МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет агрономії
Кафедра рослинництва

Допущено до захисту
____ _____ 2024 р.
Зав. кафедри, к.с.-г.н., доцент
_____ Віталій КРАВЧЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ВПЛИВ ОСОБЛИВОСТЕЙ СКАРИФІКАЦІЇ НАСІННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СВІТЧГРАСУ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 23 м-а
спеціальності 201 «Агрономія»
РЕДЬКА Петро Валентинович

Керівник: РЯБОВОЛ Ярослав, д. с.-г.н., доцент

УМАНЬ – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП		4
РОЗДІЛ 1	ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ СВІТЧГРАСУ ЗАЛЕЖНО ВІД СКАРИФІКАЦІЇ НАСІННЯ І СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ (огляд літератури)	6
	1.1. Особливості розвитку біоенергетики в Україні та використання біоенергетичних рослин	6
	1.2. Особливості проведення скарифікації у сільськогосподарських культур	10
РОЗДІЛ 2	ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ	13
	2.1. Ботанічна і морфологічна характеристика культури	13
	2.2. Використані сортозразки світчграсу і їх особливості	14
РОЗДІЛ 3	МЕТОДИ І МІСЦЕ ДОСЛІДІВ	16
	3.1. Ґрунтові особливості у польових дослідах	16
	3.2. Кліматичні чинники упродовж вегетації	19
	3.3. Схема і методологічні складові	20
	3.4. Агротехнологія у польових дослідах світчграсу	20
РОЗДІЛ 4	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	22
	4.1. Вплив скарифікації і сортових особливостей на насіння світчграсу у лабораторних і польових умовах	22
	4.2. Динаміка росту і розвитку сортозразків світчграсу залежно від скарифікації насіння	25
	4.3. Влив скарифікації на вегетацію сортів світчграсу	27
	4.4. Кількість листків у сортів світчграсу залежно від чинників впливу	29
	4.5. Вплив скарифікації насіння сортів світчграсу на формування урожайності культури	31
	4.6. Елементи структури урожаю при скарифікації насіння світчграсу	34

4.7. Формування у біомасі світчграсу хімічних складників 35

РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ РОЗРАХУНКИ ПРОДУКТИВНОСТІ ПОСІВІВ СВІТЧГРАСУ ЗАЛЕЖНО ВІД СКАРИФІКАЦІЇ НАСІННЯ І СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ 38

РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА У ПОСІВАХ СВІТЧГРАСУ ЗАЛЕЖНО ВІД СКАРИФІКАЦІЇ НАСІННЯ І СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ 42

6.1. Моделювання виробничих небезпек в посівах світчграсу залежно від скарифікації насіння і сортових особливостей 42

6.2. Охорона навколишнього і природного середовища в посівах світчграсу залежно від скарифікації насіння і сортових особливостей 46

ВИСНОВКИ 49

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ 52

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ 53

ДОДАТКИ 60

ВСТУП

Актуальність теми. Поряд з недоліками обсяги виробництва твердого біопалива на внутрішньому ринку в Україні стримувались відсутністю законодавчо встановлених механізмів стимулювання. Проте в станні роки обсяги біопалива щорічно зростають. Кабінетом Міністрів України було прийнято низку постанов [54;55], якими передбачено компенсацію різниці між економічно обґрунтованим тарифом на виробництво тепла з біопалива і збитковим тарифом на виробництво теплової енергії для потреб населення. Крім того, запрацював механізм відшкодування 20 % суми кредиту для населення на придбання твердопаливних котлів.

Донині вже понад 1600 домогосподарств взяли участь у цій програмі, а загальна сума виданих кредитів становила понад 28 млн грн. Впровадження цих заходів дозволило на 14 % скоротити споживання природного газу населенням та бюджетними організаціями (з 26 млрд. $м^3$ у 2013 р. до 19,0 млрд $м^3$ у 2018 р.) [55].

На особливу увагу заслуговує напрям, пов'язаний із забезпеченням сировиною виробництва твердого біопалива за рахунок вирощування нових видів високопродуктивних багаторічних рослин, що дає змогу щорічно отримувати задану кількість біомаси необхідної якості.

Вирощування енергетичних культур із високою продуктивністю біомаси забезпечує значне надходження органічних речовин у ґрунт кореневою системою та післяжнивними рештками, що сприяє нагромадженню гумусних сполук у ґрунті. Відсутність механічного обробітку ґрунту під час вирощування багаторічних культур сприяє стабілізації видового та кількісного складу ґрунтової мікрофлори, проходженню ґрунтотворних процесів згідно з генетичними особливостями ґрунтового покриву.

Метою досліджень було досліджено продуктивність посівів світчграсу залежно від скарифікації насіння і сортових особливостей.

Для досягнення поставленої мети передбачено розв’язати такі задачі:

- оцінити вплив скарифікації і сортових особливостей на насіння світчграсу у лабораторних і польових умовах;

- визначити динаміка росту і розвитку сортозразків світчграсу залежно від скарифікації насіння;

- проаналізувати влив скарифікації на вегетацію сортів світчграсу;

- установити кількість листків у сортів світчграсу залежно від чинників впливу;

- дослідити вплив скарифікації насіння сортів світчграсу на формування урожайності культури;

- встановити елементи структури урожаю при скарифікації насіння світчграсу;

- визначити формування у біомасі світчграсу хімічних складників;

- розрахувати економічні і енергетичні чинники .

Об’єкт дослідження – продуктивність світчграсу сортів Cave-inrock і Shelter залежно від їх скарифікації.

Предмет дослідження – сортові особливості, насіння, динаміка росту, вегетація, кількість листків, урожайність, елементи структури, біомаса, хімічні складники, економічні і енергетичні розрахунки.

Апробація результатів. Основні положення і результати досліджень оприлюднено та обговорено: на всеукраїнській науковій студентській конференції в Уманському НУС у 2024 році.

Публікації. За матеріалами дипломної роботи опубліковано тези доповідей.

РОЗДІЛ 1
ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ СВІТЧГРАСУ ЗАЛЕЖНО ВІД СКАРИФІКАЦІЇ НАСІННЯ І СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ (огляд літератури)

1.1. Особливості розвитку біоенергетики в Україні та використання біоенергетичних рослин

Перспективи розвитку біоенергетики в Україні було визначено Національним планом дій з відновлювальної енергетики (НПДВЕ) на період до 2020 р., затвердженим Урядом 1 жовтня 2014 р.

Відповідно до нього, біоенергетика повинна була забезпечити до 2020 р. рівень заміщення природного газу обсягом 8,3 млрд. $м^3$ на рік, однак завдання виявилось дещо перебільшеним і даних показників не було досягнуто [1, 2].

Саме тому, одним із головних та першочергових завдань у системі управління енергетикою України для її подальшого сталого розвитку, підвищення рівня енергетичної безпеки постає проблема розробки та реалізації політики повного забезпечення існуючих потреб України в паливно-енергетичних ресурсах з використанням альтернативних джерел енергії за умов дотримання вимог їх раціонального використання, зменшення негативного впливу на довкілля з урахуванням взятих Україною міжнародних природоохоронних зобов‘язань, соціально-економічних пріоритетів [3, 4].

Важливість розвитку альтернативної енергетики є очевидною, адже вона відіграє вирішальну роль у зменшенні парникових викидів і зниженні їх негативного впливу на довкілля, підвищує безпеку енергопостачання, допомагає зменшити залежність від імпорту енергії [5].

Для цього важливо використовувати весь спектр відновлювальних джерел енергії, які є можливими в сучасному народному господарстві,

включаючи інноваційні технології вирощування високопродуктивних біоенергетичних культур [6].

Впродовж останніх років світовий попит на енергію зростав завдяки китайському та індійському ринку. У той же час розвинені країни світу борються з уповільненням розвитку економіки, високими цінами на нафту, що призводить до збереження або навіть зниження споживання енергії. За даними МЕА, з 1990 по 2010 р.р. середнє споживання енергії на душу населення збільшилося лише на 10 %, тоді як населення світу – на 27 %**[7].**

Регіональне споживання енергії зросло: на Близькому Сході - на 170 %, в Китаї - на 150 %, в Індії – на 95%, в Африці - на 80 %, в Латинській Америці - на 70 %, в США - на 20 %, в ЄС-27 - на 10 %, і всьому світі - на 40 % [8,9].

Китай став одним з найбільших світових споживачів енергії (20 % від загального обсягу), збільшивши його на 10% в 2010 р. Нафта залишилася найважливішим енергоресурсом з часткою 35 %, не зважаючи на те, що її частка постійно зменшується.

Вугілля все ще відіграє значну роль у світовому споживанні енергії: у 2015 році його частка становила 30 % від загального обсягу.

Значна частина світових енергоресурсів припадає на трансформацію сонячної енергії на поверхні планети в інші форми.

Частина цієї енергії збереглася у вигляді викопних енергоресурсів, частину прямо або побічно можна використовувати, наприклад, за допомогою вітрових, сонячних, гідро- хвильових електростанцій.

Кількість енергії, що вимірюється супутниками, приблизно дорівнює 1368 Вт/м² і коливається в діапазоні 6,9 % впродовж року у зв'язку з різною віддаленістю Землі від Сонця.

Загальна кількість сонячної енергії, що одержує планета, приблизно дорівнює 89 ПВт [10, 11].

Споживання енергії мало корелює з ВВП і кліматом, проте існує велика різниця навіть між найбільш розвиненими країнами, такими як Японія і Німеччина, які споживають 6 кВт енергії на душу населення, і США з енергоспоживанням 11,4 кВт на душу населення.

У країнах, що розвиваються, особливо тих, які перебувають у субтропічних і тропічних широтах, наприклад, в Індії, енергоспоживання на душу населення становить всього 0,7 кВт. Бангладеш має мінімальне енергоспоживання, рівне 0,2 кВт на душу населення[12].

США споживають 25 % світової енергії, маючи 22 % світового ВВП і 4,59 % населення світу. Найбільш значне зростання споживання енергії в даний час припадає на Китай, яке зростає в останні 25 років на 5,5 % в рік. Його населення 1,3 млрд чоловік, тобто 20 % населення світу споживає енергію в розмірі 1,6 кВт на душу населення [13].

Розвиток суспільства неможливий без використання зростаючих обсягів енергії. Масштаби енергоспоживання за кілька тисячоліть зросли до значних величин. Потреба в енергії різко підвищується з технічним і культурним прогресом.

Сьогодні кожен житель нашої планети «споживає» в середньому близько двох тонн нафтового еквіваленту на рік. Тим часом зростання чисельності населення і використання електроенергії зростають кожен рік[14].

За оцінками експертів, сукупні потреби в енергії - майже 25 млрд. тонн нафтового еквівалента (т н. е.). У зв‘язку з економічним та технологічним розвитком населення окремих країн споживає різну кількість енергії.

Розвинені країни випереджають інших. Якщо півстоліття тому частина людства в середньому щорічно споживала по 0,2 (т н. е.) на рік, то сьогодні ця ж група споживає вже по 0,7 т н. е. А частина людства з найбільшим споживанням у відмічені періоди використовувала відповідно 3,0 і 3,5 т н. е на рік на людину[15].

Розрив у споживанні поступово скорочується, швидкими темпами зростає енергоспоживання у найчисленнішої частини землян. Зближення обсягів споживання енергії в розвинених країнах і країнах, що розвиваються, без всяких сумнівів, призводить до загострення боротьби за світові енергоресурси.

Незабаром у світовій політиці вже неможливо буде ігнорувати ту обставину, що видобутих запасів основних вуглеводнів з надр (вугілля, нафти і природного газу) буде недостатньо для забезпечення людства необхідною енергією[16].

До сьогоднішніх конфліктів за контроль над видобутком і транспортуванням викопних видів палива додасться гостра конкуренція і за інші джерела енергії. Уран і атомна енергетика кілька десятиліть виступають ареною конфлікту інтересів більшості розвинутих держав.

У структурі споживання первинних енергоресурсів атомна енергія вже потіснила нафту. У валовому виробництві електроенергії на частку нафти припадає лише 8 % – а на частку атомної енергії – 20 % (на природний газ – 20%, на вугілля – 30%, на гідроенергію – 15%, на відновлювані джерела енергії і біомасу – 10 % [17].

За оцінками зарубіжних експертів та науковців до 2025 р. буде досягнуто максимуму видобутку нафти і природного газу, а потім почнеться зниження показників їх видобутку.

Згідно з прогнозами, якщо доведених запасів нафти по всьому світу при досягнутому рівні видобутку в 4 млрд т на рік вистачить на 40 років, то окремо для Великобританії цей показник дорівнює всього лише 6 років, для США – 10, для Росії – 22, а для Венесуели – 70 років[18].

Даний прогноз є досить умовним, проте він моделює загальну тенденцію використання викопних видів палива в енергозабезпеченні людства.

Однак особливо великі загрози кліматичному добробуту планети пов’язані зі стрімким розвитком промислового виробництва і зумовленим

цим зростанням споживання енергії. За XX ст. світове споживання зросло більш, ніж удесятеро[19].

До того ж, якщо до кінця XIX ст. викопні ресурси забезпечували 60 % світового споживання енергії, то до кінця XX ст. частка викопних ресурсів досягла 75 %. [20].

1.2. Особливості проведення скарифікації у сільськогосподарських культур

У дев'яностих роках минулого століття шведський ботанік Ростра встановив, що зовнішній шар насіннєвої оболонки твердого насіння можна видалити дією концентрованої сірчаної кислоти з наступним ретельним змиванням її слідів. Тривалість дії для отримання якісних результатів обробки значно варіює як для різних видів, так і для різних за термінами зборів врожаю насіння одного і того ж виду [21,22].

Правильна скарифікація - комбінована якщо оболонка насіння щільна, виконується комбінована робота із насінням. Вона проводиться у два етапи наступним чином: · посівний матеріал піддають тепловій стратифікації (температура +25 градусів) протягом 4 місяців; · далі насіння піддають холодної стратифікації (при температурі не вище +5 градусів) протягом 6 місяців. Рослини, у насіння яких дуже щільна оболонка, це: калина, слива, абрикос, глід, деякі види тиса та клена [23, 24].

Але цей метод не забезпечить потрібного результату, якщо його використовувати для стимуляції насінин з міцною та товстою оболонкою-шкаралупою (зазвичай це усі кісточкові культури) [25].

У цьому разі застосовують **скарифікацію** (латиною це слово означає дряпати, надрізати). Вона полягає у жорсткішому, дієвішому методі руйнування твердої оболонки насінин і стимулює пришвидшене проростання зародків. За способом дії скарифікація буває **механічною**, хімічною та термічною [26].

У першому випадку надто міцне насіння обережно надпилюють напилком, що полегшити доступ всередину нього вологи й повітря і цим забезпечити прискорену появу паростків. Як варіанти, з цією метою використовують гострий ніж, наждачний папір, точильний камінь. Або ж за допомогою піску та каміння перетирають оболонки насіння, поки в них не утворяться тріщини [27,28].

Хімічна скарифікація для отримання того ж результату (руйнування насіннєвої оболонки) передбачає використання певних кислот (2–3% сірчаної або соляної кислоти), під дією яких оболонка пом'якшиться. Цей метод майже не застосовується, оскільки в разі передозування пов'язаний зі значними ризиками як для людини, так і для майбутніх рослин [29].

Щоб провести **термічну** скарифікацію, необхідно покласти оброблюване насіння у водопроникний мішок і почергово опускати його на секунду-дві у посудину з гарячою водою, а потім занурювати в холодну. Процедуру повторюють тричі. Чим більшою є різниця температур, тим кращий результат отримують. Ті з насінин, оболонка в яких лусне, готові до посадки. Решту ж продовжують і далі обробляти, поки не досягнуть аналогічного наслідку [30].

