини добре кущаться, норму висіву ярого ячменю встановлюють на рівні 3-4 млн. схожих зерен на гектар, а на менш родючих, де у рослин менш інтенсивне кущіння, збільшують до 4,5-5 млн./га.

За сприятливих умов оптимальна глибина загортання насіння становить 4-5 см. При пересиханні верхнього шару ґрунту та запізненні з сівбою глибину збільшують на 1-2 см.

В Лісостепу найпоширеніші способи сівби – звичайний рядковий з міжряддям 15 см і вузькорядний – з міжряддям 7,5 см.

Догляд за посівами включає цілий комплекс робіт, до якого входять боронування, післяпосівне прикочування, захист від бур'янів, хвороб і шкідників, а на насінницьких посівах – видове та сортове прополювання.

Найважливішим у догляді за посівами ячменю є захист від бур'янів, шкідників та хвороб.

При забур'яненні посівів ярих зернових культур переважно однорічними двосім'ядольними бур'янами можна застосовувати такі гербіциди: *2,4-Д 500, в.р. (0,9–1,7 л/га)*, *2М-4Х 750, в.к. (0,9–1,5 л/га)*, *Дікопур МЦПА, в.р. (0,7–1,0 л/га)*, *Агрітокс, в.р. (1,0–1,5 л/га)*, *Луварам, в.р.к. (1,2–2,0 л/га)*. Обприскування посівів слід проводити у фазу кущіння рослин до виходу в трубку.

Проти багаторічних коренепаросткових бур'янів (осоти, різні види берізок), можна застосовувати *Лонтрел 300, в.р. (0,16-0,66 л/га)* або *Лонтрім, в.к. (1,5-2,0 л/га)*.

У міжфазний період сходи–3-й листок (I–II етапи органогенезу) необхідно провести захист посівів від шкідників. Проводять крайове або суцільне обприскування посівів одним з рекомендованих інсектицидів: *Бі-58 новий, к.е. (1,5 л/га)*; *Антижук Профіт, з.п. (0,045-0,05 кг/га)*, *Децис ф-Люкс, к.е. (0,2-0,25*

л/га); Карате Зеон 050 ЕС, к.е. (0,15-0,20 л/га) та ін.

У міжфазний період вихід у трубку – цвітіння (IV–IX етапи органогенезу) може виникнути необхідність у захисті посівів від плямистостей листків, борошнистої роси, іржі, септоріозу листків та колоса, фузаріозу колоса. Обприскування посівів проводять одним з рекомендованих препаратів: *Альто Супер 330 ЕС, к.е. (0,4 л/га); Абакус, мк.е. (1,25-1,75 л/га); Байлетон 25, з.п. (0,5-1,0 кг/га); Бампер Супер 490, к.е. (0,8-1,2 л/га), Фолікур БТ, к.е. (1,0-1,25 л/га).*

Збирання врожаю. Ячмінь збирають прямим комбайнуванням і роздільним способом. Пряме комбайнування застосовують при повній стиглості, коли зерно має 14-17% вологи, а роздільний спосіб – у фазу воскової стиглості за вологості зерна 30-38%. Дуже важливо правильно поєднати цих два способи.

Буряки цукрові (*Beta vulgaris L.*)

Класифікація. Буряки цукрові (*Beta L.*) Відноситься до родини лободових (*Chenopodiaceae*) (рис. 39).

Поширення та виробництво. Серед цукроносних рослин за площею посіву буряки цукрові поступаються лише тростині цукровій. Протягом останніх 14 років його площа зменшувалась. Світова площа посівів цукрових буряків складає більше 9 млн. га. Основні посіви зосереджено в Європі (37,1% світових), Азії (17,4%) і Північній Америці (7,7%). Серед країн найбільші площі буряків цукрових в Росії – 1,25 млн. га, Німеччині – 0,57 млн. га, США – 0,56 млн. га, Франції – 0,46 млн. га.

Валові збори буряків цукрових в світі становлять 264 млн. т. Найбільше коренеплодів цукрових буряків виробляють у Росії – 31,1 млн. т, Франції – 29,9, Німеччині – 23,8, США – 24,6 млн. т. В Україні сучасне виробництво коренеплодів становить 12,3 млн. т.

Посіви буряків в Україні на кінець ХХ ст. були в межах 1,6–1,7 млн. га. За останні роки вони значно зменшились. На 2022 рік посівна площа становить 280 тис. га, Буряки цукрові – високоврожайна культура. Середня урожайність коренеплодів у світі становить близько 36,0 т/га. Серед країн найбільша урожайність у Франції – 65,0 т/га, Італії – 49,7, Великобританії – 54,8 США – 44,0, Німеччині – 58,3 т/га. За даними Держкомстату України середня врожайність коренеплодів буряків цукрових у 2019 р склала 41,1 т/га.

У 2021 році аграрії в Україні зібрали 10,6 млн тонн цукрових буряків, що на 2,3 млн тонн (28,7% більше), ніж у 2020 році (8,2 млн тонн). Середня урожайність цукрових буряків по Україні склала 46,9 т/га, що на 6 т/га більше, ніж у 2020 році (40,9 т/га). Найвищий показник врожайності на Львівщині – 55,8 т/га. Додамо, за валовим виробництвом лідирують такі регіони: Вінниччина – 2,4 млн тонн, Хмельниччина – 1,5 млн тонн, Полтавщина – 1,07 млн тонн.

Щодо світового споживання, найбільше цукру споживають у Малайзії (58,2 кг на одну особу на рік) і, згідно з прогнозами, до 2030 р. ця цифра виросте до

61,1 кг. На другому місці Бразилія (48,9 кг на одну особу на рік) і на третьому – Нова Зеландія (47 кг), де, за прогнозами, споживання цукру на 1 особу буде зменшуватися і в 2030 р. складатиме 43,3 кг.

Останніми роками частка цукру одержаного з буряків зменшилась до 23–25 %. Буряки цукрові також є важливим фактором зміцнення кормової бази й підвищення культури землеробства. Завдяки сприятливим ґрунтово-кліматичним умовам Україна завжди займала провідне місце за площами посівів буряків цукрових і виробництвом цукру. Тільки для забезпечення внутрішніх потреб державі щорічно необхідно майже 2 млн. т цукру.

Хімічний склад. У коренеплодах міститься 17–19% цукру, а за сприятливих умов вирощування у високоцукристих сортів і гібридів – до 20%.

Хімічний склад коренеплодів може бути охарактеризований наступними показниками: вміст води 75%, сухої речовини 25%, із них цукрів 17,5%, нецукрів – 7,5%. Вміст окремих речовин залежить від ґрунтово-кліматичних умов, технології. Так, сухої речовини може бути від 16% до 26%, цукру – від 8% до 23%. До складу коренеплодів входять також 2% клітковини, 1,5% азотистих речовин і 0,7% золи (Шпаар, Дрегер, Каленська, 2005).

Значення буряків цукрових не обмежується лише виробництвом з них цукру. Їх використовують і як кормову культуру. За врожайності буряків цукрових 50,0 т/га одержують додатково 2,8 т/га жому, 1,8 – меляси та 36,0 т/га силосу із гички, що може бути прирівняне до озимої пшениці врожайності 8,3 т/га.

За кормовими властивостями коренеплоди буряків цукрових значно перевищують інші коренеплоди: в 100 кг міститься 26 кормових одиниць, 1,2 кг перетравного протеїну, 0,5 кг кальцію та 0,5 кг фосфору. Проте буряки цукрові засвоюються ВРХ лише на 40%, а буряки кормові – на 100%. Тому згодувувати їх тваринам недоцільно. Маса *гички* складає 35–50% і більше від маси коренеплодів, її використовують на зелений корм, для силосування. У ній міститься 26,5% сухих речовин, зокрема 2,5–3,5% білка, 0,8% жиру, багато вітамінів. 100 кг гички відповідає 18–20 кормовим одиницям.

Використання. Одним з енергоносіїв і водночас найперспективнішим вихідним продуктом для виробництва широкого спектру товарних біопродуктів є етанол, який зазвичай називають біоетанолом, щоб підкреслити відновлюваність сировини, з якої він виготовляється. Таким чином, біоетанол, часто в розумінні відновлюваного палива (біопалива), є етиловим спиртом, отриманим шляхом спиртового бродіння простих цукрів, вилучених безпосередньо з біомаси, або після процесу відносно простого гідролізу (крохмального матеріалу) або більш просунутої попередньої обробки та гідролізу (лігноцелюлозного матеріалу) (рис. 40).

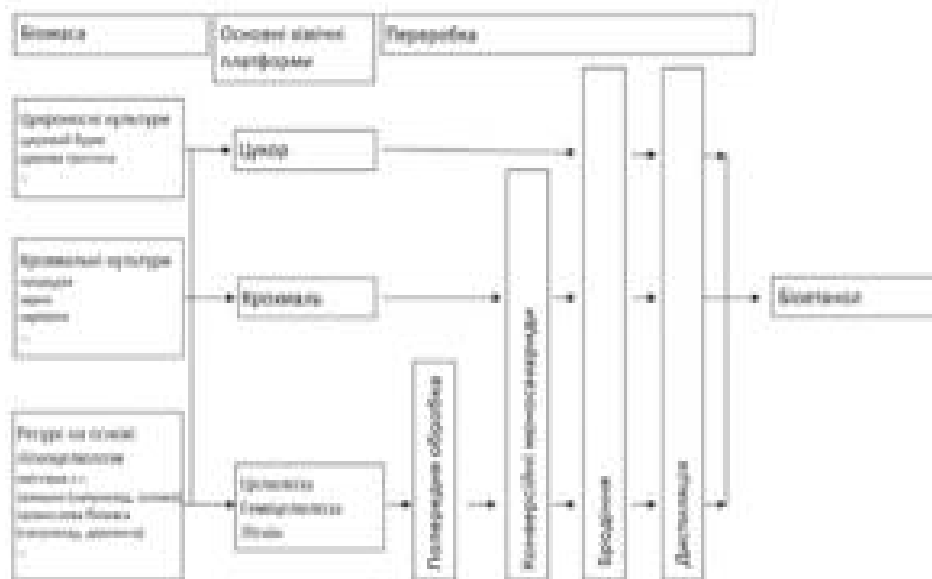


Рис. 40. Використання цукру, крохмалю та лігноцелюлозної сировини та основні процеси у виробництві біоетанолу

Традиційно основною сировиною для виробництва етанолу є рослинна сировина крохмальних (зернові і картопля) та цукроносних культур (цукрові буряки і цукрова тростина) або побічні продукти цукрового виробництва, тобто меляса. Географічні умови та клімат визначають основні виробничі райони та особливості вирощуваних для ферментації культур. У Європі культурами, які використовуються в процесі бродіння, є цукровий буряк та зернові, в Азії – цукрова тростина та маніок, в США – кукурудза і, меншою мірою, цукровий буряк, у Бразилії – цукрова тростина.

Зокрема встановлено, що біоетанол, отриманий з цукрових буряків, забезпечує скорочення викидів газів на 52%, зерна кукурудзи – на 49%, цукрової тростини і сорго – на 71%, зерна пшениці – на 16%.

Морфологічні особливості культури

Коренева система дорослої рослини складається з потовщеного головного кореня (коренеплоду) та сітки тонких корневих розгалужень, які проникають на глибину до 2,5 м, а в ширину на 100-120 см. Розрізняють головку коренеплоду (вкорочене стебло), яка несе листки; шийку (гіпокотиль, або підсім'ядольне коліно) – частина коренеплоду, яка не має листків і бічних коренів; власне корінь – нижню конічну частину коренеплоду, на якій утворюються бічні корінці.

Листки у цукрових буряків великі, суцільні, черешкові, які стеляться або стирчать, пластинки їх округлі або серцеподібні, гладенькі чи гофровані.

Суцвіття – рихлий колос. Квітки розміщені в пазухах листків групами по 2-6 у вигляді волотей; В однонасінних буряків квітки розташовані по одній.

Плід – горішок з товстим навколоплідником з пористої дерев'янистої тканини. Кількість плодів, з яких складається супліддя (клубочки), коливається від 2 до 6. Однонасінні плоди містять один горішок. Зародок насінини, який

скручений майже кільцем навколо перисперму, складається з двох сім'ядоль, брунечки між ними, підсім'ядольного коліна і зародкового коріця.

Фенологія. Буряки цукрові – дворічна рослина. В перший рік з насіння виростає потовщений коренеплід із запасами поживних речовин та розеткою прикореневих листків. Тривалість вегетаційного періоду у різних зонах бурякосіяння від 120–140 до 180–200 днів. На другий рік у висаджених у ґрунт коренеплідів із сплячих бруньок відростають листки і з'являються гіллясті високі (1,5 м і більше) стебла з квітками.

Тривалість вегетації буряків цукрових на першому році життя становить 150–160, на другому – 100–125 днів.

Фенологічний розвиток рослин визначали за шкалою ВВСН, яка розрізняє 9 основних стадій росту та розвитку рослин.

Етапи росту та розвитку рослин можна розділити на дві секції (рис. 41; табл. 30). Перші 4 стадії росту відносяться до першого року розвитку, від проростання (ВВСН 0) до розвитку органів вегетативного розмноження, стадії розетки (ВВСН 4), а наступні стадії росту позначають другий рік розвитку, від появи суцвіття (ВВСН 5) до старіння рослини (ВВСН 9).



Рис. 41. Ріст та розвиток культури за фазами ВВСН

Таблиця 30. Шкала ВВСН

Код	Стадії
МАКРОСТАДІЯ 0: ПРОРОСТАННЯ І РОЗВИТОК ПАРОСТКА	
00	Суха насінина
01	Набрякання – початок поглинання води насінням
03	Кінець набрякання насіння: насіннева оболонка відкрита. Дряжоване покриття лопнуло
0	Поява зародкового корінця

07	Поява зародкового проростка
09	Сходи, поява проростків на поверхні ґрунту
	МАКРОСТАДІЯ 1: РОЗВИТОК ЛИСТІВ
10	Фаза зародкових листків: зародкові листи в горизонтальному положенні. Перша пара справжніх листків має розмір головки шпильки
11	Перша пара справжніх листків добре помітна, розмір горошини
12	Два справжніх листки (1 пара справжніх листків) розпущені
Код	Стадії
14	Чотири справжніх листки (2 пара справжніх листків) розпущені
15	П'ять справжніх листків розпущені
16	Шість справжніх листків розпущені
17	Сім справжніх листків розпущені
18	Вісім справжніх листків розпущені
19	Дев'ять справжніх листків і більше розпущені
	МАКРОСТАДІЯ 2:-МАКРОСТАДІЯ 3: УТВОРЕННЯ РОЗЕТКИ (ЗМИКАННЯ РЯДКІВ)
31	Початок змикання рядків: 10% рослин сусідніх рядків змикаються
32	20% рослин сусідніх рядків змикаються
33	30% рослин сусідніх рядків змикаються
34	40% рослин сусідніх рядків змикаються
35	50% рослин сусідніх рядків змикаються
36	60% рослин сусідніх рядків змикаються
37	70% рослин сусідніх рядків змикаються
38	80% рослин сусідніх рядків змикаються
39	Змикання рядків: більше 90% рослин сусідніх рядків змикаються
	МАКРОСТАДІЯ 4: РОЗВИТОК ВЕГЕТАТИВНИХ ЧАСТИН РОСЛИН БУРЯКІВ
49	Буряки досягли величини для збирання
	МАКРОСТАДІЯ 5: РОЗВИТОК ЗАКЛАДОК КВІТОК (2-Й РІК ВЕГЕТАЦІЇ)
51	Початок розтягування головного пагона
52	Головний пагін 20 см довжини
53	Закладання бічних пагонів спостерігаються на головному пагоні
54	Бічні пагони добре спостерігаються
55	Перші квіткові бруньки спостерігаються
59	Перші покривні листки добре спостерігаються; квітки ще закриті
	МАКРОСТАДІЯ 6: ЦВІТІННЯ
60	Перші квітки на нижній частині суцвіття відкриті
61	Початок цвітіння: 10% квіток відкриті
62	20% квіток відкриті
63	30% квіток відкриті
64	40% квіток відкриті
65	Повне цвітіння: 50% квіток відкриті

67	Цвітіння, що закінчується: 70% квіток перецвіли
69	Кінець цвітіння: усі квітки перецвіли
МАКРОСТАДІЯ 7: РОЗВИТОК ПЛОДІВ	
71	Початок розвитку плодів: насіння в плодовій порожнині спостерігається
75	Навколоплідних (перикарпій) зелений, плід ще пластичний, борошнисте тіло (перисперм) молочне, колір шкірки насіння бежевий
МАКРОСТАДІЯ 8: ДОЗРІВАННЯ НАСІННЯ	
81	Початок дозрівання: перикарпій зелено-коричневого кольору; колір насінної шкірки ясно-коричневий
85	Перикарпій ясно-коричневого кольору; колір насінної шкірки бурий
87	Перикарпій твердий; колір насінної шкірки бурий
89	Повна сплість, перикарпій і перисперм тверді; насінна шкірка сорго-або видотипового кольору
МАКРОСТАДІЯ 9: ВІДМИРАННЯ	
91	Початок зміни забарвлення
92	Більшість листів жовтіє
95	50% листів бурого кольору
97	Рослина відмерла
99	Збирання (насіння)

Управління формуванням продуктивності культури

Місце в сівозміні. Відповідно до вимог, які визначені Директивою 2009/28/ЄС, політика у сфері біопалива не повинна негативно впливати на наявність продуктів харчування і екологічний стан довкілля. Тому вирощування енергетичних буряків цукрових не повинно здійснюватись за рахунок площ, відведених для вирощування з подальшим виробництвом цукру. Але це не стосується продуктів переробки бурякоцукрової галузі. Буряки цукрові є однією з основних технічних культур Лісостепу, що потребують рекомендованих попередників, після яких створюється сприятливий водний і поживний режими ґрунту, а поле після них має добрий фітосанітарний стан (значно менша кількість бур'янів, шкідників, збудників хвороб). В усіх бурякосійних районах країни цю культуру розміщують після ранньої групи зернових культур, а особливо озимої пшениці.

Обробіток ґрунту. Цукровий буряк формує основну частину врожаю в ґрунті, і є вимогливим до стану орного горизонту. Тому своєчасний і якісний обробіток ґрунту має надзвичайно велике значення для формування високого врожаю коренеплодів.

Важливо якісно заробити рослинні рештки, соломку, внесені добрива. Найбільш поширені два способи основного обробітку ґрунту – поліпшений і напівпаровий (табл. 31).

Таблиця 31. Способи основного обробітку ґрунту

<i>Напівпаровий</i>	<i>Поліпшений зяблевий</i>
---------------------	----------------------------

Лущення стерні дисковими луцильниками на глибину 5–6 см після збирання попередника (знижує засміченість на 30–40%)	Дворазове лущення стерні дисковими луцильниками на глибину 5–6 см після збирання попередника (знижує засміченість на 30–40%)
Оранка на глибину 28–30 см в агрегаті з боровами або котками в кінці липня – початку серпня (глибоке розпушування ґрунту, заробка поживних решток, бур'янів і добрив)	Обробіток плоскорізами або лемішними луцильниками, на 12–14 см в агрегаті з боровами після появи розеток коренепаросткових бур'янів (знижує засміченість на 40–70%)
Боронування або культивація з боронуванням після появи бур'янів (знижує засміченість 1,4–3 рази і більше)	Культивація або боронування після появи сходів (знижує засміченість на 14%)
Безполицеве розпушування на глибину 16–20 см в кінці осені (поліпшує фізичні властивості ґрунту)	Оранка на глибину 28–30 см в кінці вересня – на початку жовтня (глибоке розпушування ґрунту, заробка поживних речовин решток, бур'янів і добрив)

Весняний обробіток ґрунту. Якість сівби буряків цукрових та схожість насіння у великій мірі залежать від своєчасного та якісного весняного обробітку. Він складається з розпушування верхнього шару ґрунту, його вирівнювання, а в зоні достатнього зволоження із додаткового пошарового глибокого розпушування.

Завданням передпосівного обробітку ґрунту є розпушування поверхневого шару до дрібногрудочкуватого стану на задану глибину, створення твердого насінневого ложа, знищення проростків і сходів бур'янів (табл. 32).

Таблиця 32. Агротехнічні вимоги до передпосівного обробітку ґрунту

Показник	Вимоги і допуски
Строки виконання роботи	Обробіток починають, коли середньодобова температура ґрунту на глибині 8–10 см, досягає +5–6 °С і проводять його одночасно з сівбою
Тривалість виконання роботи в одному полі	Один – два календарні дні для чого застосовують груповий спосіб роботи машин
Глибина розпушеного шару ґрунту після проходу агрегату	На глибину загортання насіння (2,5–4,0±0,5 см)
Розпушеність ґрунту	В обробленому шарі вміст грудок розміром понад 20 мм не повинен перевищувати 10% від загальної маси проби

Підрізання бур'янів	Робочі органи знарядь мають підрізати не менше 98% бур'янів
Розрив у часі між передпосівним обробітком і сівбою буряків цукрових	Час, необхідний для 2–3 проходів посівного агрегату

Удобрення. Добрива в поєднанні з іншими агротехнічними заходами – найефективніший фактор інтенсифікації вирощування буряків цукрових. *Норми мінеральних добрив* у зоні *достатнього* зволоження на чорноземах типових, вилугуваних слід вносити мінеральні добрива в нормі N₁₆₀P₁₇₀K₁₆₀, на темно-сірих лісових ґрунтах і опідзолених чорноземах – N₁₇₀P₁₆₀K₂₀₀, на сірих лісових ґрунтах – N₁₈₀P₁₅₀K₂₀₀; у зоні *нестійкого* зволоження – відповідно N₁₂₀P₁₅₀K₁₅₀, N₁₄₀P₁₄₀K₁₉₀, N₁₆₀P₁₃₀K₁₇₀; у зоні *недостатнього* зволоження – відповідно N₁₁₀P₁₄₀K₁₀₀, N₁₃₀P₁₂₀K₁₅₀, N₁₄₀P₁₂₀K₁₅₀.

Переважну частину рекомендованої чи розрахункової норми мінеральних добрив (70–90%) вносять в основне удобрення. В рядки мінеральні добрива вносять у всіх зонах в дозі N₁₀P_{15–20}K_{10–15}. У зоні достатнього зволоження доцільні підживлення цукрових буряків у фазі 2–4 листків дозою добрив N₃₀P₃₀K₄₀.

На посівах цукрових буряків ефективно також позакореневе підживлення, яке застосовують у всіх зонах. Для позакореневого підживлення використовують карбамід (25–30 кг/га) або поєднання карбаміду (25 кг/га) і хлористого калію (20 кг/га). Урожайність коренеплодів від підживлення підвищується на 4,0–6,0 т/га, а цукристість – на 0,5–0,8%. Найефективніше проводити це підживлення перед змиканням листків цукрових буряків у рядках.

Сівба. Насіння на даний час реалізують посівними одиницями. В одній посівній одиниці міститься 100000 ± 2% насінин. На насінневих заводах насіння калібрують за його величиною (по діаметру та товщині) на дві фракції: 3,5–4,5 мм та 4,5–5,5 мм. Для забезпечення високої польової схожості, рівномірності розміщення рослин, треба використовувати насіння із лабораторного схожістю та вирівняністю не менше 90%, вологістю – не більше 14,5%.

Сівбу буряків цукрових проводять, коли вологість ґрунту становить 22–23% від НВ і ґрунт добре подрібнюється, а середньодобова температура його на глибині 8–10 см досягає 5–6 °С. Запізнення з сівбою лише на 5–6 днів, проти оптимальних строків, призводить до недобору 3,0–4,0 т/га коренеплодів.

Глибина загортання насіння складає 2,5 см, за глибшого загортання необхідно збільшення норми висіву на 15% на кожен сантиметр заглиблення;

На окультурених полях у районах достатнього зволоження глибина загортання насіння становить 2–3 см, нестійкого і недостатнього – 3–4 см. На важких запливаючих ґрунтах глибина загортання насіння повинна становити не більше 2–3 см.

Норма висіву становить 100–110 тис./га, нестійкого – 95–100 і недостатнього – 90–95 тис./га. Масова норма висіву – 3–5 кг/га.

Догляд за посівами. За оптимальних умов проростання насіння сходи буряків цукрових з'являються на 8–10 день після сівби, а при низькій

температурі поверхневого шару ґрунту – через 20–25 днів і більше. Залежно від тривалості проростання насіння бур'янів, забур'яненості поля, фізичного стану ґрунту проводять суцільні розпушування поверхневого шару один раз або навіть декілька разів.

Післясходовий догляд за посівами складається з першого розпушування ґрунту в міжряддях і в зоні рядків (шаровка), коригування (при малих нормах висіву насіння) чи формування (при підвищених нормах висіву) густоти рослин, суцільне розпушування ґрунту в міжряддях, захист від бур'янів, шкідників і хвороб, підживлення рослин.

Перше розпушування ґрунту в міжряддях і в зоні рядків (*шаровка*) проводиться при необхідності в період, коли тільки позначаються рядки сходів бур'яків на глибину обробітку 3–4 см.

Перші міжрядні розпушування проводять на глибину 8–10 см.

Потім розпушують ґрунт на 10–12 см і одночасно підживлюють рослини мінеральними добривами.

Захист посівів від бур'янів. Рослини бур'яків цукрових в силу своїх морфологічних особливостей нездатні самі протистояти бур'янам.

Серйозну проблему становлять на полях багаторічні види бур'янів, чисельність яких необхідно контролювати в посівах попередників бур'яків цукрових, або після їх збирання. По стерні, коли рослини багаторічників відростають, використовують проти них гербіциди суцільної дії. Проти пирію повзучого (фаза 4–6 листків) досить провести обприскування гербіцидом *Раундап* (3–4 л/га), проти різних видів осотів – 4–5 л/га *Раундапу* або його аналогів згідно регламентів їх застосування (початок формування генеративного пагона у осоту). Якщо поля забур'янені осотами та дводольними однорічними видами до *Раундапу*, для підсилення його дії, рекомендується додавати *2,4-Д амінну сіль* (2,5 л/га), *Діален супер* (1,5 л/га) або *Дикамбу форте* (1,2 л/га).

Післясходова система захисту. Практично одночасно з появою сходів бур'яків цукрових на посівах з'являються сходи лободи білої, лободи гібридної, лободи багатонасінної, гірчака березковидного, гірчака розлогого, редьки дикої, гірчиці польової. Одночасно, або на 7–15 днів пізніше, масово проростають пізні ярі види бур'янів: щиряця звичайна, щиряця біла, куряче просо, паслін чорний, мишій сизий та інші. Для правильного вибору гербіцидів слід враховувати чутливість бур'янів різних видів до дії конкретних препаратів (табл. 1.4).

Дводольні види бур'янів необхідно обробляти гербіцидами у фазі сім'ядолей, коли бур'яни найбільш чутливі до їх дії. При виборі гербіцидних композицій потрібно враховувати особливості бур'янів і структуру забур'янення посівів.

Норми внесення гербіцидів при першому обприскуванні сходів мінімальні. Застосовують найбільш селективні і „м'які” до рослин бур'яків цукрових препарати: *Голтікс*, *Пірамін турбо*, *Карібу*, *Бетанал експерт*, *Бетанал прогрес ОФ*, *Віктор* та інші. Не можна проводити обприскування посівів, сильно пошкоджених шкідниками або після заморозків.

Бур'яки цукрові в Україні пошкоджують багато видів шкідників. Серед них

найбільш шкодочинними є: звичайний і сірий бурякові довгоносики, бурякові блішки, щитоноски, бурякова крихітка, дротяники, бурякова мінуюча муха та листкова бурякова попелиця.

При чисельності бурякових блішок, сірого і звичайного бурякових довгоносиків потрібно застосовувати інсектициди не менше 30% від загального обсягу посівів даної культури (*Базудин*, 60% + *Фозалон*, 35% – 0,8 + 1,5 кг/га за препаратами або *Децис* 5% + *Фозалон*, 35%, – 0,2 + 1,5 кг/га по препарату).

Листкова попелиця та мінуюча муха заселяють спочатку краї плантацій. Тому у червні, є необхідність, обробляти інсектицидами: *Актелік* чи *Лебайцид*, 50% к.е., *Дурсбан* 48% к.е., *Бузудин*, *Діамет* 60% к.е. – 0,8 л/га, *Сумітрон*, 50% к.е. – 0,6–12 л/га, *Шерна*, 25% к.е – 0,48 л/га (насіінники).

Хвороби буряків цукрових та заходи захисту. Буряки цукрові уражуються багатьма хворобами, збудниками яких є гриби, бактерії, віруси, квіткові рослини – паразити, а також несприятливі ґрунтово-кліматичні умови та інші фактори зовнішнього середовища. Найбільш поширеними і шкодочинними хворобами буряків цукрових є: коренеїд сходів, парша, суха фузаріозна, бура та інші гnilі коренеплодів, переноспороз, вірусні хвороби, гnilі коренеплодів під час вегетації, а також кагатна гnilь – при зберіганні буряків.

Для захисту слід застосовувати фунгіциди, які у своєму складі містять діючу речовину стробілуринової групи: азоксістробін (*Амістар екстра* 280 sc, к.с.); піраклостробін (*Абакус*, м.к.е.), пікоксістробін (*Аканто плюс* 28, к.е.); трифлуксістробін (*Сфера макс*).

Збирання. За результатами досліджень, проведеним на дослідному полі ІБКіЦБ встановлено, що збирання буряків цукрових на біоетанол потрібно проводити в період їх технологічного дозрівання з 20 вересня по 20 жовтня. Так, розрахунковий вихід біоетанолу в III декаді вересня становив 5,33 т/га, а на III декаду жовтня – 5,81 т/га.

Використовують два способи збирання буряків – потоковий та перевалочний. Останній застосовують за складних погодних умов, що призводить до забруднення коренеплодів під час їх збирання. Збирання буряків на поворотних смугах і міжзагінкових проходах має бути закінчено до початку масового збирання. Після збирання буряків на поворотних смугах поле розбивають на загінки з кількістю рядків, кратною ширині захвату бурякозбиральної машини.

Перевалочний спосіб збирання застосовують у разі значної забрудненості коренеплодів та недостатньої кількості транспортних засобів. При цьому способі, із зібраних коренеплодів формуються тимчасові кагати на спеціально підготовлених майданчиках завдовжки 40 м і завширшки від 6 до 8 м. Кагати розміщують на поворотних смугах або біля доріг з твердим покриттям. Збирання потрібно починати спочатку з полів, віддалених від доріг з твердим покриттям, більш раннього строку сівби, а також з ділянок, де буряки пошкоджені хворобами і шкідниками, з нерівномірним розміщенням рослин і наявністю великих дуплистих коренеплодів, під час збирання яких найбільш ймовірно їх пошкодження.

Збирання енергетичних буряків цукрових проводять такими комбайнами як: Hollmer Terra Dos, Franz Kleine SF 10-2, Matrot M 41, Grimme Maxtron 6-20, Vervaet Beet Eater, Moreau Voltra 6-24, ROPA Tiger 6. За перевалочного способу збирання застосовують такі навантажувачі-очисники як Franz Kleine RL 350 V, ROPA euro-Maus 3 тощо.

КАРТОПЛЯ *Solanom tuberosum L.*

Класифікація. Картопля (*Solanom tuberosum L.*) багаторічна трав'яниста рослина з родини пасльонових (*Solanfce l.*) (рис. 42)

Поширення та виробництво. Картопля вирощується на всіх континентах в більшості країн світу на площі понад 20 млн. га. Найбільші посівні площі в європейських країнах – до 13 млн. га. В СНД картопля займає 6,0–6,5 млн. га. Світове виробництво картоплі становить 300 млн. т. Головні її виробники на американському континенті – США і Канада, в Азії – Китай і Індія, Європі – Росія, Білорусія, Польща, Німеччина.

Споживання картоплі в розрахунку на душу населення в різних країнах коливається від 40 до 175 кг за рік, в тому числі в Білорусії становить 175, Україні – 138, Росії – 127, Великобританії – 99, Японії – 105, Франції – 80, США – 60, Канаді – 65 кг. Фізіологічна норма споживання – 110 кілограмів на рік.

На даний час Україна посідає 4 місце в світі за посівними площами картоплі, які становлять понад 1,3 млн. га. Найбільші масиви зосереджені в Поліссі – близько 60% та в Лісостепу – до 30%. Щорічно виробляється більше 20 млн. тонн бульб, а споживачів всього 45 млн. На одну людину в Україні припадає зверх 400 кг картоплі на рік.

Дані Департаменту землеробства та технічної політики АПК України свідчать, що посівні площі під картоплею за роки незалежності зменшилися не суттєво. Врожайність за 26 років зросла з 95 до 166 ц/га, а валовий збір з 14,5 до 22 млн. тонн.

Як зазначається в асоціації «Український клуб аграрного бізнесу», у 2020 році валовий збір картоплі збільшився на 2,8% до 20,9 млн. т, порівняно з 2019 роком. За останні п'ять років виробництво картоплі суттєво не змінилось і коливається в межах 20–22 млн. т, але лише 2% з нього вирощують промислові підприємства. Решта картоплі вирощується в домашніх господарствах для власних потреб, для худоби та для подальшого продажу. Посівна площа для картоплі також у 2022 році збільшилась, і зростання склало 1,3% – до 1325 тис. га, тобто обсяг вирощування картоплі у 2022 році мав більший відсоток зростання в порівнянні із відсотком зростання посівної площі, що дає зрозуміти зростання врожайності в порівнянні з попереднім роком та розвиток картопляної галузі.

В передових господарствах Чернігівської області отримують по 25,0–30,0 т/га бульб і більше. Найвища врожайність картоплі у Бельгії та Нідерландах – близько 50 т/га. Рекордна врожайність сягає 100-120 т/га.

Хімічний склад. Картопля є важливою продовольчою, кормовою і технічною культурою.

Бульби картоплі містять 25% сухої речовини, в тому числі 14–22% крохмалю, 1,4–3,1% білка, 1% клейковини 0,2–0,3% жиру і 0,8–1% зольних елементів.

Використовуються бульби картоплі і як цінний корм для сільськогосподарських тварин у сирому і запареному вигляді. Кормове значення мають також силос із зеленого бадилля та відходи промислової переробки. За перетравністю органічної речовини (83–97%) картопля, як і кормові коренеплоди, займає одне з перших місць серед рослинних кормів. За кормовою поживністю 100 кг сирих бульб оцінюються 29,5 корм. од. і 2 кг перетравного протеїну, силосу – 8,5, сушених жмаків – 95,5, сушеної барди – 52 корм. од. При урожайності 12,0–15,0 т/га бульб вихід кормових одиниць може перевищувати 5,5–6 тис.

Картопля є цінною сировиною для переробної промисловості. Із бульб виготовляють спирт, крохмаль, патоку, глюкозу, декстрин та іншу продукцію. З 1 т бульб, які містять 17,6% вуглеводів, одержують 170 кг крохмалю і 1000 кг жмаків або 112 л спирту і 1500 л барди.

Використання. З 1 т картоплі вихід 100%-го етилового спирту 80 – 100 л, водночас із 1 т зерна (жита, пшениці, рису, кукурудзи) – 270–450 л

Бульби картоплі широко використовуються для годівлі тварин у сирому й запареному вигляді. Мають певне значення силос із зеленого бадилля (картоплиння) та відходи промислової переробки бульб – барда, жмаки та ін. За поживністю 100 кг сирих бульб оцінюються 29,5 корм. од., силосу – 8,5, сушених жмаків – 52 корм. од.

При вирощуванні картоплі на корм вихід кормових одиниць з 1 га може перевищувати 5 – 6 тис. Картопля є цінною сировиною для виробництва спирту, крохмалю, глюкози, декстрину й іншої важливої продукції для господарства.

Морфологічна особливість культури

Коренева система у картоплі, яку вирощують з насіння, має спочатку стрижневу будову – у вигляді зародкового стрижневого кореня з бічними корінцями. Потім в основі стебельця, у його вузлах, які знаходяться у ґрунті, формується вторинна коренева система, яка разом із зародковою утворюють мичкувате коріння. При вирощуванні картоплі з бульб утворюється лише вторинна мичкувата коренева система.

Близько 70 % коріння картоплі розміщується на глибині до 30 см, а окремі корені досягають глибини 1,5 м.

Стебло. Рослина має надземне трав'янисте стебло і підземні пагони-столони, які на кінцях потовщуються і утворюють бульби. Наземних стебел кілька, вони прямостоячі або висхідні, заввишки 30-150 см, у поперечному розрізі ребристі, 3-4-гранні, рідше округлі, опушені. У деяких сортів вздовж стеблових ребер є прями або хвилясті, вузькі чи широкі крила. У пізньостиглих сортів стебла гілкуються в основному у нижній частині, скоростиглих – у

середній. За забарвленням вони можуть бути зеленими, червоно-фіолетовими або червоно-коричневими.

З однієї бульби виростає у середньому 4-8 стебел, з яких утворюється кущ. За виглядом і будовою кущі бувають прямостоячі, розлогі та напіврозлогі, мало- і багатостеблі, з рівними або ярусними стеблами.

