

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ННІ лісового і садово-паркового господарства**

**ПОГОДЖЕНО
Директор ННІ**

Лісового і садово паркового
господарства
_____ Роман ВАСИЛИШИН
(підпис) (ПІБ)
« _____ » _____ 2025 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри**

Технологій та дизайну виробів з
деревини
_____ Андрій СПІРОЧКІН
(підпис) (ПІБ)
« _____ » _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему Використання масивної деревини для виготовлення кухонного приладдя

Спеціальність 187 «Деревообробні та меблеві технології»

Освітня програма «Деревообробні та меблеві технології»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

канд. техн. наук, доц. _____
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис)

Андрій СПІРОЧКІН
(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

канд. техн. наук, доц. _____
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис)

Юрій ЛАКИДА
(ПІБ)

Виконав

_____ (підпис)

Андрій НЕСТЕРЕНКО
(ПІБ)

Київ – 2025 рік

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ННІ лісового і садово-паркового господарства**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Технологій та дизайну виробів з деревини

к.т.н., доц. _____ Андрій СПІРОЧКІН

науковий ступінь, вчене звання (підпис)

(ПІБ)

« _____ » _____ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ**

Нестеренку Андрію Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 187 «Деревообробні та меблеві технології»

(код і назва)

Освітня програма «Деревообробні та меблеві технології»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи Використання масивної деревини для виготовлення кухонного приладдя

затверджена наказом ректора НУБіП України від “05” 11 2024 р. № 1978 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру _____

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи

Звіти з наукової роботи кафедри. Результати попередніх експериментальних досліджень за обраною тематикою

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Проаналізувати теоретичні та ринкові аспекти використання деревини для виготовлення кухонного приладдя.

2. Обґрунтувати вибір оптимальних захисних покриттів (олій) для обробки кухонного приладдя, використовуючи методи нечіткої логіки.

3. Провести експериментальні дослідження показників водопоглинання деревини та обґрунтувати на їх основі ефективну технологію фінішної обробки.

Дата видачі завдання “ _____ ” _____ 20__ р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

(прізвище та ініціали студента)

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел. Робота містить 25 таблиць та 17 рисунків. Загальний обсяг роботи складає 75 сторінки. Використано 66 джерел інформації.

У першому розділі «Теоретичні та ринкові аспекти використання деревини для виготовлення кухонного приладдя» проаналізовано ключові експлуатаційні та естетичні вимоги до сировини, охарактеризовано основні породи деревини України, розглянуто переваги та недоліки дерев'яного приладдя з точки зору гігієнічності та довговічності, а також досліджено сучасні ринкові тенденції та перспективи цього сегменту.

У другому розділі «Теоретичні обґрунтування дослідження» описано властивості та характеристики чотирьох типів олій, призначених для обробки кухонного приладдя. Для обґрунтування вибору оптимального захисного покриття застосовано методи нечіткої логіки, зокрема Метод розставляння пріоритетів та Метод аналізу ієрархій (МАІ).

Третій розділ «Методика проведення та результати експериментальних дослідження» присвячено практичній частині роботи. У ньому описано підготовку експериментальних зразків з деревини вільхи та методику визначення показників водопоглинання. Проведено аналіз результатів експерименту, що порівнює ефективність трьох різних захисних покриттів («LineWood», Ляна олія, «МаслоВіск») та вплив кількості шарів нанесення на гідрофобні властивості деревини.

У четвертому розділі «Проектування та розробка технології виготовлення торцевої дошки» обґрунтовано вибір саме торцевої конструкції дошки через її унікальні переваги у довговічності, гігієнічності та дбайливому ставленні до ножів. Розроблено проект виробу за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення та деталізовано покроковий технологічний процес його виготовлення, включаючи рекомендації по фінішній обробці та подальшому догляду.

За результатами дослідження було підтверджено, що найбільш ефективним захистом деревини в умовах високої вологості є комбінований підхід з використанням олії для глибокого просочування та воскової композиції для створення поверхневого бар'єру. Розроблена технологія дозволяє виготовляти конкурентоспроможну продукцію, що відповідає сучасним ринковим трендам.

Ключові слова: масивна деревина, кухонне приладдя, торцева обробна дошка, захисні покриття, олія для деревини, водопоглинання, метод аналізу ієрархій, технологічний процес.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ТА РИНКОВІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ДЕРЕВИНИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КУХОННОГО ПРИЛАДДЯ.....	8
1.1. Обґрунтування вибору деревини для кухонного приладдя.....	8
1.1.1. Ключові експлуатаційні та естетичні вимоги до деревини.....	8
1.1.2. Характеристики основних порід деревини України.....	10
1.2. Переваги та недоліки кухонного приладдя з деревини.....	16
1.2.1. Сильна сторона.....	16
1.2.2. Слабка сторона.....	18
1.3. Аналіз ринку кухонного приладдя та його перспектив.....	20
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	25
2.1. Опис властивостей олії для обробки кухонного приладдя.....	25
2.2. Метод розставляння пріоритетів та метод експертних оцінок.....	30
2.3. Метод аналізу ієрархій.....	39
РОЗДІЛ 3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	46
3.1. Огляд деревини та захисних покриттів.....	46
3.2. Підготовка зразків.....	47
3.3. Методика визначення показників водопоглинання.....	49
3.3.1. Методика експериментального дослідження.....	49
3.3.2. Протокол проведення випробувань.....	50
3.3.3. Розрахунок результатів.....	51
3.4. Аналіз результатів дослідження.....	51
РОЗДІЛ 4 ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ТОРЦЕВОЇ КУХОННОЇ ДОШКИ.....	56
4.1. Обґрунтування вибору торцевої дошки.....	56
4.2. Обґрунтування вибору матеріалів для торцевої дошки.....	58
4.3. Проектування торцевої дошки.....	60
4.4. Технологічний процес виготовлення торцевої дошки.....	61
4.5. Рекомендації по догляду за торцевою дошкою.....	64
4.6. Виготовлення магнітного тримач для ножів.....	64
ВИСНОВОК.....	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	69

ВСТУП

Актуальність теми зумовлена стійким трендом у сучасному світі до використання екологічно чистих та натуральних матеріалів у побуті. Деревина, будучи відновлюваним та біорозкладним матеріалом, ідеально відповідає принципам циркулярної економіки.

У наш час дерев'яне кухонне приладдя, особливо обробні дошки, вийшло за рамки свого суто практичного призначення. Воно стало не тільки необхідним інструментом, а й елементом самовираження та об'єкта для демонстрації в соціальних мережах. Ключові тренди в дизайні інтер'єрів на 2025 рік, які включають створення зв'язку з природою та використання теплих, натуральних відтінків деревини, формують високий попит на естетично привабливі та багатофункціональні вироби. Природна краса деревини ідеально відповідає цим уподобанням. Окрім того, сучасне покоління високо цінує екологію та дбає про здоров'я. Основним викликом для бізнесу є ефективне управління співвідношенням ціни та цінності, а також масштабування виробництва для задоволення зростаючого попиту.

Таким чином, розробка обґрунтованої технології виготовлення довговічного та гігієнічного кухонного приладдя з масивної деревини, з акцентом на вибір оптимального захисного покриття, є актуальною.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є проведення комплексного дослідження та обґрунтування вибору матеріалів і технології для виготовлення та захисту кухонного приладдя з масивної деревини, зокрема, торцевої кухонної дошки.

Для досягнення поставленої мети були визначені такі **завдання**:

1. Проаналізувати теоретичні та ринкові аспекти використання деревини для виготовлення кухонного приладдя.
2. Обґрунтувати вибір оптимальних захисних покриттів (олій) для обробки кухонного приладдя, використовуючи методи нечіткої логіки.
3. Провести експериментальні дослідження показників водопоглинання деревини та обґрунтувати на їх основі ефективну технологію фінішної обробки.

4. Розробити проект та технологію виготовлення торцевої кухонної дошки.

Об'єктом дослідження є процес виготовлення кухонного приладдя з масивної деревини.

Предметом дослідження є вибір матеріалів, захисних покриттів та технологічні процеси виготовлення торцевої кухонної дошки.

Для реалізації поставлених завдань у роботі використано такі методи дослідження:

- Аналітичні методи – для огляду літературних джерел, аналізу ринкових трендів та узагальнення властивостей деревини і захисних покриттів.
- Математичні методи – для прийняття багатокритеріальних рішень, зокрема Метод розставляння пріоритетів та Метод аналізу ієрархій (MAI).
- Експериментальні методи – для визначення фізичних властивостей деревини, зокрема показників водопоглинання.
- Методи статистичної обробки – для аналізу отриманих експериментальних даних.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в теоретичному обґрунтуванні та експериментальному підтвердженні раціонального вибору комбінованого захисного покриття для масивної деревини, що експлуатується в умовах високої вологості.

Практичне значення роботи полягає у розробці ефективної та економічно доцільної технології виробництва високоякісної торцевої кухонної дошки, що дозволяє підприємству виготовляти продукцію, яка відповідає ключовим трендам ринку 2025 року.

Магістерська кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел.

РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ТА РИНКОВІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ДЕРЕВИНИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КУХОННОГО ПРИЛАДДЯ

1.1. Обґрунтування вибору деревини для кухонного приладдя

1.1.1. Ключові експлуатаційні та естетичні вимоги до деревини

Вибір деревини для кухонного приладдя – це комплексне рішення, що базується на наукових та практичних засадах. Деревина є яскраво вираженим анізотропним волокнистим матеріалом, що означає, що її механічні характеристики вздовж і поперек волокон значно відрізняються. Розуміння ключових властивостей матеріалу дозволяє зробити обґрунтований вибір, що забезпечить довговічність, безпечність та естетичну привабливість виробу.[1]

Основними показниками, що визначають довговічність дерев'яного виробу, є його твердість та щільність. Твердість – це здатність деревини чинити опір проникненню в її середину більш твердих тіл. Щільність характеризується масою одиниці об'єму матеріалу. Ці параметри безпосередньо впливають на стійкість поверхні до подряпин, вм'ятин, порізів та загального зносу в процесі щоденної експлуатації. За цими критеріями породи деревини умовно поділяють на тверді та м'які.[1, 2]

Тверді породи (дуб, ясен, бук, клен, акація) мають щільну структуру волокон, значну вагу та високу зносостійкість. Вони є ідеальним вибором для виробів, що зазнають інтенсивних механічних навантажень, насамперед для обробних дошок, стільниць та руків'їв інструментів [2]. За цими критеріями породи деревини умовно поділяють на тверді та м'які.

М'які породи (вільха, липа, сосна) легші, мають меншу щільність і, відповідно, більш вразливі до механічних пошкоджень. Вони не підходять для поверхонь, на яких відбувається нарізання, але є чудовим матеріалом для виготовлення ложок, мисок, ємностей для зберігання та іншого начиння, де важливі легкість та простота обробки. [2, 3].

Деревина є гігроскопічним матеріалом, тобто вона природним чином вбирає та віддає вологу з навколишнього середовища. Вода в деревині існує у

двох формах: зв'язана (гігроскопічна), що утримується в стінках клітин, та вільна, що знаходиться в порожнинах кліток і міжклітинних просторах. [1]

Цей процес спричиняє постійні зміни в об'ємі матеріалу: розбухання (збільшення лінійних розмірів і об'єму деревини при підвищенні в ній вмісту зв'язаної води) при підвищеній вологості та усадку(зменшення лінійних розмірів і об'єму деревини при видаленні з неї зв'язаної води) при висиханні. Важливо, що зміну лінійних розмірів (усадку та розбухання) викликає лише видалення або поглинання зв'язаної води. Якщо ці процеси не контролювати, вони неминуче призводять до деформації (викривлення, жолоблення), розтріскування та руйнування клейових з'єднань. Ця деформація, відома як короблення , виникає через анізотропію усушки: вона неоднакова в різних напрямках – найбільша в тангентальному, в 1,5–2 рази менша в радіальному, і найменша (0,1–0,3%) вздовж волокон. [1, 3, 4]

Ключову роль у забезпеченні стабільності виробу відіграє правильна підготовка сировини, а саме камерне сушіння (камерна сушка). Цей технологічний процес дозволяє довести вологість деревини до рівноважного показника (зазвичай 8–12%), оптимального для використання всередині приміщень. Різні породи по-різному реагують на вологу: бук відомий своєю високою гігроскопічністю і схильністю до гниття , тоді як акація завдяки високому вмісту природних олій є значно стійкішою до впливу води. [3–5]

Естетична привабливість – колір, текстура (малюнок, що утворюється на поверхні деревини внаслідок перерізування анатомічних елементів, зокрема річних шарів та серцевинних променів)[1] та тактильні відчуття – часто є вирішальним фактором при виборі деревини, особливо для сервірувальних дошок, менажниць та преміального посуду [6]. Унікальна краса темного горіха, теплі відтінки вишні або велична текстура дуба перетворюють утилітарний предмет на елемент декору, що створює настрій та підкреслює стиль кухні [7].



Рис. 1.1. Текстура та колір зразків деревини [6]

Ергономіка, зокрема вага та баланс, є важливою для предметів, що тримають у руках. Важкі дошки з дуба чи акації є стабільними на робочій поверхні, але менш зручні для перенесення. Для ложок, лопаток та невеликих дошок перевагу часто надають легшим породам, таким як вільха чи липа, які забезпечують комфорт у використанні. [2, 5]

1.1.2. Характеристики основних порід деревини України

Ліси України є життєво важливим національним багатством, екологічне та соціальне значення якого, зокрема у боротьбі зі змінами клімату, значно перевищує економічну користь. Загалом лісовий фонд країни займає 10,4 мільйона гектарів, що забезпечує лісистість території на рівні 15,9%. В українських лісах росте понад 30 видів дерев(рис 1.2), однак домінують сосна (33%) та дуб (24%), а також поширені ялина, бук і вільха . Збереження та примноження цього ресурсу для майбутніх поколінь є почесним обов'язком кожного, а особливо лісівників, які забезпечують відновлення та догляд за насадженнями. [8]



Рис. 1.2. Структура лісів України [8]

Дуб є символом міцності та довговічності в українській культурі. Його деревина – щільна, важка, тверда, відзначається високою міцністю, стійкістю до загнивання, малосучкувата, досить прямошарова та має виразну крупноволокнисту текстуру і красивий малюнок річних кілець. [1]

- **Переваги:** Деревина дуба надзвичайно стійка до механічних пошкоджень, подряпин, ударів та стирання, що гарантує тривалий термін служби виробів. Високий вміст танінів надає дубу природну стійкість до вологи, плісняви та гниття, що є критично важливим для кухонних умов. Дуб має благородний зовнішній вигляд і красиву текстуру на всіх розрізах (особливо при радіальному розпилюванні). З часом його поверхня може темніти, набуваючи вишуканого вінтажного відтінку, що лише додає цінності виробу. [1, 9,10]
- **Недоліки:** Деревина дуба має великі відкриті пори, які можуть забиватися дрібними частинками їжі та вологою, що вимагає більш ретельного очищення та догляду. Будучи дуже твердим матеріалом, дуб може прискорювати затуплення ножів порівняно з менш щільними породами [11]. Вироби з масиву дуба є досить важкими, що слід враховувати при виборі великих обробних дошок.
- **Ціновий сегмент:** від середнього до високого.

Ясен за показниками твердості та міцності практично не поступається дубу, але значно перевершує його за еластичністю та ударною в'язкістю.

- Переваги: Деревина має світлий, іноді з жовтуватим або рожевуватим відтінком колір та дуже красивий, виразний візерунок волокон. Ясен чудово протистоїть деформації та ударним навантаженням, що робить його ідеальним для торцевих обробних дощок, які зазнають інтенсивного використання, наприклад, для відбивання м'яса. Вироби з ясена здатні служити десятиліттями, не втрачаючи своєї форми та функціональних властивостей. Світла деревина з чітко вираженою текстурою виглядає сучасно та елегантно, легко вписуючись у будь-який інтер'єр кухні [10].