Всі ці прийоми спрямовані на те, щоб зруйнувати в більшій чи меншій мірі шар палісадних клітин оболонки твердого насіння, позбавити його герметичності і відкрити доступ всередину насіння воді і кисню. Найбільш відомими в даний час є такі способи:

1. Хімічний – обробка насіння міцною сірчаною кислотою.

2. Термічний – прогрівання і промороження насіння.

3. Радіочастотний – обробка насіння в електромагнітному полі.

4. Механічний – скарифікація і імпакція насіння. Якість обробки насіння різними способами повинно відповідати таким основним агротехнічним вимогам:

1. Забезпечення повного збереження посівних якостей насіннєвого матеріалу.

2. Універсальність застосування установок, що забезпечує можливість обробки насіння різних культур.

3. Повне усунення твердонасінності.

4. Найменше пошкодження насіння.

5. Можливість встановлення продуктивності, що дозволяє легко і в широких межах пристосовуватися до розмірів партії насіння.

6. Рівномірність режиму обробки насіння всієї партії і стабільність його підтримки.

7. Повне очищення робочих органів при переході від обробки з однієї партії насіння на іншу, що виключає можливості змішування і перезабруднення насіння.

8. Машина повинна бути простої конструкції, компактною і швидко перенастроюватися на потрібний режим [31,32].

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ботанічна і морфологічна характеристика культури

Panicum virgatum, широко відомий як світчграс — це багаторічна рослина теплої пори року, яка походить із Північної Америки, де в природі зустрічається від 55° північної широти в Канаді на південь до Сполучених Штатів і Мексики.

Царство: Plantae

Клада: Трахеофіти

Клад: Покритонасінні

Клада: Однодольні

Клада: комеліниди

Порядок: Poales

Родина: Poaceae

Підродина: Panicoideae

Рід: Panicum

Вид: P. virgatum

Біноміальна назва

Panicum virgatum Л.

Світчграс є одним із домінуючих видів високотрав'яних прерій центральної Північної Америки, його можна знайти в залишкових преріях, на місцевих трав'яних пасовищах і натуралізованих уздовж доріг [33].

Він використовується в основному для збереження ґрунту, виробництва кормів, дичини, як декоративна трава, у проектах фіторемедіації, виробництва волокна, електроенергії, тепла, для біосеквестрації атмосферного вуглекислого газу, а останнім часом як культура біомаси для виробництва етанолу та бутанол [34].

Інші поширені назви світчграсу включають високу панічну траву, траву Wobsqua, блекбент, високу лугову траву, дику червону верхівку, солом'яну траву та світчграс Вірджинії [35].

Світчграс — це витривала багаторічна кореневищна трава з глибоким корінням, яка починає ріст пізньої весни. Він може виростати до 2,7 м (8 футів 10 дюймів) у висоту, але зазвичай нижчий за велику синю траву або індійську траву.

Листя довжиною 30–90 см (12–35 дюймів) з помітною середньою жилкою. Світчграс використовує фіксацію вуглецю С4, що дає йому перевагу в умовах посухи та високої температури [36].

Його квіти мають добре розвинену волоть, часто до 60 см (24 дюймів) завдовжки, і вона дає хороший урожай насіння. Насіння має довжину 3–6 мм (1⁄8–1⁄4 дюйма) і ширину до 1,5 мм (1⁄16 дюйма) і розвивається з одного квіткового колоска[37].

Обидві луски наявні та добре розвинені. При дозріванні насіння іноді набуває рожевого або тьмяно-фіолетового відтінку, а восени стає золотисто-коричневим разом з листям рослини.

Світчграс є одночасно багаторічною та самосівною культурою, що означає, що фермерам не потрібно садити та повторно сіяти після щорічного збору врожаю. Одного разу насадження світчграсу може проіснувати десять років і довше [38]

На відміну від кукурудзи, світчграс може рости на маргінальних землях і потребує відносно скромних рівнів хімічних добрив [39]

Загалом, він вважається ресурсоефективною культурою з низькими затратами для виробництва біоенергії з сільськогосподарських угідь.

2.2. Використані сортозразки світчграсу і їх особливості

Використані сортозразки світчграсу Cave-in- rock і Shelter, які мають іноземне походження – американське. Південна Дакота і Міссурійська сільськогосподарська досліджено селекційна станція.

Сорти створені у 1973 та 1963 роках і відносяться до групи середньопізніх.

За каріотипом мають октаплоїдний і тетраплоїдний набір хромосом.

Вегетаційний період проходять від насіння до насіння і рекомендовані для усіх зон вирощування в Україні.

Урожайність сирої біомаси коливається від 21 до 24 т/га, сухої – до 11,5 т/га.

Рослини мають високу стійкість до полягання і морозостійкі.

У посівах не відмічено шкідників та ураженості хворобами і їх стійкість в межах 2,5 бали.

РОЗДІЛ 3
МЕТОДИ І МІСЦЕ ДОСЛІДІВ

3.1. Ґрунтові особливості у польових дослідах

.

На правобережжі області їхній склад строкатий: опідзолені чорноземи і темно-сірі лесові (опідзолені) ґрунти, сірі та ясно-сірі лесові (опідзолені), на лівобережжі — глибоко гумусні та лучні чорноземи.

Типовими ґрунтами для Уманщини є чорноземи.

Згідно проведеного бонітування ґрунтів господарства їх бал становить 65,3-76,4. Вміст гумусу в ґрунтах – від 3,2 до 4,6%.

Кислотність ґрунтів перебуває в межах 5,5-6,3. Середньозважений вміст фосфору – 115,3-156,1 мг/кг; калію – 161,0-198,1 мг/кг; загального азоту – 0,25-0,34%.

Ємність поглинання обмінних катіонів становить 26-31 мг-екв на 100 г ґрунту.

Вміст рухомих сполук мікроелементів у ґрунті складає: бору - 0,37-0,43; марганцю - 38,35-42,91; міді - 1,23-1,34; цинку - 0,40-0,47; молібдену - 0,13-0,17; кобальту - 1,25-1,37 мг на 1 кг повітряно-сухого ґрунту (рис.1).

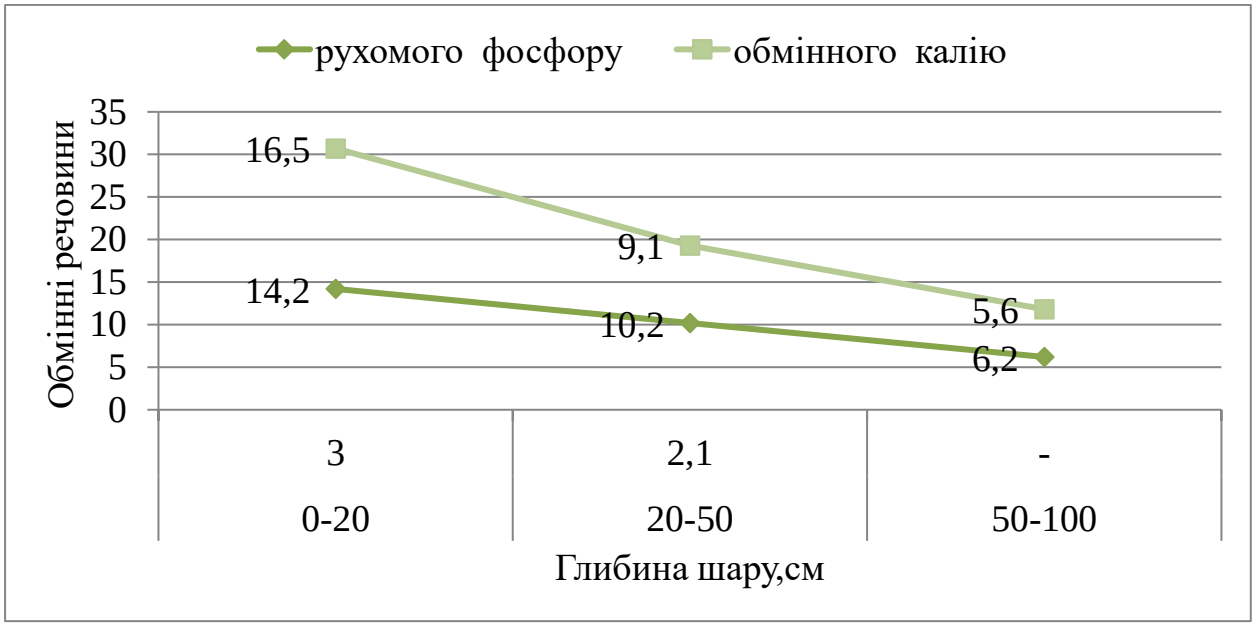


Рис. 1. Агрохімічні показники чорнозему, мг/100 г грунту

Отже, результати проведених дослідів показують, що чорноземи мають достатню потужність гумусових горизонтів, порівняно неважкий механічний склад, благо приємну для більшості польових культур реакцію ґрунтового розчину, а також середня і підвищена наявність рухливих форм фосфору і калію.

3.2. Кліматичні чинники упродовж вегетації

Кліматична система – це сукупність компонентів атмосфери, гідросфери, біосфери, геосфери, які взаємодіють між собою. Процеси, що відбуваються в кліматичній системі, зумовлюють саму можливість існування біосфери, отже, і людини.

Клімат в Умані помірно континентальний. Зима м’яка, з частими відлигами, літо тепле, дещо посушливе. Пересічна річна температура повітря +7,2°, липня +19,5°, січня —5,9°, максимальна +39°, мінімальна —37°. Період з температурою +10° становить 160—170 днів. Річна кількість опадів — 450—520 мм. Переважають північно-західні вітри.

Температура повітря. Найхолодніший місяць року – січень із середньою температурою -5.90С , а найтепліший – липень із середньою температурою + 20,10С. Середньорічна температура складає +7,30С.

Безморозний період в середньому триває 250 днів. Середня кількість опадів складає 450 – 550 міліметрів. Більшість випадає у весняно – літній період. Переважають північно-західні вітри при середній швидкості 3-8 м/с.

Несприятливі та небезпечні погодні явища. Серед явищ природи, що пов’язані з погодою і негативно впливають на господарство та здоров’я людей, виділяють:

1) Посушливі явища Виникає посуха в теплий період року, коли температура повітря висока, а майже не випадають опади. Призводять до

загибелі рослин. Число днів із суховіями в межах області коливається від 5 до 10.

2) Значні та великі опади, грози, град. На Уманщині бувають зливи з градом, які негативно позначаються на врожаї сільськогосподарських культур.

3) Сильний вітер і явища, пов'язані з ним. Бувають пилові бурі. Взимку спостерігаються хуртовини.

4) Туман і ожеледно-паморозні утворення. Бувають небезпечні густі тумани з видимістю менше 50 метрів. Ожеледь – дуже небезпечне явище для літаків, на дорогах, що збільшує кількість дорожньотранспортних пригод.

5) Явища погоди пов'язані із змінами температури. Великі заморозки призводять до загибелі сільськогосподарських культур. Небезпечні відлиги.

Клімат помірно континентальний і континентальність зростає із заходу на схід. Із перехідних періодів найменша зміна температури спостерігається восени на 0,6 оС.

Зима починається пізніше, а закінчується раніше, тобто стала коротшою на 2,5 тижні. Найбільші зміни температурного режиму відбулися у лютому, який потеплішав (з 1961 по 1990 рр. середньомісячна температура становила -4,6 оС; з 1991 по 2020 рр. – -2,7 оС).

Кількість опадів за зиму зменшилась на 8%, найбільше зменшення відбулось в грудні. Найсильніший мороз тепер не перевищує 29 оС, а раніше був до 34 оС.

Весною наростання тепла відбувається прискореними темпами, але наприкінці сезону уповільнюється і літо настає в ті ж самі строки. Опадів за весну стало випадати на 20 % більше, найбільш вологими стали березень і травень.

Літо стало більш теплим та посушливим. найбільше зросла температура липня, а в червні стало випадати найбільше опадів: з 1991 по 2020 рр. середня річна кількість опадів становить 72 мм (раніше лідером по

опадах був липень з 1961 по 1990 рр – 76 мм). Інтенсивність спеки зросла з 36 °С до 38 °С.

Осінь дещо потеплішала, а дощів стало випадати більше на 25 %. При цьому вересень став більш дощовим, а листопад менш дощовим. Тривалість осіннього сезону та темпи спадання температури майже не змінилися. Перепади тепла і холоду восени стали контрастніше.

Причиною зміни клімату є динамічні процеси на Землі зумовлені природними та антропогенними чинниками. Крім збільшення концентрації парникових газів та аерозольних частинок в атмосфері, антропогенний вплив на клімат здійснюється в результаті вирубки лісів, урбанізації (забудови) територій, створення значної кількості сміттєзвалищ.

3.3. Схема і методологічні складові

При виконанні поставлених задач було проведено лабораторні і польові дослідження із скарифікації насіння сортів світчграсу Shelter і Cave-in- rock згідно схеми досліджень.

Схема досліду

Фактор А (сорти)

Cave-in- rock

Shelter

Фактор В (скарифікація)

Без скарифікації– контроль;

Механічна

Хімічна

Термічна

Площа посівної ділянки 25 м^2, облікової – 16 м^2. Повторність досліду - чотириразове, розміщення систематичне.

Обліки і спостереження в досліді проводили за загально прийнятими методиками [40].

Фенологічні спостереження за ростом та розвитком рослин проводили візуально, фіксуючи дату початку появи фази (у 10 % рослин на ділянці і масове її настання у 75 % рослин): одиноких і повних сходів, третього листка, кущіння, виходу в трубку, появи волоті, цвітіння; густоту рослин після появи повних сходів (у фазі кущіння) і за 5 днів до збирання врожаю визначали шляхом суцільного підрахунку рослин на облікових ділянках [41,42].

Висоту центрального пагона рослин заміряли мірною рейкою від поверхні ґрунту до верхівки самого довгого (витягнутого вгору) листка, а у фазі цвітіння волотей – від поверхні ґрунту до вершини волоті.

Кількість листків на центральному пагоні встановлювали шляхом підрахунку послідовної появи листків [43].

Індивідуальну насіннєву продуктивність рослин та біологічну урожайність насіння визначали з обліком структури насіннєвої продуктивності аналізували використовуючи загальноприйняті методики [44].

Хімічний вміст елементів у біомасі та інших показників визначали з використанням методу газорідинної хроматографії А. Н. Винниченка в лабораторії якості [45].

Біоенергетичну ефективність технологій вирощування світчграсу розраховували, використовуючи визначені рекомендації [46].

Статистичний аналіз отриманих результатів досліджень проводили з використанням дисперсійного методу аналізу [47] в середовищі Exel.

3.4. Агротехнологія у польових дослідах світчграсу

При розміщенні світчграсу після зернобобових культур основний обробіток ґрунту починають з лущення стерні на глибину 6-8 см.

Зяблеву оранку під світчграс слід проводити в ранні рядки на глибину 25-27 см. На менш родючих ґрунтах глибина оранки становить 22-25 см.

Оскільки культура добре реагує на забезпечення ґрунту вологою в посушливих районах рекомендується проводити снігозатримання.

Весняний обробіток ґрунту під світчграс передбачає ранньовесняне закриття вологи важкими боронами під кутом до зяблевої оранки у два сліди на глибину 3-5 см.

До сівби є можливість «поверхневими» обробками очистити поле від бур'янів. Для загортання насіння на певну глибину грунт перед посівом ущільнюють, застосовуючи коткування.

Найбільш високі і стабільні врожаї світчграсу можна отримати при посіві в оптимальні рядки, коли грунт на глибині 10 см прогріється до 12-15С. Якщо в посівному шарі достатню вологи, насіння загортають на глибину 1,5 – 2,0 см, а якщо її недостатньо, глибину загортання збільшують до 2,5 см.

Щоб мати дружні сходи, після посіву посіви коткують кільчастими або ребристими котками. Ґрунтову кірку і бур'яні руйнують ротаційними мотиками або боронуванням впоперек рядків.