Листки складні – переривчасто-непарноп'ятерозсічені. Складаються з центрального черешка, кількох пар листків або часток, верхівкової непарної частки, між якими розташовані невеликі за розміром частинки і зовсім маленькі часточки. Частки бувають сидячими або розміщеними на коротких черешках. За формою вони округлі, овальні, видовжені, яйцеподібні, ромбічні, гострокінцеві чи овально-гострокінцеві, опушені. У деяких сортів верхня пара часток і верхівкова непарна частка зростаються основами, утворюючи трилопатеву верхівку. Називають таке явище плющелистістю. Листки розміщені на стеблах спіралью. У своїй основі мають два серпоподібні або листкоподібні прилистки.

Квітки двостатеві, правильні, у верхівкових завійках; п'ятичленні: чашечка складається з п'яти гостро-зубчастих, зрослих в основі чашолистків, віночок – з п'яти зрослих пелюсток. У квітці розміщуються п'ять тичинок, пиляки яких на коротких ніжках щільно складені у циліндричну або конусоподібну колонку, та маточка з верхньою зав'яззю із стовпчиком з приймочкою, який пронизує центральну внутрішню частину колонки і видається над пиляками або рівний з ними, а іноді нижчий за них.

Віночок зрослопелюстковий, білий, синій, синьо-фіолетовий, рожевий, червоно-фіолетовий. Пиляки оранжеві, жовті, жовто-зелені. Якщо у квітках утворюються оранжеві або жовті пиляки, пилок яких здатний до нормального запліднення, то при рясному цвітінні на рослинах розвивається багато плодів; у сортів, які мають квітки зі стерильними жовто-зеленими пиляками, плоди не утворюються.

Суцвіття – завійки, яких на одному квітконосі буває від 2 до 4.

Плід – багатонасінна двогніздова ягода. Вона округла або округло-овальна, жовто-зелена. Насіння дрібне, яйцеподібно сплюснуте, блідо-жовте або кремове. Маса 1000 насінин – 0,5-0,6 г.

Бульба – вегетативний орган, який утворюється на кінці підземного стеблового пагона – столона.

Фенологія. У вегетації картоплі виділяють три періоди: від сходів до початку цвітіння; від початку цвітіння до закінчення росту бадилля; від закінчення росту бадилля до його в'янення. У розвитку картоплі визначають чотири фази: сходів, бутонізації, цвітіння й досягання. Тривалість кожної фази залежить від біологічних особливостей сорту й умов вирощування. Наприклад, сходи середньостиглих сортів картоплі з'являються через 15 – 20 днів, від сходів до початку бутонізації минає 17 – 24 дні, від бутонізації до повного цвітіння 14 – 18 днів і від цвітіння до відмирання бадилля 45 – 48 днів. У ранньостиглих сортів кожний період коротший, у пізньостиглих – на кілька днів довший (табл. 33).

Бульби картоплі починають проростати при температурі ґрунту на глибині 10 – 12 см не нижче 3 – 5 °С, але поява сходів за такої температури затягується, вони легко уражуються хворобами. Активніше їх проростання спостерігається при температурі 7 – 8 °С. Найсприятливішою температурою для проростання бульб є 16–18 °С, за якої сходи з'являються вже на 12 – 13-й день. Бадилля росте інтенсивніше при 17 – 22 °С. Рослини цвітуть і формують ягоди при 18-21 °С, а бульби – при 16 - 17 °С.

Таблиця 33. Фази росту картоплі

Період	Тривалість, доба
Садіння – сходи	15–20
Сходи – початок бутонізації	17–24
Бутонізація – повне цвітіння	14–18
Цвітіння – відмирання бадилля	45–48

Картопля чутлива до незначних заморозків. Наприклад, бульби її гинуть вже при температурі мінус 1 – 2 °С, а бадилля чорніє й гине при мінус 2 – 3 °С. Заморозки такої сили згубно діють і на молоді рослини. Проте за умов достатнього нагромадження цукрів в суху погоду вони можуть витримувати короткочасне зниження температури до мінус 4 °С.

За шкалою ВВСН рослини картоплі проходять наступні фази росту й розвитку (рис. 34)

Таблиця 34. Стадії розвитку картоплі

Код		Стадії
Двоцифровий	Трьоцифровий	
МАКРОСТАДІЯ 0: ПРОРОСТАННЯ		
00	000	Бульба в спокої, не проросла
1	001	Проростки (< 1 мм)
02	002	Проростки загострені, максимально до 2 мм
03	003	Кінець спокою, проростання, проростки 2...3 мм
05	005	Початок коренеутворення
07	007	Початок росту пагону
08	008	Ріст пагонів: утворення нижніх листків
09	009	Сходи: проростки пробиваються через поверхню ґрунту
МАКРОСТАДІЯ 1: РОЗВИТОК ЛИСТКІВ		
10	100	Поява листків
11	101	Формування 1-го листка (>4 см) на головному пагоні
12	102	Формування 2-го листка (>4 см) на головному пагоні
13	103	Формування 3-го листка (>4 см) на головному пагоні
1...	10...	Продовження росту до...
19	109	Сформувався 9-й листок (>4 см) на головному пагоні
	110	Сформувався 10-й листок (>4 см) на головному пагоні

	11...	Продовження росту до...
	121	Формування 1-ого листка (> 4 см) апікальні розгалуження 2-го порядку
		Формування 2-ого листка (> 4 см) апікальні розгалуження 2-го порядку
	122	Продовження росту до...
		Формування 1-ого листка (> 4 см) апікальні розгалуження 3-го порядку
	12...	Продовження росту до...
	131	Формування X-го листка (> 4 см) апікальні розгалуження
	13...	N-14) порядку
МАКРОСТАДІЯ 2: УТВОРЕННЯ БІЧНИХ ПАГОНІВ		
21	201	Утворення 1-ого базального бічного пагона (>5 см)
22...	202	Утворення 2-ого базального бічного пагона (>5 см)
2...	22...	Продовження утворення бічних пагонів
29	209	Сформувався 9-й і більше базальних пагонів
МАКРОСТАДІЯ 3: РІСТ ГОЛОВНОГО ПАГОНА В ДОВЖИНУ (ЗМИКАННЯ СТЕБЛОСТОЮ)		
31	301	Початок змикання стеблостою: 10% рослин сусідніх рядків змикаються
33	303	30% рослин сусідніх рядків змикаються
39	309	Змикання стеблостою: 90% рослин сусідніх рядків змикаються
МАКРОСТАДІЯ 4: УТВОРЕННЯ БУЛЬБ		
40	400	Початок утворення бульб: набрякання перших кінчиків столонів удвічі
		більше їхнього діаметра
43	403	30% максимальної видо- або сортоспецифічної маси бульб досягнуті
		50% максимальної видо- або сортоспецифічної маси бульб досягнуті
45	405	70% максимальної видо- або сортоспецифічної маси бульб досягнуті
		Маса бульб досягнута максимуму Шкірка бульб ще не огрубіла Шкірка
47	407	стирається великим пальцем. Бульби легко відриваються від столонів
		Бульби мають шкірку з механічною щільністю: у 95% бульб шкірка на
48	408	верхньому кінці бульби не стирається великим пальцем
МАКРОСТАДІЯ 5: ПОЯВА ЗАКЛАДОК КВІТОК		
51	501	Квіткові бруньки 1-ї закладки квіток (головний пагін) помітні (1...2 мм) Квіткові бруньки 1-ї закладки квіток

		(головний пагін) мають розмір 5 мм
55	505	Перші квіткові пелюстки помітні, ясно відрізняються від чашолистків Квіткові бруньки 2-ї закладки квіток (2-го порядку) помітні (1...2 мм)
59	509	Квіткові пагони 2-ї закладки квіток мають розмір 5 мм Перші квіткові пелюстки 2-ї закладки квіток помітні
	521	Квіткові бруньки 3-ї закладки квіток (3-го порядку) помітні (1...2 мм) Квіткові пагони 3-ї закладки квіток мають розмір 5 мм
	52	Перші квіткові пелюстки 3-ї закладки квіток помітні
	529	Розвиток п-закладки квіток
МАКРОСТАДІЯ 6: ЦВІТІННЯ		
60	600	Перше відкриття квіток
61	601	Початок цвітіння: 10% квіток 1-го суцвіття (головний пагін) відкриті Повне цвітіння: 50% квіток 1-го суцвіття відкриті
65	605	Кінець цвітіння першого суцвіття
69	609	Початок цвітіння: 10% квіток 2-го суцвіття (2-го порядку) відкриті
	625	Повне цвітіння: 50% квіток 2-го суцвіття відкриті
	629	Кінець цвітіння 2-го суцвіття
	631	Початок цвітіння: 10% квіток 3-го суцвіття (3-го порядку) відкриті Повне цвітіння: 50% квіток 3-го суцвіття відкриті
	635	Розвиток квіток п-суцвіття
	640	Кінець цвітіння
МАКРОСТАДІЯ 7: РОЗВИТОК ПЛОДІВ		
70	700	Перші ягоди видно
71	701	10% ягід 1-го супліддя майже досягли остаточного розміру
75	705	50% ягід 1-го супліддя майже досягли остаточного розміру або обсипалися
79	709	90% ягід 1-го супліддя майже досягли остаточного розміру або обсипалися
МАКРОСТАДІЯ 8: ДОЗРІВАННЯ ПЛОДІВ І НАСІННЯ		
81	801	Ягоди 1-го супліддя (головний пагін) ще зелені, насіння світле Ягоди 1-го супліддя (головний пагін) забарвлені від охристо до блідо-бурого
85	805	Ягоди 1 -го супліддя (головний пагін) в'ялі, насіння прийняли сортотипове темне забарвлення
89	809	Ягоди 2-го супліддя (2-го порядку) ще зелені, насіння світле
	821	Дозрівання плодів і насіння п-супліддя
МАКРОСТАДІЯ 9: ВІДМИРАННЯ		

91	901	Початок пожовтіння й посвітління листків
93	903	Багато листків пожовкли
95	905	50% листів бурого кольору
97	907	Листки й стебла відмерли, стебла вицвілі й сухі
99	909	Збирання(бульби)

Управління формуванням продуктивності культури

Місце в сівозміні. Кращими попередниками картоплі вважаються озимі зернові після багаторічних трав та зайнятих парів, зернобобові культури, кукурудза на силос, льон–довгунець, однорічні та багаторічні трави. В Поліссі картоплю вирощують після люпину на зелене добриво після жнивного посіву, в Лісостепу – після озимої пшениці в ланці з зерновими бобовими, кукурудзи та цукрових буряків при умові достатнього зволоження. В посушливих районах Степу високі врожаї картоплі одержують у зрошуваних овочевих сівозмінах, в заплавах річок, на низинних ділянках.

При поширенні картопляної нематоди вона повторно може повертатися на поле не раніше як через 4-5 років.

Картопля, в свою чергу, є добрим попередником для ранніх ярих (пшениці, ячменю, вівса), зернобобових, олійних та прядивних культур. Часто картоплю вирощують як парозаймаючу культуру, використовуючи для цього ранні сорти.

Обробіток ґрунту. Способи обробітку ґрунту залежать від ґрунтово–кліматичних умов, типу ґрунту, попередника, системи удобрення та ін. Після зернових та зернобобових культур основний обробіток передбачає лущення стерні та глибоку зяблеву оранку. Лущення проводять дисковими луцильниками на глибину 6–8 см одночасно або вслід за збиранням попередника. Через 2–3 тижні після лущення проводять оранку. На полях після нестерньових попередників оранку проводять відразу після їх збирання. На піщаних ґрунтах, де добрива вносять навесні, замість осінньої оранки проводять два лущення стерні: перше – відразу після збирання попередника на глибину 5–6 см, друге – через 20–30 днів на глибину 10–12 см лемішними луцильниками.

Навесні проводять боронування в 1–2 сліди. Для створення розпушеного шару – культивуацію на глибину 14–16 см.

Новим, прогресивним способом підготовки ґрунту є садіння картоплі в попередньо нарізані гребені. Внаслідок швидшого прогрівання ґрунту в гребенях садіння картоплі можна проводити раніше. За рахунок гребенів збільшується кореневмісний шар ґрунту, що сприяє кращому живленню і розвитку рослин.

Удобрення. Під картоплю вносять *органічні добрива*. Найкращим органічним добривом для картоплі є напівперепрілий гній. Безпосередньо під картоплю в Поліссі вносять 50–60 т/га напівперепрілого гною або торфокомпостів, у Лісостепу – під попередник 40 т/га. При внесенні рідкого гною його норму збільшують у 1,5–2 рази. Кращим строком є внесення органічних добрив восени під зяблеву оранку. Як органічні використовують також *зелені добрива* – люпин, ріпак, озиме жито, які заорюють у ґрунт разом із

внесеними фосфорно–калійними добривами восени.

Мінеральні добрива забезпечують картоплю поживними речовинами в першу половину вегетації, а органічні – в другу, коли вони мінералізуються. На фоні органічних добрив, залежно від родючості ґрунту, вносять повне мінеральне добриво з розрахунку: на чорноземах – $N_{60-90}P_{60-90}K_{60-90}$; на дерново–підзолистих, сірих лісових, світло–каштанових ґрунтах – $N_{90-120}P_{60-90}K_{90-120}$. На осушених торфових ґрунтах застосовують тільки фосфорно–калійні добрива в нормі $P_{60-90}K_{90-120}$. Фосфорно–калійні добрива вносять під зяблеву оранку, азотні – навесні під культивуацію. Вносять також добрива в рядки при садінні картоплі картоплесаджалками.

Підготовка бульб до садіння. Для садіння використовують здорові, невироджені бульби. Для садіння доцільніше використовувати середні за розмірами (60–80 г) бульби, однак висаджують також дрібні (30–50 г) і великі (більше 90 г). Бульби, неоднакові за розмірами, треба висаджувати окремо. Великі бульби розрізують на частини масою 20–30 г з 3–4 вічками. Розрізувати бульби треба напередодні або в день садіння. Розрізані бульби перед садінням обробляють *Фундазолом* (0,5–1,0 кг/т), *Вітаваксом* (2 кг/т).

Садіння. При надмірно ранньому садінні в непрогрітий ґрунт бульби довго не проростають, пошкоджуються хворобами, що призводить до зрідження рослин і зниження урожаю. Негативно впливає на урожай картоплі і запізнення з садінням.

До садіння картоплі приступають, коли ґрунт на глибині 10–12 см прогріється до температури +6...7°C. На легких ґрунтах, де ґрунт прогрівається швидше, картоплю садять в ранні строки – одночасно з сівбою ранніх зернових культур. В першу чергу садять пророщені бульби ранньостиглих сортів, потім – насінневу і товарну картоплю сортів більш пізніх строків досягання.

Ширина міжрядь при посадці картоплі 70 см з розміщенням бульб в рядку на відстані 25–35 см.

При садінні формують гребінь. Глибина садіння на легких ґрунтах становить 12–14 см (відстань від вершини гребеня до поверхні бульби), на важких вологих глинистих та суглинкових, а також на низинних – 7–8, у районах достатнього зволоження на чорноземних ґрунтах – 10–12, у районах недостатнього зволоження та у південних та південно–східних районах – 12–15 см.

Середня густина садіння бульбами масою 50–80 г в районах достатнього зволоження (Полісся, Північний Лісостеп) – 55–60 тис./га, насінневої – 65–75 тис./га; в зоні нестійкого зволоження (Південний Лісостеп) – відповідно 50 і 55 тис./га; у Степу – 45 і 50 тис./га; при зрошенні – 55 і 60 тис./га. Густише (на 10%) садять картоплю на більш родючих ґрунтах, при вирощуванні ранніх сортів та при використанні дрібних бульб. Залежно від розміру бульб на 1 га висаджують 3,5–4,5 т.

Догляд за насадженням картоплі починають з боронування, яке проводять 2–3 рази до – і 1–2 рази після появи сходів. Після з'явлення сходів проводять міжрядні розпушування: перше – на глибину 12–14, а наступні – 10–12 см. При

недостатній вологості ґрунту глибину розпушування зменшують до 6–8 см.

Під час бутонізації рослини картоплі підгортають на 8–10 см. За умов недостатнього зволоження замість підгортання проводять неглибоке розпушування. Найбільш ефективно підгортання відразу після дощу.

Велике значення в системі догляду за картоплею має захист від бур'янів. Препарати суцільної дії (*Раундап* та ін.) використовують після збирання попередника по стерні, коли бур'яни інтенсивно ростуть. До появи сходів на посівах картоплі вносять такі гербіциди: *Гезагард* (3,0–4,0 кг/га), *Домінатор* (2 л/га), *Зенкор* (0,5–1,5 кг/га), *Стомп* (5 л/га), *Ураган форте* (1,5 л/га). У період вегетації картоплі, коли бур'яни знаходяться у фазу 3–4 листків, вносять страхові гербіциди *Пантера* (1,5–2,0 л/га), *Тарга* (2,0–4,0 л/га), *Тітус* (50г/га), *Шогун* (0,6–1,2 л/га), *Фюзілад супер* (1,0–3,0 л/га).

Для захисту від колорадського жука використовують *Децис* (0,2–0,5 л/га), *Карате* (0,1–0,2 л/га), *Актара* (0,06–0,08 г/га), *Банкол* (0,2–0,3 кг/га), *Конфідор* (0,2–0,25 л/га), *Моспілан* (0,02–0,025 кг/га), *Ф'юрі* (0,07 л/га). Посіви обробляють два рази: перший раз – після появи ранніх сходів картоплі в період масового виходу з ґрунту та розселення жуків, другий – через 10–15 днів, при масовій появі личинок другого покоління.

Проти фітофторозу перше обприскування посівів проводять у період бутонізації – на початку цвітіння (відповідно до даних пункту прогнозів розвитку хвороб та шкідників або станції захисту рослин). Повторно посіви обробляють при появі на рослинах чорних плям. Потім поля обприскують через кожні 8–10 днів, якщо хвороба поширюється. Використовують *Акробат* (2,0 кг/га), *Ридоміл* (0,8–1,0 кг/га), *Татту* (3,0 л/га), *Чемпіон* (2,5–3,0 кг/га).

Збирання врожаю. Ознаками повного досягання бульб картоплі є засихання бадилля, підсихання стolonів і легке відривання від них бульб.

Збирати картоплю треба починати у період відмирання картоплиння з таким розрахунком, щоб закінчити його при температурі повітря +7...10°C. Спочатку збирають насінневу, а потім – продовольчу картоплю.

Роздільне збирання застосовується на важких вологих ґрунтах. При цьому способі бульби спочатку копачами–валкоутворювачами викопуються і укладаються в валки з двох, чотирьох або шести рядків. Після підсихання бульби із валків підбираються комбайнами. Залишені рядки викопують комбайном.

При збиранні *прямим способом* викопані комбайном бульби відокремлюються від ґрунту, гички і нагромаджуються в бункері. При *комбінованому способі* бульби з 2 або 4 рядків складають копачами у міжряддя двох не викопаних рядків, після чого ці рядки забирають прямим комбайнуванням.

Найбільш ефективним способом збирання є потоковий, при якому використовують систему машин для скошування бадилля, картоплекомбайн.

Топінамбур (Земляна груша) *Helianthus tuberosus*

Класифікація. Бульбоплідна однорічна рослина родини Айстрових (*Asteraceae*), роду *Helianthus*, із 100 видів якого два – *H. annuus* (соняшник) і *H. tuberosus* (топінамбур) – мають виробниче значення (рис. 43).

Поширення та виробництво. Вирощують його як технічну, фітоенергетичну, кормову та продовольчу культуру. Топінамбур формує два врожаї: зелену масу і бульби. На корм тваринам використовують зелену масу в свіжому або засилосованому вигляді, яке досить поживне. Бульби, в яких міститься 25–30% сухих речовин, в тому числі близько 2% білків – цінний корм для свиней.

У 100 кг зеленої маси міститься 20–25 кормових одиниць і 1,8 кг перетравного протеїну. За вмістом кормових одиниць земляна груша перевершує кукурудзу в 1,3 разу, кормові буряки – в 2,6 разу, перетравного протеїну в бульбах топінамбура більше в 1,2–1,6 разів, ніж у картоплі, в 1,7–2,5 разів більше, ніж у кормових буряках. У ній високий вміст фруктози, тому може використовуватися для виробництва спирту.

Хімічний склад. Бульби топінамбура містять 74–79% води, 2–4% азотистих речовин, 3,2% білка, 1,7% мінеральних речовин, 18,6% вуглеводів, 18% амінокислот, 15–20% цукрів (5–6% – сахароза і 10–12% – інулін). Вітамінів С і В₁ в бульбах вдвоє, а заліза в 3 рази більше, ніж у бульбах картоплі. В 1 ц бульб міститься 21–27 кормових одиниць і 1,2 кг перетравного протеїну. В бульбах 10–15% інуліну, із якого при гідролізі отримують фруктозу. Із бульб виробляють спирт (з 1 т бульб – 106 л спирту, вихід біоетанолу – 4,5–5,5 т/га), вино, винний оцет, кормові дріжджі, пиво та інші продукти. У суміші з бензином спирт з топінамбуру у кількості 12–15% використовується в двигунах внутрішнього згорання.

Використання. Топінамбур є цінною культурою для біологічного рослинництва. Він не нагромаджує нітратів і радіонуклідів. Після 5 років вирощування ґрунт повністю відновлює родючість і стає чистим від коренепаросткових бур'янів. Топінамбур практично не пошкоджується шкідниками і не уражується збудниками хвороб, тому немає необхідності застосовувати засоби захисту рослин. Формуючи значну вегетативну масу, він активно засвоює вуглекислий газ і виділяє кисень. На 1 га топінамбуру виробляється кисню в 1,5 рази більше, ніж з такої площі дорослого лісу.

Сучасні технології вирощування топінамбура дозволять акумулювати з 1 га поля 400 ГДж природної (поновлюваної) енергії при витратах 58 ГДж викопної (не поновлюваної) енергії. Коефіцієнт енергетичної ефективності дорівнює 7. В той час, як для пшениці озимої з урожайністю 6,0 т/га – 2,21, ячменю ярого (3,7 т/га) – 3,03, кукурудзи (7,0 т/га зерна) – 4,84, проса (4,0 т/га) – 5,04, буряків цукрових (35,0 т/га) – 2,31.

З бадилля топінамбура, завдяки значному вмісту в ньому цукрів, одержують високоякісний силос, яким охоче ласують і велика рогата худоба, коні, і вівці, і

свині, й кролі. За поживною цінністю такий силос переважає силос соняшнику і наближається до кукурудзяного: 1 кг силосу з топінамбура містить 0,23–0,30 к. о. і 6–15 г перетравного протеїну. Облиственість рослин у період кормової стиглості становить 40–45%.

Найбільш унікальна якість бульб топінамбура – наявність у складі вуглеводів інуліну, що в організмі перетворюється у висококалорійний легко засвоюваний цукор фруктозу, дуже необхідну в харчовому раціоні хворих на цукровий діабет. Свіжим соком земляної груші легко знижується кислотність шлункового соку, причому він не лише знижує кислотність, а й нормалізує її у випадку, якщо вона знижена. Показаний він також і при виразках шлунку та дванадцятипалої кишки, при підвищеному кров'яному тиску, тромбофлебіті, анемії.

Топінамбур як джерело полісахаридів є потужним імуномодулятором, тобто продуктом, що підвищує захисні властивості організму. Крім того, топінамбур нормалізує кишкову флору, що дуже важливо для людей, які потерпають через дисбактеріоз внаслідок прийому антибіотиків.

Один гектар топінамбуру формує таку кількість стебел для целюлозно-паперового виробництва, що рівноцінно 5 га лісу.

В деяких країнах бульби топінамбуру вживають у їжу так само, як і бульби картоплі. Топінамбур високоврожайна культура. В умовах України при належному вирощуванні урожайність становить 20,0–30,0 т бульб і 40,0–60,0 т зеленої маси з кожного гектара.

Батьківщиною топінамбуру є Північна Америка, провінцією Топінамбур, звідки і походить назва. В Європі вирощують з XVII ст. Окрім Європи (Франція, Англія, Німеччина, Голландія), він набуває поширення в Азії, Австралії, Японії, Канаді. Вирощують його для харчових, кормових і технічних цілей.

Морфологічні особливості культури. Розмножується, головним чином, вегетативно, за допомогою бульб. Бульби утворюються на кінцях підземних пагонів – столонів. На одній рослині їх біля 30, масою від 10 до 100 г і більше, на поверхні бульб добре помітні випуклі вічка. Форма бульб веретено- або грушоподібна, тому культуру ще називають земляна груша. Забарвлення бульб – від білого до червоно-фіолетового, на смак вони солодкуваті. На відміну від картоплі, бульби топінамбура не мають коркового шару, тому зберігаються дуже погано.

Коренева система при вирощуванні топінамбура з бульб формується мичкувата, з насіння – стрижнева. Проникає коріння у ґрунт на глибину до 1,5 м і глибше. Стебла тонкі, гіллясті, при досяганні напівдерев'янистості, заввишки 1,5–2 м і більше, вкриті жорсткими волосками.

Листки прості, складаються з черешка і зазубленої з країв та опушеної знизу пластинки, яка буває овальної або яйцеподібної форми, із загостреною верхівкою. Розміщуються вони на стеблі групами, по 2–3 в кожній.

Квітки, як і у соняшнику, зібрані в суцвіття кошик, діаметр якого 1,5–3, рідко до 5 см. Крайові квітки у кошику язичкові, з яскраво-жовтими однопелюстковими віночками, неплідні. Внутрішні квітки трубчасті, двостатеві,

мають чашечку і п'ятипелюстковий віночок, п'ять тичинок і маточку з нижньою зав'яззю. Кількість квіток у кошику досягає 60. З нижнього боку кошика є обгортка, утворена вузькими листочками.

Плід – дрібна сім'янка з шкірястим оплоднем. Маса 1000 сім'янок – 7–9 г. Бульби округлі, веретеноподібні, овальні, циліндричні, неправильногрушоподібні. Вічка здебільшого залягають над поверхнею бульби, утворюючи добре помітні горбочки. Маса бульб від 2–3 до 50–100 г.

Управління формуванням продуктивності культури

Попередники. Оскільки топінамбур може рости на одному місці на протязі 5 і більше років, краще вирощувати його на запільних ділянках поблизу тваринницьких ферм, а також прифермських сівозмінах. Топінамбур слід вирощувати після багаторічних трав, озимої пшениці, жита, вівса, кукурудзи. Не рекомендується – після картоплі, моркви, цикорію, турнепсу, соняшнику, тютюну, гарбузових культур

Вирощувати топінамбур в прифермській сівозміні з трирічним циклом використання топінамбура: I поле – люцерна; II – люцерна; III – топінамбур (бульби + зелена маса); IV – топінамбур (зелена маса); V – топінамбур (зелена маса); VI – однорічні трави; VII – пшениця озима; VIII – кормові коренеплоди; IX поле – ячмінь (овес) з підсівом люцерни.

Кращі попередники при закладці багаторічних плантацій – однорічні та багаторічні бобові трави. Не слід розміщувати топінамбур після соняшника та інших культур які уражуються склеротинією. Щоб не допустити поширення хвороби закладати плантації на тому полі, де вирощували ці культури, можна не раніше ніж через 4–5 років.

Обробіток ґрунту такий як і під картоплю. Під оранку вносять органічні (25–30 т/га), вапно (на кислих ґрунтах) і фосфорно-калійні добрива (по 60–90 кг/га д. р.). Азотні добрива (40–60 кг/га азоту) вносять навесні під культивування.

Садять бульби топінамбуру картоплесаджалками рано навесні, на 7–10 днів раніше картоплі, а на півдні і восени. Спосіб садіння – гребеневий або без гребеневий з шириною міжрядь 60–70 см. Для садіння використовують свіжозібрані бульби масою 40–50 г, більші бульби можна різати навпіл або більшу кількість частинок. Не рекомендується різати бульби при посадці восени. Норма садіння 1,5–2,0 т/га. Густота садіння в зоні достатнього зволоження 60 тис. шт./га, недостатнього – до 35 тис. шт./га. На легких ґрунтах бульби садять на глибину 8–10 см, а на важких 5–7 см. При осінньому садінні бульби загортають на 2–3 см глибше.

Догляд за рослинами у перший рік вирощування зводиться до захисту рослин від бур'янів за допомогою до- та післясходових боронувань і 2–3 міжрядних розпушувань, які починають при висоті рослин 15 см і закінчують до зімкнення рослинами міжрядь. У районах достатнього зволоження і при зрошенні насадження топінамбура при висоті рослин 20–25 см підгортають.

Збирають топінамбур на силос та зелену масу восени до настання заморозків силосними комбайнами на високому зрізі (до 20–30 см). Пластичні речовини, при такому скошуванні, із залишених і малоцінних у кормовому відношенні частин стебла переміщують до бульб, суттєво підвищуючи врожай. Бульби восени збирають тільки частково, для поточних потреб тваринництва. Основну масу бульб залишають у ґрунті і збирають навесні перед садінням, до проростання бруньок у вічках. Збирають бульби топінамбура так само, як і картоплі.

Заходи догляду у наступні роки. На полях, де топінамбур залишається для використання в наступні роки, вносять мінеральні і органічні добрива. До появи сходів проводять боронування для знищення проростків бур'янів. Після появи сходів поле повторно боронують.

Сходи на плантаціях другого і наступного років використання появляються дещо раніше, ніж у перший рік, але менш дружно, оскільки бульби, що залишилися в ґрунті, знаходяться на різній глибині. За рахунок наявної в ґрунті великої кількості дрібних бульб, що залишилися після збирання, відбувається природне відновлення плантацій. При висоті рослин 15–20 см культиваторами або підгортачами вирізають (відновлюють) міжряддя до ширини 50–60 см.

Можна також після збирання бульб нарізати гребені, позначаючи рядки. При до сходових боронуваннях гребені повністю не розрівнюються і служать орієнтиром для «сліпих» (досходових) культивацій.

Так формують рядки на другий і наступні роки використання плантацій топінамбура. Подальший догляд такий самий, як і у перший рік вирощування.

Виведення плантацій томінамбуру з експлуатації. При вирощуванні топінамбура в сівозміні відрослі рослини, які з'явилися після викопування бульб або випасання свиней знищують, висіваючи на його місці ячмінь або овес із застосуванням гербіцидів групи 2,4-Д в дозі 2,0–2,5 кг/га за препаратом, або протягом 1–2 років вирощують горох, пелюшку, вико-вівсяні або інші кормові сумішки на зелений корм, які збирають, як правило, до початку утворення у топінамбура стolonів.

Ці заходи дозволяють досить повно очистити поле від бульб топінамбура без чистого пару.

Питання для самоконтролю

1. Перспективи одержання біоетанолу в Україні.
2. Надайте характеристику джерел сировини для виробництва біоетанолу.
3. Охарактеризуйте етапи виробництва біоетанолу на крохмалевмісній сировині
4. Охарактеризуйте етапи виробництва біоетанолу на мелясі.
5. Який показник якості має переважати в зерні кукурудзи для виробництва біоетанолу?
6. Визначте сучасні підходи до одержання біоетанолу на основі рослинної біомаси.
7. Визначте галузі використання етанолу.

8. Які речовини утворюються в процесі виробництва біоетанолу?
9. Охарактеризуйте екологічні аспекти одержання біоетанолу.
10. Вкажіть перспективні цукроносні культури, як сировини для виробництва біоетанолу в Україні
11. Які морфо-біологічні особливості сортів проса прутоподібного – *Panicum virgatum* L.
12. Яку урожайність надземної маси забезпечує просо прутоподібне?
13. Яка енергетична цінність сировини рослин проса прутоподібного (ккал/кг)?
14. Норма висадки бульб топінамбура на 1 га
15. Який вихід біоетанолу з цукрового буряка та картоплі з 1 га?
16. Які переваги тритикале, над іншими зерновими культурами щодо кількості біоетанолу з одиниці площі?
17. Вміст крохмалю у зерні кукурудзи та вихід біоетанолу залежно від умов вегетації та факторів технології вирощування?
18. Шляхи використання сорго цукрового для виробництва біоетанолу.



Рис. 31 Кукурудза (*Zea mays*)



Рис. 32 Сорго (*Sorghum*)



Рис. 34 Пшениця озима (*Triticum L.*)



Рис. 36 Трітікале (*Triticosecale*)



Рис. 37. Жито (*Secale cereale*)



Рис. 38. Ячмінь (*Hordeum*)



Рис. 39 Цукровий буряк



Рис. 43 Топінамбур (*Helianthus tuberosus*)



Рис. 42 Картопля (*Solanum tuberosum*)

БІОГАЗ. РОСЛИННА СИРОВИНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ

Біогаз – загальна назва горючої газової суміші, що отримується при розкладанні органічних субстратів у результаті анаеробного (безкисневого) мікробіологічного процесу (метанового бродіння).

Біогаз – суміш з метану (CH_4), вуглекислого газу (CO_2), азоту (N_2), кисню (O_2) та слідів інших речовин, які у біогазу, отриманого з рідкого гною, підстилкового гною та з рослинної біомаси складаються переважно з сірководню (H_2S) (табл. 35). Найбільший відсоток метану, близько 87 %, забезпечується при зброджуванні субстратів багатих на жири. Близько 70 % метану можливо отримати з рослинної сировини та значно менше (60 %) з гною великої рогатої худоби;

При виході з ферментатору біогаз повністю насичений водою. Приблизний вміст енергії в біогазі складає 6 кВт/м³ газу.

По теплоті згоряння 1 м³ біогазу еквівалентний: 0,8 м³ природного газу; 0,7 кг мазуту; 0,6 кг бензину; 0,85 л спирту; 1,6 кг дров; 1,4 кВт електроенергії. Загальна теплотворна здатність біогазу – від 5000 до 8000 ккал/м³. Середня теплота згоряння біогазу, що містить 60 % метану, становить 22 МДж/м³ (*AgroBiogas*; Домбровський, 2020).

Таблиця 35. Середній склад біогазу

Складові частини	Частка в газі, об'ємні %
метан (CH_4),	
вуглекислий газ (CO_2),	
Вода (H_2O)	
азот (N_2),	
кисень (O_2)	
Водень	

Біогаз – це продукт метанового бродіння біомаси (рис.44).

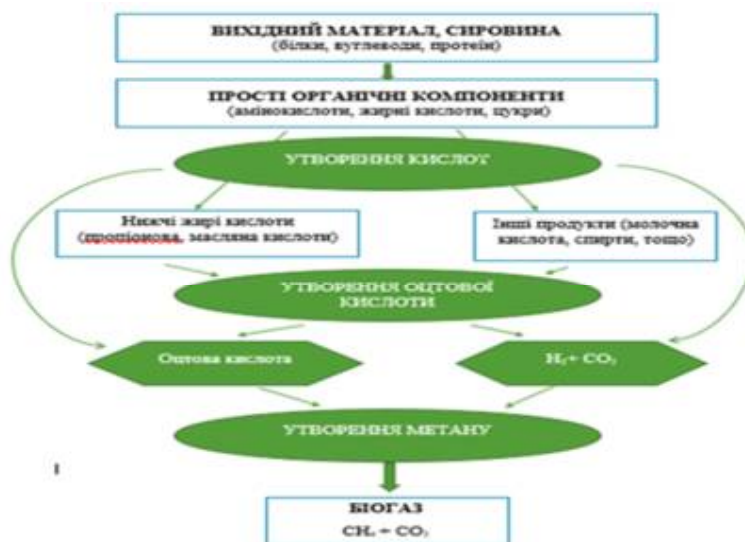


Рис. 44 Схематичне зображення процесів анаеробного бродіння

В утворенні біогазу беруть участь три види бактерій: гідролізні, кислото- та метаногенні, при цьому кожні наступні використовують продукти життєдіяльності попередніх (рис.45).

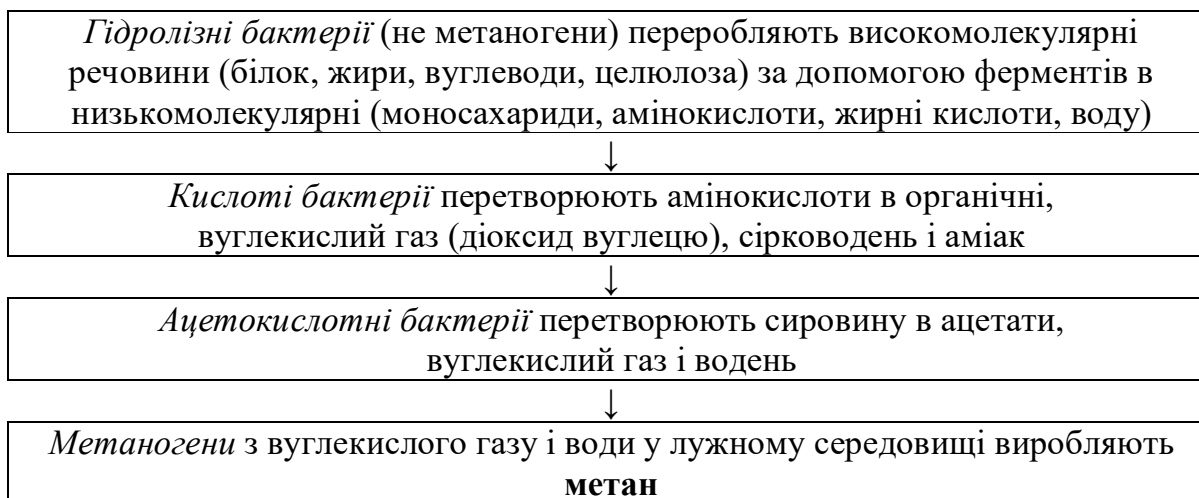


Рис. 45 Етапи утворення біогазу

Тривалість процесу бродіння при введенні біогазової установки досягає 3–4 тижні, а при постійному додаванні органічної маси ці фази протікають паралельно у поточному режимі. Спочатку поступово наростає кількість метану, а у подальшому підтримується на постійному рівні.

