

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**КУЗНЄЦОВА ІНГА ВАДИМИРІВНА**

УДК 633.3:658.562

**МЕТОДОЛОГІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ  
ПРОДУКТИВНОСТІ СТЕВІЇ (*STEVIA REBAUDIANA BERTONI*)  
ЯК СИРОВИНИ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕРОБЛЕННЯ**

06.01.09 – рослинництво  
06.01.15 – первинна обробка продуктів рослинництва

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора сільськогосподарських наук

Київ – 2016

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків  
Національної академії аграрних наук України

**Науковий консультант** доктор сільськогосподарських наук,  
професор, академік НААН  
**Роїк Микола Володимирович**,  
Інститут біоенергетичних культур  
і цукрових буряків НААН,  
директор

**Офіційні опоненти:** доктор сільськогосподарських наук, доцент  
**Хоміна Вероніка Ярославівна**,  
Подільський державний  
аграрно-технічний університет,  
професор кафедри рослинництва,  
селекції та насінництва

доктор сільськогосподарських наук,  
старший науковий співробітник  
**Рудник-Іващенко Ольга Іванівна**,  
Інститут садівництва НААН,  
головний науковий співробітник лабораторії  
квітково-декоративних і лікарських культур

доктор сільськогосподарських наук, професор  
**Токар Анастасія Юхимівна**,  
Уманський національний університет садівництва,  
професор кафедри технології зберігання  
та переробки плодів і овочів

Захист відбудеться «14» грудня 2016 року о 10<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.004.10 у Національному університеті біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Генерала Родимцева, 19, навчальний корпус № 1, кімната 97

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 13, навчальний корпус № 4, кімната 41а

Автореферат розісланий «11» листопада 2016 року

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради

Н. В. Новицька

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Розвиток України як самостійної держави пов'язаний зі стратегічними пріоритетами, до найголовніших з яких відносять забезпеченість вітчизняною конкурентоспроможною продукцією у необхідних обсягах. Послідовна комплексна державна політика в напрямі Продовольчої безпеки спрямована на забезпечення всіх груп населення раціональним харчуванням і формує національну політику стратегії розвитку країни.

З метою забезпечення виробництва конкурентоспроможної продукції, Планом заходів Національної академії аграрних наук України, на виконання основних положень «Стратегії розвитку до 2020 р. Президента України» і «Стратегії сільського господарства та розвитку сільських територій на 2015–2020 рр.» Міністерства аграрної політики та продовольства України передбачено заходи з проведення реформи сільського господарства і реформи якості та безпеки харчової продукції. У цьому напрямі набувають значення натуральні заміники цукру з листків стевії сушених, що застосовують для виробництва низькокалорійних харчових продуктів відповідно до потреб організму людини. Враховуючи значне соціальне та економічне значення стевії як перспективної культури світового масштабу, важливо поглибити концептуальні засади щодо формування її продуктивності і виробництва конкурентоспроможної продукції.

Стевія нині є маловивченою рослиною. Вивченням технології вирощування і перероблення в регіонах нашої країни займалися багато науковців, зокрема В. Ф. Зубенко (1990), С. Л. Анішин (1990), І. І. Ільєнко (1990), Л. І. Ксенз (1990), Л. А. Січкач (1990), В. В. Корчак (1990), С. В. Лобов (1990), Є. І. Мілородова (1995), Є. Ю. Юрова (1995), Т. М. Яворська (1998), М. В. Роїк (2007–2016), В. Ф. Шульгін (2009), З. З. Бекірова (2009), О. В. Брежнев (2009) та ін. Низка питань, пов'язаних із технологічними особливостями її вирощування визначаються впливом ґрунтово-кліматичних зон на рівень продуктивності стевії та обумовлюють забезпечення переробних підприємств якісними листками сушеними, потребу в яких на сьогодні забезпечено на 35–45 %.

В Україні відсутня система контролю якості стевії як сировини, так і продуктів її перероблення. Діюча нормативно-технічна документація не дає можливості здійснити контроль за імпортованою продукцією, а відсутність державних стандартів на продукти перероблення листків сушених спричинює наповнення ринку продукцією сумнівної якості. Недостатнє вивчення фізико-хімічних показників листків сушених ускладнює здійснення оцінки їхньої якості та ефективності перероблення. У результаті на переробних підприємствах нині не забезпечується комплексність перероблення стевії, тобто не використовують стебло, шрот та осад. Таким чином, проведення теоретичних і експериментальних досліджень з метою наукового обґрунтування технологічних особливостей вирощування, післязбирального оброблення, створення методології управління якістю та комплексного

перероблення стевії є актуальним для розвитку агропромислового комплексу України.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Роботу виконували впродовж 2008–2016 рр. згідно з тематичним планом Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН відповідно з програмами наукових досліджень НААН: «Створити вихідний матеріал нетрадиційних пряно-ароматичних і лікарських рослин та стевії, вивчити можливість їх інтродукції в агрокліматичних умовах України і можливість їх використання в різних галузях промисловості» (номер державної реєстрації 0111U008114); «Розробити біохімічну модель зберігання стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) та методику оцінки якості з метою подальшої її переробки» (номер державної реєстрації 0113U008061), а також «Розробити комплексну систему оцінки якості стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) з урахуванням умов вирощування» (номер державної реєстрації 0115U006736).

**Мета та задачі дослідження.** Мета роботи полягає у встановленні методологічних особливостей формування продуктивності стевії за системним аналізом впливу факторів на ріст і розвиток рослин упродовж вегетації та в подальшому на ефективність їхнього зберігання і перероблення листків сушених. Для досягнення поставленої мети було вирішено наступні задачі:

- встановити адаптивність стевії до екологічних умов Лісостепу України;
- виявити взаємозв'язок між особливостями проходження фенологічних фаз росту, розвитку та формування врожаю залежно від способів закладки насаджень;
- визначити оптимальні умови висаджування розсади або коренів стевії залежно від густоти насадження, погодних умов і поглинання вологи;
- встановити особливості формування надземної фітомаси та листкової поверхні рослин залежно від елементів технології вирощування і розробити математичну модель накопичення компонентів листя;
- обґрунтувати норми органічних добрив для формування оптимальної площі живлення та віку рослин, що сприяє максимальній реалізації біологічного потенціалу культури;
- ідентифікувати листки сушені за накопиченням речовин дитерпенових глікозидів і флавоноїдів та обґрунтувати вплив елементів технології вирощування на формування компонентного складу якості стевії;
- обґрунтувати технологічний режим сушіння надземної частини стевії та встановити його вплив на якість листків сушених;
- визначити взаємозв'язок між особливостями зберігання листків сушених залежно від елементів технологій вирощування і післязбирального оброблення, що зумовлюється регульованим вентиляванням приміщення та видом пакувального матеріалу;
- встановити технологічну оцінку листків сушених та дослідити вплив вмісту домішок у них на особливості екстрагування речовин дитерпенових глікозидів;

– обґрунтувати технологічні прийоми у комплексному перероблянні стевії, її застосуванні у виробництві харчових продуктів і технічних засобів та розробити нормативно-технологічну документацію;

– розробити методологію управління якістю стевії та методики з встановлення показників якості листків сушених;

– дати економічну і біоенергетичну оцінку технологій вирощування стевії та витрат на післязбиральне оброблення і перероблення листків сушених на концентрат з доукомплектуванням діючої установки з його виробництва;

– за результатами досліджень і виробничої перевірки рекомендувати виробництву розроблені елементи технології для одержання високих врожаїв листя, його сушіння та зберігання.

*Об'єкт дослідження* – процес росту та розвитку, формування продуктивності стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) у підзонах достатнього і нестійкого зволоження Лісостепу України, сушіння, вирощування, зберігання та перероблення листків сушених на концентрат.

*Предмет дослідження* – рослини стевії сорту Берегиня в процесі вирощування, збирання, оброблення, сушіння, листки сушені і стебло, екстракт з листків сушених, горілка і майонез.

**Методи дослідження.** У дисертаційній роботі використано такі методи дослідження: *польовий* – дослідження впливу елементів технології вирощування та погодних умов на об'єкт досліджень; *біометричний і ваговий* – встановлення фенологічних фаз росту й розвитку та продуктивності рослин; *кількісний* – визначення густоти рослин; *кількісно-ваговий* – визначення врожайності; *біохімічний* – визначення якості листя і стебла; *лабораторний* – визначення показників якості насіння, листя і концентрату; *статистичний* – встановлення вірогідності отриманих даних; *порівняльно-розрахунковий* – розрахунку економічної та енергетичної ефективності елементів технології вирощування, зберігання і перероблення стевії.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає у розвитку теоретичних основ реалізації біологічного потенціалу стевії сорту Берегиня, розроблення елементів технологій вирощування, первинного оброблення і використання.

*Вперше* для умов Лісостепу України:

– визначено потенціал продуктивності стевії та шляхи управління його реалізацією завдяки елементам технології вирощування;

– встановлено особливості формування надземної маси, тривалість періоду вегетації, міжфазних періодів росту та розвитку, віку рослин стевії залежно від погодних умов регіону і елементів технології вирощування;

– обґрунтовано ресурсощадні та екологічнобезпечні заходи післязбирального оброблення стевії, що забезпечить максимальний вихід листків з високими технологічними та споживними властивостями;

– визначено зміни властивостей стевії в системі «рослина – кінцева продукція»;

– проведено економічну та енергетичну оцінки ефективності технології вирощування, які досліджували, післязбирального оброблення та використання стевії.

*Удосконалено елементи технологій:*

– вирощування стевії за встановленням густоти висаджування, норм внесення органічного добрива та біологічного потенціалу рослин у результаті багаторічного вирощування в умовах Лісостепу України;

– післязбирального оброблення за оптимальних умов сушіння та зберігання листків сушених;

– виробництва концентрату з листків сушених за оптимізацією режиму екстрагування.

*Отримали подальший розвиток:*

– принципи формування врожайності та якості стевії залежно від погодних умов підзон зволоження, густоти висадження, норм внесення органічного добрива, віку рослин;

– ресурсощадні і екологічні заходи сушіння та зберігання стевії, використання листків сушених на концентрат для виробництва харчових продуктів із низькою калорійністю;

– система управління якістю стевії, що вдосконалена у частині наскрізного технологічного контролю показників якості в системі «рослина – кінцева продукція», алгоритмів і засобів управління.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в розробленні та вдосконаленні елементів технології вирощування стевії в умовах Лісостепу. Густота висаджування рослин за схемою 45×16 см на фоні внесення органічного добрива в нормі  $N_{60}P_{61,2}K_{62,4}$  кг/га сприяє збільшенню її продуктивності вдвічі. Сушіння надземної частини стевії в конвективній сушарці в дві стадії за температур 100 і 60 °С, швидкості руху повітря 2,0–2,5 м/с упродовж 78 хв. Зберігання листків сушених цілих або подрібнених фасованих у картонні коробки чи в паперові пакети в приміщенні оснащеному системою регульованого вентилявання.

Закономірності формування продуктивності стевії стали основою для методичних і технологічних розробок, що спрямовані на її комплексне перероблення. Розроблено, випробувано та впроваджено у виробництво:

– технологію вирощування стевії на органічній основі (*впроваджено на Державному підприємстві «Дослідне господарство «Сквирське»» (Київська область)*);

– технологію післязбирального оброблення стевії: патенти України № 79698, № 79699, № 92649, № 107966 та № 109006, технологічна лінія, ТІ 10.62.13-90.00.1:2014 «Листя стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) сушене» (*впроваджено на ТОВ «Неоквіт» (Тернопільська область) та Державному підприємстві «Дослідне господарство «Сквирське»» (Київська область)*);

– удосконалено технологію виробництва концентрату з листків сушених (ТІ 10.62.13-90.00.2:2014 «Концентрат з листків стевії») та спосіб його пакування (*патент України № 74258*). Режим екстрагування відпрацьовано у виробничих умовах ТОВ «Апікосметік» (м. Київ); апробовано застосування

концентрату у виробництві: майонезу (*патент України № 82303 та РЦ У 00334882-005-2013, ТО*) і горілки зі стевією (*акт випробовування ТОВ «Луцький спиртзавод» (Волинська область), патенти України № 80736 і № 105432, ТІ 11.01.10-80.00.3:2015*);

– розроблено методологію управління якістю стевії (*ТУ У 10.62.13-90.00:2013 «Листя стевії (Stevia rebaudiana Bertoni) сушене (ціле, подрібнене, порошки)*), яку впроваджено у Національній академії аграрних наук України; хіміко-технологічну оцінку якості листків сушених (*патенти України № 79471, № 92159, № 92898*), яка стала основою методичних рекомендації з критеріїв їхньої оцінки якості як сировини для подальшого використання у харчовій промисловості (*впроваджено у ТОВ «Неоквіт» (Тернопільська область)*).

Методологічні і технологічні прийоми формування якості стевії та застосування концентрату у виробництві харчових продуктів увійшли до книги «Стевія в харчовій промисловості»

**Особистий внесок здобувача** полягає у встановленні сучасного стану проблеми в Україні і отриманні наукових результатів. Здобувачем особисто сформульовано робочу гіпотезу, розроблено програму досліджень, використано сучасні методи досліджень та розроблено окремі методики з визначення показників якості листків сушених, проведено лабораторні дослідження і промислові випробування, опрацьовано та узагальнено їхні результати, удосконалено елементи технології її вирощування і післязбирального оброблення та перероблення, визначено алгоритм формування показників якості та взаємозв'язку між властивостями стевії, створено методологію та три методики з визначення показників якості, випробувано концентрат у виробництві харчових продуктів, підготовлено до публікації результати експериментальних досліджень.

Аналіз та узагальнення результатів досліджень проведено спільно з науковим консультантом доктором сільськогосподарських наук, професором, академіком НААН М. В. Роїком. Дослідження з конвективного сушіння стевії проведено спільно з професором, членом-кореспондентом НАН України Ю. Ф. Снежкіним та доктором технічних наук Ж. О. Петровою. Вивчення структурних змін, які відбуваються в надземній частині за сушіння із застосуванням методу диференціальної сканувальної калориметрії та процесів окиснення сполук екстракту проведено спільно з доктором технічних наук, професором І. М. Демидовим та кандидатом технічних наук В. О. Голодняком. Розроблення рецептури майонезу «Стевія» проведено спільно з З. П. Федякіною.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати дисертаційної роботи доповідались на: Всеукраїнській науковій екологічній конференції «Збалансований (сталий) розвиток України – пріоритет національної політики» (м. Київ, 2010 р.); Міжнародній науково-технічній конференції «Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг» (м. Харків, 2011 р.); Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Сучасний ринок товарів та проблеми здорового

харчування» (м. Харків, 2011 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Проблеми енергоефективності та якості в процесах сушіння харчової сировини» (м. Харків, 2011 р.); Всеукраїнській науковій конференції молодих учених (м. Умань, 2012 р.); науково-практичній конференції з міжнародною участю «Вода в харчовій промисловості» (м. Одеса, 2012 р.); бізнес-форумі «Формування національної політики збалансованого виробництва і споживання: спільні дії влади, бізнесу і громадськості» (м. Київ, 2012 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Торгівля та готельно-ресторанний бізнес: інноваційний розвиток в умовах глобалізації» (м. Харків, 2012 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми гігієни та технології харчування. Сучасні тенденції і перспективи розвитку» (м. Донецьк, 2012 р.); Міжнародній науково-практичній конференції цукровиків України «Цукробурякове виробництво в умовах реформування національної економіки» (м. Київ, 2012–2013 рр.); Міжнародній науково-технічній конференції «Хімія і біотехнологія жирів. Перспективи розвитку масло-жирової галузі» (м. Алушта, 2012 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Розвиток аграрної науки у сучасних умовах» (м. Львів, 2012 р.); науково-практичній конференції «Сучасне овочівництво: освіта, наука та інновації» (м. Київ, 2012 р.); Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Наука на службі сільського господарства» (м. Миколаїв, 2013 р.); II Міжнародній науково-практичній конференції молодих учених «Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур» (м. Київ, 2013 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Перспективные технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве» (м. Мінськ, Республіка Білорусь, 2013 р.); I Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених «Перспективні напрямки наукових досліджень та технічних культур» (м. Березоточа, 2013 р.); науково-практичній інтернет-конференції «Шляхи впровадження сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в агропідприємствах, зберігання та переробка продукції рослинництва» (м. Полтава, 2013 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Енерго- і ресурсоефективні технології виробництва і зберігання сільськогосподарської продукції» (м. Харків, 2014 р.); IV Міжнародній науково-технічній конференції «Земля України – потенціал продовольчої, енергетичної та екологічної безпеки держави» (м. Вінниця, 2014 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Достижения и перспективы развития фитохимии» (м. Караганда, Республіка Казахстан, 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Зберігання і переробка продукції рослинництва: освіта, наука, інновації» (м. Київ, 2015 р.); Міжнародній науковій конференції «Агробиоразнообразие для улучшения питания, здоровья и качества жизни» (м. Нітра, Словацька Республіка, 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Техніка та технології агропромислового виробництва» (м. Львів, 2015 р.); Міжнародному науковому симпозіумі «Современное плодовоовощеводство и виноградарство – достижения и перспективы» (м. Кишинів, Республіка Молдова, 2015 р.); III Міжнародній



науково-практичній конференції «Продовольчі ресурси: проблеми і перспективи» (м. Київ, 2015 р.).

