

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 ТРИВАЛОСТІ ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЯ НА РІСТ І
ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СВІТЧГРАСУ
В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент II курсу, групи 24 м-а
спеціальності 201 «Агрономія»
ПІДДУБНЯК Василь Анатолійович

Керівник: ЯЦЕНКО Анатолій, к. с.-г.н., професор

УМАНЬ – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП		4
РОЗДІЛ 1	ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ (огляд літератури)	6
	1.1. Ресурси фітомаси із біоенергетичних культур	6
	1.2. Тривалість зберігання насіння у сільськогосподарських культур	9
РОЗДІЛ 2	ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ	12
	2.1. Біологічні особливості світчграсу	12
	2.2. Опис сортів у експериментальних дослідженнях	13
РОЗДІЛ 3	МЕТОДИ І УМОВИ ПІД ЧАС ДОСЛІДЖЕНЬ	15
	3.1. Ґрунтові особливості місця проведення досліджень	15
	3.2. Кліматичні чинники упродовж досліджень	16
	3.3. Схема та методології при виконанні дослідів	18
	3.4. Агротехнічні особливості вирощування культури	20
РОЗДІЛ 4	ВПЛИВ ТРИВАЛОСТІ ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СВІТЧГРАСУ	21
	4.1. Лабораторні і польові показники насіння світчграсу при різних термінах зберігання	21
	4.2. Розвиток рослин і їх густота за різного терміну зберігання насіння	25
	4.3. Вплив тривалості зберігання на фотосинтетичний потенціал сортів світчграсу	27
	4.4. Оцінка посівів світчграсу за вирощуванні насінням різного терміну зберігання	29
	4.5. Продуктивність сортів світчграсу за різної тривалості зберігання насіння	32
	4.6. Елементи структури урожаю сортів світчграсу за досліджуваних факторів впливу	35

	4.7. Вміст елементів у надземній масі сортів світчграсу за різного терміну зберігання насіння	36
РОЗДІЛ 5	ЕКОНОМІЧНІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ ФАКТОРИ ЗАЛЕЖНО ВІД ТРИВАЛОСТІ ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЯ СОРТІВ СВІТЧГРАСУ	39
РОЗДІЛ 6	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАЛЕЖНО ВІД ТРИВАЛОСТІ ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЯ СОРТІВ СВІТЧГРАСУ	42
	6.1. Моделювання виробничих небезпек залежно від тривалості зберігання насіння сортів світчграсу	42
	6.2. Охорона навколишнього і природного середовища залежно від тривалості зберігання насіння сортів світчграсу	45
ВИСНОВКИ		48
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ		51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ		52
ДОДАТКИ		58

ВСТУП

Актуальність теми. Біомаса – це назва будь-якої органічної речовини, що була отримана з рослин в результаті процесу фотосинтетичного перетворення.

Енергію біомаси отримують з рослинних і тваринних матеріалів, таких як лісова деревина, залишки сільськогосподарського та лісового виробництва, промислових відходів, відходів людини чи тварин. Вона не є викопним матеріалом (як, наприклад, нафта, вугілля та газ).

Нова біомаса може знову вирости після того, як був зібраний урожай. Під час росту рослини використовують атмосферний діоксид вуглецю (CO_2) для утворення своєї органічної маси. Тому накопичення і збалансоване використання біомаси є майже карбоново нейтральним [1]. На законодавчому рівні поняття біомаси як сировини для енергетичного використання міститься у Законі України «Про альтернативні види палива» [2].

Стабільне збільшення площ енергоплантацій у світі, а також зростання інтересу до вирощування енергокультур в Україні обумовлено декількома факторами. По-перше, приріст біомаси на одиницю площі і, отже, обсяг її виробництва є стабільним і прогнозованим показником. Крім того, енергетичні культури не потребують використання прісної води для зрошення.

Другий важливий аспект вирощування енергетичних культур полягає у тому, що ці рослини не вимогливі до родючості ґрунту, не потребують значного використання добрив та пестицидів, запобігають ерозії ґрунту, сприяють збереженню та покращанню агроєкосистем та забезпечують низьку собівартість біомаси. Це дозволяє культивувати енергетичні рослини на низькородючих, деградованих і забруднених ґрунтах (так званих маргінальних), що дозволяє їх відновлювати [3,4]

Метою досліджень було дослідження впливу тривалості зберігання насіння на продуктивність сортів світчграсу.