- Недоліки: На відміну від дуба, ясен не містить такої кількості природних антисептиків, тому є більш вразливим до тривалого контакту з водою і потребує надійного захисного покриття (олії, воску). Як і дуб, належить до дуже твердих порід, що може негативно впливати на гостроту ножів при інтенсивному різанні [11].

- Ціновий сегмент: Середній.

Бук – це дуже тверда, щільна та важка деревина зі світлим, злегка рожевуватим або жовтуватим відтінком.

- Переваги: Його текстура дуже дрібна, однорідна, практично без видимого малюнка, що надає виробам спокійного та елегантного вигляду. За міцністю наближається до дуба, але більш крихкий, що робить його чудовим матеріалом для обробних дощок, стільниць та іншого кухонного приладдя, яке зазнає високих навантажень. Незважаючи на твердість, бук добре шліфується до дуже гладкої поверхні. У пропареному стані він чудово гнеться, що дозволяє створювати вироби складної форми. [3, 13]

- Недоліки: Висока гігроскопічність – головний і найсуттєвіший недолік бука. Він дуже активно вбирає вологу з повітря та при прямому контакті з водою, що призводить до швидкої деформації та схильності до гниття. Вироби з бука вимагають обов'язкового та ретельного захисного покриття, а також дбайливого догляду без тривалого контакту з водою [3].

- Ціновий сегмент: Середній.

Клен – це тверда, щільна та в'язка деревина світлого, майже білого кольору з тонкою, ледь помітною текстурою. Його ключова особливість – дуже дрібні, практично закриті пори [14].

- Переваги: Клен є "золотою серединою" для обробних дошок. Він достатньо твердий, щоб бути зносостійким і не дряпатися від кожного руху ножа, але при цьому не настільки твердий, щоб агресивно затуплювати ріжучу кромку. Цей баланс робить його вибором номер один для професійних кухарів та м'ясників. Дрібна, закрита структура пор є природним бар'єром для проникнення бактерій, соків та залишків їжі. Поверхня з клена легко миється і вважається однією з найбезпечніших для контакту з продуктами. Завдяки високій в'язкості деревина клена не схильна до розколювання, що важливо для довговічності торцевих дошок.

- Недоліки: Без належного захисного покриття світла деревина клена може вбирати вологу та забарвлюючі соки від продуктів (буряк, ягоди), що призводить до утворення стійких плям [14]. Під тривалим впливом ультрафіолету (прямого сонячного світла) деревина клена може з часом набувати жовтуватого відтінку .

- Ціновий сегмент: від середнього до високого.

Акація (в Україні переважно робінія псевдоакація) – це надзвичайно тверда, щільна та важка деревина. Часто має яскраве, контрастне забарвлення: від жовтувато-зеленого в заболоні до темно-коричневого в ядрі [15].

- Переваги: Акація є однією з найтвердіших листяних порід, що ростуть в Україні. Це забезпечує виняткову стійкість до зносу, подряпин та ударів [15]. Завдяки високій щільності та вмісту природних олій, акація дуже стійка до впливу води, ураження грибок та шкідниками. Вироби з неї можуть служити роками навіть у складних умовах [5]. Яскравий, контрастний малюнок волокон та насичені кольори роблять вироби з акації дуже привабливими та впізнаваними.

- Недоліки: Через свою виняткову твердість акація дуже швидко затуплює леза ножів, вимагаючи їх частого заточування. Висока твердість та

різноспрямована структура волокон значно ускладнюють ручну та машинну обробку деревини. Акація потребує спеціальних, повільних та щадних режимів сушіння, оскільки при швидкій втраті вологи схильна до утворення глибоких тріщин [17].

- Ціновий сегмент: Високий. Це зумовлено значними складнощами в сушінні та подальшій обробці.

Деревина горіха (переважно волоського) має середню твердість, але цінується за свою розкішну, багату текстуру та складну кольорову гаму, що варіюється від світло-коричневого до глибокого темно-шоколадного, часто з фіолетовим відтінком, темними прожилками та красивими візерунками [7].

- Переваги: Горіх славиться своєю неповторною красою та високими декоративними якостями, що робить його однією з найбажаніших деревних порід. Його унікальний малюнок волокон робить кожен виріб неповторним. Деревина горіха після правильного сушіння є дуже стабільною. Вона має низький коефіцієнт усадки і практично не схильна до деформації при зміні вологості. Горіх дуже добре обробляється, облицьовується, полірується і легко піддається різьбленню та шліфуванню [7].

- Недоліки: Горіх значно м'якший за дуб, ясен чи акацію. Тому на обробних дошках з нього при інтенсивному використанні швидше з'являються подряпини та сліди від ножа. Горіх належить до цінних порід, і вартість якісної сировини значно перевищує ціни на дуб чи бук.

- Ціновий сегмент: Високий до преміального.

Вишня – це деревина середньої твердості з дуже гладкою, тонкою, рівномірною текстурою. Її головна особливість - характерний теплий колір, що варіюється від ніжно-рожевого до насиченого червоно-коричневого [10].

- Переваги: Вишня високо цінується за свій красивий, теплий відтінок. Під впливом сонячного світла та з часом її колір "дозріває" та стає темнішим, глибшим і ще більш насиченим, що є унікальною та бажаною властивістю. Деревина вишні добре ріжеться, формується та полірується до шовковисто-гладкої поверхні, що робить її приємною на дотик [16]. Хоча вишня м'якша за

дуб, вона є достатньо міцною для виготовлення сервірувальних дошок, тарілок, мисок та іншого приладдя, яке не піддається інтенсивному різанню [10].

- Недоліки: Деревина вишні є відносно м'якою, тому схильна до утворення вм'ятин та подряпин при необережному поводженні. Як і більшість порід, вишня потребує надійного захисного покриття для запобігання пошкодженню від тривалого контакту з водою [17].

- Ціновий сегмент: Високий.

Вільха – це легка, досить м'яка деревина з рівномірною, тонкою структурою та приємним світло-коричневим кольором. Характерною ознакою є те, що свіжий зріз на повітрі швидко набуває насиченого помаранчевого або червонуватого відтінку [2].

- Переваги: Деревина вільхи дуже легко ріжеться, шліфується, точиться та обробляється будь-якими інструментами [2]. Серед м'яких порід вільха вирізняється хорошою стійкістю до води та гниття. Історично її використовували для будівництва колодязних зрубів та паль. Вільха не має гіркої смаку чи неприємного запаху. Навпаки, при нагріванні вона виділяє легкий, приємний аромат, що робить її найкращим матеріалом для копчення риби, м'яса та сирів [18]. Деревина містить поліфеноли, які мають антиоксидантні та захисні властивості, що підвищує її гігієнічність [16].

- Недоліки: Вільха легко дряпається та пошкоджується, тому абсолютно не підходить для обробних дошок. Текстура деревини досить однорідна, без яскравого та декоративного візерунка [2].

- Ціновий сегмент: Бюджетний.

Липа – це дуже м'яка, легка, однорідна деревина світлого, майже білого або кремового кольору. Її головні переваги це практично повна відсутність запаху та смаку [4].

- Переваги: Липа вважається еталонним матеріалом для ручного різьблення. Вона ріжеться однаково легко в будь-якому напрямку, не сколюється і не кришиться, дозволяючи створювати вироби найскладнішої форми. Повна відсутність смол, запаху та смаку робить липу ідеальним матеріалом для

виготовлення ємностей для зберігання чутливих до сторонніх ароматів продуктів (мед, чай, крупи), а також для столових приборів (ложок, мисок) [4].

- Недоліки: Липа найм'якша з розглянутих порід. На поверхні липи легко залишаються вм'ятини навіть від незначного тиску, наприклад, від нігтя [4]. Деревина липи нестійка до тривалого впливу вологи і без захисної обробки (наприклад, проварювання в олії) схильна до ураження грибком [19].
- Ціновий сегмент: Бюджетний .

1.2. Переваги та недоліки кухонного приладдя з деревини

1.2.1. Сильна сторона

1. Гігроскопічність та пористість. Гігієнічність деревини зумовлена її капілярно-пористою структурою та гігроскопічністю. Коли бактеріальний інокулят (наприклад, рідина з сирого м'яса) потрапляє на дерев'яну поверхню, капілярні сили втягують вологу разом з мікроорганізмами всередину структури деревини. Цей процес відбувається відносно швидко, зазвичай протягом 3–10 хвилин, залишаючи поверхню сухою. Для багатьох патогенних бактерій, чутливих до зневоднення, цей процес висушування є згубним. Дослідження показують, що після абсорбції бактерії стає важко або неможливо відновити з поверхні, що значно знижує ризик перехресного забруднення продуктів харчування. Важливо, що навіть утворення подряпин на дерев'яній дошці не створює таких сприятливих умов для розмноження бактерій, як на пластиковій, де подряпини стають мікроскопічними резервуарами, що утримують вологу та поживні речовини. [20–23]

2. Екстрактивні речовини. На додачу до фізичних властивостей, деревина володіє хімічним захистом у вигляді комплексу біологічно активних сполук, які називають екстрактивними речовинами. До них належать поліфеноли (таніни, лігнани, флавоноїди), терпени та інші сполуки, які є частиною природної захисної системи дерева. Численні дослідження підтвердили, що ці речовини мають виражені антимікробні, протигрибкові та антиоксидантні властивості. Хімічний склад екстрактивів суттєво відрізняється залежно від породи деревини,

що безпосередньо впливає на її гігієнічну ефективність. Наприклад, дослідження показали, що деревина хвойних порід, зокрема сосни, та деяких листяних, як-от дуб, демонструє значно вищу антибактеріальну активність порівняно з буком, тополею чи пластиком. Це пояснюється як особливостями їхньої структури, так і вищим вмістом специфічних інгібуючих сполук. Таким чином, вибір породи деревини є не лише питанням механічної міцності, а й ключовим фактором у забезпеченні гігієнічної безпеки виробу. [24–26]

3. Термостійкість та низька теплопровідність. Однією з ключових переваг деревини є її низька теплопровідність. На відміну від металевого приладдя, дерев'яні ложки та лопатки не нагріваються при контакті з гарячим посудом чи стравами, що унеможливорює ризик опіків [27]. Також, на відміну від пластику, деревина не плавиться і не деформується при високих температурах, зберігаючи свою цілісність [28]. Ця перевага є не просто якісною, а має чітке кількісне вираження.

4. Безпека для іншого посуду. Природна м'якість деревини робить її ідеальним матеріалом для роботи з посудом, що має делікатні покриття. Дерев'яні інструменти не дряпають і не пошкоджують антипригарні, керамічні чи емальовані поверхні, що дозволяє значно продовжити термін їхньої служби та зберегти їхні функціональні властивості [27].

5. Довговічність та зносостійкість. При належному догляді кухонне приладдя з якісної деревини може слугувати десятиліттями [29]. Основною характеристикою, що визначає стійкість деревини до механічних пошкоджень, таких як вм'ятини та подряпини, є її твердість. Для об'єктивної оцінки та порівняння різних порід використовується стандартизований метод – тест на твердість за шкалою Янка. Цей тест вимірює силу, необхідну для втискання сталеві кульки діаметром 11,28 мм на половину її діаметра в зразок деревини [29]. Чим вище значення за шкалою Янка, тим твердішою і більш зносостійкою є порода.

6. Відсутність токсичності. Масивна деревина, за своєю природою, не містить синтетичних хімічних сполук, які викликають занепокоєння у контексті

харчової безпеки. На відміну від багатьох видів пластику, вона вільна від Бісфенолу А (BPA), фталатів та інших пластифікаторів, міграція яких в їжу, особливо при нагріванні, пов'язана з ризиками для здоров'я [27]. Також вона не містить пер- та поліфторалкільних речовин (PFAS), які використовуються у виробництві антипригарних покриттів і є стійкими забруднювачами навколишнього середовища [30].

7. Екологічність та стійкість. Деревина є відновлюваним природним ресурсом. Використання деревини, що походить з відповідально керованих лісів (що підтверджується сертифікатами, наприклад, Forest Stewardship Council – FSC), сприяє сталому лісокористуванню [27]. Наприкінці свого життєвого циклу дерев'яні вироби піддаються біологічному розкладанню, не створюючи довготривалого забруднення, на відміну від пластику, який може залишатися в навколишньому середовищі сотні років [31].

8. Проблеми «мікропластику». Однією з актуальних проблем сучасності є забруднення навколишнього середовища та продуктів харчування мікропластиком. Дослідження показують, що пластикові обробні дошки та кухонне приладдя можуть бути джерелом мікроскопічних частинок пластику, які потрапляють у їжу під час нарізання чи перемішування, особливо при контакті з гарячими продуктами, чи під час їх виготовлення [32]. Використання приладдя з масивної деревини є ефективним способом уникнути цього ризику та зменшити споживання мікропластику [32].

1.2.2. Слабка сторона

1. Поглинання вологи, запахів та пігментів. Пориста структура деревини неминуче призводить до поглинання не лише вологи, але й сильних ароматичних сполук з продуктів, таких як часник, цибуля чи спеції, а також природних барвників з буряка, ягід чи куркуми [27]. Це може призводити до стійкого забарвлення, зміни естетичного вигляду та перенесення небажаних запахів на інші страви. Хоча цей ефект можна мінімізувати за допомогою правильного догляду, він залишається іманентною властивістю матеріалу.

2. Кількісне порівняння виживання патогенів. Наукові дані щодо виживання патогенів на дерев'яних поверхнях є багатограними. Більшість досліджень демонструють перевагу деревини над пластиком. Наприклад, у лабораторних умовах на дошках з клена спостерігалось значне зниження кількості бактерії кишкової палички до помітних результатів вже через дві години, навіть без очищення, тоді як на пластикових дошках (HDPE) рівень забруднення залишався вищим [33]. Інші дослідження підтверджують, що бактеріальний титр на сосні та дубі знижується значно швидше, ніж на буку, тополі та пластику [25]. Зокрема, було виявлено, що дуб ефективніший проти Лістерії, а бук – проти Сальмонели [34]. Однак існують і контраргументи. За умов високої вологості та наявності жирових забруднень, які можуть створювати захисну плівку, виживання бактерій на деревині може тривати довше [35]. Деякі дослідження не виявили суттєвих відмінностей у мікробіологічному статусі дерев'яних (клен, бук) та пластикових дощок після стандартних процедур миття, що вказує на вирішальну роль правильного очищення [23].

3. Утворення біоплівок. Серйозним викликом для гігієни будь-яких кухонних поверхонь є утворення біоплівок – спільнот мікроорганізмів, оточених захисним матриксом з позаклітинних полімерних речовин. Цей матрикс надійно захищає бактерії від мийних засобів та дезінфектантів, перетворюючи поверхню на постійне джерело забруднення. Дослідження показують, що гідрофобні поверхні, до яких належать і деревина, і пластик, є більш схильними до утворення біоплівок, ніж гідрофільні, як-от скло. В одному з ключових досліджень Dantas et al. (2017) було встановлено, що *Salmonella Enteritidis* утворювала біоплівку на 60% зразків деревини, 40% зразків пластику та лише 10% зразків скла. Присутність біоплівки нівелювала переваги миття: відновлення сальмонел з поверхні становило 100% навіть після очищення. Це підкреслює критичну важливість запобігання утворенню біоплівок шляхом ретельного та своєчасного догляду. [36, 37]

4. Схильність до деградації. Гігроскопічна природа деревини, яка є перевагою з точки зору гігієни, стає її слабкістю при неправильному догляді.

Постійні цикли поглинання вологи (набухання) та її випаровування (усихання) створюють внутрішні напруження в структурі матеріалу. Ці напруження з часом призводять до утворення мікротріщин, викривлення та, врешті-решт, розколювання виробу [38]. Саме тому категорично забороняється замочувати дерев'яне приладдя у воді або мити його в посудомийній машині, де поєднання високої температури, вологості та агресивних мийних засобів прискорює деградацію в рази [39].