**Публікації.** За матеріалами дисертаційного дослідження опубліковано 75 наукових праць, з яких монографія, 18 статей у наукових фахових виданнях України, дві статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних, 4 статті у наукових виданнях інших держав, 10 статей в інших наукових виданнях, три патенти на винахід, 9 патентів на корисну модель, 27 тез наукових доповідей, методичні рекомендації.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається зі вступу, 7 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел літератури, 27 додатків. Робота викладена на 362 сторінках основного тексту, містить 86 таблиць, 99 рисунків. Кількість використаних літературних джерел становить 321 найменувань, у тому числі 68 латиницею.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

### **КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ОЦІНКИ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ СТЕВІЇ ТА ЕТАПИ ЇХНЬОГО ФОРМУВАННЯ (огляд літератури)**

Щорічно в світі зростає виробництво і перероблення листків сушених стевії завдяки їхній низькокалорійній та екологопротекторній здатності. Незважаючи на значні досягнення у світі щодо розвитку технологій виробництва натуральних замінників цукру з листків сушених, нині немає комплексного використання стевії в агропромисловому комплексі України. Відмічено, що основною причиною відсутності промислових плантацій стевії в Україні є недосконалість діючих технологій вирощування та зберігання, що забезпечує високу продуктивність і виробництво органічної продукції гарантованої якості. Налагодження промислового виробництва потребує також удосконалення процесу її сушіння, основною метою якого є отримання конкурентоспроможних листків сушених у короткий строк з мінімальними енерговитратами. Крім того, в Україні неконтрольований імпорт листків сушених, відсутня сучасна лабораторія, а методологічна та методична база не забезпечує належний контроль за їхньою якістю.

### **УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

**Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень.** Експериментальну частину дисертаційної роботи виконано впродовж 2008–2016 рр. у польових дослідках Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, Державного підприємства «Агрофірма «Веселинівка»» (Баришівський район, Київська область, 2011–2016 рр.), Державного підприємства «Дослідне господарство «Сквирське» (Сквирський район, Київська область, 2012–2016 рр.), на приватній ділянці в с. Мар'янівна (Барський район, Вінницька область, 2008–2016 рр.), на дослідних ділянках ТОВ «Неоквіт» (м. Плотица, Тернопільський район, Тернопільська область, 2013–2015 рр.), що розташовані в Лісостепу України.

Ґрунтово-кліматичні умови зони Лісостепу України сприятливі для інтродукції стевії. Зона проведення досліджень (Баришівський і Сквирський райони Київської області) – є підзоною нестійкого зволоження (ГТК = 1,2–1,6), з теплим, помірно вологим кліматом. Друга зона проведення досліджень (Барський район, Вінницька область) – підзона достатнього зволоження (ГТК = 1,1–1,8). Третя зона проведення досліджень (Тернопільський район, Тернопільська область) – підзона достатнього зволоження (ГТК = 1,1–1,8).

Досліди були закладені на темно-сірих опідзолених крупнопилувато легкосуглинкових ґрунтах на лесовидному суглинку (Сквирський район, Київська область) з умістом гумусу 4,6–4,8 % (за Тюриним), легкогідролізованого азоту – 14,4 мг/100 г ґрунту (за Корнфілдом), рухомого фосфору – 15,2 мг/100 г ґрунту (за Чиріковим), обмінного калію – 15,2 мг/100 г ґрунту (за Чиріковим), гідролітичною кислотність – 1,14 мг-екв/100 г ґрунту, рН 6,4; сірих лісових помірно слабогумусоаккумулятивних (Баришівський район, Київська область) з умістом рухомого фосфору – 14,0 мг/100 г ґрунту (за Чиріковим) і обмінного калію – 8,3 мг/100 г ґрунту (за Чиріковим), рН 6,0; чорноземах опідзолених добре гумусоаккумулятивних (Барський район, Вінницька область) з умістом гумусу 4,5 %, легкогідролізованого азоту – 3,5–5,4 мг/100 г ґрунту (за Корнфілдом), рухомого фосфору – 7,9–11,8 мг/100 г ґрунту (за Чиріковим), обмінного калію – 10–13 мг/100 г ґрунту (за Чиріковим), рН 6,4; чорноземах опідзолених добре гумусоаккумулятивних (м. Плотича, Тернопільський район, Тернопільська область) з умістом гумусу 3,9–4,5 %, рН 6,5.

Органічні добрива вносили у вигляді перепрілого гною великої рогатої худоби і курячого посліду тривалого зберігання. Агрохімічний склад перепрілого гною великої рогатої худоби: рН 8,7, вміст органічної речовини – 45,7 %, золи – 54,3 %, NPK – 69,8 %, N:P:K – 1:0,8:0,6, енергетичний потенціал – 10,3 МДж/кг,  $N_{60}P_{61,2}K_{62,4}$ . Хімічний склад курячого посліду (тривалого зберігання): рН 7,8,  $N_{з\text{ар}}$  – 3,64 %,  $P_2O_5_{з\text{ар}}$  – 3,64 %,  $K_2O_{з\text{ар}}$  – 1,82 %, N:P:K – 1:0,5:0,2, енергетичний потенціал – 10,9 МДж/кг. Мінеральні добрива вносили у вигляді аміачної селітри (34,5 % д. р.); гранульованого суперфосфату (19,5 % д. р.); калійної селітри (40 % д. р.).

**Об'єкти, схеми та методики досліджень.** Програмою досліджень зі встановлення особливостей формування продуктивності стевії за системним аналізом впливу факторів на ріст і розвиток рослин упродовж вегетації та в подальшому на ефективність їхнього зберігання і перероблення листків було передбачено низку дослідів. А саме:

**Дослід 1. Встановлення строків сівби насіння та регламентів пророщення для отримання розсади рослин стевії, які здатні сформувати генеративні органи (2013–2015 рр.).**

Схема дослідів: *фактор А* – строк сівби насіння: III декада січня, III декада лютого, III декада березня, *фактор В* – регламенти температури: 7–11 °С, 12–15, 16–18 °С. Посівні якості насіння стевії визначали згідно ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості». Насіння пророщували в термостаті ТПС-1. В якості субстрату

застосовували фільтрувальний папір. Ефективність проростання визначали за відсотком росту пророслих рослин на субстраті, прийнявши перенесену кількість за 100 %. Пінцетом переносили проросле насіння на поверхню субстрату в ящики. В якості субстрату застосовували суміш ґрунту і перегною як 1:1. Впродовж подальшого росту рослин підтримували температуру 20 °С. Підрахунок паростків рослин здійснювали на 30 та 60 добу після їх висаджування в ґрунт. Площа облікової ділянки 9 м<sup>2</sup>, повторення 6-разове.

**Дослід 2. Вивчення потенціалу продуктивності стевії в ґрунтово-кліматичних умовах України (2008–2015 рр.).**

Схема дослідів: *фактор А* – підзона зволоження, *фактор В* – схема висаджування рослин, *фактор С* – удобрення (табл. 1). Визначали вплив водопоглинання та вік (від 1 до 6 років) рослин на їхні біометричні показники в ґрунтово-кліматичних зонах залежно від схеми садіння на органічному фоні. Площа дослідних ділянок – 74,5 м<sup>2</sup>, розташування в один ярус.

Таблиця 1

Схема дослідів

Підзона зволоження / область (фактор А)	Схема висаджування, см (фактор В)	Удобрення, кг/га д. р. (фактор С)
А1 – достатнього (Вінницька)	В1 – 45×18 В2 – 45×16 В3 – 45×12	С1 – контроль – без добрив С2 – перегній (N <sub>60</sub> P <sub>61,2</sub> K <sub>62,4</sub> ) С3 – N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> (мінеральне добриво) С4 – N <sub>60</sub> P <sub>60,6</sub> K <sub>61,2</sub> (мінеральне добриво з підживленням ґрунту восени перегноем)
А2 – достатнього (Тернопільська)	В1 – 45×18 В2 – 45×16 В3 – 45×12	С2 – N <sub>60</sub> P <sub>61,2</sub> K <sub>62,4</sub> (перегній)
А3 – нестійкого (Київська)	В1 – 45×18 В2 – 45×16 В3 – 45×12	С2 – N <sub>60</sub> P <sub>61,2</sub> K <sub>62,4</sub> (перегній)

У напрямі розроблення технології післязбирального оброблення стевії проведено низку системних дослідів. Загальну схему досліджень з формування якості листків сушених та їхнього перероблення представлено на рис. 1. Збирання врожаю надземної частини здійснювали у III декаді червня – I декаді липня (перший збір врожаю) та III декаді серпня – II декаді вересня (другий збір врожаю).

### Дослід 3. Порівняльна оцінка якості листків сушених (2008–2015 рр.).

3.1. Для дослідження впливу домішок на тривалість екстрагування використовували листки сушені з вмістом від 0,3 до 10 % (крок + 1 %, починаючи з вмісту домішок 1 %).



Рис. 1. Схема досліджень

3.2. Готували модельні зразки сушеного листя із ступенем крихкості: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 і 1. Досягнення необхідного рівня крихкості здійснювали шляхом підсушування. Модельні зразки листя екстрагували підготовленою водою протягом 5 год за температури 65–70 °С. Гідромодуль для листя із крихкістю 0,1–0,7 становив листя: вода як 1:5, для значень 0,8–1 як

1:10. Із завершенням екстрагування відокремлювали екстракт та визначали вміст речовин дитерпенових глікозидів.

3.3. Проводили моніторинг вмісту речовин дитерпенових глікозидів у листках сушених стевії, вирощеної в підзонах достатнього і нестійкого зволоження та досліджували якість порошків речовин дитерпенових глікозидів та олеанолової кислоти (сапоніну), які були отримані у промислових умовах з листків сушених вітчизняного і парагвайського походження.

3.4. Структурні зміни, які відбувались у речовинах під дією температури, вивчали із застосуванням диференційного сканувального калориметра QDSC-20 Termo Fisher SCIENTIFIC (Intertech Corporation, 2008 р.). Зразок хімічночистого або промислового порошку речовин дитерпенових глікозидів чи сапоніну поміщали в алюмінієву капсулу і запаювали для відсутності доступу кисню. Визначення проводили в температурному інтервалі 25–300 °С за швидкості нагрівання 10 °С/хв. Розрахунки здійснювали за допомогою програмного забезпечення STAR<sup>e</sup>.

3.5. Вільні амінокислоти визначали за загальноприйнятою методикою з деякими змінами. Для ідентифікації амінокислот використовували стандартні зразки амінокислот. Хроматограми вільних амінокислот отримали за допомогою мультиспектра-4.1, за якими, виходячи з площ піків, розрахували вміст вільних амінокислот.

3.6. Визначення сирого жиру проводили згідно з ГОСТ 13496.15-97 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырого жира», жирнокислотного складу – згідно ДСТУ ISO 5508-2001 «Жири та олії тваринні і рослинні. Аналізування методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот». Хроматографічний аналіз жирнокислотного складу виконано на газовому хроматографі Trace Ultra з полум'яно-іонізаційним детектором, на капілярній колонці SP-2560 (Supelco). Межа виявлення – 0,01 %. На основі отриманих даних щодо жирнокислотного складу розрахували значення десатуразних LCD і ODR співвідношень.

**Дослід 4. Визначення технологічної оцінки листків сушених (2011–2015 рр.).** Дисперсійний склад листків сушених подрібнених визначали ситуванням із застосуванням комплекту сит зібраних у послідовності №№ сит: 2,5; 1,6; 0,63; 0,4; 0,315; 0,2; 0,16; 0,1; 0,063; 0,05. Оцінку ефективності фракцій листків сушених здійснювали методом визначення ступеня руйнування рослинної тканини, який полягає у відношенні кількості вилучених речовин дитерпенових глікозидів з рослинної тканини до цих самих сполук, які переходять з неї в екстрагуючий розчин впродовж хвилини. Насипну щільність, сипкість, кут дійсного ухилу, коефіцієнт поглинання і ступінь набухання визначали згідно чинних методик.

Зміну структури листового апарату та фракцій різних дисперсій листків сушених визначали мікроскопічним методом аналізу із використанням мікроскопа URL2 типу Color CMOS Sensor (1600×1200; 800×600).

**Дослід 5. Вивчення механізму утворення хелатних комплексів флавоноїдів листків сушених з іонами алюмінію змінної валентності (2008–2015 рр.).** Визначення ступеня утворення хелатних комплексів

здійснювали приготуванням ізомаларних серій розчинів із розрахованим співвідношенням частини флавоноїдів екстракту до частини іонів алюмінію від 0,3 до 15.

#### **Дослід 6. Встановлення показників якості стебла сушеного.**

Дослідження стебла сушеного проводили за загальноприйнятими методиками з визначення вологи, речовин дитерпенових глікозидів, білка, жиру, клітковини і золи. Визначення вмісту мікро- і макроелементів у стеблі – згідно ДСТУ ISO 11885:2005 «Якість води. Визначення 33 елементів методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою» здійснено на атомно-емісійному спектроскопі. Підготовка проби – згідно ГОСТ 26929-94 «Сырьё и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов».

**Дослід 7. Встановлення технологічного режиму висушування стевії (2008–2015 рр.).**

7.1. Тіньовий спосіб. У теплиці розташовували дерев'яні полиці на висоті 65–70 см одна від одної. Розмір однієї полиці становив 60×120 см. Упродовж експерименту підтримували температуру в межах 28–32 °С, забезпечуючи постійне вентилявання із швидкістю руху повітря 1,8 м/с у теплий період та знижували в дощовий період до 0,9 м/с. Щільність шару надземної частини на полицях становила 4–7 мм.

7.2. Конвективний спосіб. Свіжозібрану або підсушену надземну частину сушили у сушарці за температури повітря 40–100 °С і швидкості руху повітря 1,5–2,5 м/с вмісту масової частки вологи у листях не більше ніж 10 %. Після чого відокремлювали листки від стебел та пакували. Масову частку вологи у листках сушених визначали згідно ГОСТ 22027.02-74.

Перебіг процесів, що відбувались у надземній частині стевії за її сушіння визначали за допомогою диференційного скануючого калориметру QDSC-20 Termo Fisher SCIENTIFIC (IntertechCorporation, 2008 р.). Досліджувану свіжозрізану надземну частину (листок, стебло та частину листка зі стеблом) поміщали в алюмінієву капсулу і запаювали для відсутності доступу кисню. Нагрівання здійснювали з інтервалом 2 °С за хв, починаючи з температури середовища – 19 °С.

**Дослід 8. Вивчення особливостей зберігання листків сушених (2008–2015 рр.).** Зберігання здійснювали за температури не вище 5 °С і відносної вологості повітря не вище 75 %.

8.1. Вентилювання приміщення. Листки сушені пакували в картонні коробки та закладали в ряд на полиці у приміщенні для зберігання: 1) контроль – без системи вентилявання, 2) зі системою вентилявання.

Інтенсивність вентилявання у теплий проміжок часу (друга половина весни, літо та початок осені) була вищою і становила 0,14–0,2 м<sup>3</sup>/хв на 1 м<sup>3</sup> сировини. Після настання холодів інтенсивність вентилявання приміщення знижувалась і не перевищувала значення 0,13 м<sup>3</sup>/хв на 1 м<sup>3</sup> сировини. Таким чином, інтенсивність вентилявання приміщення залежно від погоди становить 0,1–0,2 м<sup>3</sup>/хв на 1 м<sup>3</sup> сировини. Коефіцієнт кореляції між інтенсивністю

вентилювання і температурою в приміщенні становить 0,98. Оцінку ефективності здійснювали за зміною масової частки вологи у листках сушених.

8.2. Досліджували вплив вирощування на ефективність зберігання листків сушених. Критерієм оцінки було визначення: вологи, речовин дитерпенових глікозидів і флавоноїдів.

8.3. Досліджували зберігання висушеного листа за різних температур, °С: 1) контроль – 28–32, 2) 40, 3) 60, 4) 80, 5) 100–60.

8.4. Досліджували вид пакування листків сушених: 1) контроль – без упаковки, 2) картонна коробка, 3) джгутовий мішок, 4) поліетиленовий мішок. Зберігання порошку з листків сушених здійснювали в: 1) контроль – без пакування, 2) паперових пакетах, 3) поліетиленових мішках. Оцінку якості листків сушених здійснювали за зміною органолептичних показників, масової частки вологи і ступеня крихкості.

**Дослід 9. Технологічні особливості виробництва концентрату, отриманого з листків сушених (2008–2015 рр.).**

9.1. Установлення гідромодуля екстрагування за співвідношенням листки сушені і екстрагент здійснювали за зміною співвідношення для цілих від 1:1 до 1:7 та подрібнених до 1:10. Тривалість екстрагування становила 7 год.

9.2. Установлення процесу екстрагування цілих сушених листків проводили у співвідношенні листки: екстрагент як 1:5, подрібнені листки:екстрагент як 1:7. Вивчали ступінь переходу речовин дитерпенових глікозидів, білка та флавоноїдів залежно від температури процесу, °С: 1) 60, 2) 70, 3) 80, 4) 90, 5) 95.

9.3. Дослідження умов проведення рециркуляції екстракту. 10 кг подрібнених листків сушених дисперсністю 1,0–2,5 мм розділи на 5 порцій. Залили 1 порцію (2 кг) листків сушених подрібнених (далі – сировина) очищеною водою (30–40 °С) і настоювали 1 год. Повільно зливали отриману витяжку і заливали нагрітою водою (50–60 °С) першу порцію сировини в екстрактор за співвідношення сировина:вода як 1:7. Витяжку, отриману після першої порції нагрівали до 40–45 °С та заливали другу порцію сировини. Екстрагування двох порцій проводили впродовж 5 год за температури 60–70 °С. Після чого відфільтровували обидві порції та отриманим екстрактом заливали третю порцію для екстрагування за встановлених оптимальних умов. Із завершенням процесу відфільтровували третю порцію і отриманим екстрактом заливали четверту порцію сировини для подальшого екстрагування за встановлених оптимальних умов. Також здійснювали екстрагування п'ятої порції сировини. Після завершення екстрагування відфільтровували екстракт, який направляли на очищення.