Для захисту від бур'янів використовують гербіциди агрітокс. 1-1,5 л/га, базагран, 2-4 л/га 2,4-Д, 0,2-1,7 л/га. Світчграс найменш чутливий до дії гербіцидів у період від появи сходів до закінчення кущення.

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Вплив скарифікації і сортових особливостей на насіння світчграсу у лабораторних і польових умовах

Встановлено, що енергія проростання насіння сортів світчграсу залежно від скарифікації насіння варіювала від 55 до 68 % у лабораторних умовах.

У контрольному варіанті було визначено у Cave-in- rock – 57 % і Shelter – 55 %. За обробки механічною скарифікацією отримано у них же 64 і 62 %.

Найвищу енергію проростання насіння отримано за використанні термічної скарифікації – 68 і 66%, а найменші за хімічної – 57 і 59 % (рис.2).

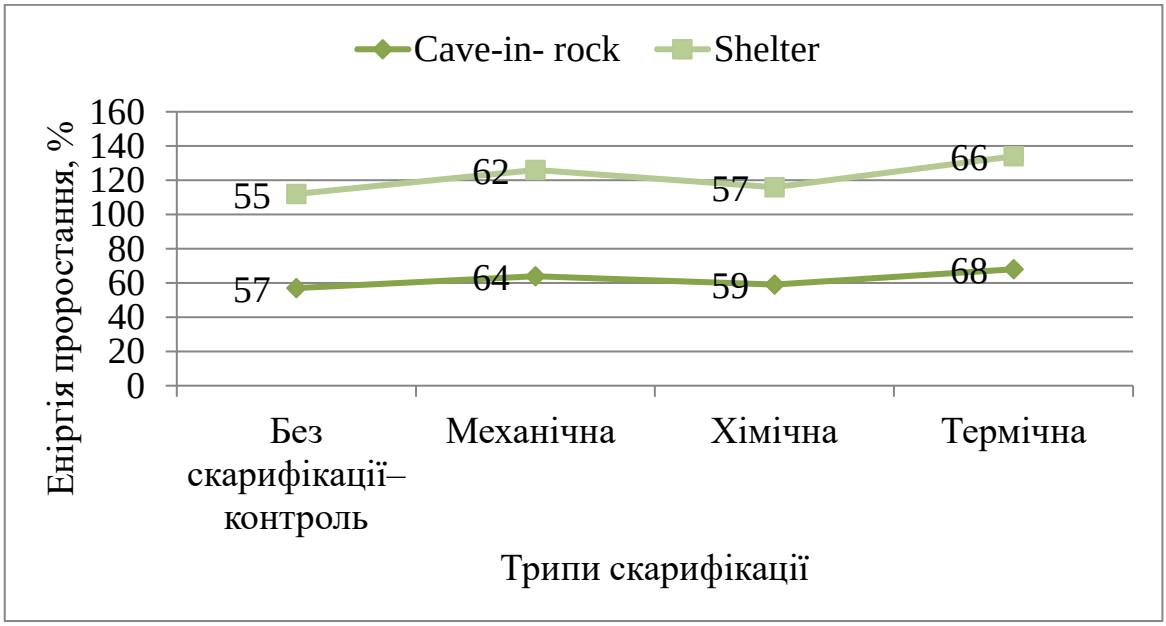


Рис.2. Енергія проростання світчграсу залежно від скарифікації насіння у лабораторних умовах, %

Установлено, що схожість у лабораторних умовах була в межах 68-80%.

На контрольних варіантах відмічено польову схожість 68 і 70 %, що вказує на найменші показники. У досліджуваних варіантах було визначено

найменшу схожість – за скарифікації хімічної – 72 і 75 %, а найвищі дані отримано за термічної – 77 і 80 %.

Механічна скарифікація не значно перевищувала контролі і становила – 75 і 78 % (рис.3).

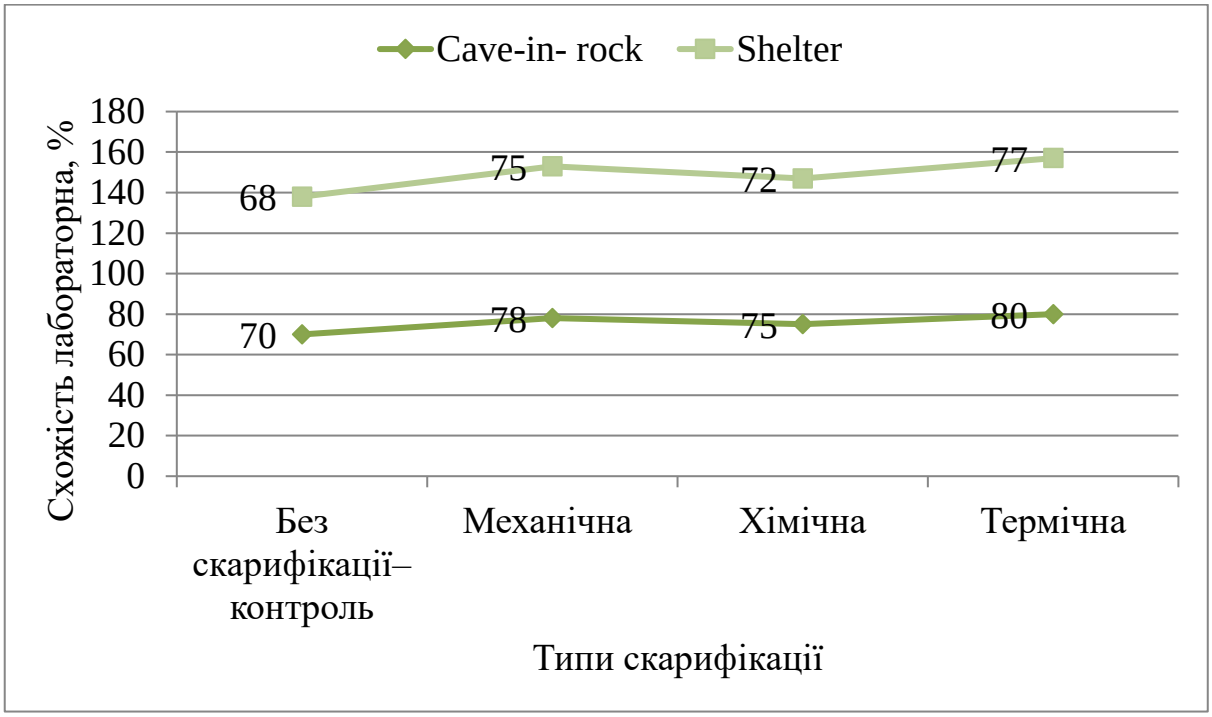


Рис.3. Лабораторна схожість насіння світчграсу залежно від досліджуваних чинників, %

Енергія проростання насіння світчграсу у польових умовах була нижчою за лабораторні показник і становила від 44 до 64 %.

Аналогічні дані отримано за вивченні у польових умовах скарифікація, як і у лабораторних. Найвищі дані відзначені за термічної – 60 і 64 %, а найменші за хімічної - 46 і 50 %.

Варіанти, що були в якості контролю і без скарифікації займали найменшу частину і становила – 44 і 48 %. За механічної скарифікації отримано схожість 55 і 58 %.

Варто відзначити зовнішній вигляд сходів, які на контрольному варіанті виглядали зеленими, але не достатньо дружніми.

За скарифікації термічної отримано найкращі і дружні сходи в усіх досліджуваних сортів.

Найгірші сходи у польових умовах були за хімічної скарифікації виявлено їх неодночасність і пожовтіння рослин на початкових етапах росту і розвитку (рис.4).

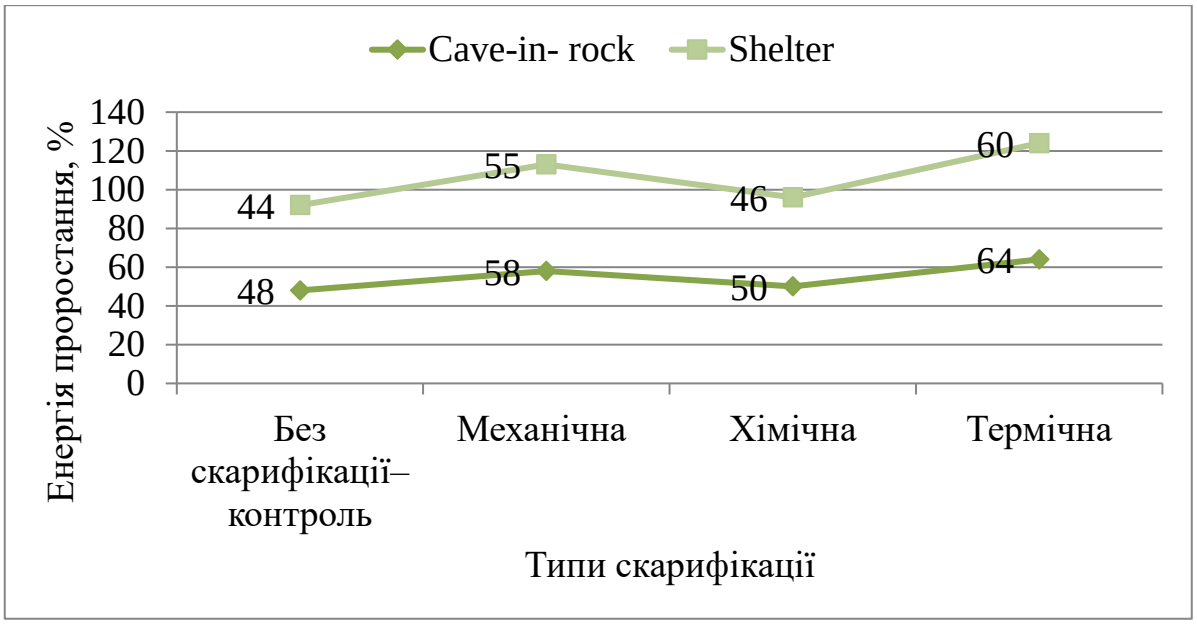


Рис. 4. Польова енергія проростання у сортів світчграсу залежно від скарифікації, %

Варто вказати, що скарифікація дозволила отримати схожість таку: термічна – 73 і 75 %, механічна – 70 і 73 %, хімічна – 67 і 70 % та найменше на контролі – 63 і 68 % (рис.5).

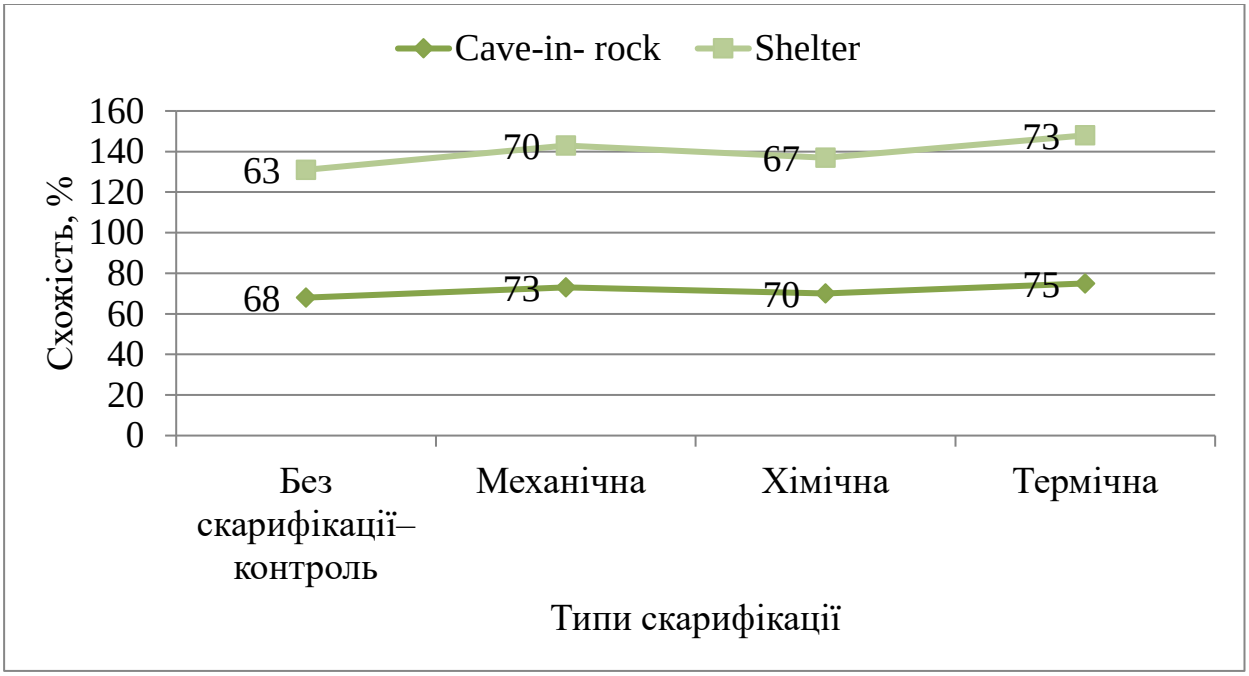


Рис.5. Схожість у польових умовах насіння світчграсу залежно від сортових особливостей і скарифікації, %

Зниження у польових умовах і схожості насіння порівняно із лабораторними відзначено в усіх досліджуваних сортів і на усіх варіантах.

Досліджено вплив коефіцієнту схожості насіння за різної скарифікації і сортових особливостей світчграсу.

Встановлено, що за термічної скарифікації отримано найвищий коефіцієнт 1,8 і 2,0, а найменший за хімічної – 1,0 і 1,2. Контрольний варіант становив 1,0 і 1,3 , а за механічної 1,3 і 1,5 (рис.6).

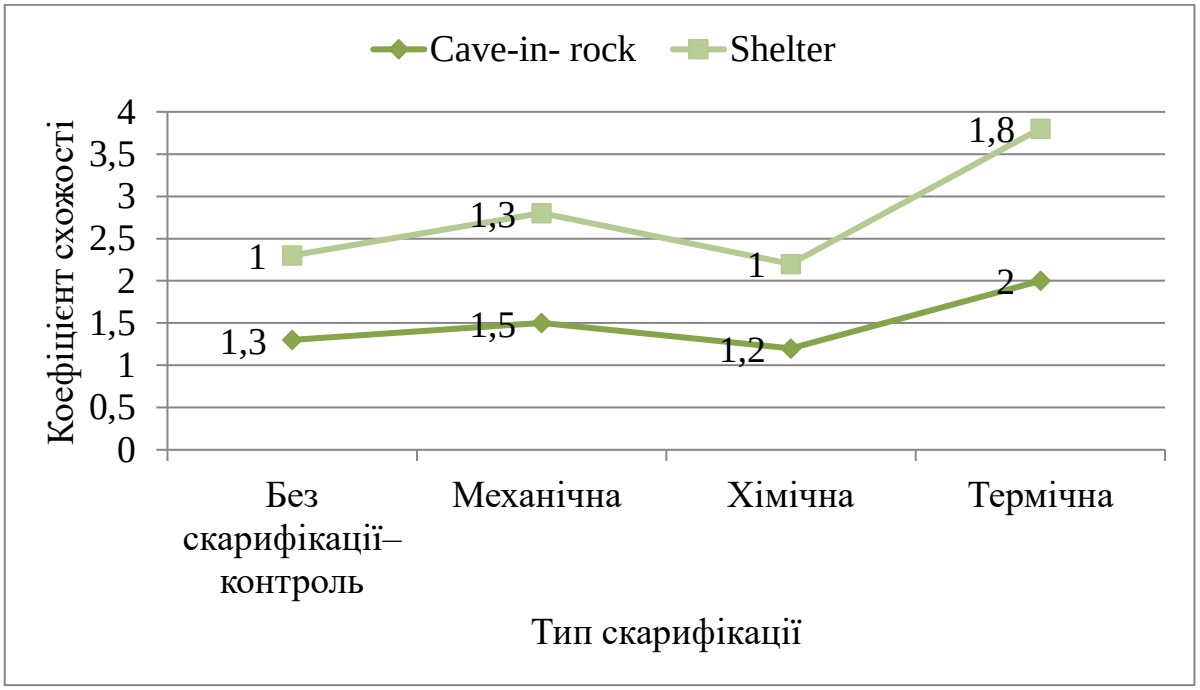


Рис.6. Коефіцієнт схожості насіння сортів світчграсу залежно від скарифікації насіння

Отже, у лабораторних і польових умовах енергія проростання насіння була високою і за скарифікації термічної отримано найвищі показники, а за хімічної найменші.