Швидкість процесу бродіння залежить від температури навколишнього середовища і чим вона вища тим швидше іде переробка і тим більше виробляється газу, і тим коротше тривалість процесу, й нижчий вміст метану в біогазі. Анаеробні бактерії класу метаногенів можуть розмножуватись тільки за температури не більше 70 °С і вологості субстрату до 50 %, в сухому вони існувати не можуть. Для мезофільних штамів оптимальною є температура 25–35 °С, термофільних – більше 45 °С (Чернявський, 2022). Біогаз, отриманий методами анаеробного бродіння, становить 84 % загального виробництва біогазу.

Очищений біогаз має різноманітне використання, як і природний газ. Ці можливості залежать від різного ступеню технічної реалізації. Якщо, з самого початку біогаз використовували безпосередньо для отримання теплоти в опалювальних котлах, то нині, перш за все застосовують для виробництва електроенергії і теплоти в блочних теплоелектростанціях.

Шляхи використання біогазу:

- виробництво електричної та теплової енергії, або виключно електричної енергії;
- виробництво теплової енергії шляхом прямого спалювання у котлах;

- подача утвореного біогазу у газотранспортну систему після відповідного його очищення й доведення до якості природного газу із вмістом метану на рівні 96,5-98 %;

- застосування в якості моторного палива після відповідного очищення й підготовки;

- відпрацьована маса з біогазових установок (дигестат) може бути використана як органічне добриво (рис.46).

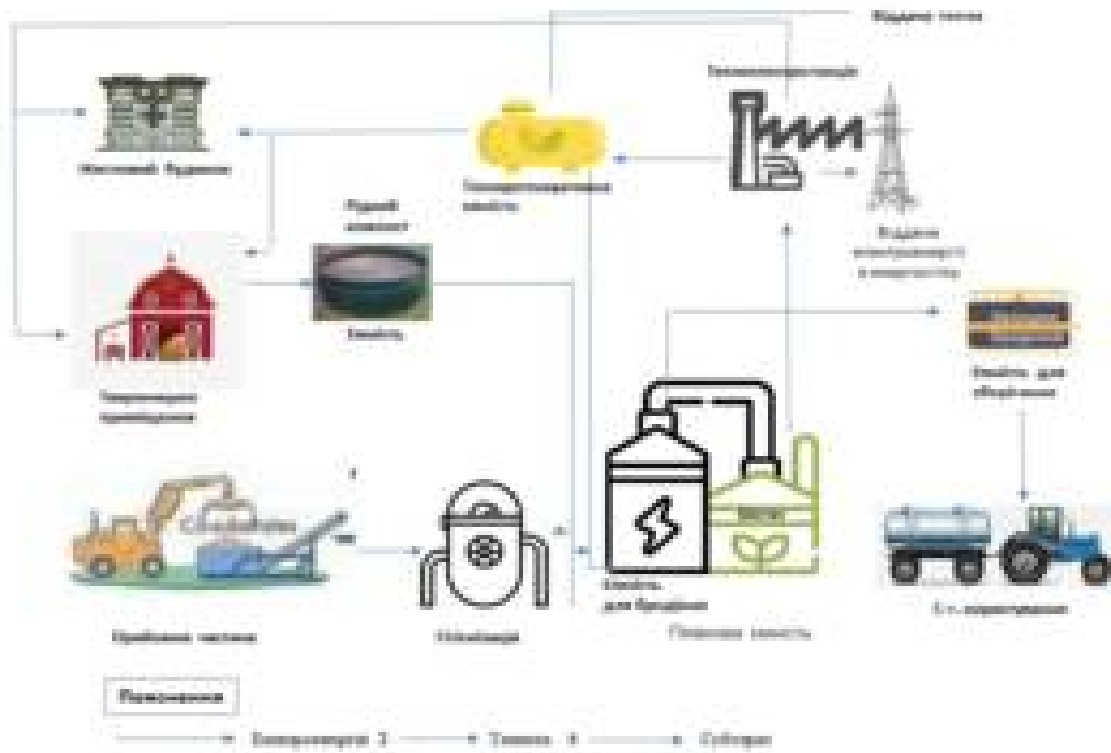


Рис. 46 Схема виробництва біогазу та його використання

Види біогазу залежно від біомаси, що використовується для виробництва:

1. Газ метантенків, що отримується на міських каналізаційних очисних спорудах;

2. Біогаз, одержуваний в біогазових установках при зброджуванні відходів сільськогосподарських виробництв;

3. Біогаз, отриманий з полігонів відходів, що містять органічні компоненти (Калетнік, 2010; Гюльцов, 2012).

Найбільш поширені види органічних відходів й сировини для біогазу (рис.47)

- гній ВРХ, свиней;
- послід курей, гусей, качок;
- відходи цукрових, спиртових, пивних заводів (жом, меляса, пивна дробина, спиртова барда тощо);
- силосовані культури;
- солома зернових;

➤ відходи молокопереробних заводів тощо (*AgroBiogas*; Рейнхард, 2012).

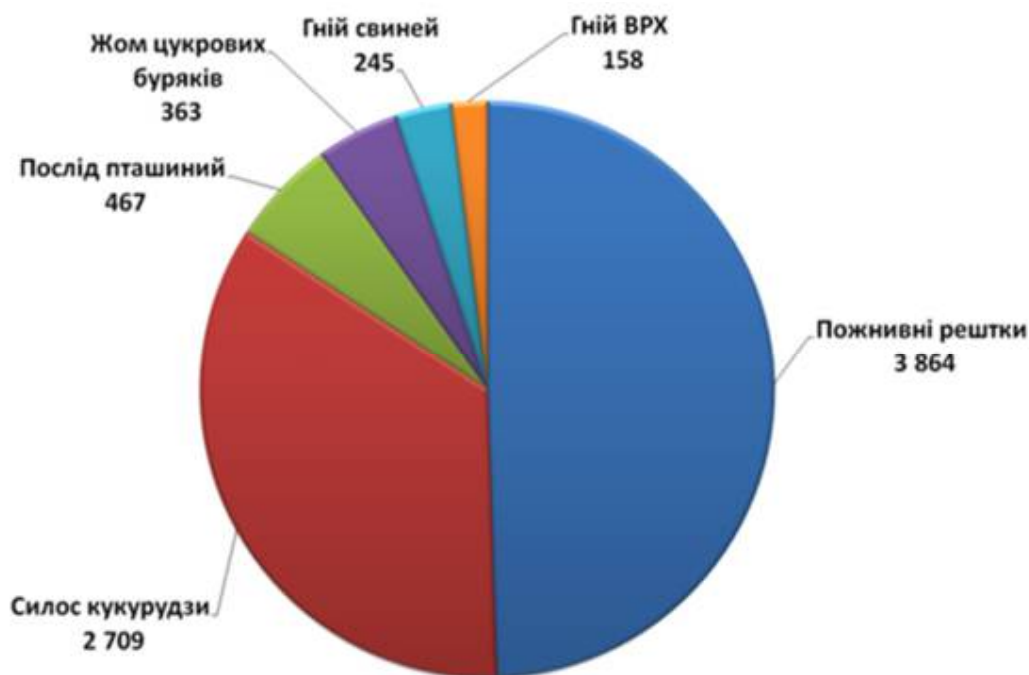


Рис. 47 Структура сировинної бази для біогазу в Україні
(Домбровський, 2020)

Серед сільськогосподарських культур найбільш придатними для виробництва біогазу є культури з високим вмістом вуглеводів і білків і низьким – геміцелюлози і лігніну (Bassam, 1998) (таб.36)

Таблиця 36. Порівняльна ефективність рослинної сировини для виробництва біогазу

Культура	Суха речовина	Вихід біогазу	Вихід біогазу	Вміст метану	Вміст метану
	%	м ³ /т сухої речовини	м ³ /га	%	м ³ /га
Сорго на біомасу	29	493	13920-16240	51	7690
Міскантус	15	433	12240-14670	50	6732
Кукурудза на силос	32	204	8160 -11424	53	5190
Цукрове силосне сорго	30	190	7600 -10640	55	5016
Суміш з кукурудзяного качана	65	425	5100 -7225	60	3698
Зернові	86	590	3540 -5900	65	3068
Консервоване зерно	52	350	3850 -5950	50	2450
Силосний сояшник	30	165	2970 -4125	58	2058
Силосні трави	35	210	2310 -4200	52	1692
Райграс	17	130	2340 -2860	55	1430

Трави на сіно	86	400	2000 - 3200	50	1300
Люцерна (зелена маса)	16	110	1980 - 2200	55	1150
Конюшина(зелена маса)14	14	95	1710 - 2090	55	1045
Солома зернових	88	350	1225 - 2100	50	831

Із *соломи зернових культур*, яка зазвичай залишається на полях після жнив (пожнивні рештки) можна отримувати щороку 3,8 млрд кубометрів; з *силосу кукурудзи* – 2,7 млрд кубометрів; з інших відходів *тваринництва та переробної промисловості* – 1,3 млрд кубометрів (Біоенергетична асоціація України). Більшість біогазових заводів в Україні на сьогодні використовують як сировину відходи тваринництва або жом цукрових буряків, досить обмежено – пожнивні рештки і силосу кукурудзи (Топалов, 2022).

Біометан – це газоподібне паливо, отримане з біогазу, концентрація метану в якому становить 95-98 % і який можна використовувати як природний газ (Економічна правда, 15.09.2021).

Переваги біометану:

1. Пряме заміщення природного газу та зниження потреб імпорту, оскільки виробляється з вітчизняної відновлюваної сировини та органічних відходів.
2. Екологічність. Виробництво енергії з біогазу не шкідливе для оточуючого середовища, оскільки не збільшує додаткову емісію парникового газу CO₂ і зменшує кількість органічних відходів.
3. Наявність інфраструктури. Не потрібно будувати нову газотранспортну інфраструктуру, оскільки відповідний до стандартів біометан може без проблем подаватися в мережу природного газу.
4. Економічний ефект для виробників та споживачів. Вітчизняні малі та середні підприємства в сільській місцевості отримують користь від біометану як потенційні виробники та споживачі, оскільки можливе децентралізоване забезпечення ресурсами.
5. Розвиток біометанової галузі сприятиме відновленню всієї економіки післявоєнної України та гарантуватиме наявність численних робочих місць в усіх регіонах (Макогон, 2022).

Сучасний стан виробництва та використання біогазу та біометану

Світове сумарне виробництво біогазу та біометану *в світі* складає понад 20 млрд м³ СН₄/рік і задовольняє 4,6 % попиту на природний газ в ЄС. Лідером з виробництвом біогазу є Китай, який має 28 млн біогазових установок і виробляє 18 м³ СН₄/рік, Індія – 3,8 млн біогазових установок, Німеччина – 8 тис., сотні їх у Голландії, Канаді, Білорусі, Киргизстані, Казахстані (Чернявський, 2022; Топалов, 2022). Світове використання біогазу: близько 70 % – для виробництва електроенергії та тепла, близько 25 % – у житловому секторі, близько 5 % – очищують до біометану, закачують в газову мережу або використовують як паливо.

Світовим лідером виробництва (близько 70 %) біометану є *Євросоюз*. За даними Європейської біогазової асоціації, у 2020 році біометан виробляли у 20

країнах ЄС (табл.37) на близько 880 заводах. У 2020 році відкрилися 163 біометанові виробництва – майже вдвічі більше, ніж у 2019 році. У кінці 2021 року загальна кількість заводів перевищувала 1 тисячу (Топалов, 2022).

Таблиця 37. Кількість біометанових заводів у країнах ЄС
(Топалов, 2022; Біоенергетична асоціація України, 2022)

Країна	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<i>Разом</i>	<i>191</i>	<i>255</i>	<i>309</i>	<i>384</i>	<i>441</i>	<i>511</i>	<i>564</i>	<i>629</i>	<i>725</i>	<i>879</i>
з них: Німеччина	86	125	157	186	202	214	219	226	232	242
Франція	3	3	4	8	17	26	44	76	123	214
Великобританія	5	13	20	36	54	85	89	93	99	107
Швеція	47	53	54	59	61	71	70	72	70	70
Нідерланди	16	19	23	21	21	21	34	39	51	60
Данія	-	1	2	6	12	17	25	34	42	52
Швейцарія	13	15	19	24	27	29	32	35	37	39
Італія	-	1	2	5	6	5	1	1	12	23
Фінляндія	2	4	5	9	10	11	14	15	17	22
Австрія	10	10	11	14	13	14	15	15	15	15
Норвегія	4	6	7	10	10	10	11	13	13	13
Люксембург	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Угорщина	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
Іспанія	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Ісландія	-	-	-	-	2	2	2	2	2	2
Естонія	-	-	-	-	-	-	2	2	2	4
Чехія	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
Бельгія	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5
Ірландія	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Латвія	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Для виробництва біогазу близько 28 % європейських заводів використовують сільськогосподарські відходи, 25 % – енергетичні культури. Провідними країнами у виробництві біогазу в ЄС є Німеччина, Великобританія, Італія, Чехія та Франція (Scarlat, 2018). Європейським лідером з виробництвом біогазу є Німеччина, яка щорічно виробляє 329 ПДж енергії у електричному еквіваленті, що становить 50 % від загального обсягу виробництва біогазу в ЄС (Ніязі, 2016; *AgroBiogas*).

Більшість біогазу в ЄС використовується для виробництва електроенергії, або в комбінованих теплових і електричних станціях. Найбільш часто використовуються газові двигуни, які можуть досягати електричної ефективності 35-40 % в залежності від їх типу і розміру (Foreest, 2012; Топалов, 2022).

В Україні вперше застосували біогаз у 1958-му році. Перший сільськогосподарський біогазовий об'єкт був запущений в Україні

металургійним комбінатом Запоріжсталь у 1993 р., останній – компанією ТД Вімексім 22 вересня 2018 р. в с. Окни Одеської області (Рейнхард, 2012; Гелетуха, 2011).

За 25 років у сільському господарстві України було побудовано 18 біогазових об'єктів різної потужності, що працюють на різних видах сировини і способах використання виробленого біогазу (табл. 38).

Таблиця 38. Біогазові комплекси в Україні за період 1993-2018 рр.

Рік заснування	Назва/Власник*
1993	Свиноферма ПАТ «Запоріжсталь»
2003	Свиноферма корпорації «Агро-Овен»
2009	ТОВ «Еліта»
2009	Українська Молочна Компанія
2013	Глобинський цукровий завод «Астарта-Київ»
2013	Птахофабрика «Оріль-Лідер» «Миронівський ХП»
2014	Деміс – Агро
2014	Свиноферма ТОВ «Даноша»
2015	Рокитнянський цукровий завод
2016	Сигма
2016	ПАТ Чорнобаївське (Авангард)
2017	Спрате Україна
2017	Теофіпольська Енергетична Компанія
2018	Коньячний завод ВАТ «Зелений Гай»
2018	Екопрод
2018	Київ Біо Центр (Екодевелоп)
2018	Пустоварівське АК (Линовиця)
2018	ТД Вімексім

В 2020 році нараховували 27 біогазових проєктів, до кінця 2022 року планують запуск двох біометанових заводів: в Чернігівській області, потужністю до 3 млн куб м палива на рік ("Галс-агро") та у Вінницькій області, потужністю до 10 млн куб м на рік (Юзефо-миколаївська біогазова компанія).

Більшість вітчизняних біогазових комплексів як базову сировину використовують гнойові відходи тваринництва. В останні роки окремі біокомплекси для виробництва біогазу почали використовувати спеціально вирощену рослинну сировину (силос сорго) шляхом сумісного метанового бродіння з пташиним послідом («Оріль-Лідер»), а також силосу кукурудзи («Зелений Гай») (Гелетуха, 2011; Рейнхард, 2012; *AgroBiogas*).

КУКУРУДЗА НА СИЛОС *Zea mays L.*

Класифікація, поширення та виробництво, хімічний склад, морфологія та фенологія подано в розділі біоетанол (див.рис. 31).

Використання. Силос кукурудзи є ключовою сировиною для виробництва біогазу. Кукурудзу подрібнюють у силос та подають в анаеробний біореактор, де за допомогою бактерій отримують метан, розщеплюючи сировину разом з іншими органічними матеріалами. Кукурудза має один із найвищих показників виходу газу на 1 тону урожаю (Роїк, 2010). І спеціально виведені енергетичні сорти та гібриди кукурудзи (що відповідають місцевим вимогам щодо стиглості, стійкості до вилягання, розвитку молодих рослин та стійкості до захворювань із високим вмістом сухої речовини) можуть досягати врожайності до 60 т/га сирової ваги та виробляти від 5300 до 9000 м³/га залежно від групи стиглості гібриду кукурудзи, сортів, кліматичних умов вирощування та фази збирання, який в основному використовується для генерування електроенергії промислового призначення (Грабовський, 2018). Найбільшу економічну цінність серед існуючих сортів представляє підвид зубовидної кукурудзи.

Найбільший вихід метану можливо отримати при зброджуванні в біогазових установках усієї рослини кукурудзи. Зброджування суміші кукурудзи з початками лише зерна або лише стебел без зерна та початків веде до зниження виходу метану на 43 - 70 % у порівнянні зі зброджуванням всієї рослини (Dubrovskis, 2010). Крім того, виробництво біогазу з кукурудзи на силос відзначається найвищим рівнем скорочення викидів парникових газів і високою економією пального (Weiland, 2003).

Вирощування кукурудзи як монокультури для виробництва біогазу має негативний вплив на навколишнє середовище саме втрати біорізноманіття та зменшення виробництва продуктів харчування та кормів, збільшення інтенсивності розвитку шкідливих організмів й використання елементів живлення.

Кукурудза є культурою широкого спектру застосування, є цінною складовою комбікормів і силосу (в 1 кг силосу, в молочно-восковій і восковій стиглості при вологості 65 - 70 %, складає 0,2 - 0,25 кормової одиниці та 12-14 г перетравного протеїну) та одним із найбільш висококалорійних джерел енергії для годівлі тварин. Вміст і співвідношення амілази й амілопектину в крохмалі зерна впливає на ферментаційні процеси під час силосування кукурудзи та перетравність силосу в організмі тварин, а також забезпечує надходження ксантофілів, які покращують колір жовтка та лінолевої кислоти, збільшує розмір яйця у птиці.

Використовується в харчових цілях (олія, борошно, крупа, кукурудзяний крохмаль, попкорн, пластівці і т.д.), фармацевтичній, паперовій, гірничодобувній та будівельній галузях промисловості (біо-пластикові пакети, перероблений папір, миючі засоби, гофрований картон, фарби, підгузники,

етилловий спирт, декстрин, косметика, клей, поверхнево-активні речовини та агрохімікати).

Фітормебіальна культура: як просапна культура при дотриманні вимог агротехніки вона залишає поле чистим від бур'янів з розпушеним ґрунтом. Повертається значна частина органіки у вигляді коренів і стеблових решток. На кожну тонну приораної кукурудзи в ґрунт повертається $N_{16-17} P_{47} K_{30-37} Mg_4$.

Управління формуванням продуктивності кукурудзи

Вибір сорту і гібриду. Щоб отримати якісний силос потрібно підбирати правильно сорти і гібриди кукурудзи для сівби. Спеціалізовані силосні гібриди для виробництва біогазу, характеризуються високою урожайністю зеленої маси, енергетичною цінністю (вміст крохмалю), перетравлюваністю (кількість хімічно активної клітковини, вміст лігніну) та ремонтантністю (здатність зберігати зелене забарвлення та соковитість листя навіть за стресових умов). При виборі груп стиглості слід враховувати ґрунтово-кліматичні умови зони вирощування: чим несприятливіший регіон за теплозабезпеченістю, тим доцільніше обирати ранньостиглі гібриди, на землях зрошуваних південних регіонів максимальний урожай силосу забезпечать гібриди середньопізньої та пізньостиглої груп (ФАО 400-500) стиглості. В північній частині Степу і в районах недостатнього зволоження Лісостепу доцільно використати гібриди середньостиглої та середньопізньої груп (ФАО 350-420), а в умовах достатнього зволоження – середньоранньої та середньопізньої (ФАО 280-370). У зоні Полісся надійну якість і врожайність силосу можуть забезпечити гібриди ранньостиглої групи (ФАО 190-280) з певною часткою середньостиглих (ФАО 300-320).

Місце у сівозміні. Кукурудзу на силос можна вирощувати на всіх типах ґрунту, проте фахівці не рекомендують сіяти її на піщаних ґрунтах та тих полях, де ґрунтові води залягають близько до поверхні. За високої кислотності ґрунту корені рослин знебарвлюються, а нижня частина починає гнити. Хорошими попередниками для кукурудзи на силос є зернові та зернобобові культури, картопля, коренеплоди. Відносно добре почувається як монокультура, але не після соняшнику, проса, технічних культур. В свою чергу, кукурудза на силос є добрим попередником для ярих та озимих культур.

Обробіток ґрунту. Кукурудза на силос вимагає ретельної підготовки ґрунту та його оптимальної структури для розвитку мичкуватої кореневої системи, яка є дуже чутливою до різного роду ущільнень чи плужної підшви, які фактично обмежуватимуть рослину в забезпеченні вологою та поживних речовинах з більш глибоких шарів ґрунту. Основний обробіток з осені складається з глибокого рихлення або оранки та може бути луцення стерні з одночасним збором попередника або негайно після збирання залежно від попередників. Якщо з осені присутні на полі бур'яни то проводять одну – дві культивації з одночасним боронуванням. Після випадання опадів для збереження вологи в ґрунті й руйнування кірки поле знову рекомендують боронувати.

Передпосівний обробіток ґрунту кукурудзи на силос включає: боронування, закриття вологи, що сприяє руйнуванню сформованих пор та зупиняє процес інтенсивного випаровування вологи з нижніх горизонтів.

Сівба. Урожайність та якість зеленої маси певною мірою залежить і від якості сівби. Кукурудза на силос належить до теплолюбних культур, тож сіють її пунктирним способом пневматичними сівалками з шириною міжрядь 70 або 45 см, коли ґрунт на глибині 6-8 см досягне температури 10-12°C на глибину 4 – 7 см залежно від зони вирощування та ґрунтово-кліматичних умов, у разі використання інкрустованого насіння допускається її висів на 5 – 7 днів раніше за умови відповідної температури. Перед сівбою насіння кукурудзи на силос протруюють протруйниками з інсектицидною (д.р. карбоксін, тіаметоксам) та фунгіцидною (д.р. металаксил-М, флудиоксоніл, протіоконазол) дією.

Густоту сівби визначають залежно від особливостей сортів і гібридів кукурудзи. За вирощування кукурудзи на силос встановлюють норми висіву, залежно від ґрунтово-кліматичних умов зони вирощування, є таким: густина рослин на 1 га має бути на 50–80 тис. рослин більшою, ніж за вирощування кукурудзи на зерно, або такою самою. З урахуванням польової схожості, яка на 10–15 % нижча від лабораторної, і втрат частини рослин з різних причин норму висіву насіння збільшують на 25–30 % порівняно з вказаною вище густиною, щоб на момент збирання було 69-74 тис. рослин/га, що забезпечує високий вміст зерна в зеленій масі і високу якість та поживність отриманого силосу.

При цьому, завдяки загущенню посівів та системі живлення кількість зеленої маси кукурудзи може збільшуватися, проте одночасно може ставати менше качанів, що може негативно позначитись на поживності та перетравності силосу. Отже, планувати густоту посівів кукурудзи на силос необхідно з урахуванням виходу як зеленої маси, так і самих качанів.

Удобрення. Кукурудза потребує легкозасвоюваних форм поживних речовин у ґрунті. Для формування 1 т основної продукції (зерна) та відповідної кількості побічної продукції кукурудза споживає таку кількість поживних речовин: N –25-30 кг, P₂O₅ –10-15 кг, K₂O –30-40 кг, Ca –6-10 кг, Mg –6-10 кг. Система удобрення включає основне удобрення, припосівне і підживлення (Грабовський, 2014; Грабовський, 2016).

Орієнтовні дози внесення мінеральних добрив під час основного удобрення такі: на чорноземах глибоких – N₆₀₋₉₀P₆₀K₆₀, на чорноземах опідзолених і темно-сірих опідзолених ґрунтах –N₈₀P₆₀₋₉₀K₆₀. Для основного удобрення кукурудзи використовують діамофоску (N₁₀P₂₆K₂₆), нітроамофоску (N₁₆P₁₆K₁₆), амофос (N₁₂P₅₂), сульфоамофос (N₂₀P₂₀S₁₆), суперфосфат (P₁₄₋₃₂) та різні види бакових сумішей з переважанням у загальній формулі фосфору та калію.

Важливу роль відіграє припосівне внесення добрив, при цьому вносять одночасно з сівбою туко-висівними пристроями сівалок на відстані 3–5 см збоку від рядка і на 4–5 см нижче глибини загортання насіння. Під час висівання насіння кукурудзи вносять невисокі дози фосфорних добрив з розрахунку 10–15 кг/га д. р. фосфору. Кукурудза на силос добре реагує на підживлення, особливо ефективно підживлення азотними добривами (аміачна селітра, аміачна

вода та ін.) у фазі трьох-п'яти листків у дозі 20–30 кг/га д. р. Окрім основних елементів живлення кукурудзі необхідні мікроелементи, зокрема: магній, цинк, мідь, марганець, бор та інші, залежно від їхнього вмісту і доступності у ґрунті.

Догляд за посівами. Догляд під час вегетації кукурудзи на силос передбачає до- та післясходові боронування та міжрядні розпушування, включаючи підгортання. Міжрядні обробітки виконують орієнтовно з інтервалом 15-20 днів, а глибину розпушення варіюють від 6 до 12 см.

Під час вирощування кукурудзи на силос пестициди зазвичай не застосовують тільки за необхідності, оскільки її норми внесення можуть вплинути на вміст токсинів у силосній масі. За строками застосування гербіцидів можна виділити 2 етапи: досходовий (до появи сходів) гербіцидами (діючої речовини S – металохлору, ацетохлору, диметенамід-П та інші), післясходовий (д.р. дикамба, 2,4-Д диметиламініної солі, римсульфурон, тифенсульфурон-метил та інші).

Оскільки основні шкідники кукурудзи основному ґрунтові (дротянки, личинки хруща, інколи підгризаючі совки) на ранніх етапах, Шведська та Гессенська мухи по вегетації, а в період цвітіння та формування початків кукурудзяний стебловий метелик та види совки, то ефективним є обробка насіння інсектицидами (д.р. тіаметоксам, клотіанідин) та застосування трихограми в період викидання волоті і повторно через дві неділі по 150-200 тис. особин/га.

Збирання. Проводять збирання кукурудзи на силос для енергетичних цілей у фазі молочно-воскової та воскової стиглості при вологості рослин 65-70 % звичайними силосозбиральними комбайнами КСК-600, Дон-750. Фаза розвитку, при якій вміст сухої речовини в зрізаній рослині становить 30 – 35 %, буде оптимальною для збору врожаю і якості силосу кукурудзи. За допомогою висоти зрізу при скошуванні можна впливати на вміст крохмалю в силосній масі, кількість лігніну, перетравність органічної речовини, вміст сухої речовини, вона залежить від групи стиглості гібриду та фази збирання і становить не менше 40 см або на висоті останнього сухого листка.

Терміни збирання серйозно впливають на якість силосу. Із за пізнього збирання ферментація біомаси силосу відбувається повільно, через високий вміст повітря в масі, що негативно впливає на вихід метану.

СОРГО

Sorghum saccharatum

Класифікація, поширення та виробництво, хімічний склад, морфологія та фенологія подано в розділі біоетанол (див. рис. 32).

Використання. Сорго має широкий спектр застосування, в тому числі в якості їжі, для виробництва меляси, кормів і зернових кормів, а також для виготовлення спирту та біопалива (Грабовський, 2019). Близько половини виробленого сорго йде на тваринництво, а половина в харчових (з борошна сорго виготовляють безглютеновий дріжджовий і бездріжджовий хліб,

використовують в мультизернових продуктах, як сухі сніданки і поживні батончики і т. д) та інших цілях (Грабовський, 2018). Сік зі стебел сорго цукрового (за загальним вмістом цукрів) не поступається цукровій тростині, окрім сахарози, містить значну частку глюкози, фруктози та розчинного крохмалю, який перешкоджає кристалізації. Тому із соку виготовляють не кристалізований, а рідкий цукор – сироп.

Сорго цукрове має біомасу композиційно подібну біомасі кукурудзи, але відзначається більш високим рівнем продуктивності (Mahmood et al, 2013). Зелена біомаса використовується для виробництва біогазу (Wannasek, 2017), має вихід біогазу з одиниці площі – до 17,6 тис.м³/га ~ 128 Гкалл/га з вмістом метану 60 % (табл.39).

Таблиця 39. Потенційний вихід біопалива з 1 га різних сільськогосподарських рослин біогазу (Ганженко, 2020)

Культура	Вихід біогазу, тис.м ³ /га	Гкалл/га
Цукрове сорго	17,6	128
Кукурудза на силос	16,0	51
Цукрові буряки	10,9	42
Кормові буряки	10,8	41

Врожайність зеленої маси сорго цукрового в середньому становить 60–80 т/га і може досягати 100 т/га з вмістом близько 22 % сухої речовини (Podkówka, 2012). 1 га посівів сорго цукрового за вегетаційний період 125-135 днів засвоює до 55 т вуглекислого газу та виділяє в атмосферу близько 40 т кисню. Залишки біогазової ферментації містять значну кількість легкодоступного для рослин азоту, фосфору, калію та мікроелементів і можуть використовуватись в якості добрив, які за своєю дією схожі на мінеральні добрива.

Управління формуванням продуктивності культури

Місце у сівозміні. Сорго цукрове може вирощуватись після будь-яких попередників, але кращими є ранньостиглі культури, оскільки після них залишаються не забур'янені поля. Найкращими попередниками є зернобобові та озимі культури, не рекомендується висівати сорго цукрове після проса, адже вони мають багато спільних шкідників та хвороб. Водночас, сорго цукрове не є кращим попередником для інших сільськогосподарських культур, адже відноситься до пізньостиглих культур і виносить з ґрунту велику кількість поживних речовин та вологи, після його збирання залишаються поживні рештки, що ускладнює проведення наступних обробітків ґрунту для інших культур.

Обробіток ґрунту. Система основного обробітку ґрунту під сорго цукрове включає: лущення дисковими робочими органами на глибину 6-8 см, внесення гербіциду суцільної дії для знищення сходів бур'янів та падалиці, оранку на

глибину 25-27 см та вирівнювання поверхні поля. Після зернових попередників – лушення стерні на глибину 6-8 см на чистих полях, на забур'яненних – збільшують до 12 см (лущильники, борони, диска тори та інші). Через 2-3 тижні після лушення площу обробляють гербіцидами суцільної дії (д.р. гліфосат, калійна сіль гліфосату, 2л/га). Осінню оранку проводять через 2-3 тижні після внесення гербіциду оборотними плугами на глибину 25-27 см. Проводять суцільну культивуацію на глибину 5-7 см комбінованими агрегатами для вирівнювання поверхні поля, знищення сходів бур'янів та створення сприятливих умов для накопичення ґрунтової вологи у осінньо-зимовий період після оранки.

Передпосівний обробіток ґрунту включає ранньовесняне боронування ґрунту та передпосівну культивуацію комбінованими агрегатами. За настання фізичної стиглості ґрунту, проводять ранньовесняне боронування на глибину до 5 см впоперек або під кутом до напрямку оранки в один-два сліди важкими та середніми зубовими чи пружинними боронами. Передпосівна культивуація проводиться безпосередньо перед сівбою насіння і виконується на глибину загортання насіння.

Сівба. Для вирощування сорго цукрового за інтенсивною технологією слід особливу увагу приділяти якості посівного матеріалу, а саме використовувати насіння зі схожістю не менше 90 %, а також насіння оброблене захисно-стимулюючими препаратами. Для забезпечення появи дружніх сходів слід обрати насіння з масою 1000 насінин – 25-30 г (при зберіганні насіння більше двох років втрачається його схожість) та має бути тверде вологе насіннєве ложе під час сівби на оптимальну глибину. Для набухання насіння достатньо лише 35 % води від маси самого насіння. За сівби на глибину 3-4 см та в посушливих умовах насіння сорго, потрапляючи в суху землю, не дає сходів, тому оптимальною для більшості зон вирощування України є глибина загортання насіння – 4-6 см.

Строки сівби мають важливе значення у водозабезпеченні рослин, а також в оптимізації світлового режиму. Вибір строку сівби залежить від кліматичних умов, стану ґрунту, біологічних особливостей сортів і гібридів. Сівбу сорго цукрового слід розпочинати за середньодобової температури ґрунту на глибині 10 см –14°C (сходи з'являються на 10-12 добу), для півдня України – III декади квітня – I – II декади травня. Встановлено, що ранні строки сівби насіння сорго цукрового зменшують урожайність його зеленої біомаси на 6,6 т/га, цукристість соку – на 0,5 % порівняно з оптимальними строками (Ганженко, 2021; Сторожик, 2019). За ранніх строків сівби у недостатньо прогрітий ґрунт (7-8°C) сходи з'являються на 30-35 добу, а польова схожість насіння знижується до 30 %, рослини сорго не витримують заморозки до -2 °C.

Подовження періоду вегетації рослин призводило до зростання вмісту целюлози, геміцелюлози та лігніну, що зменшувало питомий вихід біометану. Ранні і пізні строки сівби сорго насіння цукрового зменшували врожайність сухої біомаси на 23 % (Hassan, 2020).

Сівбу насіння проводять сівалками точного висіву з шириною міжрядь 45 см, 70 см. Оптимальна густина стояння рослин сорго цукрового на біогаз для зони достатнього зволоження України становить – 220-270 тис. шт. / га, нестійкого зволоження – 180-220 тис. шт. / га, недостатнього зволоження – 140-180 тис. шт. / га (під час встановлення норми висіву слід враховувати польову схожість насіння). Після інтенсивних опадів за настання сонячної погоди може утворюватися ґрунтова кірка, яка перешкоджає появі та нормальному розвитку сходів її руйнують середніми та легкими боронами або кільчасто-шпоровими котками.

Удобрення. Сорго цукрове невибагливе до забезпечення елементами живлення, проте досить активно реагує на внесення органічних і мінеральних добрив. Під сорго цукрове, що використовується для виробництва біогазу, рекомендується вносити мінеральні добрива у нормі $N_{60-80}P_{60-80}K_{60}$ восени. Мікроелементи під сорго вносять шляхом застосування мінеральних добрив, збагачених мікроелементами, передпосівною обробкою насіння, або за допомогою позакореневих підживлень у період вегетації. Мікродобрива вносять за умови, що вміст їх у ґрунті нижче 0,3 мг/кг (сірчаноокислий цинк, марганець, бор, борна кислота й інші). Перенесення будь-якого виду добрива з основного в підживлення не є доцільним (Федорчук, 2017).

Догляд за посівами. Проводять рихлення ґрунту в міжряддях оскільки рослини сорго погано переносять переущільнення ґрунту. Агротехнічними заходами догляду за посівами цукрового сорго є: післяпосівне прикочування (кільчасто-шпоровими котками), міжрядні культивації, підживлення добривами, захист посівів від бур'янів, хвороб і шкідників.

Рослини сорго цукрового повільно ростуть на початку вегетації, тому сходи бур'янів пригнічують сходи рослин, контролювання забур'яненості здійснюють на ранніх етапах розвитку рослин з використанням ґрунтових гербіцидів. Щоб уникнути пригнічення рослин гербіцидами, його насіння обробляють антидотом на основі флуоксофеніму, що забезпечує стійкість рослин сорго до дії S-метолахлору, який входить до складу більшості гербіцидів.

Ґрунтовий гербіцид вносять під передпосівну культивацію або під час сівби (д.р. S-металохлор нормі 1,6 л/га) забезпечує захист рослин сорго впродовж 8-10 тижнів від однорічних злакових бур'янів (мишій, просоподібні) та деяких однорічних дводольних (щиріця, грицики та ін.). Також вносять як до сівби, так і після появи сходів гербіциди на основі д. р. S-металохлору +тербутилазину (3,0-3,5 л/га) та S-метолахлору+атразину (4,0-4,5 л/га.). Для контролювання чисельності злакових і однорічних дводольних бур'янів на початку вегетації (до появи сходів, так і у фазі 2-3 листків рослин сорго цукрового) ефективно використовувати гербіциди на основі д.р. ацетохлор + тербутилазин + фурилазол в нормі – 3,5 л/га, не потребує попередньої обробки насіння антидотом.