9.4. Структурні та біохімічні зміни в екстрактах, отриманих з листків сушених, які відбувалися впродовж 24–72 хв, вивчали за температур процесу екстрагування, °С: 1) 30, 2) 60, 3) 80. Дослідження структурних змін сполук у екстрактах проводили за допомогою реактора для випробування на окисну стабільність OXITEST (Sactrade, 2008 р.).

9.5. Відокремлювали шрот від екстракту та очищали його фільтруванням через капроновий фільтр. Технологічні показники осаду визначали за швидкістю фільтрування та об'ємом утвореного осаду.

9.6. Визначення оптимальної частки сухої речовини концентрату здійснювали способом концентрування екстракту до різного значення сухої речовини, %: 1) 40, 2) 45, 3) 50–65, 4) 70, 5) 75.

9.7. Дослідження із застосування нового виду пакування концентрату. В якості нейтрального носія застосовували полотно неткане голкопробивне фільтрувальне згідно ТУ У 17.5-00306644-129-2003 товщиною 1–2 мм. Концентрат із вмістом масової частки сухих речовин 62–65 % наносили краплинним методом на нейтральний пористий носій рівномірно у співвідношенні концентрованої екстракт: нейтральний носій як 0,5–2,0:0,4–1,3 та сушили його до сухих речовин = 95 %, охолоджували до температури носія 20 °С, стабілізували та здійснювали пакування на пластини із розрахунком одна пластина – 4–5 крапель концентрату.

**Дослід 10. Визначити технологічні умови застосування концентрату у виробництві горілки та низькокалорійного майонезу.**

10.1. Кількість введеного концентрату змінювали у розрахунку від 0,1 до 0,5 дм<sup>3</sup> вмісту речовин дитерпенових глікозидів на 1 дм<sup>3</sup> горілки. Оцінку готового продукту проводили за органолептичними показниками. Дану технологію апробовано у виробничих умовах ТОВ «Луцький спиртзавод» (акт від 28.10.2012 року).

10.2. Використовували класичну рецептуру виробництва майонезу висококалорійного, в якій замінили натрій двовуглекислий та цукор на концентрат, отриманий із листків стевії сушених: 1) 0,032 %, 2) 0,157 %.

В дослідженнях використовували загальноприйняті методики: «Методика опытного дела» (1985), «Методики проведення досліджень у буряківництві» (2014), «Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві» (2001), «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур» (2000). Статистичне оброблення результатів досліджень, побудову графіків і діаграм виконано з використанням програмного забезпечення MathCad Professional 2015 та MS Office Excel 2010, а також для креслення апаратурно-технологічної схеми використали програмне забезпечення Компас 3D LT 5.11 та Paint.

Економічну ефективність технології вирощування розраховували за технологічними картами вирощування культур та методичними вказівками з визначення економічної оцінки вирощування сільськогосподарських культур за інтенсивними технологіями. Енергетичну ефективність агротехнічних заходів і технологій визначали за методиками О. К. Медведовського та П. І. Іваненка (1988).

## **РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

### **ВИРОЩУВАННЯ СТЕВІЇ ТА ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЛИСТЯ**

**Особливості онтогенезу стевії та формування насіння.** Для стевії ґрунтово-кліматичні умови України є регулятором морфогенезу в процесі



онтогенезу і за тривалого світoperіоду 16–17 год. відбувається продуктивне формування її надземної частини. Відмічено, що затримання терміну висаджування розсади в ґрунт на два тижні не забезпечує отримання якісного насіння у вересні і за завершення цвітіння 70–76 % кошиків квіток рослин є порожніми. За садіння розсади у III декаді травня I фаза цвітіння (10–15 % рослин маточника) настає в III декаді липня. У III декаді серпня кількість рослин із кошиками з дозрілим насінням становила 55–65 %. Повне дозрівання насіння (90–95 % рослин маточника) виявлено у III декаді вересня за оптимальних умов світoperіоду для тропічних рослин 12–13 год. Верхня частина куша має значну розгалуженість по 5–7 гілочок, на яких розташовані суцвіття з 3–5 квітками (рис. 2, а).

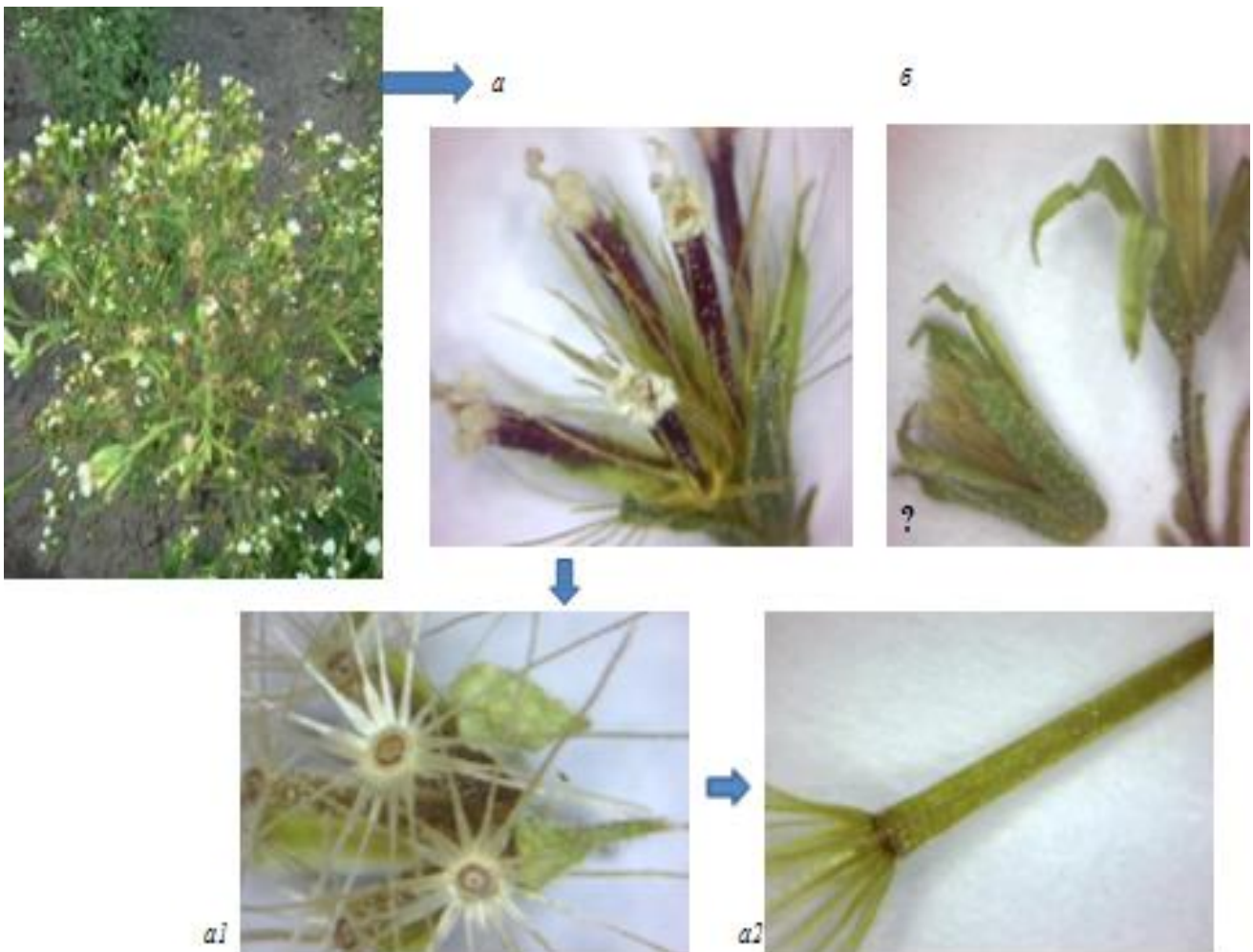


Рис. 2. Формування насіння стевії

Квітка має довжину до 5 мм і знаходиться у чашці, яка редукована до пір'ястих волосків. Із завершенням цвітіння в кошику формується насіння, кількість якого залежить від кількості квіток у кошику (див. рис. 2, а1). Проте, трапляються і пусті кошики (див. рис. 2, б), в яких не сформувалось насіння. Із завершенням процесу дозрівання насіння з верхівки кошика видно розгалужені частини («зонтики») 3–5 насінин (див. рис. 2, а2) і після повного дозрівання кошик квітки стає сухим. Загальна довжина насінини становить 6–7 мм.

Головка насінини має довжину 3–4 мм і складається з 14–17 шт. тонких волосинок, які формують «зонтикову частину».

Латентний період – це період від дозрівання насіння до утворення корінця. В умовах України насіння *Stevia Rebaudiana Bertoni* дозріває з II декади жовтня до I декади грудня.

Стевія першого року вегетації на одній рослині має потенційну насінневу продуктивність (ПНП) – 600–682 і реальну насінневу продуктивність (РНП) – 219–242. Коефіцієнт продуктивності становить 35–37 % (табл. 2). Маса однієї насінини становить менше навіть за 0,001 г. Маса 1 тис. насінин – 0,25–0,26 г. За якістю, отримане насіння відповідало чинним вимогам ДСТУ 4775:2007.

Виргінільний період – етап утворення паростка (10–11 діб), за якого з'являються сходи з обернено яйцевидними і блідо-зеленими сім'ядолями довжиною 0,6–0,8±0,05 см і шириною 0,3–0,5±0,05 см.

Таблиця 2

### Насіннева продуктивність рослини

Рік	Кількість суцвіть, шт.	ПНП	РНП	К <sub>пр</sub> , %	Маса 1000 шт. насінин, г
2013	137±0,80	630±3,2	232±2,6	36,8	0,25±0,02
2014	142±0,67	682±3,8	241±3,1	35,3	0,26±0,02
2015	129±0,93	606±4,1	219±2,4	36,1	0,26±0,02

Ювенільний етап онтогенезу характеризується зростанням пагону (40–45 діб) I порядку через 10–11 діб після появи сходів, утворенні перших двох листків, з подальшим утворенням упродовж 20 діб ще 4 пар листків.

За імуторного етапу онтогенезу (65–75 діб) досягається довжина пагона I порядку більше 20,0±1 см у вузлах та з'являються пагони II порядку довжиною більше за 35±1 см з утворенням 12–14 пар листків довжиною 4–5±0,2 см.

Генеративний період онтогенезу відмічено в 1 рік вегетативного розвитку за появи в II декаді червня у основі 1–3 пагонів з розвитком бутонів і початком I фази цвітіння. II фаза цвітіння починається в III декаді серпня з появою генеративних пагонів, розвиток бутонів становить 20–25 діб і завершується в II декаді вересня. За умов жаркого літа генеративний розвиток II фази цвітіння зсуюється на 10 діб. Другий рік життя рослини за генеративного періоду характеризується утворенням 1–3 пагонів I порядку висотою 5–8±1 см на початку квітня на коренях після зимового періоду, на 3 рік життя на коренях після зимівлі утворюється 2–5 пагонів I порядку, на 4 і 5 – 3–6 пагонів I порядку.

Сенільний період онтогенезу відмічено на шостий рік вегетативного розвитку, за якого відбувається часткове відмирання кореневої системи та зменшення генеративних пагонів до 3–4 шт.

**Вплив погодних умов на вегетаційний розвиток стевиї.** Погодні умови, які склалися в окремі роки досліджень, мали значний вплив на проходження фенологічних фаз росту й розвитку рослин та їх тривалість. Рівняння регресії впливу кількості опадів (y) на врожайність стевиї мало такий вигляд для:

- Вінницької області –  $y_1=0,019x+2,2643$ ,
- Тернопільської області –  $y_2=-0,339\ln(x)+3,0235$ ,
- Київської області –  $y_3=-0,0286x^2+0,3429x+1,3886$ .

де  $x$  – прогнозована урожайність, т/га.

За розрахованим кліматичним водним балансом ймовірність створення умов дефіциту впродовж вегетації рослин істотно підвищується. Зокрема, у Вінницькій області позитивним кліматичний водний баланс був тільки в період «гілкування – I фази цвітіння», тобто, ймовірність формування посушливих умов збільшилась. Умови Тернопільської області більш вологі, особливо у фазу «сходи – початок гілкування» але відмічається посушливість переважно у фазу «утворення і дозрівання насіння». Погодні умови Київської області більш рівномірні за забезпеченням вологи у перші дві фази вегетативного розвитку. Проте за другого гілкування до II фази цвітіння з'являється посушливість і у фазу отримання насіння відмічаються також посушливі умови.

Розрахунок коефіцієнтів варіації кліматичної складової урожайності стевії (табл. 3) показав, що однотипність погоди для вирощування рослин виявляла в умовах Вінницької і Київської областей та неоднотипними погодні умови були в Тернопільській області.

Таблиця 3

**Кліматична складова мінливості урожаїв стевії за підзонами зволоження**

Рік	Кліматична складова урожаю (фактор А)*		
	A1	A2	A3
2008	0,34	–	–
2009	0,39	–	–
2010	0,33	–	–
2011	0,35	–	0,91
2012	0,48	–	0,96
2013	0,35	0,92	0,91
2014	0,38	1,00	0,83
2015	0,32	1,17	0,96
середнє	0,37	1,03	0,92

Примітки: A1 – підзона достатнього зволоження (Вінницька область); A2 – підзона достатнього зволоження (Тернопільська область); A3 – підзона нестійкого зволоження (Київська область).

В усі досліджувані роки спостерігалася майже однакова врожайність стевії, що показує своєчасне регулювання елементів технології вирощування. Зокрема, найменша мінливість кліматичної складової урожаїв спостерігалася у Вінницькій області (0,37), найбільша – в Тернопільській області (1,03). В умовах Київської області кліматична складова є також досить високою і в середньому за 5 років становить 0,92. Розрахований коефіцієнт теплозабезпечення показує, що в усіх підзонах зволоження в міжфазний період вегетативного розвитку рослини достатньо були забезпечені теплом. Найвищим

індекс використання тепла був у Тернопільській області (1299,3), найнижчим – у Київській області (1219,7).

За значеннями коефіцієнтів вологозабезпечення відмічено, що проблемними були погодні умови в міжфазні періоди для підзони достатнього зволоження – «сходи початок гілкування» та «утворення і дозрівання насіння», а для підзони нестійкого зволоження – після збору I врожаю «гілкування – II фаза цвітіння» та «утворення і дозрівання насіння». Найвищим індекс використання вологи був у Тернопільській (6,2) і в Київській (6,4) областях. Проте найвищим коефіцієнт водоспоживання був у Київській області і становив 2269 за період вегетації.

**Водоспоживання рослин стевії.** Встановлено, що за вирощування рослина поглинає 2790–2850 мл вологи, при цьому в перші два тижні після садіння в ґрунт – близько 48,3 %. Сформований водний баланс дає змогу отримати рослини із добре розвиненою структурою куща (висотою до 57 см та діаметром до 37 см), гіллястої форми та міцним тургором листового апарату.

Відмічено, що густина висаджування рослин впливає на площу листової поверхні, коефіцієнт та інтенсивність транспірування вологи в рослинах. Зокрема, за схеми висаджування 45×18 см площа листової поверхні становить 7,5–8,3 см<sup>2</sup>,  $K_{tr}=600-650$  і  $I_t=0,92-1,14$  г/(м<sup>2</sup>×год), схем 45×16 см і 45×12 см – площа листової поверхні становить 4,45–5,15 см<sup>2</sup>,  $K_{tr}=790-900$  і  $I_t=1,0-1,9$  г/(м<sup>2</sup>×год). Випаровування вологи з поверхні листового апарату за всіх схемах висаджування майже не змінювалася і становила 5,3–6,2 г/(м<sup>2</sup>×год). Отже, за більш концентрованого висаджування рослин зростала швидкість поглинання вологи та знижувалася площа листової поверхні на 37–40 %.

**Ефективність внесення добрив за вирощування стевії.** За внесення перегною продуктивність стевії вдвічі зростала (табл. 4). За внесення органічного добрива (фактор С2) рослини в I збір урожаю мали висоту до 47±1 см та урожайність сухої речовини листків – 1,2 т/га. Це дозволяє отримати в сумі за I і II збори урожаю врожай 2,2–2,4 т/га сухої речовини листків. Вміст вільних амінокислот у листках є непостійним і залежить від умов вирощування. Зокрема, за внесення перегною листки сушені мали вищий вміст вільних амінокислот на 24,2 %, ніж отримані за внесення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.

Встановлено, що найбільше стевія виносить з ґрунту азоту (54,0 кг/га) за внесення органічного добрива, а найменше (30,6 кг/га) – без добрив. Фосфору найбільше виноситься з ґрунту з органічним добривом (34,3 кг/га), найменше – на контролі (3,1 кг/га). На контролі менше виносилось калію (22,5 кг/га) і найбільше – за застосування мінерального добрива (36,0 кг/га). Отже, за застосування перегною рослинами краще всмоктувались поживні елементи з ґрунту, такі як азот і фосфор, що сприяло їхній ефективній вегетації та отриманню двох врожаїв за рік.

**Вплив густоти садіння на продуктивність стевії.** У підзоні достатнього зволоження в травні – червні середньодобова температура становила 15–17 °С, яка є сприятливою для розвитку рослин. Технічна стиглість рослин менше на 5 діб, порівняно з рослинами вирощеними у підзоні нестійкого зволоження. Встановлено, що за густоти висадження стевії 100 тис. шт./га отримано рослини

з високими біометричними показниками (висота – 45–55 см, маса сухої рослини – 25–40 г, маса сухого основного листка – 0,035–0,045 г, площа листкової поверхні – 5,0–8,5 см<sup>2</sup>) та добре розвинутою кореневою системою, яка зберігає тургор упродовж зимового періоду.