5. Безпека клеїв у готових виробах. Для виготовлення великорозмірних виробів, таких як обробні дошки, часто використовують не цільний масив, а клеєні ламелі для підвищення стабільності та зменшення ризику деформації. У такому випадку виникає ризик, пов'язаний з хімічним складом клею. Важливо, щоб клей, який використовується у виробах, що контактують з їжею, був сертифікований як безпечний. Наприклад, клеї Titebond II Premium та Titebond III Ultimate мають схвалення Управління з санітарного нагляду за якістю харчових продуктів та медикаментів США (FDA) для непрямого контакту з їжею, що робить їх придатними для виготовлення обробних дошок [40]. Використання несертифікованих промислових клеїв може призвести до міграції токсичних компонентів, таких як формальдегід, у їжу [30].

6. Вплив покриттів на гігієну. Існує складна взаємозалежність між довговічністю, гігієною та безпекою. Для захисту деревини від вологи та розтріскування (підвищення довговічності) її поверхню обробляють маслами або воском. Однак такі покриття заповнюють пори, природний гігієнічний механізм, що полягає у втягуванні та зневодненні бактерій, більше не працює. Дослідження показують, що на покритій маслом деревині на поверхні залишається значно більше життєздатних бактерій, ніж на необробленій [34]. Таким чином, покращуючи один аспект (захист від вологи), можна погіршити інший (природна антимікробна дія).

1.3. Аналіз ринку кухонного приладдя та його перспектив

Глобальний ринок кухонних товарів є масштабною та стабільно зростаючою індустрією, що створює сприятливі умови для розвитку нішевих сегментів. За даними аналітичних звітів, обсяг цього ринку у 2023 році оцінювався в \$65.23 мільярда, і прогнозується, що до 2030 року він досягне \$102.78 мільярда, демонструючи середньорічний темп зростання (CAGR) на рівні 6.9% [41]. Інші джерела надають схожі цифри, підтверджуючи загальну позитивну динаміку: оцінка в \$72.8 мільярда у 2024 році з CAGR 4.2% [42] та \$69.21 мільярда у 2024 році з CAGR 4.8% [43].

Важливо відзначити, що підсегмент посуду для приготування їжі, до якого безпосередньо належать кухонні інструменти, демонструє ще більш динамічне зростання. У 2023 році його обсяг становив \$30.59 мільярда, а прогнозований CAGR до 2030 року сягатиме 7.3% (рис.1.3.) [44]. Це свідчить про те, що споживачі не просто купують товари для кухні, а активно інвестують саме в процес приготування їжі. Така тенденція створює ідеальний "ефект воронки": стабільне зростання загального ринку знижує ризики для нішевих гравців, тоді як прискорене зростання сегмента посуду для приготування їжі вказує на наявність зацікавленої та платоспроможної аудиторії, готової купувати якісні інструменти, що покращують кулінарний досвід. Таким чином, компанії, що працюють у сфері дерев'яного приладдя, не створюють ринок з нуля, а мають можливість завоювати частку вже існуючого та зростаючого попиту. Зростання глобального ринку кухонного приладдя зумовлене кількома фундаментальними факторами: зростання популярності домашньої кулінарії, розвиток сектору NoReCa, зростання доходів населення.

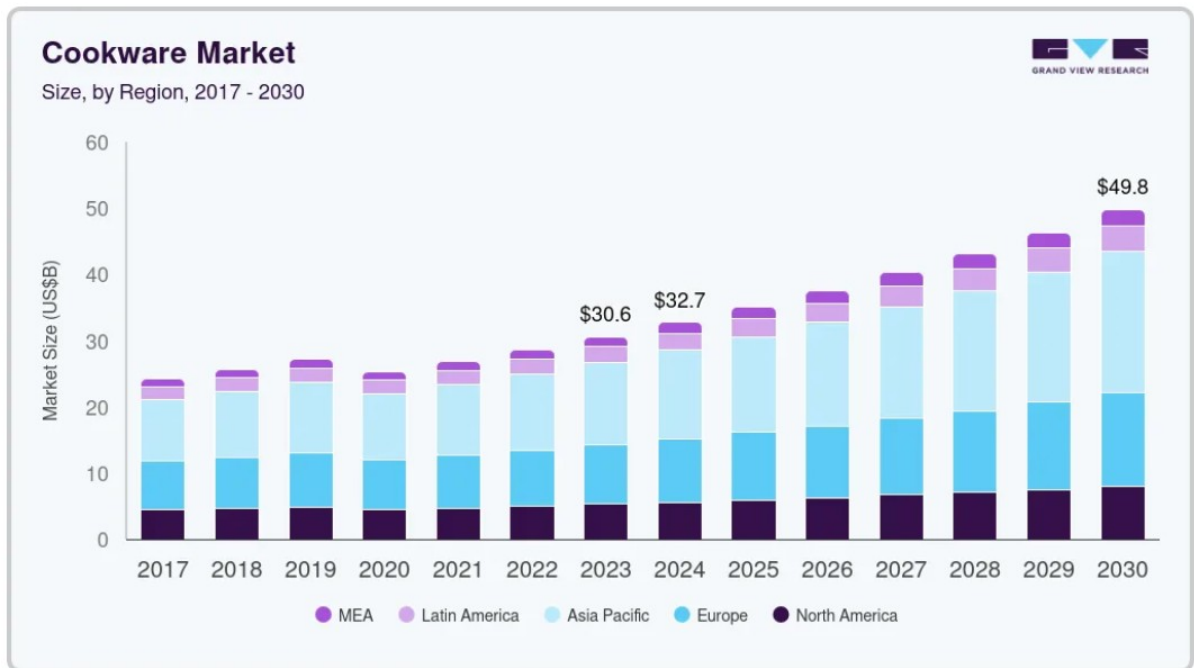


Рис. 1.3. Динаміка обсягу світового ринку посуду для приготування їжі за регіонами, 2017–2030 рр. [44]

Переходячи від загального ринку до конкретної ніші, важливо оцінити її комерційну життєздатність. Ринок дерев'яного кухонного приладдя, хоч і значно менший за обсягом, ніж загальний ринок, демонструє стабільне та здорове зростання. Глобальний ринок дерев'яних столових приборів у 2023 році оцінювався в \$110.42 мільйона, а до 2030 року прогнозується його зростання до \$199.98 мільйона з CAGR 5.3% [45].

Для більш повного розуміння потенціалу варто розглянути суміжний ринок – кухонне приладдя з бамбукового волокна. Його обсяг у 2023 році становив \$356 мільйонів з прогнозованим CAGR 5.8% [46]. Успіх бамбука, який майже повністю базується на його екологічному позиціонуванні, є потужним доказом існування значного та платоспроможного ринку, орієнтованого на стійкість. Деревина, як більш традиційний і часто довговічніший натуральний матеріал, може успішно апелювати до тих самих споживчих мотивів, що й бамбук. Це свідчить про те, що реальний потенціал ринку дерев'яного приладдя, ймовірно, перевищує цифри, що стосуються лише "дерев'яних столових

приборів", оскільки він може залучати споживачів, які шукають екологічність, але віддають перевагу довговічності та класичній естетиці деревини.

Споживачі активно шукають альтернативи пластику через занепокоєння щодо забруднення довкілля та утворення відходів [46]. Негативна екологічна репутація бренду може відштовхнути 84% клієнтів [47]. У цьому контексті такі матеріали, як деревина та бамбук, що є відновлюваними, біорозкладними та відповідають принципам циркулярної економіки, отримують величезну перевагу [48].

Кухня перестала бути виключно утилітарним простором і перетворилася на центр самовираження та об'єкт для демонстрації в соціальних мережах [49]. Ключові тренди в дизайні інтер'єрів, такі як створення зв'язку з природою та використання теплих, натуральних матеріалів, набирають обертів [50]. Зокрема, теплі відтінки деревини відзначені як один із головних трендів 2025 року [50]. Мінімалістичні, багатофункціональні та естетично привабливий дизайн користуються високим попитом, і природна краса деревини ідеально відповідає цим уподобанням [49].

Український ринок функціонує в унікальних умовах, що визначають специфіку споживчої поведінки. З одного боку, економічні виклики, спричинені війною, посилили тренд на ощадливість: 73% українців економлять на товарах для дому. З іншого боку, спостерігається надзвичайно потужне, свідоме бажання підтримувати національних виробників. Згідно з дослідженнями, 46% українців цілеспрямовано обирають продукцію місцевого виробництва, а 92% підтримують програми, що стимулюють купівлю українських товарів [51].

Інтернет покупки залишаються важливим і зростаючим каналом збуту. У 2024 році витрати на онлайн-покупки зросли на 25% порівняно з 2023 роком, хоча середній чек при цьому знизився, що свідчить про частіші, але менші за обсягом покупки [52].

На прикладі інтернет-магазину «Rozetka» видно, що популярність дерев'яних виробів значно різниться залежно від категорії. Найбільший асортимент дерев'яних виробів спостерігається серед кухонних дошок (8142

позиції). Проте це значно менше, ніж асортимент дошок із пластику (9888 позицій). Водночас дерево є домінуючим матеріалом для качалок (610 позицій) і широко представлене серед підставок під ножі (541) та різноманітних підставок і тримачів (608). У категоріях лопаток (326 позицій) та ложок (324 позиції) деревина значно поступається силікону (1730 та 625 відповідно) і нержавіючій сталі (1443 та 1272 відповідно). Найменш популярною деревина є для мисок (лише 40 позицій) та ступок (25 позицій), де домінують такі матеріали, як нержавіюча сталь, мармур та камінь.

Майбутнє ринку дерев'яного кухонного приладдя виглядає надзвичайно позитивним, оскільки воно спирається на довгострокові, структурні зміни у споживчих цінностях, а не на швидкоплинні модні тенденції. Сьогоднішнє покоління глибоко цінує екологію та дбають про здоров'я. Це не просто тимчасова мода, а фундаментальна зміна поглядів, яка, скоріш за все, залишиться надовго. Основним викликом для бізнесу буде управління співвідношенням ціни та цінності, а також масштабування виробництва для задоволення зростаючого попиту [53].

РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ОБГРУНТУВАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Опис властивостей олії для обробки кухонного приладдя

Використання олії для обробки кухонного приладдя є важливим для захисту дерев'яних поверхонь, які постійно контактують з харчовими продуктами та водою. Олія глибоко проникає в пори деревини, запобігаючи її розтріскуванню, деформації та вбиранню вологи, що продовжує термін служби виробів. Спеціальні олії також мають антибактеріальні властивості, що забезпечує додатковий захист від бактерій, а прозоре покриття зберігає природний вигляд і текстуру деревини, підкреслюючи її красу. Регулярна обробка олією не тільки підтримує безпеку, але й полегшує догляд за кухонними поверхнями.

Norma Kitchenware Oil (рис.2.1.) – це високоякісна натуральна олія від німецького виробника, яка спеціально розроблена для обробки дерев'яних поверхонь, які мають безпосередній контакт з їжею. Вона особливо підходить для кухонних поверхонь, таких як кухонні дошки, салатниці та інше кухонне приладдя. Завдяки своїм характеристикам і сертифікації цей продукт є безпечним і ефективним для домашнього та професійного використання [54].

Характеристики:

Склад: Олія виготовлена з натуральних компонентів, що робить її екологічно чистою та безпечною для використання на кухонних поверхнях. Вона не містить шкідливих речовин і має сертифікацію EN 71-III, що гарантує відсутність токсичних елементів і дозволяє використовувати продукт у середовищі з високими стандартами безпеки [54].

Витрата: Продукт має високу економічність, оскільки його витрата становить 8–12 м²/л. Це дозволяє обробляти значну площу поверхні при мінімальній кількості олії, що робить його економічно вигідним вибором для великого обсягу обробок.

Захисні властивості: Після нанесення олія забезпечує деревині водовідштовхувальний ефект, що запобігає вбиранню рідини, бруду та появи

плям. Вона створює бар'єр, який захищає деревину від зношування та підвищує стійкість до механічних пошкоджень.

Стійкість до зношування: Завдяки високій проникаючій здатності, олія глибоко проникає в структуру деревини, зміцнюючи її та зберігаючи природний вигляд і текстуру. Це забезпечує тривалий захист навіть при інтенсивному використанні дерев'яних предметів.

Легкість в догляді: Догляд за дерев'яними поверхнями, обробленими цією олією, значно спрощується. Олія захищає деревину, робить її більш гладкою та менш схильною до забруднень, що полегшує очищення після використання.



Рис. 2.1. Borma Kitchenware Oil [54]

Belinka Oil Food Contact (рис.2.2.) – це спеціалізований олія від словацького виробника, яка забезпечує захист дерев'яних поверхонь, що контактують з харчовими продуктами, таких як кухонні столи, дошки для нарізання та інше приладдя. Продукт виготовлений на основі рослинних і мінеральних олій, з додаванням ароматичних та інших допоміжних речовин для покращення захисних властивостей [55].

Характеристики:

Склад: Олія виготовлена на основі очищених рослинних та мінеральних олій з додаванням ароматичних олій та інших присадок. Це забезпечує глибоке проникнення в деревину та надійний захист поверхні.

Витрата: Залежно від породи деревини та її пористості, витрата становить 50–100 мл/м². Це дозволяє економно використовувати продукт при обробці великих площ [55].

Захисні властивості: Олія глибоко проникає в пори деревини, заповнюючи їх та запобігаючи вбиранню інших рідин. Вона не утворює захисної плівки на поверхні, що дозволяє деревині "дихати" та зберігати природний вигляд.

Стійкість до зношування: Завдяки глибокому проникненню, олія підвищує стійкість деревини до механічних пошкоджень та зносу, що особливо важливо для кухонних поверхонь, які піддаються інтенсивному використанню.

Легкість в догляді: Оброблені поверхні стають водовідштовхувальними та менш схильними до забруднень, що полегшує їх очищення та догляд.

Безпечність для харчових продуктів – продукт відповідає вимогам Регламенту (ЄС) № 1935/2004 від 27 жовтня 2004 року щодо матеріалів та виробів, призначених для контакту з харчовими продуктами.



Рис. 2.2. Belinka Oil Food Contact [55]

Antiquax Chopping Board Oil (рис.2.3.) – це суміш натуральних рослинних олій від британського виробника, що живить і захищає обробні дошки та робочі поверхні. Олія проникає в деревину та висихає до прозорого покриття, яке підкреслює природну красу деревини. Antiquax Chopping Board Oil відповідає регламентам для матеріалів, що контактують з харчовими продуктами. Антибактеріальна дія олії базується на технології Egradibas із вивільненням срібла[56].

Характеристики:

Склад: Олія виготовлена на основі натуральних рослинних олій та восків, що забезпечує глибоке проникнення в деревину та надійний захист поверхні. Вона не містить шкідливих речовин і відповідає європейським стандартам безпеки для контактів з харчовими продуктами.

Витрата: Залежно від породи деревини та її пористості, витрата становить приблизно 1 літр на 13 м² в один шар. Це дозволяє економно використовувати продукт при обробці великої кількості заготовок [56].

Захисні властивості: Олія глибоко проникає в пори деревини, заповнюючи їх та запобігаючи вбиранню інших рідин. Вона надає поверхні водо- та брудовідштовхувальні властивості, що запобігає утворенню плям від води, вина, пива, кола, кави, чаю, соків та молока.

Стійкість до зношування: Завдяки глибокому проникненню, олія підвищує стійкість деревини до механічних пошкоджень та зносу, що особливо важливо для кухонних поверхонь, які піддаються інтенсивному використанню.

Легкість в догляді: Оброблені поверхні стають водовідштовхувальними та менш схильними до забруднень, що полегшує їх очищення та догляд.



Рис. 2.3 Antiquax Chopping Board Oil [56]

LineWood Oil (рис.2.4.) – мінеральна олія від українського виробника, спеціально розроблена для обробки дерев'яних кухонних дощок та іншого приладдя. Продукт забезпечує створення природного захисного шару, який запобігає проникненню вологи та утворенню тріщин [57].

Характеристики:

Склад: Олія виготовлена на основі мінеральних компонентів, що забезпечує глибоке проникнення в деревину та надійний захист поверхні. Вона не містить шкідливих речовин і є безпечною для контакту з харчовими продуктами.