Сорго цукрове стійкіше проти шкідників та хвороб в порівнянні з іншими сільськогосподарськими культурами, проте воно й уражується патогенами, чисельність яких контролюють старанним виконанням основних агротехнічних заходів та пестицидами. Проти сажки, червоного бактеріозу та

гельмінтоспоріозу насіння протруюють фунгіцидами у день сівби (д.р. гранозан в нормі 1,0-1,5 кг/т, меркуран в нормі 1,5-2,0 кг/т) з розрахунку на 1 т посівного матеріалу. Проти плямистостей (за умови прояву) у період вегетації вносять системні фунгіциди (д.р. епоксіконазол + тіофанат-метил) – 0,5 л/га, (д.р. пропіконазол + тебуконазол) – 0,25 л/га.

Для захисту посівів сорго цукрового від попелиці застосовують інсектициди (д.р. лямбда-цигалотрин + тіаметоксам) – 0,18 л/га та проти кукурудзяного метелика на основі д.р. дельтаметрину (0,5-0,7 л/га). Ефект від використання інсектицидів залежить від точності визначення строків обробок. Найвища ефективність досягається за внесення препаратів під час проникнення перших гусениць шкідника у стебла, тобто через 2-3 тижні після початку льоту метелика або під час масового льоту.

Збирання. Строки та спосіб збирання біомаси сорго цукрового залежать від сортових особливостей, погодних умов, а також від подальшого використання зібраної біомаси. Строки збирання біомаси є важливим чинником, що впливає на вміст цукру і вихід біопалива тому її слід збирати у період максимальної врожайності зеленої маси, яка досягається у фазі формування і наливу зернівки. У цей період суха речовина біомаси становить 20-25 %, що є оптимальним для виробництва біогазу. У зоні достатнього зволоження, з метою отримання більшої кількості біомаси для біогазу з одиниці площі можна збирати двічі: наприкінці липня (у період інтенсивного росту) та на початку жовтня. У цьому випадку загальна кількість отриманої зеленої біомаси цукрового сорго сягатиме 150 т/га.

Для виробництва біогазу можна використовувати всю біомасу сорго цукрового (стебла, листя та волоті), тому збирання здійснюється звичайними силосозбиральними комбайнами КСК-600, Дон-750, Jaguar 900, Mammot 8790, John Deere 8000 і інші. З дотриманням рекомендованої технології вирощування (своєчасне проведення комплексу польових робіт, щорічне внесення розрахункових норм органічних і мінеральних добрив та пестицидів) дозволяє вирощувати цукрове сорго впродовж 5 років як беззмінну культуру.

КОРМОВІ БУРЯКИ

Beta vulgaris subsp. vulgaris var. Alba

Класифікація. Буряки кормові – дворічна перехрестнозапильна трав'яна рослина родини амарантових (*Amaranthaceae*) (рис. 48)

Поширення та виробництво. Буряки кормові вирощуються в багатьох європейських країнах, в Америці (США, Канада, Бразилія та ін.), в Австралії, Новій Зеландії, Алжирі, Тунісі та ін.

Хімічний склад. Уміст вуглеводів становить 9 %, коефіцієнт перетравності досягає 96-98 %, вміст протеїну невеликий – 1,1-1,5 %. В 1 ц міститься 10 к.о. Урожай гички становить 20-30 % від маси коренеплодів.

Використання. Цінна кормова, агротехнічна та енергетична культура. За доброї агротехніки вирощування вони можуть забезпечити врожайність коренеплодів до 120 т/га, а за зрошення – до 150 т/га і більше. Завдяки високій урожайності коренеплодів та гички є перспективною культурою для отримання біогазу. З 1 т коренеплодів буряків кормових можна отримати близько 123 м³/т, а з 1 т гички – до 105 м³/га біогазу з вмістом метану понад 60 %. Сучасні напівцукрові гібриди буряків кормових накопичують до 14 % цукрів, що робить їх цінним джерелом сировини для виробництва біоетанолу. З одного гектара енергетичних буряків кормових (за врожайності 95 т/га) можна отримати близько 3,3 т/га біоетанолу (Хіврич та ін., 2011).

Морфологічні особливості культури

В перший рік утворюється масивний коренеплід, а на другий рік – квітконосні пагони, плоди і насіння.

Коренева система буряків стрижнева, проникає у ґрунт на глибину 1,5-2 м. Вона складається з головного кореня – коренеплоду і великої кількості бічних корінців, які виходять з двох протилежних боків кожного кореня. Коренеплід умовно поділяють на три частини: головку, шийку і власне корінь, або кореневе тіло. Ці частини мають неоднакове походження і господарську цінність.

Головка (верхня частина) коренеплоду являє собою вкорочене стебло й утворюється з надсімядольного коліна (епікотилу). На ній розміщуються бруньки і листки. Бічні корені не утворюються. Вона повністю розміщується над поверхнею ґрунту. На головку припадає 10-15 % довжини кореня. Це найбільш здерев'яніла частина коренеплоду, в якій міститься менша кількість цукру, ніж у інших частинах. У центрі головки міститься конус наростання, де утворюються молоді листки.

Шийка розміщена між головою і власне коренеплодом. На ній не ростуть ні листки, ні бічні корінці. Шийка - це коротка частина коренеплоду, у кормових вона досягає 5-10 см. Шийка утворюється завдяки розростанню підсімядольного коліна (гепікотилу) зародка. Більша частина її розміщується над поверхнею ґрунту. За вмістом поживних речовин шийка – повноцінна частина як для технічних, так і кормових цілей.

Кореневе тіло (власне корінь) утворюється внаслідок розростання зародкового корінця. Це нижня, конічної форми частина коренеплоду, яка становить 65-70 % довжини всього коренеплоду. Ця частина коренеплоду розвивається повністю в ґрунті і для неї характерна наявність бічних корінців. Бічні корінці у буряків розміщуються на двох протилежних боках кореня. Більш короткі ряди бічних корінців у буряків кормових з коротким кореневим тілом. Ряди бічних корінців знаходяться в одній площині з сім'ядольними листочками. У фазі двох пар справжніх листків вони досягають 8-10 см. У дорослих рослин ці корені розростаються в боки на відстань 100-120 см. Форма коренеплодів різноманітна: конічна, циліндрична, овальна та куляста.

Листок буряків складається з черешка і пластинки. Листкова пластинка суцільна, у перших пар листків овальна, гладенька. У старіших листків черешок видовжений, пластинка серцеподібна, близька до трикутної, з гладенькою,

брижуватою або гофрованою поверхнею і хвилястими краями. Колір їх від ясно-до темно-зеленого, форма розетки залежно від сорту може бути розлогою або піднятою. Біля основи листових черешків на головці коренеплоду розміщуються репродуктивні бруньки, з яких на другий рік життя виростають квітконосні пагони.

Суцвіття нещільний колос. Квітки розміщені в пазухах листків групами по 2-6 у вигляді волотей.

Плід – коробочка (несправжній горішок).

Фенологія. Насіння буряків кормових починає проростати при температурі +5 °С, але сходи при цьому з'являються на 20-й день. При температурі +10 °С сходи з'являються на 10-12-й день. Сходи буряків кормових переносять заморозки від 3 до 4 °С. Насіння буряка кормового зберігає схожість 6-10 років.

Рослина волого- і світлолюбна, досить холодо- і засухостійка. Культуру вирощують на всіх континентах, в Україні в усіх зонах окрім Криму. Оптимальна температура для росту коренеплодів +16..+22°С. Пристосована до підвищеної засоленості ґрунтів, але вони повинні бути нейтральними і удобреними.

Вегетаційний період у залежності від сорту 60-120 днів. Кожна насінина більшості сортів дає початок декільком проросткам, тому культура вимагає своєчасного проріджування.

Енергетичні буряки мають низький рівень транспірації – близько 300-500 л води/кг сухої речовини – і може витримувати періоди посухи. Для оптимального урожаю потрібно 180-220 днів зростання і 2500-2900°С накопичених одиниць тепла.

Проростання насіння буряків кормових починається за температури 3-4°С, а сходи здатні витримувати короточасні приморозки до мінус 3-4°С. Дружні сходи з'являються лише за температури 12-15°С. Насіння буряків кормових особливо вимогливе до наявності ґрунтової вологи, оскільки для набухання воно поглинає 120-160 % води від маси насінини. Оптимальне проростання відбувається, коли температура ґрунту на рівні 10 см досягає 5°С і вище. Сонячні дні і прохолодні ночі в серпні/вересні забезпечують найвищі врожаї, допомагаючи максимізувати утворення сухої речовини і масу коренеплоду.

Управління формуванням продуктивності культури

Місце в сівозміні. Вирощування енергетичних буряків кормових не повинно здійснюватись за рахунок площ, відведених для вирощування буряків кормових на кормові цілі або для вирощування будь-якої іншої сільськогосподарської культури, сировина якої використовується на харчові цілі. Як і у випадку з кормовими або цукровими буряками, рекомендується мінімум трирічна сівозміна. Більш регулярне вирощування буряка призведе до збільшення проблем з ґрунтовими шкідниками і хворобами.

Кормові буряки формують високі врожаї на розпушених, добре окультурених родючих ґрунтах. Найкращі для них – чорноземи легко - та

середньо-суглинкові, супіщані ґрунти нормального зволоження з потужним орним шаром та дрібно-грудкуватою структурою, які мають достатню водопроникність і вологоємність, нещільну будову орного і підорного шарів, що сприяє інтенсивному розвитку кореневої системи і росту коренеплодів. На піщаних ґрунтах високі врожаї буряки кормові дає за доброї вологозабезпеченості та внесенні великих доз органічних і мінеральних добрив. Непридатні для них глинисті, дуже підзолисті ґрунти з високою кислотністю. Оптимальна кислотність ґрунту – рН 6,0-7,0 (Хіврич, 2020).

У польових сівозмінах енергетичні кормові буряки вирощують після удобреної озимої пшениці, після сумішей однорічних кормових культур, кукурудзи на силос. У зоні нестійкого зволоження поле буряків кормових розміщують у ланці з зайнятим паром, у ланці з багаторічними бобовими травами однорічного використання. У зоні недостатнього зволоження розміщують буряки в ланках сівозміни з багаторічними травами на один укіс та однорічними культурами на один укіс.

Кормові буряки є найкращим попередником для озимої пшениці. Допустимим попередником може бути для ячменю та кукурудзи на силос. Для озимого жита, гречки, кукурудзи на зерно, сої, картоплі – буряки кормові є недопустимим попередником. Також після буряка кормового не можна сіяти кормові коренеплоди, цукровий буряк, овес, просо, соняшник.

Обробіток ґрунту. Добре реагує на глибоку оранку та розпушування підорного шару ґрунту для забезпечення сприятливих водно-повітряного, температурного та поживного режимів ґрунту. Послідовність обробітку ґрунту залежить від його типу, попередника та характеру засміченості бур'янами конкретного поля. У разі забур'яненості поля лише однорічними дводольними та злаковими бур'янами (кураче просо, мишій сизий, дика редька, лобода, щириця та інші) слід одразу після збирання попередника провести перше луцення на глибину 6–8 см дисковими луцильниками типу ЛДГ-10, ЛДГ-15. Таким способом забезпечується збереження вологи з одночасним провокуванням проростання насіння бур'янів. При появі максимальної кількості сходів бур'янів, проводиться луцення (поперечне) на глибину 12–14 см.

На полях, забур'янених багаторічними кореневищними та коренепаростковими бур'янами (пирій, осот), коли проросте максимальна їх кількість, краще застосовувати гербіциди суцільної дії, за температури повітря не нижче 15°C. Через 15–20 днів можна вносити добрива й здійснити зяблеву оранку на глибину 28-32 см. Для забезпечення якісної оранки та зменшення енерговитрат підбуряки кормові доцільно застосовувати оборотні плуги. За наявності значної кількості рослинних решток краще орати ярусними плугами типу ПЯ-3-35. Оранка проводиться за швидкості агрегату до 7 км/год. Восени після оранки, за наявності гребенів та борозен проводиться їх вирівнювання культиваторами типу КПС-4 або Європак. Швидкість руху агрегату 8...12 км/год.

Ранньовесняне розпушування поверхні ґрунту слід проводити в період його фізичної стиглості на одному полі за 1-2 дні за вологості на межі

пластичності, коли ґрунт не мажеться, але подрібнюється без налипання на робочі органи. Проводиться технологічна операція широкозахватним агрегатом із борін ЗБЗТУ-1 у поєднанні з бородами ЗБП-0,6А або ЗОР-0,7 (райборінка) чи шлейф-бородами ШБ-2,5 та зчіпки С-11У впоперек або під кутом до напрямку оранки в один-два сліди. Для ранньовесняного обробітку ґрунту доцільно також застосовувати комбіновані агрегати типу АРВ-8,1-01, борону пружинну БПВ-15 або борону ЗБР-24, начіпне зчеплення борін СБН-10, які за один прохід створюють дрібногрудкуватий шар ґрунту.

Передпосівний обробіток ґрунту проводять з метою розпушення верхнього шару ґрунту на глибину загортання насіння, вирівнювання поверхні ґрунту, знищення бур'янів. Для вирівнювання поверхні поля, рівномірності глибини обробітку ґрунту, створення його дрібногрудкуватого стану на глибину загортання насіння та умов для загортання насіння у вологий шар ґрунту на однакову глибину використовують широкозахватні агрегати типу АРВ-8,1-0,2, комбіновані агрегати для передпосівної підготовки ґрунту типу «Компактор» (Lemken) або вітчизняні аналоги, культиватори типу УСМК-5,4Б, укомплектовані стрілочастими лапами та прутковими барабанами.

Обробіток ґрунту необхідно проводити під кутом 5-10° до напрямку сівби з розривом не більше трьох-чотирьох проходів посівного агрегату. Завчасне підготування ріллі призводить до надмірної втрати вологи з верхніх шарів ґрунту, зниження польової схожості насіння та їх зрідження. Після проведення культивації масова частка грудочок розміром 0,25-10,0 мм на поверхні ґрунту (в шарі 0-5 см) має бути не менше 80 %.

Удобрення. Для формування врожаю буряки кормові потребує значно більшої кількості поживних речовин, ніж інші культури. Так, при врожайності 100 т/га з ґрунту виноситься 230-270 кг азоту, 120 кг фосфору, 250-350 кг калію, 200- 250 кг кальцію.

Для одержання врожаю 1500-2000 ц/га коренеплодів рекомендується вносити $N_{266-350}P_{120-160}K_{60-80}$. На фоні гною норми мінеральних добрив необхідно зменшувати на 25-30%. На поливних землях підбуряки кормові гній вносять у нормі 50-60 т/га, а мінеральні: на чорноземах – $N_{180-240}P_{90-120}K_{60}$, на темно-каштанових – $N_{200-260}P_{90-120}K_{60}$.

Норма гною змінюється залежно від типу ґрунту в межах 40-80, іноді вона становить 100 т/га і більше. Гній, 75-80 % фосфорних і калійних добрив вносять під оранку. Така суміш дозволяє значно збільшити врожайність енергетичних буряків кормових, 1 кг діючої речовини НРК забезпечує збільшення виходу біогазу на 60-90 м³/га (Курило та ін., 2014).

Азотні й решту фосфорно-калійних добрив вносять під передпосівну культивацію, малу норму – $N_{20}P_{25}K_{15}$ – при сівбі, в період вегетації у підживлення застосовують N_{30} . Високі дози азотних добрив недоцільні, особливо підбуряки кормові, оскільки в коренеплодах накопичуються нітрати, що може спричинити отруєння тварин.

Сівба. Для сівби слід використовувати насіння районованих сортів і гібридів, яке за своїми посівними якостями відповідає вимогам діючих

стандартів і технічних умов. Лабораторна схожість для насіння буряків кормових згідно з ДСТУ 4605 має бути не менше ніж 73 %, чистота насіння – не менше 97 %, одноростковість (для однонасінного) – не менше 85 %, вирівняність насіння – не менше 80%, вологість насіння – не більше ніж 14,5 %.

Насіння буряків кормових під час підготовки до сівби на насінневих заводах калібрують на *фракції* 3,5-4,5 мм та 4,5-5,5 мм. У насінні буряків кормових не допускається наявність насіння і плодів карантинних бур'янів, шкідників (Хіврич, 2009).

Для досягнення максимального виходу сухої речовини рекомендовано досягти щільності насаджень 85 тис.-100 тис. рослин/га при нормі висіву 110 тис. насінин/га (1,1 одиниця/га) (KWS SAAT AG).

Сівбу насіння потрібно проводити за середньодобової *температури ґрунту* на глибині 8-10 см – 5-6 °С. Цей період збігається з періодом масової сівби ранніх зернових культур. Сівбу на одному полі слід завершити протягом 1-2 календарних днів.

Глибина розпушеного шару ґрунту, залежно від його вологості, повинна бути в межах 2,5-4,0 см, вміст ґрунтових агрегатів (грудочок) розміром від 0,25 до 10,0 мм повинен бути не менше 80 % від загальної кількості, розміром понад 20 мм – не більше 10 %, щільність ґрунту над насінною – від 1,0 до 1,2 г/см³, щільність насінневого ложа – 1,2-1,3 г/см³, висота гребенів або глибина впадин ґрунту не повинна перевищувати 2,0±0,5 см.

Розрив між проходом агрегату для передпосівного обробітку ґрунту і сівбою не повинен перевищувати більше ніж 2-3 проходи сівалки.

Сіють кормові буряки *сівалками* з універсальними пневматичними чи механічними висівними апаратами за ширини міжрядь 45 см. Із вітчизняних машин для сівби буряків кормових найбільше використовують універсальні пневматичні сівалки типу з механічним висівним апаратом або з пневматичними висівними апаратами Мультикорн, Оптима.

За посушливої погоди та інтенсивного підсихання поверхні ґрунту посіви буряків доцільно коткувати кільчасто-зубчастими котками типу ККН-2,8, КЗК9. Коткування відновлює капілярність верхнього шару ґрунту, що прискорює набування та проростання насіння.

Система догляду за посівами Хімічний захист посівів енергетичних буряків кормових передбачає використання ряду технічних засобів для приготування та внесення робочих розчинів пестицидів. Робочі розчини пестицидів готують безпосередньо перед внесенням та використовують упродовж однієї робочої зміни. Для приготування робочих розчинів необхідно використовувати чисту воду температурою +22-25°С (але не нижче +10°С). Технічні засоби для внесення пестицидів агрегатуються з тракторами класу 14-20 кН такі як ОПШ-3521, ОПШ-2000-18, ОСШ-2500 «Фрегат», ОП-2000, ОРП-2000-18, ОПК-3000-18 та інші. Швидкість руху постійна в межах 5-12 км/год. Внесення пестицидів проводиться за швидкості вітру до 5 км/год.

У фазу сім'ядоль рослини бур'янів найбільш чутливі до дії гербіцидів. Головну увагу необхідно звертати на препарати, що контролюють дводольні

види бур'янів, які мають розтягнутий період появи сходів. Обприскування гербіцидами проводять вранці або увечері в суху погоду за швидкості вітру до 5 м/с та температури повітря від 12 до 24°C, з урахуванням властивостей гербіцидів, після появи нової хвилі бур'янів. Оптимальною нормою внесення робочого розчину ґрунтових гербіцидів – 250-400 л/га, післясходових – 150-250 л/га. Допустиме відхилення від норми внесення гербіцидів – $\pm 5\%$. За температури повітря понад 24°C та його відносної вологості нижче 30%, обробку посівів необхідно проводити після 17-ої години.

Догляд за посівами включає досходове і післясходове розпушування ґрунту, мілке розпушування в міжряддях і захисних зонах рядків (шаровка), формування густоти посіву, розпушування в міжряддях з одночасним підживленням рослин, внесення гербіцидів, інсектицидів і фунгіцидів для захисту посівів від бур'янів, шкідників і хвороб.

Перше глибоке розпушування ґрунту в міжряддях поєднують з підживленням мінеральними добривами після формування густоти посіву. Для цього використовують культиватори, обладнані плоскорізними лапами-бритвами, які встановлюються по дві на кожне міжряддя, та ротаційними батареями. Глибина обробки – до 4 см. Досить якісне розпушування досягається культиваторами типу УСМК-5,4В-04 за робочої швидкості руху до 7,2 км/год.

На дуже ущільнених ґрунтах, щільністю понад 1,4 г/см³, застосовують культиватори типу КФ-5,4 з активними робочими органами фрезерного типу, в зоні дії яких досягається повне знищення бур'янів. Швидкість руху такого агрегату не більше 4,0 км/год. Друге міжрядне розпушування проводять на глибину 8-10 см.

Для розпушування ґрунту в міжряддях одночасно з підживленням енергетичних буряків кормових застосовують культиватори КРНВ-5,6-02 та УСМК-5,4В-04. Добрих результатів зі знищення бур'янів дає присипання їх землею в захисних зонах і рядках, за неефективної дії гербіцидів (або їх відсутності). Присипання бур'янів проводиться одночасно з розпушуванням ґрунту. За міжрядного розпушування зменшується ушкодження енергетичних буряків кормових коренієм.

Збирання кормових буряків як сировини для виробництва біопалива починають у період максимального накопичення маси коренеплодів та вмісту в них цукрів за мінімального середньодобового приросту маси та цукристості. Зовнішніми ознаками технічної стиглості енергетичних буряків кормових є початок розмикання листя в міжряддях (з III декади вересня). За необхідності забезпечення біогазових заводів сировиною, збирання енергетичних буряків кормових (коренеплодів та гички) можна розпочинати у більш ранні строки, починаючи з III декади серпня.

Вирощування енергетичних буряків кормових передбачає збирання гички, що йде на виробництво біогазу, при цьому підвищуються вимоги до наявності ґрунтових домішок, оскільки це негативно впливає на вихід біогазу та якість силосу.

Основний спосіб збирання буряків – потоковий, а в разі складних погодних умов, що призводить до забруднення коренеплодів під час збирання, застосовують перевалочний спосіб. Оптимальна ширина загінки для 6-рядних машин – 240 рядків.

Проводять збирання комбайнами типу Kleine SF-10-21, Holmer Terra Dos1, Matrot M 412, Moreau Voltra 6-242 та інші. Збирання буряків на поворотних смугах і міжзагінкових проходах має бути закінчено до початку масового збирання. У разі значної забрудненості коренеплодів, недостачі транспортних засобів тощо застосовують перевалочний спосіб збирання. Коренеплоди укладають на спеціально підготовлені майданчики, які розміщують на поворотних смугах або біля доріг з твердим покриттям. За перевалочного способу використовують навантажувачі типу СПС-4,2, Kleine RL 350 V, Ropa euro-Maus 3.

Розрахунок виходу біопалива (Хіврич, 2020).

Для розрахунку виходу біогазу використовуємо формулу:

$G = (U_k \cdot k_k + U_g \cdot k_g) / 1000$, де:

G – вихід біогазу, тис.м³/га;

U_k – урожайність коренеплодів, т/га;

k_k – вихід біогазу з 1 тонни коренеплодів, м³/т;

U_g – урожайність гички, т/га;

k_g – вихід біогазу з 1 тонни гички, м³/т.

Орієнтовний вихід біогазу з 1 т коренеплодів буряків кормових становить 123 м³/т з гички буряків кормових – 102 м³/т

Щоб визначити вихід енергії необхідно отриманий біогаз помножити на його енергоємність: $E_G = G \cdot e_G$, де:

E_G – вихід енергії з біогазу, ГДж/га;

G – вихід біогазу з 1 га енергетичних буряків кормових, тис.м³/га;

e_G – енергоємність біоетанолу, МДж/м³ (21,8 МДж/м³).

Приклад розрахунку: Урожайність коренеплодів буряків кормових становить 70 т/га, гички – 30 т/га. Розрахунковий вихід біогазу з 1 га буряків кормових становитиме: $70 \cdot 123 + 30 \cdot 102 = 8610 + 3060 = 11670$ м³/га або 11,67 тис.м³/га. Вихід енергії з отриманого біогазу: $11,67 \cdot 21,8 = 254,4$ ГДж/га.

Питання для самоконтролю

1. З яких основних компонентів складається біогаз?
2. Що таке біометан?
3. Які види бактерій беруть участь в утворенні біогазу?
4. Який фактор визначає швидкість процесу бродіння?
5. Вкажіть головні переваги біометану в порівнянні з природним газом?
6. Охарактеризуйте вибір гібриду кукурудзи на силос залежно від регіону вирощування?
7. Строки сівби кукурудзи на силос?
8. Густина сівби кукурудзи на силос?

9. Орієнтовні норми внесення мінеральних добрив в системі удобрення кукурудзи на силос?
10. Рекомендовані пестициди проти шкідників на посівах кукурудзи на силос?
11. Охарактеризуйте строки збирання кукурудзи на силос?
12. Середня врожайність зеленої маси сорго цукрового?
13. Місце в сівозміні сорго цукрового?
14. Охарактеризуйте вимоги до якості посівного матеріалу сорго цукрового?
15. Строки сівби сорго цукрового?
16. Особливості контролю чисельності бур'янів в посівах сорго цукрового?
17. Шкідники посівів сорго цукрового?
18. Строки збирання посівів сорго цукрового на біогаз?
19. До якої ботанічної родини відноситься катран?
20. Батьківщина катрану?
21. Уміст рослинних жирів в насінні катрану?
22. Охарактеризуйте шляхи використання катрану на харчові цілі?
23. Плід катрану?
24. Місце в сівозміні катрану?
25. Вимоги до посівного матеріалу катрану згідно чинного ДСТУ?
26. Охарактеризуйте особливості підготовки насіння катрану до сівби?
27. Норма висіву насіння катрану?
28. Строки сівби катрану?
29. Яка середня врожайність насіння катрану?
30. Охарактеризуйте систему догляду за посівами катрану?
31. Строки збирання посівів катрану на біогаз?
32. Вологість насіння для зберігання катрану?
33. Що включає система удобрення енергетичних буряків?
34. В чому полягає різниця в збиранні буряків цукрових та енергетичних?
35. Охарактеризуйте способи зберігання біомаси біоенергетичних буряків?
36. Строки збирання енергетичних буряків кормових?
37. Норма висіву насіння енергетичних кормових буряків?
38. Рекомендовані норми внесення мінеральних добрив під енергетичні кормові буряки?
39. Охарактеризуйте вимоги ДСТУ до посівних якостей насіння буряків кормових?



Рис. 48. Буряк кормовий *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* var. *Alba*

ТВЕРДЕ БІОПАЛИВО. РОСЛИННА СИРОВИНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ТВЕРДОГО БІОПАЛИВА

Основною галуззю, що виробляє біомасу, є аграрний комплекс. З кожного поля щорічно можна збирати два урожаї: продовольчий та енергетичний. Очікується, що з усіх відновлюваних джерел енергії, найбільший внесок, особливо у коротко- та середньостроковій перспективі, буде отримано від біомаси. Паливо, отримане з енергетичних культур, не тільки потенційно поновлюване, але також досить схоже за походженням на викопне паливо (основою якого є також біомаса), та може забезпечити пряму заміну. Біоенергетичні культури зручні для зберігання, транспортування, мають доступну ціну і можуть бути перетворені в широкий спектр енергоносіїв з використанням існуючих і нових технологій перетворення і, таким чином, потенційно можуть стати ваговою альтернативою традиційному паливу в 21 столітті.

Обов'язковою передумовою для успішного переходу на тверде біопаливо та розвитку біоенергетики загалом є наявність місцевих ресурсів на конкретній території. У деяких західноєвропейських країнах, зокрема в країнах Скандинавії, Польщі та Данії, знайшли ефективний замітник твердої біомаси лісового походження – енергетичні культури, деревні (верба, тополя, павловнія, інші) та трав'янисті (міскантус, світчграс, інші). Вирощування такої сировини залежить лише від природних умов – якості ґрунту і клімату (ри. 49).

На сьогодні в Україні досліджується більше 20 видів швидкоростучих енергетичних культур, які доцільно вирощувати для отримання рослинної біомаси.

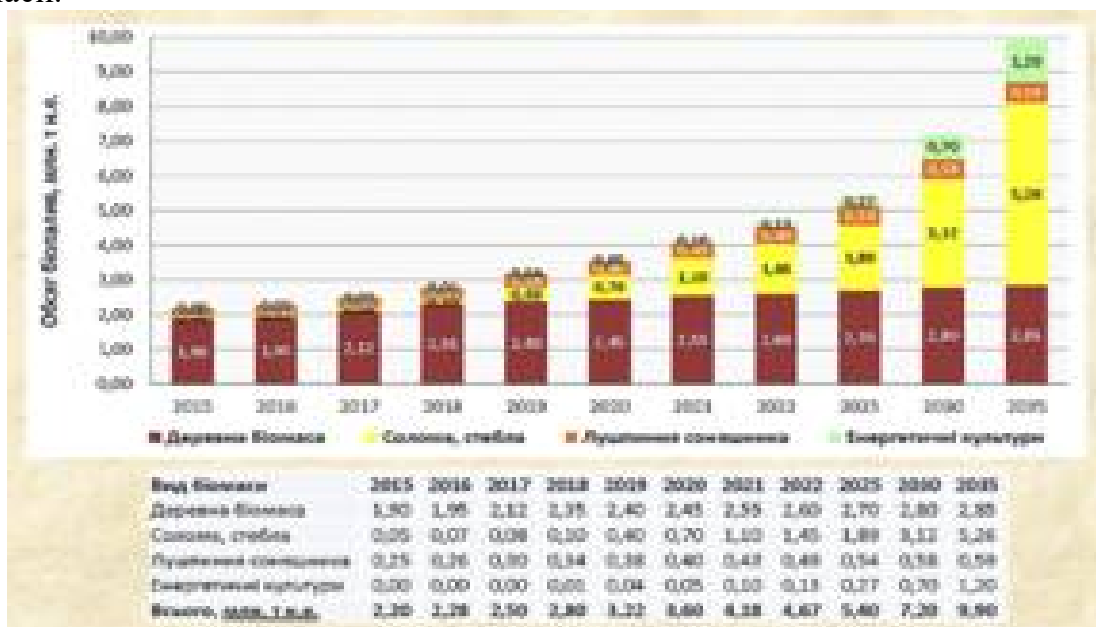


Рис. 49. Оцінка загального обсягу та структури споживання твердих палив в Україні (90 % від усіх біопалив і відходів)

<https://bio.ukr.bio/ua/articles/8768>

Провести точний обрахунок площ під засадженнями енергетичних культур в Україні доволі складно, адже досі не затверджена єдина стандартизована система для вимірювання та обліку ресурсів твердої біомаси лісового й аграрного походження. Нестача такої інформації, особливо про енергетичні культури, перешкоджає розробці та впровадженню сталих енергетичних політик і проектів як на території конкретної області, так і в державі загалом.

Одним зі шляхів подолання залежності від традиційних джерел палива є закладання так званого енергетичного лісу – деревних та чагарникових насаджень, вирощених для забезпечення енергетичних потреб. Використання швидкорослих порід (тополі, верби, евкаліпту, рубінії,) для видобутку біопалива є пріоритетним завданням національних енергетичних програм в Норвегії, Данії, Швеції, Польщі, Германії, Австрії, США та Австралії. Така деревина є перспективним швидко відновлювальним альтернативним джерелом твердого біопалива та енергії.

До енергетичних культур належать швидкоростучі дерева різних видів верби і тополі, однорічні та багаторічні трав'янисті рослини, наприклад сорго, міскантус, цукровий очерет, амарант, горець сахалінський, гірчак гострокінцевий, мальва пенсильванська, румекс, просо лозове, гібридний тютюн.

Створення плантацій швидкорослих багаторічних деревних (верба, тополя, павлонія та інш.) та злакових (міскантусу, свічграс та інш.) культур на малопродуктивних та деградованих (маргінальних) землях дасть змогу щорічно гарантовано отримувати необхідну кількість біомаси з високими показниками якості (табл. 40).

Таблиця 40. Енергетична ефективність культур

Показник	Одиниці вимірювання	Тополя	Верба	Міскантус	Щавнат	Гірчак сахалінський
Урожайність сухої маси	т/га					
Період для формування біомаси	рік					
Теплоємність	МДж/кг см					
Енергетичні витрати на виробництво	ГДж/га					
Вихід енергії	ГДж/га					

МІСКАНТУС *Miscanthus*

Класифікація. Міскант, міскантус – багаторічна рослина родини злакових (*Poaceae*) (рис. 50). Систематика роду постійно піддається перегляду. Рід міскантус включає 17–20, в інших джерелах понад 40 морфологічних видів, 100 генотипів у межах виду, що різняться за розмірами кущів, стебел, забарвленням суцвіть. Найпоширенішими є: міскантус китайський (*Miscanthus sinensis*), міскантус цукроквітковий (*Miscanthus sacchariflorus*), міскантус гігантський (*Miscanthus giganteus*) (Роїк, Ганженко, Гончарук, 2020).

Поширення та виробництво. Країни ЄС збільшують площі під міскантусом. Найбільші площі посівів зосереджені у Великобританії – до 11 100 га (за середньої врожайності 10–15 т/га), розвивають міскантусні проекти та розширюють площі під культурою в Франції, Ірландії, Німеччині, Австрії, Швеції (450–3000 га). Зацікавлені культурою Італія, Бельгія, Нідерланди, Данія як цінною сировиною з численними можливостями (64–100 га) (Wagner et al., 2019).

У Китаї міскантус замінив значну частину деревинних з яких виробляють папір. США віддали перевагу міскантусу, саме за його врожайність, ріст на низькоякісних ґрунтах (Fradj et al., 2020).

Перші поля з міскантусом в Україні знаходилися у Харківській й Житомирській областях (2006–2007 рр.), з 2008 р. – у Тернопільській області. У 2013–2015 роках появилися промислові плантації міскантусу й в інших областях України. У 2016 році в Україні площі під міскантусом гігантським досягли близько 750 га (Pidlisnyuk et al., 2021).

Хімічний склад. Целюлоза, геміцелюлоза та лігнін – три основні речовини, які входять у сировину міскантусу (табл. 41). Хімічний вміст є відмінним для різновидів та генотипів міскантусу, але целюлоза являється головним складовим компонентом (40–60 %), геміцелюлози є матричною речовиною (20–40 %) до складу входять полісахариди, на лігнін припадає 10–15 %.

Таблиця 41. Хімічний склад целюлози, геміцелюлози та лігніну у міскантусу, % (Pysarenko, Bezsonova, 2020)

Вид міскантуса	Генотип	Термін збирання	Целюлоза	Геміцелюлоза	Лігнін
<i>M. giganteus</i>	EMI01	Листопад	50,34	24,83	12,02
		Лютий	52,13	25,76	12,58
<i>M. sacchariflorus</i>	EMI05	Листопад	49,06	27,41	12,10
		Лютий	50,18	28,11	12,13
<i>M. sinensis</i> (Г)	EMI08	Листопад	43,06	33,41	9,27
		Лютий	45,36	32,99	9,70
<i>M. sinensis</i>	EMI011	Листопад	43,18	33,98	9,69
		Лютий	45,52	33,83	10,32
<i>M. sinensis</i>	EMI015	Листопад	47,59	33,00	9,23
		Лютий	52,20	30,56	9,34

Для *Miscanthus sinensis* було визначено, що початкова швидкість гідролізу целюлози зростає зі зменшенням кристалічності (Melnychuk et al., 2020).

Зіставлення хімічного складу *Miscanthus giganteus* складом іншої рослиної сировини (табл. 42) було встановлено, що міскантус гігантський за хімічним складом близький до соломи інших злакових культур, а саме пшениці, і порівняно з листяною деревиною (березою) містить більше полісахаридів (целюлози та пентозанів), що дає змогу його застосовувати (окрім біопалива) для отримання волокнистих напівфабрикатів (Блюм та ін., 2021).

Таблиця 42. Хімічний склад рослинної сировини, % (Рахметов та ін., 2018)

Сировина	Розчинність у		Смоли, жири, воски	Лігнін	Пентозани	Целюлоза	Холоцелюлоза	Зольність
	воді	NaOH						
Міскантус гігантський	6,2	24,4	2,2	24,4	23,4	42,9	62,6	2,7
Пшенична солома	10,1	38,4	5,2	18,6	26,4	46,2	67,7	4,2
Береза	2,2	11,2	1,8	21,0	10,7	41,0	64,7	0,5
Сосна	6,7	19,4	3,4	27,5	10,4	47,0	63,2	0,2

Використання. Виробництво твердого біопалива. Низькі експлуатаційні витрати та довга тривалість життя види роду *Miscanthus* здатна розширити асортимент енергетичних культур України (Кнарczyk et al., 2021). Можливе перероблення стебел міскантуса гігантеуса на біопаливо, целюлозовмісну продукцію для целюлозно-паперової, фармацевтичної, деревопереробної та інших галузей промисловості (Wang et al., 2021).