4.2. Динаміка росту і розвитку сортозразків світчграсу залежно від скарифікації насіння

На ріст і розвиток рослин істотно впливає запас поживних речовин, який є у ґрунті, сортові особливості, погодні умови та якісні показники насіння.

Варто вказати, ріст і розвиток рослин на початку вегетації відбувався швидше, а під кінець сповільнювався. Особливо доцільно вказати,про перевагу сорту Cave-in- rock над Shelter за усіма досліджуваними показниками.

У дослідженнях відмічено, що за скарифікації насіння відбувались на початкових етапах нерівномірні ростові процеси у сортів світчграсу.

За досліджуваних варіантів було отримано такі показники висоти: термічна – 123 і 144 см, механічна – 103 і 102 см, хімічна – 78 і 97 см, а най контрольному відмічено – 73 і 79 см.

Варто відзначити, що рослини за хімічної скарифікації були до кінця вегетаційного періоду найменшими і ріст їх до цвітіння гальмувався, а після нього вони інтенсивно починали цвісти (рис.7).

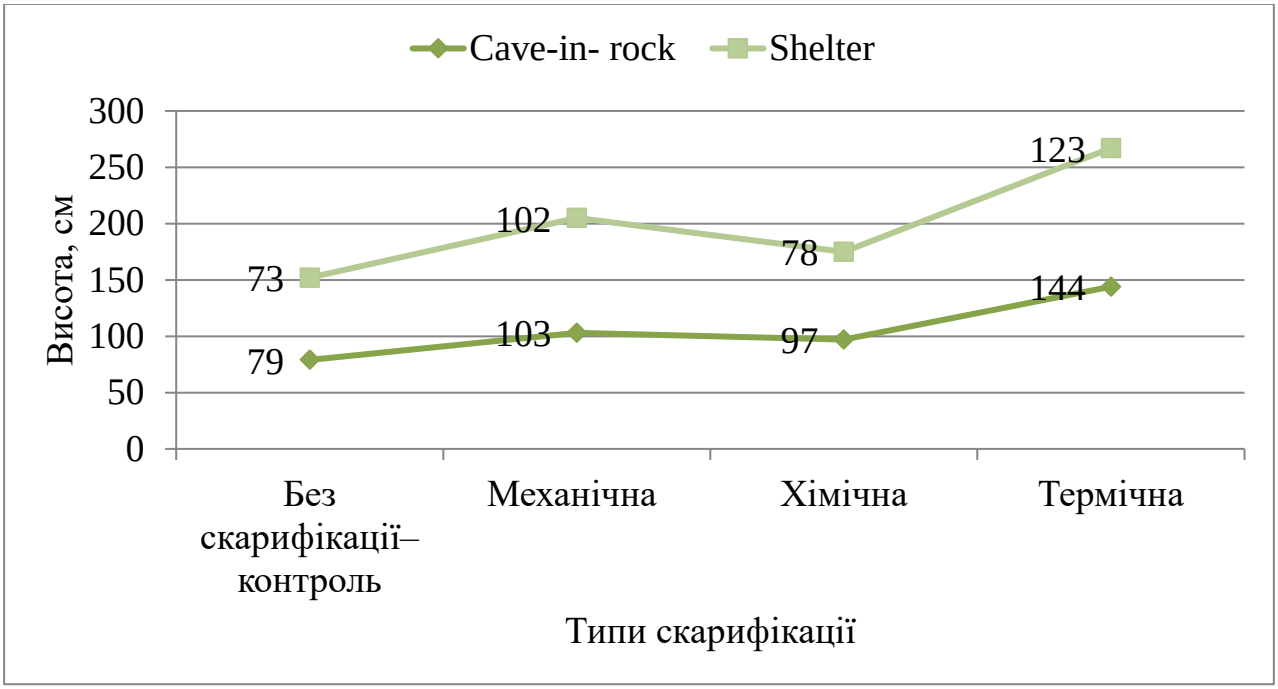


Рис. 7. Вплив скарифікації насіння на висоту рослин сортів світчграсу, см

Експериментально підтверджено, що частка впливу факторів на висоту рослин світчграсу найбільша була за сортовими особливостями – 51 %, скарифікація – становила – 30 %, умови вирощування – 17 %, інші – 2 % (рис.8).

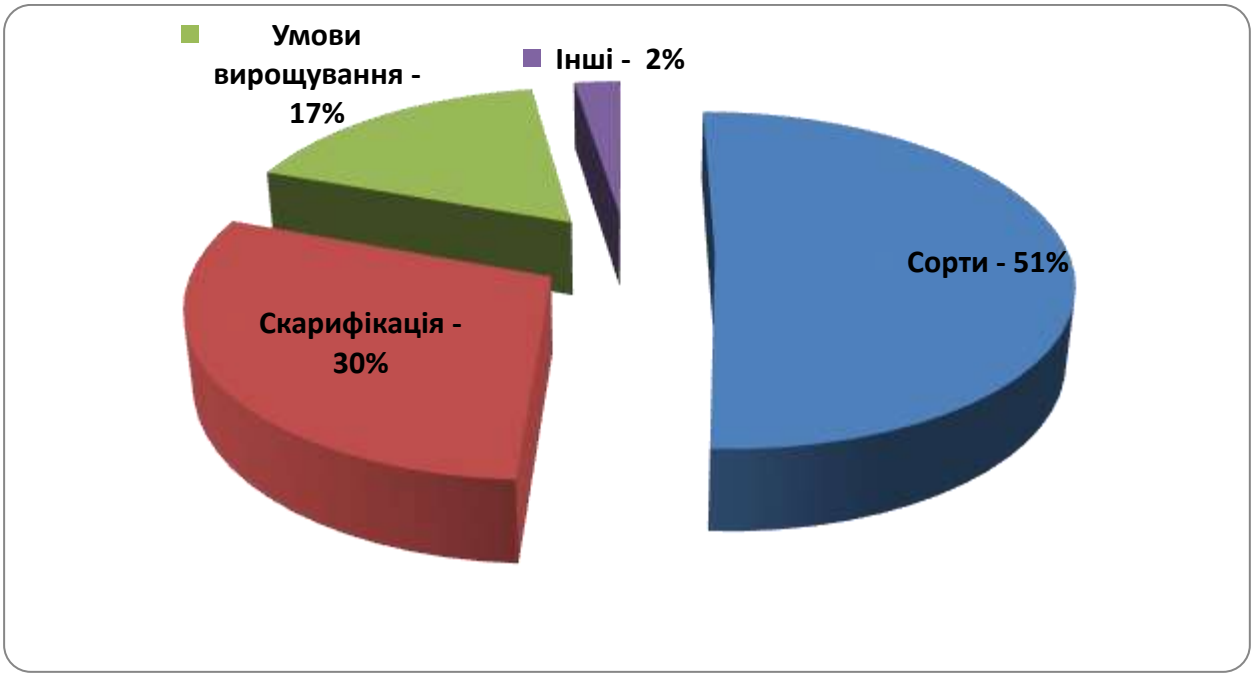


Рис. 8. Частка впливу факторів на висоту рослин світчграсу

Отже, скарифікація насіння впливає на початкових етапах росту і розвитку світчграсу у досліджуваних сортів, що в подальшому впливає на продуктивність та якість біомаси.

4.3. Влив скарифікації на вегетацію сортів світчграсу

За результатами досліджень встановлено, що тривалість вегетаційного періоду найдовша була за скарифікації термічної в усіх досліджуваних сортів, а найменша за хімічної.

Вегетаційний періоду сортів на контрольному варіанті становив у Shelter 25 діб, а у Cave-in- rock – 23 доби.

У сорту Cave-in- rock за різної скарифікації отримано у фазу сходи-кущіння від 20 до 25 діб, а у Shelter від 22 до 27 діб.

Доцільно відмітити, що різниця у проходженні фенологічних фаз стала помітною, коли рослини вступили у фазу три листочки, а також за тривалістю вегетаційного періоду. Наступні періоди проходили із затримкою в декілька діб.

Фаза початок викидання волоті – початок цвітіння вказує, що на контролі вона була 18 і 19 діб, а у дослідних від 15 до 23 діб.

Початок цвітіння – дозрівання насіння відбувся на 65 і 67 добу у контрольних варіантах, а найдовше за термічної - 71 і 73 доби.

Механічна і хімічна у сорту Shelter – відбулась на 75 і 74 добу, а у Cave-in- rock на 60 добу (табл. 1).

Таблиця 1

Тривалість фаз розвитку залежно від сортів і скарифікації насіння, діб

Фази розвитку. тривалість	Cave-in- rock				Shelter			
	К	Механічна	Хімічна	Термічна	К	Механічна	Хімічна	Термічна
Сходи - кущіння	23	20	25	20	25	23	27	22
Початок викидання волоті – початок цвітіння	18	15	18	18	19	23	23	22
Початок цвітіння – дозрівання насіння	65	60	60	73	67	75	74	71
Вегетаційний період	170	186	185	182	168	166	145	183

Отже, тривалість вегетації і розвитку світчграсу – є досить динамічним показником, що змінюється під впливом наявних гідротермічних умов року та технологічних прийомів вирощування.

Наведені дані свідчать про те, що в умовах Лісостепу України тривалість вегетаційного періоду залежить як від строку садіння, так і сортових особливостей так і від якості насіння. Отже, і від цих елементів технології вирощування в значній мірі залежить проходження процесів росту і розвитку рослин світчграсу, а також формування біомаси.

4.4. Кількість листків у сортів світчграсу залежно від чинників впливу

Ріст пагона у світчграсу в довжину відрізняється відповідною закономірністю: на початку спостереження незначний ріст пагона в довжину, потім швидкий ріст до максимального значення перед цвітінням, після чого наступає постійне сповільнення росту і на кінець повне припинення росту пагона в довжину і формування листків.

Кількість листків на стеблі у сортів світчграсу коливалась від 5,5 до 7,7 шт.

У сорту Cave-in- rock відмічено на контролі кількість листків – 6,0 шт., за механічної скарифікації – 6,5 шт., хімічної – 6,2 шт., та термічної – 7,7 шт.

Нижчі показники по кількості листків були у сорту Shelter і за різної скарифікації варіювали від 5,7 шт (хімчна) до 6,6 шт. (термічна) (рис. 9).

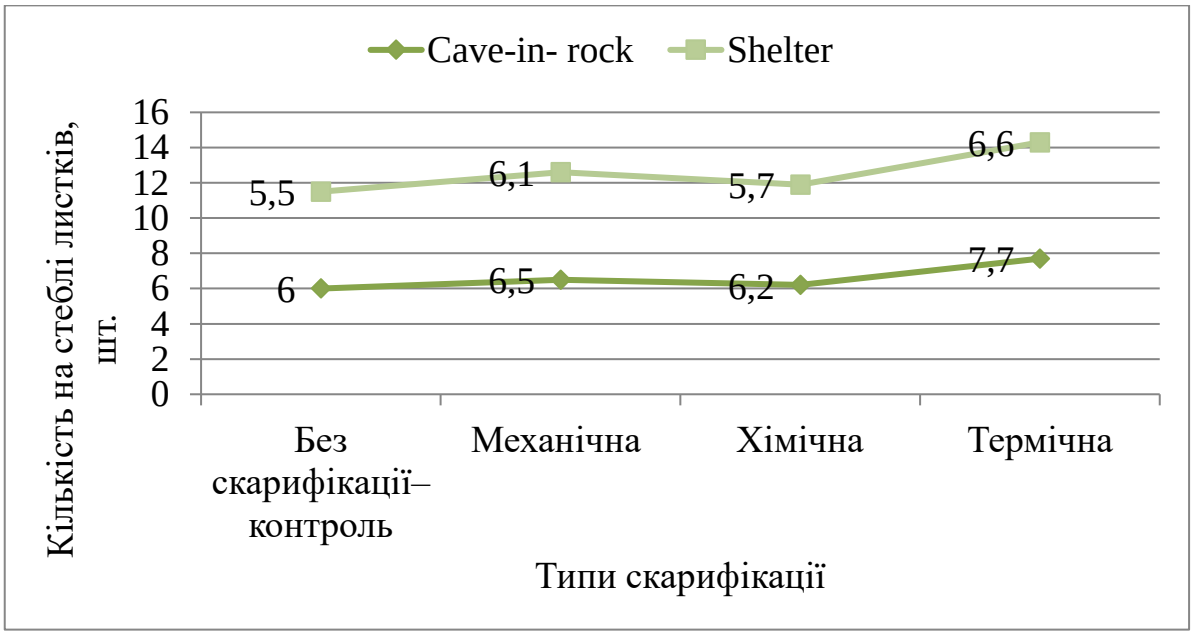


Рис. 9. Кількість листків на стеблі у сортів світчграсу залежно від факторів впливу, шт.

Вивчення довжини листків світчграсу вказує, що найменші вони були за хімічної скарифікації насіння – 52,3 і 53,8 см, а найбільші за термічної - 55,8 і 58,7 см.

Контрольні варіанти мали – 51,4 і 52,3 см та механічна скарифікація насіння – 53,1 і 55,6 см (рис.10).

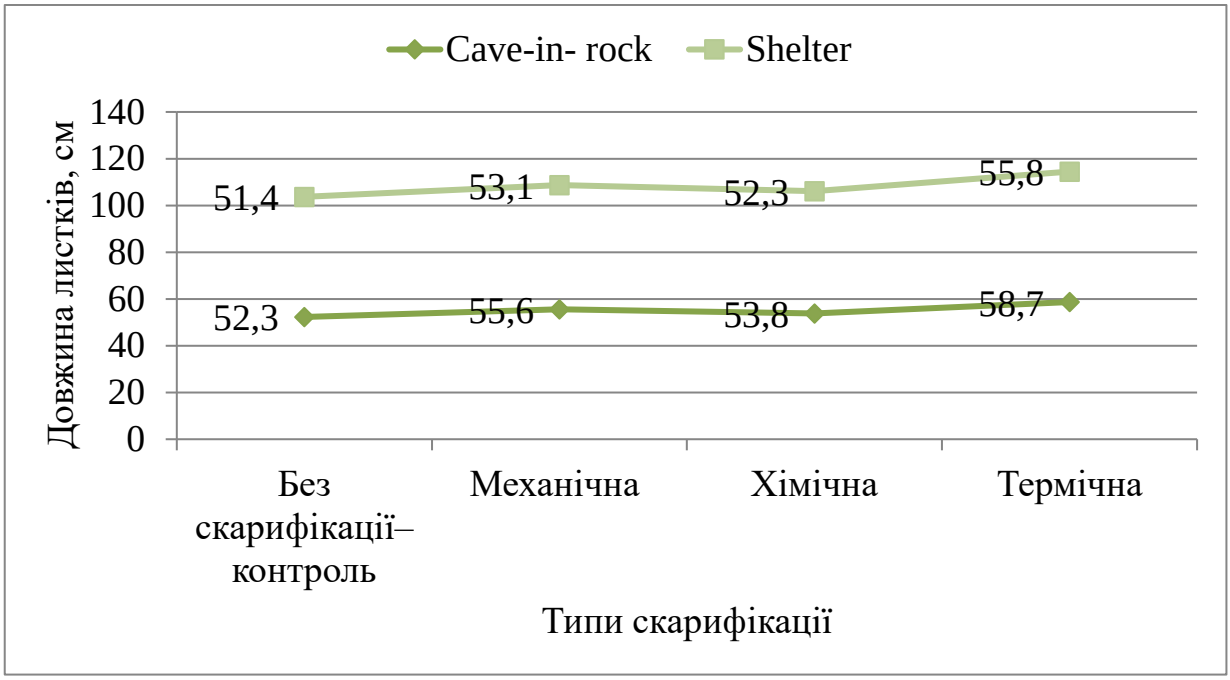


Рис. 10. Довжина листків світчграсу залежно від скарифікації насіння і сортових особливостях, см

За дослідженні ширини листків було визначено ідентичну закономірність як і по довжині.