Для досягнення поставленої мети передбачено розв'язати такі задачі:

- оцінити лабораторні і польові показники насіння світчграсу при різних термінах зберігання;
- дослідити розвиток рослин і їх густота за різного терміну зберігання насіння;
- вивчити вплив тривалості зберігання на фотосинтетичний потенціал сортів світчграсу;
- установити оцінка посівів світчграсу за вирощуванні насінням різного терміну зберігання
- проаналізувати продуктивність сортів світчграсу за різної тривалості зберігання насіння;
- встановити елементи структури урожаю сортів світчграсу за досліджуваних факторів впливу;
- визначити вміст елементів у надземній масі сортів світчграсу за різного терміну зберігання насіння;
- розрахувати економічні і енергетичні показники.

Об'єкт дослідження – різна тривалість зберігання насіння сортів Блеквелл і Рейв-ін-рок.

Предмет дослідження – лабораторні і польові показники, густота, фотосинтетичний потенціал, посіви, продуктивність, елементи продуктивності, елементи, енергетичні розрахунки.

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

Публікації. За матеріалами кваліфікаційної роботи опубліковано тези доповідей.

РОЗДІЛ 1

ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ

(огляд літератури)

1.1. Ресурси фітомаси із біоенергетичних культур

Основою для розвитку біоенергетики є наявність сировинної бази. Прискорений розвиток біоенергетики, який відбувається останніми роками в Україні, потребує уточнення ресурсної бази біомаси як сировини для виробництва твердого палива, що може використовуватися для газифікації, піролізу, спалювання або одержання рідкого моторного біопалива другого покоління. Тому необхідно мати чіткі дані щодо загального щорічного обсягу утворення твердої біомаси в Україні, а також тієї частини біомаси, яка доступна для енергетичного використання.

Дослідження стосовно розробки науково-методичних основ оцінки енергетичного потенціалу біомаси проведені Г. М. Забарним, Г. Г. Гелетухою, Т. А. Желізною, В. О. Дубровіним, М. Д. Безуглим та іншими науковцями. Результати цих досліджень опубліковані в роботах [5,6].

Найбільш ґрунтовно ресурси рідкого моторного біопалива першого покоління досліджувалися в роботі [7], а потенціал виробництва біогазу – в роботах [8]. В зазначених роботах оцінка та прогноз біогазу і рідкого моторного біопалива першого покоління виконані за умови збільшення використання вільної площі ріллі під ріпак, сою, кукурудзу та інші продовольчі культури, які можуть бути використані для виробництва енергії, що деякі автори вважають недоцільним [9].

Стосовно оцінки потенціалу твердого біопалива, зокрема, відходів деревини, суттєвих розбіжностей між результатами виконаних досліджень немає, що пов'язано з незначними щорічними коливаннями в об'ємах заготівлі деревини. В той же час існують різні погляди щодо оцінки потенціалу соломи та

рослинних відходів в Україні. Такі оцінки стали актуальними тільки з появою попиту на солому.

Дотепер залишки соломи, що спалювались на полях, залишались поза увагою. Більшість досліджень потенціалу виконано лише для соломи зернових і зернобобових культур. Практично не досліджувався потенціал соломи ріпаку, сої, стебел кукурудзи та соняшнику.

Основною причиною суттєвих розбіжностей оцінки енергетичного потенціалу соломи є різні підходи щодо визначення виходу як загальної кількості соломи, так і надлишку соломи і рослинних решток, який може бути використаний для енергетичних потреб [10].

Також існують різні погляди щодо оцінки потенціалу спеціальних енергетичних рослин (міскантус, верба, тополя). Так, Гелетуха Г. Г., Желєзна Т. А. та інші автори прогнозують можливість вирощування енергетичних рослин на вільній площі сільськогосподарської ріллі [11]. При цьому вони припускають, що половину площі вільної ріллі буде використано для вирощування спеціальних енергетичних рослин, а іншу половину – для вирощування традиційних сільськогосподарських культур з метою виробництва біопалива.

Інші фахівці з Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України (Роїк В. М., Курило В. Л. та ін.) вважають, що, враховуючи невибагливість енергетичних рослин до ґрунтових умов, їх доцільно вирощувати на малопродуктивних, виведених із сівозмін землях, яких в Україні налічується від 3 до 5 млн. га [12].