Міскантус є ефективним для виробництва твердого біопалива (пелет), які відповідають європейським стандартам за основними еколого-енергетичними властивостями: теплотою згорання, зольністю, щільністю, вмістом екологічно небезпечних домішок (Li et al., 2018). Енергетична цінність згорання біомаси міскантуса відповідає деревині та складає біля 19 МДж/кг (табл. 43). Зола після спалювання застосовується як добриво на тому ж полі (Овчарук та ін., 2019).

Таблиця 43. Теплотворна здатність різних видів сировини (Melnychuk et al., 2020)

Види сировини	Теплотворна здатність палива, МДж/кг
Солома зернових культур	10,5
Тріски дерев, тирса	10,5-12,0
Гранули з соломи	14,0-18,8
Гранули з деревини	16,0-19,5
Брикети з деревини	16,8-21,0
Гранули з міскантуса	17,0-19,0
Гранули з лузги соняшнику	18,5-20,0

Перевага міскантусу перед ріпаком і соломою зернових культур – кожного року вихід до 20-30 т сухої сировини з 1 га на протязі 20 років, що з точки зору енергетичного еквіваленту становить близько 10 т мазуту або 15-20 т кам'яного вугілля з 1 га. Важливою особливістю є здатність до поновлення, що є найважливішою її господарсько-економічною особливістю (Tian et al., 2021).

Виробництво рідкого біопалива. Міскантус – целюлозовмісна сировина, яку можна перероблювати у рідке біопаливо – етанол. Хімічна попередня обробка міскантусу розведеним розчином азотної кислоти дозволяє отримувати лігноцелюлозний субстрат з міскантусу високою реакційною здатністю до ферментативного гідролізу з отриманням етанолу 71–83 % від теоретично можливого (Niemiec et al., 2019).

Морфологічні особливості культури

Міскантус – це багаторічна трава, який походить з Південно-Східної Азії, Китаю, Японії, Полінезії та Африки.

Коренева система у міскантусу мичкувата, тонкі або товсті пагони завдовжки до 20 см та діаметр 1–2 см. У міскантусу симподіальне розгалуження кореневища. Розгалужується досить рівномірно, на кожному з них знаходиться верхівкова брунька, а на вузлах – редуковані листки. Коренева система потужна, проникає вглиб ґрунту до 2,5 метрів. Це дає змогу вирощувати його на середньо щільних ґрунтах з низьким рівнем залягання ґрунтових вод.

Стебла прямостоячі, висота стебла може змінюватись у межах від 1,5 до 4,0 м у Європі та від 3,0 до 5,0 м у Південно-Східній Азії. Діаметр стебла близько 10 мм. Стебло, частково або повністю вкрито білою м'якою серцевиною, циліндричне і складається з окремих часток – міжвузлів, які відокремлюються одне від одного вузлами, кількість міжвузлів до 20 шт. Стебло в міскантусу дуже міцне, з волосками або без них. Забарвлення однорідне.

Листя шкірясті, лусковидні, дуже жорсткі. Листові пластинки шириною 0,5–1,8 см. Вони характеризуються лінійною або ланцетно-лінійною формою із зазубренням вздовж країв та паралельним жилкуванням, лінійні або ланцетно-лінійні. Після появи сходів у рослин міскантусу один за одним починають розвиватися листки, яких на одному пагоні формується до 16–20 шт. Розміщення їх на стеблі спіральне (Мельничук та ін., 2020).

Суцвіття. Останнє міжвузля стебла утворює компактну колосоподібну волоть, яка складається з центральної осі й бічних гілочок з колосками. Волоть біла або рожево-срібляста, слабо розвинута, довго залишається на рослині. Волоті більш або менш віялоподібні (з довгими бічними гілочками і дуже вкороченою центральною віссю), в середньому довжина 10–30 см та ширина 7–10 см. Колоски 0,3-0,7 см завдовжки, з однією досить розвиненою квіткою, оточені довгими шовковистими волосками, які відходять від їх основ і зі спинки колоскових лусок. Нижні квіткові луски з колінчасто-вигнутою остю до 1,5 см завдовжки, пливчасті, без остюка або з ним. Кожна квітка типова для однодольних, утворюється на осі колоска в пазусі приквітника – зовнішньої квіткової лусочки. Квітки дрібні, непоказні, двостатеві. Тичинок дві або одна.

Гінецей складається з двох плодолистків. Міскантус є перехресно- та вітрозапильною рослиною (Zgorelec et al., 2021).

Міскантус китайський – добре тримає форму, розлого розростається, міскантус цукроквітковий – стрімко вегетує, утворює волотисте суцвіття, білого кольору, квітки дрібні, в колосках з довгими, білими, шовковистими волосками, а міскантус гігантський – агресивний у рості, не завжди формує суцвіття (Winkler et al., 2020)

Фенологія. Для міскантусу характерні такі фенологічні фази розвитку як: відростання (при вегетативному розмноженні) та сходи (при насінному), три листки, кушіння або інтенсивне пагоноутворення, вихід у трубку, викидання волоті, цвітіння, для китайського і цукроквіткового – дозрівання насіння, технічна стиглість надземної маси (Курило та ін., 2018).

Відростання міскантусу відмічають на 20-30 добу після садіння, як проростає один пагін (головний), рідше – два та більше, що залежить від кількості пророслих одночасно бруньок, даний період може тривати до 20 діб. Далі настає фаза трьох листків, після якої настає фаза інтенсивного пагоноутворення, яка триває до пізньої осені (Ivanyshyn et al., 2018).

За переходу середньодобової температури повітря восени нижче 10°C процеси росту та розвитку рослин призупиняються та починається усихання листя та стебел (Mitros et al., 2020).

Інтенсивне відростання рослин міскантусу припадає на другу декаду квітня, в останню декаду квітня розпочинають рослини активно рости. У форм міскантусу цукроквіткового основні фази розвитку настають раніше порівняно з іншими. Фаза виходу в трубку в рослин різних форм міскантусу цукроквіткового припадає на другу декаду липня, викидання волоті – на третю декаду липня – першу декаду серпня, цвітіння – на другу-третю декаду серпня, тоді як у форм міскантусу китайського дані фази настають у другій декаді серпня, перша-друга декаді вересня та другій-третьій декаді жовтня відповідно.

Управління формуванням продуктивності культури

Місце в сівозміні. Так як міскантус гігантський належить до багаторічних культур, його можна культивувати на одному полі до 20 років. Міскантус гігантський невимогливий до ґрунтових умов, тому його можна вирощувати і на деградованих, малопродуктивних ґрунтах. Завдяки розгалуженій кореневій системі рослини можна вирощувати на піщаних та супіщаних ґрунтах з низьким рівнем ґрунтових вод. Міскантус гігантський добре пристосований до несприятливих умов вирощування, а саме до ґрунтів з підвищеним вмістом солей. Рослини можна вирощувати на ґрунтах, які не придатні для вирощування інших сільськогосподарських культур. На ґрунтах з відрегульованим водним режимом і підвищеним вмістом гумусу врожайність міскантусу гігантського підвищується на 20–30 %. Поля потрібно вибирати на маргінальних землях, які понад 10 років не оброблялись і тому зарослі густою трав'яною рослинністю, кущами, молодими деревами тощо (Zgorelec et al., 2020).

Обробіток ґрунту. В першу чергу необхідно виконати очищення площі від багаторічних заростів, для цього застосовується мульчувач. Мульчування ґрунту здійснюють на глибину 30 см. Після мульчування через 14 днів вносять гербіцид суцільної дії. Зі з'явленням бур'янів, впродовж усього осіннього періоду (вересень–жовтень) вносять добрива та проводять культивуацію, дискування або боронування.

Поля, які були у сівозміні, але через малу продуктивність стали неприбутковими за вирощування традиційних сільськогосподарських культур, здійснюють такі операції: 2–3 разове луцення поверхні поля дисковими боронами; внесення гербіциду суцільної дії; глибоку оранку на 30-32 см проводять після внесення мінеральних добрив наприкінці липня – початку серпня; культивуацію, дискування або боронування проводять за появи бур'янів, впродовж усього осіннього періоду (вересень–жовтень).

Міскантусу гігантського висаджуються на глибину 8–10 см, передсадильну культивуацію потрібно здійснювати у два сліди в різних напрямках до оранки комбінованими агрегатами на глибину, що на 2-3 см перевершує глибину садіння.

Удобрення. Міскантус являється не вимогливою культурою до умов живлення. Міскантус з урожаєм 20 т сухої маси з 1 га виносить близько $N_{60}P_{20}K_{60}$. Оптимальною дозою мінеральних добрив під основний обробіток ґрунту (глибоку оранку) є: фосфору – 30-40 кг/га д.р., калію – 120- 160 кг/га д.р., ефективним є внесення магнію в дозі 20-25 кг/га д.р. Навесні під ранньовесняну культивуацію вносяться азотні добрива в дозі N – 60-90 кг/га д.р. (Szufa et al., 2021).

Садіння. Оптимальні строки садіння ризом міскантусу настають за фізичної стиглості ґрунту, коли температура ґрунту на глибині 5 см досягне $+10...12^{\circ}C$ та повітря – $+15^{\circ}C$, починаючи з середини квітня і до середини травня. Пізні садіння є ризикованим у зв'язку з можливістю весняної посухи. Для зони Лісостепу України рекомендується садіння ризом міскантусу здійснювати на глибину 8–10 см з густрою 14–20 тис. ризом/га, з міжряддям 70 см та кроком садіння в 70–100 см. Ущільнення ґрунту навколо висаджених ризом зменшує польову схожість та подовжує період появи сходів. Оптимальною для проростання ризом є твердість ґрунту в межах 0,3–0,5 Мпа.

Захист посівів. Післясходові обприскування слід проводити у фазі сім'ядоль – 2-х листочків у бур'янів, і в залежності від їх видового складу насадження міскантусу обробляють одним із перелічених гербіцидів: 2,4 дихлорфеноксоцтової кислоти 2-етилгексилевий ефір, 452.42г/л + флорасулам, 6.25 г/л + йодосульфуронметил натрію, 1,0 г/л + тіенкарбазон-метил, 10 г/л + ципросульфамід (антидот), 15 г/л (1,5 л/га) або Форамсульфурон, 300 г/кг + йодосульфурон, 20 г/кг + ізоксадифен-етил (антидот), 300 г/кг за настання фази інтенсивного пагоноутворення у культури та появи масових сходів бур'янів. Слід відзначити, що після обробітку гербіцидами можливе незначне пригнічення рослин міскантусу.

У період вегетації рослин необхідно проводити регулярні обстеження посівів. За виявлення значної щільності популяції фітофагів та при загрозі насадженням міскантусу листогризухами та сисними шкідниками проводять обприскування

посівів міскантусу інсектицидами альфа-циперметрин (0,25 л/га); Циперметрин, 50 г/л + хлорпірифос, 500 г/л (0,8 л/га); тіаметоксам (0,09 л/га); циперметрин (0,4 л/га).

За перших симптомів прояву хвороби на нижніх листках необхідно провести обприскування посівів фунгіцидами беноміл (0,8 л/га); ципроконазолу 80 г/л +200 г/л азоксистробіну (0,5-0,75 л/га); 250 г/л пропіконазол (0,5 л/га); карбендазим, 500 г/л (0,5 л/га).

Збирання. Збирання біомаси міскантусу гігантського здійснюють з листопада до березня за найменшої вологості. У листопаді вологість біомаси в середньому становить 40–45 %, а в березні знижується до 20–25 %.

Для збирання біомаси використовують різні машини, залежно від потреб ринку (Panoutsou, Chiaramonti, 2020). Зібраний врожай може бути у вигляді січки або тюків. У першому випадку проводиться збирання з одночасним подрібненням (пряме комбайнування), а у другому – скошування у валки з подальшим тюкуванням (роздільне комбайнування).

АМАРАНТ

Amaranthus

Класифікація. Амарант (щириця), однорічна рослина родини *Щирицеві* (*Amaranthaceae*) (рис. 51), налічує близько 60 родів і біля 800–850 видів дводольних однорічних і багаторічних трав'янистих рослин. Рід *Amaranthus* на сьогоднішній день містить близько 80 видів. Найбільш поширеними видами є амарант волотистий – *Amaranthus paniculatus* L.; хвостатий – *Amaranthus caudatus* L. ; білонасінневий – *Amaranthus leucospermus* S. Wats. (Грюнвальд, 2022)

Поширення та виробництво. Центром походження амарантових є Центральна і Південна Америка, видів, які вирощують на зелень – Південна і Східна Азія. Форми з білим зерном здавна культивуються як зернові в Індії, Непалі, Перу, Мексиці, США.

Найбільші виробники насіння амаранту – Індія та Перу, а найбільші споживачі овочевого амаранту (рослини до 30 см) – Індія, Китай, Малайзія, Японія та африканські країни. Розвинену культуру споживання амаранту мають також в Мексиці (Дуда, 2018).

В Україні амарант – рослина відносно нова, проте в останні роки видовий її склад суттєво урізноманітнюється внаслідок пожвавлення та розширення торговельних відносин з різними країнами світу (Тетерук, 2018). В останні роки площа становить близько 4 тис. га за обсягами вирощування амаранту. Найбільші посіви амаранту були зосереджені на Прикарпатті (Тернопільська та Львівська області) і Закарпатті (до 100 га). Найбільш придатними для вирощування культури є південні та центральні області України, враховуючи високу посухостійкість культури. Найвищі показники урожайності амаранту (2,6 та 2,2 т/га) були отримані на Кіровоградщині (Янюк & Грюнвальд, 2022).

Хімічний склад. Насіння амаранту за вмістом білка, амінокислот, вітамінів і мікроелементів, біологічно активних речовин, олії, насіння перевершує основні традиційні харчові культури. За міжнародною шкалою якості білків найвищий ступінь біологічної цінності має білок насіння амаранту – у нього 75 балів (Важненко, 2020). Також ця культура відрізняється високим вмістом вітамінів, макро- та мікроелементів (значно вищим, ніж у традиційних з харчових і кормових культурах): вітаміну Е – 9,5 %, каротину – 8,7 %. У повному складі вітаміни групи В. При цьому він містить ще й антиоксиданти (Лиманська & Гопцій, 2018).

Використання. Стабільність світового попиту теж сприяє, адже в світі амарант офіційно віднесено до категорії суперфудів, які забезпечують високоякісний протеїн без глютену. Продукти переробки амаранту знаходять застосування у харчовій, фармацевтичній, косметичній промисловості, а також у кормовиробництві. Зараз в Україні з амаранту виготовляють олію та борошно, крупи і пластівці, панірувальні сухарі, хліб і макарони; фармацевтичні препарати та косметичні засоби, прикормки для риб, суміші для дитячого харчування, трав'яне борошно тощо. До того ж, амарант відомий як сидерат для відновлення родючості ґрунтів. Культура є гарним попередником не тільки для ярих, а й для озимини пізньої сівби. Використання культури цілком можливе у проміжних посівах (Пришляк, 2021).

Морфологічні особливості культури. Амарант – дводольна однорічна трав'яниста рослина високоросла, розгалужена, добре облиствлена.

Коренева система у амаранту стрижневий, потовщений біля кореневої шийки, розгалужений. Частка стрижневого кореня при цьому становить близько 50 % від загальної маси кореневої системи, корені I-го порядку – 18–20 %, II-го порядку – 30–32 %. Бокові корінці розходяться, як правило, в боки на 20–25 см, рідше – до 60 см. Основна частина кореневої системи розміщується в шарі ґрунту 25–40 см. Частка кореневої системи у загальній біомасі рослин амаранту незначна і становить близько 10–15 %.

Стебло нерівно округлене, жолобоподібне, пряме, при розрідженому вирощуванні – розгалужене, зеленого або червоного кольору широкого спектру відтінків, висотою від 1,0 до 3,0 м.

Листки розміщені почергово, цільні, в основі видовжені в черешок. За формою вони бувають овальні, ромбічні, яйцеподібні, ланцетні. Верхівкові листки з виїмкою та з невеликим загостренням.

Суцвіття – складна волоть від зеленого, золотистого до червоного кольору різної інтенсивності забарвлення, довжиною 23–57 см. Суцвіття може нести до 103–104 шт. одиночних квіток, зібраних у верхівкові суцвіття – клубочки. Головна вісь суцвіття, як правило, розгалужена. Довжина й кількість її гілочок, їх кут нахилу відносно головної вісі, визначає форму суцвіття. *Квітки* у амаранту дрібні, актиноморфні, складені із п'яти пелюсток і п'яти тичинок, двостатеві або одностатеві, однодомні або дводомні, зібрані у волоть. Запилення у рослин амаранту – змішане з різним рівнем самостійного і перехресного. *Насіння* –

дрібне, округле, пласке, від біло-золотистого до чорного, маса 1000 насінин становить 0,4–0,8 г.

Фенологія. Для амаранту характерні такі фенологічні фази розвитку як: проростання, сходи, стеблуння, гілкування, поява волоті, цвітіння, утворення зерна, воскова стиглість, повна стиглість. Фаза цвітіння припадає на місяць червень – липень. Утворення насіння – на липень – жовтень і зберігають життєздатність в ґрунті до 40 років. Інтенсивне проростання насіння відбувається при температурі +20–25 °С. При весняних строках сівби сходи з'являються через 6-10 діб, а при літніх — через 4-5 діб. Сходи амаранту дрібні і залежно від сортових та видових особливостей мають різне забарвлення: від зеленого до червоного. На початку вегетації вони ростуть повільно. При сівбі у третій декаді квітня – першій декаді травня через 65-70 діб амарант досягає кормової стиглості. При післяюкській сівбі після озимих на зелений корм вегетація рослин до початку цвітіння триває в середньому 75 діб (Дудка, 2019).

Управління формуванням продуктивності амаранту

Місце в сівозміні. Варто зазначити, що амарант досить невибагливий, тому фактично особливих вимог до попередника не пред'являє. Головне, щоб він вчасно звільнив поле і після нього залишалася достатньо часу для якісної підготовки ґрунту. Найкращими попередниками для амаранту є бобові культури. Будь-які стерньові або соняшник також прийнятні. Хорошими попередниками є просапні, під які вносили органічні добрива. Найгірший попередник для амаранту – кукурудза через залишки поживних решток. Сам же амарант при цьому є чудовим попередником для багатьох культур. Амарант можна вирощувати як монокультуру до 3 років не знижуючи його продуктивність.

Обробіток ґрунту. Головне завдання обробітку ґрунту під амарант – захист від бур'янів, його вирівнювання, заробка добрив. Після стерньових попередників проводять перше лушення стерні двома підходами на глибину 6-8 см. На засмічених ділянках через 10-12 діб після першого проводять друге лушення на глибину 10-12 см. Восени проводять зяблеву оранку або глибоке дискування.

Навесні закривають вологу боронами. Перед посівом ґрунт ретельно вирівнюють, доводять до дрібногрудкуватого стану, коткують. Передпосівну культивуацію проводять на 3-5 см. Своєчасна і високоякісна підготовка ґрунту дає можливість висіяти насіння на глибину до 2 см, що забезпечує одержання дружніх сходів. Рекомендують підготувати поле до сівби амаранту в південних регіонах України до 1 травня, у центральних – до 10 травня, у північних – до 20 травня.

Удобрення. Амарант не любить кислі ґрунти. Вирощувати культуру на родючих ґрунтах можна без застосування добрив, оскільки вона має досить глибоку кореневу систему. Крім того, рослина має потужний симбіоз із азотфіксуючими бактеріями, збагачує азотом ґрунт. Співвідношення споживання N:P:K з ґрунту у рослин амаранту дорівнює 1 : 0,8 : 3. Амарант відмінно реагує на внесення добрив (норми для кожного поля індивідуальні та

залежать від даних аналізу ґрунту). Ефективним є підживлення амаранту азотними добривами N₆₀₋₇₀ через місяць після сходів, на початку інтенсивного наростання вегетативної маси.

Сівба. Рання сівба є ризикованим. Найкращий термін сівби амаранта для всіх областей України – початок червня, коли ґрунт прогрівся до 12 °С і є достатня кількість вологи у верхньому шарі, можна сіяти на глибину до 2 см. Для отримання дружніх сходів температура ґрунту має бути в межах 14-18°С. Найпізніше сівбу можна проводити до 20 червня для середньопізніх сортів та до 20 липня для ранньостиглого сортів. Для сівби звичайним способом кращим варіантом будуть пневматичні посівні комплекси. Найкращих результатів можна досягти при використанні овочевих, трав'яних сівалок, які дозволяють отримати рівномірні сходи. Глибина посіву в сухий ґрунт повинна бути 1-1,5 см, а у вологий – 1–2 см. Спосіб сівби на зелений корм – рядковий або широкорядний (краще), на насіння – широкорядний. Норма висіву при широкорядних посівах становить 1 кг/га, при звичайних рядкових – 1,2–1,5 кг/га. Головна завдання – посіяти 1 млн насінин на гектар. На час збирання насіння амаранту бажано отримати 100-150 тис. продуктивних рослин. Можна сіяти амарант з міжряддям 60 та 70 см, але при цьому варто орієнтуватися на показник 70-120 тис. продуктивних рослин на гектар. Вирощувати амарант на зелений корм можна і в звичайних рядових посівах із міжряддям 15 см. Іноді виробники практикують також післяукісні посіви з метою отримання зеленої маси на корм або для використання амаранту у якості сидерата (Гудковська, Гопцій, 2018).

Захист посівів. Для захисту від бур'янів в травневих посівах найкраще застосовувати механічний догляд – просапні культиватори або ротаційні борони. У фазі 6 справжніх листочків можна проводити суцільне боронування ротаційними або пружинними боронами. У вирощуванні амаранту є ризик засміченості посіву його диким родичем – щирцею, сівбу культури потрібно дещо відтермінувати, щоб підвищити її конкурентність з щирцею. Насправді ж більш небезпечним конкурентом є мишій. Щодо гербіцидів, потрібно уникати їх застосування. Але якщо виникає така проблема, то препарати, що захищають буряк цукровий, здебільшого прийнятні і для амаранту.

Від шкідників амарант можна захистити біопрепаратами. Оптимальна система захисту для амаранту зазвичай передбачає 2–3 (найчастіше дві) обробки проти бурякового довгоносика та попелиці. Застосовуємо препарати бітоксикацилін і гаупсин.

У випадку органічного вирощування через 7–10 днів після посіву (залежно від температури ґрунту та повітря), коли на полі чітко позначилися рядки, варто провести на малому ході міжрядну прополку глибиною 3–5 см. Другий міжрядний обробіток повторюють через 12–16 діб після першого. Глибина обробітку – 5–6 см.

За вирощування неорганічного амаранту в захисті від однорічних дводольних і злакових бур'янів ефективними є ґрунтові гербіциди. Вони застосовуються після посіву амаранту, до його сходів по чистій від бур'янів поверхні ґрунту. Це дозволяє знищити до 90–96 % однорічних бур'янів.

До змикання рядків необхідно їх підгорнути. У період інтенсивного росту йому не завдають суттєвої шкоди ні бур'яни, ні хвороби, ні шкідники.

Збирання. Амарант практикують збирати зерновими та соняшниковими жатками. Підходять і ріпакові столи. Явною ознакою дозрівання амаранту можна вважати початок осипання насіння. Збирання врожаю амаранту зазвичай припадає на кінець вересня – початок жовтня, коли насіння повністю досягає та має вологість 13–18 %. Збирається він прямим комбайнуванням на високому зрізі зерновою жаткою (можна з ріпаковим столом). Зібраний урожай очищується, досушується до вмісту 15 % вологи.

Варто зазначити, що період дозрівання насіння амаранту досить розтягнутий, тому треба уважно стежити за термінами початку збирання. Дозрівання ранньостиглих сортів починається в серпні й відбувається дружно.

Збір амаранту на зелений корм проводять на початку цвітіння, коли рослини викидають волоті. Для заготівлі силосу культуру можна збирати, починаючи з моменту цвітіння і до вступу насіння в стадію молочно-воскової зрілості (Дуда, 2022).

МАЛЬВА

Malvaceae

Класифікація. До числа таких рослин повною мірою можна віднести нові інтродуценти родини мальвових (*Malvaceae*) – хатьму тюрингську (лаватеру) (*Lavatera thuringiaca L.*) і сіду багаторічну (*Sida hermaphrodita Rusby*) (рис.52).

Поширення. Дані культури, зростаючи на одному місці 10-20 років, щорічно забезпечують 10-15 т кормових одиниць і 1,5-2,2 т кормового білку з 1 га при мінімальних енерговитратах, представляють великі перспективи вирощування їх на еродованих і рекультивованих землях, вивідному полі сівозміни і на закинутих ділянках.

Як високопластичні культури, хатьма тюрингська і сіда багаторічна, крім вище наведених, важливе значення мають для вирощування в зоні недостатнього зволоження як посухостійкі рослини. Веgetуючи від ранньої весни до пізньої осені і формуючи 2-3 укоси за сезон, вони дозволяють значно збільшувати коефіцієнт корисної дії фотосинтетично активної радіації.

У перший рік життя багаторічні мальви встигають формувати від 25 до 45 т/га зеленої маси. В другий і наступні роки життя у багаторічних кормових мальв значно нарощується надземна маса у всіх фазах розвитку порівняно з першим роком життя.

Хімічний склад. Багаторічні мальви характеризуються високим вмістом сухої речовини, протеїну, золи в надземній масі. За вмістом сухої речовини, клітковини, аскорбінової кислоти перевищує сіда багаторічна, протеїну, БЕР, каротину – хатьма тюрингська (табл. 44).

Таблиця 44. Хімічний склад зеленої маси багаторічних кормових культур родини мальвових залежно від фаз розвитку рослин,

% на абсолютно суху речовину

Показник	Хатьма тюрингська		Сіда багаторічна	
	Бутонізація	Цвітіння	Бутонізація	Цвітіння
Суха речовина	19,08	23,20	21,72	26,29
Протеїн	16,12	13,76	15,23	12,11
БЕР	43,54	44,68	43,40	44,30
Ліпіди	2,84	2,68	3,26	2,86
Клітковина	27,96	30,58	29,27	33,07
Зола	9,54	8,30	8,84	7,66
Аскорбінова кислота, мг%	169,75	131,59	181,73	130,23
Каротин, мг%	20,82	17,97	14,42	11,87

Багаторічні кормові культури родини мальвових забезпечують високий вихід поживних речовин у другий і наступні роки вегетації. Корми, отримані з рослин видів мальвових, згодувалися усім видам сільськогосподарських тварин. Зелена маса, силос, сіно, трав'яне борошно і насіння добре поїдаються вівцями, свинями, великою рогатою худобою, кіньми, кролями, нутріями і т.п.

У цілому, необхідно відзначити високу продуктивність і кормову цінність багаторічних культур родини мальвових, які заслуговують широкого впровадження в сільськогосподарське виробництво Полісся України.

Морфобіологічні особливості культури. Хатьма тюрингська сягає висоти 150-220 см.

Стебло округле або циліндричне. З часом утворює куц з 6-11 продуктивних стебел. Діаметр стебла у основі 0,6-2,5 см. Листки черешкові. Листкова пластинка округла, 5-лопатева, у верхніх листків – 3-лопатева.

Листки великі, на довгих черешках, розміщені в черговому порядку по спіралі. На основному стеблі в період цвітіння і плодоношення нараховується від 22 до 35 листків.

Квітки правильні, актиноморфні. Розташовані в пазухах листків на основному стеблі і на бічних пагонах.

Суцвіття – китиця, складається з 11-15 квіток. Віночок білий. Квітка діаметром 14-16, висотою 6-11 мм.

Плід складається з 6-9, частіше 7-8 плодиків. Плодики – тригранні, з витягнутою верхівкою, яскраво-коричневі, довжиною 4,3-5,5 мм, шириною 2,1-3,8 і товщиною 1,8-2,5 мм. Насіння – неправильно округлої форми, нирковидно-овальне, сіро-коричневе. Довжина його – 2,2-3,0 мм, ширина – 2,0-2,5, товщина 1,1-1,8 мм. Маса 1000 насінин – 3,59 г.

Управління формуванням продуктивності амаранту

СІДА БАГАТОРІЧНА

Sida hermaphrodita Rusby

Класифікація. Сіда багаторічна (ще вона називається гермафродитної або мальвою віргінської) — це багаторічна трава, яка дуже часто використовується як корм для тварин (рис. 53).

Поширення. Залежно від умов вирощування, забезпечує урожайність 12–25 т/га сухої маси (зольність 2–3%, вологість 19,3%).

Разом з тим, у світі виробляють паливні гранули як з соломи, так і з лушпиння та інших відходів аграрного виробництва. Споживачем цієї продукції виступає обмежене коло країн. Найбільший купець агропелет в Україні — Польща. Хоча і тут теж не все так просто.

Розвиток внутрішнього попиту на біопаливо є однією з важливих державних завдань будь-якої країни, де є запаси лісового та сільськогосподарського біопалива. Україна підійшла до такого розуміння.

Морфобіологічні особливості культури.

Коренева система потужна і сильно розгалужена, глибоко йде в нижні шари ґрунту (до 2,5-3,0 м).

Стебла-трав'янисті, висотою до 3-4 м, прямі, округлі, порожнисті, вгорі розгалужені. З віком число пагонів збільшується до 10-12 і рослина набуває форму куща.

Листки великі, 5-7-лопатові, довгочерешкові.

Квітки дрібні, білі, розташовані на верхівках пагонів групами по 5...12 шт.

Плід-коробочка, що складається з 8-10 плодиків (насіння). Насіння дрібне, вага 1000 шт – 2,5...3,0 г.

Управління формуванням продуктивності амаранту

Під плантацію багаторічних мальвових ділянку вибирають виходячи з біологічних особливостей рослин і вимог до екологічних факторів. З огляду на те, що хатьма тюрингська продуктивно вирощується на одному місці до 10, а сіда багаторічна – до 20 років, то їх необхідно розміщувати на вивідному полі сівозміни, на прифермських ділянках, еродованих і рекультивованих землях. Завдяки могутній кореневій системі, вони становлять інтерес для закріплення схилів, ярів, піщаних ділянок. У зв'язку з цим важливе значення багаторічні мальви мають для вирощування в ґрунтозахисних сівозмінах, де паралельно з люцерною, еспарцетом і іншими культурами з великим успіхом можуть вирощуватися протягом п'яти і більше років.

Попередниками багаторічних мальвових можуть бути озимі зернові, ячмінь, овес, а також просапні культури – кукурудза, рання картопля, овочі. Багаторічні мальви, у свою чергу, є гарними попередниками для зернових, зернобобових і овочевих культур. Як культури з високою біологічною активністю, вони позитивно впливають на агрофізичні, агрохімічні і

агробіологічні властивості ґрунту і сприяють росту, розвитку і підвищенню продуктивності наступних культур сівозміни.

Обробіток ґрунту. При розміщенні багаторічних мальвових після озимих або ярих зернових культур, обробіток ґрунту починають відразу з луцення стерні. Гарний ефект у боротьбі з бур'янами дає дворазове луцення стерні на глибину 8-10 см дисковими луцильниками і дисковими боронами. Це сприяє зниженню кількості бур'янів на 50-70%. Зяблеву оранку необхідно проводити у вересні-жовтні на глибину 25-27 см плугами з передплужниками.

Передпосівний обробіток ґрунту необхідно проводити залежно від строку сівби, восени або рано весною. При підзимній сівбі оранку необхідно проводити якомога раніше, у вересні. Передпосівна культивування проводиться на глибину 6-8 см найкраще комбінованим агрегатом. При ранньовесняних строках сівби передпосівну підготовку ґрунту починають дуже рано, після дозрівання ґрунту, закриттям вологи зубовими боронами у два сліди. Гарну якість передпосівної підготовки ґрунту забезпечують пружинні борони або культиватори. Незалежно від способу підготовки ґрунту обов'язковою умовою передпосівного обробітку є коткування площі до сівби.

Сівба. Оптимальним строком сівби є підзимній – 2-3 тижня до настання стійких морозів, з таким розрахунком, щоб насіння в рік сівби не дали сходів. Насіння при цьому за осінньо-зимовий період у ґрунті проходить природну стратифікацію і з потеплінням, рано весною дружньо проростає (III декада квітня-I декада травня). Масові сходи з'являються на 20-25 діб раніше, ніж при весняній сівбі. Для весняної сівби насіння необхідно стратифікувати.

Багаторічні кормові мальви можна вирощувати тільки в широкорядних посівах як просапну культуру. Ширина міжрядь становить 45 або 70 см, а для сіди багаторічної – краще 70 см. При широкорядних посівах краще використовувати овочеві сівалки або ж переобладнану бурякову сівалку.

Оптимальною нормою висіву при широкорядному посіві на 45 см для хатми тюрингської є 6-7 кг/га, а для сіди багаторічної – 5-6 кг/га. При сівбі з міжряддями 70 см норма висіву хатми тюрингської становить 5-6 кг/га, а сіди багаторічної – 3-4 кг/га.

Глибина заробки насіння на важких ґрунтах повинна бути 10-20 мм, середніх – 20-30 і на ґрунтах з легким механічним складом – до 40 мм.

Після сівби проводиться до- і післясходове боронування легкими боронами.

Важливим елементом технології вирощування багаторічних культур родини мальвових є міжрядний обробіток, який проводиться у фазу початку стеблування при наявності на рослині 4-6 листків на глибину 4-5 см. У фазу стеблування необхідно проводити другий міжрядний обробіток на глибину 6-8 см.

Після збирання врожаю проводиться останній міжрядний обробіток на глибину 6-8 см. Його необхідно поєднати з внесенням у ґрунт фосфорно-калійних добрив у дозі 60-90 кг/га.

В другий і наступні роки вегетації догляд за посівами простий. Рано навесні на плантаціях багаторічних кормових мальвових необхідно провести

боронування. На початку відростання (фаза початку стеблуння) при висоті рослин 15-20 см необхідно проводити розпушування міжрядь з одночасним внесенням азотних добрив у дозі 45-60 кг/га. Наприкінці вегетації, восени, обов'язково проводиться культивування з внесенням фосфорно-калійних добрив у дозі 60-90 кг/га діючої речовини.

Багаторічні мальви мають високу біологічну і реальну насінневу продуктивність. З 1 га вони забезпечують 800-1200 кг насіння. Коефіцієнт розмноження їх становить 200-300 га.

Удобрення. Хатьма і сіда чутливі до добрив, особливо до органічних і азотних. При закладці багаторічних плантацій важливою умовою для одержання високих врожаїв є внесення в ґрунт 40-60 т/га органічних добрив. Крім цього, виходячи з високої врожайності надземної маси щорічно під посіви хатьми тюрингської необхідно вносити по 60-90 кг/га, а сіди багаторічної – по 90-120 кг/га діючої речовини NPK. Внесення повного мінерального добрива в порівнянні з контролем (без добрив) дозволяє підвищити врожайність надземної маси майже в два рази до 70-100 т/га.

ГІРЧАК САХАЛІНСЬКИЙ *Polygonum sachalinense*

Класифікація. Далекосхідна гречка сахалінська, гірчак сахалінський, сахалінська гречка (*Reynoutria sachalinensis* (F.Schmidt) Nakai, синонім — *Fallopia sachalinensis* (F.Schmidt) Ronse Decr., *Polygonum sachalinensis* F.Schmidt) – трав'яниста рослина з роду *Reynoutria*, родини гречкових (рис. 54)

Поширення та виробництво. Батьківщиною гірчака сахалінського є Східна Азія (Курильські острови, Сахалін, острови Японії), де він росте у вологих низинах, ярах, на лісових галявинах, біля узбіч доріг. Був поширений в Європі (а саме в Україні), де вирощується в багатьох ботанічних садах, у Новій Зеландії, Південно-Африканській республіці, Америці.

Гірчак сахалінський поза межами свого природного ареалу є одним з інвазивних видів і утворює дуже густі зарості в європейських алювіальних лісах і на луках з високою трав'янистою рослинністю, тим самим перешкоджаючи збереженню та відновленню місцевих видів деревовидних і трав'янистих рослин. У Швейцарії він внесений до чорного списку інвазивних неофітів і підлягає знищенню.

Хімічний склад. У листках міститься велика кількість вітаміну С, флавоноїди, каротин і щавлева кислота. Середнім рівнем енергетичної продуктивності характеризувалися всі гірчаки (Вейріха, забайкальський, сахалінський) відповідно 9,0–12,6 т/га, 158–214 ГДж/га і 3,1 – 6,9 т/га у.п.

Використання. Гірчаку сахалінському властивий незвичайний екзотичний зовнішній вигляд, тому його часто використовують для декоративних насаджень, що виконують функції зеленого паркану, куліс, або високого живоплоту в ландшафтній архітектурі.

Висока теплотворна здатність гірчака сахалінського, що майже дорівнює аналогічному показнику деревних рослин, робить його важливим джерелом альтернативної енергії. Стебла можна використовувати взимку як паливо, але їх переробка надто трудомістка.

Рослина відома як цінна овочева культура. Молоде, соковите листя гірчака має приємний кислуватий смак, що нагадує смак ревеню або щавлю, а тому з настанням весни його додають у перші вітамінні салати, варять з ним зелені супи і кисіль, готують повидло, а також використовують в начинках для випічки. Листки гірчака згодують домашнім тваринам, особливо кроликам.