Витрата: Залежно від породи деревини та її пористості, витрата олії може варіюватися. Рекомендується наносити олію до повного насичення поверхні, що забезпечить максимальний захист.

Захисні властивості: Олія глибоко проникає в пори деревини, заповнюючи їх та запобігаючи вбиранню інших рідин. Вона створює природне захисне покриття, яке запобігає розтріскуванню та деформації дерев'яних виробів.

Стійкість до зношування: Завдяки глибокому проникненню, олія підвищує стійкість деревини до механічних пошкоджень та зносу, що особливо важливо

для кухонних поверхонь, які піддаються інтенсивному використанню.



Рис. 2.4. LineWood Oil [57]

Легкість в догляді: Оброблені поверхні стають водовідштовхувальними та менш схильними до забруднень, що полегшує їх очищення та догляд.

2.2. Метод розставляння пріоритетів та метод експертних оцінок

Для порівняння вибрані 4 олії для покриття кухонного приладдя. Коротка характеристика олій обраними командою експертів та критеріями для порівняння наведена в табл.2.1.

Спочатку складено матрицю бінарних відношень для порівняння олії за часом висихання – табл.2.2, за витратою – табл.2.3, за щільністю – табл.2.4 та за ціною – табл.2.5.

Таблиця 2.1

Коротка характеристика олії

Назва олії	Час висихання (t = 20 °С, відносна вологість повітря = 65 %), годин	Витрати, м ² /л	Щільність, г/см ³	Ціна, грн/л
Borma Kitchenware Oil	24	8–12	0,93	2 077
Belinka Oil Food Contact	24	10–20	0,95	900
Antiquax Chopping Board Oil	2–3	13	0,91	3265
LineWood	8–12	8–16	0,9–0,92	750

Для переходу до кількісних оцінок на основі відомої інформації або за допомогою бальної експертної оцінки по кожному показнику визначають у скільки разів найкращий об'єкт відрізняється від найгіршого K_{ij} [58]:

$$K_{ij} = \frac{x_{ij \max}}{x_{ij \min}}, \quad (2.1)$$

де $x_{ij \max}$ – максимальна оцінка і-того об'єкта по j-му, показнику; $x_{ij \min}$ – мінімальна оцінка і-того об'єкта по j-му показнику.

За найденим коефіцієнтом відношення K_j визначають коефіцієнт переваги ω_{ij} [58]:

$$\omega_{ij} = \left(\frac{K-1}{K+1} + \sqrt{\frac{0,05}{n}} \right), \quad (2.2)$$

Таблиця 2.2

Матриця бінарних відношень для порівняння олії за часом висихання

	X1=24	X2=24	X3=3	X4=12	K1	ω_1
X1=24	=	=	<	<	8	0,89
X2=24	=	=	<	<		
X3=3	>	>	=	>		
X4=12	>	>	<	=		

Для обробки кухонного приладдя буде віддаватись пріоритет олії з меншим часом висихання. Так, як за менший час можна буде обробити більше заготівок.

Таблиця 2.3

Матриця бінарних відношень для порівняння олії за витратою

	X1=12	X2=20	X3=13	X4=16	K2	ω_2
X1=12	=	>	>	>	1,67	0,36
X2=20	<	=	<	<		
X3=13	<	>	=	>		
X4=16	<	>	<	=		

Таблиця 2.4

Матриця бінарних відношень для порівняння олії за щільністю

	X1=0,93	X2=0,95	X3=0,91	X4=0,92	K3	ω3
X1=0,93	=	<	>	>	1,04	0,13
X2=0,95	>	=	>	>		
X3=0,91	<	<	=	<		
X4=0,92	<	<	>	=		

Для обробки кухонного приладдя буде віддаватись пріоритет олії в залежності від потреб. Так, як олія з меншою щільністю краще просочується, а з більшою краща вологостійкість. Тому в таблиці вище було вибрано в пріоритет олії з більшою щільністю для покращення вологостійкості наших заготовок.

Таблиця 2.5

Матриця бінарних відношень для порівняння олії за ціною

	X1=2077	X2=900	X3=3265	X4=750	K4	ω4
X1=2077	=	<	>	<	4,35	0,74
X2=900	>	=	>	<		
X3=3265	<	<	=	<		
X4=750	>	>	>	=		

Для обробки кухонного приладдя буде віддаватись пріоритет олії з меншою ціною. Так, як це допоможе нам зекономити більше грошей.

Потім визначають члени a_{ij} матриць суміжності A_j , що замінюють матриці бінарних відношень. Члени a_{ij} матриць суміжності $A_j = \| a_{ij} \|$ визначають наступним чином [58]:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 + \omega & \text{при } X_{ij} > X_{ej} \\ 1 & \text{при } X_{ij} = X_{ej} \\ 1 - \omega & \text{при } X_{ij} < X_{ej} \end{cases}, \quad (2.3)$$

Для визначення пріоритету кожного і-го об'єкту по j-му показнику P_{ij} і пріоритету показника P_j вводять поняття потужності критерію L-го порядку $P(L)$, що розраховується по рядках[58]:

$$P_i(1) = \sum_{i=1}^n a_{ij}, \quad (2.4)$$

$$P_j(1) = \sum_{j=1}^m a_j, \quad (2.5)$$

P_{ij} та P_j визначають з [58]:

$$P_{ij}(L) = \frac{P_{ij}(L)}{\sum_{i=1}^n P_{ij}(L)}, \quad (2.6)$$

$$P_j(L) = \frac{P_j(L)}{\sum_{i=1}^n P_j(L)}, \quad (2.7)$$

Комплексну оцінку (пріоритет) кожного об'єкту по всіх j -тих показниках визначають по формулі[58]:

$$P_i = \sum_{j=1}^m P_{ij} P_j, \quad (2.8)$$

Третя ітерація розраховується як і друга тільки за основу беруться данні розраховані в другій ітерації.

Для підвищення точності розрахунків після першого розрахунку пріоритету – $P_i 1^*$ проводять дві ітерації – визначають $P_i 2^*$ і $P_i 3^*$. Сума значень стовбця $P_i(L)^*$ повинна дорівнювати 1. Результати обчислень занесено до табл.2.6 – 2.9.

Таблиця 2.6

Матриця суміжності для порівняння олій за часом висихання

	X1=2 4	X2=2 4	X3=3	X4=1 2	P _i 1	P _i 1*	P _i 2	P _i 2*	P _i 3	P _i 3*
X1=2 4	1	1	0,11	0,11	2,22	0,14	5,71	0,11	15,64	0,11
X2=2 4	1	1	0,11	0,11	2,22	0,14	5,71	0,11	15,64	0,11
X3=3	1,89	1,89	1	1,89	6,67	0,42	24,30	0,49	72,38	0,51
X4=1 2	1,89	1,89	0,11	1	4,89	0,31	14,02	0,28	38,28	0,27
Σ					16,00	1,00	49,74	1,00	141,9 4	1,00

Таблиця 2.7

Матриця суміжності для порівняння олій за витратою

	X1=1 2	X2=20	X3=13	X4=1 6	P _i 1	P _i 1*	P _i 2	P _i 2*	P _i 3	P _i 3*
X1=12	1	1,36	1,36	1,36	5,08	0,32	19,93	0,32	76,34	0,32
X2=20	0,64	1	0,64	0,64	2,92	0,18	11,29	0,18	43,37	0,18
X3=13	0,64	1,36	1	1,36	4,36	0,27	16,53	0,27	63,21	0,27
X4=16	0,64	1,36	0,64	1	3,64	0,23	13,65	0,22	52,35	0,22
Σ					16,00	1,00	61,41	1,00	235,26	1,00

Таблиця 2.8

Матриця суміжності для порівняння олії за щільністю

	X1=0,93	X2=0,95	X3=0,91	X4=0,92	P _i 1	P _i 1*	P _i 2	P _i 2*	P _i 3	P _i 3*
X1=0,9 3	1	0,87	1,13	1,13	4,13	0,26	16,40	0,26	65,25	0,26
X2=0,9 5	1,13	1	1,13	1,13	4,39	0,27	17,51	0,28	69,66	0,28
X3=0,9 1	0,87	0,87	1	0,87	3,61	0,23	14,39	0,23	57,26	0,23
X4=0,9 2	0,87	0,87	1,13	1	3,87	0,24	15,36	0,24	61,12	0,24
Σ					16,00	1,00	63,66	1,00	253,30	1,00

Таблиця 2.9.

Матриця суміжності для порівняння олії за ціною

	X1=207 7	X2=90 0	X3=326 5	X4=75 0	P _i 1	P _i 1*	P _i 2	P _i 2*	P _i 3	P _i 3*
X1=207 7	1	0,26	1,74	0,26	3,26	0,20	9,21	0,17	28,71	0,17
X2=900	1,74	1	1,74	0,26	4,74	0,30	15,13	0,29	46,72	0,28
X3=326 5	0,26	0,26	1	0,26	1,78	0,11	5,48	0,10	17,85	0,11
X4=750	1,74	1,74	1,74	1	6,22	0,39	23,24	0,44	75,11	0,45
Σ					16,00	1,00	53,05	1,00	168,3 8	1,00

Для розрахунку по методу експертної оцінки отримуємо оцінки експертів та заносимо в табл. 2.10. Далі формулами (2.9 та 2.10) обчислено середнє значення \bar{x}_{ij} та середнє квадратичне відхилення S_{ij} по кожному ряду відповідей [58]:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij}}{m}, \quad (2.9)$$

$$S_{ij} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_{ij})^2}{m-1}}, \quad (2.10)$$

де: x_{ij} – оцінка j -го експерта по i -му питанню;

m – кількість експертів.

Загальний коефіцієнт погодження експертів визначено за формулами нижче [58]:

$$K_E = \frac{\sum_{i=1}^n K_{Eij}}{\sum_{i=1}^n m_{ij}}, \quad (2.15)$$

$$K_{Eij} = 1 - V_{ij}, \quad (2.16)$$

де: n – кількість характеристик в анкеті;

m_{ij} – кількість оцінок по кожній характеристиці в кожному з вирівняних рядів.

Таблиця 2.10

Результати експертної оцінки пріоритетів показників

Кількість експертів	Час висихання, годин			Витрати, м ² /л			Щільність, г/см ³			Ціна, грн/л		
	X_i	$X_{\text{сер}} - X_i$	$(X_{\text{сер}} - X_i)^2$	X_i	$X_{\text{сер}} - X_i$	$(X_{\text{сер}} - X_i)^2$	X_i	$X_{\text{сер}} - X_i$	$(X_{\text{сер}} - X_i)^2$	X_i	$X_{\text{сер}} - X_i$	$(X_{\text{сер}} - X_i)^2$
1	3	0,00	0,00	1	0,86	0,73	2	0,71	0,51	4	-0,86	0,73
2	3	0,00	0,00	1	0,86	0,73	2	0,71	0,51	2	1,14	1,31
3	3	0,00	0,00	4	-2,14	4,59	4	-1,29	1,65	4	-0,86	0,73
4	4	-1,00	1,00	1	0,86	0,73	3	-0,29	0,08	2	1,14	1,31
5	3	0,00	0,00	1	0,86	0,73	2	0,71	0,51	2	1,14	1,31
6	3	0,00	0,00	1	0,86	0,73	3	-0,29	0,08	4	-0,86	0,73
7	2	1,00	1,00	4	-2,14	4,59	3	-0,29	0,08	4	-0,86	0,73
Середнє значення балу	3,00			1,86			2,71			3,14		
Середнє квадратичне відхилення	0,58			1,46			0,76			1,07		
Коефіцієнт варіації /100%	0,19			0,79			0,28			0,34		
	$K_{\text{експ.1}}$	0,81		$K_{\text{експ.2}}$	0,21		$K_{\text{експ.3}}$	0,72		$K_{\text{експ.4}}$	0,66	
$K_{\text{експ.}}$	0,60											

За результатами розрахунків (табл.2.10.) коефіцієнт узгодженості експертів знаходиться у межах $0,5 \leq K_{\text{експ}} \leq 1$, тому думка експертів вважається узгодженою. Це дає можливість побудувати матрицю бінарних відношень вагомості показників – табл.2.11.

Таблиця 2.11

Матриця бінарних відношень вагомості показників

	Y1=3,00	Y2=1,8 6	Y3=2,71	Y4=3,14	K _j	ω _j
Y1=3,00	=	>	>	<	1,69	0,37
Y2=1,86	<	=	<	<		
Y3=2,71	<	>	=	<		
Y4=3,14	>	>	>	=		

Після цього складаємо матрицю суміжності для порівняння характеристик, що характеризують олію – табл 2.12.

Таблиця 2.12

Матриця суміжності для порівняння характеристик, що характеризують олію

	Y1=3,0 0	Y2=1,57	Y3=2,7 1	Y4=3,14	P _j 1	P _j 1*	P _j 2	P _j 2*
Y1=3,00	1	1,37	1,37	0,63	4,37	0,27	16,52	0,27
Y2=1,57	0,63	1	0,63	0,63	2,90	0,18	11,18	0,18
Y3=2,71	0,63	1,37	1	0,63	3,63	0,23	13,58	0,22
Y4=3,14	1,37	1,37	1,37	1	5,10	0,32	20,01	0,33
Σ					16,00	1,00	61,29	1,00

За отриманими результатами сформовано загальну матрицю для обчислення комплексного пріоритету (табл. 2.13).

Таблиця 2.13

Підсумкова матриця

Назва олії	Пріоритет олії по одиничних показниках				Пріоритет показника		Комплек- сний пріоритет олії
	1	2	3	4	номер	значенн я	
Borma Kitchenware Oil	0,11	0,32	0,26	0,17	1	0,27	0,201
Belinka Oil Food Contact	0,11	0,18	0,28	0,28	2	0,18	0,216
Antiquax Chopping Board Oil	0,51	0,27	0,23	0,11	3	0,22	0,273
LineWood	0,27	0,22	0,24	0,45	4	0,33	0,314

З отриманих результатів вище видно, що максимальний пріоритет має олія українського виробництва LineWood, яку буде прийнято за основу при обробці заготівок.

2.3. Метод аналізу ієрархій

Спочатку позначають альтернативи та критерії скороченими назвами (табл. 2.14).

Таблиця 2.14

Скорочення альтернатив та критеріїв

№	Критерії	№	Альтернативи
Кр1	Час висихання	A1	Borma Kitchenware Oil
Кр2	Витрати	A2	Belinka Oil Food Contact
Кр3	Щільність	A3	Antiquax Chopping Board Oil
Кр4	Ціна	A4	LineWood

Рішення завдання здійснюється шляхом заповнення матриць парних порівнянь (МПП). Для заповнення МПП використовують шкалу Сааті (табл.2.15).

Таблиця 2.15

Шкала Сааті [58]

Ступінь переваги	Визначення	Коментарі
1	Рівна перевага	Дві альтернативи однаково кращі з точки зору мети
2	Слабка ступінь переваги	Проміжна градація між рівною і середньою перевагою
3	Середня ступінь переваги	Досвід експерта дозволяє вважати одну з альтернатив трохи краще іншої
4	Перевага вище середнього	Перевага вище середнього
5	Помірно сильна перевага	Досвід експерта дозволяє вважати одну з альтернатив явно краще іншої
6	Сильна перевага	Проміжна градація між помірно сильною і дуже сильною перевагою
7	Дуже сильна (очевидна) перевага	Досвід експерта дозволяє вважати одну з альтернатив набагато кращою іншої: домінування альтернативи підтверджено практикою
8	Дуже, дуже сильна перевага	Проміжна градація між дуже сильною і абсолютною перевагою
9	Абсолютна перевага	Очевидність переваги однієї альтернативи над іншою має незаперечну підтвердження

Після заповнення поля МПП обчислюють локальні пріоритети (ЛПр) і показники:

- N – розмір матриці парних порівнянь. У нашому випадку $N = 4$;
- λ_{\max} – максимальне власне число λ_{\max} МПП;
- CI – індекс узгодженості МПП;
- CR – відношення узгодженості МПП .