Таблиця 4

## Урожайність вегетативної маси та збір сухої речовини залежно від добрив

Рік	Фактор*	I збір урожаю			II збір урожаю		
		висота, см	вегетативна маса, кг	урожайність сухої речовини листків, т/га	висота, см	вегетативна маса, кг	урожайність сухої речовини листків, т/га
2008	C1	16,3	–	–	32,3	322	0,5
	C2	46,5	805	1,2	45,5	802	1,1
	C3	29,2	–	–	44,9	828	1,2
2009	C1	14,0	–	–	34,0	334	0,5
	C2	47,7	820	1,2	44,5	823	1,2
	C3	32,1	–	–	45,2	822	1,2
2010	C1	18,5	–	–	36,7	329	0,5
	C2	47,6	822	1,2	45,1	799	1,1
	C3	30,3	–	–	44,6	828	1,2
2011	C1	15,8	–	–	33,1	336	0,5
	C2	46,0	823	1,2	43,3	820	1,2
	C3	31,2	–	–	45,8	822	1,2
2012	C1	17,9	–	–	33,4	319	0,5
	C2	46,4	812	1,2	43,7	805	1,1
	C4	38,6	768	0,8	45,0	823	1,2
2013	C1	15,1	–	–	32,5	325	0,5
	C2	48,4	818	1,2	45,9	829	1,2
	C4	37,8	755	0,7	42,1	825	1,2
2014	C1	18,3	–	–	34,5	320	0,5
	C2	42,0	824	1,2	43,7	796	1,1
	C4	30,7	764	0,8	34,6	831	1,3
2015	C1	16,4	–	–	36,3	328	0,5
	C2	44,2	833	1,3	42,4	822	1,2
	C4	39,9	771	0,8	44,2	827	1,2
НІР <sub>05</sub>		1,1	4,0	0,3	0,8	5,0	0,1

Примітки: C1 – контроль; C2 – перегній (N<sub>60</sub>P<sub>61,2</sub>K<sub>62,4</sub>); C3 – N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>; C4 – N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> + перегній.

Встановлено, що ступінь пластичності стевії сорту Берегиня за приживлюваністю рослин більш чутлива в підзоні нестійкого зволоження (0,397) і менш до умов підзони достатнього зволоження (0,217) за густоти садіння 100 тис. шт./га. Зі збільшенням вегетаційного року висаджування в певних агрокліматичних умовах, особливо через 3 роки, зростає ступінь

пластичності за приживлюваністю. Відмічено вплив коефіцієнтів пластичності за приживлюваністю на ступінь пластичності за технологічною стиглістю. Зокрема, більшу чутливість рослини виявляють в умовах підзони достатнього зволоження. Показник екологічної пластичності стевії є нестабільним і залежно від елементів технології вирощування може змінюватись.

**Багаторічне вирощування стевії.** В умовах підзони достатнього зволоження вивчено можливість багаторічної експлуатації маточника стевії (за прикладом Республіки Парагвай) впродовж 6 років вирощування. Встановлено, що коренева система рослин вирощених за схемою висаджування 45×18 см, не втрачала тургор упродовж зберігання в зимовий період. При цьому частка підв'ялених кореневищ становила 2,7–4,7 %, із значними механічними пошкодженнями – 5,1–7,7 %, паростків надземної частини – не перевищувала 2,4 %. Таким чином, кореневища зберігалися в оптимальних умовах і зміни, що відбулись упродовж зимового періоду є допустимими згідно ДСТУ 4928:2008. Допустимими були також зміни упродовж зберігання стану кореневищ стевії, вирощеної за густоти висадження 45×16 см. За основними показниками не перевищувала частки: підв'ялених – 4,6 %, пошкоджених – 5,9 % та утворення паростків – 2,6 %. Збільшення густоти висадження рослин до 45×12 см послаблювало тургор кореневої системи. Це сприяло зростанню навесні частки кореневищ із значними механічними пошкодженнями до 7,7 %, підв'ялених – близько 5 % або перевищували нормоване значення на 0,2–0,7 % у 2009, 2012 і 2014 роках.

Відзначено, що незалежно від віку рослини спостерігається однакова тенденція щодо зростання висоти і маси залежно від фази цвітіння та віку рослин. Найбільшу відмінність рослини мають за зміною площі листової поверхні упродовж багаторічного використання маточника. Отримане з графічної залежності (рис. 3) рівняння регресії описує залежність площі листової поверхні на вік рослин:  $Y = -0,3464x^2 + 2,3193x + 4,42$ , де  $Y$  – площа листової поверхні,  $\text{см}^2$ ;  $x$  – вік рослин, рік.

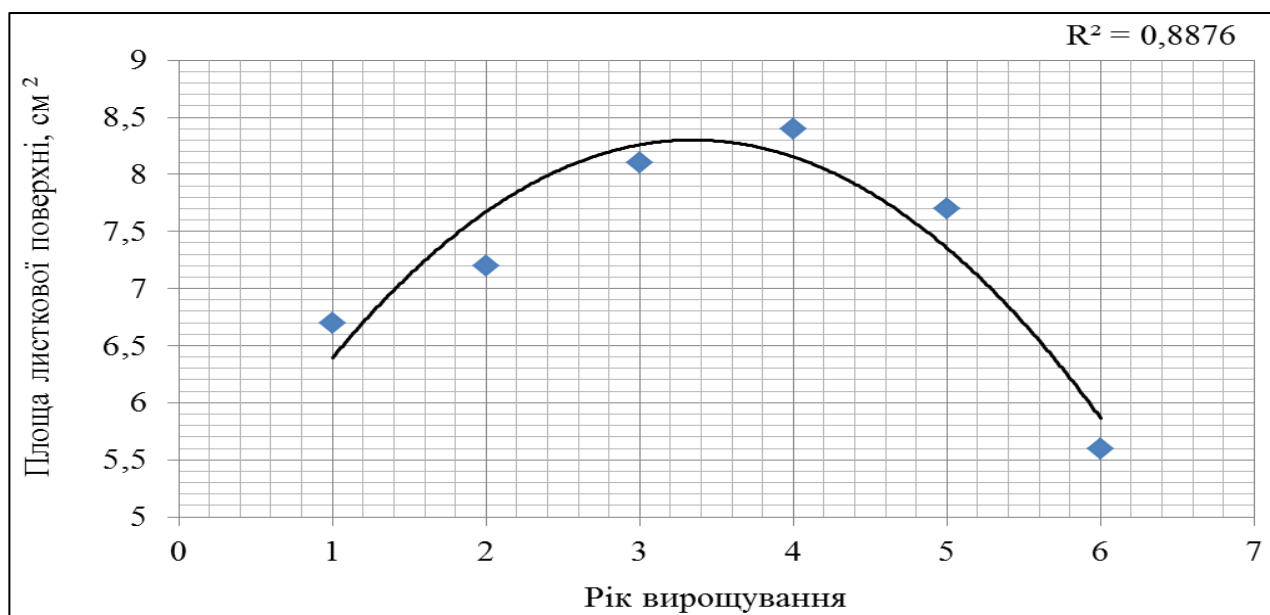


Рис. 3. Зміна площі листової поверхні залежно від віку рослин

Встановлено, що до 4 року вирощування рослин маточнику зростає площа листової поверхні до  $8,5 \text{ см}^2$  і поступово знижувалася у 5 і 6 роках. Маса основного листка зростала до 4 року експлуатації на 5–15 % і на 5–6 рік зменшувалася на 9–18 %. Водночас, зі збільшенням року експлуатації маточника зростала й частка стебла в загальній надземній масі з 36 % у 1 році до 43 % у 6 році, що призводило до зниження листової маси.

Таким чином, за 5 і 6 року вирощування знижувалася ефективність експлуатації маточника за масою листків сушених і площа листової поверхні, збільшуючи частку стебла до 43 %.

**Фотосинтетичний потенціал стевії.** Встановлено, що найбільша потенційна можливість фотосинтетичного апарату ценозу вирощених рослин була за схеми висаджування  $45 \times 16 \text{ см}$  і становила в підзоні достатнього зволоження близько  $70,7 \text{ тис. м}^2/\text{га} \times \text{дїб}$ , нестійкого зволоження –  $68,5 \text{ тис. м}^2/\text{га} \times \text{дїб}$ . Кореляційний зв'язок між фотосинтетичним потенціалом і густотою висаджування становить для підзон достатнього зволоження 0,93 і нестійкого зволоження 0,72.

**Модель технології вирощування стевії на органічній основі.** На основі теоретичних і експериментальних досліджень щодо отримання розсадного матеріалу та удосконалення елементів технології вирощування розроблено модель, яка складається з чотирьох етапів: отримання розсадного матеріалу; висаджування розсади або коренів у ґрунт; періоду вегетації рослин; отримання насінневого матеріалу.

Розроблено математичну модель накопичення основних компонентів листя, що описує рух розчинних сполук у мікроциркуляторних комірках листка за вирощування і зрізання. Встановлено, що безмірна транспірація значень коефіцієнта екстинції залежить від пористості листового апарату і не може бути більшою за 0,1, якщо вміст речовин дитерпенових глікозидів не перевищує 11 %.

#### **ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ СТЕВІЇ ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ**

**Роль домішок у листках сушених і їхній вплив на якість екстрактів.** Встановлено, що за вмісту домішок 0,3 % досягається максимальний вихід екстракту – 65 % та вміст речовин дитерпенових глікозидів – 10,23 %. Показано, що високий вміст домішок (більше 7 %) знижує вихід екстракту до 50 % та вміст речовин дитерпенових глікозидів до 8,45 %. За розрахунками економічної ефективності екстрагування модельних зразків листків сушених визначено, що доцільним є їх перероблення із вмістом домішок не більше 3 %, що забезпечує вихід продукту не менше 58 %, знижує тривалість екстрагування на 1,5 год. Відмічено, що імпортовані листки сушені з Республіки Парагвай мали високий ступінь руйнування листового апарату (до 65 %) та вміст домішок (до 16 %), що ускладнювало їхнє перероблення у виробничих умовах.

**Структурно-механічні показники листків сушених.** Для аналізу ефективності проходження сушіння та зберігання запропоновано застосовувати показник ступеня руйнування листового апарату – коефіцієнт крихкості ( $K_p$ ).

Визначено, що на 90–97 % вилучається речовин дитерпенових глікозидів із листків сушених з  $K_p=0,1-0,3$ . За зростання крихкості до  $K_p=0,5$  вміст речовин дитерпенових глікозидів у екстракті знижується і з досягненням значення  $K_p=0,8-1$  втрати речовин дитерпенових глікозидів становили 35–68 %.

Встановлено показники технологічної оцінки листків сушених цілих і подрібнених (табл. 5). Зокрема, цілі листки сушені та дисперсністю 0,63–1,00 мм мають більшу насипну щільність 0,07 і 0,05 г/см<sup>3</sup> та сипкість 16,8 і 15,8 г/с, відповідно. Найменше значення насипної щільності 0,03 г/см<sup>3</sup> мають листки сушені дисперсністю менше за 0,05 мм та сипкість (14,5 г/с) – дисперсністю 0,25–0,32 мм. Визначено кут дійсного ухилу для листків сушених, що становить 32–38 °.

Таблиця 5

## Показники технологічної оцінки листків сушених

Дисперсність (δ), мм	Насипна щільність, г/см <sup>3</sup>	Сипкість, г/с	Кут дійсного ухилу, °	Коефіцієнт поглинання	Ступінь набухання
ціле	0,07	16,8	38	0,76	0,68
δ>2,5	0,04	14,7	38	0,77	0,69
1<δ<2,5	0,05	14,7	36	0,79	0,69
0,63<δ<1	0,05	15,8	38	0,74	0,65
0,4<δ<0,63	0,05	14,6	32	0,73	0,65
0,315<δ<0,4	0,05	15,4	34	0,61	0,59
0,25<δ<0,315	0,04	14,5	36	0,62	0,58
0,16<δ<0,25	0,04	14,7	34	0,63	0,51
0,1<δ<0,16	0,05	14,8	32	0,65	0,59
0,05<δ<0,1	0,04	15,5	34	0,81	0,80
δ<0,05	0,03	15,6	36	0,81	0,80
НІР	0,01	0,7	2,0	0,06	0,05

Встановлено, що температура сушіння впливає на загальну пористість листків сушених, знижуючи її на 30 %. Листки сушені за температур від 28 до 60 °С мали загальну пористість від 77,4 до 83,8 %. При цьому, максимальне значення пор становить 9,4–10,2 мкм, питома поверхня – 1104,1–1286,9 см<sup>2</sup>/г та ефективний об'єм пор – 9,2–10,5 см<sup>3</sup>. Зростання температури сушіння не впливає на ефективний об'єм пор, але знижує значення відкритої та загальної пористості, і відповідно, питомої поверхні пор листків сушених.

Максимальні значення загальної пористості (81–89,4 %) мають листки сушені дисперсністю 0,16–2,5 мм, що свідчить про високу ефективність проведення процесу екстрагування. Дрібні фракції мають низьку загальну пористість (64–69,3 %), що унеможливорює її застосування у виробництві екстрактів.

**Вміст речовин дитерпенових глікозидів у листках сушених залежно від вирощування стевії у підзонах зволоження.** Встановлено, що більший вміст речовин дитерпенових глікозидів мали листки сушені стевії, вирощеної в Автономній Республіці Крим, Вінницькій і Житомирській областях.



Найменший вміст речовин дитерпенових глікозидів – у Київській та Тернопільській областях. За показником фізіологічної стиглості (0,17–0,19) визначено, що за вирощування стевії не відбувається завершеність ростових процесів, і незважаючи на відносно високу висоту (55 см) рослин, вміст речовин дитерпенових глікозидів не перевищує значення 11 %.

**Дослідження речовин дитерпенових глікозидів.** Методом диференційної сканувальної калориметрії показано, що на точність вимірювання впливає чистота зразка речовин дитерпенових глікозидів і за інтенсивністю ендопіків термографічних кривих у відповідних температурних діапазонах показує наявність флавоноїдів і амінокислот та барвних сполук (60–75 °C) у порошках речовин дитерпенових глікозидів. Підвищення температури (до 130 °C) видаляє вільну і зв'язану вологу з порошку речовин дитерпенових глікозидів та після 200 °C відбувається розкладання речовин дитерпенових глікозидів і сапонінів.

**Роль флавоноїдів у метаболізмі рослинних клітин та здатність до утворення комплексів з іонами алюмінію змінної валентності.** Визначено, що близько 65 % флавоноїдів листків сушених вступає в реакцію комплексоутворення з іонами алюмінію змінної валентності та розроблено номограму зміни ступеня комплексоутворення залежно від вмісту флавоноїдів у листках сушених. Розраховано енергію (енергія Гіббса) утворення комплексу, яка становить –11,5...–13,8 кДж/моль, що свідчить про природність процесу.

Імпортовані листки сушені мали менший вміст флавоноїдів, ніж вітчизняні на 30–36 %. Частка комплексоутворення не висока і не перевищує значення 0,22. Відмічено, що в агрокліматичних умовах України стевія має більший доступ до вологи, ніж в умовах Республіки Парагвай або Аргентинської Республіки. Зниження рівня енергії Гіббса до – 41,46 кДж/моль показує застосування інтенсивної технології вирощування, що ґрунтується на регульованому освітленні та водопоглиненні.

**Роль білка, амінокислот та ліпідів у листках сушених.** Ідентифіковано 17 амінокислот у листках сушених (з них 9 незамінних і 8 замінних), загальна кількість яких становить 22,34 г у 100 г сухої речовини. Відмічено, що за вмістом незамінних амінокислот листки сушені переважали нормоване значення для організму людини за встановлені норми FAO/WHO: треонін у 3,14, валін – 3,3, метіонін – 4,32, ізолейцин – 2,7, фенілаланін – 2,14, лізин – 1,9 і аргінін – 3,5 рази відповідно.

На вирощування стевії в агрокліматичних умовах України більший вплив має дія низьких температур. Вміст ліпідів у листках сушених становила 4,72 %, що в 1,8 раза вище, ніж вирощених в Європі. Ідентифіковано вміст 18 жирних кислот, з яких вміст пальмітинової (C16:0), олеїнової (C18:1), лінолевої (C18:2) і ліноленої (C18:3) становить 90,49 %. На кислоти C16 і C18 ряду припадає 95,5 %. Встановлено високу активність олеатної десатурази для стевії, рівень якої становить *LCD* – 0,794 і *ODR* – 0,324. Це зумовлено більш високим рівнем експресії гена, кодувального хлоропласту ωб-десатуразу. За вмістом жирнокислотного складу показано значний потенціал гена, який відповідає за адаптацію рослин до низьких температур. Відмічено, що у листках сушених

співвідношення  $\omega$ -6: $\omega$ -3 становить як 2:1, що більше, ніж у соняшниковій, виноградній, кукурудзяній і лляній оліях.

**Розроблені авторські методики зі встановлення показників якості сушеного листя.** У результаті проведених експериментальних досліджень розроблено три методики із встановлення показників якості листків сушених: крихкості, основних показників пористості та вмісту флавоноїдів. На дві методики отримано патенти України на корисну модель.

**Вивчення складу стебла.** Враховуючи, що під плантаціями стевії знаходиться близько 15 га, вихід стебла становить майже 1,6 т/га в рік або 28,8. За розрахунками переробляння стебла сушеного може забезпечити отримання до 0,98 т умовного палива з гектару. Енергетичний потенціал стебла (табл. 6) за теплотворної здатності умовного палива 29,31 МДж/кг і теплота згорання 18 МДж/кг становитиме 0,98 умовної тонни з гектара, а вихід енергії – 28,7 ГДж/га.