Гірчак сахалінський відомий своїми фунгіцидними властивостями. Екстракти з його листя можна використовувати як засіб захисту рослин від деяких грибкових і бактеріальних захворювань (борошнистої роси, сірої гнилі).

Потужна коренева система рослини здатна поглинати з ґрунту солі важкі метали, тому його висаджують на ділянках зі значним рівнем забрудненості (на звалищах, в місцях акумуляції промислових відходів, у техногенних зонах).

Помічено, що навіть невелика частина стебла рослини, занурена у вазу зі свіжими квітами, значно подовжує строк їх свіжості, а воду зберігає чистою, тобто виконує антисептичну дію.

Морфологічні особливості культури. Гірчак сахалінський має горизонтально розташоване вузлувате *кореневище* з численними прикореневими паростками, завдяки чому він дуже швидко розростається. *Стебла* гречки зовні нагадують бамбук, Вони товсті (до 3 см в діаметрі), прямі, колінчасті й порожнисті всередині. Листя в гірчаку сахалінського дуже велике (довжина від 10 до 30 см і шириною до 25 см), блискуче, серцеподібної форми, з короткими черешками. Вони має насичений темно-зелений колір, завдяки чому рослина може стати прикрасою парку, саду чи іншої зеленої зони. *Суцвіття* – волоть. В жіночих рослин вони пониклі, із зеленкувато-білими квітами, в чоловічих – прямостоячі, білі. Квіти випромінюють тонкий медовий аромат і приваблюють медоносних комах. *Насіння* в гірчака тригранне, нагадує неочищену гречану крупу.

Фенологія. Перші сходи рослини появляються на початку травня, а вже в середині червня вони сягають 2 м і більше у висоту, приріст щодня складає біля 10 см. У серпні в пазухах верхніх листків з'являються короткі суцвіття. Фаза цвітіння триває близько 40 днів.

Управління формуванням продуктивності культури

Місце в сівозміні. Висаджувати сахалінську гречку слід лише на відмежованій ділянці, добре освітленій та зручній для своєчасного видалення молодшої парості. В іншому випадку рослина зможе добре вкоренитися, а її видалення потребуватиме в подальшому чималих зусиль.

Обробіток ґрунту. Підготовку ґрунту починати з луцення або дискування, внесення добрив та оранки з одночасним ущільненням.

Удобрення. Гірчак сахалінський надає перевагу збагаченому поживними речовинами, слабкокислому ґрунту з високим рівнем вологості. Ґрунт попередньо удобрюють і зволожують.

Садіння. Вирощування гречка сахалінська переважно вегетативним способом. Спочатку вирощують розсаду. Насіння висівають у березні або на початку квітня на відстані 10 см один від одного. Приблизно через два тижні з'являться перші сходи, які на початку червня необхідно висадити у відкритий ґрунт. Густина травостою 38 шт./м².

Захист посівів. Догляд за рослинами вимагає лише забезпечення своєчасного поливу та підживлення органічними (компост, перегній) чи комплексними добривами.

Збирання. До збирання біомаси енергетичної верби на енергетичні цілі приступають після закінчення періоду вегетації після обпадання листя, до початку нової вегетації. Зрізання пагонів проводиться на висоті 5–10 см від поверхні ґрунту. Вихід сухої січки зі стебел гірчаку сахалінського 103 кг/м³.

ЩАВНАТ

Rumex patientia L x *Rumex tianshanicus* A. Los.

Класифікація. Щавнат. *Rumex patientia* L x *Rumex tianshanicus* A. Los. Відноситься до родини гречкові (рис. 55).

У відділі нових культур Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАН України було створено нову багаторічну культуру – щавнат (міжвидовий гібрид щавлю шпинатного чи шпинату англійського зі щавлем тянь-шанським) (Rakhmetov, 2018).

Поширення та виробництво. Ця культура унікальна і поширена не тільки в Україні, а й далеко за її межами: в країнах СНД, у Китаї, Чехії, Південній Кореї. В Державний реєстр сортів рослин України наразі занесено три сорти щавнату: Румекс ОК-2, Бієкор-1 та Київський ультра, – які рекомендовано для вирощування в різних зонах України (Рахметов, 2021).

Хімічний склад. Рослина щавнату має унікальний вітамінний та амінокислотний склад. Навіть якщо його порівнювати зі шпинатом, щавнат має вищі показники, зокрема по аскорбіновій кислоті та інших мінеральних речовинах. Також він має високий білковий склад. Тобто сухої маси у листках у ранній фазі 35–45 %, а у кормовій стиглості цей показник знаходиться в межах 25–30 % – це рівень високобілкових рослин. Крім цього, кислотність усіх сортів щавнату у 2–3 рази нижча, ніж у щавлю кислого, тому щавель не всім рекомендацій. Щавнат можна використовувати у стравах замість шпинату, плюс його агротехніка набагато простіша, і врожай отримаєте значно раніше, ніж шпинату (Rolinec et al., 2018).

Використання. Культура придатна для комплексного використання як харчова, кормова, енергетична та лікарська рослина. До речі, у Китаї активно почали використовувати цю рослину як овочеву, адже швидко збагнули

потенціал та господарське значення цієї надзвичайно ранньої вітамінної культури відкритого ґрунту.

Щодо ранньостиглості у щавнату майже немає конкурентів у світі. Скажімо, в умовах України вже в кінці березня – на початку квітня, коли ще деінде лежить сніг, зелена маса рослини досягає 20–25 см (Рахметов та ін., 2021).

Щавнат відомий під назвою шпинат Утеуша є багаторічною культурою комплексного використання. Зокрема, як овочу, корму для худоби, енергетичної та лікарської рослини. Його рекомендують, в першу чергу, як вітамінну добавку при дефіциті вітамінів А і С. Листя містить багато заліза.

Натомість цією культурою став більше цікавитись фермерський сегмент, який орієнтується на нішові культури. Адже щавнат в овочевому контексті є унікальною культурою. Його унікальність полягає у ранньостиглості – за 5–6 днів після сівби вже маєте сходи, а незабаром і потрібну масу для овочевого використання, а також у багаторічності та високій урожайності – за достатньої кількості вологи можна отримати до шести урожаїв (укосів) на сезон.

Щавнат має важливе значення і для виробництва твердого біопалива, і активно сприяє оздоровленню ґрунтів, їх розсоленню, що дозволяє ввести в сільськогосподарський оборот тисячі гектарів землі (Рахметов, 2018).

Морфологічні особливості культури. Щавнат – це міцна рослина з великим листям. Коренева система – стрижнева, проникає на глибину 2 м. Стебло досягає висоти 2–2,5 м, а деякі сорти виростають і до 3 м. В перший рік вегетації сорти щавнату генеративних пагонів не утворюють, але формують потужну прикореневу розетку листків. Листки розетки великі, на довгих жолобчастих черешках. Коренева шийка першого року вегетації сягає 18–20 мм у діаметрі. Корінь стрижневий, розгалужений, заглиблюється на 1,5–2,0 м. Його маса – 110–130 грамів.

З другого і в наступні роки життя, навесні, одночасно з таненням снігу відбувається регенерація прикореневої розетки листків, і з бруньок відновлення, розміщених на кореневій шийці, розвивається від чотирьох до шести генеративних пагонів. Діаметр стебел біля основи становить 15–35 мм. У кінці вегетації вони сягають 190–250 см разом із суцвіттям. Волоть складається з 10–20 пагонів першого порядку, довжина її коливається від 70 до 130 см. Облистяність – 37–45 відсотків. Квітки дрібні, двостатеві, рожеві. Плід – тригранний горішок. Маса 1000 плодиків – близько 4,0–4,6 г, насіння – 2,5–3,6 г. Під час обмолочування достиглі плодови оболонки відокремлюються від світло-коричневих блискучих насінин.

Фенологія. Під час вегетації відзначають такі фенологічні фази: проростання, сходи, утворення листків, пагоноутворення, цвітіння, формування насіння, повна стиглість. Щавнат в перший рік вегетації високого врожаю не дає і погано росте під покривом інших рослин. У другій і наступні роки навесні регенерується прикореневій розетка листя, при цьому з бруньок відновлення, розташованих на кореневій шийці, розвивається від чотирьох до шести генеративних пагонів.

Управління формуванням продуктивності щавната

Місце в сівозміні. З метою раціонального використання площі щавнат доцільно вирощувати після проміжних культур – суріпиці озимої, ріпаку озимого, жита озимого, віко-вівсяної суміші, редьки олійної, які скошуються на біомасу, а в приватному господарстві – після зеленних культур, ранньої картоплі.

Обробіток ґрунту. Підготовку ґрунту необхідно починати з лущення стерні після збирання попередника, внесення добрив та оранки з одночасним ущільненням.

Удобрення. Під час сівби для баласту можна застосувати гранульовані мінеральні добрива – нітрофоску або нітроамофоску (у співвідношенні 1:2). Це дозволяє рівномірно висіти насіння, а надалі поживні речовини сприятливо впливають на вегетацію рослин. Використовуючи посіви щавнату протягом 5-6 років, доцільно вносити під оранку 40-60 т/га органічних добрив або ж мінеральні добрива з наступного розрахунку діючої речовини: азот – 90-120 кг/га, фосфору – 60-90 кг/га і калію – 90-120 кг/га.

Восени в кінці вегетації операцію обов'язково слід повторити і внести фосфорно-калійні добрива: 40–45 кг/га фосфору і 45–50 кг/га калію. З урожаєм надземної маси 10 т в фазах бутонізації та цвітіння щавнат виносить 41–43 кг азоту, 25–27 кг фосфору, 43–47 кг калію і 28–32 кг кальцію. Після переорювання 3–4 -річних плантацій в ґрунті залишається 35-40 т/га органічних залишків, що містять близько 2200 кг азоту, 1400 кг фосфору і понад 1000 кг калію (Рожко та ін., 2021).

Сівба. Найбільш раціональний спосіб сівби – широкорядний. Вирощуючи щавнат як овочева рослина або на зелений корм і силос, доцільно з міжряддя 45 см, на насіння – 70 см. На енергетичні цілі щавнат можна вирощувати з міжряддями 25-30 см. Це дещо ускладнює догляд за рослинами, але дозволяє формувати максимальну густоту стебел на одиницю площі (в енергетичному плані стебла використовуються на тверде паливо, листостеблова маса – на біогаз). Сіяти щавнат можна з ранньої весни і до кінця червня. Оскільки щавнат доцільно вирощувати після проміжних культур, які скошуються на зелений корм, оптимальний термін його висіву – червень.

Висівати можна свіжозібрані насіння, так як вони не мають періоду спокою. Глибина загортання насіння – 1,5-2,5 см. За оптимальних умов сходи появляються на 6-8 добу після сівби. До і після сівби ґрунт необхідно ущільнювати. Оптимальна норма висіву насіння – 5-6 кг/га. Для сівби можна використовувати овочеві, бурякові і селекційні сівалки, на невеликих площах - ручні сівалки (також можна сіяти вручну).

Захист посівів. Після кожного скошування рослин потрібно рихлити ґрунт у міжряддях. Щавнат стійкий до хвороб і шкідників. В окремі роки восени деякі листи можуть пошкоджуватися антракнозом, при цьому вони буріють і сохнуть. У період вегетації іноді листя пошкоджуються листоїдами і буряковим довгоносиком.

Збирання. Насіння збирають прямим способом при високому зрізі у фазі повної стиглості. Саме тоді на рослинах повністю висихають листя і стебла. Насіння підсихає та має вологість не вище 20%. Після обмолоту насіння негайно очищають від інших домішок і залишків і підсушують до нормальної вологості (8-10 %).

КОЗЛЯТНИК *Galega orientalis L.*

Класифікація. Козлятник належить родини бобових *Leguminosae*, походить із центральної та південної Європи, західної Азії та тропічної східної Африки. Рід нараховує 6-8 видів (рис. 56)

Поширення та виробництво. Галега, також відома як козлятник східний, є багаторічною кормовою бобовою культурою зі скандинавських країн. Вона перевершує люцерну за виходом сухої речовини, якістю корму, придушенням бур'янів, зимостійкістю та стабільністю урожаю. Козлятник східний здебільшого можна зустріти на родючих ґрунтах, зрідка на бідних суглинках.

Хімічний склад. Вміст протеїну на початку цвітіння рослин перевищує (на суху речовину) 32 %, білка – 20, жиру – 3, клітковини – 31, безазотних екстрактивних речовин – 42, попелу – 10%, каротину – 50–60 мг/100 г, аскорбінової кислоти – 500–900 мг/ 100 г. Перетравність корму в зазначений період становить: протеїну до 76%, білка – 75, жиру – 55, клітковини – 51, безазотистих екстрактивних речовин – до 81%. У 100 кг зеленої маси міститься до 28 кг кормових одиниць, а на одну кормову одиницю перетравного протеїну припадає до 158 г. Це свідчення вдалого поєднання в кормі компонентів поживних сполук та високої їх цінності.

Використання. Рослини козлятнику можна використовувати комплексно – на зелений корм, силос, сінаж, трав'яне борошно. Важливо, що вони не втрачають листя та зеленого забарвлення під час збирання насіння. Це дає змогу використовувати відходи (солону та полови) як цінний корм під час осінньої відгодівлі свиней та великої рогатої худоби, що здешевлює виробництво тваринницької продукції. Це медонос – забезпечує бджіл взятком у травні – червні з насінних площ протягом 25–30 днів, а на фуражних площах – по 10–20 днів з кожного укусу.

Важлива роль козлятника східного в охороні навколошнього середовища. Азотофіксація бульбочковими бактеріями з повітря дає можливість знизити норму мінерального азоту, що екологічно вигідно, оскільки тонна білка, фіксованого бактеріями, наполовину дешевша від такої ж кількості білка, засвоєною рослинами з азоту мінеральних добрив. Крім того, азот, що нагромаджується біологічним шляхом, абсолютно нешкідливий, тим часом, як азот ґрунту у вигляді нітратів, нагромаджуючись у надлишковій кількості в

рослинах, що використовуються на корм тваринам, викликає у них розлади органів травлення, знижує продуктивність і якість одержуваної продукції.

Оцінено також енергопотенціал використання соломи козлятника східного як сировини для виготовлення твердого палива: із зібраної з 1 гектара маси можна отримати 75,8 гікакалорій енергії.

Морфологічні особливості культури. За типом *кореневої системи* козлятник належить до стрижнекорневих рослин, що формують кореневище. Коренева система могутня, проникає у ґрунт на глибину 50-135 см. За сприятливих умов він буйно розростається, часто сягає заввишки 2 м, має потужну кореневу систему, яка проникає в ґрунт до 50-70 см. На корінні однієї рослини налічують до 1500 бульбочкових бактерій різної форми й розміру.

Стебла куща прямостоячі, висотою 80-150 см, трубчасті, з неглибокими борозенками, на стеблі є 6-12 міжвузлів. У міжвузлях одного стебла розташовується 8-13 великих складних непарно-перистих листків довжиною 15-30 см.

Листки складаються з 9-15 листочків яйцевидної форми в нижньому ярусі та продовгувато-яйцевидної – у верхній. Довжина листочка 4-6 см і ширина 2-5 см. Листки неопушені, ніжні, темно-зеленого кольору з округлими світло-зеленими прилистниками. Жилкування листків сітчасте. Черешки нижніх листків мають довжину 3-15 см, верхніх – 1-5 см.

Суцвіття – китиця. На генеративному стеблі формується 3-4 (інколи до 20) суцвіття. У кожній китиці на квітконіжках розміщується 20-70 квіток. Квітки бувають різного кольору – фіолетового, синьо-фіолетового, світло-рожевого і білого.

Плід – біб. Довжина бобів 2-4 см. Забарвлення плодів від бурого до темно-коричневого. В одному бобі формується 3-6 насінин. Насіння велике, ниркоподібне, довжиною 3-4 мм. Маса 1000 насінин 8-9 г.

Фенологія. Через 8-15 діб після сівби на поверхні ґрунту з'являються сім'ядолі. Перший справжній листок у козлятнику східного округлий, цілнокрайній, завдовжки 1,2-1,5, завширшки 1,0-1,4 см, другий – двійчастої трійчастоскладний. Третій і четвертий листки за будовою не відрізняються від двох попередніх, але вони значно більші. У цей час рослини вступають в період інтенсивного росту надземних пагонів і у фазі четвертого справжнього листка починають утворювати бокові пагони. При цьому зміцнюється коренева система рослин, зростає кількість бульбочкових бактерій на ній. Рослини сягають заввишки 15-18 см. Цей період триває 18-19 діб. Молоді рослини в цей час характеризуються інтенсивним ростом бокових стебел першого й другого порядків. Для успішної зимівлі рослин необхідне формування зимуючих бруньок і корневих паростків, тобто не менше 100-120 діб активного росту. Якщо вегетаційний період вкорочений через пізній посів, рослини можуть не витримати морозів і загинути. Наприкінці вегетації висота травостою сягає 60-80 см, його краще скосити.

Управління формуванням продуктивності культури

Місце в сівозміні. Галега найкраще родить на глибоких, глинистих і добре осушених сипких ґрунтах, хоча цю культуру можна вирощувати на різноманітних ґрунтах. У трохи кислому, осушеному ґрунті галега теж добре росла. Ця культура добре росте на полях після стерневих злакових культур. Бур'яни на таких полях складають меншу конкуренцію рослині.

Обробіток ґрунту. Підготовку ґрунту необхідно починати з лущення стерні після збирання попередника, внесення добрив та оранки з одночасним ущільненням.

Удобрення. При сівбі слідуйте рекомендаціям відповідно до вмісту фосфору та калію в ґрунті (як і для люцерни). Крім того, застосовуйте 45 кг азоту на гектар (20 кг якого повинні надходити з сульфату амонію в перший рік, а решта — з сечовини) та 1 кг бору на гектар. З другого року збільшіть частку азоту з сульфату амонію до 30 кг натрію на гектар (із загальної кількості 45 кг азоту на гектар). Сульфат амонію компенсує потребу галеги в сірці.

Сівба. Галегу треба сіяти безпосередньо в ґрунт, щоб утворився гарний контакт насіння з ґрунтом в розрахунку 25 кг/га. Однак більш висока щільність насіння 35 кг/га може дати кращий результат в довгостроковій перспективі (на полях, призначених для вирощування цієї культури більше 5-6 років). Сіяти треба рано навесні на глибину 6-12 мм на глинистих і суглинкових ґрунтах і на глибину 12-18 мм на піщаних ґрунтах. Якщо є інокулянт (*Rhizobium galegae*) доцільно обробити насіння перед сівбою. Галега повинна вирощуватися окремо від інших рослин, оскільки в рік посіву вона не може добре конкурувати з іншими рослинами (включаючи бур'яни); особливо на ранніх стадіях зростання.

Захист посівів. На ранньому етапі росту галега може погано конкурувати з бур'янами, але ця здатність покращується з ростом культури. Для боротьби з бур'янами при вирощуванні галеги не треба використовувати гербіциди. Використовуйте запобіжні заходи, наприклад, сійте 25-35 кг/га на полях, де минулого року вирощувались ярі зернові культури, та уникайте висіву на сильно удобрених полях. Пам'ятайте, що гній може містити насіння бур'янів. З іншого боку, галега дуже конкурентоспроможна і може пригнітити бур'яни.

Збирання. Завдяки своєму відносно ранньому початку відростання навесні, галега готова до збирання врожаю за тиждень перед люцерною, коли з'являється кілька квіток, що цвітуть (як правило, у другий тиждень червня). Галега краще, ніж люцерна, зберігає листя після збору та сушіння для сіна. Вихід урожаю сухої речовини при першому зрізанні становив 55%, при другому 45% (як у люцерні). Для правильного розвитку рослин збирання врожаю заборонене в рік висіву.

СИЛЬФІЙ ПРОНИЗАНОЛИСТИЙ

Silphium perfoliatum L.

Класифікація. Нова багаторічна рослина в систематиці вищих рослин рід *Silphium* відноситься до відділу *Angiospermatophita*, класу *Magnoliopsida*, підкласу *Asteridae*, порядку *Asterales*, родини *Asteraceae* (айстрових) (рис. 57)

(Панкова, 2020).

Поширення та виробництво. Сильфій пронизанолистий – перспективна багаторічна кормова культура, яка у природних умовах росте в американських преріях і в Канаді. В Європу її завезли у XVIII столітті як декоративну рослину. У ботанічних садах Чернівецького та Львівського університетів сильфія росте понад 60 років. Ця рослина часто зустрічається у вологих місцях центральної частини північноамериканських високотравних прерій, а також біля південних кордонів Східної Канади, переважно по берегах річок і озер. Рослина має значну пластичність і може вирощуватися в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Сильфій добре росте на Півночі і Півдні, на Заході і Сході. Рекордну врожайність одержали в Киргизькому НДІ землеробства на зрошенні: 238,9 т/га – і без зрошення – на Кіцманській сортоділянці Чернівецької області: 143 т/гектар (Рахметов, Рахметова, 2021).

Хімічний склад. У сухій масі сильфію достатня кількість зольних елементів – близько 2 % кальцію і до 0,8 – фосфору. Забезпеченість вітамінами також висока. Аскорбінової кислоти в листках рослини в два рази більше, ніж у стеблах – 31-33 мг %. Максимум каротину в стеблах накопичується в фазу цвітіння – 30-60 мг %, а у листках – від 50 до 100 мг % (до сухої речовини). Велика кількість кормових одиниць характерна для фази плодоношення (від 0,20 до 0,22 кг на 1 кг зеленої маси), але вміст протеїну в цей період знижується до 7 % (Лопушняк, Грицуляк, Джус, 2021).

Використання. Сильфій – культура різнобічного господарського використання. Він може використовуватись як кормова, декоративна та медоносна культура. Після цієї культури на полях залишається значна кількість післяукісних і післяжнивних решток. Завдяки низькому вмісту клітковини та великій кількості вітамінів зелена маса цієї рослини є цінною сировиною для заготівлі вітамінного трав'яного борошна, яке за якістю не поступається борошну із бобових трав (Тараріко та ін., 2018).

З гектару можна отримати до 200 ц сухої речовини, яке потім може безпосередньо силосуватися. Після завершення силосування вихід метану, згідно ряду експериментальних досліджень, становить 280 стандартних літрів метану на кілограм сухої речовини (Слюсар та ін., 2017).

Завдяки низькому вмісту клітковини та великій кількості вітамінів зелена маса цієї рослини є цінною сировиною для заготівлі вітамінного трав'яного борошна.

Морфологічна особливість культури.

Коренева система – стрижнева.

Стебла прямостоячі, порожні, у розрізі переважно квадратні, зустрічаються шести- і восьмикутні, круглі, еліптичні, опушені, ясно-зелені. Кожне стебло складається з 8-12 міжвузлів, вузли на відстані 20-30 см. Сильфій утворює потужний куц із 8-10 пагонів, висотою 200-400 см.

Стеблові **листки** великі, видовжені, яйцеподібно-трикутні, 30-35x20-25 см, із зазубреними краями, без черешкові, сидячі, зрослі попарно супротивно на вузлах стебла, як би стеблом пронизані. Кількість їх, залежно від розвитку

стебел, 8-12 пар. Листова пластинка дельтовидна або широкоовальна, великозубчата, у довжину досягає 30 см, завширшки – 15. Нижні стеблові й розеточні листи на довгих черешках. На кінцях квітконосних пагонів розташовані дрібні суцвіття, багаточисельні кошики діаметром 4-6 см.

Обгортка *суцвіття* висотою 12-25 см, напівсферична, зовнішні приквітники широкі яйцеподібні, розсічені але краям. Кошиків на стеблі 16-20. Діаметр кошиків, під час цвітіння досягає 1, 5-2,5 см. Променів 20-30 шт., довжиною по 15-35 см.

Плід – двокрила сім'янка, коричнева, подовжено-яйцеподібна, пристосована в природних умовах до видування й розкидання за допомогою криловидних відростків за межі куща. Сім'янка складається з околоплодника й насіння. Маса 1000 сім'янок 19–24 г.

Фенологія. Сільфій пронизанолистий як багаторічна рослина в перший рік життя формує розетку з 12 великими листками подовжено-еліптичної форми. В окремі роки з тривалою теплою осінню їх кількість збільшується до 25. До кінця літа і восени активно формуються бруньки відновлення, тобто закладається основа майбутніх високих врожаїв. Тому в перший рік життя небажано скошувати надземну масу, оскільки це позначається на життєдіяльності та продуктивності рослин в наступні роки. У перший рік життя догляд за рослинами повинен бути особливо ретельним. На другому році життя рослини відростають рано навесні, формують розетку листя, а потім починається ріст стебла. У третій декаді травня досягають висоти 120-150 см. Цвітіння рослин починається в кінці червня і триває до заморозків.

Управління формуванням продуктивності сільфію

Місце в сівозміні. З урахуванням тривалого використання посівів сільфії культуру доцільно висівати поза сівозмінами. Кращі попередники – просапні культури, озимі та ярі зернові. Зважаючи на довгостроковість використання та високий показник винесення поживних речовин з урожаєм, ґрунт потрібно щедро заправити добривами.

Обробіток ґрунту. Під розсадник виділяють захищену від вітрів, чисту від бур'янів ділянку землі, удобрюють. Зяблеву оранку на 25–27 см слід провести якомога раніше, щоб до осені встигнути знищити пророслі бур'яни боронами чи культиваторами. Для рівномірного загортання насіння перед висіванням пускають котки.

Удобрення. Гній та фосфорні й калійні мінеральні добрива треба загорнути під час зяблевої оранки, азотні – внести під культивацію. Сільфій потребує мінімального удобрення. Досить удобрювати енергетичну культуру один раз на рік, бажано навесні, дигестатом після біогазової установки, в разі наявності такої. Такий підхід дозволяє утримувати рівень забруднення навколишнього середовища в допустимих межах. Крім того, ця культура добре росте на похилих, схильних до ерозії полях і під час будівельних робіт (Лопушняк, Грицуляк, 2020).

Сівба. Перед висіванням насіння очищають від баласту. Перевагу треба віддати осінньому терміну сівби. При весняних строках посіву насіння повинне

пройти стратифікацію у вологому піску або тирсі (співвідношення 1:1 або 1:2) впродовж 40-50 днів при температурі від 0 ° С до -2 °С.

Сіють гніздовим способом за схемою: 60х60, 70х70 або 70х35 см. Глибина загортання насіння 2,5-3 см. У кожную лунку сіють не більше 4 шт. насіння. Норма витрати насіння 8-10 кг/га.

При вегетативному розмноженні восени викопують кореневища трьох-, чотирьох-, п'ятирічних рослин, ділять на посадочні одиниці з тим, щоб в кожній було неменше 4-5 бруньок відновлення і висаджують неглибоко, дотримуючись тієї ж самої схеми посадки. Сівбу проводять восени (за 10-15 днів до замерзання ґрунту) з міжряддями 45 або 60 см. Навесні поле потребує догляду, який зводиться до своєчасних прополок і розпушування міжрядь. Зазвичай з 1 м² розсадника можна отримати розсади для 20 м² площі. Розсада до моменту висадки повинна бути у віці 55-60 днів. Найкращий термін – III декада червня. Схема посадки така ж, як при насіннєвому і вегетативному розмноженні (Турчина та ін., 2021).

Захист посівів. На сильно забур'яненних полях рослини першого року життя розвиваються погано. Особливо пригнічують молоді рослини сільфії лобода, щиряця, вівсюг, мишії, півняче просо. В цьому разі потрібно вдатися до хімічних заходів боротьби з бур'янами. Починаючи з другого року життя, рослини добре ростуть, змикаючись у міжряддях, і таким чином пригнічують бур'яни. Завдяки цій здатності посіви сільфій завжди чисті.

Стійкість до шкідників: на даний момент сільфій демонструє високий ступінь стійкості до хвороб і шкідників. Він також дуже популярний серед мисливців і фермерів, оскільки не приваблює диких кабанів. Кабани уникають цієї рослини через їх волохате листя і стебла.

Збирання. Збирання насіння розпочинають, коли досягає 70–75 % кошиків третього порядку. Саме тоді вони мають найвищу якість і найбільш виповнені. Пряме комбайнування насінників можливе після обробки їх десикантом на основі дикват іону в нормі 2,5–3,0 л/га на 500 л води.

Хатьма тюрингська (Лаватера) *Levatera thuringiaca* L.

Класифікація. *Levatera thuringiaca* L. Рід Лаватера (*Lavatera*) Багаторічна трав'яниста сіроповстиста рослина родини мальвових (рис. 59).

Це досить високі рослини з міцним прямим стеблом, на якому по черзі розташовуються великі, прості, лопатеві, злегка опушені листя. Великі воронкоподібні квітки, як правило, рожевого кольору, але бувають і жовті, і пурпурні; утворюють суцвіття у вигляді кистей на кінцях пагонів.

Поширення. Лаватера тюрингська росте по всій території України на схилах і горбах, у лісах, на відкритих місцях і по чагарниках.

Значення. За фармакологічними властивостями лаватера тюрингська близька до алтеї лікарської. Вона має обволікаючу і протизапальну властивість. У народній медицині відвар коріння приймають всередину при простуді, кашлі,

охриплості голосу, проносах та інших шлунково-кишкових захворюваннях. Холодний настій коріння лаватери використовують у медичній косметичці як протизапальний засіб при себорейному дерматиті обличчя й запалених вуграх. При ревматичних і невралгічних болях натираються маззю з сухого листа рослини. Свіже подрібнене листа прикладають до фурункулів, виразок, лишайів, гнійничкових уражень шкіри.

Хімічний склад. Корені містять значну кількість слизистих речовин, а листа - аскорбінову кислоту (до 205,9 мг%).

Морфологічні особливості культури.

Стебло пряме, просте або у верхній частині розгалужене, 50-200 см заввишки.

Листки довго черешкові, чергові; нижні - кутасто п'ятилопатеві, верхні 3-7-лопатеві.

Квітки великі, 5-пелюсткові, в китицевидно волотевому суцвітті; пелюстки яскраво рожеві, обернено трикутні, на третину вирізані.

Плід — з численних, розміщених кільцем, плодиків — сім'янок. Цвіте у червні — вересні.

Управління формуванням продуктивності сільфію

Сівба. В областях з теплим кліматом висів лаватери у відкритий ґрунт проводять в останні дні квітня, перші — травня. Спочатку готують ділянку, для цього під перекопування вносять в ґрунт на 1 м² 1 відро перегною або компосту і 100 г нітроамофоски. Після цього ґрунт слід розрівняти і зробити в ній сантиметрової глибини борозенки, які треба пролити теплуватою водою. В них треба висіяти сухе насіння, які засипають почвосмесью, що складається з перегною і садового ґрунту (1:1). Потім посіви треба зверху накрити плівкою, яка обов'язково повинна бути прозорою. Перші сянці найчастіше з'являються через 7 діб. Після того, як висота рослинки досягне 5 см, плівку треба буде прибрати, прорідити посіви, а також провести розпушування ґрунту з невеликим підгортанням. У тому випадку, якщо до висіву лаватери у ґрунт було внесено добрива, то після того як буде прибрано укриття, треба підгодувати сянці. Для цього рекомендується використовувати комплексне мінеральне добриво.

Розсада. Через розсаду лаватеру рекомендується вирощувати в тому випадку, коли є бажання наблизити час цвітіння. Якщо висадка розсади запланована на травень, то висів насіння рекомендується зробити в перші дні березня. Для висіву слід підготувати ящики, на дні яких потрібно обов'язково зробити хороший дренажний шар, а заповнити їх необхідно покупної почвосмесью для розсади. Після субстрат проливають теплуватою водою і висаджують сухі насіння на глибину не більше 10 мм. Ємності треба накрити плівкою або склом. Не забувайте своєчасно прибрати конденсат з укриття і поливати посіви. Приблизно через 15 діб можна буде побачити перші сходи. Їм необхідно дуже хороше освітлення або підсвічування, так як при нестачі світла рослини надміру витягуються і стають тоненькими. Після того, як розсада трохи

підросте, треба буде зняти укриття. Догляд за розсадою зводиться до систематичного поливу і регулярного повертання ящички навколо своєї осі, це допоможе сіянцям розвиватися рівномірно.

Висаджувати розсаду рекомендується тільки після того, як нічні заморозки залишаться позаду. Якщо в регіоні зими теплі, то висадку можна провести вже в останні дні квітня. У регіонах з морозними зимами таку процедуру краще відкласти до останніх днів травня.

Висаджуючи лаватеру, фахівці радять використовувати схему 20х25 сантиметрів. Це відстань між кущиками і рядками буде оптимальним для нормального росту і розвитку рослин.

Особливості догляду. Поливати кущі лаватери слід тільки тоді, коли це необхідно. Незважаючи на те, що такі квіти вважаються стійкими до посухи, вони все одно мають потребу у воді. При тривалій посухи та спеки полив потрібно здійснювати 1 раз на 7 днів, при цьому на 1 великий кущик слід брати 20-30 л води. Якщо ж літо не посушливе, то тоді полив може бути і більш рідкісним. Якщо кущики великі і розлогі, то їх обов'язково треба підв'язувати до опори, для того щоб вони виглядали більш компактно. Грунт біля кущиків треба припинити розпушувати після того, як висота квітів буде близько 100 сантиметрів, справа в тому, що під час цієї процедури, можна сильно травмувати систему коренів, яка розташовується поверхнево. Перше підживлення рослин треба зробити після того, як вони адаптуються після висадки у відкритий ґрунт, для цього використовують розчин, що складається з 50 г сечовини і такої ж кількості нітрофоски, які розчиняють у відрі води. У тому випадку, якщо під час перекопування ділянки ви внесли в ґрунт необхідні добрива, то перше підживлення таким рослинам не потрібна. Друге підживлення проводиться на початку бутонізації, при цьому на 1 великий кущик береться відро води, в якому розчиняється по 50 г сульфату калію і сульфату натрію.

Збір насіння. Коли квітки повністю зів'януть, на тому місці, де вони росли, можна буде побачити сформовані коробочки зеленого кольору. Слід почекати, поки вони повністю дозріють. Зрілі насіння знаходяться тільки в висохлих коробочках, які забарвлені в коричневий колір. Збір насіння припадає на початок вересня. На зберігання насіння поміщають у пакетик з паперу або в полотняний мішечок.

СОРГО БАГАТОРІЧНЕ (трава Колумба)

Sorghum alnum Parodi

Класифікація. Сорго (Sorghum) — рід одно- та багаторічних рослин родини тонконогових (Poaceae), що охоплює до 50 дикоростучих і культурних видів, поширених переважно у тропічних і субтропічних країнах (рис.60)

Використання. Сорго — хлібна, технічна і кормова рослина. Зерно і зелену масу використовують на корм великій рогатій худобі. Солома використовується як сировина для виробництва паперу, картону, плетених виробів, віників, нею

вкривають дахи, використовують на паливо, для загорож. З сухих стебел деяких видів отримують червону фарбу для обробки шкір.

Хімічний склад. Зерно містить 61-68 % крохмалю, 7,8-16,7 % білка, 1,7-6,5 % жиру. З нього виробляють борошно, крупу, спирт, крохмаль та інше. Із стебел цукрового сорго (містить до 18 % цукру) отримують патоку (сорговий мед).

Морфологічні особливості культури.

Коренева система потужна, проникає на глибину 2-2,5 м.

Стебло прямостояче, заввишки від 0,5 (карликові форми) до 7 м (тропічні форми), сухе при дозріванні (у більшості сортів зернового і віничного сорго) або соковите (у цукрового сорго). Рослини зернового сорго розвивають кілька стебел.

Листкова пластинка ланцетоподібна з гострими краями.

Суцвіття — прямостояча, розлога, поникла або зігнута волоть завдовжки 10-70 см (інколи більше).

Зерно звичайно овальної або яйцеподібної форми, плівчасте або голе, білого, рожевого, червоного, жовтого забарвлення; маса 1000 зерен 5-32 г.

Управління формуванням продуктивності сільфію

Попередники – ранні зернові. Сорго відрізняється легкою пристосованістю до ґрунтових і кліматичних умов, теплолюбне, посухостійке, добре переносить підвищену концентрацію солей в ґрунті. Як багаторічник його можна розміщувати поза сівозміною. Доцільно багаторічні плантації закладати на схилах, де протипоказані щорічні посіви.

Удобрення. Під зяблеву оранку потрібно вносити органічні (20 т/га) та фосфорно-калійні добрива (P₄₅K₄₅), перед сівбою навесні — азотні (N₄₅). Висівати зерно доцільно у вологий ґрунт. Перед сівбою верхній шар обов'язково потрібно ущільнити кільчасто-шпоровими котками.

Обробіток ґрунту. У зоні достатнього зволоження на забур'яненних полях ефективний напівпаровий обробіток ґрунту. Після ранніх попередників (зернових, зернобобових) ґрунт слідом за збиранням дискують на глибину 6-8 см. Вносять мінеральні та органічні добрива і проводять оранку на глибину 27-30 см. Через два-три тижні проводять поверхневий обробіток для знищення сходів бур'янів за допомогою культиватора, дискової борони, важких борін чи інших знарядь. Обробітки повторюють в міру появи другої, третьої хвиль сходів бур'янів. Після пізніх попередників (буряк, багаторічні трави, кукурудза) важливо задискувати поля важкими боронами для доброго подрібнення рослинних решток. Сорго добре реагує на глибоку зяблеву оранку.