Перші три показника використовують для знаходження останнього (CR), який показує, наскільки узгоджені судження про об'єкти. Значення CR вважається допустимим, якщо не перевищує 0.10–0.20. Інакше – рекомендується переглянути оцінки.

Для того, щоб вибрати найкращий матеріал, було створено та заповнено матрицю парних порівнянь (МПП) (табл. 2.16) за критеріями, що відповідають меті. Цей процес ґрунтується на власному аналізі того, як властивості впливають на реалізацію конкретної мети.

Розраховано значення середнього геометричного значення елементів матриці за формулою (2.19) [58]:

$$G_i(a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{is}) = (a_{i1} \cdot a_{i2} \cdot \dots \cdot a_{is})^{\frac{1}{s}}, \quad (2.17)$$

де: i – номер рядка матриці;

s – кількість елементів в i -му рядку матриці;

$$a_{i1} = w_1/w_1; a_{i2} = w_2/w_2; \dots; a_{is} = w_s/w_s,$$

Далі обчислено значення ЛПр для першого рядка за формулою (2.18) [58]:

$$ЛПр_1 = \frac{[(w_1/w_1) \cdot (w_2/w_2) \cdot \dots \cdot (w_n/w_n)]^{\frac{1}{s}}}{(G_1 + G_2 + \dots + G_n)}, \quad (2.18)$$

Таблиця. 2.16

МПП критеріїв відносно мети

Назва		Кр1	Кр2	Кр3	Кр4	G	ЛПр
Час висихання	Кр1	1	3/4	3/2	3/5	0,906	0,214
Витрати	Кр2	4/3	1	2	4/5	1,209	0,286
Щільність	Кр3	2/3	1/2	1	2/5	0,604	0,143
Ціна	Кр4	5/3	5/4	5/2	1	1,511	0,357
						4,230	1,000

Далі перевіряються експертні оцінки для використано дві важливі характеристики – індекс узгодженості (CI) і відношення узгодженості (CR), які обчислюємо за формулами (2.19–2.20) [58]:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}, \quad (2.19)$$

$$CR = \frac{CI}{P_n}, \quad (2.20)$$

При $N = 4 \Rightarrow P_n = 0,9$.

Максимальне власне число для таблиці 2.16 $\text{Lam} = 4,115$, $N = 4$, $\text{CI} = 0,038$, $\text{CR} = 0,043$ (допустимо). Найбільше значення $\text{ЛПр} = 0,357$ (ціна).

Далі попарно порівняно альтернативи по відношенню до кожного критерію та занесено данні у таблиці 2.17–2.20.

У табл. 2.17 показано заповнення МПП альтернатив по відношенню до критерію «Час висихання».

Таблиця 2.17

МПП альтернатив по відношенню до критерію «Час висихання»

Назва		A1	A2	A3	A4	G	ЛПр
Borma Kitchenware Oil	A1	1	1	1/3	1/2	0,639	0,143
Belinka Oil Food Contact	A2	1	1	1/3	1/2	0,639	0,143
Antiquax Chopping Board Oil	A3	3	3	1	3/2	1,917	0,429
LineWood	A4	2	2	2/3	1	1,278	0,286
Сумма		7,000	7,000	2,333	3,500	4,473	1,000

Максимальне власне число $\text{Lam} = 4,004$, $N = 4$, $\text{CI} = 0,001$, $\text{CR} = 0,002$ (допустимо). Найбільше значення $\text{ЛПр} = 0,429$ (Chopping Board Oil при $\text{Kp}1$).

У табл. 2.18 показано заповнення МПП альтернатив по відношенню до критерію «Витрати».

Таблиця 2.18

МПП альтернатив по відношенню до критерію «Витрати»

Назва		A1	A2	A3	A4	G	ЛПр
Borma Kitchenware Oil	A1	1	2	3/2	3/2	1,456	0,353
Belinka Oil Food Contact	A2	1/2	1	3/4	3/4	0,728	0,176
Antiquax Chopping Board Oil	A3	2/3	4/3	1	1	0,971	0,235
LineWood	A4	2/3	4/3	1	1	0,971	0,235
Сумма		2,833	5,667	4,250	4,250	4,127	1,000

Максимальне власне число $\text{Lam} = 4,000$, $N = 4$, $\text{CI} = 0$, $\text{CR} = 0$ (допустимо).
Найбільше значення $\text{ЛПр} = 0,353$ (Borma Kitchenware Oil при $\text{Kp}2$).

У табл. 2.19 показано заповнення МПП альтернатив по відношенню до критерію «Щільності».

Таблиця 2.19

МПП альтернатив по відношенню до критерію «Щільності»

Назва		A1	A2	A3	A4	G	ЛПр
Borma Kitchenware Oil	A1	1	3/4	1 1/2	1	1,030	0,250
Belinka Oil Food Contact	A2	1 1/3	1	2	1 1/3	1,373	0,333
Antiquax Chopping Board Oil	A3	2/3	1/2	1	2/3	0,687	0,167
LineWood	A4	1	3/4	1 1/2	1	1,030	0,250
Сумма		4,000	3,000	6,000	4,000	4,120	1,000

Максимальне власне число $\text{Lam} = 4,216$, $N = 4$, $\text{CI} = 0,072$, $\text{CR} = 0,08$ (допустимо). Найбільше значення $\text{ЛПр} = 0,333$ (Belinka Oil Food Contact при $\text{Kp}3$).

У табл. 2.20 показано заповнення МПП альтернатив по відношенню до критерію «Ціни».

Таблиця 2.20

МПП альтернатив по відношенню до критерію «Ціни»

Назва		A1	A2	A3	A4	G	ЛПр
Borma Kitchenware Oil	A1	1	2/3	2	2/3	0,971	0,222
Belinka Oil Food Contact	A2	3/2	1	3	1	1,456	0,333
Antiquax Chopping Board Oil	A3	1/2	1/3	1	1/3	0,485	0,111
LineWood	A4	3/2	1	3	1	1,456	0,333

Сумма	4,500	3,000	9,000	3,000	4,369	1,000
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Максимальне власне число $\lambda_{\max} = 4,305$, $N = 4$, $CI = 0,102$, $CR = 0,113$ (допустимо). Найбільше значення $ЛПр=0,333$ (Belinka Oil Food Contact та LineWood при $Kp4$).

Наші результати занесено в таблицю 2.21. Далі обчислено значення глобального пріоритету ГлПр. Значення ГлПр для рядка А1 визначають шляхом додавання добутків значень стовпця «ЛПр» (табл.2.16) на значення «ЛПр» (табл.2.17) у стовпці «А1». Так само визначають значення ГлПр для всіх інших рядків. Інші ГлПр розраховано по такому ж принципу та занесено до таблиці 2.21.

Таблиця 2.21

**Матриця пріоритетів критеріїв відносно мети та альтернатив
відносно кожного з критеріїв**

Альтернативи	критерії				Глобальні пріоритети
	Час висихання	Витрати	Щільність	Ціна	
	числове значення вектора пріоритета				
	0,214	0,286	0,143	0,357	
Borma Kitchenware Oil	0,143	0,353	0,250	0,222	0,2465
Belinka Oil Food Contact	0,143	0,176	0,333	0,333	0,2477
Antiquax Chopping Board Oil	0,429	0,235	0,167	0,111	0,2226
LineWood	0,286	0,235	0,250	0,333	0,2832

Отримані результати за методом аналізу ієрархій із глобальних пріоритетів видно, що максимальний пріоритет має олія українського виробництва

LineWood, який буде прийнято проектувальником для обробки кухонного приладдя.

Оцінивши результати за методом розставляння пріоритетів, методом експертних оцінок, методом аналізу ієрархій перше місце отримує олія українського виробника LineWood, яка в цілому показала хороші технічні характеристики в порівнянні з іншими. І з точки бізнесу можна буде домовитися з виробництвом та замовляти в більших кількостях, тому буде можливість зекономити не тільки на логістиці ну і на самому продукті.

Belinka Oil Food Contac виступає непоганою заміною LineWood, з такими перевагами як щільність, і трошки гіршими характеристиками ціни, часу висихання, та витрат.

Norma Kitchenware Oil цю олію вже можна назвати преміум класу від німецького виробника зі своїми перевагами та недоліками в ціні.

Antiquax Chopping Board Oil цю олію вже можна назвати преміум+ класу від британського виробника плюс це єдина олія яка в описі є про антибактеріальні властивості. Цю олію можна вважати найкращим варіантом для домашнього догляду та для виробів сегменту люкс.

РОЗДІЛ 3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Огляд деревини та захисних покриттів

Для проведення експерименту було обрано деревину вільхи. Цей вибір обґрунтований тим, що вільха, як було визначено у Розділі 1, належить до м'яких, легких порід деревини. Завдяки відсутності вираженого смаку чи запаху та легкості обробки, вона традиційно використовується для виготовлення столового приладдя, зокрема ложок. Водночас, її м'яка та пориста структура робить її особливо вразливою до вологи, що робить питання захисної обробки критично важливим.

В якості вихідної сировини використовувалась стругана рейка з вільхи (рис. 3.1) промислового камерного сушіння. Початкова вологість матеріалу становила 8%, що відповідає рівноважній вологості для дерев'яних виробів, які експлуатуються всередині приміщень.



Рис. 3.1. Рейка з вільхи

Для оцінки ефективності захисту було обрано три типи покриттів (рис. 3.2), які представляють різні ринкові сегменти та технологічні підходи:



Рис. 3.2. Захисні покриття (LineWood, Ляна олі, МаслоВіск)

1. Олія LineWood. Спеціалізована професійна олія для обробки деревини. Її вибір був теоретично обґрунтований у Розділі 2 даної роботи як пріоритетний варіант на основі аналітичних методів. В даному експерименті перевіряється її практична ефективність.

2. Ляна олія «Lissol». Використана як еталонний «народний» варіант. Це традиційний, доступний (в 4,5 рази дешевший за LineWood) та поширений засіб для обробки деревини, який, однак, характеризується тривалим часом полімеризації.

3. МаслоВіск. Композиція, виготовлена шляхом змішування 70% лляної олії та 30% бджолиного воску. Цей склад представляє комбінований підхід, де олія забезпечує глибоке проникнення в пори, а віск (який наносився у гарячому вигляді) формує додатковий поверхневий гідрофобний бар'єр.

3.2. Підготовка зразків

Для забезпечення статистичної достовірності та можливості проведення багатofакторного аналізу (вплив типу покриття та вплив шаруватості), було сформовано 7 експериментальних груп. Кожна група складалася з 3 ідентичних

зразків, що відповідає загальноприйнятим лабораторним практикам. Загальна кількість зразків у дослідженні – 21.

Рейки вільхи була розпиляна на 21 експериментальний зразок. Всі зразки мали стандартизований розмір 25x40x35 мм. Було проведено ретельне шліфування торцевих поверхонь (поперечних зрізів) зразків наждаковим папером зернистістю Р180. Поверхня зразків була очищена від пилу. Всі зразки були пронумеровані від 1 до 21 (рис 3.3).

Обробка саме торцевих поверхонь має критичне значення, оскільки деревина є анізотропним капілярно-пористим матеріалом. Водопоглинання вздовж волокон (через торці) відбувається в десятки разів інтенсивніше, ніж поперек волокон (через тангенціальні та радіальні поверхні). Якісне шліфування та подальше закриття пор олією на торцях є ключовим фактором у забезпеченні вологостійкості кінцевого виробу.

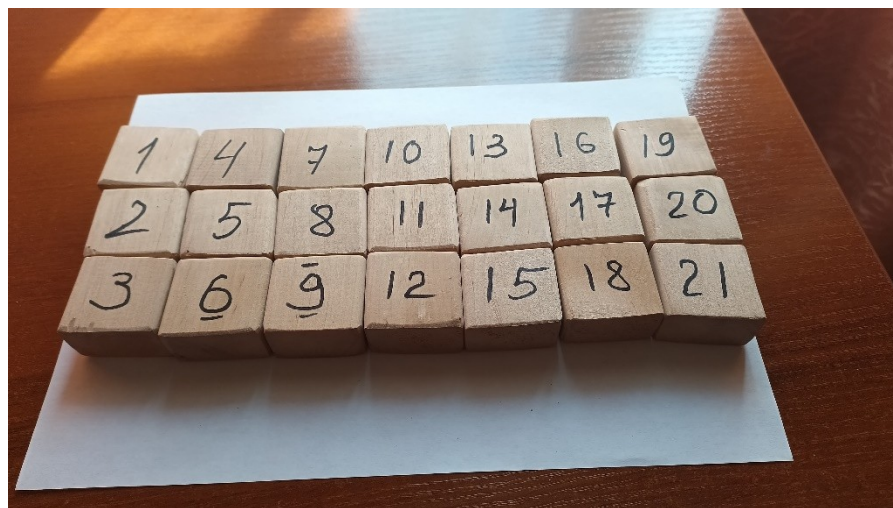


Рис.3.3. Підготовленні зразки

Нанесення покриттів проводилось в домашніх умовах при температурі навколишнього середовища в діапазоні 25–32°C , що сприяє оптимальній в'язкості олій та їх ефективній полімеризації.

1. Зразки № 1–3 залишено без будь-якої обробки.
2. Зразки № 4–6 оброблено одним шаром олії LineWood.
3. Зразки № 7–9 оброблено одним шаром лляної олії .

4. Зразки № 10–12 оброблено одним шаром «МаслоВіск», попередньо розігрівалася до рідкого стану. Після 12 годин полімеризації надлишки матеріалу були розтерті ганчіркою.

5. Зразки № 13–15 оброблено двома шарами олії LineWood. Другий шар наносився після 12 годин сушіння першого, "до повного висихання".

6. Зразки № 16–18 оброблено двома шарами лляної олії. Другий шар наносився "не пізніше 12 годин" після першого, як описано в інструкції.

7. Зразки № 19–21 оброблено двома шарами композиції «МаслоВіск» за процедурою.

Після завершення всіх процедур нанесення, зразки були залишені на декілька днів для повної стабілізації та полімеризації покриттів перед початком випробувань на водопоглинання.

3.3. Методика визначення показників водопоглинання

3.3.1. Методика експериментального дослідження

Для кількісної оцінки та порівняльного аналізу ефективності захисних покриттів було обрано метод визначення водопоглинання шляхом повного занурення зразків. Цей підхід ґрунтується на фундаментальних принципах стандартизованих гравіметричних методів, які є загальноприйнятою практикою для випробування деревини та деревних матеріалів, як описано у стандарті ASTM D1037 («Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials») [59].

Вибір методу повного занурення (на відміну від тестів на поверхневе змочування чи у кліматичній камері) є критично важливим для даного дослідження. Він свідомо створює агресивні умови, що імітують найбільш інтенсивні сценарії експлуатації кухонного приладдя, такі як ретельно миття у раковині або тривалий контакт з пролитими рідинами. Цей підхід є ефективним «стрес-тестом», що дозволяє оцінити здатність покриття захищати не лише пласкі поверхні, але й найбільш вразливі зони – торцеві зрізи, де капілярне поглинання є найінтенсивнішим. Наукові дослідження підтверджують, що

вимірювання водопоглинання є надійним «показником та предиктором очікуваної ефективності» покриттів для деревини в реальних умовах експлуатації. [60]

Обрана тривалість експерименту (7 діб / 168 годин) є модифікацією стандартних короткострокових тестів (наприклад, 24 або 48 годин)[atsd]. Ця модифікація є науково обґрунтованою, оскільки дозволяє розрізнити короткострокову та довгострокову ефективність захисту. 24-годинний тест (результати якого проаналізовані в пункті 3.4 та на рис. 3.5) показує лише початкову гідрофобність покриття, тоді як 7-денний моніторинг (рис. 3.4) дає змогу проаналізувати динаміку сорбції. Це дозволяє встановити, чи покриття лише тимчасово сповільнює проникнення вологи, чи здатне обмежити повне насичення деревини, забезпечуючи стабільний довготривалий бар'єр.