Таблиця 6

### Енергетичний потенціал стебла

Показник	Характеристика
Вихід біомаси, т/га	1,6
Вихід біопалива з 1 га, т/га (тис. м <sup>3</sup> /га)	1,6
Вихід умовного палива, т. у. п./га	0,98
Вихід енергії, ГДж/га	28,7

Середній коефіцієнт відходів становитиме 0,43. Ступінь набухання стебла становить 0,69. Для виробництва т пелетів, що повністю складаються із стебла потрібно тонну стебла, яке попередньо подрібнюють до розміру часток не більше 1 мм. Уміст важких металів у стеблі відповідає нормам згідно стандартів провідних європейських країн з виробництва пелетів (табл. 7).

Таблиця 7

### Вміст важких металів у сушеному стеблі

Найменування показників	Стебло стевії* (Україна)	Стандарт Федеративної Республіки Німеччини	
		DIN 51731	DIN plus
Кадмій, мг/кг	0,15±0,12	менше 0,5	менше 0,5
Свинець, мг/кг	0,27±0,11	менше 10	менше 10
Цинк, мг/кг	15,32±0,18	менше 100	менше 100

Примітка. Власні експериментальні дані

За підрахунками Україна отримує близько 57,6 т стебла стевії в рік, що забезпечить виробництво за 100 % переробляння підприємство потужністю 1,3 т переробки сировини за 1 год на 44,3 год або 2,4 виробничих дні. Таким чином, сушене стебло стевії можна застосовувати як компонентну добавку в кількості 10–20 % з іншими біоенергетичними рослинами

**Методологія управління якістю стевії.** Сучасний підхід до управління контролем якості стевії ґрунтується на формуванні продуктивності, моніторингу на всіх етапах, методичній базі та нормативно-технічній документації з методів та вимог на відповідність (рис. 4).

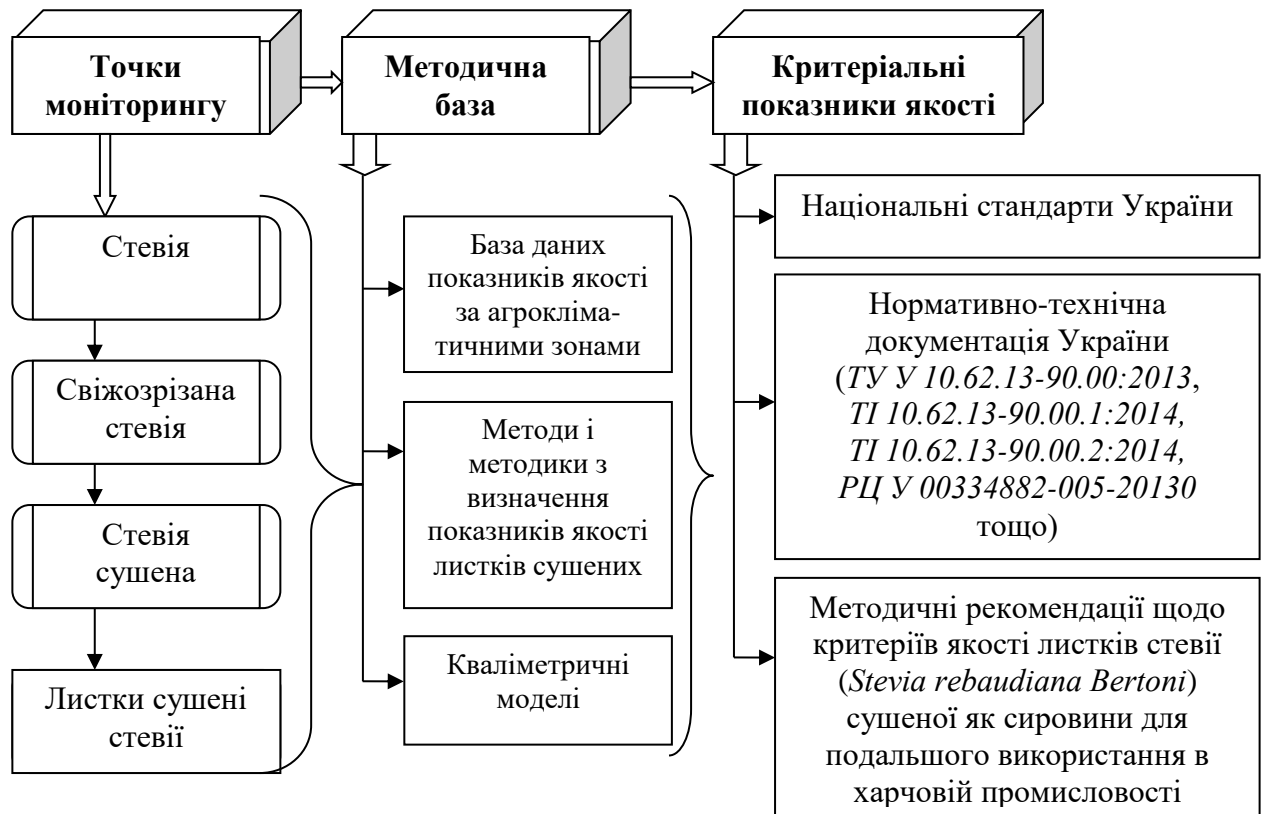


Рис. 4. Методологія формування та управління якістю стевії

Теоретичні та експериментальні дослідження стали основою розроблення способів ідентифікації технології вирощування, визначення складу листків та стебла сушених, методик визначення окремих показників якості, методичних рекомендацій з оцінки листків сушених та нормативно-технічної документації. Встановлено, що вітчизняні листки сушені відповідають за показниками якості згідно європейських вимог до органічної стевії NF 1.1 згідно встановлених Європейською Асоціацією стевії (ЄАС) вимогами (табл. 8) і можуть бути експортно-орієнтованою продукцією.

Таблиця 8

#### Показники якості сушеного листя

Показник	Україна*	ЄАС	Республіка Парагвай*	Китайська Народна Республіка
Масова частка побурілих листків, %	4,8±0,13	до 6	8,9±0,14* (до 12)	до 16
Масова частка вологи, %	7,1±0,15	не більше 12	8,0±0,12* (до 10)	до 12
Речовин дитерпенових глікозидів, %	10,82±0,11	не менше 10	11,8±0,14*	8...11
Білок, %	7,99±0,18	не більше 16	11,2±0,17*	до 16
Клітковина, %	5,03±0,13	не більше 6,8	5,2±0,12*	не більше 6,8
Зола, % (550 °С)	8,21±0,15	не більше 8,5	8,0±0,16*	не більше 8,5

Примітка. Експериментальні дані

## УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОГО ОБРОБЛЕННЯ СТЕВІЇ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ЛИСТКІВ СУШЕНИХ

**Тіньовий спосіб сушіння стевії.** Встановлено межу основної вологості повітря для підсушеного листа до 50 %. Кінетика сушіння показує незмінність характеру вилучення вологи з листа та досягнення рівноважного її вмісту на рівні 6,5–8,0 % за 192 год. Проблемним у застосуванні цього способу є висока тривалість процесу, що не гарантує виробництво листків сушених високої якості.

**Конвективне сушіння стевії.** Показано перспективність застосування у промислових умовах двостадійного конвективного сушіння (100–60 °С) за швидкості руху повітря теплоносія 2,0–2,5 м/с і тривалості 78 хв. Порівняно з тіньовим способом, знижується тривалість процесу в 1,65 раза, що забезпечує виробництво листків сушених гарантованої якості за їхнього зберігання впродовж двох років. Середній коефіцієнт дифузії становить  $(0,249–0,895) \times 10^4$  м<sup>2</sup>/хв, відносний коефіцієнт дифузії становить 0,118–0,193. Різкий характер зміни коефіцієнта дифузії за 80 °С та, відповідно, його підвищення до 0,121 показує початкову абсорбцію вологи. Листки сушені за температур 40 °С, 60 і 100–60 °С мали рівномірну структуру листкового апарату і містили побурілі листки в кількості 2,8–3,0 %. За 80 °С відмічено скручування листків і вміст побурілого листка до 5,2 %.

Встановлено зміну активності води за різних температур сушіння, найменше значення якої (0,3) має листки сушені за 80 °С. За ізотермами десорбції вологи з листків сушених та значенням активності води встановлено, що листковий апарат має мікропори I типу ( $d_I=10–500$  мкм) та пори клітинних стінок II типу ( $d_{II}=0,1–5,0$  мкм). Методом диференціальної сканувальної калориметрії досліджено процес сушіння надземної частини та визначено, що вилучення адсорбованої вологи з полімолекулярних і мономолекулярних шарів сприяє зростанню енергії фізико-механічного зв'язку вологи в мікрокапілярах і твердї фази листків, що збільшує ентальпію на 307,2 Дж/г порівняно з теплою фазового переходу стебла. Відмічено, що листки сушені мають найвищу кількість активних сполук, що сприяло прискоренню процесу випаровування вологи за процесу сушіння. Проте стебло, забираючи частину вилученої вологи з листа, зменшує енергетичну активність системи на 17 Дж/г.

**Особливості зберігання листків сушених.** *Визначення умов у приміщенні для зберігання листків сушених.* Встановлено, що під час зберігання листків сушених у приміщенні із системою регульованого вентиляювання впродовж трьох років змінювало органолептичні показники залежно від тривалості. Зміна оптимальних умов зберігання призводить до стрес-факторів, що активує більшість ферментних механізмів, що збільшують ступінь окисно-відновного окиснення речовин дитерпенових глікозидів, флавоноїдів, амінокислот і жирних кислот. У результаті відбувається погіршення технологічної якості з повним руйнуванням листкового апарату. Зокрема, за відсутності системи регульованого вентиляювання у приміщенні впродовж зберігання листки сушені набували темного кольору і коефіцієнт крихкості становив 0,17–0,25.

Відмічено, що імпортоване листя з Республіки Парагвай мало, порівняно з вітчизняним, меншу стійкість до зберігання за сприятливих умов: знижувався вміст речовин дитерпенових глікозидів на 7,8 %, з яких у перший рік – 6,1 % (78,2 % від загальної кількості втрат).

*Вплив елементів технології вирощування на ефективність зберігання листків сушених.* У листках сушених стевії, вирощеної із застосуванням  $N_{60}P_{61,2}K_{62,4}$  та  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , є рівномірними щомісячні витрати вологи, речовин дитерпенових глікозидів та флавоноїдів, значення яких не перевищує нормоване ( $\leq 5$  % від загальної кількості). Проте, листки сушені стевії, вирощеної із застосуванням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  мали гірші органолептичні показники якості, ніж за удобрення  $N_{60}P_{61,2}K_{62,4}$ .

*Вплив способу сушіння на ефективність зберігання листків сушених.* Доведено, що на ефективність зберігання листків сушених має вплив температура їхнього сушіння. Впродовж двох років зберігання листки сушені за температури 30–60 °С втрачало найменшу кількість сполук: речовин дитерпенових глікозидів близько 2,3 % та флавоноїдів – 6,5 %. Листки сушені за температури 80 °С мали у 2 рази більші втрати речовин дитерпенових глікозидів та високий коефіцієнт крихкості – близько 0,8. Більш уразливим за зберігання листків сушених був перший рік, за якого витрачалося речовин дитерпенових глікозидів 80–83 % від загальної кількості втрат речовин дитерпенових глікозидів та флавоноїдів – 87,5 % від загальної кількості витрат флавоноїдів. Визначено, що застосування високих температур (більше 80 °С) за сушіння стевії погіршує їхню якість, що унеможлиблює його зберігання та перероблення. Отримане рівняння регресії описує вплив температури сушіння надземної частини на ефективність зберігання листків:

$$f(t, \tau) = 11,009 - 2,797 \times 10^{-3} \times t - 0,027 \times \tau - 5,984 \times 10^{-6} + 2,707 \times 10^{-7} t^2 + 6,845 \times 10^{-4} \times \tau^2,$$

де  $t$  – температура сушіння, °С,  $\tau$  – тривалість зберігання, діб.

*Особливості застосування пакувального матеріалу за зберігання сушеного листя.* Менші середньорічні витрати вологи сушеними листками досягалися за їх пакування в картонні коробки – 0,16 % та порошку з сушеного листя за пакування у паперові пакетики – 0,17 %. Пакування сушеного листя у джгутові мішки не забезпечувало зберігання цілісності листя.

**Технологічна лінія післязбирального оброблення стевії.** Запропоновано технологічну лінію, що забезпечує наступну послідовність технологічних процесів: надходження свіжозрізаної або підв'яленої надземної частини, зважування, очищення від домішок, двостадійне конвективне сушіння за температури 100–60 °С зі швидкістю руху повітря 2,0–2,5 м/с упродовж 78 хв, відокремлення листків від стебел, розділення листків сушених з площа листової поверхні більше 5 см<sup>2</sup> від дрібних та пакування.

Технологія виробництва порошку з листків сушених включає наступні процеси: сортування, очищення листків від домішок, подрібнення та пакування. Отриманий порошок просіювали на віброситі та пакували в паперові пакетики по 3–5 г, які складали у гофровані картонні ящики для зберігання. У приміщенні, в якому зберігали фасовані листки сушені цілі та їхній порошок. Розроблено і погоджено в Департаменті продовольства Міністерства аграрної

політики та продовольства України Технологічну інструкцію ТІ 10.62.13-90.00:2014 «Листя стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) сушене».

### **ПЕРЕРОБЛЯННЯ ЛИСТКІВ СУШЕНИХ НА КОНЦЕНТРАТ ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ У ВИРОБНИЦТВІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ**

**Удосконалення технології виробництва концентрату з листків сушених.** *Кінетика екстрагування листків сушених.* Екстрагування за 30 °С не забезпечувало належної якості екстракту: вміст речовин дитерпенових глікозидів не перевищував 5,61 % та флавоноїдів – 332 мг/кг. Збільшення температури екстрагування до 60 °С збільшило вилучення речовин дитерпенових глікозидів до 10,38 % та флавоноїдів до 520 мг/кг. Зростання температури екстрагування до 80 °С не збільшило вміст у екстракті речовин дитерпенових глікозидів (10,02 %) та флавоноїдів (510 мг/кг), порівняно із температурою екстрагування 60 °С. Найменший вміст білка мали екстракти, отримані екстрагуванням за 60 і 80 °С, що становило 0,11–0,12 %. рН<sub>20</sub> екстрактів становило 6,15.

Вивчення процесу екстрагування листків сушених з вмістом речовин дитерпенових глікозидів 11,2 % із застосуванням рециркуляції показало, що із завершенням процесу за звичайним способом втрати речовин дитерпенових глікозидів зі шротом становили 5 %, за рециркуляційним – 3 %. Встановлено, що технологічними умовами виробництва екстракту з листків сушених, за яких відбувається максимальне вилучення речовин дитерпенових глікозидів є: співвідношення листки:екстрагент (очищена вода) як 1:5 з рециркуляцією екстрагента впродовж 5 год за температури 60 °С.

*Окиснення сполук екстракту впродовж нагрівання.* За температур екстрагування 60 і 80 °С інтенсивного розвитку набувають процеси окиснення глюкозних радикалів стевіол-глікозидів, активність окиснення яких становить 0,993–1,000. Індукційним методом встановлено, що біосистема виявляє сім локальних мінімумів за температури 60 °С і вісім мінімумів за 80 °С, що показує інгібування неорганічних та органічних радикалів певними флавоноїдами і компонентами ефірної олії. Встановлено, що за стабільністю біосистеми кращим є екстракт отриманий за температури екстрагування 60 °С.

*Амінокислотний склад концентрату.* Встановлено, що в процесі екстракції витягується 17,34 % від загального вмісту амінокислот, з яких найповніше: серин (91,5 %), пролін (59 %) і гістидин (84,6 %). Метіонін за екстрагування листків сушених практично не вилучається.

*Очищення екстракту від домішок.* Повну стабільність з осадженням осаду екстракт набуває протягом 25 хв, за якого досягається максимальна швидкість фільтрування – 2,8 см/хв. При цьому коефіцієнт фільтрування становитиме 5. Вміст твердої фази в екстракті становить 0,27–0,3 г/л, густина згущеної суспензії (осад) – 1,17–1,24 г/см<sup>3</sup>. Компонентний склад осаду представлений вмістом клітковини (0,76 %), білка (1,36 %), речовин дитерпенових глікозидів (0,11 %), жиру (0,19 %) та флавоноїдів (0,37 %), які утворили комплекси з іонами металів.

*Концентрування екстракту з листків сушених.* Концентрований до 50 % екстракт погано зберігається: протягом двох тижнів відбувається розвиток мікрофлори роду *Penicillium* та *Aspergillus*. Концентрування екстракту до сухих речовин до 65 % пригнічує життєдіяльність мікроорганізмів. Зростання частки сухих речовин більше за 66 % погіршує застосування концентрату та впродовж зберігання, внаслідок пересичення розчину, спостерігалось утворення кристалів речовин дитерпенових глікозидів. Таким чином, для промислового застосування оптимальним є концентрування екстракту, отриманого з листків сушених до сухої речовини 65 % впродовж 11,3–12,2 год.

*Якість концентрату, отриманого з листків сушених.* Аналіз чинної міжнародної нормативно-технічної документації та експериментальні дослідження у виробничих умовах ТОВ «Апікосметик» сприяли уточненню вимог до якості концентрату, отриманого з листків сушених (табл. 9).

Таблиця 9

#### Фізико-хімічні показники концентрату

Назва показника	Характеристика
Масова частка вологи, % не більше	65±0,31
Білок, % не більше	0,2±0,27
Речовин дитерпенових глікозидів, % у перерахунку на суху речовину, не менше	50±0,19
Жир, % не більше	0,1±0,22
Зола, % не більше (550 °С)	0,2±0,18

Зберігання концентрату має бути протягом двох років за температури не більше 12 °С. Отриманий концентрат може безпосередньо вживатись (у чай, з мінеральною водою тощо) у встановленій добовій потребі (4–5 крапель не більше трьох разів на день). Крім того, концентрат може бути використаним в якості замітника цукру у виробництві харчових продуктів низької калорійності.