У Європі, де біомасу для енергетичних потреб використовують впродовж останніх 40 років, для оцінки потенціалу біомаси застосовують два основні підходи: ресурсно-орієнтований та орієнтований на енергетичні потреби. Перший підхід ґрунтується на дослідженні ресурсної бази і питань енергетичного та неенергетичного використання біомаси [13].

У другому підході оцінюється конкурентоспроможність різних технологій виробництва енергії з біомаси порівняно з іншими видами відновлюваних

джерел енергії та викопними паливами [14].

Для оцінки потенціалу біомаси в Україні пропонується застосування поглибленого статистичного методу [15].

Згідно з цим методом розрізняють три основних види потенціалу: теоретично-можливий, технічно-доступний, економічнодоцільний, між якими немає чітких меж [16].

В зазначених роботах наводяться кінцеві значення потенціалу окремих видів біомаси, проте не наведено методику їх розрахунків.

Тому в умовах поглиблення світової енергетичної та продовольчої криз важливим завданням є оптимальне поєднання виробництва біоенергії та продовольства за умови збереження сільськогосподарських угідь для виробництва харчових продуктів. Таким чином, однією з задач цієї роботи є удосконалення наявних наукових методів оцінки енергетичного потенціалу твердої біомаси з врахуванням проблеми «продовольство чи енергія».

Одним із напрямків енергетичного використання біомаси є газифікація. Газифікацією називається процес перетворення органічного палива в горючі гази, який відбувається під дією вільного або зв'язаного у вигляді H_2O або CO_2 кисню за високих температур [17,18].

На сьогодні основні способи газифікації твердого палива і типи газогенераторів можна класифікувати в залежності від розміру, стану часток палива та конструктивних особливостей реакційної зони.

На дослідно-промисловому рівні відпрацьовується ще близько 20 технологій газифікації твердого палива нового покоління [19].

Процеси газифікації палива близькі до процесів горіння. Основа цих процесів полягає в хімічному з'єднанні вуглецю і водню палива з окиснювачем (киснем). Відмінність лише в тому, що при горінні відбувається повне окиснення палива в умовах надлишку кисню, а газифікація відбувається за умови дефіциту кисню, при цьому вуглець окиснюється лише частково [20].

Газоподібне паливо (генераторний газ) має ряд суттєвих переваг у

порівнянні з твердим паливом:

- газ згоряє без диму і кіптяви. Коефіцієнт використання тепла згорання газу вищий, ніж твердих видів палива, навіть тих, які згоряють у пиловидному стані;
- при спалюванні газу просто регулювати температуру та подачу тепла;
- можна створювати довгий факел полум'я, який охоплює предмет, що нагрівається, а також концентрувати горіння в короткому факелі;
- спалювання газу відбувається майже з теоретичною кількістю повітря, а газ можна змішувати з повітрям до спалювання, завдяки чому збільшується швидкість згорання, шляхом попереднього підігріву повітря температура згорання може бути збільшена;
- газ вільний від всіх природних недоліків твердого палива – золи, вологи і інших домішок [21,22].

1.2. Тривалість зберігання насіння у сільськогосподарських культур

Для отримання високих урожаїв насіння багаторічних трав взагалі і зазначеної культури зокрема неабияке значення має якість посівного матеріалу. Загальновідомо, що найвищі врожаї доброякісного насіння отримують за висіву сортів, адаптованих до умов регіону.

У свою чергу рослини, вирощені з високоякісного насіння, легше переносять несприятливі умови росту й розвитку, краще протистоять шкідникам і хворобам [23].

Встановлено [24], що значна кількість свіжозібраного насіння світчграсу зазвичай не проростає й може мати лише 10 % схожості. Проте подовжений післязбиральний термін дозрівання протягом року, зберігання в теплих або прохолодних умовах чи стратифікація значно підвищують цей показник.

У цей час стимулюється дозрівання зерна, в результаті чого розм'якшуються шари насінневої оболонки, прискорюються біохімічні процеси в зародку, що сприяє швидшому його проростанню.

Значна увага зарубіжних учених приділена поліпшенню допосівної підготовки насіння світчграсу. У працях G. Janine Haynes [25] та S. Ray Smith [26] розкривається питання підбору температурних факторів для прискорення пробудження насіння та поліпшення його схожості, як у природному середовищі, так і в лабораторних умовах, та завдяки застосуванню препаратів хімічного походження.

Доведено, що високий рівень спокою насіння можна зменшити, зберігаючи його за кімнатної температури терміном до чотирьох років, хоча це може призвести до зменшення дружності сходів [27].