3.3.2. Протокол проведення випробувань

Протокол випробувань розроблено на основі опису експерименту та формалізовано згідно з вимог.

Усі підготовлені зразки були зважені на лабораторних вагах. Результати зафіксовані як початкова маса обробленого зразка m_0 та занесені до таблиці 3.1.

Зразки були повністю занурені у ємність з водою кімнатної температури. Було забезпечено, щоб зразки були повністю покриті водою.

Зразки послідовно виймалися з води для зважування (m) у визначені часові інтервали:

1. $t_1 = 24$ години (1 доба);
2. $t_2 = 72$ години (3 доби);
3. $t_3 = 120$ годин (5 діб);
4. $t_4 = 168$ годин (7 діб).

Відповідно до вимог стандарту, перед кожним зважуванням зразок виймався з води, обтирався серветкою для видалення поверхневої вологи, та відразу зважувався для мінімізації похибки внаслідок випаровування, всі данні були занесені до таблиці 3.1.

Після фінального зважування, зразки були вийняті з води та залишені висихати. Контрольне зважування (приблизно через 12 днів сушіння) було проведено для оцінки здатності зразків повернутися до початкової маси. Також оцінити стан зразків після експерименту.

3.3.3. Розрахунок результатів

Відносне водопоглинання(W) показник нормалізує приріст маси відносно початкової маси зразка визначається за формулою[1]:

$$W = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100\%, \quad (3.1)$$

де m_0 – початкова маса зразка, г;

m – маса вологого зразка, г;

Усі розрахунки та подальша статистична обробка обчислення середніх значень та створення графік для кожної групи проводилися з використанням MS Excel, всі розрахунки були занесені до таблиць 3.2 та 3.3.

3.4. Аналіз результатів дослідження

Отримані в ході експерименту дані, зведені у Таблицю 3.1. Ці дані є основою для всіх подальших розрахунків та аналізу.

Таблиця 3.1

Результати дослідження на водопоглинання

Номер зразка	Вага зразків(інтервал, год), г				
	$m_0(0)$	$m_1(24)$	$m_2(72)$	$m_3(120)$	$m_4(162)$
Контрольні зразки					
1	18	28	31	31	31
2	18	27	30	31	31
3	18	27	30	31	31
1 шар LineWood					
4	20	25	29	31	32
5	21	25	29	31	32
6	20	25	30	31	32
1 шар Ляна олія					
7	20	25	30	31	32
8	20	26	31	32	33

Номер зразка	Вага зразків(інтервал, год), г				
	m ₀ (0)	m ₁ (24)	m ₂ (72)	m ₃ (120)	m ₄ (162)
9	20	25	29	31	31

Продовження таблиці 3.1

Номер зразка	Вага зразків(інтервал, год), г				
	m ₀ (0)	m ₁ (24)	m ₂ (72)	m ₃ (120)	m ₄ (162)
1 шар МаслоВіск					
10	18	23	27	28	29
11	19	22	27	28	29
12	19	22	26	27	28
2 шари LineWood					
13	20	24	28	30	30
14	21	25	29	30	32
15	21	26	30	31	32
2 шари Ляна олія					
16	21	26	30	31	32
17	21	26	30	31	32
18	22	27	31	32	33
2 шари МаслоВіск					
19	19	22	27	28	29
20	19	22	26	27	28
21	18	21	25	27	27

Таблиця 3.2

Середня маса зразків по експериментальних групах

Назва групи	Вага зразків(інтервал, год), г				
	m ₀ (0)	m ₁ (24)	m ₂ (72)	m ₃ (120)	m ₄ (162)
Контрольні зразки	18,00	27,33	30,33	31,00	31,00
1 шар LineWood	20,33	25,00	29,33	31,00	32,00
1 шар Ляна олія	20,00	25,33	30,00	31,33	32,00
1 шар МаслоВіск	18,67	22,33	26,67	27,67	28,67
2 шари LineWood	20,67	25,00	29,00	30,33	31,33
2 шари Ляна олія	21,33	26,33	30,33	31,33	32,33
2 шари МаслоВіск	18,67	21,67	26,00	27,33	28,00

На основі даних (табл. 3.1) було обчислено середні показники маси для кожної з 7 експериментальних груп (табл. 3.2), а також, за формулою 3.1, розраховано відносне водопоглинання у відсотках (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Розрахункове відносне водопоглинання (W) по групах

Назва групи	Рівень вологості (інтервал, год), %			
	W ₁ (24)	W ₂ (72)	W ₃ (120)	W ₄ (162)
контрольні зразки	51,85	68,52	72,22	72,22
1 шар LineWood	22,95	44,26	52,46	57,38
1 шар Лляна олія	26,67	50,00	56,67	60,00
1 шар МаслоВіск	19,64	42,86	48,21	53,57
2 шари LineWood	20,97	40,32	46,77	51,61
2 шари Лляна олія	23,44	42,19	46,88	51,56
2 шари МаслоВіск	16,07	39,29	46,43	50,00

Для візуалізації динаміки процесу та порівняльного аналізу ефективності покриттів, дані з Таблиці 3.3 були представлені у вигляді графіків (рис. 3.4 та 3.5).

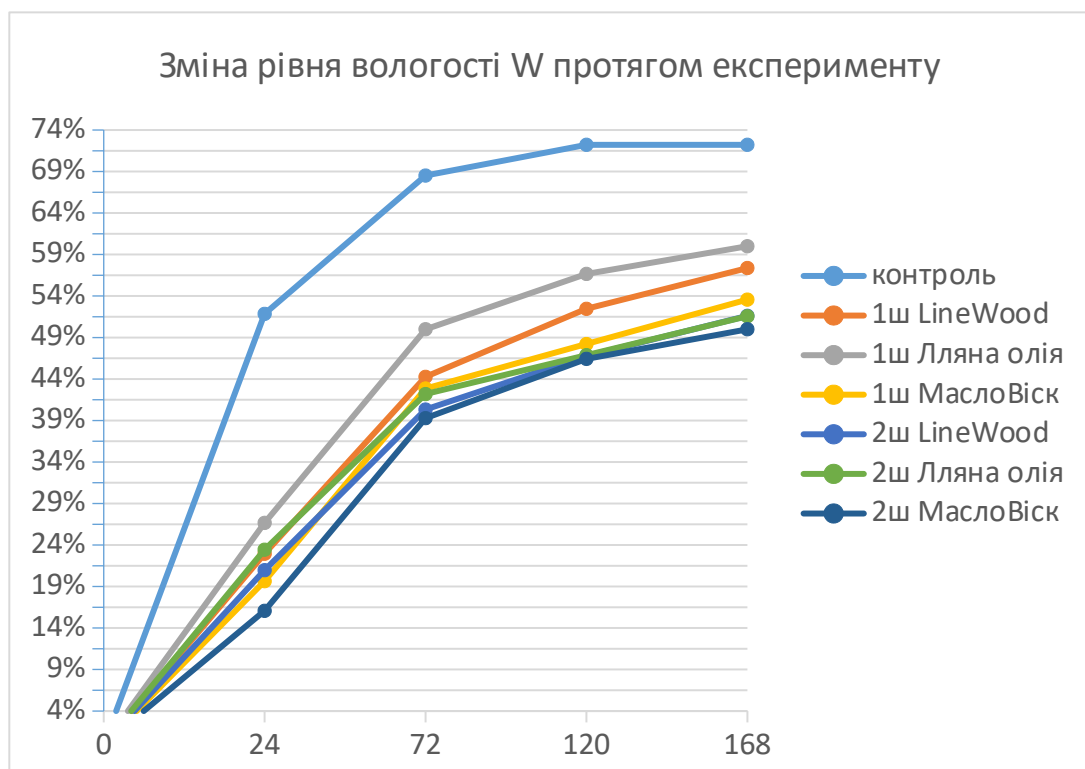


Рис.3.4. Динаміка відносного водопоглинання (W) експериментальних груп

Аналіз отриманих результатів (рис. 3.4) дозволяє зробити наступні висновки. Контрольна група зразків (без покриття) демонструє очікувано найгірші показники. Водопоглинання відбувається надзвичайно інтенсивно, досягаючи 51,9% вже за першу добу. Повне насичення (72,2%) настає приблизно через 72 години. Це підтверджує високу вразливість необробленої вільхи до вологи та критичну необхідність її захисту. Всі три типи захисних покриттів суттєво сповільнюють цей процес.

Нанесення другого шару покриття дає стабільний позитивний ефект для всіх трьох обраних складів. На графіку (рис. 3.4) чітко видно, що групи 2 шари LineWood, лляна олія та МаслоВіск демонструють нижче водопоглинання на всіх етапах експерименту, ніж їхні аналоги з одним шаром.

Найефективнішим покриттям протягом усього 7-денного експерименту виявилася композиція МаслоВіск. Група «2ш МаслоВіск» показала найкращий кінцевий результат – 50% водопоглинання. Це підтверджує ефективність комбінованого підходу, де олія забезпечує проникнення в пори, а віск формує надійний поверхневий гідрофобний бар'єр.

Професійна олія LineWood (2 шари, 51,61%) та звичайна лляна олія (2 шари, 51,56%) наприкінці 7-ї доби показали практично ідентичні результати.

Найгірший захист серед оброблених зразків показала лляна олія в один шар, з кінцевим показником 60%.

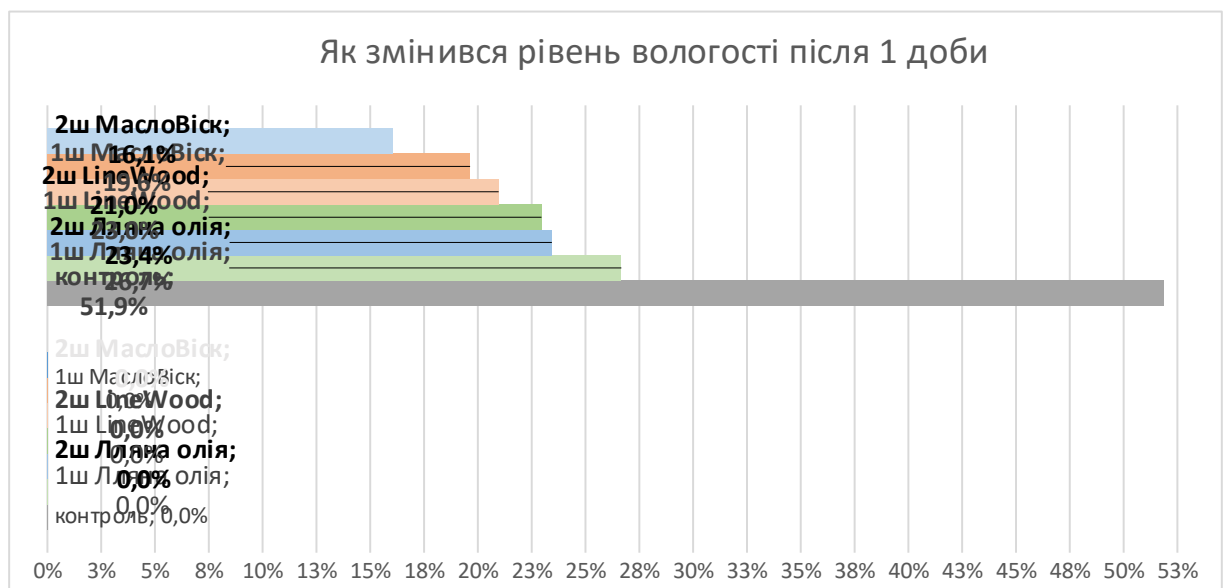


Рис. 3.5. Порівняння груп після 1 доби

Особливо показовою є різниця в короткостроковому захисті (рис. 3.5), що є важливим для кухонного приладдя, яке контактує з водою нетривалий час. За перші 24 години найкращий захист знову демонструє «2ш МаслоВіск» – лише 16,1% водопоглинання. Це в 3,2 рази ефективніше, ніж відсутність покриття (51,9%).

Навіть в один шар «МаслоВіск» (19,6%) випереджає двошарові покриття LineWood (21%) та лляної олії (23,4%), що вказує на високу ефективність воскової складової у створенні негайного бар'єру.

Підсумовуючи, експеримент довів, що всі обрані покриття значно покращують вологостійкість деревини вільхи. Нанесення другого шару є доцільним для всіх типів покриття. Композиція «МаслоВіск» (70% олії, 30% воску) показала себе як найбільш ефективний засіб захисту як у короткостроковій (24 години), так і в довгостроковій (7 діб) перспективі.

Таким чином, для досягнення оптимального захисту виробу, найбільш ефективним є комбінований підхід. Він передбачає нанесення першого шару олії, згідно з рекомендаціями виробника, для глибокого просочування деревини. В якості другого, фінішного шару, що формує надійний поверхневий бар'єр, слід використовувати композицію «МаслоВіск».

РОЗДІЛ 4 ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ТОРЦЕВОЇ КУХОННОЇ ДОШКИ

4.1. Обґрунтування вибору торцевої дошки

Вибір торцевої кухонної дошки (рис. 4.1) як основного виробу для проектування ґрунтується на її унікальних перевагах, які вигідно відрізняють її від звичайних дошок і роблять ідеальним об'єктом для дослідження. Переваги цієї конструкції базуються на фундаментальних фізико-механічних властивостях деревини.



Рис. 4.1. Приклад торцевої дошки [61]

Найважливішою перевагою є виняткова механічна стійкість та довговічність (рис 4.2). У торцевій дошці волокна деревини розташовані перпендикулярно до робочої поверхні. Завдяки цьому, навантаження від ножа являє собою стиск вздовж волокон – напрямок, у якому деревина має найвищу міцність. Різуча кромка ножа не перерізає волокна, а ніби "розсуває" їх, що значно зменшує знос. Крім того, торцева твердість деревини на 30–40% вища за твердість поперек волокон, що забезпечує вищий опір подряпинам та ударам. Такі породи, як ясен, чудово витримують ударні навантаження (наприклад,

відбивання м'яса), а клен, завдяки високій в'язкості, не схильний до розколювання. [1, 61]

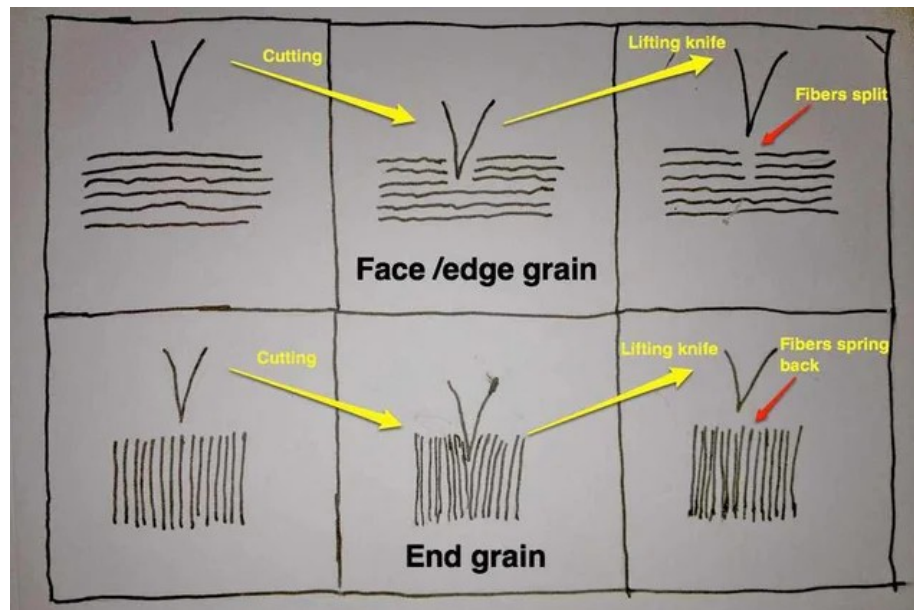


Рис. 4.2. Вплив ножа на різні типи дерев'яних поверхонь [61]

Другою ключовою перевагою є висока структурна стабільність, що критично важливо саме для великогабаритних дошок. Деревина є анізотропним матеріалом, тобто її розміри змінюються нерівномірно при коливаннях вологості. У той час як звичайні дошки сильно всихають і коробляться в тангентальному та радіальному напрямках, торцева дошка демонструє свою головну перевагу. Її робоча площа відповідає поперечному зрізу, а усушка вздовж волокон є мінімальною. Саме це забезпечує високу стабільність форми, запобігаючи коробленню та розтріскуванню виробу.