*Особливості пакування концентрату.* Встановлено умови нового способу пакування: нанесення концентрату краплинним методом на нейтральний пористий носій у співвідношенні концентрат:нейтральний носій як 1,5:1,0 та сушіння до вмісту сухої речовини 95 % з наступним охолодженням до температури носія 20 °С, стабілізації та розрізання на пластини із розрахунком одна пластинка – 4–5 крапель концентрату.

**Технологічна схема отримання концентрату.** Розроблено апаратурно-технологічну схему, що включає: підготовку до екстрагування листків сушених подрібнених до 1–3 мм, екстрагування за температури 60–70 °С упродовж 5,0 год, відділення екстракту від шроту, очищенні, концентруванні, охолодженні та пакуванні. На виробництво концентрату розроблено і погоджено в Департаменті продовольства Міністерства аграрної політики та продовольства України ТІ 10.83.14-00.00.2:2014 «Концентрати з сушених листків стевії (*Stevia rebaudiana* Bertoni)».

**Застосування концентрату у виробництві харчових продуктів.**  
*Горілка особлива з концентратом, отриманим із листків сушених.*  
Удосконалено технологію отримання горілки способом введення речовин

дитерпенових глікозидів у кількості 0,02–0,03 дм<sup>3</sup>/дм<sup>3</sup>. Запропоновано апаратно-технологічне рішення виробництва та затверджено ТІ 11.01.10-80.00.3:2015. Випробувано технологію горілки «Стевія» у виробничих умовах ТОВ «Луцький спиртзавод» та рішенням комісії визнано перспективним цей продукт.

*Майонез «Стевія».* Розроблено рецептуру майонезу низької калорійності, в основі якої застосування концентрату, отриманого з листків сушених, у кількості 0,0502–0,104 %, що дає можливість виключити з рецептури такі інгредієнти як цукор, стабілізатор і консервант. На майонез «Стевія» розроблено і затверджено РЦ У 00334882-005-2013 та Технічний опис.

### ЕКОНОМІЧНА І БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ПЕРЕРОБЛАННЯ СТЕВІЇ

*Ефективність виробництва і перероблення стевії.* Розраховано, що для забезпечення потреб населення та харчової промисловості заміниками цукру потрібно 532,8 т речовин дитерпенових глікозидів, тобто, під плантаціями стевії в Україні має бути площа 2447,3 га.

Відмічено, що більша частина енергетичних витрат (85–90 %) за вирощування стевії пов'язана з підготовчими роботами у весняний період. Більш енергоємним є висаджування рослин із застосуванням N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – 19654,7 МДж/га. Розглядаючи структуру витрат енергії на вирощування рослин незалежно від типу використаного добрива, встановлено, що найбільше енергії витрачається на ручну працю – 49–58 %. Встановлено (табл. 10), що коефіцієнт енергетичної активності (K<sub>еє</sub>) за застосування N<sub>60</sub>P<sub>61,2</sub>K<sub>62,4</sub> становить 1,3.

Таблиця 10

#### Енергетична ефективність вирощування стевії

Удобрення, кг/га д. р.	Продуктивність, т/г	Витрати енергії, МДж/га	Вихід енергії з урожаєм, МДж/га	Затрати енергії, МДж		K <sub>еє</sub>
	РДГ*, кг/га			на 1 т листіків	на 1 т РДГ	
Контроль	$\frac{0,5}{5,4}$	11883,0	11319,8	23766	2200	0,96
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	$\frac{1,2}{12,9}$	19654,7	39304,8	16379	1524	2,0
N <sub>60</sub> P <sub>61,2</sub> K <sub>62,4</sub>	$\frac{2,4}{25,9}$	14723,9	51096,3	6135	569	3,5

Примітка. РДГ – речовин дитерпенових глікозидів

Інші технології є енергетично неефективними, оскільки вихід валової енергії не перевищує витрачену сукупну непоновлювану енергію. Встановлено, що застосування технології вирощування на органічній основі є економічно ефективною і забезпечує виробництво листків сушених собівартістю 61 грн/кг з урахуванням витрат на зберігання. Визначено вплив собівартості технології вирощування стевії на собівартість 1 кг концентрату, яка становитиме



103,27 грн для листків сушених вітчизняного походження, що в 2,6 раза менше за переробляння імпортованих.

Встановлено, що для розвитку переробляння надземної частини необхідні інвестиції, які будуть направлені на встановлення лінії післязбирального обробляння – 60 тис. дол. США та дооснащення лінії з виробництва концентрату – 202–955 тис. дол. США. Термін окупності інвестиційних витрат становить 6 років для 9,6 т/міс. виробництва концентрату високої якості і 10 років для виробництва такого самого концентрату в кількості 4,8 т/міс.

*Техніко-економічне обґрунтування комплексного переробляння стевії.* Комплексна технологія є ефективною для агропромислового комплексу України і забезпечує виробництво натурального заміника цукру (концентрату 1697,2 кг або речовин дитерпенових глікозидів 68 кг), амінокислот 10,22 кг, фларозолу 3,5 кг, кормової добавки 538,7 кг та пелетів 350 кг.

## **ВИСНОВКИ**

У дисертації приведено теоретичні та експериментальні дослідження з удосконалення елементів технології вирощування, післязбирального обробляння та переробляння листків сушених на концентрат і його використання у виробництві харчових продуктів. Для виробництва конкурентоспроможної продукції розроблено методики з визначення крихкості і основних показників пористості листків сушених та вмісту в них флавоноїдів, визначено вимоги до технологічної якості листків сушених та встановлено структурні зміни сполук під дією високих температур, розраховано термодинамічні показники флавоноїдів, що дозволяє рекомендувати їх для вживання з метою виведення з організму людини металів змінної валентності та ідентифікувати спосіб вирощування. Ці заходи передбачають збільшення продуктивності стевії в Україні як перспективного джерела біологічно цінних сполук, раціональне використання та створення сучасного енергоощадного виробництва з отриманням листків сушених гарантованої якості. Виробничі перевірки результатів в умовах ТОВ «Неоквіт» (Тернопільська область), Державного підприємства «Дослідне господарство «Сквирське»» (Київська область) та ТОВ «Луцький спиртзавод» (Волинська область), а також отримані результати досліджень дозволили зробити такі висновки:

1. Встановлено, що ступінь пластичності стевії сорту Берегиня за приживлюваністю рослин, що є більш чутливою в умовах підзони нестійкого зволоження (0,397) і менш чутливою до умов підзони достатнього зволоження (0,217) за густоти висадження 100 тис. шт./га. Відмічено, що здатність рослин до екологічної пластичності є нестабільною, і залежно від елементів технології вирощування може змінюватись.

2. Встановлено, що в досліджуваних підзонах зволоження фази вегетативного розвитку стевії «гілкування – II фаза цвітіння» та «утворення і дозрівання насіння» були посушливими. Найменша мінливість кліматичної складової урожаїв стевії спостерігалась у Вінницькій області (0,37), найбільша – в Тернопільській (1,03). За значенням коефіцієнта теплозабезпечення відмічено, що в усіх підзонах зволоження в міжфазний період вегетативного

розвитку рослини достатньо були забезпечені теплом: найвищим індекс використання тепла був у Тернопільській області (1299,3), найнижчим у Київській (1219,7). Відмічено, що найвищим індекс використання вологи за вегетаційний період був у Тернопільській області (6,2) і в Київській (6,4), найвищим коефіцієнт водоспоживання був у Київській області (2269).

3. Визначено, що для забезпечення вегетативного розвитку рослин потрібно 2790–2850 мл вологи, при цьому найбільшу кількість вологи (48,3 %) – у III декаді травня після садіння розсади в ґрунт. Відмічено, за більш концентрованого висаджування рослин  $45 \times 12$  см зростає швидкість поглинання вологи  $K_{\text{т}}=790-900$  і  $I_{\text{т}}=1,0-1,9$  г/(м<sup>2</sup>×год) та знижується площа листової поверхні до 4,45 см<sup>2</sup>. Показано, що на інтенсивність водопоглинання рослин впливає густина висаджування – із збільшенням концентрування знижується на 37–40 %.

4. Встановлено, що оптимальними умовами вирощування є застосування в якості добрива перегною  $N_{60}P_{61,2}K_{62,4}$ , що збільшує продуктивність стевії вдвічі та загальний вміст вільних амінокислот на 24,2 % у листках сушених та покращує їхнє зберігання із забезпеченням втрати біологічно цінних сполук не більше 5 % від загальної кількості.

5. Розроблено модель технології вирощування стевії на органічній основі, яка включає п'ять етапів, та математичну модель накопичення основних компонентів листя. Коефіцієнт продуктивності насіння рослин першого року вегетації не перевищує 38 %, потенційна насіннева продуктивність становить 600–682 і реальна – 219–242. Доведено, що оптимальними строками посіву насіння є III декада січня з температурою проростання 12–18 °С. Обґрунтовано, що продуктивним віком стевії є чотири роки, що сприяє зростанню площі листової поверхні до 8,5 см<sup>2</sup> і маси основних листків рослини на 5–15 %.

6. Обґрунтовано режим двостадійного конвективного сушіння надземної частини за температур 100–60 °С у промислових умовах, швидкості руху повітря теплоносія 2,0–2,5 м/с та тривалості 78 хв. У результаті знижується тривалість сушіння в 1,65 раза порівняно із сушінням тіншовим способом та забезпечується виробництво листків сушених гарантованої якості.

7. Встановлено межу основної вологості повітря для свіжого листя 50 % та зміну активності води ( $a_w=0,43-0,63$ ), найменше значення якої (0,3) мають листки сушені за 80 °С. За ізотермами десорбції вологи з листків сушених та значенням активності води встановлено, що листовий апарат має мікропори I типу ( $d_{\text{I}}=10-500$  мкм) та пори клітинних стінок II типу ( $d_{\text{II}}=0,1-5$  мкм).

8. На ефективність зберігання листків сушених впливають елементи технології вирощування, режим сушіння та умови зберігання. Встановлено, що за зберігання впродовж двох років втрати речовин дитерпенових глікозидів у листках сушених становлять близько 2 % і флавоноїдів – 6,2 %, причому більше 50 % загальних втрат сполук у перший рік зберігання. Краще зберігається листки сушені цілі та порошки, які отримано за вирощування стевії з густотою висаджування 100 тис. шт./га та сушені за температури 30–60 °С або 100–60 °С, пакуванні у картонні коробки та порошку в паперові пакети, для зберігання у

приміщенні, оснащеному системою регульованого вентилявання. Показано, що вітчизняні листки сушені краще зберігають якість, ніж привезені з Парагваю.

9. Доведено, що більший вихід екстракту (65 %) та вміст речовин дитерпенових глікозидів (10,23 %) досягається за вмісту у листках сушених домішок 0,3 %, менший вихід екстракту (50 %) та вміст речовин дитерпенових глікозидів (8,45 %) за вмісту домішок у листках більше 7 %. Показано, що імпортовані листки сушені з Парагваю мали високу ступінь руйнування листкового апарату (до 65 %) та вміст домішок (до 16 %), що ускладнює їх очищення у виробничих умовах. Обґрунтовано ефективність застосування для подальшого перероблення подрібнених листків сушених, що містить не більше 3 % домішок, знижуючи тривалість екстрагування на 1,5 год.

10. Обґрунтовано технологічні режими виробництва концентрату із листків сушених, за яких відбувається максимальне вилучення речовин дитерпенових глікозидів: співвідношення сировина:екстрагент як 1:5 з рециркуляцією, екстрагування протягом 5 год за температури 60–70 °С. Обґрунтовано проведення концентрування очищеного екстракту протягом 11,3–12,2 год до 65 % сухої речовини. Розроблено апаратурно-технологічну схему виробництва концентрату з листків сушених стевої та розроблено ТІ 10.83.14-00.00.2:2014.

11. Розроблено основи технологічної оцінки листків сушених цілих та подрібнених. Найвищу ступінь руйнування клітин (71 %) має фракція дисперсністю 0,63–2,50 мм. Більшу насипну щільність мали листки цілі (0,07 г/см<sup>3</sup>) та дисперсністю 0,32–2,5 мм (0,05 г/см<sup>3</sup>), сипкість – листки цілі (16,8 г/с) та дисперсністю 0,63–1,00 мм (15,8 г/с). Найменше значення насипної щільності (0,03 г/см<sup>3</sup>) мали листки дисперсністю менше за 0,05 мм. Установлено кут дійсного ухилу для листків сушених – 32–38°. Відпрацьовано алгоритм визначення основних показників пористості листків сушених цілих і подрібнених та розроблено відповідну методику визначення. Установлено, що температура сушіння впливає на загальну пористість листків сушених, знижуючи її на 30 %. Показано вплив фракційного складу на значення основних показників пористості.

12. Показано, що більший вміст речовин дитерпенових глікозидів мали листки сушені стевої, вирощеної в Автономній Республіці Крим, флавоноїдів – у Київській та Вінницькій областях. Відпрацьовано методику ідентифікації речовин дитерпенових глікозидів термографічним методом. Визначено, що не більше 65 % флавоноїдів листків сушених вступає в реакцію комплексоутворення з іонами алюмінію змінної валентності та розроблено номограму з встановлення вмісту флавоноїдів у листках сушених. Доведено, що листки сушені стевої, вирощеної за природних умов мають енергію Гіббса –11,5...–13,8 кДж/моль, а за застосування технології вирощування із використанням штучного освітлення та системи поливу має енергію Гіббса до –41,4 кДж/моль.

13. Ідентифіковано 17 амінокислот, загальним вмістом 22,3 г у 100 г сухої речовини у листках сушених. За вмістом незамінних амінокислот листки стевої сушені переважають норми, встановлені FAO/ВООЗ для організму людини.

Ідентифіковано в листках сушених вміст 18 жирних кислот, з яких вміст пальмітинової (C16:0), олеїнової (C18:1), лінолевої (C18:2) і ліноленої (C18:3) становить 90,5 %. Визначено високу активність олеатної десатурази для стевії, рівень якої LCD становить – 0,794 і рівень ODR – 0,324, що зумовлено більш високим рівнем експресії гена, кодувального хлоропласту  $\omega$ -десатуразу. Встановлено, що листки сушені мають співвідношення жирних кислот  $\omega$ -6: $\omega$ -3 як 2:1, що більше, ніж у соняшниковій, виноградній, кукурудзяній і лляній оліях.

14. Розроблено методологію управління якістю стевії, яка ґрунтується на формуванні продуктивності, моніторингу на всіх етапах, методичній базі та нормативно-технічній документації з методів та вимог на відповідність. Запропоновано технологію комплексного перероблення стевії, яка забезпечує виробництво натурального заміника цукру (концентрату 1697,2 кг або речовин дитерпенових глікозидів 68 кг), амінокислот 10,2 кг, фларозолу 3,5 кг, кормової добавки 538,7 кг та пелетів 350 кг.

15. Визначено перспективність застосування концентрату з листків сушених у виробництві харчових продуктів. Удосконалено технологію горілки зі стевією способом введення речовин дитерпенових глікозидів у кількості 0,02–0,03 дм<sup>3</sup> на 1 л сортівки, яку апробовано у виробничих умовах ТОВ «Луцький спиртзавод» та затверджено ТІ 11.01.10-80.00.3:2015 на горілку зі стевією. Створено рецептуру майонезу «Стевія», в основі якої концентрат, отриманий з листків сушених у кількості 0,0502–0,104 % та виключення зі складу цукру, стабілізаторів та консерванту. На майонез «Стевія» розроблено та затверджено РЦ У 00334882-005-2013 та Технічний опис продукції.

16. Встановлено, що застосування технології вирощування на органічній основі є економічно ефективною і забезпечує виробництво листків сушених собівартістю 61 грн/кг з урахуванням витрат на їх зберігання. Коефіцієнт біоенергетичної ефективності застосування технології на органічній основі становить 1,3. Собівартість 1 кг концентрату з таких листків становить 103,3 грн, що в 2,6 раза менше порівняно з переробленням імпортованих листків. Визначено, що на встановлення лінії післязбирального оброблення стевії потрібно 60 тис. дол. США, а для дооснащення лінії з виробництва концентрату – 202–955 тис. дол. США. Термін окупності інвестиційних витрат становить 6 років для 9,6 т/міс виробництва концентрату високої якості і 10 років для виробництва такого самого концентрату в кількості 4,8 т/міс.

### **РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

За результатами проведених польових і лабораторних досліджень, аналізу виробничої перевірки, а також на основі економічної та енергетичної оцінки для отримання врожайності стевії на рівні 2,0–2,4 т/га з високими показниками якості листків сушених в умовах Лісостепу України рекомендується:

1. Висаджувати стевію за схемою 45×16 см на фоні внесення перегною в нормі N<sub>60</sub>P<sub>61,2</sub>K<sub>62,4</sub> кг/га.

2. Сушіння надземної частини здійснювати в конвективній сушарці за температури 100–60 °С протягом 78 хв до досягнення граничного вмісту вологи в листі 6–10 %.

3. Зберігати листки сушені або його подрібнені фракції у спеціалізованому приміщенні, оснащеному системою регульованого вентилявання з інтенсивністю руху повітря не більше 2,5 м/с протягом двох років за температури не більше 5 °С і відносної вологості повітря 75 %. Листки сушені цілі та подрібнені зберігати у картонних ящиках. Порошок з таких листків – у паперових пакетах, які складають в картонні ящики.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Монографія

1. Стевія в харчовій промисловості: [монографія] / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова**. – Київ: Аграрна наука, 2015. – 136 с. (*Здобувачем проведено теоретичні і експериментальні дослідження, узагальнено та проаналізовано результати, підготовлено матеріали до друку*).