У сорту Shelter ширина листків була меншою від 0,8 до 1,1 см, а у сорту Cave-in- rock від 0,9 до 1,3 см (рис. 11).

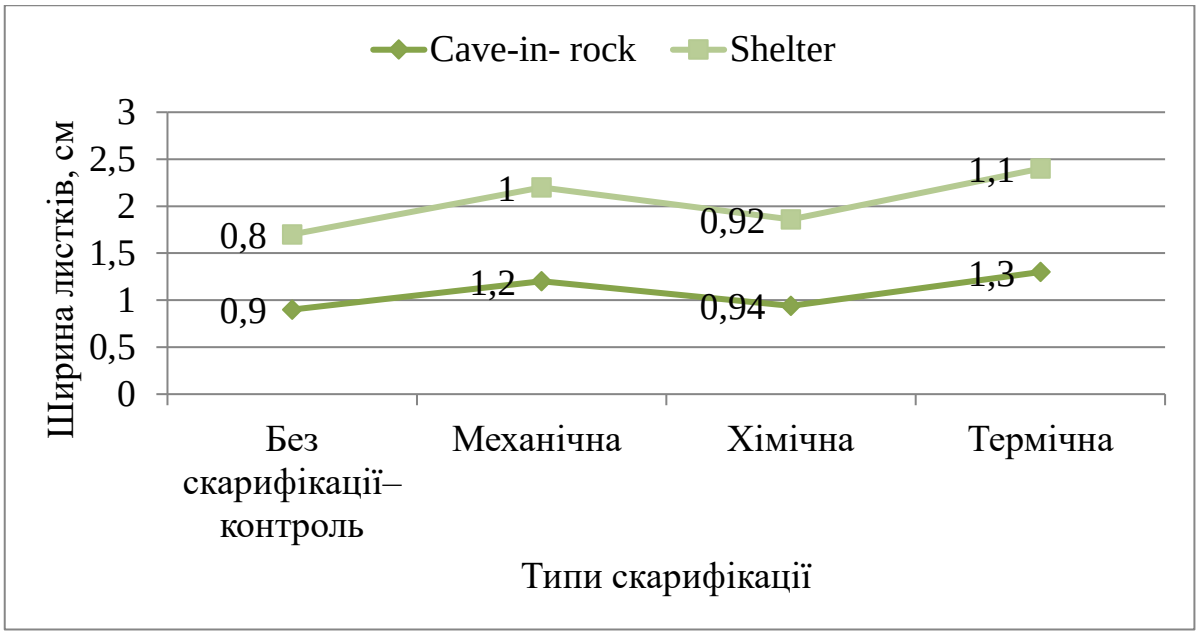


Рис. 11. Ширина листків світчграсу залежно від скарифікації насіння і сортових особливостей, см

Згідно закономірності, яка відмічена і у попередніх показниках найбільша ширина була за термічної скарифікації – 1,1 і 1,3 см, а найменша за хімічної - 0,92 і 0,94 см.

Контрольні варіанти мали 0,8 і 0,9 см, а механічна скарифікація забезпечила – 1,0 і 1,2 см (рис. 11).

Отже, кількість листків та їх ширина і довжина були сформовані за досліджуваних чинників, погодних умов року.

4.5. Вплив скарифікації насіння сортів світчграсу на формування урожайності культури

Урожайність листково-стеблової маси світчграсу визначається генетичним потенціалом садивного матеріалу та рівнем технології його вирощування. Щоб повніше реалізувати його потенціальну продуктивність, технологія вирощування повинна максимально задовольняти вимоги рослин щодо ґрунтового і повітряного живлення, забезпечення вологою, теплом протягом періоду вегетації [7].

Однією з основних ознак, на яку впливають як природні фактори, так і запропоновані нами, є урожайність сирої маси світчграсу.

Аналізуючи урожайність даної культури згідно чинників впливу відмічено, що найвищі показники були за термічної скарифікації - 20,6 і 23,5 т/га, а найменші за хімічної - 19,4 і 21,3 т/га.

За дослідження механічної скарифікації і її впливу можна відмітити у сорту Shelter було отримано сирої біомаси – 20,1 т/га, а у Cave-in- rock 22,7 т/га.

Без скарифікації отримано урожайність сирої біомаси у сортів 19,2 т/га і 21,0 т/га, що було найменше порівняно із досліджуваними варіантами (рис. 12).

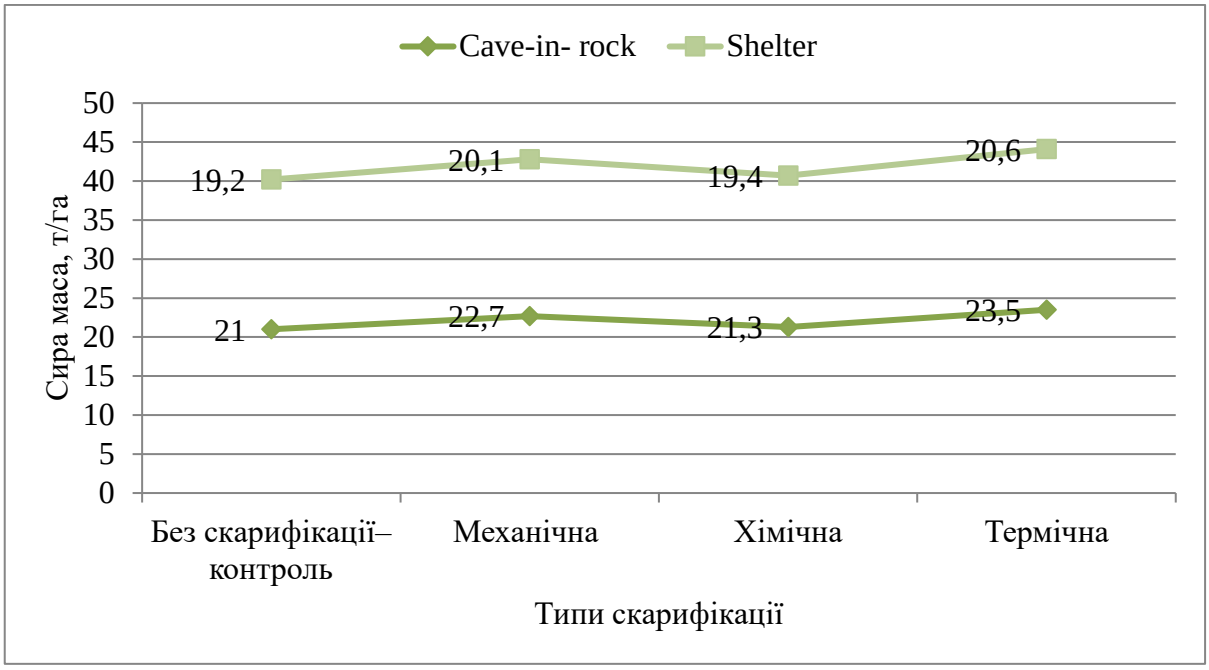


Рис. 12. Формування сирої маси світчграсу залежно від сортових особливостей і скарифікації насіння, т/га

Результати досліджень свідчать, що урожайність сухої маси у світчграсу залежна від сирої і у досліджуваних варіантах вища за скарифікації термічної і механічної, а найменше за хімічної.

У сорту світчграсу Cave-in- rock найменше було на контролі сухої маси урожайність – 10,6 т/га, хімічній - 10,8 т/га, механічній - 11,2 т/га і найбільше за термічної скарифікації – 11,6 т/га (рис. 13.).

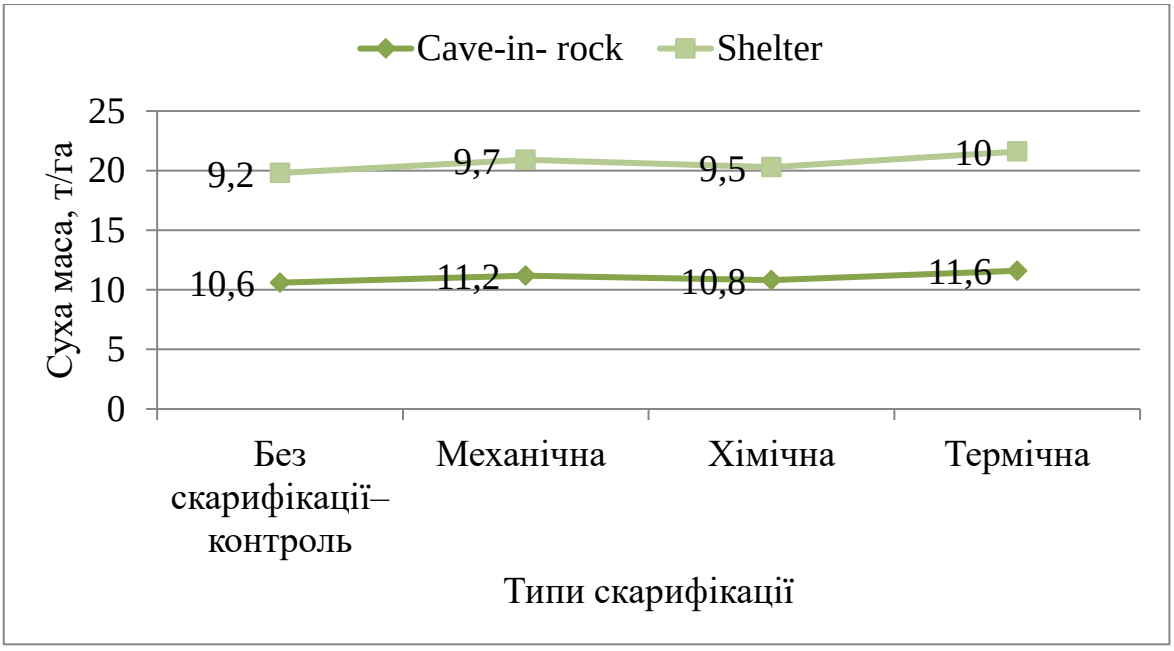


Рис. 13. Вплив скарифікації насіння і сортових особливостей на урожайність сухої маси світчграсу, т/га

Встановлено, що на контролі у сорту Shelter суха маса була 9,2 т/га, за хімічної скарифікації – 9,5 т/га, механічної – 9,7 т/га, термічної - 10,0 т/га (рис.13).

Математично-статистичні розрахунки вказують, що частка впливу факторів найвища була у сортових особливостей культури – 42 %, фактор скарифікація насіння займав 29 %, умови вирощування – 22 %, інші – 7 % (рис. 14).

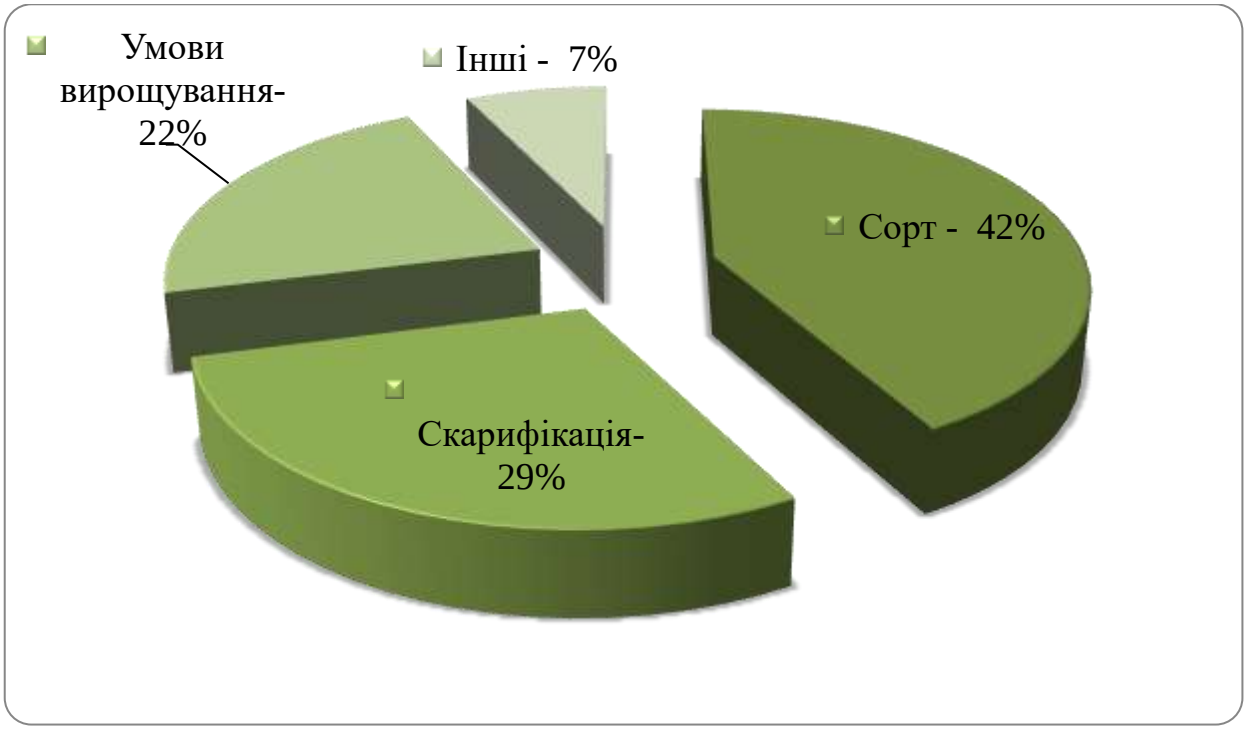


Рис.14. Частка впливу факторів на урожайність сирої біомаси світчграсу

Отже, у результаті проведених досліджень встановлено, що серед зазначених чинників вплив коливався 42 і 29 %, тому щоб розробити оптимальну технологію вирощування, потрібно знати й враховувати закономірності зміни факторів зовнішнього середовища під впливом технологічних прийомів і особливості росту та розвитку рослин, а також вимоги їх на кожному періоді вегетації до необхідних факторів.

4.6. Елементи структури урожаю при скарифікації насіння світчграсу

Дослідження вказують, що вага сирої рослини наприкінці вегетації залежно від скарифікації була в межах 13,2 – 16,5 г. Контрольні варіанти у досліджуваних сортів становили 12,0 і 13,7 г із перевагою сорту Cave-in-rock.

Сорт Shelter за термічної скарифікації насіння мав вагу рослини 14,5 г, механічної – 13,2 г, хімічної – 12,6 г.

Варто вказати, що у сорту Cave-in- rock за термічної скарифікації отримано вагу рослини 16,5 г, механічної – 15,7 г, хімічної – 14,5 г (рис.15).