Капілярно-пориста структура торцевої поверхні має природний гігієнічний механізм. Капілярні сили втягують вологу разом з мікроорганізмами всередину структури, де процес висушування є для бактерій згубним. Естетично, торцевий зріз демонструє унікальний і привабливий малюнок річних кілець.

Підтвердженням високого статусу торцевої дошки є її широке використання серед професійних шеф-кухарів, кулінарних відеоблогерів та інфлюенсерів. У переважній більшості сучасного медійного контенту, присвяченого готуванню, саме торцева дошка виступає основним робочим

інструментом. Завдяки таким професійним якостям, як довговічність і дбайливе ставлення до ножів, вона не просто виконує свої функції, а й набуває іміджу "стандартного", бажаного атрибуту для серйозної кухні, що підвищує її привабливість для покупців.

Таким чином, поєднання високої міцності, неперевершеної стабільності та високої естетичної й ринкової цінності робить торцеву дошку кращим вибором для інтенсивного використання. Водночас її єдина суттєва вразливість – інтенсивне водопоглинання через відкриті торці, що робить її ідеальним об'єктом для експериментального дослідження ефективності захисних покриттів.

4.2. Обґрунтування вибору матеріалів для торцевої дошки

Вибір деревини для торцевої обробної дошки є комплексним завданням, що враховує як експлуатаційні, так і естетичні вимоги. Специфіка конструкції, яка збирається з окремих дерев'яних сегментів, надає унікальну можливість для створення складних візерунків та візуальних композицій. У цьому контексті колір та текстура деревини стають не менш важливими факторами, ніж її твердість та щільність. Для реалізації виробу з класичним «шаховим» візерунком буде використано контрастне поєднання порід: дуб, що цінується за свою міцність і благородну текстуру, та ясен, який має світлий відтінок і дуже виразний малюнок волокон. Для формування більш складних орнаментів доцільно залучати породи з унікальними декоративними властивостями: темний горіх з його розкішною, багатю текстурою, вишню з її характерними теплими червоно-коричневими відтінками, а також світлі, однорідні клен та бук для створення яскравих акцентів. Фундаментальним критерієм вибору сировини, що підкреслює екологічну відповідальність виробництва, є вимога використання виключно FSC-сертифікованої деревини, яка гарантує її походження з відповідально керованих лісів.

Руйнування клейових з'єднань через постійні цикли набухання/усихання є головним фактором деградації виробу. Вимоги до клейової системи для торцевої дошки – харчова безпека та водостійкість.

Оптимальним вибором для даного технологічного процесу є клей Titebond III Ultimate Wood Glue (рис. 4.3). Він одночасно задовольняє обидві критичні вимоги. Він офіційно схвалений «U.S. Food and Drug Administration» для непрямого контакту з харчовими продуктами, що робить його безпечним для обробних дошок. І він проходить сертифікацію ANSI/HPVA Type I (найвищий клас водостійкості), що означає його повну водонепроникність.[62]



Рис. 4.3. клей Titebond III Ultimate [62]

Незважаючи на переваги, торцева конструкція має суттєві вразливості, пов'язані з її структурою. Головною проблемою є надзвичайно інтенсивне водопоглинання; через відкриті торці (вздовж волокон) рідина вбирається в десятки разів інтенсивніше, ніж через бічні поверхні. Це створює ризик деградації: постійні цикли набухання (поглинання вологи) та усихання (її випаровування) генерують внутрішні напруження, що призводять до утворення мікротріщин, викривлення та розколювання виробу.

Враховуючи результати теоретичного обґрунтування (Розділ 2) та експериментальних досліджень (Розділ 3), для фінішної обробки виробів обрано

комбінований підхід. Для забезпечення максимальної довговічності та захисту виробу, технологія обробки передбачатиме використання мінеральної олії LineWood для глибокого просочування, а в якості фінішного шару – композиції «МаслоВіск», виготовленої на її ж основі.

4.3. Проектування торцевої дошки

Проектування торцевих зі складними геометричними візерунками, є процесом, що вимагає точної візуалізації. Традиційне креслення на папері є трудомістким і повільним, тоді як використання повноцінних систем автоматизованого проектування часто є надлишковим для таких відносно простих завдань.

Тому для цілей проектування було обрано безкоштовний спеціалізований онлайн-інструмент "Cutting Board Designer" [63]. Унікальність цієї програми полягає в тому, що вона підтримує кілька методів виготовлення (збірки) дошок, а не обмежується лише одним поширеним методом "Strips" (зі смуг). Це надає значно ширші можливості для створення різноманітних та складних орнаментів і стало вирішальним фактором при її виборі. Інструмент дозволяє оптимізувати процес проектування та легко візуалізувати різні варіанти дизайну.

У програмі "Cutting Board Designer" було згенеровано фінальний ескіз виробу (рис. 4.4) з розрахунками необхідних матеріалів(в даній програмі відсутній дуб тому в прикладі замінений горіхом, а для розрахунків буде використані дубові п/м).

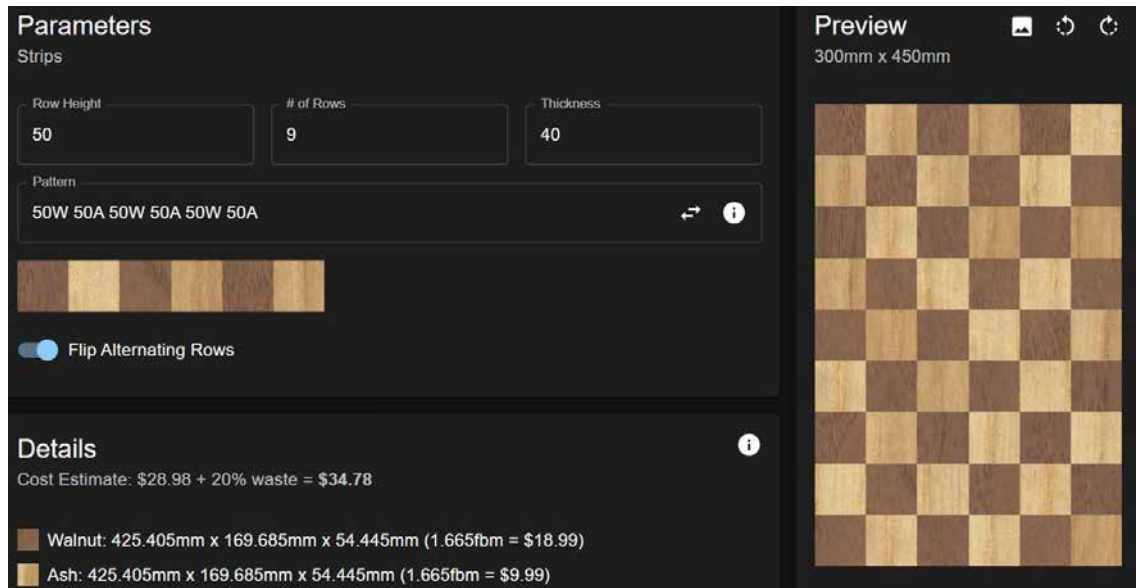


Рис. 4.4. Результат роботи програми [63]

4.4. Технологічний процес виготовлення торцевої дошки

Для визначення оптимальної технології виготовлення торцевої обробної дошки було опрацьовано фахові статті [61, 64–66] та проаналізовано релевантні відео матеріали з платформи YouTube. На основі цього комплексного аналізу було сформовано оптимальний технологічний процес, послідовність операцій якого деталізовано в таблиці 4.1.

Для покращення функціональності дошки, між етапами 5 та 6 доцільно провести операції з фрезерування. Це найкращий час для створення ручок для зручного перенесення та жолоба (рову) для стікання рідини, та зняти фаски з країв. Окрім цього, після завершення на готовий виріб наполегливо потрібно встановити ніжки гумові чи силіконові. Вони мінімізують контакт дошки з вологою стільницею та забезпечать кращу циркуляцію повітря, що сприяє просиханню та запобігає деформації.

Таблиця 4.1

Технологічний процес виготовлення торцевої дошки

№	Процес	Мета	Обладнання	Матеріали	Контроль якості
1	Підготовка сировини	Створення базової геометрії та калібрування	Фугувальний верстат, рейсмус	Обрізні дошки з дуба та ясена	Всі дошки мають ідеальну геометрію (90° кути) та однакову товщину.
2	Перше склеювання	Створення поздовжнього щита	Розпилювальний верстат, струбцини	Підготовлені дошки, клей Titebond III	Щит плаский, без вигинів. Немає видимих щілин між дошками. Напрямок волокон чергується.
3	Поперечна нарізка	Формування брусків, що визначають товщину дошки	Торцювальна або циркулярна пила	Склеєний поздовжній щит	Всі бруски мають ідентичну ширину. Зріз чистий, перпендикулярний.
4	Фінальне склеювання	Склеювання брусків "торець до торця" для створення торцевого блоку	Струбцини	Нарізані бруски, клей Titebond III	Клей нанесений щедро. Блок затиснутий рівномірно. Максимальна пласкість для полегшення наступного етапу.

Продовження таблиці 4.1

№	Процес	Мета	Обладнання	Матеріали	Контроль якості
5	Вирівнювання	Створення ідеально пласкої торцевої робочої поверхні	Барабанний шліф. верстат	Склеєний торцевий блок	Поверхня ідеально пласка. Відсутні "виривання" волокон або глибокі сліди від інструменту.
6	Шліфування	Досягнення гладкої поверхні	Ексцентрикова шліфмашинка	Наждачний папір (P80, P120, P180, P220)	Поверхня гладка на дотик, відсутні "вихрові" сліди від машинки.
7	"Підняття ворсу"	Попереднє запобігання шорсткості після миття	Розпилювач з водою, наждак P220	Вода	Після висихання води поверхня залишається гладкою і не "кошлатиться".
8	Фінішна обробка	Захист деревини	Чиста тканина	Мінеральна олія, Бджолиний віск	Деревина повністю насичена олією (не вбирає більше).

4.5. Рекомендації по догляду за торцевою дошкою

Для довговічності торцевої дошки, її догляд має бути правильним. Категорично забороняється мити дошку в посудомийній машині, замочувати її у раковині, використовувати в мікрохвильовій печі чи духовці, а також зберігати біля джерел тепла.

Після кожного використання дошку слід негайно вимити вручну під теплою проточною водою, можна із рідиною для миття, і одразу насухо витерти. Сушити дошку найкраще у вертикальному положенні або на ніжках, забезпечуючи циркуляцію повітря з усіх боків.

Після контакту з сирим м'ясом, рибою чи продуктами з сильним запахом, поверхню варто продезінфікувати, після чого промити і висушити.

Найважливішим є регулярне обслуговування, приблизно раз на місяць, або як тільки дошка починає виглядати сухою, її необхідно просочувати. Використовуйте лише спеціалізовану мінеральну олію або суміш олії та бджолиного воску. Рясно нанести олію на чисту суху дошку, залишити просочуватися на кілька годин (краще на ніч), після чого ретельно витерти усі залишки сухою тканиною, в кінці натерти композицією олії з воском.

4.6. Виготовлення магнітного тримач для ножів

Фінальним етапом практичної частини роботи стала апробація ключових технологічних підходів, розглянутих у даному розділі, шляхом виготовлення зразка кухонного приладдя.

Слід зазначити, що повноцінна реалізація спроектованого технологічного процесу виготовлення торцевої дошки (табл. 4.1) вимагає доступу до повного парку спеціалізованого обладнання (зокрема, фугувального верстата, рейсмуса та барабанного шліфувального верстата).

З огляду на обмеженість наявної матеріально-технічної бази, було прийнято рішення виготовити виріб спрощеної конструкції. Це дозволило продемонструвати основні принципи роботи з масивною деревиною та

застосування захисних покриттів у контексті кухонних аксесуарів. Результатом цього етапу стало виготовлення магнітного тримача для ножів (рис. 4.5).



Рис. 4.5. Магнітний тримач для ножів

Отриманий виріб поєднує в собі необхідні функціональні властивості та естетичну привабливість, що підтверджує правильність вибору матеріалів та ефективність запропонованої технології захисного покриття для експлуатації в умовах кухонного середовища.

ВИСНОВОК

Магістерська кваліфікаційна робота була зосереджена на комплексному дослідженні та обґрунтуванні можливостей використання масивної деревини для виготовлення кухонного приладдя, зокрема, торцевої кухонної дошки, з акцентом на вибір захисних покриттів та розробку ефективної технології виробництва.

Згідно з поставленою метою та завданнями, в процесі дослідження було досягнуто наступних ключових результатів:

1. Проведено детальний аналіз ринкових та теоретичних аспектів використання деревини для кухонного приладдя. Встановлено, що сучасні тенденції в дизайні інтер'єрів на 2025 рік, які передбачають посилення зв'язку з екологічністю та використання натуральних матеріалів, створюють попит на естетично привабливі та багатофункціональні дерев'яні вироби.

2. Виконано багатофакторне теоретичне обґрунтування вибору захисного покриття (олії) для обробки кухонного приладдя. Застосування методів нечіткої логіки, включаючи метод розставляння пріоритетів та метод аналізу ієрархій (MAI), дозволило порівняти ключові показники (ціна, витрата, час висихання).

Експертна оцінка підтвердила узгодженість думок фахівців (загальний коефіцієнт узгодженості склав 0,60, що є допустимим).

За підсумками комплексного розрахунку максимальний пріоритет (0,31) отримала олія «LineWood» українського виробництва. Результати MAI також підтвердили, що «LineWood» має найбільше значення глобального пріоритету (0,28). Ця олія, показавши хороші технічні характеристики, рекомендована як пріоритетний вибір. З точки зору бізнесу, обрання українського виробника дає можливість оптимізувати витрати не лише на логістиці, а й на самому продукті завдяки потенціалу оптових замовлень.

3. Виконано експериментальні дослідження в Розділі 3, зосереджені на визначенні показників водопоглинання деревини. Для дослідження було обрано деревину вільхи (як м'яку та легку породу, традиційно використовувану для кухонного приладдя), що підтвердило її високу вразливість до вологи. Методика

передбачала занурення зразків, оброблених різними складами («LineWood», Ляна олія, композиція «МаслоВіск»), у воду на 7 діб (168 годин) з регулярними контрольними зважуваннями.

Аналіз результатів показав критичну необхідність захисту: контрольна група зразків без покриття демонструвала водопоглинання 52% вже за першу добу (24 години) і досягала повного насичення (72%) вже на третю добу (72 години).

Встановлено, що нанесення другого шару покриття забезпечує стабільний позитивний ефект, суттєво знижуючи водопоглинання на всіх етапах.

Зокрема, композиція «МаслоВіск» (70% олії + 30% воску) виявила найвищу ефективність у короткостроковій перспективі: навіть в один шар (19,64% водопоглинання через 24 години) вона перевершила двошарове покриття «LineWood» (20,97%) та ляну олію (23,44%), що вказує на ефективність воскової складової.

На основі цього аналізу, зроблено обґрунтування застосування комбінованого підходу: рекомендовано використання мінеральної олії «LineWood» для глибокого просочування, а як фінішний шар, що створює ефективний поверхневий бар'єр – композицію «МаслоВіск».

4. Було розроблено проект та технологію виготовлення торцевої кухонної дошки. Цю конструкцію обрано через її виняткові експлуатаційні переваги: високу механічну міцність, стійкість до деформацій та природні гігієнічні властивості. Для проекту було обрано FSC-сертифіковану деревину дуба та ясена, а для надійного з'єднання – водостійкий та безпечний для контакту з їжею клей Titebond III Ultimate.