### Статті у наукових фахових виданнях України:

2. Хареба В. В. Інноваційні технології зберігання та переробки овоче-баштанної продукції / В. В. Хареба, Л. М. Хомічак, **І. В. Кузнєцова** // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія. – 2011. – Вип. 162. – Ч. 2. – С. 190–196. (*Здобувачем взято участь в теоретичних дослідженнях, проаналізовано результати та підготовлено матеріали до друку*).

3. Роїк М. В. Біологічна цінність стевії як сировини для виробництва концентратів / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова** // Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур. – 2012. – Вип. 14 – С. 146–149. (*Здобувачем проведено експериментальні дослідження та проаналізовано результати, підготовлено матеріали до друку*).

4. Кузнєцова І. В. Екстракція речовин флавоноїдного комплексу із стевії / І. В. Кузнєцова // Цукрові буряки. – 2012. – № 4. – С. 18–19.

5. Роїк М. В. Порівняльна оцінка якісних показників стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) вітчизняного та іноземного походження / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова** // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія. – 2013. – Вип. 183. – Ч. 1. – С. 172–177. (*Здобувачем проведено теоретичні та експериментальні дослідження, підготовлено матеріали до друку*).

6. Кузнєцова І. В. Вивчення процесу дифузії молекул води під час сушіння листків стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) / І. В. Кузнєцова // Цукрові буряки. – 2013. № 2. – С. 20–21.

7. Кузнєцова І. В. Використання стебла стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) сушеної і виробництва пелет / І. В. Кузнєцова // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. – 2013. – Вип. 19 – С. 155–157.

8. Кузнєцова І. В. Роль фенолів та флавоноїдів в оцінці якості стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) / І. В. Кузнєцова // Наукові праці Інституту

біоенергетичних культур і цукрових буряків. – 2013. – Вип. 17. – Т. I. – С. 146–150.

9. Кузнєцова І. В. Визначення основних показників пористості листків стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) / І. В. Кузнєцова // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. – 2014. – Вип. 22 – С. 32–36.

10. Інтенсифікація процесу сушіння стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) / [Роїк М. В., **Кузнєцова І. В.**, Голодняк В. О., Піндур А. В.] // Вісник Вінницького національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарські науки. – 2014. – № 82. – Вип. 5 – С. 27–31. (Здобувачем проведено теоретичні і взято участь в експериментальних дослідженнях та підготовлено матеріали до друку).

11. Кузнєцова І. В. Технологічна лінія післязбиральної обробки стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) / І. В. Кузнєцова // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. – 2014. – Вип. 21. – С. 231–235.

12. Кузнєцова І. В. Зміна якісних показників листя стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) впродовж зберігання / І. В. Кузнєцова // Цукрові буряки. – 2014. – № 1. – С. 19–21.

13. Кузнєцова І. В. Обґрунтування системи контролю якості листків стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) / І. В. Кузнєцова // Вісник Львівського національного аграрного університету. – 2014. – № 18. – С. 217–224.

14. Кузнєцова І. В. Конвективне сушіння листків стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) у її післязбиральній обробці / І. В. Кузнєцова // Цукрові буряки. – 2014. – № 4. – С. 17–19.

15. Кузнєцова І. В. Виробництво сушеного листя стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) гарантованої якості / І. В. Кузнєцова // Вісник аграрної науки. – 2014. – № 4. – С. 63–67.

16. Роїк М. В. Установлення стабільності екстрактів отриманих з листків стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова**, В. О. Голодняк // Вісник аграрної науки. – 2014. – № 11. – С. 53–56. (Здобувачем проведено теоретичні дослідження та взято участь в експериментальних дослідженнях, узагальнено та проаналізовано результати, підготовлено матеріали до друку).

17. Роїк М. В. Встановлення компонентного складу сушеного стебла стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) / М. В. Роїк, І. В. Кузнєцова // Вісник Вінницького національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарські науки. – 2014. – № 83. – Вип. 6 – С. 3–10. (Здобувачем проведено теоретичні і взято участь в експериментальних дослідженнях та підготовлено матеріали до друку).

18. Кузнєцова І. В. Вплив домішок у листках стевії на ефективність їх переробки / І. В. Кузнєцова // Цукрові буряки. – 2015. – № 2. – С. 16–17.

19. Застосування термографічного методу для встановлення якості дитерпенових глікозидів / [Роїк М. В., **Кузнєцова І. В.**, Голодняк В. О., Мазаєва В. С.] // Цукрові буряки. – 2015. – № 4. – С. 8–9. (Здобувачем проведено теоретичні дослідження та взято участь в експериментальних дослідженнях, узагальнено та проаналізовано результати, підготовлено матеріали до друку).

**Статті у наукових фахових виданнях України,  
включених до міжнародних наукометричних баз даних:**

20. Роїк М. В. Встановлення основних показників технологічної оцінки листків стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова**, М. В. Гетьман // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Агрономія. – 2014. – Вип. 86. – Ч. 1. – С. 107–113. (Здобувачем проведено експериментальні дослідження, узагальнено та проаналізовано результати, підготовлено матеріали до друку).

21. Роїк М. В. Вплив конвективного сушіння на зберігання листків стевії / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова** // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія. – 2015. – Вип. 210. – Ч. 1. – С. 235–240. (Здобувачем проведено експериментальні дослідження, узагальнено та проаналізовано результати, підготовлено матеріали до друку).

**Статті у наукових виданнях інших держав:**

22. Кузнєцова І. В. Содержание свободных аминокислот в листьях стевии (*Stevia rebaudiana Bertoni*) сушеной и установления их роли / І. В. Кузнєцова // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 1. – С. 106–110.

23. Кузнєцова І. В. Роль процесса высушивания в послеуборочной обработке стевии (*Stevia rebaudiana Bertoni*) / І. В. Кузнєцова // Сахарная свекла. – 2014. – № 8. – С. 41–44.

24. Кузнєцова І. В. Изучение эффективности органической технологии возделывания стевии (*Stevia rebaudiana Bertoni*) / І. В. Кузнєцова // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2015. – № 52 (Ч. 3). – С. 15–20.

25. Кузнєцова І. В. Определение флаваноидов в листьях стевии (*Stevia rebaudiana Bertoni*) / І. В. Кузнєцова // Химия растительного сырья. – 2015. – № 4. – С. 57–61.

**Статті в інших наукових виданнях:**

26. Розвиток харчової промисловості / [Сичевський М. П., Ярчук М. М., **Кузнєцова І. В.**, Лукашенко Н. О. ] // Організаційно-економічна модернізація аграрної сфери: наукова доповідь. – За заг. ред. акад. НААН П. Т. Саблука. – К.: ННЦ ІАЕ НААН, 2011. – С. 107–110. (Здобувачем узагальнено та проаналізовано теоретичні результати досліджень, підготовлено матеріали до друку).

27. Роїк М. В. Місце стевії (*Stevia rebaudiana bertoni*) в агропромисловому комплексі України / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова** // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. Спеціальний випуск. – 2012. – С. 200–203. (Здобувачем узагальнено та проаналізовано експериментальні результати, підготовлено матеріали до друку).

28. Вплив якості води на ефективність екстракції стевії (*Stevia Rebaudiana Bertroni*) / [Роїк М. В., **Кузнєцова І. В.**, Бондар М. В., Ложкін М. М.] // Харчова

наука і технологія. – 2012. – № 1 (18). – С. 35–36. *(Здобувачем взято участь в експериментальних дослідженнях, узагальнено та проаналізовано результати, підготовлено матеріали до друку).*

29. Кузнєцова І. В. Значення поліненасичених жирних кислот стевії у харчових продуктах спеціального призначення / І. В. Кузнєцова // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – 2012. – № 17. – С. 114–117.

30. Кузнєцова І. В. Методологія виробництва стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) як сировини гарантованої якості / І. В. Кузнєцова // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – 2013. – № 4. – С. 184–187.

31. Кузнєцова І. В. Вивчення умов екстракції при отриманні концентрату із листків стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) / І. В. Кузнєцова // Вісник Національно технічного університету «ХПІ». – 2013. – № 26. – С. 174–177.

32. Kuznetsova I. Study of thermodynamic formation of complex flavanoid sheets stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) / I. Kuznetsova // Восточно-Европейского журнала передовых технологий. Спецвыпуск: Технология и оборудование пищевых производств. – 2014. – № 2/12 (68). – Ч. 1. – С. 47–50.

33. Виробництво горілки особливої на основі стевії / [Роїк М. В., Захаревич В. Б., **Кузнєцова І. В.**, Бондар М. В.] // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2013. – № 48. – С. 131–135. *(Здобувачем проведено теоретичні дослідження та взято участь в експериментальних дослідженнях, узагальнено та проаналізовано результати, підготовлено матеріали до друку).*

34. Кузнєцова І. В. Встановлення жирнокислотного складу сушених листків стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) / І. В. Кузнєцова // Вісник Уманського національного університету садівництва. – 2014. – № 2. – С. 45–48.

35. Роїк М. В. Виробництво і використання стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова**, В. Б. Захаревич // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2015. – Т. 21. – № 1. – С. 202–207. *(Здобувачем проведено теоретичні дослідження та підготовлено матеріали до друку).*

36. Роїк М. В. Біохімічна модель зберігання якості листків стевії / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова** // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія «Сільське господарство та лісівництво». – 2015. – № 2. – С. 77–83. *(Здобувачем проведено теоретичні дослідження, узагальнено та проаналізовано експериментальні результати, підготовлено матеріали до друку).*

#### Патенти:

37. Патент України № 79471 на корисну модель, МПК<sup>9</sup> C07H15/00, C07H17/00, G01N21/00 Спосіб визначення вмісту речовин флавоноїдного комплексу / Роїк М. В., **Кузнєцова І. В.**, Рудакова Т. В.; заявник-патенто власник Київ. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. – № u201211791; заявл. 12.10.12 р. *(Здобувачем проведено теоретичні дослідження і прийнято участь в експериментальних дослідженнях, узагальнено та проаналізовано результати, підготовлено матеріали до друку).*



38. Патент України № 92898 на корисну модель МПК<sup>9</sup> G08B37/18, G01N1/34, G01N30/06, G01N30/10, G01N30/90 Спосіб визначення речовин дитерпенових глікозидів у листках стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) / Роїк М. В., Яворська Т. М., Недяк Т. М., **Кузнєцова І. В.**; заявник-патентовласник Київ. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. – № u201403318; заявл. 01.04.2014 р.; опубл. 10.09.2014 р.; Бюл. № 17. *(Здобувачем проведено теоретичні дослідження, узагальнено та проаналізовано результати, підготовлено матеріали до друку).*

39. Патент України № 92159 на корисну модель МПК<sup>14</sup> C07H15/00, B01J39/00, B01J49/00 Спосіб визначення основних показників пористості / Роїк М. В., **Кузнєцова І. В.**; заявник-патентовласник Київ. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. – № u201407509; заявл. 04.07.2014 р.; опубл. 10.12.2014 р.; Бюл. № 23. *(Здобувачем проведено теоретичні і експериментальні дослідження, узагальнено та проаналізовано результати, підготовлено матеріали до друку).*

40. Патент України № 80736 на корисну модель, МПК<sup>9</sup> C12G3/00 Спосіб виробництва горілки особливої на основі стевії / Роїк М. В., **Кузнєцова І. В.**, Бондар М. В.; заявник-патентовласник Київ. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. – № u201214327; заявл. 14.12.2012 р.; опубл. 10.06.2013 р.; Бюл. № 11. *(Здобувачем проведено теоретичні дослідження і взято участь в експериментальних дослідженнях, узагальнено та проаналізовано результати, підготовлено матеріали до друку).*

41. Патент України № 74258 на корисну модель, МПК (2012) B01J8/02, B01J13/04, B01J16/00 Спосіб виробництва концентрованого екстракту із стевії (*Stevia Rebaudiana Bertroni*) / Роїк М. В., Ложкін М. М., Лащенко В. А., **Кузнєцова І. В.**; заявник-патентовласник Київ. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. – № u201203384; заявл. 21.03.2012 р.; опубл. 25.10.2012 р.; Бюл. № 20. *(Здобувачем проведено теоретичні дослідження і взято участь в експериментальних дослідженнях, узагальнено результати та підготовлено матеріали до друку).*

42. Патент України № 92649 на корисну модель МПК<sup>9</sup> A01F25/12, A23F3/34, A23L2/60, A23L3/40 Спосіб конвективного сушіння стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) / Роїк М. В., **Кузнєцова І. В.**; заявник-патентовласник Київ. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. – № u201403317; заявл. 01.04.2014 р.; опубл. 26.08.2014 р.; Бюл. № 16. *(Здобувачем проведено теоретичні дослідження і взято участь в експериментальних дослідженнях, проаналізовано результати, підготовлено матеріали до друку).*

43. Патент України № 82303 на корисну модель МПК<sup>9</sup> A23L1/24; A23L1/28; A23L2/60, Майонез «Стевія» / Роїк М. В., Петік П. Ф., Федякіна З. П., Шаповалова І. Є., **Кузнєцова І. В.**; заявник-патентовласник Київ. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. – № u201302237; заявл. 22.02.2013 р.; опубл. 25.07.2013 р.; Бюл. № 14. *(Здобувачем взято участь в експериментальних дослідженнях, узагальнено та проаналізовано результати, підготовлено матеріали до друку).*

44. Патент України № 79699 на корисну модель МПК<sup>9</sup> А01F25/100; А23F3/34; А23L2/60; А23L3/40 Спосіб післязбиральної обробки стевії (*Stevia Rebaudiana Bertroni*) / Роїк М. В., Снежкін Ю. Ф., Петрова Ж. О., **Кузнєцова І. В.**; заявник-патентовласник Київ. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. – № u201213397; заявл. 23.11.2012 р. опубл. 25.04.2013 р.; Бюл. № 8. *(Здобувачем проведено теоретичні дослідження і взято участь в експериментальних дослідженнях, проаналізовано результати та підготовлено матеріали до друку).*

45. Патент України МПК<sup>9</sup> А01F25/00; А23F3/34; А23L1/28; А23L2/60; А23L3/40 Спосіб виробництва порошків із стевії (*Stevia Rebaudiana Bertroni*) / Роїк М. В., Снежкін Ю. Ф., Петрова Ж. О., **Кузнєцова І. В.**; заявник-патентовласник Київ. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. – № u201213395; заявл. 23.11.2012 р.; опубл. 25.04.2013 р.; Бюл. № 8. *(Здобувачем проведено теоретичні дослідження і взято участь в експериментальних дослідженнях, підготовлено матеріали до друку).*

46. Патент України № 107966 МПК<sup>6</sup> А23F3/34; А23L1/236; А23L2/60; А23L3/40 Спосіб післязбиральної обробки стевії (*Stevia Rebaudiana Bertroni*) / Роїк М. В., **Кузнєцова І. В.**; заявник-патентовласник Київ. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. – № a201213398; заявл. 23.11.2012 р.; опубл. 10.03.2015 р.; Бюл. № 5. *(Здобувачем проведено теоретичні дослідження і взято участь в експериментальних дослідженнях, проаналізовано результати та підготовлено матеріали до друку).*

47. Патент України № 79698 МПК<sup>6</sup> А01F25/00; А23F3/34; А23L1/236; А23L2/60; А23L3/40 Спосіб виробництва порошків із стевії (*Stevia Rebaudiana*) / Роїк М. В., Снежкін Ю. Ф., Петрова Ж. О., **Кузнєцова І. В.**; заявник-патентовласник Київ. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. – № a201213396; заявл. 23.11.2012 р.; опубл. 10.07.2015 р.; Бюл. № 13. *(Здобувачем проведено теоретичні дослідження і взято участь в експериментальних дослідженнях, проаналізовано результати та підготовлено матеріали до друку).*

48. Патент України № 105432 МПК<sup>9</sup> С12G3/04 Спосіб виробництва горілки особливої на основі стевії / Роїк М. В., **Кузнєцова І. В.**, Бондар М. В., заявник-патентовласник Київ. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. – № a201214326; заявл. 01.04.2014 р.; опубл. 10.09.2014 р.; Бюл. № 17. *(Здобувачем проведено теоретичні дослідження і взято участь в експериментальних дослідженнях, узагальнено та проаналізовано результати, підготовлено матеріали до друку).*

#### **Тези наукових доповідей:**

49. Кузнєцова І. В. Виробництво екологічно чистої продукції – основа для розвитку агропромислового комплексу України / І. В. Кузнєцова // Збалансований (сталій) розвиток України – пріоритет національної політики: Всеукраїнська наукова екологічна конференція: тези доповіді. – К., 2010. – С. 92–96.

50. Роїк М. В. Виробництво біологічно активних концентратів на основі стевії в Україні / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова** // Сучасний ринок товарів та проблеми здорового харчування: Міжнародна науково-практична інтернет-конференція, м. Харків, 20–21 жовтня 2011 року: тези доповіді. – Х., 2011. – С. 165–166. *(Здобувачем узагальнено експериментальні дані, написано тези і підготовлено їх до друку).*

51. Роїк М. В. Отримання сухих концентратів стевії для виробництва харчових продуктів спеціального призначення / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова** // Проблеми енергоефективності та якості в процесах сушіння харчової сировини: Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Харків, 3–4 листопада 2011 року: тези доповіді. – Х., 2011. – С. 78–79. *(Здобувачем узагальнено експериментальні дані, написано тези і підготовлено їх до друку).*

52. Кузнєцова І. В. Екстракти лікарських рослин – перспективний напрям для виробництва харчових продуктів спеціального призначення / І. В. Кузнєцова // Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг: Міжнародна науково-технічна конференція, м. Харків, 19 травня 2011 року: тези доповіді. – Х., 2011: тези доповіді. – С. 44–45.