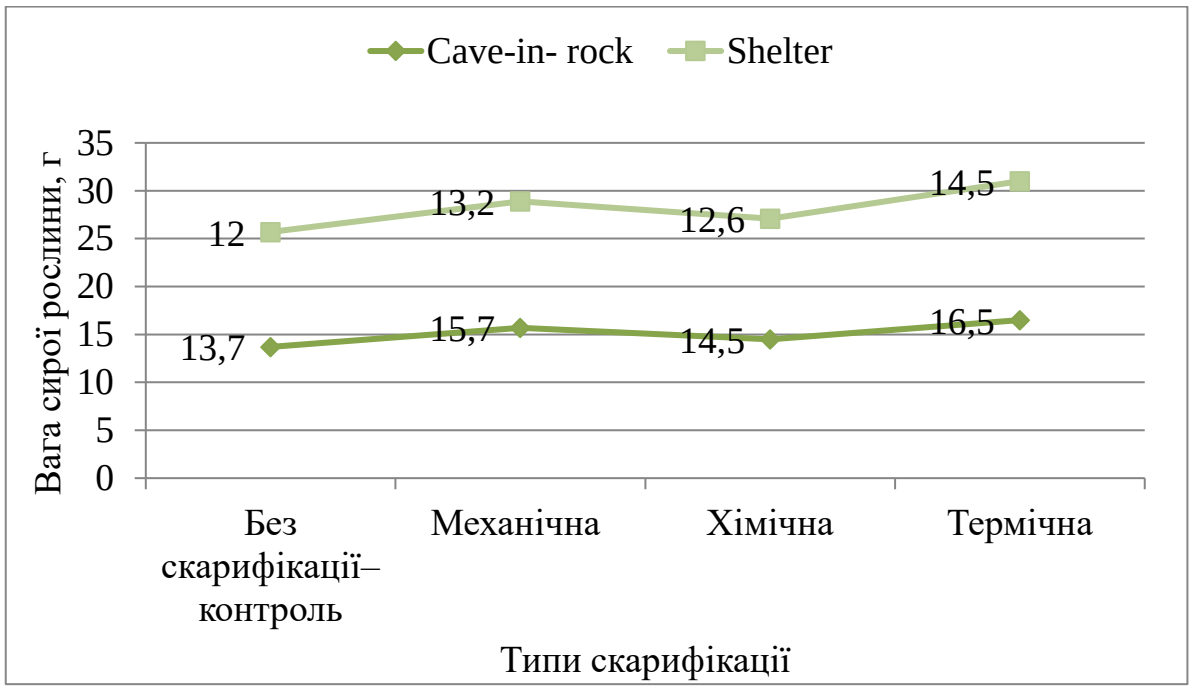


Рис. 15. Вага сирої рослини наприкінці вегетації залежно від скарифікації насіння і сортових особливостей культури, г

Вага сухої рослини залежно від чинників впливу вказує на аналогічну залежність, як і у сирої рослини.

Найвищі показники отримано за термічної скарифікації насіння 3,06 і 3,25 г, а найменші за хімічної – 2,45 і 2,68 г.

Механічна скарифікація вказує на вагу сухої рослини світчграсу 2,80 і 3,02 г.

Контролі містили найменшу вагу сухої рослин – 2,10 і 2,55 г (рис. 16).

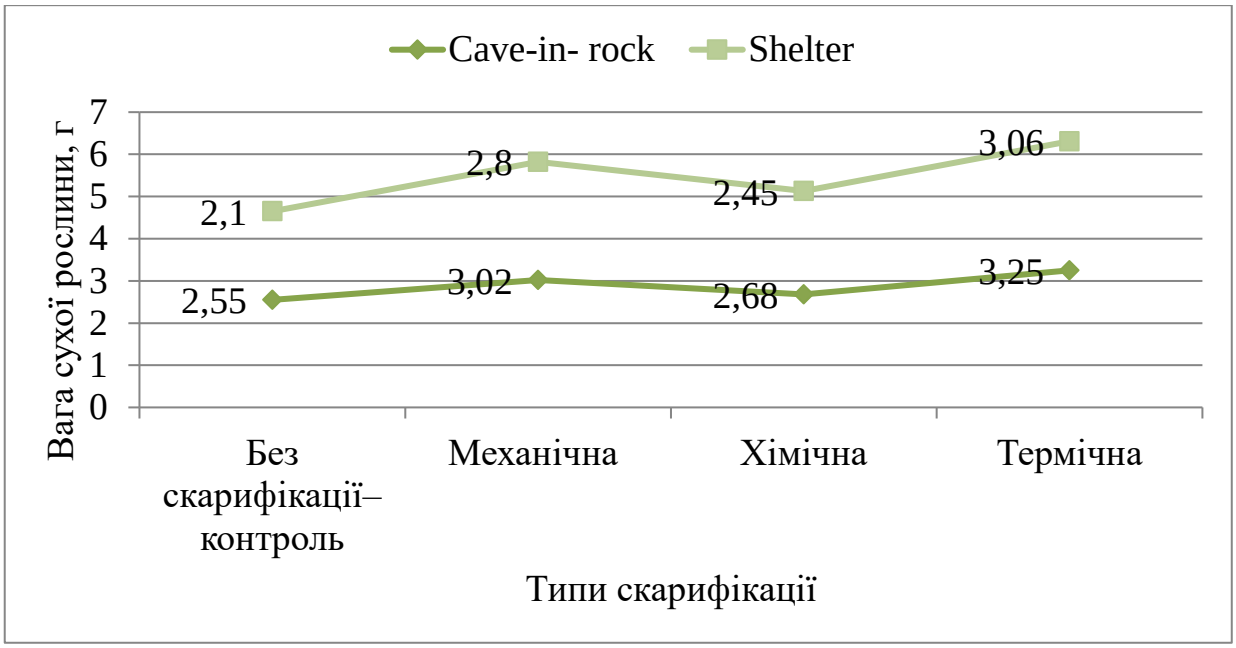


Рис.16. Вага сухої рослин світчграсу залежно від чинників впливу, г

Отже, вага сухої і сирої рослин найвищі були за термічної скарифікації, а найменші за хімічної.

4.7. Формування у біомасі світчграсу хімічних складників

Теплотворна здатність біопалива залежить від співвідношення елементів, що містяться в ньому. Вуглець і водень збільшують теплоту згорання, в той час як високий вміст вологи і кисню в біомасі її зменшує.

Зазвичай, біомаса злакових культур 80% енергії генерує за рахунок згорання летючих речовин, або газів і 20% – в результаті згорання твердого вуглецю. Брикети та гранули виділяють більше тепла, порівняно з паливною січкою, збільшуючи коефіцієнт корисної дії котелень, не вимагаюючи великих складських площ і у процесі зберігання не самозаймаються. Проте автоматизувати процес завантаження брикетів в котел досить складно. З цієї

точки зору набагато зручнішими є паливні гранули – циліндричні пресовані вироби з висушеної сировини (біомаси) [6, 12].

Вміст сірки у фітомасі світчграсу варіював від 0,16 до 0,23% на суху речовину та істотно по варіантах не відрізнявся, однак найвищий вміст було відмічено за хімічної скарифікації насіння – 0,23 і 0,20 % на суху речовину, а найменший за термічної – 0,16 і 0,18 **%** на суху речовину (рис. 17).

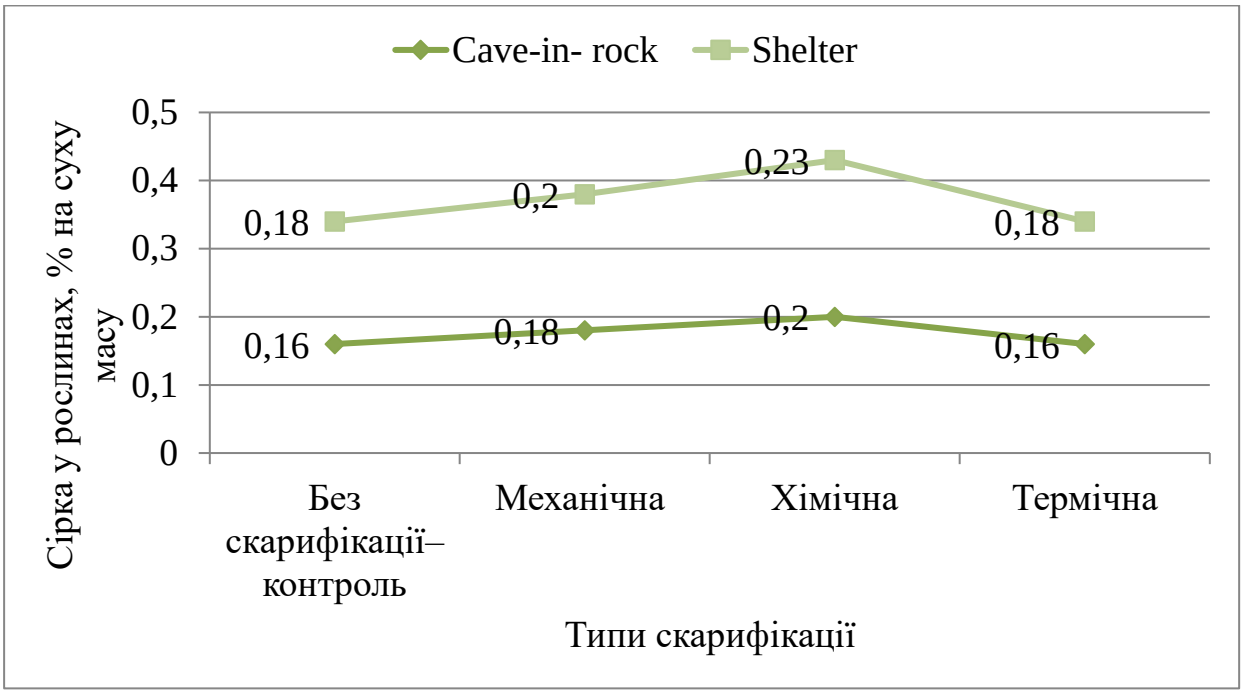


Рис.17. Вміст сірки у рослинах світчграсу залежно сортових особливостей і скарифікації, % на суху речовину

Накопичення у стеблах хлору вказує на його калювання від 0,017 до 0,026 % на суху речовину (рис.18).

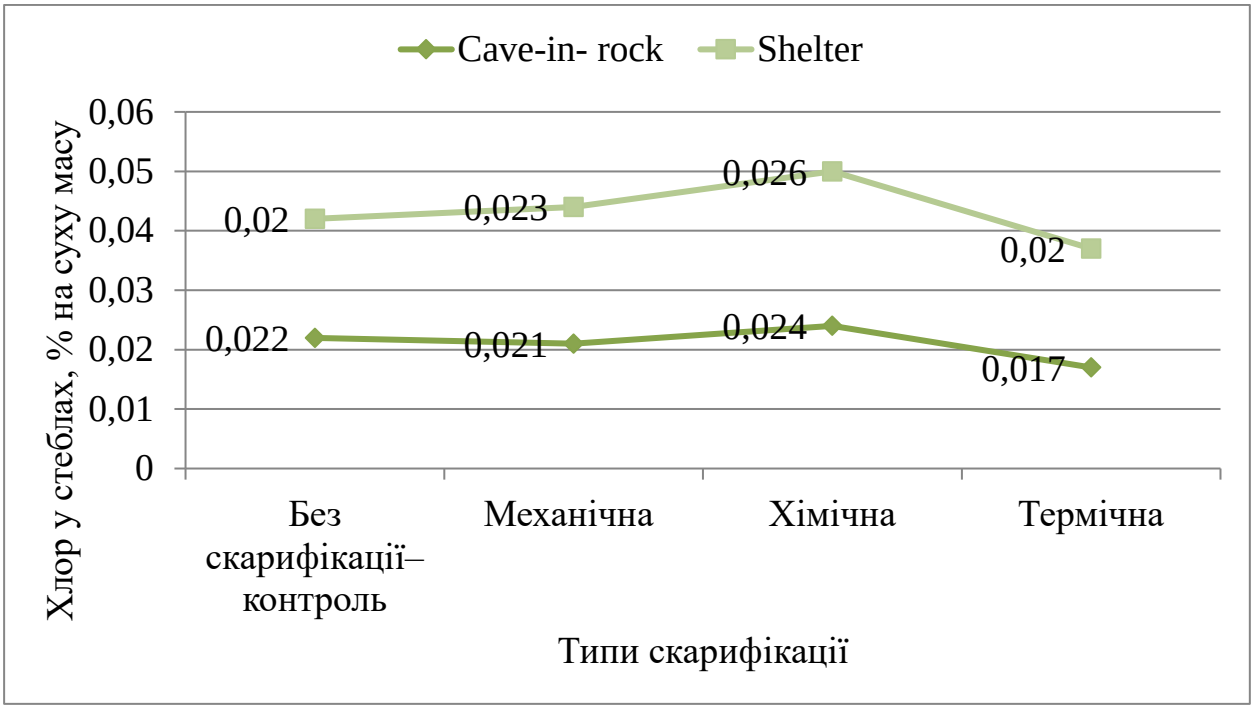


Рис. 18. Вміст у стеблах хлору залежно від сорту і скарифікації насіння, % на суху речовину

Як вказують дані рисунку 18 найбільший вміст було за хімічної скарифікації – 0,026 і 0,024 % на суху речовину, а найменший за термічної – 0,020 і 0,017 % на суху речовину.

Отже, технологічні якості біомаси складають комплекс їх біологічних, хімічних і фізичних особливостей, які є визначальними в технологічному процесі переробляння та спалювання, тому вміст елементів важливий у фітомасі культури.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ РОЗРАХУНКИ ПРОДУКТИВНОСТІ ПОСІВІВ СВІТЧГРАСУ ЗАЛЕЖНО ВІД СКАРИФІКАЦІЇ НАСІННЯ І СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ

В дослідженнях економічної ефективності вирощування біоенергетичних культур враховували усі енергозатрати, необхідні на здійснення технологічних процесів і акумульовані в матеріально-технічних засобах (машинах, пальному, добривах, гербіцидах та ін.).

Врахували вміст валової і обмінної енергії (ВЕ і ОЕ) в одиниці врожаю сухої сировини. Співвідношення між акумульованою енергією в урожаї і енергією, затраченою на вирощування біомаси, дало змогу дати об‘єктивну оцінку ефективності окремим елементам і технології в цілому.

Затрати сукупної енергії на вирощування культури, вміст енергії в урожаї виражали в МДж та ГДж. Технології вирощування були енергозберігаючими, тобто забезпечували мінімальний рівень затрат сукупної енергії на одиницю продукції [48].

В ефективному виробництві на одиницю затраченої сукупної енергії в процесі вирощування високопродуктивних енергетичних культур припадає зазвичай від 3 до 6 одиниць акумульованої енергії.

Економічно перспективною сировиною для паливних гранул та брикетів є спеціально вирощена біомаса багаторічних злакових культур міскантусу і світчграсу, що характеризується високою врожайністю та підвищеним виходом енергії [49].

Дослідженнями встановлено, що собівартість тепла, отриманого в процесі згоряння паливних гранул, на 30% нижча від традиційних енергоносіїв кам‘яного вугілля і на 50% від природного газу [50].

Найбільш важливою характеристикою сировини є її теплотворна здатність, яка залежить від низки факторів: генетичних особливостей

культури, вмісту целюлози, пектину, полімерних та фенольних смол; умов зберігання сировини та вологості.

Вартість продукції було оцінено із середньої ціни в Україні не фітомасу, яка становила – 2710 грн.

Умовно чистий прибуток більший відмічено у сорту Cave-in- rock на усіх варіантах порівняно із сортом Shelter.

У сортів найвищі показники по прибутковості було визначено за термічної скарифікації насіння 21286 грн. і 16950 грн. дещо нижчі за механічної - 20202 грн. і 16137 грн.

Найменшу прибутковість було отримано за хімічної скарифікації – 19118 грн. і 15595 грн. (табл.. 2).

Таблиця 2

Економічні розрахунки продуктивності посівів світчграсу залежно від скарифікації насіння і сортових особливостей, грн.