Сівба. Сіяти траву Колумба потрібно з другої декади квітня до першої декади травня. Глибина загортання насіння — 20–30 мм. На зелений корм, сіно, насіння сорго сіють широкорядним способом на глибину 45 або 70 см. Можливий і звичайний рядковий висів трави Колумба. Норма — 20–25 кг на гектар.

Догляд. У перший рік життя до змикання рядків сорго багаторічне потребує догляду. На посівах розпушують ґрунт і знищують бур'яни. Під час останнього міжрядного обробітку восени вносять фосфорно-калійні добрива із розрахунку 60 кг/га діючої речовини. На другий і в наступні роки догляд за посівами незначний. Рано навесні посіви боронують, потім розпушують міжряддя. В цей самий час їх підживлюють азотними добривами (N₆₀).

Збирання. Збирання насінників проводять прямим комбайнуванням на високому зрізі або двохфазним методом у кінці воскової стиглості, до осипання насіння. Після збирання насіння посіви використовують на траву чи сіно протягом чотирьох років. Трава Колумба має важливу позитивну якість: не скошений до початку осені травостій висихає в полі на корені. Потім, за потреби, його збирають як сіно в будь-який зручний час.

ШВИДКОРОСЛІ ДЕРЕВНІ РЕСУРСИ

ВЕРБА ПРУТОВИДНА

Salix viminalis L.

Класифікація. Верба прутовидна *Salix viminalis L.* роду *Salix L.* (рис. 61). вказує на існування в природній дендрофлорі України 25 видів. Типові для України, автохтонні представники роду *Salix L.* поширені по всій території країни. Незважаючи на широке різноманіття едафічних, орографічних та кліматичних факторів ареали деяких видів охоплюють Карпати, зону Полісся та Лісостепу, плавні Дніпра з материковими і заплавами пісками. Верба утворює асоціації на підтоплованих, болотяних ґрунтах, завдяки чому може широко культивуватися на землях несільськогосподарського призначення, а також на таких територіях де традиційні сільськогосподарські культури є менш продуктивними.

Верба здавна відома як рослина, що використовується для закріплення берегів. Кора та деревина верби є матеріалом для виготовлення плетених виробів (меблів, кошків, рибальських снастей) та отримання біологічно активних сполук: саліцину, флавоноїдів, дубильних речовин.

Поширення. В Швеції, за даними на 2000 рік, площі, відведені під плантаційне насадження верби збільшилися з декількох гектарів до 17000, а на 2015 р. до 20000 гектарів. Через 3 роки частка швидкоростучих порід дерев (верби і тополі) в енергетичному балансі США може становити понад 15%.

Управління формуванням продуктивності сільфію

Плантаційне насадження верби прутовидної для вирощування енергетичної сировини має густина насадження – 10000-20000 живців на гектар, залежно від ґрунтових умов й розмірів рослин, як кінцевого продукту. Живці висаджуються

на підготовлених площадках, звільнених від бур'янів. Верба – багаторічна рослина з 3-4-річним циклом. З однієї посадки збирають 7-8 врожаїв сировини.

Верба прутovidна має характеристики, що дозволяють вважати рослину високоефективним джерелом твердого біопалива. Згідно досліджень Фучило, Сбитна, Деркач, продуктивність однорічної лози клону верби прутovidної, відібраного у заплаві р. Тетерів складає 39,1 м³/га, або 33,6 т/га, що еквівалентно 415 ГДж/га енергії, зв'язаної у біомасі. Розрахована кількість енергії вказує на значний енергетичний потенціал даної сировини, така кількість енергії може замінити використання 17 т біогазу, або 38 т торфу 40-% вологості.

Багаторічність, дифузно-мичкувата коренева система, швидкий ріст, що характеризується високим щорічним приростом біомаси, легкість вегетативного розмноження, широка генетична база, короткий цикл розмноження, стійкість до забруднення важкими металами до кислих ґрунтів, високий фітореMediaційний потенціал, толерантність до щільного насадження вказують на перспективність використання верби прутovidної для вирішення ряду екологічних проблем та для забезпечення населення новим безперервно відновлювальним альтернативним джерелом твердого біопалива.

Просо прутоподібне *Panicum*

Класифікація. Просо прутоподібне (*Panicum Virgatum* L.) – рід однорічних трав'янистих рослин родини *Тонконогових (Poaceae)* (рис. 62).

Поширення та виробництво. В останні роки екологічні проблеми планети спонукають людство знаходити нові джерела енергії. Тому все більше уваги приділяється відновлювальним ресурсам – енергії води, вітру та вирощуванню біоенергетичних культур, що використовуються для виробництва біопалива. Україна при значному потенціалі для розвитку біоенергетики все ще відчутно відстає за показниками від європейських країн. Окремі з яких вже досягли заміщення 40% викопних видів палива на біологічні в той час як Україна виробляє всього 3,5 % від загального обсягу спожитої енергії.

Однією з перспективних високопродуктивних культур для виробництва біопалива є просо прутоподібне (*Panicum virgatum*L.) – англійська назва культури «свічграс» – одне із різновидів північноамериканської високої трави, найбільш поширене в Мексиці, країнах Центральної Америки вздовж 55° північної довготи (Петриченко, Герасименко, Гончарук, 2011).

Використання. Досить придатною сировиною для виробництва біопалива є багаторічні злакові культури, однією із яких є просо прутоподібне, або свічграс.

Просо відноситься до культур, які є кономічно вигідними для промислового виробництва біопалива у США. Як було зазначено, кукурудза містить майже стільки ж енергії, скільки витрачається її вирощування (Мороз, Смірних, Курило, 2011). У той же час просо містить у 5 разів більше енергії, ніж потрібно для його вирощування та доопрацювання в біоетанол. Вихід біоетанолу з прутоподібного проса становить 2,0-3,0 т/га, що не поступається кукурудзі.

Морфологічні особливості культури. Це прямостояча теплолюбна рослина, яка відноситься до групи (С4) і схожа на кущовий злак, досить витривала в умовах посухи та високої температури культура із глибокопроникною (до 2,5 м) мичкуватою кореневою системою, що дає змогу рослинам витримувати короткострокові затоплення. У висоту свічграс досягає 2,5–3,0 м. Щільність кореневої системи цього виду проса у поверхневому 15-сантиметровому шарі вдвічі більша, ніж у люцерни, та втричі – ніж у кукурудзи. Рослина має червонуваті прямостоячі стебла, які досягають 0,5-2,8 м у висоту. Суцвіття – відкрита волоть довжиною 15-40 см.

Характерна особливість – білий пух на місці виходу листка зі стебла, має відносно мале насіння з високим рівнем стану спокою, особливо відразу після збирання. Рослини теплого сезону, такі як просо прутоподібне, мають панікоїдну морфологію сходів. Мезокотиль (який також має назву міжвузловий субколеоптіль) витягує і пригнічує маленькі колеоптилі до поверхні ґрунту, розміщуючи таким чином стебловий вузол якраз над поверхнею і інколи на поверхні ґрунту (ця особливість полегшує розпізнавання сходів на полі). Вторинні (другого порядку) корені відходять від стеблового вузла за умови наявності вологих умов впродовж декількох днів.

За низької вологості верхнього шару ґрунту вторинні (другого порядку) корені не будуть відростати від стеблового вузла, тому розвиток рослин залежатиме від первинного кореня та можливості надходження води і поживних речовин через мезокотилі. Оскільки можливість надходження води та поживних речовин через мезокотиль незначна, це обмежує самосів. Ще одним негативним наслідком є схильність до вилягання сходів через тонкий мезокотиль та можливість його зламу.

Насіннева продуктивність проса прутоподібного залежить від водноповітряного, світлового і температурного режимів ґрунту. В оптимальних умовах зволоження кущіння злаків різко підвищується. Глибина залягання вузла кущіння залежить від температури, фізичних властивостей ґрунту, інтенсивності освітлення посівів, особливостей сорту тощо. Її можна регулювати застосуванням відповідної агротехніки, під час підгортання рослин, як правило, збільшується глибина залягання вузла кущіння. Вузол кущіння розташований на глибині до 5 см. З нього під гострим кутом виходять бічні пагони, утворюючи на поверхні ґрунту пухкий кущ.

Повітряний режим регулюється розпушенням ґрунту в міжряддях, щільованням і поверхневим осушенням перезволожених ділянок. Умови освітлення визначають перехід злаків до фази плодоношення. Режим освітлення можна покращувати, регулюючи густоту стояння рослин в посівах напрямком рядків і шириною міжрядь.

Температурний режим суттєво впливає як на збереження сходів злаків, так і на їх перехід від кущіння до наступних фаз розвитку. Насіння проса прутоподібного починає проростати за температури не нижче +6-8 °С, але дружне проростання спостерігається під час прогрівання ґрунту до +15-16 °С. Якщо в період проростання температура знижується до +8-9 °С, сходи

з'являються тільки через 15-18 днів. Сходи витримують незначні заморозки до -2 °С, а за температури -3–5°С здебільшого гинуть або сильно пошкоджуються. Дуже шкідливою для сходів проса прутоподібного є тривала одночасна дія низьких позитивних температур (+6-10 °С) та хмарної погоди. У рослин при цьому значно знижується фотосинтез, що може стати причиною їх загибелі.

Просо прутоподібне належить до багаторічних культур, його можна вирощувати на одній площі від 10 до 15 років. Рослини проса прутоподібного невимогливі до якості ґрунту, їх можна рекомендувати вирощувати на деградованих, малопродуктивних землях та на полях зі схилами. Завдяки розгалуженій кореневій системі рослини також можна вирощувати на піщаних та супіщаних ґрунтах з низьким рівнем ґрунтових вод. Просо прутоподібне добре адаптоване до несприятливих умов вирощування, зокрема бідних ущільнених ґрунтів, тому можна його вирощувати як на піщаних ґрунтах, так і на ґрунтах з підвищеним вмістом органічних речовин. Рослини ростуть на ґрунтах з рН 5...7, однак рекомендована кислотність ґрунту становить рН 6,5, особливо впродовж перших двох років вирощування. Тому посіви проса прутоподібного можуть бути закладені на ґрунтах, які не придатні для вирощування інших сільськогосподарських культур.

Фенологія. В онтогенезі проса розрізняють такі фенологічні фази: проростання насіння, сходи, кушіння, вихід у трубку, викидання волоті, цвітіння, формування, наливання і дозрівання зерна (табл. 45).

Таблиця 45 Фази росту та розвитку проса

(<https://studfile.net/preview/7274275/>)

Фази росту та розвитку	Дата		Тривалість, днів	Етап органогенезу	Елементи продуктивності	Агротехнічні заходи, що підвищують продуктивність рослин
	Поч. фенофази	Повна фенофаза				
Проростання насіння	25.04	30.04	6-9	Конус наростання недиференційований	Густота стояння рослин	-
сходи	31.04	2.05	2-3			
Утворення вторинних коренів	5.05	10.05	5-6			
Кущення	15.05	25.05	5-10	Початок диференціювання конуса роста, закладання гілочок першого порядку	Коефіцієнт кущення, число гілочок першого порядку	Забезпечення елементами живлення

Вихід в трубку	26.05	1.06	5-10	Початок утворення гілочок другого порядку	Число гілочок другого порядку, кількість колосків у волоті	Густота посівів
стеблування	2.06	14.06	12-18	Утворення колосків, утворення квіток, мікро- і макроспорогенез	Кількість квіток в волоті, фертильність пилку	Забезпечення елементами живлення
Викидання волоті	16.06	25.06	5-8	гаметогенез		
цвітіння	30.06	10.07	2-18	Цвітіння і запліднення	Озерненість волоті	Дотримання технології
Налив зерна і дозрівання	25.07	15.08	25-30	Формування зародку, формування зернівки і дозрівання	Виповненість зерна, маса зернівки	Вчасна сівба

Управління формуванням продуктивності культури

Місце в сівозміні. Просо дуже вимогливе до попередників, тому що до кушіння росте повільно і пригнічується бур'янами. Кращими попередниками для нього є пласт багаторічних трав, оборот пласта після озимих зернових, зернобобові культури, картопля, буряки. Погано росте просо після суданської трави, ячменю, соняшнику, сорго, проса і кукурудзи в зоні поширення кукурудзяного метелика.

Обробіток ґрунту. Для вирощування проса прутоподібного обробіток ґрунту потрібно спрямовувати на створення таких умов, які б забезпечили повні дружні сходи, добрий ріст і розвиток рослин впродовж усього вегетаційного періоду.

Після збирання попередника задля збереження вологи в ґрунті, подрібнення рослинних решток, провокування проростання насіння бур'янів для подальшого їхнього заорювання проводять лущення ґрунту на глибину 6–12 см. Висота гребенів на злущеному полі має становити не більше 4 см.

Оранку слід проводити на глибину 20–22 см. Глибока оранка недоцільна, адже в перший рік вегетації основна маса коренів проса розміщується переважно у верхньому (15–20 см) шарі ґрунту.

Важливим елементом технології вирощування проса прутоподібного для отримання дружних та якісних сходів є передпосівна підготовка ґрунту. Правильне її проведення має забезпечити сприятливі умови для проростання насіння, адже сходи проса у початковій фазі росту та розвитку не можуть успішно конкурувати з бур'янами за воду, сонячне освітлення і поживні речовини (Гуметник, 2014).

Передпосівний обробіток ґрунту проводять за настання фізичної стиглості ґрунту: вирівнювання поля шлейфами, мілкий обробіток в один або два проходи борін та коткування. Це дасть змогу створити дрібногрудочкувату структуру верхнього ґрунтового шару, зберегти вологу та створити на глибині загортання насіння ущільнене ложе, що є необхідною передумовою одержання швидких та дружних сходів.

Для передпосівного обробітку ґрунту застосовують також агрегати типу «Європак», System-Компактор, System-Корунд та інші, завдяки яким за один прохід агрегату виконується ціла низка технологічних операцій. Після цього для додаткового ущільнення ґрунту проводять допосівне його коткування. Оскільки просо прутоподібне сіють на глибину близько 1,0-1,5 см, передпосівну культивуацію слід проводити на глибину не більше 4 см.

Після проведення культивації масова частка грудочок розміром 0,01–10,00 мм на поверхні поля (в шарі 0–5 см) має становити не менше 80%. Такий фракційний склад ґрунту перешкоджає непродуктивним втратам ґрунтової вологи, покращує аерацію ґрунту та запобігає вітровій і водній ерозії. Твердість ґрунту в розпушеному шарі має становити 0,2–1,0 МПа, а вологість у шарі 0–10 см – 25–35%.

Удобрення. Якщо за результатами аналізів забезпеченість ґрунту фосфором та калієм середня або висока, то внесення цих елементів перед сівбою не потрібне. Азотні добрива зазвичай під час сівби не вносять, оскільки вони сприятимуть зростанню бур'янів, а це, своєю чергою, зменшує конкурентоспроможність проса прутоподібного у початковий період росту та розвитку.

Сівба. Велика частка насіння проса прутоподібного після збирання культури перебуває у стані спокою та має низьку схожість. Але кількість такого «сплячого» насіння з часом зменшується, і вже через рік його схожість може збільшитися вдвічі.

Насіння проса починає проростати за теплової температури 6...8°C, але дружне проростання спостерігається за прогрівання ґрунту до 15...16°C. Якщо в період проростання теплова температура знижується до 8...9°C, сходи з'являються тільки через два тижні, а за температури 3...5°C вони здебільшого гинуть або сильно пошкоджуються (Курило, Гуметник, Каськів, 2013)

На поверхні ґрунту не має бути великих грудок, а саме насіння потрібно висівати на глибину 0,5–1,5 см, адже у проса прутоподібного воно досить дрібне (3–6 мм завдовжки і до 1,5 мм заширшки). Тому для досягнення доброго контакту насіння з ґрунтом важливим є прикочування посіву до та, особливо, після сівби, адже нестача у цей період вологи в ґрунті у верхньому посівному шарі може призвести до низької схожості насіння. За наявності

необхідної кількості тепла та вологи сходи можуть з'явитися на п'ятий-сьомий день. За несприятливих умов (пониження температури повітря, посуха та ін.) культура може сходити значно довше.

На 1 га висівається близько 15-25 мільйонів насінин. Головним завданням у процесі вирощування проса прутоподібного є отримання посівів з високою продуктивністю рослин у кількості 200-300 шт. на 1 м² з 10-12 пагонами на рослину, що забезпечує 3000-6000 пагонів на одному квадратному метрі. Залежно від сорту, схожості насіння та інших його властивостей за смугової сівби проса прутоподібного висівають його в кількості 4-7 кг/га. Ложе для насіння має бути однакової глибини, щільність ґрунту в зоні розміщення насіння – 1,1-1,3 г/см³. Насіння висівають як широкорядним, так і звичайним рядковим способом.

Догляд за посівами. Повітряний режим ґрунту регулюється розпушенням його в міжряддях (за широкорядної сівби насіння), щільюванням і поверхневим осушенням перезволожених ділянок.

Протягом вегетації культури проти однорічних дводольних бур'янів слід застосовувати *Агрітокс*, в.р. (0,7–1,7 кг/га) до виходу в трубку, *Базагран*, в.р. (2,0–4,0 кг/га), *Гранстар 75*, в.г. (15–20 г/га) у фазу 3-х листочків. За виявлення загрози просяного комарика, фазу викидання волоті слід обробити *Бі-58 новим*, к.е. (0,7–1,0 л/га).

Догляд за посівами проводиться впродовж першого року і навесні другого року вирощування, адже саме в цей період бур'яни завдають значної шкоди рослинам проса. Після розростання посівів, коли створюється стійкий густий рослинний покрив, проводити заходи, спрямовані на зменшення забур'яненості, не доцільно.

Збирання. Біомасу із проса можна збирати як першого, так і другого року вирощування культури, але промислове використання настає на третій рік вегетації. Зазвичай просо прутоподібне забезпечує до 30% свого потенціалу біомаси у перший рік вегетації, до 70 – на другий рік і 100% потенціалу – починаючи із третього року використання посіву.

Висота зрізування проса під час збирання має бути не менше ніж 10–15 см. Це допомагає підтримувати ефективними точки росту. Крім того, така висота стерні ефективніше затримує сніг узимку, в результаті чого зменшується випадання рослин у цей період.

СОРГО БАГАТОРІЧНЕ (трава Колумба) *Sorghum alnum Parodi*

Класифікація. Рід тополя (*Populus L.*) належить до родини вербових (*Salicaceae*) (рис.63).

Поширення. Рослини цього роду природно ростуть у різних кліматичних зонах північної півкулі. Північна межа їхнього поширення збігається із границею поширення деревної рослинності, а на півдні проходить по Північній Африці, Ірану, Гімалаях, Південному Китаю, Каліфорнії та Флориді. Тополя найбільш

поширена у північній півкулі, де налічується близько 110 її видів, за винятком гібридних форм.

Використання тополі надзвичайно різноманітне, але на сьогодні її активно розглядають як культуру, що може бути використана для виробництва твердих видів палива із подальшим отриманням тепла та електроенергії (теплотворна здатність тополі — близько 18,5 ГДж/т сухої маси). Вона більш бажана для виробництва біопалива, ніж багато інших деревних культур, з огляду на швидке зростання — до 5 м/рік, а іноді й більше (залежно від клону та ґрунтово-кліматичних умов її вирощування), здатність продукувати значну кількість біомаси впродовж короткого періоду часу, високий вміст целюлози і низький — лігніну. На добрих ґрунтах клони тополі можуть давати до 18–20 т/га сухої речовини на рік (<https://propozitsiya.com/ua/topolya-na-biopalivo-osoblivosti-tehnologiyi-viroshchuvannya>)

Морфологічні особливості культури.

Коренева система Коренева система в тополь потужна, пластична. Її форма залежить від глибини залягання ґрунтових вод та інших особливостей ґрунтового профілю.

Стебло Тополі, за незначним винятком, є деревами першої величини, що досягають висоти 40–45 м і діаметра 1,5–2,0 м. Окремі екземпляри сіріючої і білої тополь іноді досягають висоти 50 м і діаметра 4 м.

Суцвіття Суцвіття являють собою колосоподібні волоті. Цвітуть тополі рано навесні до розпускання листків. Статева зрілість настає в 10–12 років. Квітки тополь не містять нектару, але охоче відвідуються бджолами та іншими комахами.

Управління формуванням продуктивності культури

Ґрунти – кращими для неї є родючі легкосуглинкові, багаті органічними речовинами та добре дреновані ґрунти, а також ділянки із ґрунтовими водами, що залягають на глибині 1,0–1,5 м. Варто уникати лужних, дуже сухих ґрунтів або таких, що швидко висихають (за вирощування тополі у сухих районах може знадобитися зрошення). Неякісно осушені та мулисті суглинки також небажані, оскільки нестача кисню в ґрунті в разі затоплення ділянки впродовж довгого періоду під час вегетації негативно впливає на функціонування кореневої системи рослин. На бідних і недостатньо зволжених ґрунтах тополя хоча і зростає, але продуктивність її значно нижча.

Обробіток ґрунту. Підготовка ґрунту розпочинається восени зі знищення багаторічних кореневищних та коренепаросткових бур'янів з допомогою гербіцидів суцільної дії. Після цього проводять оранку на глибину до 30 см із подальшим вирівнюванням поверхні ґрунту безпосередньо перед висаджуванням восени або навесні.

Посадка. Навесні посадка тополі живцями відбувається за прогрівання ґрунту на глибині 10 см до температури 14°C. Живець слід розмішувати в ґрунті

не менше як на 3/4 його довжини. Оптимальна температура для розвитку кореневої системи — в межах 18...22°C. Висаджування живців рекомендується закінчити до початку літнього періоду. Перший листовий апарат з'являється впродовж декількох тижнів після посадки. Для промислового вирощування тополі на біопаливо черенки висаджують із де-що меншою густотою, ніж саджанці верби, — в межах 10–12 тис. шт./га. Схема посадки має передбачати можливість вільного руху в міжряддях технічних засобів із догляду за насадженнями та їхнього збирання (<https://propozitsiya.com/ua/topolya-na-biopalive-osoblivosti-tehnologiyi-viroshchuvannya>).

Догляд за насадженнями тополі залежить від стану ґрунту, фази розвитку рослин тополі та бур'янів, правильного добору відповідних знарядь та робочих органів. Догляд за посадками тополі може включати в себе як міжрядний обробіток ґрунту, скошування бур'янів у міжряддях, так і мульчування та ручне прополювання. Обов'язково слід передбачити і внесення гербіцидів, особливо у період, коли механічні обробітки провести неможливо. Добре продуманий комплексний підхід до вчасного та якісного проведення агрозаходів із контролювання забур'яненості сприятиме зниженню як кількості внесених пестицидів, так і в цілому вартості проведених заходів.

Так, міжрядний обробіток ґрунту є досить ефективним агротехнічним заходом, але забирає багато часу на його виконання, до того ж провокує нове проростання насіння бур'янів, особливо за вирощування у вологий період із частими опадами, коли інтенсивно використовуються технічні засоби та обладнання. Обробіток ґрунту механічними знаряддями у міжрядді слід проводити обережно, щоб не пошкодити робочими органами як кореневу систему рослин, так і стебла, або бодай звести рівень їхнього пошкодження до мінімуму. Скошування бур'янів використовується в тому разі, якщо вибрано технологію вирощування тополі за нульового обробітку ґрунту, без використання гербіцидів та проведення міжрядних обробітків, зі збереженням трав'яного покриву у міжряддях (<https://propozitsiya.com/ua/topolya-na-biopalive-osoblivosti-tehnologiyi-viroshchuvannya>).

Заготівля сировини тополі Заготівлю вирощеної сировини проводять у період зимового спокою, коли ґрунт замерзає, що дає змогу звести до мінімуму ґрунтове ущільнення від тиску на нього збиральної техніки.

Процес збирання зазвичай відбувається що два-три роки. За цей час рослини досягають висоти 5–6 м і більше. Збирають дво- або трирічні рослини тополі за допомогою модифікованих кормозбиральних комбайнів, що ріжуть стебла на щепу, вміст вологи у якій на час збирання коливається у межах 49–56%. Якщо щепу призначена для зберігання або для продажу, її слід висушити до вологості не більше ніж 30%. Із плантації тополі за трирічного циклу вирощування можна отримати п'ять вісім урожаїв. Зазвичай час життя плантації енергетичної тополі становить близько 15–25 років (<https://propozitsiya.com/ua/topolya-na-biopalive-osoblivosti-tehnologiyi-viroshchuvannya>).

ПАВЛОВНІЯ

Paulownia Clone

Класифікація. Павловнія або адамове дерево — рід рослин родини павловнієвих (рис.64).

Поширення. Попит на деревину у світі, згідно зі статистичними даними ФАО, невпинно зростає. Щорічний показник збільшення попиту становить 1-2%. Основні світові імпортери — Китай (39%), Австрія (7%), Німеччина (7%). Дерево має високий потенціал і в Україні. Він полягає в тому, щоб замінити продукти, котрі наразі імпортуються з тропічних лісів по всьому світу. Очікується, що протягом найближчого десятиліття через посилення правил ведення лісозаготівель та вичерпання ресурсів тропічних лісів обсяг імпортованої деревини буде ще меншим.

Використання. З Павловнії можна отримувати прекрасної якості паливо - Пелети. Пелети - біопаливо, альтернативне екологічно чисте джерело теплової енергії. Павловнію вирощують і як медоносне дерево. Її квітки багаті на нектар, а мед, отриманий з них, легкий, прозорий, дуже світлий і ароматний. За кольором і консистенцією його можна порівняти з медом з акації.

Листова маса павловнії використовується для підгодівлі худоби (корови, вівці, кози та ін.) Її якості близькі з якостями люцерни. Зелене листя містить близько 20%, а опале листя близько 12%, корисних речовин і легко засвоюється худобою.

Морфологічні особливості культури.

Коренева система – розгалужений стрижневий корінь, який досягає глибини 6–9 м.

Стовбур дерева світло-сірого кольору, порівняно гладенький, з невеликими тріщинами у дорослих дерев. Діаметр стовбура 2-річного дерева має окружність до 14 см, 3- 4-річного — до 20–24 см, діаметр дорослого дерева (до 20 років) досягає 100 см. Дерево 10 — 25 м висотою з великими листками довжиною до 80 см.

Плоди павловнії – подовжені близько 10 мм дерев'яні капсули. Насіння — перетинчасте крилате метеликоподібне, довжиною 0,2–0,7 см.

Управління формуванням продуктивності культури

Ґрунти – Павловнія не вимоглива до ґрунтів. Її можна вирощувати на різних ґрунтах, але тим не менш вона потребує багатої поживними речовинами, середньотяжкого, глибоко виораного ґрунту, який потрібний для росту та розвитку. Для росту та розвитку підходить суглинок. рН ґрунту має знаходитись у межах від 5 до 9. Глибина залягання підземних вод має становити не менше 2 м. Висадка на схилах можлива за їх крутизни не більше 30°.

Обробіток ґрунту. Ділянку, призначену для посадки, спочатку вирівнюють, звільняють від бур'яну, кущів, дерев, великих каменів і пеньків,

якщо вони є. Для росту і розвитку павловнія вимагає глибоко зораного ґрунту. Готувати ґрунт найкраще з осені. За зиму земля добре вляжеться і насититься вологою. Навесні, при наявності потрібної температури, відразу можна приступати до висадки.

Залежно від розташування майбутньої плантації і концепції обробітку розрізняють такі процедури:

Оранка і підготовка до посадки. Підготовка ріллі і подальша передпосадкова обробка включає боронування або аналогічні процедури. Плантації для біомаси часто вирощують при використанні плівок для мульчування, бо в цьому випадку пріоритетом є придушення розвитку бур'янів.

Глибока оранка і плівка для мульчування. Ділянки, які довгий час перебували під паром, або місця з підвищеним ризиком ерозії не повинні потрапляти під всю зону обробки. У цьому випадку рекомендований метод мінімального обробітку. Для запобігання забур'яненості поверхню слід заздалегідь обробляти гербіцидом по всій площі.

Після закінчення посадки міжряддя обробляють за допомогою фрези. Необхідно обов'язково стежити за достатнім ущільненням ґрунту. Попри застосування загального гербіциду, ґрунт знову покриється бур'янами, тому в цьому методі може переважати використання плівки для мульчування.

У перші два роки рекомендується розпушування міжрядь за допомогою дисків (глибина не більше 10 см). Глибину обробки вибирають залежно від місцевих умов.

Удобрення. Варто проводити регулярний аналіз ґрунту для визначення кількості поживних елементів, таких як фосфор, калій і магній, а також поточного рівня кислотності (рН). Якщо виникає дисбаланс, необхідно виправити це за допомогою внесення добрив. Для позакореневого живлення рекомендується вносити органічне біоактивне добриво. Традиційно біоактивні стимулятори росту з інформаційним забезпеченням містять корисну мікрофлору і повний комплекс мікроелементів, гумінових і фульвокислот, збільшуючи врожайність у два і більше разів. Навіть при вирощуванні на бідних ґрунтах в екстремальних умовах пригнічують борошністу росу, парші, плодову і сіру гнилі, плямистість. Під час подальшого зростання слід звернути увагу на достатній запас азоту і калію. Хлоровмісні калійні добрива не слід використовувати, оскільки вони можуть негативно впливати на рослину.

Посадка. Молоді рослини павловнії дуже чутливі до заморозків і повинні висаджуватися тільки при відсутності пізніх заморозків, завжди потрібно враховувати регіональні особливості. Середня норма посадки рослин павловнії – 625 шт/га. Підготовлену ділянку розбивають на квадрати 4х4 м. Ямку для рослини викопують невелику – трохи більшу за горщик, у якій знаходиться саджанець. Акуратно, щоб не травмувати кореневу систему, павловнію витягують із контейнера і ставлять у викопану ямку нижче поверхні землі максимум на 2 см. Коли яма буде заповнена землею і утрамбована, навколо дерева роблять лунку (рів) діаметром 40 см, глибиною 5-7 см, куди проводитимуть полив. Плантації не слід закладати пізніше кінця травня

(https://bio.gov.ua/sites/default/files/documentation/11._lekciyi_pavlovniya_gumenty_e_m.ua_1.pdf).

Догляд Рослини павловнії в перший рік посадки більшу частину своїх ресурсів витрачають переважно на розвиток кореневої системи, тому рекомендується зрізати пагони навесні наступного року (орієнтовно в середині квітня, після того, як пройдуть всі приморозки). Для отримання високоякісної деревини потрібно, щоб дерево мало довгий і прямий стовбур. У перший і другий рік після технічного зрізу видаляють молоді новоутворені, ще не задерев'янілі зелені пагони (пасинки), що не перевищують в розмірі 10-12 см, залишаючи стовбур гладким.

Заготівля сировини тополі Заготовляти біомасу павловнії можна після трьох повних років вегетації. Після першої вирубки дерево росте швидше без будь-яких додаткових інвестицій. Рослина за п'ять років виростає до 15-20 м, після зрізування за такий самий період регенерує до попередніх розмірів. При дотриманні рекомендацій на п'ятий рік після висадки фермер отримує 400-600 м³/га якісної ділової деревини.

Питання для самоконтролю

1. Назвіть основні культури з яких виробляють тверде паливо.
2. Вкажіть перспективні культури для переробки в тверді види палива в Україні.
3. Вкажіть, який оптимальний вміст сухої речовини (%) у сировині багаторічних культур в період збирання на тверде фітопаливо в Україні?
4. Охарактеризуйте енергетичні та сировинні рослини створених в Україні.
5. Які морфобіологічні відмінності між поширеними в Україні видами міскантусів (міскантус гігантський, міскантус китайський, міскантус цукроквітковий)?
6. Яку урожайність надземної маси забезпечують види та сорти міскантува в Україні?
7. Яка енергетична цінність сировини рослин міскантусів (ккал/кг)?
8. Які особливості вирощування міскантусу?
9. Які морфобіологічні відмінності між в Україні видами амаранту?
10. Яку урожайність надземної маси забезпечують сорти амаранту в Україні?
11. Яку урожайність насіння забезпечують сорти амаранту в Україні?
12. Яка енергетична цінність сировини рослин амаранту (ккал/кг)?
13. Які особливості вирощування амаранту?
14. Які морфобіологічні відмінності між поширеними в Україні видами сільфію?
15. Яку урожайність надземної маси та насіння забезпечують види та сорти сільфію?
16. Які особливості вирощування сільфію?

17. Яка енергетична цінність сировини рослин сільфію?
18. Яку урожайність надземної маси та насіння забезпечують види та сорти щавнату?
19. Які особливості вирощування щавнату?
20. Які морфобіологічні відмінності між поширеними в Україні видами міскантусів (міскантус гігантський - *M. × giganteus* J.M. Greef & Deuter ex Hodk & Renvoize, міскантус китайський – *Miscanthus sinensis* Anderss, міскантус цукрокрітковий – *M. sacchariflorus*)?
21. Яку урожайність надземної маси забезпечують види та сорти міскантусу в Україні?
22. Яка енергетична цінність сировини рослин міскантусів (ккал/кг)?
23. морфолого-біологічні особливості сортів проса прутіподібного – *Panicum virgatum* L.
24. Яку урожайність надземної маси забезпечує просо прутіподібне?
25. Які морфобіологічні відмінності між поширеними в Україні видами сільфія пронизанолистого (*Silphium perfoliatum* L.) і сільфія суцільнолистого (*Silphium integrifolium* Michx.).
26. Яку урожайність надземної маси забезпечують сорти сільфія пронизанолистого і сільфія суцільнолистого в Україні?
27. Яка енергетична цінність сировини рослин сільфія пронизанолистого і сільфія суцільнолистого в Україні (ккал/кг)?
28. Який вихід енергії з одиниці площі забезпечують сільфій пронизанолистий і сільфій суцільнолистий в Україні?



Рис. 50. Міскантус *Miscanthus*



Рис. 51. Амарант *Amaranthus*



Рис. 52. Мальва *Malvaceae*



Рис. 53. Сіда багаторічна *Sida hermaprodita* Rusby



Рис. 54. Гірчак сахалінський
Polygonum sachalinense



Рис. 55. Щавнат *Rumex patientia* L.



Рис. 56. Козлятник *Galega orientalis* L.



Рис. 57. Сильфій пронизанолисті
Silphium perfoliatum L.



Рис. 59. Хатьма тюрингська
Levatera thuringiaca L.



Рис.60. Сорго багаторічне (трава Колумба)
Sorghum alnum Parodi



Рис. 58. Верба енергетична
Salix viminalis L.



Рис. 59. Просо прутоподібне
Panicum



Рис. 60. Тополя енергетична *Populus*



Рис. 61. Павловнія *Paulownia tomentosa*

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОТВОРНОЇ ЗДАТНОСТІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЦІННОСТІ ФІТОСИРОВИНИ І ЕНЕРГОПРОДУКТИВНОСТІ ОКРЕМИХ ГРУП ЕНЕРГЕТИЧНИХ РОСЛИН

Теплоємність – фізична величина , яка визначається кількістю тепла , яке потрібно надати тілу для зміни його температури на один кельвін. Поняття теплоємності вперше ввів шотландський вчений Джозеф Блек.

Теплотворна здатність палива (теплота згоряння, теплота горіння) - кількість теплоти в калоріях (джоулях та інше), що його виділяє 1 кг твердого чи рідкого палива або 1 м³ газоподібного палива при повному згорянні. Калорійність - кількість енергії у вигляді тепла, коли паливо піддається повному згорянню з киснем (табл. 46). Теплотворна здатність зазвичай вимірюється в Дж / кг (Дж / м³; Дж / л). Теплота згоряння кожного виду палива залежить від його горючих складових (вуглецю, водню, вологості, зольності, сірки і т. д.). Теплотворна здатність –основна характеристика цінності палива.