Було сформовано технологічний процес виготовлення та надано ключові рекомендації з догляду за готовим виробом. Через обмеженість доступу до повного парку обладнання, основні принципи обробки та застосування захисних покриттів були успішно апробовані шляхом виготовлення виробу спрощеної конструкції – магнітного тримача для ножів.

Таким чином, магістерська робота надала повне теоретичне та експериментальне обґрунтування вибору матеріалів і захисних покриттів, а також розробила ефективну технологію для виробництва високоякісного та довговічного кухонного приладдя з деревини, що повністю відповідає актуальним ринковим вимогам.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Механіка деревини: навчальний посібник / М. Г. Чаусов та ін. Київ: Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2023. 243 с.
2. Види порід дерева. al-group.com.ua: веб-сайт. URL: <https://www.al-group.com.ua/ua/vidy-porod-dereva> (дата звернення: 02.11.2025).
3. Деревина бука. obrii.com.ua: веб-сайт. URL: <https://obrii.com.ua/info/13296-derevina-buka.html> (дата звернення: 02.11.2025).
4. Дошка обрізна липи. baykal.com.ua: веб-сайт. URL: <https://baykal.com.ua/ua/g134462354-doska-obreznaya-lipy> (дата звернення: 02.11.2025).
5. Найкраща деревина для садових меблів: 15 кращих варіантів. raptorcnc.com.ua: веб-сайт. URL: <https://raptorcnc.com.ua/ua/a477361-luchshaya-drevesina-dlya.html> (дата звернення: 02.11.2025).
6. Як вибрати обробну дошку: дерево, а що ще треба знати. shkura.com.ua: веб-сайт. URL: <https://shkura.com.ua/ua/osoblivosti-viboru-obrobnih-doschok/> (дата звернення: 02.11.2025).
7. Що це за деревина волоського горіха і як з нею поводитися. ua.love-mutou.com: веб-сайт. URL: <https://ua.love-mutou.com/info/what-kind-of-wood-is-walnut-and-how-to-deal-wi-76938290.html> (дата звернення: 02.11.2025).
8. Природна структура лісів України (ІНФОГРАФІКА) / Державне агентство лісових ресурсів України. 2020. URL: <https://forest.gov.ua/news/prirodna-struktura-lisiv-ukrayini-infografika> (дата звернення: 02.11.2025).
9. Дуб, ясен та термоясен: порівняння порід дерева для меблів. woodsun.com.ua: веб-сайт. URL: <https://woodsun.com.ua/blog/dub-yasen-ta-termoyasen-krashhi-porody-dereva-dlya-vygotovlennya-mebliv/> (дата звернення: 02.11.2025).
10. Обираємо кращі породи дерева для кухонних дерев'яних дощок. ecotabulas.com: веб-сайт. URL: https://ecotabulas.com/blog/obirayemo-krashi-porodi-dereva-dlya-kuhonnih-derevyanih-doshok_1 (дата звернення: 02.11.2025).

11. Які обробні дошки краще послужать вам на кухні. ukr.media: веб-сайт. URL: <https://ukr.media/science/373540/> (дата звернення: 02.11.2025).
12. Дерев'яний посуд для гарячих страв. vurobukarpat.com.ua: веб-сайт. URL: <https://vurobukarpat.com.ua/ua/statti/derevyanyuposuddlyagaryachyhstrav/> (дата звернення: 02.11.2025).
13. Бук у меблях: ідеальне поєднання міцності та природної краси. ДП Ламелла: веб-сайт. URL: <https://lamella.ua/buk-u-mebliakh-idealne-poiednannia-mitsnosti-ta-pryroдноi-krasy/> (дата звернення: 02.11.2025).
14. Просочення для клена. versiegelung24.com: веб-сайт. URL: <https://www.versiegelung24.com/uk/поверхонь/клен/> (дата звернення: 02.11.2025).
15. Дошка обрізна акації (екстра ґатунок). wood-way.expert: веб-сайт. URL: <https://wood-way.expert/ua/p1865463544-doska-obreznaya-akatsiya.html> (дата звернення: 02.11.2025).
16. Що таке деревина вишні. ua.gtp-madera.com: веб-сайт. URL: <http://ua.gtp-madera.com/info/what-is-cherry-wood-53974226.html> (дата звернення: 02.11.2025).
17. Просочення деревини вишні. versiegelung24.com: веб-сайт. URL: <https://www.versiegelung24.com/uk/поверхонь/вишневе-дерево/> (дата звернення: 02.11.2025).
18. Властивості деревини вільхи: щільність, характеристики. drova-kiev.in.ua: веб-сайт. URL: <https://drova-kiev.in.ua/ua/blog-ua/drova-z-vilhi-harakteristika-ta-vlastivosti-derevini> (дата звернення: 02.11.2025).
19. Липова дошка обрізна. baza-drov.com.ua: веб-сайт. URL: <https://baza-drov.com.ua/uk/pilomateriali/doshka-obrizna/lipova-doshka> (дата звернення: 02.11.2025).
20. Antimicrobial Characteristics of Untreated Wood: Towards a Hygienic Environment / M. T. Munir et al. Health. 2019. Vol. 11, № 2. P. 152–170. DOI: 10.4236/health.2019.112014.
21. Cutting Boards of Plastic and Wood Contaminated Experimentally with Bacteria / N. O. Ak, D. O. Cliver, C. W. Kaspar // Journal of Food Protection. 1994.

Vol. 57, № 1. P. 16–22. DOI: 10.4315/0362-028X-57.1.16.

22. Decontamination of Plastic and Wooden Cutting Boards for Kitchen Use / N. O. Ak, D. O. Cliver, C. W. Kaspari // Journal of Food Protection. 1994. Vol. 57, № 1. P. 23–30. DOI: 10.4315/0362-028X-57.1.23.

23. Hygienic aspects of using wooden and plastic cutting boards assessed in laboratory and small gastronomy units / F. K. Lücke, A. Skowyrska // Journal of Consumer Protection and Food Safety. 2015. Vol. 10, № 4. P. 317–322. DOI: 10.1007/s00003-015-0949-5.

24. Wood Extractives: Main Families, Functional Properties, Fields of Application and Interest of Wood Waste / J. L. L. N'Guessan et al. // Forest Products Journal. 2023. Vol. 73, № 3. P. 194–208. DOI: 10.13073/FPJ-D-23-00015.

25. Wooden boards affecting the survival of bacteria? / A. Schönwälder et al. // European Journal of Wood and Wood Products. 2002. Vol. 60, № 4. P. 249–257. DOI: 10.1007/s00107-002-0300-6.

26. Survival of bacteria on wood and plastic particles: Dependence on wood species and environmental conditions / A. Milling et al. // Holzforschung. 2005. Vol. 59, № 1. P. 72–81. DOI: 10.1515/HF.2005.012.

27. Are Wooden Utensils Better for Cooking? 10 Key Points To Know. Caraway Home: веб-сайт. URL: <https://www.carawayhome.com/blog/are-wooden-utensils-better> (дата звернення: 10.10.2025).

28. Stainless Steel vs. Other Materials: Which Kitchen Utensils are Best. Fonir Global: веб-сайт. URL: <https://fonirglobal.com/blog-post2> (дата звернення: 10.10.2025).

29. What Is the Janka Hardness Scale? The Cabinet Door Store: веб-сайт. URL: <https://cabinetdoor.store/blog/what-is-the-janka-hardness-scale/> (дата звернення: 10.10.2025).

30. Perkins T. Detox your kitchen: three things you can do right now to avoid toxic chemicals. The Guardian. 2025. URL: <https://www.theguardian.com/lifeandstyle/2025/feb/07/how-to-remove-pfas-microplastics-chemicals-kitchen> (дата звернення: 10.10.2025).

31. Pros and cons of wooden cutlery. Sulapac: веб-сайт. URL: <https://www.sulapac.com/blog/wooden-cutlery-pros-cons/> (дата звернення: 10.10.2025).

32. 4 Items I Found Lurking in My Kitchen That Could Be Leaching Microplastics Into My Food. CNET: веб-сайт. URL: <https://www.cnet.com/health/items-found-lurking-kitchen-could-leaching-microplastics-into-my-food/> (дата звернення: 10.10.2025).

33. Hygienic Evaluation of Wooden Cutting Boards: Microbiological Parameters / A. Bischoff, T. Alter, A. Schoenknecht // Journal of Food Protection. 2025. Vol. 88, № 9. P. 100576. DOI: 10.1016/j.jfp.2025.100576.

34. Wood vs. Plastic Cutting Boards: Which One Is Cleaner and Healthier? Discover Magazine: веб-сайт. URL: <https://www.discovermagazine.com/wood-vs-plastic-cutting-boards-which-one-is-cleaner-and-healthier-47405> (дата звернення: 10.10.2025).

35. Microbial Safety of Wood in Contact with Food: A Review / F. Aviat et al. // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2016. Vol. 15, № 3. P. 491–505. DOI: 10.1111/1541-4337.12199.

36. Cross-Contamination and Biofilm Formation by *Salmonella enterica* Serovar Enteritidis on Various Cutting Boards / S. T. A. Dantas et al. // Foodborne Pathogens and Disease. 2018. Vol. 15, № 2. P. 81–86. DOI: 10.1089/fpd.2017.2341.

37. Insights into the Microbiological Safety of Wooden Cutting Boards Used for Meat Processing in Hong Kong's Wet Markets... / P. T. Sekoai et al. // Microorganisms. 2020. Vol. 8, № 4. P. 579. DOI: 10.3390/microorganisms8040579.

38. How to Care for Wood Utensils. Zulay Kitchen: веб-сайт. URL: <https://www.zulaykitchen.com/blogs/kitchen-tips/how-to-care-for-wood-utensils> (дата звернення: 10.10.2025).

39. The Ultimate guide to wood utensil care. Earlywood: веб-сайт. URL: <https://www.earlywooddesigns.com/pages/theultimateguidetowoodutensilcare> (дата звернення: 10.10.2025).

40. Titebond II Premium Wood Glue. Titebond: веб-сайт. URL:

<https://www.titebond.com/print/product/2ef3e95d-48d2-43bc-8e1b-217a38930fa2>

(дата звернення: 10.10.2025).

41. Kitchenware Market Size, Share & Trends Analysis Report... / Grand View Research. URL:

<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/kitchenware-market> (дата звернення: 05.11.2025).

42. Kitchenware Market - By Product, By Price Range, By End Use... / Global Market Insights Inc. 2025. URL:

<https://www.gminsights.com/industry-analysis/kitchenware-market> (дата звернення: 05.11.2025).

43. Kitchenware Global Market Report 2025. The Business Research Company: веб-сайт. URL:

<https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/kitchenware-global-market-report> (дата звернення: 05.11.2025).

44. Cookware Market Size, Share, Growth Analysis Report, 2030. Grand View Research: веб-сайт. URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/cookware-market> (дата звернення: 05.11.2025).

45. Wooden Cutlery Market Size, Share, Scope, Growth & Forecast. Verified Market Research: веб-сайт. URL:

<https://www.verifiedmarketresearch.com/product/wooden-cutlery-market/> (дата звернення: 05.11.2025).

46. Bamboo Fiber Tableware & Kitchenware Market Size Report, 2032. Global Market Insights Inc.: веб-сайт. URL: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/bamboo-fiber-tableware-and-kitchenware-market>

(дата звернення: 05.11.2025).

47. Ruiz A. 52 Huge Environmentally Conscious Consumer Statistics 2025. The Roundup. 2025. URL: <https://theroundup.org/environmentally-conscious-consumer-statistics/>

(дата звернення: 05.11.2025).

48. Kitchenware Market Size, Share, Report, Analysis 2035. Market Research Future: веб-сайт. URL: <https://www.marketresearchfuture.com/reports/kitchenware->

[market-33657](#) (дата звернення: 05.11.2025).

49. Kitchen Utensil Market Size & Forecast . Market Growth Reports: веб-сайт. URL: <https://www.marketgrowthreports.com/market-reports/kitchen-utensil-market-111178> (дата звернення: 05.11.2025).

50. 2025 Kitchenware + Kitchen Product Trends. ASD Market Week: веб-сайт. URL: <https://asdonline.com/blog/brick-and-mortar/2025-kitchen-and-housewares-trends/> (дата звернення: 05.11.2025).

51. Які тренди домінували в ритейлі у 2024 році: аналітика Inweb (інфографіка). UCSC: веб-сайт. URL: <https://www.ucsc.org.ua/yaki-trendy-dominuvaly-v-rytejli-u-2024-roczy-analytyka-inweb-infografika/> (дата звернення: 05.11.2025).

52. Як змінилися ключові показники українського e-commerce у 2024 році. Bazilik Media: веб-сайт. URL: <https://bazilik.media/iak-zminylys-kliuchovi-pokaznyky-ukrainskoho-e-commerce-u-2024-rotsi/> (дата звернення: 05.11.2025).

53. Wholesale Wooden Cooking Spoons : Market Insights & Cost-effective Sourcing Tips In 2025. Thanh Tung Thinh: веб-сайт. URL: <https://thanhtungthinh.com/wholesale-wooden-cooking-spoons-market-news/> (дата звернення: 05.11.2025).

54. Kitchenware Oil. Borma Wachs: веб-сайт. URL: https://bormawachs.com/dettaglio_new.php?idrcvnz=4989+-+Kitchenware+Oil+%28interiors%29~4&lang=2 (дата звернення: 08.11.2024).

55. Belinka Oil Food Contact. Belinka: веб-сайт. URL: https://www.belinka.com/wp-content/uploads/ftp_access/tehnichni_listi/T_Belinka_oil_food_contact_1AN.pdf (дата звернення: 08.11.2024).

56. Antiquax Chopping Board Oil. Rustins: веб-сайт. URL: <https://www.rustins.ltd/antiquax/our-products/wood-care/chopping-board-oil-> (дата звернення: 08.11.2024).

57. Масло для обробки кухонного інвентарю LineWood. LineWood: веб-сайт. URL: <https://linewood.com.ua/ua/p992766906-maslo-dlya-obrabotki.html> (дата звернення: 08.11.2024).

58. Пінчевська О. О., Головач В. М. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни: «Інноваційні технології з оброблення деревини». Київ: НУБіП України, 2021.
59. ASTM D1037-12. Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials. URL: <https://ru.scribd.com/document/691544265/Astm-d1037-Standards> (дата звернення: 12.11.2025).
60. The Efficiency of Different Wood Coatings against Water Surface Absorption / J. Iejavs та ін. RURAL SUSTAINABILITY RESEARCH. 2021. Vol. 45 (340). P. 29–37.
61. workislove. Making an End-grain Cutting Board - I Made It at Techshop. Instructables: веб-сайт. URL: <https://www.instructables.com/Making-an-end-grain-cutting-board-I-made-it-at-T/> (дата звернення: 09.11.2025).
62. Titebond Iii 8 Oz. Ultimate Waterproof Wood Glue - Non-toxic, Fda Approved. Country Farm & Garden: веб-сайт. URL: <https://countryfarmandgarden.net/p/iii-ultimate-wood-glue-037083014198> (дата звернення: 08.11.2025).
63. Cutting Board Designer: веб-сайт. URL: <https://www.cuttingboarddesigner.com/designer/id/f417b40a-970b-1cc9-951f-254b46a32ca9> (дата звернення: 09.11.2025).
64. Make an End Grain Butcher Block (Step-by-Step Guide). MWA Woodworks: веб-сайт. URL: <https://www.mwawoodworks.com/posts/end-grain-butcher-block> (дата звернення: 08.11.2025).
65. End Grain Cutting Board | a DIY Tutorial. Instructables: веб-сайт. URL: <https://www.instructables.com/End-Grain-Cutting-Board-a-DIY-Tutorial/> (дата звернення: 09.11.2025).
66. How to Make an End Grain Butcher Block. Instructables: веб-сайт. URL: <https://www.instructables.com/How-to-Make-an-End-Grain-Butcher-Block/> (дата звернення: 09.11.2025).