(Фактор А) Сорти	(Фактор В) Скарифікація	Урожай-ність сухої біомаси, т/га	Вартість продукції, грн./т	Виробничі витрати на 1 га, грн.	Чистий прибуток з 1 га, грн.
Cave-in-rock	Без скарифікації– контроль	10,6	2710	10150	18576
	Механічна	11,2	2710	10150	20202
	Хімічна	10,8	2710	10150	19118
	Термічна	11,6	2710	10150	21286
Shelter	Без скарифікації– контроль	9,2	2710	10150	14782
	Механічна	9,7	2710	10150	16137
	Хімічна	9,5	2710	10150	15595
	Термічна	10	2710	10150	16950

Рівень рентабельності культури у досліджуваних сортів коливався від 90 до 115 %.

Відомо, що розробка будь-якої технології вирощування сільськогосподарських культур має бути енергетично та економічно вигідною. Енергетичний аналіз являє собою оцінку витрат непоновлювальної енергії на виробництво продукції в порівнянні з кількістю отриманої енергії, вираженої в порівняльних одиницях[52].

У досліджуваних варіантах енергетичний коефіцієнт найвищий був у сорту Cave-in- rock за термічної скарифікації - 1,13 і у Shelter - 1,05 Кее. Найменший коефіцієнт був на контрольних варіантах 0,83 і 0,67 Кее та хімічній обробці – 0,97 і 0,72 Кее. За механічної скарифікації отримано у сортів 1,06 і 0,88 Кее (табл.. 3).

Таблиця 3

Енергетичні розрахунки продуктивності посівів світчграсу залежно від скарифікації насіння і сортових особливостей , МДж/га

(ФакторА) Сорти	(Фактор В) Скарифікація	Прихід енергії, тис. МДж/га	Витрати енергії, тис. МДж/га	Приріст валової енергії тис. МДж/га	Енергетичний коефіцієнт, Кее
Cave-in- rock	Без скарифікації–контроль	21,2	7,8	13,4	0,83
	Механічна	23,5	11,2	12,3	1,06
	Хімічна	21,4	13,2	8,2	0,97
	Термічна	25,7	11,5	14,2	1,13
Shelter	Без скарифікації–контроль	20,0	7,0	13	0,67
	Механічна	20,8	10,5	10,3	0,88
	Хімічна	20,5	10,9	9,6	0,72
	Термічна	21,3	10,7	10,6	1,05

Основна мета енергетичної оцінки використання сировинних джерел рослинного походження − пошук і планування технологічних прийомів і

елементів вирощування світчграсу, які б забезпечували раціональне використання невідновлювальної енергії і охорону навколишнього середовища.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА У ПОСІВАХ СВІТЧГРАСУ ЗАЛЕЖНО ВІД СКАРИФІКАЦІЇ НАСІННЯ І СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ

6.1. Моделювання виробничих небезпек в посівах світчграсу залежно від скарифікації насіння і сортових особливостей

Відомо, що сільське господарство - це сотні потужних підприємств по всій країні і тисячі робочих місць, які приносять дохід нашій державі. Але необхідно пам’ятати, що понад прибуток кожен роботодавець має ставити безпеку своїх працівників. А тому на сільськогосподарських підприємствах мають приділяти належну увагу створенню безпечних умов праці, а службу охорони праці - забезпечити якісною інформаційною підтримкою. Адже чи не половина робіт, що виконують на сільськогосподарських підприємствах, є роботами підвищеної небезпеки. Та й профільне законодавство має тенденцію до змін[53].

Проблема створення безпечних і нешкідливих умов праці була і залишається однією з головних, тому що від її вирішення залежить не тільки успішна робота конкретного підприємства чи галузі, але і збереження здоров'я та підтримка працездатності працівників на протязі трудового життя. Дія негативних факторів виробничого середовища може призвести до виробничої травми, професійного чи виробничо обумовленого захворювання.

Виробничий травматизм і захворювання спричиняють величезні, непоправні суспільні втрати, негативно впливають на економіку країн, рівень життя народів. За даними Міжнародного бюро праці внаслідок нещасних випадків на виробництві та профзахворювань у світі щорічно гинуть більше 2 млн. людей і приблизно 270 тис. одержують травми, шкода економіці при цьому складає більше 1,2 трлн. доларів США – 4% світового валового продукту.

За статистичними даними щосекунди у світі на виробництві травмується 4 людини; кожні три хвилини вмирає одна людина; в Україні кожні 8 хвилин травмується одна людина й кожні 5 годин вмирає одна людина [54].

У наш час на підприємствах України щоденно травмуються в середньому 200 осіб, із них 30 - стають інвалідами, 22 - отримують професійні захворювання, а 5 - гинуть. За кількістю нещасних випадків на 45 1000 працюючих Україна посідає провідне місце серед економічно розвинених країн – 0,1 (Великобританія – 0,016; Японія – 0,02; Швеція – 0,032; Фінляндії – 0,038). На жаль, зниження травматизму пов'язане зі зменшенням кількості працівників, зайнятих у виробництві, або з наявністю фактів нещасних випадків, які приховуються.

Про це говорять наступні цифри: в умовах, що не відповідають санітарно-гігієнічним нормам, працює зараз 26,1% робітників; забезпечення засобами індивідуального захисту складає 40- 50%; 80 тис. машин, механізмів, транспортних засобів не відповідають вимогам безпеки; більш 9 тис. виробничих об’єктів знаходяться в аварійному стані .

Аналіз розподілу смертельних випадків за напрямами нагляду показує, що останні роки на перших місцях знаходяться агропромисловий комплекс, вугільна промисловість, невиробнича сфера, будівництво і транспорт. У машинобудуванні щорічно гине в середньому 44-60 осіб. З урахуванням відсутності надзвичайних небезпек у галузі рівень травматизму достатньо високий [55].

В Україні щорічно фіксується велика кількість випадків професійних захворювань. Основна причина високого рівня травматизму та профзахворювань в Україні – несприятлива економічна ситуація, що ускладнює вирішення цілого ряду конкретних проблем (украй повільна заміна морально і фізично застарілого устаткування, скорочення чи повне припинення фінансування і матеріально-технічного забезпечення заходів щодо безпеки виробництва й охорони праці на всіх рівнях управління).

Фінансування заходів з охорони праці, на жаль, здійснюється за залишковим принципом [56].

Економічні методи управління охороною праціі показують керівникам підприємств, що краще і дешевше вкладати кошти в охорону праці, у заходи щодо попередження виробничих ризиків, ніж прирікати себе на постійну ліквідацію наслідків нещасних випадків на виробництві.

Успішна профілактика виробничого травматизму і профзахворювань можлива лише за умови ретельного вивчення причин їхнього виникнення. На основі системного підходу та наукового аналізу матеріалів розслідування пропонується виділити наступні групи причин нещасних випадків та профзахворювань: організаційні, санітарно-гігієнічні, технічні, ергономічні, природні, антропогенні (особистісні і психофізіологічні).

На думку фахівців, велика кількість нещасних випадків зі смертельним результатом обумовлена п'ятьма основними причинами:

- незадовільна підготовка працівників і керівників з питань охорони праці;

- відсутність належного контролю за станом безпеки і виконанням установлених норм;

- недостатня забезпеченість працівників засобами індивідуального захисту;

- повільне впровадження методів і пристроїв колективної безпеки на підприємствах;

- зношеність (у деяких галузях до 80 %) засобів виробництва.

Виходячи з вищеназваних причин травматизму, визначені основні напрями профілактики травматизму і профзахворювань, а також зниження фізичної стомлюваності працюючих і підвищення продуктивності праці:

- механізація, автоматизація і роботизація виробництва;

- упровадження безпечної техніки і технологій, зокрема застосування засобів колективного захисту,

- забезпечення безпеки будинків і споруджень, а також належних санітарно-гігієнічних умов праці;

- організація безпечного ведення процесу і забезпечення працюючих засобами індивідуального захисту;

- забезпечення оптимальних режимів праці та відпочинку; професійний підбір кадрів.

Відповідно з перерахованими напрямками проводяться організаційні та технічні заходи щодо попередження й усунення виробничого травматизму та профзахворювань.

В сільському господарстві основним завданням заходів та засобів із охорони праці є створення для працівників цілком здорових, безпечних умов праці, профілактика професійних захворювань, попередження нещасних випадків та аварій, пов'язаних із виробничими процесами в сільському господарстві, тобто захист працюючих від впливу шкідливих та небезпечних виробничих факторів (чинників), а саме : фізичних, хімічних, біологічних та психофізичних.

Сільськогосподарське виробництво при цьому має низку структурних, організаційних та технологічних особливостей, що впливають на рівень виробничих ризиків та роблять цю галузь однією з найбільш травмонебезпечних.

На всіх юридичних, фізичних осіб та на всіх працюючих у відповідності до Закону України «Про охорону праці», дія якого поширюється відповідно до законодавства, обов’язок створення на робочому місці в кожному структурному підрозділі умов праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечення додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці покладається на роботодавця [57].

6.2. Охорона навколишнього і природного середовища в посівах світчграсу залежно від скарифікації насіння і сортових особливостей

В Україні антропогенне і техногенне навантаження на навколишнє природне середовище у декілька разів перевищує відповідні показники у розвинутих країнах світу. Обсяг шкідливих викидів від усіх видів виробничогосподарської діяльності перевищує припустимі норми в 3-7 разів і продовжує зростати[58].

У розрахунку на 1 км2 в повітря викидається 8 т шкідливих речовин із стаціонарних джерел, а кількість токсичних промислових відходів становить 3,9т.

Для поліпшення ситуації з якістю атмосферного повітря в Україні потрібно розробити нові методи визначення рівня забруднення повітря, а наше екологічне законодавство необхідно адаптувати до відповідного законодавства ЄС.

Надмірне насичення в Україні сівозмін такими високоенергетичними культурами, як соняшник і ріпак, призвело до значного зниження вмісту в ґрунтах органічної речовини, що, своєю чергою, негативно впливає на водоутримувальну здатність ґрунтів. Найдешевшим шляхом поліпшення такого стану може бути впровадження у сільськогосподарське виробництво науково обґрунтованих сівозмін [59].

Чергування культур допоможе розірвати певні ланцюги шкодочинних мікроорганізмів, які сформувалися у процесі вирощування близьких за біологічними особливостями культур. І якщо ми говоримо про організацію сівозміни, то це насамперед стосується зернобобових культур [60].

Перехід України до формування новітньої національної екологічної політики є складним і довготривалим. Це багатоетапний процес досягнення збалансованості між соціально економічним прогресом і потребами збереження навколишнього природного середовища, пов’язаний з проблемами довгострокового розвитку країни, послідовним практичним

запровадженням принципів сталого розвитку, питаннями зміни структури споживання, збереження, невиснажливого використання і відтворення природних ресурсів, екологічної безпеки і регіональної політики, а також зовнішньополітичними аспектами.

Засобом досягнення екологічної безпеки є комплекс еколого економічних інструментів, серед яких особливу роль повинні відігравати плата за забруднення навколишнього природного середовища й за використання природних ресурсів, система економічного стимулювання природоохоронної діяльності, яка б сприяла формуванню екологічно доцільного поводження виробника і споживача.

Найбільш поширеним методом для запобігання як вітрової, так і водної ерозії, є збереження на поверхні ґрунту рослинних решток та оранка впоперек схилу.

При обробітку ґрунту глибина рихлення не перевищує 27-30 см. Досить часто застосовують плоскорізний обробіток ґрунту. Він зменшує змив в 6-13 разів і збільшує запаси вологи в ґрунті на 20-40 мм[61].

В умовах сільськогосподарського виробництва значно посилюється вплив на ґрунт ходових систем сільськогосподарських машин.

Для запобігання переущільнення ґрунту в господарстві застосовують наступні заходи:

- всі роботи по вирощуванню сільськогосподарських культур проводять за вологості ґрунту не вище 20-22%;
- виключаються проходи сільськогосподарських агрегатів та інших машин по полю без потреби в них;
- завантажуються агрегати насінням, добривами, пальним тільки по краю поля без заїзду на нього транспортних засобів;

З метою запобігання забрудненню навколишнього середовища добривами в господарстві виконуються такі агрохімічні і агрономічні вимоги:

- у сівозміні під кожну сільськогосподарську культуру вносять оптимальні норми добрив;
- системи добрив мають оптимальне співвідношення поживних елементів; з урахуванням вимог культури, наявності в ґрунті рухомих форм поживних елементів і особливостей клімату;
- строки внесення добрив відповідають біологічним особливостям культури.

Використання пестицидів в великих масштабах призводить до забруднення навколишнього середовища; продукція рослинництва також забруднюється токсичними речовинами.

На частку отрутохімікатів при забрудненні навколишнього середовища припадає 20%. Широкомасштабне і неграмотне їх застосування може призвести до непередбачуваних наслідків. Крім того, багато пестицидів можуть розповсюджуватись за межі оброблюваних ділянок і циркулювати в біосфері [62].

ВИСНОВКИ

У роботі обґрунтовано і проаналізовано різні способи скарифікації насіння та продуктивність посівів світчграсу залежно від неї і сортових особливостей.

Усі отримані дані дозволяють зробити наступні висновки:

1. Встановлено, що енергія проростання насіння сортів світчграсу залежно від скарифікації насіння варіювала від 55 до 68 % у лабораторних умовах.

2. Найвищу енергію проростання насіння у лабораторних умовах отримано за використанні термічної скарифікації – 68 і 66%, а найменші за хімічної – 57 і 59 %.

3. Установлено, що схожість у лабораторних умовах була в межах 68-80 %.

4. Енергія проростання насіння світчграсу у польових умовах була нижчою за лабораторні показник і становила від 44 до 64 %.

Аналогічні дані отримано за вивченні у польових умовах скарифікація, як і у лабораторних. Найвищі дані відзначені за термічної – 60 і 64 %, а найменші за хімічної - 46 і 50 %.

5. Варто вказати, що скарифікація дозволила отримати схожість таку: термічна – 73 і 75 %, механічна – 70 і 73 %, хімічна – 67 і 70 % та найменше на контролі – 63 і 68 %.

6. Встановлено, що за термічної скарифікації отримано найвищий коефіцієнт схожості 1,8 і 2,0, а найменший за хімічної – 1,0 і 1,2. Контрольний варіант становив 1,0 і 1,3 , а за механічної 1,3 і 1,5.

7. За досліджуваних варіантів було отримано такі показники висоти: термічна – 123 і 144 см, механічна – 103 і 102 см, хімічна – 78 і 97 см, а най контрольному відмічено – 73 і 79 см.

8. У сорту Cave-in- rock відмічено на контролі кількість листків – 6,0 шт., за механічної скарифікації – 6,5 шт., хімічної – 6,2 шт., та термічної – 7,7 шт.

Нижчі показники по кількості листків були у сорту Shelter і за різної скарифікації варіювали від 5,7 шт (хімчна) до 6,6 шт. (термічна).

9. Вивчення довжини листків світчграсу вказує, що найменші вони були за хімічної скарифікації насіння – 52,3 і 53,8 см, а найбільші за термічної - 55,8 і 58,7 см.

10. У сорту Shelter ширина листків була меншою від 0,8 до 1,1 см, а у сорту Cave-in- rock від 0,9 до 1,3 см.

11. За дослідження механічної скарифікації і її впливу можна відмітити у сорту Shelter було отримано сирої біомаси – 20,1 т/га, а у Cave-in- rock 22,7 т/га.

12. У сорту світчграсу Cave-in- rock найменше було на контролі сухої маси урожайність – 10,6 т/га, хімічній - 10,8 т/га, механічній - 11,2 т/га і найбільше за термічної скарифікації – 11,6 т/га.

13. Дослідження вказують, що вага сирої рослини наприкінці вегетації залежно від скарифікації була в межах 13,2 – 16,5 г. Контрольні варіанти у досліджуваних сортів становили 12,0 і 13,7 г із перевагою сорту Cave-in-rock.