53. Роїк М. В. Біоконцентрати стевії у збалансованому харчуванні / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова** // Формування національної політики збалансованого виробництва і споживання: спільні дії влади бізнесу і громадськості: бізнес-форум, м. Київ, 26 квітня 2012 року: тези доповіді. – К, 2012. – С. 300–304. *(Здобувачем узагальнено експериментальні дані, написано тези і підготовлено їх до друку).*

54. Вплив якості води на екстракт стевії / [Роїк М. В., **Кузнєцова І. В.**, Бондар М. В., Ложкін М. М.] // Вода в харчовій промисловості: III науково-практична конференція: тези доповіді. – Одеса, 2012. – С. 104–105. *(Здобувачем узагальнено експериментальні дані, написано тези і підготовлено їх до друку).*

55. Роїк М. В. Значення натурального підсолоджувача отриманого із стевії у харчовій промисловості / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова** // Всеукраїнська наукова конференція молодих учених: тези доповіді. – Умань, 2012. – С. 147–148. *(Здобувачем узагальнено експериментальні дані, написано тези і підготовлено їх до друку).*

56. Роїк М. В. Ефірні олії стевії / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова** // Хімія і біотехнологія жирів. Перспективи розвитку масложирової галузі: Міжнародна науково-технічна конференція, м. Харків, 23 – 24 травня 2012 року: тези доповіді. – Х., 2012. – С. 61. *(Здобувачем узагальнено експериментальні дані, написано тези і підготовлено їх до друку).*

57. Роїк М. В. Інноваційні харчові продукти спеціального призначення у ресторанному бізнесі / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова**, М. М. Ложкін // Торговля та готельно-ресторанний бізнес: інноваційний розвиток в умовах глобалізації: Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Харків, 20 квітня 2012 року: тези доповіді. – Х., 2012. – С. 250–251. *(Здобувачем узагальнено експериментальні дані, написано тези і підготовлено їх до друку).*

58. Роїк М. В. Концентрати стевії у виробництві харчових продуктів спеціального призначення / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова** // Проблеми гігієни та технології харчування. Сучасні тенденції і перспективи розвитку: Міжнародна науково-практична конференція, м. Донецьк, 19–20 квітня 2012 року: тези доповіді. – Донецьк, 2012 – С. 130–131. *(Здобувачем узагальнено експериментальні дані, написано тези і підготовлено їх до друку).*

59. Роїк М. В. Натуральний цукрозамінник отриманий на основі стевії / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова** // Цукробурякове виробництво в умовах реформування національної економіки: Міжнародна науково-практична конференція цукровиків України: тези доповіді. – К., 2012. – С. 171–172. *(Здобувачем узагальнено експериментальні дані, написано тези і підготовлено їх до друку).*

60. Роїк М. В. Оцінка якості стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) як сировини для подальшого перероблення / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова**, О. А. Пехова // Сучасне овочівництво: освіти, наука та інновації: Науково-практична конференція, м. Київ, 13–14 грудня 2012 року: тези доповіді. – К., 2012. – С. 135–137. *(Здобувачем узагальнено експериментальні дані, написано тези і підготовлено їх до друку).*

61. Роїк М. В. Речовини флаваноїдного комплексу стевії (*Stevia Rebaudiana Bertroni*) / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова**, Т. В. Рудакова // Розвиток аграрної науки у сучасних умовах: Міжнародна науково-практична конференція, м. Львів, 12–13 жовтня 2012 року: тези доповіді. – Львів, 2012. – С. 82–84. *(Здобувачем узагальнено експериментальні дані, написано тези і підготовлено їх до друку).*

62. Роїк М. В. Значення стевії (*Stevia Rebaudiana Bertroni*) у народному господарстві / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова** // Наука на службі сільського господарства: Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція, м. Миколаїв, 5 березня 2013 року: тези доповіді. – Миколаїв, 2013. – С. 23–24. *(Здобувачем узагальнено експериментальні дані, написано тези і підготовлено їх до друку).*

63. Роик Н. В. Перспективные направления хранения стевии / Н. В. Роик, **И. В. Кузнєцова** // Перспективные технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве: Международная научно-практическая конференция, г. Минск, Республика Беларусь, 11–12 апреля 2013 года: тезисы доклада. – Минск, Республика Беларусь, 2013. – С. 220–224. *(Здобувачем узагальнено експериментальні дані, написано тези і підготовлено їх до друку).*

64. Роїк М. В. Стевія (*Stevia rebaudiana Bertoni*) – перспективний високоінтенсивний підсолоджувач / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова** // Шляхи диверсифікації виробництва продукції на цукрових заводах України: Міжнародна науково-технічна конференція цукровиків України: тези доповіді. – Київ, 2013. – С. 190–194. *(Здобувачем узагальнено експериментальні дані, написано тези і підготовлено їх до друку).*

65. Роїк М. В. Вплив умов зберігання листків стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) – на її якісні показники як сировини для харчової промисловості / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова** // Перспективні напрямки наукових досліджень

лікарських та технічних культур: Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених, м. Лубни, 5–6 червня 2013 року: тези доповіді. – Лубни, 2013. – С. 50–51. (*Здобувачем узагальнено експериментальні дані, написано тези і підготовлено їх до друку*).

66. Виробництво продуктів різної дисперсності із листків стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) сушеної / [Роїк М. В., Снежкін Ю. Ф., Петрова Ж. О., **Кузнєцова І. В.**] // Шляхи впровадження сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в агропідприємствах, зберігання та переробка продукції рослинництва: науково-практична інтернет-конференція, м. Полтава, 6–7 червня 2013 року: тези доповіді. – Полтава, 2013. – С. 71–73. (*Здобувачем узагальнено експериментальні дані, написано тези і підготовлено їх до друку*).

67. Кузнєцова І. В. Встановлення оптимальних умов зберігання сушених листків стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) / І. В. Кузнєцова // Енерго- і ресурсоефективні технології виробництва і зберігання сільськогосподарської продукції: Міжнародна науково-практична конференція, м. Харків, 30–31 жовтня 2014 року: тези доповіді. – Х., 2014. – С. 98–100.

68. Роїк М. В. Стебло стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) у виробництві біопалива / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова** // Земля України – потенціал продовольчої, енергетичної та екологічної безпеки держави: Міжнародна науково-технічна конференція, м. Вінниця, 17–18 жовтня 2014 року: тези доповіді. – Вінниця, 2014. – С. 90–93. (*Здобувачем узагальнено експериментальні дані, написано тези і підготовлено їх до друку*).

69. Роїк Н. В. Листья стевии (*Stevia rebaudiana Bertoni*) как перспективный источник флаваноидов / Н. В. Роїк, **И. В. Кузнєцова** // Достижения и перспективы развития фитохимии: Международная научно-практическая конференция, г. Караганда, Республика Казахстан, 10–11 апреля 2015 года: тезисы доклада. – Караганда, Республика Казахстан, 2015. (*Здобувачем узагальнено експериментальні дані, написано тези і підготовлено їх до друку*).

70. Роїк М. В. Виробництво листків стевії (*Stevia Rebaudiana Bertroni*) гарантованої якості / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова** // Зберігання та переробка продукції рослинництва: освіта, наука, інновації: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 100-річчю від дня народження видатного вченого, основоположника кафедри технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва, завідувача кафедри впродовж 1968–1987 рр., доктора сільськогосподарських наук, професора Лесика Бориса Васильовича (1915–1997), м. Київ, 1–3 червня 2015 року: тези доповіді. – К., 2015. – С. 52–53. (*Здобувачем узагальнено експериментальні дані, написано тези і підготовлено їх до друку*).

71. Кузнєцова І. В. Удосконалення елементу технології вирощування стевії / І. В. Кузнєцова // Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій: Міжнародний науково-практичний форум, м. Львів, 23–25 вересня 2015 року: тези доповіді. – Львів, 2015. – С. 96–99.

72. Роїк М. В. Концентрат отриманий з листків стевії – натуральний замінник цукру / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова** // Продовольчі ресурси: проблеми і

перспективи: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 4 листопада 2015 року: тези доповіді. – К., 2015. – С. 86–88. (Здобувачем узагальнено експериментальні дані, написано тези і підготовлено їх до друку).

73. Роїк М. В. Вплив технології вирощування стевії в Україні на якісні показники листків / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова** // *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality*. – Nitra, 2015. – Р. 569–572. (Здобувачем узагальнено експериментальні дані, написано тези і підготовлено їх до друку).

74. Роик Н. В. Модель формирования показателей качества листьев стевии / Н. В. Роик, **И. В. Кузнєцова** // *Lucrari stiintifice*. – Chisinau, 2015. – Р. 243–246. (Здобувачем узагальнено експериментальні дані, написано тези і підготовлено їх до друку).

### Методичні рекомендації

75. Методичні рекомендації з критеріїв оцінки якості листків стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) сушеної як сировини для подальшого використання у харчовій промисловості: [методичні рекомендації] / М. В. Роїк, **І. В. Кузнєцова**. – Дніпропетровськ: Адверта, 2013. – 23 с. (Здобувачем проведено експериментальні дослідження, узагальнено результати та підготовлено матеріали до друку)

### АНОТАЦІЯ

**Кузнєцова І. В. Методологічні та технологічні особливості формування продуктивності стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) як сировини для комплексного перероблення.** – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальностями 06.01.09 – рослинництво і 06.01.15 – первинна обробка продуктів рослинництва. – Національний університет біоресурсів і природокористування, Київ, 2016.

Дисертацію присвячено вирішенню проблем підвищення продуктивності стевії та оцінці її якості. Представлено результати теоретичних та експериментальних досліджень щодо підвищення ефективності елементів технології вирощування, які забезпечують отримання двох врожаїв в ґрунтово-кліматичних умовах України, рослин із відмінними біометричними показниками органічного напрямку. Ступінь пластичності показує екологічну адаптацію стевії сорту Берегиня за приживлюваністю рослин, яка є більш чутливою до умов підзони нестійкого зволоження (0,397) і менш в умовах підзони достатнього зволоження (0,217) за густоти садіння 100 тис. шт./га. Відмічено, що здатність рослин до екологічної пластичності в ґрунтово-кліматичних зонах України є нестабільними, і залежно від елементів технології вирощування може змінюватись

Науково обґрунтовано та розроблено спосіб сушіння, який забезпечує виробництво листків сушених гарантованої якості, придатних до тривалого зберігання. Вивчено умови їхнього зберігання та показано вплив елементів технологій вирощування і сушіння на якість готового продукту.

За вивченням особливостей компонентного складу визначено залежність речовин дитерпенових глікозидів, флавоноїдів, амінокислотного та жирнокислотного складу від агрокліматичних умов України. Показано, що за вмістом флавоноїдів у листках сушених і розрахунком енергії Гіббса можна встановити умови вирощування стевії.

Вперше запропоновано визначення коефіцієнта крихкості та визначено їхні основні технологічні показники якості листків сушених. На основі експериментальних досліджень розроблено методики з визначення крихкості, флавоноїдів та основних показників пористості листків сушених. Отримані результати з впливу домішок на кінетику екстрагування стали основою дослідження екстрагування речовин дитерпенових глікозидів з листків сушених та отримання концентрату високої якості. Уточнено показники якості отриманого концентрату та оцінено за його використанням у виробництві напівкалорійного майонезу «Стевія» та горілки «Стевійка». Вперше досліджено склад стебла та можливість його застосування у виробництві пелетів.

Результати досліджень стали основою техніко-економічного обґрунтування комплексного переробляння стевії та апаратурно-технологічної схеми післязбирального обробляння і виробництва концентрату з листків сушених. Розроблено відповідні технологічні інструкції, які погоджено в Департаменті продовольства Міністерства аграрної політики та продовольства України.

**Ключові слова:** стевія, якість, технологія, продуктивність, екологічна адаптація, дитерпенові глікозиди, первинна обробка, застосування.

## АНОТАЦІЯ

**Кузнецова И. В. Методологические и технологические особенности формирования продуктивности стевии (*Stevia rebaudiana Bertoni*) как сырья для комплексной переработки.** – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальностям 06.01.09 – растениеводство и 06.01.15 – первичная обработка продуктов растениеводства. – Национальный университет биоресурсов и природопользования, Киев, 2016.

Диссертация посвящена решению проблем повышения продуктивности стевии в агроклиматических условиях Украины. В диссертационной работе представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований по повышению эффективности элементов технологии возделывания, которые обеспечат получение двух урожаев в агроклиматических условиях Украины, растений с хорошими биометрическими показателями органического направления и повысят эффективность переработки листьев. Степень пластичности показывает экологическую адаптацию стевии сорта Берегиня по приживаемости растений и показывает чувствительность к условиям подзоны не устойчивого увлажнения (0,397) и менее к условиям подзоны достаточного увлажнения (0,217) при густоте высаживания 100 тыс. шт./га. Способность растений к экологической пластичности в агроклиматических условиях Украины являются нестабильными и в зависимости от элементов технологии

возделывания могут меняться. На примере Винницкой области изучено биометрические показатели стевии с многолетней эксплуатацией маточника при оптимальных установленных параметрах технологии возделывания. Показано, что оптимальным является эксплуатация маточника на протяжении 4–5 лет. Изучено водопоглощающую способность растений в период выращивания. Проведенные исследования стали основой разработки модели технологии возделывания стевии на органической основе и математической модели накопления основных компонентов листьев.

Научно обоснован и разработан энергосберегающий способ высушивания, что обеспечит производство листьев гарантированного качества. Установлен показатель активности воды, характеризующий эффективность диффузии молекул воды в листовом аппарате. Разработано аппаратурно-технологическую схему и нормативно-техническую документацию послеуборочной обработки стевии. Изучено влияние вентилирования помещения во время хранения листьев сушеных и предложен гибкий режим вентилирования в зависимости от сезона. Показано влияние технологии возделывания и процесса сушения на способность сохранять качественные показатели на протяжении двух лет хранения.

Изучены особенности состава стевии и отличие по физико-химическим показателям от зарубежных аналогов. На основе данных о содержании флавоноидов в листьях сушеных и расчёте энергии Гиббса обосновано возможность установления особенностей технологии возделывания. Данные об изменении физико-химических показателей листьев во время хранения стали основой для разработки биохимической модели их хранения.

Впервые изучены технологические показатели листьев, которые влияют на расчёт помещений для хранения и технологического оборудования. Разработаны методики определения коэффициента крохкости, флавоноидов и пористости листьев сушеных. Теоретические и экспериментальные исследования стали основой для методологии контроля качества та уровня её обеспечения в Украине. Получены результаты влияния содержания примесей в сушеных листьях на кинетику экстрагирования веществ дитерпеновых гликозидов. Разработана технология, аппаратурно-технологическая схема и нормативно-техническая документация по получению концентрата из листьев. Изучено использование концентрата в производстве майонеза «Стевия» и водки «Стевийка». Впервые исследован состав стебля и изучена его энергетическая способность для возможности использования в производстве пелетов.

Результаты проведенных исследований стали основой технико-экономического обоснования комплексной переработки стевии. Представлен баланс продуктов при производстве концентрата в промышленных условиях.

**Ключевые слова:** стевия, качество, технология, продуктивность, экологическая адаптация, дитерпеновые гликозиды, первичная обработка, использование.



## ANNOTATION

**Kyznetchova I. V. Methodology and technology forming the productivity of stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) as raw material for the complex processing.** – The Manuscript.

Thesis for Doctor of the Agriculture Sciences Degree, Specialty 06.01.09 – plant science and 06.01.15 – first treatment of products plant growing. – National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, 2016.

Dissertation is devoted the problems increase of the productivity stevia and estimation of its quality In dissertation work the results of theoretical and experimental researches are presented in relation to the increase of efficiency of elements of technology growing's which provide the receipt of two harvests stevia in the agroclimatic terms of Ukraine, to get plants with the beautiful biometrical indexes of organic direction and promote efficiency of redoing of their sheets. The degree of plasticity shows ecological adaptation the stevia sort of Bereginya at the plants, which is more sensible to the terms under the areas of the not sufficient moistening (0,397) and less in terms under the areas of the sufficient moistening (0,217) at of seating 100 thousands of sht./ga. A capacity of plants stevia for ecological plasticity in the agroclimatic areas of Ukraine is not stable, and depending on the elements of technology of growing can change

Scientifically grounded and the method of drying is developed, that provides the production of sheets of the assured quality, suitable to the protracted storage. The terms of storage of the dried sheets are studied and influence of technologies of growing and drying on efficiency of process is rotined.

After the study of features of component composition of stevia certainly dependence of RDG, flavonoids, amino acid and fat acid composition from the agroclimatic terms of Ukraine. It is rotined that upon settlement of energy of Gibbs on the basis of information from maintenance of flavonoids it is possible to identify the terms of growing.

Determination of degree of fragility of the dried sheets is first offered and certainly them technological estimation. On the basis of experimental researches methods are developed from determination of flavonoids and basic indexes of porosity. It is got results from influence of organic admixtures on kinetics of extracting became basis of research of extracting of RDG from the sheets and receipt of concentrate of high quality. Efficiency of the got product is appraised in quality of mayonnaise of «Steviy» and vodkas of «Steviyka». First investigational composition of stem that possibility of his application in the production of pellet.

Results of researches became basis of feasibility study of the complex processing of stevia. On the basis of experimental and industrial researches the apparatus flowsheets of after collective treatment of stevia and production of concentrate are developed from the sheets and vodka with his application.

**Key words:** stevia, quality, technology, productivity, ecological adaptation, diterpene glycosides, processing