Таблиця 46. Теплотворна здатність окремих видів палива , ккал/кг

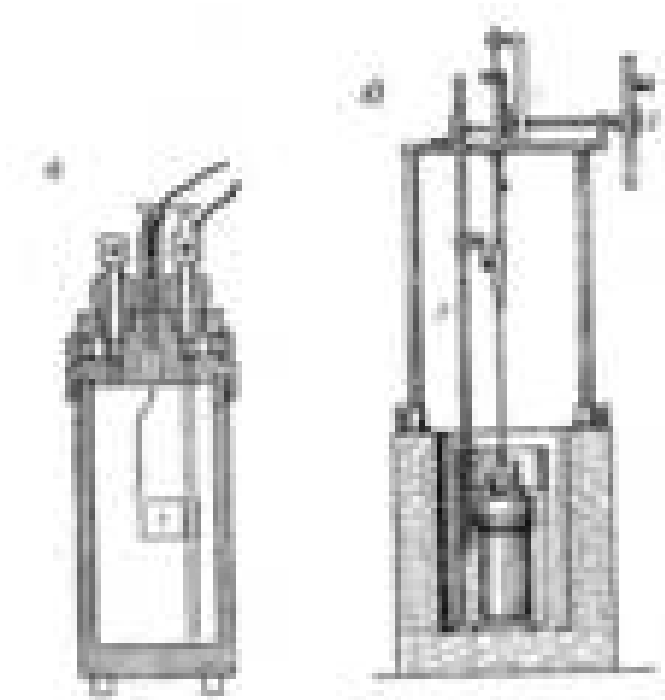
Паливо	Теплотворна здатність
Метан	11548
Пропан	11961
Бутан	11783
Дизельне паливо (солярка)	9900-10265
Камяне вугілля	5200-7200
Буре вугілля	3900-4300
Брикети з стебел кокоса	5000
Брикети з шкарлупи кокосових горіхів	3900
Брикети з шкарлупи волоського горіха	6000
Брикети з лігніну	4900-5900
Брикети з міскантусу , соєвого лушпиння, житньої пшеничної соломи, побічної продукції гірчиці, соняшнику	4200-4500
Брикети з гречаної соломи	4800
Брикети з кори дуба	4200
Деревні тріска волога	2600
Дрова сухі (вологість 25%)	2600
Свіжозрубана деревина (вологість 50-60%)	1700

Методи визначення теплотворної здатності палива.

1. Визначення теплотворної здатності палива (тверде, рідке) в калориметричній бомбі.

Найбільш точний метод визначення теплотворної здатності палива є калориметричний. Суть даного методу полягає в тому, що досліджуване

паливо за допомогою електричного струму спалюється в атмосфері кисню в особливому пристрої, який називається бомбою (рис.). Бомба встановлюється в калориметрі та заповнюється водою. Тепло, яке виділяється при згоранні палива, передається через стінки бомби калориметра. По кількості прийнятої водою теплоти, розраховується теплотворна здатність палива.



а) зібрана калориметрична бомба; б) зібраний калориметр; 1) чашка для спалювання зразка палива; 2) механізм для приводу в дію змішувача; 3) термометр з можливістю підрахунку 0,001°C

Рис. 65. Калориметр с калориметричною бомбою

2. Методи визначення теплотворної здатності газоподібного палива

Важливою якісною характеристикою природнього газу (ПГ) є кількість тепла, що виділяється під час згорання певного об'єму газу (Мотало А.В. et al, 2009). Основним показником якості ПГ, який визначає його енергетичну цінність, є питома об'ємна теплота згорання або теплотворна здатність газу H , МДж/м³. Її знаходять як кількість тепла, що виділяється під час повного згорання газу в повітрі за сталого тиску і сталої температури, віднесеного до об'єму сухого газу, визначеного за стандартних умов, тобто за тиску $p_c = 0,101325$ МПа і температури $T_c = 293,15$ К [2]. Повне згорання газу, як і будь-якого іншого палива, спостерігається тоді, коли в газових продуктах горіння немає горючих газових компонентів або компонентів неповного окиснення. У газовому аналізі розрізняють нижчу та вищу питому об'ємну теплоту згорання газу. Нижчу питому об'ємну теплоту згорання $HН$, МДж/м³ визначають за наявності водяної пари у продуктах згорання газу при температурі $T_{зг}$, а вищу об'ємну питому теплоту згорання $HВ$, МДж/м³ – після повної конденсації водяної пари, яка міститься у продуктах згорання газу при температурі $T_{зг}$.

Для визначення теплоти згорання природного газу використовують **прямі та непрямі методи**. (. Шинкарук Х. М., 2019). **Прямим є калориметричний метод**, суть якого полягає у вимірюванні кількості теплоти, яка виділяється при повному згорянні газу. До **непрямих методів відносять розрахунковий**, який базується на визначенні теплоти згорання на основі **хроматографічного аналізу** компонентного складу природного газу. Також для визначення теплоти згорання природного газу використовують **кореляційні методи**, в основу яких покладена кореляційна залежність між фізичними властивостями природного газу та його теплоотою згорання.

Калориметричний метод реалізується за допомогою газового водяного калориметра неперервної дії, у якому досліджують газові суміші, які у процесі дослідження не змінюють свого компонентного складу та фізико-хімічних властивостей, зокрема вологості та наявності негорючих компонентів. Отже, одержані результати вимірювання відображають реальну теплоту згорання газу.

Розрахунковий метод ґрунтується на попередньому визначенні компонентного складу газу хроматографічним методом згідно із вимогами ДСТУ ISO 6974- 2:2007 й обчисленням вищої H_v та нижчої H_n питомої теплоти згорання ПГ за формулами.

Теоретичний метод визначення теплоти згорання газу простіший у реалізації порівняно із калориметричним, оскільки у ньому використовують результати хроматографічного дослідження компонентного складу газу, які є обов'язковими для газовидобувних підприємств. Однак зазначимо, що отримані результати вимірювання завищені порівняно із результатами калориметричного методу і не відображають реальної теплотворної здатності досліджуваного газу, оскільки не враховується його вологість та наявність у добутому газі негорючих компонентів, зокрема вуглекислого газу, азоту, гелію тощо, і можуть бути об'єктивною оцінкою теплотворної здатності лише для осушеного та очищеного газу.

Перевагою калориметричного методу, незважаючи на складність визначення теплоти згорання газу, є об'єктивність отриманих результатів, оскільки враховується вологість газу та наявність у добутому газі негорючих компонентів, тому його можна використовувати для неперервного моніторингу енергетичної цінності газу у реальному масштабі часу. Калориметричний метод вимірювання теплоти згорання ПГ дає об'єктивніші результати вимірювання, ніж теоретичний, і є перспективнішим у сучасній газометрії. В Україні, за вимогами до фізико-хімічних показників природного газу, теплота згорання не повинна бути меншою за 7600 ккал (31,8МДж), а число Воббе повинно знаходитись в межах від 9850 до 13000 ккал/м³ (41,2-54,5 МДж/м³).

Питання для самоконтролю

1. Що розуміємо під теплотворною здатністю палива
2. Принцип калориметричного методу визначення теплотворної здатності палива
3. Розрахунковий метод визначення теплотворної здатності палива

4. Які прилади використовуються для визначення теплотворної здатності палива

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція і виробництво сої в Україні. Вінниця. 2008. 215 с.
2. Бикін А.В., Антал Т.В., Найдено В.М. Фенологічні особливості сорго зернового залежно від впливу елементів технології вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2019. – Вип. № 107 http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/107_2019/4.pdf
3. Біогазове виробництво: сировина й подальше застосування біогазу – *AgroBiogas* URL: https://agrobiogas.com.ua/biogas_production_raw_materials_and_further_use_of_biogas/#
4. Біоенергетична асоціація України. URL: <https://uabio.org>
5. Біометан замість газу. Крок до енергетичної незалежності України. *Економічна правда*, 15.09.2021 URL: <https://www.epravda.com.ua/projects/greendeal/2021/09/15/677735/>
6. Гавриш В. Методологічні аспекти визначення напрямку використання біогазу. *АгроСвіт*. 2011. № 19. С. 50-52.
7. Ганженко О.В. Методичні рекомендації з вирощування і переробляння цукрового сорго як сировини для виробництва різних видів біопалива в різних ґрунтово-кліматичних зонах України / О.М. Ганженко, Л.А. Правдива, Я.Д. Фучило, О.Б., Хіврич, П.Ю. Зиков та ін. К.:Компринт, 2020. 20 с.
8. Ганженко О.М. Енергетична продуктивність сорго цукрового залежно від строків збирання урожаю в центральній частині Лісостепу України. *Збірник наукових праць «Агробіологія»*, 2021. № 1. С. 23–31.
9. Гарбар Л., Новицька Н., Бондар М. Аспекти виробництва альтернативного палива в умовах України. *Науковий вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України*. Київ, 2011. Вип. 158. С. 55–62.
10. Гарбар Л.А., Антал Т.В., Романов С. Продуктивність ріпаку озимого за пливом позакоренених підживлень. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. № 2 . 2016. С.174-178.
11. Гарбар Л.А., Юник А. В. Продуктивність сортів ріпаку ярого та його використання як енергетичної сировини. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2007. №116. -С.72-76.
12. Гелетука Г. Г., Кучерук П. П., Матвеев Ю. Б., Ходаківська Т. В. Перспективи виробництва біогазу в Україні. *Відновлювальна енергетика*. 2011. №3. С. 73–77.
13. Гелетука Г. Стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. URL: http://sace.gov.ua/sites/default/files/4_G_16.03.2018.pdf
14. Гойсюк Л. В. Економічна ефективність виробництва сировини для переробки на біопаливо. *Економіка АПК*. 2010. № 6. С. 46–49.

15. Горбатюк Е. М. Гарбар Л. А. Вплив різних умов сівби на формування продуктивності посівів соняшнику. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. № 3. 2017. С. 24-27.
16. Грабовський М. Б. Особливості технології вирощування кукурудзи як сировини для виробництва біогазу. *Рослинництво та ґрунтознавство*. Київ, 2019. Т. 10. №2. С. 12–17.
17. Грабовський М. Б. Потенціал виробництва біогазу з силосної маси сорго цукрового та кукурудзи. *Таврійський науковий вісник*, 2019. Вип. 106. С. 26–32.
18. Грабовський М. Б. Продуктивність сумісних посівів сорго цукрового й кукурудзи та вихід біогазу залежно від густоти стояння рослин і ширини міжрядь. *Біоенергетика/Bioenergy*. Київ. 2018. №2 (12). С. 32–34.
19. Грабовський М. Б. Урожайність кукурудзи на силос залежно від рівня мінерального живлення в умовах Центрального Лісостепу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. Дніпропетровськ, 2014. №7. С. 49–53.
20. Грабовський М. Б. Формування продуктивності сорго цукрового як біоенергетичної культури залежно від рівня мінерального живлення. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2018. Вип. 99. С. 30–39.
21. Грабовський М. Б., Грабовська Т. О., Ображій С. В. Формування продуктивності сумісних посівів кукурудзи і сорго цукрового залежно від заходів захисту рослин від бур'янів. *Агробіологія : збірник наукових праць*. Біла Церква, 2016. №1 (124). С. 28–36.
22. Григорів Я. Я. Вплив строків сівби і технологій вирощування на якість насіння ярого рижюю. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Серія "Сільськогосподарські науки"*. 2010. Випуск № 2(50). С. 52-57.
23. Гументик М.Я. (2014). Розробка елементів технології вирощування проса прутюподібного «*Rapicum virgatum L*» в умовах Лісостепу України. *Збірник наукових праць Львівського національного аграрного університету*. [Електронний ресурс] <http://www.lnau.lviv.ua/lnau/attachments/1967>
24. Гунчак Т. І. Особливості вирощування сорго цукрового в якості сировини для виробництва біопалива в умовах Південно-західного Лісостепу України / Т. І. Гунчак // *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. – 2014. – Вип. 21. – С. 240-244.
25. Демидов І. М., Ситнік Н. С., Мазаєва В. С. Соняшник і проблема альтернативного палива в Україні. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. № 21. 2014. С. 137–146.
26. Державний Реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2022 рік. Міністерство агрополітики і продовольства України.
27. Дзюбенко І. М. Вплив підживлення та строків збирання буряків цукрових на вихід біопалива. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2016. № 1. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2016_1_18.

28. Директива 2009/28/ЕС. URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009L0028&from=EN>
29. Дідур В. А. Виробництво біоенергетичної сировини рицини. *Хімія. Агрономія. Сервіс*. 2010. № 3. С. 55–59.
30. Дмитришак М. А., Мокрієнко В. А., Юник А. В. Морфобіологічні особливості та технологія вирощування технічних культур. В. : «Нілан-ЛТД». 2017. 484 с.
31. Домбровський О., Гелетуха Г., Лукашевич Є. Для чого Україні біогаз? *Економічна правда*. 12 травня 2020. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2020/05/12/660303/>
32. ДСТУ 3226-95 Насіння однонасінних буряків цукрових. Посівні якості. Технічні умови. [Чинний від 01.07.1999]. Київ : ІБКіЦБ НААН, 17с.
33. ДСТУ 4819:2007 Обробіток ґрунту під цукрові буряки передпосівний. Вимоги та методи контролювання. [Чинний від 01.01.2009]. Київ : ІБКіЦБ НААН, 7 с.
34. ДСТУ 6054:2008. Буряки цукрові. Сівба. Показники якості та методи їх контролювання. [Чинний від 01.01.2010]. Київ : ІБКіЦБ НААН, 9с.
35. ДСТУ 7721: 2015. Газоподібне паливо. Біогаз. Технічні вимоги та методи контролювання. [Чинний від 28.05.2015]. Київ : Інститут відновлюваної енергетики НААН, 2016.
36. ДСТУ 8140:2015 Насіння буряків цукрових базисне. Посівні якості. Технічні умови. [Чинний від 01.01.2017]. Київ : ІБКіЦБ НААН.
37. ДСТУ 8141:2015 Насіння буряків цукрових передбазисне. Посівні якості. Технічні умови. [Чинний від 01.01.2017]. Київ : ІБКіЦБ НААН.
38. ДСТУ 8209:2015 Буряки цукрові. Показники якості насіння, приймання, підготовлення його на насінневих заводах до сівби та методи їх визначення. Технічні умови. [Чинний від 01.04.2017]. Київ : ІБКіЦБ НААН.
39. Економічні та правові аспекти прямої переробки цукрових буряків на етанол. <http://ukrsugar.com/uk/post/ekonomichni-ta-pravovi-aspekti-pramoi-pererobki-cukrovih-burakiv-na-etanol>
40. Енергетичні рослинні ресурси / Каленська С.М., Рахметов Д., Каленський В., Юник А., Качура Є., Новицька Н., Макаревічине В., Сенджікене Е./ Kaunas, 2010. 93.
41. Євтеєв О. Цариця й принцеса американських полів. [Електронний ресурс]. <http://www.agroprofi.com.ua/statti/624-tsaritsja-j-printsesa-amerikanskih-poliv>
42. Жук О.Я., Сич З.Д. Насінництво хрину та катрану. *Насінництво овочевих культур*. https://agromage.com/stat_id.php?id=393
43. Казакова І. В., Кондратюк Н. В. Ефективність виробництва сої та розвиток ринку соєвих продуктів в Україні і світі. *Ефективна економіка*. 2015. № 5. [Електронний ресурс]. <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4070>
44. Каленська С. М., Юник А. В. Роль олійних культур у вирішенні енергетичної безпеки України. *Наукові праці Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. Київ, 2011. Вип. 12. С. 90–97.

45. Каленська С. М., Юник А. В. Спосіб вирощування гірчиці сарептської в умовах Лісостепу. Патент № 125015. Опубліковано в бюлетені 25.04.2018 р. № 8. Державний номер u 2017 11941.
46. Каленська С., Кнап Н. Енергетичні рослинні ресурси у забезпеченні продовольчої та енергетичної безпеки. *Біоенергетика*. 2013. № 2. 28-31.
47. Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Крестьянінов Є.В., Антал Т.В. Реакція гібридів кукурудзи різних груп стиглості на удобрення та економічна ефективність вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2019. – Вип. № 106
48. Каленська С.М., Столярчук Т.А. Сортові особливості формування структури врожаю та врожайності льону олійного залежно від норми висіву та ширини міжрядь. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т 4. № 3. С. 302–309. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.3.2018.145302> .
49. Калетнік Г. М. Біопаливо. Продовольча, енергетична та екологічна безпека України : монографія. Київ : Хай-Тек Прес, 2010. 516 с.
50. Калетнік Г. М. Розвиток ринку біопалив в Україні: монографія. Київ: Аграрна наука, 2008. 464 с.
51. Каталог сортів (гібридів) буряків цукрових Інституту біоенергетичних культур і буряків цукрових на Виставково-інноваційному полігоні НААН у 2020 році / ІБКіЦБ НААН. К., 2020. 14 с.
52. Кириченко В. В., Петренко В. П., Рябчун В. К. та ін. Ідентифікація ознак зернобобових культур (горох, соя): навчальний посібник . під ред. Кириченка В. В. Харків. 2009. 170 с.
53. Кириченко В.В., Рябуха С.С., Кобизєва Л.Н., Посилаєва О.О., Чернищенко П.В. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) : монографія / за ред. В.В. Кириченка. Харків, 2016. 400 с.
54. Климчук О. Економічна сутність розвитку інноваційних процесів у виробництві біопалива. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 8. С. 62-65.
55. Ковальчук В. П. Цукрове сорго – цукровмісна сировина та потенційне джерело енергії / Ковальчук В. П., Григоренко І. О., Костенко О. І. *Цукрові буряки*. 2009. № 6. –С. 6-7.
56. Козленко О. М. Стабільність та пластичність олійних культур в умовах Правобережного Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства НААН."* 2010. Вип. 4. С. 137-142.
57. Корабльова О. Степовий блукач: особливості вирощування і вживання катрана <https://www.ogorodnik.com/articles/stepovyy-blukach-osoblyvosti-vyroshchuvannya-i-vzhyvannya-katrana>
58. Крестьянінов Є.В., Єрмакова Л.М., Антал Т.В. Економічна ефективність вирощування кукурудзи залежно від мінеральних добрив та позакореневого підживлення. *Електронний науковий журнал. Наукові доповіді НУБіП України*. 2020. – Вип. № 5/8
59. Кулик М. І. Енергетичні культури: навчальний посібник. Полтава: «Астрія», 2017. 150 с.
60. Курило В.Л. Вплив строків сівби та глибини загортання насіння «Свічграсу» проса лозовидного на польову схожість в умовах західної частини

лісостепу України / В.Л. Курило, М.Я. Гументик, В.В. Каськів // Наукові праці ІБКіЦБ НААН України. Київ, 2013. №17, т. II. С. 358-361.

61. Кусяк Г. Т. Використання цукрового сорго, як біоенергетичної культури при виробництві біоетанолу / [Г. Т. Кусяк, Ю. А. Думанська, В. А. Кучерява, Н. М. Омельченко] // Екологічні проблеми традиційних і альтернативних видів енергії. Горбуновські читання. – Чернівці: ЧФ НТУ «ХП», 2014. – С. 56-58.

62. Левандовський Л. В. Використання соку цукрового сорго для біосинтезу спирту / [Л. В. Левандовський, С. Т. Олійнічук, Л. В. Ткаченко, А. Ф. Ткаченко] // Вісник аграрної науки. – 2004. – № 7. – С. 63-65.

63. Линок С. Майбутнє за біогазом, або Робимо доходи на відходах. *Пропозиція*. 2013. № 4. С. 152-155.

64. Локоть О. Ю., Гриник І. В. Оптимізація живлення льону-довгунцю. *Вісник аграрної науки*. 2004. №10. – С. 62 - 65.

65. Макогон С. Розвиток біометанової галузі – неоголошені санкції на російський газ *Економічна правда*, середа, 20 липня 2022. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2022/07/20/689412/>

66. Мартинюк Д. Вихід біоетанолу з урожаю зерна сортів пшениці озимої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив. Матеріали III Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 23-24 квітня 2020 року. Т. : ТНТУ, 2020. С. 67–68..

67. Марчук О. Якісні характеристики біоенергетичних культур. *Цукрові буряки*. 2017. № 2. С. 11-12.

68. Мотало А.В., Мотало В.П., Стадник Б.І.Методика оцінювання якості природного газу як джерела енергії. Стандартизація, сертифікація, якість. 2009. № 4. 56–61.

69. Мотало А., Мотало В. Аналіз методів вимірювання теплотворної здатності природного газу *Вимірювальна техніка та метрологія*, № 72, 2011. Lviv Polytechnic National University Institutional Repository <http://ena.lp.edu.ua>

70. Методичні рекомендації з технології вирощування енергетичних буряків цукрових / В. Л. Курило, О. М. Ганженко, О. Б. Хіврич [та ін.] Вінниця, 2014 р., ТОВ «Нілан-ЛТД». 32 с.

71. Методичні рекомендації з технології вирощування та перероблення буряків цукрових як сировини для виробництва біогазу / О.М. Ганженко, О.Б. Хіврич, О.М. Атаманюк, М.Я. Гументик, Я.Д. Фучило, В.М. Квак, Л.А. Правдива С.М. Сенчук, Н.О. Кононюк, П.Ю. Зиков, В.В. Дмитрієв. К.: Компринт, 2021. 16 с.

72. Осадчук В. Д. Вирощування енергетичних багаторічних злакових трав та сорго цукрового в умовах Буковини / [В. Д. Осадчук, Т. І. Гунчак, Л. І. Мікус, О. М. Крижанівський] // Екологічні проблеми традиційних і альтернативних видів енергії. Горбуновські читання. – Чернівці: ЧФ НТУ «ХП», 2014. – С. 93-95.

73. Павліський В. М., Нагірний Ю. П., і Павліська О. В., Енергетичний і метаногенний потенціал соломи зернових культур, ріпаку і кукурудзи. [Електронний ресурс]. http://archive.nbuv.gov.ua/portal/chem_biol/nvnau/2010_146/10pvm.pdf
74. Перспективи вирощування світчграсу як альтернативного джерела енергії в Україні / С. М. Петриченко, О. В. Герасименко, Г. С. Гончарук [та ін.] // Цукрові буряки. 2011. №4. С. 13 – 14.
75. Платаційне вирощування деревної сировини для потреб целюлозно-паперової та інших галузей промисловості: методичні рекомендації / [М. І. Ониськів, Я. Д. Фучило, М. В. Сбитна та ін.]. – К. : ВП НАУ «Боярська лісова дослідна станція», 2008 – 85 с.
76. Петренко В. В., Осипова Т. Ю. Переработка низкокачественного зерна пшеницы на спирт. *Сельское, лесное и водное хозяйство*. 2014. № 3 [Электронный ресурс]. URL: <http://agro.snauka.ru/2014/03/1352>.
77. Поліщук І.С., Поліщук М.І. Шинкарук В.А. Виробництво та використання насіння соняшнику для виробництва біодизеля. *Збірник наукових праць ВНАУ. Відновлювані джерела енергії*. №8 (48). 2011. С. 23-26.
78. Природний газ. Визначення складу із заданою невизначеністю методом газової хроматографії. Частина 2. Характеристики вимірювальної системи і статистичне оброблення даних: ДСТУ ISO 6974- 2:2007. [Чинний від 2008-10-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2008. 21 с.
79. Рахметов Д. Б. Генетичні ресурси фітоенергетичних інтродуцентів в Україні. *Інтродукція рослин*. 2007. № 2. С. 3-9. URL.: http://nbuv.gov.ua/UJRN/IR_2007_2_2.
80. Рахметов Д.Б. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні : монографія. К. : «Аграр Медіа Груп». 2011. 398 с.
81. Рейнхард Ш., Кооп Ю., Хохі Ж. Виробництво і використання біогазу в Україні. Київ : Рада з питань біогазу. Biogasrat e.V, 2012. 74 с.
82. Роїк М. В., Ганженко О. М., Тимошук В. Л. Концепція виробництва біогазу з біоенергетичних рослин. *Біоенергетика*. 2014. № 2. С. 6-8.
83. Роїк М. Перспективи розвитку біоенергетики в Україні. *Цукрові буряки*. 2012. № 2/3. С. 6-8.
84. Роїк М.В. Біоенергетика в Україні: стан та перспективи розвитку / М.В Роїк, В.Л Курило, М.Я Гументик, О. М. Ганженко // Біоенергетика, 2013. №1. С.5-10.
85. Рослинництво з основами кормовиробництва та агрометеорології. Частина 1: Рослинництво Підручник / С.М. Каленська, М.Я.Дмитришак, В.А.Мокрієнко та ін. – Київ: «ЦП КОМПРІНТ», 2021.- 435 с.
86. Світчграс як нова фітоенергетична культура / О. В. Мороз, В. М. Смірних, В. Л. Курило [та ін.] // Цукрові буряки. 2011. №3. С. 12-14.
87. Синиця Ю. С. Біопаливо з ріпаку: сучасні тенденції та перспективи виробництва. *Вісник Степу : наук. зб.* Кіровоград, 2011. Ювіл. вип. С. 217–220.
88. Ситнік І., Мельничук С. Біопаливо з ріпакової олії – майбутнє України. *Науковий вісн. НАУ*. Київ, 2007. Вип. 116. С. 294–302.

89. Столярчук Т. А. Адаптивність льону олійного та стабільність його продуктивності в умовах Правобережного Лісостепу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09. НУБіП України. Київ, 2018. 188 с.
90. Сторожик Л.І., Музика О.В. Ефективність вирощування сорго пукрового для переробки на біопаливо. Таврійський Науковий Вісник. 2019. Вип. 108. С. 91–100.
91. Топалов М. «Зелений» газ з відходів: коли біометан допоможе Україні стати енергонезалежною. *Економічна правда*, четвер, 6 жовтня 2022. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2022/10/6/692287/>
92. Управління формуванням продуктивності культури:
93. Федорчук М. І. Методичні рекомендації з інноваційних технологій вирощування та переробки сорго для використання в якості альтернативних джерел енергії в різних ґрунтово-кліматичних умовах південного Степу України / М. І. Федорчук, С.М. Каленська, Д. Б. Рахметов та ін.; МОН України, Вищ. держ. навч. заклад "Херсонський держ. аграр. ун-т". Херсон, 2017. 24 с.
94. Фучило Я. Д. Біологічні та технологічні основи плантаційного лісовирощування / Фучило Я. Д., Ониськів М. І., Сбитна М. В. – К. : ННЦ ІАЕ, 2006. – 394 с
95. Хіврич О. Б. Особливості технології вирощування буряків кормових як сировини для виробництва біогазу. 23.09.2020. URL: https://bio.gov.ua/sites/default/files/documentation/05_lekcyya_buryaky_kormovy_hyvrych_1.pdf
96. Хіврич О. Б. Продуктивність кормових буряків залежно від розміщення їх на площі. *Цукрові буряки*. 2009. № 5. С. 15-17. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Cb_2009_5_7.
97. Хіврич О. Б., Квак В. М., Каськів В. В., Мамайсур В. В., Макаренко А. С. Енергетичні рослини як альтернатива традиційним видам палива. *Агробіологія*. 2011. Вип. 6. С. 153-157. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agr_2011_6_39.
98. Чернявський С. Є., Халак В. І., Стадніцька О. І., Ференц Л. В. Біогазові системи та їх використання у сільгоспвиробництві. *агробізнес сьогодні*. Понеділок, 30 листопада 2022. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/idei-trendy/item/8389-biohazovi-systemy-ta-ikh-vykorystannia-u-silhospyrobnytstvi.html>
99. Шпаар Д., Адам Л., Гинапп Х., Крацш Г. и др. Яровые масличные культуры. Минск : «ФУАинформ». 1999. 283 с.
- а. Шпаар Д., Драгер Д., Эльмер Ф., Каленская С. и др. Рапс и сурепица. Выращивание, уборка, использование. К.: ИД «Зерно», 2012. 368с.
100. Шпаар Д., Дрегер Д., Каленська С. та ін. Цукрові буряки (вирощування, збирання, зберігання). Під. заг. ред. Д. Шпара. - К: ННЦ ІАЕ, 2005. - 340 с.
101. Шпаар Д., Маковски Н., Самерсов В. Горчица – культура с будущим. *Новости сельского хозяйства*. № 1. 1999а. С. 26–29.
102. Шинкарук Х. М.(2019). Аналіз методів та засобів вимірювання

теплоти згоряння природного газу в Україні та за кордоном. *Методи та прилади контролю якості*. №2(43). 78 – 87.

103. Юник А. В. Ефективність внесення добрив за вирощування високоолеїнового соняшника на чорноземах типових малогумусних. Рослинництво та ґрунтознавство. 2021. №1. <https://doi.org/10.31548/agr2021.01.039>

104. Юник А. В. Особливості формування продуктивності гірчиці сарептської. Новітні агротехнології. 2017. №5. URL:<http://jna.bio.gov.ua/article/view/122231>

105. Юник А. В. Продуктивність олійних культур родини Brassicaceae залежно від норм внесення мінеральних добрив на чорноземах типових малогумусних. *Науковий вісник НАУ*. К. 2008. №126. С.141– 147.

106. Юник А., Трифонов І. Удобрюємо соняшник. *Агрономія сьогодні* №1 (16), 2020. С. 58-62

107. Юник А.В., Гарбар Л. А., Бондар М. Формування продуктивності ріпаку ярого на чорноземах типових. *Вісник Степу: наук. зб. Кіровоград. ін-ту АПВ*. Ювілейний вип. до 100-річчя Кіровоградського ін-ту АПВ : матеріали VIII Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів "Агропромислове виробництво України – стан та перспективи розвитку", 2012, Ч. 2. С.90-92.

108. [Електронний ресурс]. Режим доступу до джерела: <https://agravery.com/uk/posts/show/virobnictvo-biodizelu-sagne-rekordnih-pokaznikiv>

109. Abbasi T., Tauseef S. M., Abbasi S. A. A Brief History of Anaerobic Digestion and “Biogas”. New York : Springer, 2012. vol. 2. 14 p.

110. Bassam N. Energy plant species-their use and impact on environment. London, 1998. 200 p.

111. Biodiesel Production Set to Drop 2.8 Mn T in 2020 [Електронний ресурс]. Режим доступу до джерела: <https://www.oilworld.biz/>

112. Dubrovskis V., Plume I., Bartusevics J., Kotelenecs V. Biogas production from fresh maize biomass. *Engineering for rural development*. 2010. P. 220–225.

113. Duran K. Determination of fatty acid composition on different false flax (*Camelina sativa* (L.) Crantz) genotypes under Ankara ecological conditions. *Turkish Journal of Field Crops*. 2013. 18(1). S. 66- 72. 8.

114. Foreest F. Van. Perspectives for Biogas in Europe, 2012. URL: <http://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2012/12/NG-70.pdf>

115. Hassan M.U., Chattha M.U., Barbanti L., Chattha M.B., Mahmood A., Khan I., Nawaz M. Combined cultivar and harvest time to enhance biomass and methane yield in sorghum under warm dry conditions in Pakistan. *Industrial Crops and Products*. 2019. Vol. 132. P. 84–91. doi: 10.1016/j.indcrop.2019.02.019

116. Hassan M.U., Chattha M.U., Barbanti L., Mahmood A., Chattha M.B., Khan I., Mirza S., Aziz SA., Nawaz M., Aamer M. Cultivar and seeding time role in sorghum to optimize biomass and methane yield under warm dry climate. *Industrial Crops and Products*. 2020. Vol. 145, Article ID 111983. doi: 10.1016/j.indcrop.2019.111983.

117. Hijazi O., Munro S., Zerhusen B., Effenberger M. Review of life cycle assessment for biogas production in Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016. vol. 54. pp. 1291–1300.
118. <http://dspace.ksau.kherson.ua/handle/123456789/1462>
119. https://collectedpapers.com.ua/herbaceous_plants/katran-tatarskij-crambe-tataria-sebeok
120. https://pidru4niki.com/78651/agropromislovist/stadiyi_rozvitku_tsukrovi_h_buryakiv
121. <https://propozitsiya.com/ua/topolya-na-biopalivo-osoblivosti-ehnologiyi-viroshchuvannya>
122. Ieremenko, O., Kalitka, V. (2016). Productivity of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) under the effect of AKM plant growth regulator in the conditions of low moisture of southern Steppe of Ukraine. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*. Vol. 9. Iss. 9. Ver. 1. 59–64. doi: 10.9790/2380-0909015964
123. Ikić, C., Yucesu, H. (2006). Investigation of the Effect of Sunflower Oil Methyl Ester on the Performance of a Diesel Engine. *Energy Sources*. Vol. 27. № 13. 1225–1234.
124. Kalenska, S., Rachmetov, D., Kalenskij, V., Junik, A., Kačura, E., Makarevičienė, V., Sendžikienė, E., Vainiūnaitė, R. (2013). *Biodujos: augalinės žaliavos ir gamybos technologijos*. Kaunas: UAB «Smaltijos» leidykla. 107. ISBN 978-609-449-063-7.
125. Kalenska, S., Rachmetov, D., Kalenskij, V., Junik, A., Kačura, E., Owczuk, M., Kolodziejczuk, K., Makarevičienė, V., Sendžikienė, E., Zaleckas, E. (2011). *Biodyzelinas: žaliavos gamybos technologijos ir savybės*. Kaunas: KOPA. 98. ISBN 978-609-449-007-1.
126. KWS SAAT AG. Энергетичний буряк. URL: <https://www.kws.com/ua/uk/produkty/tsukrovi-buryaky/energetychnyj-tsukrovyj-buryak/>
127. Mahmood A., Ullah H., Ijaz M., Naeem A.S., Honermeier B. Evaluation of sorghum cultivar for biomass and biogas production. *Aust. J. Crop Sci.* 2013. №7 (10). P. 1456–1462.
128. Mathias S. Verdrengt die rebe bald den mais? *Zuckerrebe*. 2014. № 1. P.36-39.
129. Podkówka W., Podkówka Z., Kowalczyk-Juśko A., Pasyniuk P. Agricultural biogas renewable energy source. Theory and practical application. Wydawnictwo PWRiL. 2012. P. 147–152.
130. Scarlat N., Dallemand J. F., Fahl F. Biogas : Developments and perspectives in Europe. *Renewable Energy*. 2018. №129. pp. 457–472.
131. Smith P., Powlson D.S., Glendining M.J., Smith J.U. 2008. Preliminary estimates of the potential for carbon mitigation in European soils through no-till farming. *Global Change Biology* 4, 679–685.
132. Tat, M.E., and Van Gerpen, J.H. (1999). The Kinematic Viscosity of Biodiesel and Its Blends with Diesel Fuel. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 76. 1511–1513.

133. The significance and perspective of biodiesel production – A European and global view [Электронный ресурс]. Режим доступа до джерела: https://www.ocljournal.org/en/articles/oclj/full_html/2019/01/oclj190042s/oclj190042s.html).

134. Wang, J., Li, D., Lv, X., et al. Biogas and Biomethane Production and Usage: Technology Development, Advantages and Challenges in Europe. *Energies*, 2022. URL: <https://www.mdpi.com/1996-1073/15/8/2940>

135. Wannasek L., Ortner M., Amon B., Amon T. Sorghum, a sustainable feedstock for biogas production? Impact of climate, variety and harvesting time on maturity and biomass yield. *Biomass and Bioenergy*. 2017. Vol. 106. P. 137-145. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.08.031>.

136. Weiland P. Production and energetic use of biogas from energy crops and wastes in Germany. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 2003. № 109 (1–3). P. 263–274.

ДОДАТКИ

Додаток А

Характеристика якості зразків твердопаливних виробництв України

<https://bio.ukr.bio/ua/articles/8768>

Параметри	Паливні гранули деревні світлі	Паливні гранули з лушпиння соняшнику	Паливні гранули з соломи
Відповідність стандарту	DIN 51731, DIN plus	EN-B	EN-B
Мета використання	для побутових споживачів	для котелень (тепло та електростанцій)	для котелень (тепло та електростанцій)
Сировина	Хвойні породи, дуб, бук, осика, тополя	лушпиння соняшнику	солома пшениці, проса, гречки,
Діаметр, мм	6;8	6;8	6;8
Довжина, мм	<50	10-50	10-50
Щільність, кг/дм ³	>1,12	1-1,4	1-1,2
Вміст вологи, %	<10	<10	<10
Зольність, %	0,33-0,9	<2,6	<8
Вміст сірки, %	<0,04	<0,01	відсутній
Теплота згоряння, МДж/кг	>18	17,9-19,9	15-19,8
Насипна щільність, кг/дм ³	0,65	0,6-0,64	0,585
Фасування	насіпом у вагонах-хопперах, біг-бегах(1т), мішках по 15-35 кг.		

Додаток Б

Характеристика якості зразків твердопаливних виробництв України

<https://bio.ukr.bio/ua/articles/8768>

Вид палива	Вологість матеріалу	Теплотворна здатність	Вміст сірки	Вміст золи	Вміст вугле-кислого газу
	%	МДж/кг	%	%	кг/ГДж
Природний газ МДж/м ³	–	35–38	0	0	57
Кам'яне вугілля	–	15–25	1–3	10–35	60
Паливо для двигунів	–	42,5	0,2	1	78
Мазут	–	42	1,2	1,5	78
Гілки плодкових дерев	20	10,5	–	–	–
Виноградна лоза	20	14,2	–	–	–
Тріски дерев, тирса	40–45	10,5–12,0	0	2	0
Брикети з деревини	7–8	16,8–21	–	–	–

Гранули з деревини	9–10	17,5–19,5	0,1	1	0
Солома	20	10,5–12,5	–	–	–
Солома в тюках	14–17	14,2	–	–	–
Гранули з соломи	8–10	16,5–18,8	0,2	4	0
Брикети з соломи	6 – 10	15,4 – 21,0			
Брикети з полови	–	16,7	–	–	–
Стебла соняшника	20	12,5	–	–	–
Брикети з лузги соняшнику	6–8	21,0 – 21,8	–	–	–
Гранули з лузги соняшнику	6 – 8	18,5–20,0			
Стебла кукурудзи	20	12,5	–	–	–
Брикети з качанів	–	18,0	–	–	–