14. Вміст сірки у фітомасі світчграсу варіював від 0,16 до 0,23% на суху речовину та істотно по варіантах не відрізнявся, однак найвищий вміст було відмічено за хімічної скарифікації насіння – 0,23 і 0,20 % на суху речовину, а найменший за термічної – 0,16 і 0,18 % на суху речовину.

15. У сортів найвищі показники по прибутковості було визначено за термічної скарифікації насіння 21286 грн. і 16950 грн. дещо нижчі за механічної - 20202 грн. і 16137 грн.

16. У досліджуваних варіантах енергетичний коефіцієнт найвищий був у сорту Cave-in- rock за термічної скарифікації - 1,13 і у Shelter - 1,05 Кее.

Найменший коефіцієнт був на контрольних варіантах 0,83 і 0,67 Кее та хімічній обробці – 0,97 і 0,72 Кее.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Рекомендується здійснювали механічну і термічну скарифікацію насіння світчграсу сортів Cave-in- rock і Shelter, що забезпечить схожість у польових умовах до 75 % і урожайність біомаси до 11,6 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Lu, X., Withers, M.R., Seifkar, N., Field, R.P., Barrett, S.R.H. and Herzog, H.J. (2015) Biomass Logistics Analysis for Large Scale Biofuel Production: Case Study of Loblolly Pine and Switchgrass. *Bioresource Technology*, 183, 1-9. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.02.032

2. Vogel, K.P. (2004) Switchgrass. In: Moser, L.E., Burson, B.L. and Sollenberger, L.E., Eds., *Warm-Season (C4) Grasses, ASA-CSSA-SSSA*, Madison 2. https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.2134/agronmonogr45

3. Redcay, S., Koirala, A. and Liu, J. (2018) Effects of Roll and Flail Conditioning Systems on Mowing and Baling of Miscanthus × giganteus Feedstock. Biosystems *Engineering*, 172, 134-143. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2018.06.009

4. Hancock, D.W. (2017) The Management of Switchgrass in Georgia. Georgia Cooperative *Extension Bulletin*, No. 1358.

5. Wolf, D.D. and Fiske, D.A. (1995) Planting and Managing Switchgrass for Forage Wildlife, and Conservation. *Virginia Cooperative Extension* Pub. No. 418-013, Blacksburg.

6. Mitchell, R., Schmer, M. and Monti, A. (2012) Switchgrass: A Valuable Biomass Crop for Energy. *Green Energy and Technology*, Vol. 94, Springer, Berlin, 113-127. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2903-5

7. Douglas, J., Lemunyon, J., Wynia, R. and Salon, P. (2009) Planting and Managing Switchgrass as *a Biomass Energy Crop. USDA-NRCS: Plant Materials Program*, *Technical* Note No. 3. https://forages.ca.uky.edu/files/opennonwebcontent1.pdf

8. Jacobson, M. (2013) NEWBio Energy Crop Profile: Switchgrass. Penn State *Extension*. https://extension.psu.edu/newbio-energy-crop-profile-switchgrass

9. Pennington, D. (Michigan S.U.E.) (2015) When to Harvest Switchgrass. https://www.canr.msu.edu/news/when_to_harvest_switchgrass

10. Renz, M., Undersander, D. and Casler, M. (2009) Establishing and Managing Switchgrass. In UW *Extension Factsheet*. https://fyi.extension.wisc.edu/forage/establishing-and-managing-switchgrass

11. Sands, R.D., Malcolm, S.A., Suttles, S.A. and Marshall, E. (2017) Dedicated Energy Crops and Competition for Agricultural Land. USDA Economic Research Service, *Economic Research Report* No. (ERR-223) 72. https://www.ers.usda.gov/publications/pub-details/?pubid=81902

12. Vogel, K.P., Sarath, G., Saathoff, A.J. and Mitchell, R.B. (2010) Switchgrass. *In: Halford, N.G. and Karp,* A., Eds., Energy Crops, The Royal Society of Chemistry, London, 341-380. https://doi.org/10.1039/9781849732048-00341

13. Lin, T., Mathanker, S.K., Rodriguez, L.F., Shastri, Y.N., Hansen, A.C. and Ting, K. (2013) Impact of Harvesting Technologies on Biomass Feedstock Logistics. *American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting* 2013, Kansas City, 21-24 July 2013, 1-6. https://doi.org/10.13031/aim.20131592212

14. Goodwin, P. (2015) Buyer's Guide to Hay Equipment. Tractor Tools Direct. https://www.extension.iastate.edu/smallfarms/buyers-guide-hay-equipment

15. Redcay, S. and Liu, J. (2023) The Effect of Mechanical Conditioning on Physical Conditions of Miscanthus Plants. *American Journal of Plant Sciences*, 14, 77-88.

16. Shinners, K.J. and Friede, J.C. (2017) Enhancing Switchgrass Drying Rate. *Bioenergy Research*, 10, 603-612. https://doi.org/10.1007/s12155-017-9828-5

17. Brownell, D., Liu, J., Hilton, J.W., Richard, T.L., Cauffman, G.R. and Macafee, B.R. (2012) Evaluation of Two Forage Harvesting Systems for Herbaceous Biomass Harvesting. *ASABE Annual International Meeting* 2009, 55, 1651-1658.

18. Collins, M. and Owens, V.N. (2003) Preservation of Forage as Hay and Silage. In: Barnes, R.F., Nelson, C.J., Collins, M. and Moore, K.J., Eds., Forages:

An Introduction to Grassland Agriculture, 6th Edition, *Iowa State University Press*, Ames, 443-471

19. Hess, J., Kenney, K., Ovard, L., Searcy, E. and Wright, C. (2010) Uniform-Format Bioenergy Feedstock Supply System: A Commodity-Scale Design to Produce and Infrastructure-Compatible *Bulk Solid from Lignocellulosic Biomass* (Issue September).

20. Adler, P.R., Sanderson, M.A., Boateng, A.A., Weimer, P.J. and Jung, H.J.G. (2006) Biomass Yield and Biofuel Quality of Switchgrass Harvested in Fall or Spring. *Agronomy Journal*, 98, 1518-1525. https://doi.org/10.2134/agronj2005.0351

21. Rotz, C.A. and Muck, R.E. (1994) Changes in Forage Quality during Harvest and Storage. In: Fahey Jr., G.C., Ed., Forage Quality, Evaluation, and Utilization, *American Society of Agronomy Inc.*, Madison, 828-868. https://doi.org/10.2134/1994.foragequality.c20

22. Anderson, P.M., Kjelgaard, W.L., Hoffman, L.D., Wislon, L.L. and Harpster, H.W. (1981) Harvesting Practices and Round Bale Losses. *Transactions of the ASAE*, 24, 841-842 https://doi.org/10.13031/2013.34349

23. Collins, M., Paulson, W.H., Finner, M.F., Jorgensen, N.A. and Keuler, C.R. (1986) Moisture and Storage Effects on Dry Matter and Quality Losses of Alfalfa in Round Bales. Paper—*American Society of Agricultural Engineers*, 30, 913-917. https://doi.org/10.13031/2013.30498

24. Harrigan, T.M. and Rotz, C.A. (1994) Net, Plastic, and Twine-Wrapped Large Round Bale Storage Loss. *Applied Engineering in Agriculture*, 10, 189-194. https://doi.org/10.13031/2013.25840

25. Collins, M., Swetnam, L.D., Turner, G.M., Hancock, J.N. and Shearer, S.A. (1995) Storage Method Effects on Dry Matter and Quality Losses of Tall Fescue Round Bales. *Journal of Production Agriculture*, 8, 507-514. https://doi.org/10.2134/jpa1995.0507

26. Grisso, R.D., Webb, E.G., Cundiff, J.S. and Sokhansanj, S. (2013) Parametric Study of Machinery Management Relationships on Forage Equipment.

American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting 2013, ASABE 2013, Vol. 1, 26-37. https://doi.org/10.13031/aim.20131539003

27. Langholtz, M., Stokes, B. and Eaton, L. (2016) 2016 Billion-Ton Report: Advancing Domestic Resources for a Thriving Bioeconomy (Executive Summary). *Industrial Biotechnology*, 12, 282-289. https://doi.org/10.1089/ind.2016.29051.doe

28. Sokhansanj, S., Mani, S., Turhollow, A.F., Bransby, D., Lynd, L. and Laser, M. (2009) Large-Scale Production, Harvest and Logistics of Switchgrass (Panicum virgatum L.)—Current Technology and Envisioning a Mature Technology. Biofuels, *Bioproducts and Biorefining*, 6, 124-141. https://doi.org/10.1002/bbb

29. Wang, Y., Wang, J., Schuler, J., Hartley, D., Volk, T. and Eisenbies, M. (2020) Optimization of Harvest and Logistics for Multiple Lignocellulosic Biomass *Feedstocks in the Northeastern United States*. Energy, 197, Article ID: 117260. https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117260

30. Argonne National Labortory (2018) The Greenhouse Gases, Regulated Emissions, and Energy Use in Technologies (GREET) Model. *Argonne National Laboratory, Lemont.* https://greet.es.anl.gov/

31. Staudenmeyer, D.M. (Montana S.U.-B.) (2017) Utilizing Gene Suppression Technology and Hay Storage Techniques to Improve Forage Quality and Animal *Performance*. https://scholarworks.montana.edu/xmlui/handle/1/13516

32. Turhollow, A.F., Wilkerson, E. and Sokhansanj, S. (2009) Cost Methodology for Biomass Feedstocks: Herbaceous Crops *and Agricultural Residues* (Issue December).

33. Войтовська В. І. В.В. Любич, О.Г. Сухомуд, Бех Н.С., Т.М. Недяк Перспективи використання крохмалевмістних культур для отримання біоетанолу. *Наукові праці Інституту цукрових буряків : зб. наук. пр. К.* : ЗАТ «Віпол», 2011. Вип. 12. С. 157–160.

34. Malladi, K.T. and Sowlati, T. (2018) Biomass Logistics: A Review of Important Features, Optimization Modeling and the New Trends. *Renewable and*

Sustainable Energy Reviews, 94, 587-599.https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.06.052

35. Sokhansanj, S., Kumar, A. and Turhollow, A.F. (2006) Development and Implementation of Integrated Biomass Supply Analysis and Logistics Model (IBSAL). *Biomass and Bioenergy*, 30, 838-847.https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2006.04.004

36. Griffel, L.M., Vazhnik, V., Hartley, D.S., Hansen, J.K. and Roni, M. (2020) Agricultural Field Shape Descriptors as Predictors of Field Efficiency for Perennial Grass Harvesting: An Empirical Proof. *Computers and Electronics in Agriculture*, 168, Article ID: 105088. https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105088

37. Griffith, A.P., Haque, M. and Epplin, F.M. (2014) Cost to Produce and Deliver Cellulosic Feedstock to a Biorefinery: Switchgrass and Forage Sorghum. *Applied Energy,* 127, 44-54.https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.03.068

38. Akay, A.E. (1998) Estimating Machine Rates and Production for Selected Forest Harvesting Machines Operating in the Western United States and Determining the Most Economical Machine Combinations under Representative Conditions in Turkey. *Oregon State University*, Corvallis.

39. Cundiff, J.S. and Marsh, L.S. (1996) Harvest and Storage Costs for Bales of Switchgrass in the Southeastern United States. *Bioresource Technology,* 56, 95-101.https://doi.org/10.1016/0960-8524(95)00166-2

40. Присяжнюк О.І., Климович Н.М., Войтовська В.І., Михайловин Ю.М. Методологія і організація наукових досліджень в сільському господарстві та харчових технологіях. Монографія. Вінниця, ТОВ «Нітлан-ЛТД», 2021. 300с.

41. Морозов Р. В., Федорчук Є. М. Оцінка біоенергетичного потенціалу рослинних відходів та енергетичних культур у сільському господарстві. *Науковий вісник Херсонського державного університету*, 2015. Випуск 10. Частина 3. С. 111–117.

42. Методичні рекомендації з технології вирощування і переробляння

міскантусу гігантського. В.Л. Курило, О.М. Ганженко, М.Я. Гументик, В.М. Квак, Я.Д. Фучило, О.Б. Хіврич, П.Ю. Зиков, Г.С. Гончарук, В.М. Смірних, А.М. Горобець, Ю.П. Дубовий, О.І. Замойський. 2016 с.

43. Патент на корисну модель 85560 Україна, МПК (2013) A01H 4/00. Спосіб прискореного відтворення світчграсу. Войтовська В. І., Мандровська С.М. № u 201306037; заявл. 16.05.13; опубл. 25.11.13, Бюл. № 22.

44. Присяжнюк О.І., Третьякова С.О., Войтовська В.І., Приходько В.О., Крижанівський В.Г., Леонова К.П., Кононенко Л.М. Шкали росту та розвитку рослин родів Sorghum та Setaria. Методичні рекомендації, Київ: Нітлан-ЛТД, 2020. 32 с.

45. Патент на корисну модель 76599 Україна, МПК (2013) A01H 4/00. Спосіб розмноження проса лозоподібного Panicum virgatum. Войтовська В. І., Роїк М. В., Недяк, Т.

46. Сторожик Л.І., Войтовська В.І., Терещенко І.С. Визначення дії алелопатично-активних речовин рослин та післяжнивних решток сорго цукрового в агрофітоценозах сільськогосподарських культур. Методичні рекомендації, Видавничо-поліграфічний центр «Візаві», 2021, 20 с.

47. Патент на корисну модель 78945 Україна, МПК (2013) A01H 4/00. Спосіб відбору рослинних зразків у тимчасових дослідах зернових колосових культур. Войтовська В. І., Сухомуд О. Г., Любич В. В., Мандровська С.М., Половинчук О. Ю. №u 2012 09678; заявл. 10.08.12; опубл. 10.04.13, Бюл. № 7.

48. Русак П. П., Жебкова В. В. Економіка сільського господарства. К.: Урожай, 1998. С. 50–52.

49. Дудар Т. Г. Економіка природокористування: Навчальний посібник. К.: ІСДО, 1994. С. 272 .

50. Борісова В. А. Відтворення природного ресурсного потенціалу АПК: економічні аспекти. Суми: Видавництво «Довкілля», 2003. С. 56-57.

51. Гументик М. Я. Особливості технології змішаного вирощування біоенергетичних злакових культур для виробництва біопалива. *Біоенергетика*. 2019. № 1 (13). С.16–19.

52. Гументик М.Я. Оцінка ефективності переробляння біомаси енергетичних культур на біопаливо. *Біоенергетика*. 2016. № 2 (8). С. 10–12.

53. Про місцеве самоврядування в Україні: Закон України від 21.05.1997 р. № 280/97-ВР. Відомості Верховної Ради України. 1997. № 24. Ст. 170.

54. Про об’єкти підвищеної небезпеки : Закон України від 18.01.2001 р. № 2245-III. URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2245-14#Text

55. Березуцький В. В. Основи професійної безпеки та здоров’я людини : підручник. Харків : НТУ «ХПІ», 2018. 553 с.

56. Березуцький В.В., Березуцька Н.Л., Богодист А.О. Безпека людини у сучасних умовах: Монографія. Харків: ФОП Мезіна В.В., 2018. 208 с.

57. Березуцький В. В. Ризик орієнтований підхід в охороні праці : LAP Lambert Academic Publishing, 2019. 108 с.

58. ДБН В.2.5-74:2-13 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування».

59. ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».

60. Класифікатор відходів ДК 005-96.

61. «Організація і розрахунки зон санітарної охорони підземних вод II-го і III-го поясів для свердловин Уманського родовища підземних вод» ДП «Центрукргеологія», 2005 рік.

62. Екологічний паспорт Черкаської області від 27.06.2018. 22. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у 2017 році Черкаська область.

ДОДАТКИ