Граничний термін збереження схожості насіння в умовах сухого клімату під час збирання та вологості від 9,5-11,5% для насіння пшениці, ячменю – 12 років, вівса – 13, кукурудзи – 9, жита і проса – 5 років

За короткий термін насіння навіть не встигає пройти стадію післязбирального дозрівання, особливо, якщо збирати його вологим і в умовах низьких температур. Післязбиральне дозрівання насіння можна прискорити за допомогою сушіння, активного вентилявання, передпосівного обігріву. Більш тривалий термін поточного зберігання насіння ярих зернових культур – до 9–10 місяців залежно від строків його ви сіву; у ярих пізніх культур він становить 7–8 місяців, в тому числі й кукурудзи (*Zea mays*) [28].

Набагато більше часу відводиться на зберігання страхових і перехідних фондів, селекційних колекцій і генетичних ресурсів. Ці резерви зберігаються понад рік, при цьому обов'язковою умовою є врахування таких показників, як господарська придатність і біологічна довговічність насіння [29].

Господарська придатність – це тривалість використання для сівби насіння, схожість якого відповідає вимогам стандарту. Біологічна довговічність – виявлена схожість окремих насінин при зберіганні партії зерна довгий час; за

тривалістю вона значно перевищує господарську придатність і може слугувати ознакою генетичної довговічності насіння. Проте, незважаючи на важливе теоретичне і практичне значення, зв'язок між господарською придатністю і біологічною довговічністю досліджено недостатньо[30].

Більшою мірою довговічність вивчалась залежно від біологічних факторів – властивостей польових культур, агротехнічних умов їх вирощування, сортових особливостей. У зв'язку з цим актуальними є дослідження в напрямку розробки методів оптимізації умов зберігання насіння. За рахунок оптимізації можна суттєво підвищити стійкість насіння і подовжити термін його зберігання, наблизившись таким чином до рівня біологічної довговічності[31].

На підставі цих досліджень встановлено, що найдовше насіння залишалось схожим при зберіганні за низької температури, пониженої вологості і в герметичних умовах. За таких обставин схожість насіння пшениці на рівні 80–90 % була протягом 9–13 років, ячменю – 11–15, вівса – 14– 17, жита – 8–10, кукурудзи – 8–11 років.

За відсутності герметичних умов тривалість зберігання насіння скорочувалась на 1–6 років залежно від культури. Насіння таких культур, як овес, ячмінь, кукурудза рисова, залишалось частково схожим до 26–27 років. При цьому слід зауважити, що наведені вище дані одержані при випробовуванні в лабораторних умовах невеликих зразків насіння[32].

Однак у промислових умовах насіння зазнає дії різних техніко-технологічних факторів, а отже, його схожість може бути значно нижчою

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Біологічні особливості світчграсу

Світчграс (*Panicum virgatum* L.) — багаторічний вид (C4) — розкинувся по всій Північній Америці у численні різноманітні популяції. Отримана природна варіативність у межах виду представляє значну морфологічну різноманітність і широкий діапазон адаптації [33].

Цей вид був прийнятий як культура — спочатку як корм — лише в останні 50 років на біоенергетику. Нещодавно його потенційне використання було розширено, включаючи біопаливо. Управління для отримання біопалива базується на розумінні біології рослини. Успішне приживлення вимагає уваги до стану спокою насіння та боротьби з бур'янами, а також належної глибини та дати посіву [34].

Швидкість росту рослини тісно пов'язана з температурою, але час репродуктивного розвитку пов'язаний із фотоперіодом. Відповідно, період вегетативного росту можна продовжити, сіявши сорти височенного типу і низинного. Ця стратегія може забезпечити перевагу врожайності, але холодостійкість може стати обмеженою.

Світчграс економно використовує внесений N; він здатний отримувати N з джерел, які не можуть використовувати інші культури. N, видалений із зібраної біомаси, часто перевищує кількість застосованого N [33].

У районах з достатньою кількістю опадів стійкі врожаї ~ 15 Мг га⁻¹ рік⁻¹ можуть бути досягнуті шляхом застосування ~ 50 кг N га⁻¹ рік⁻¹.

Збирання біомаси один раз на сезон — після того, як рослини старіють і переміщують N у багаторічні тканини — здається, дозволяє рослинам підтримувати внутрішній запас азоту [35].

Два врожаї на рік-1 можуть збільшити врожайність деяких сортів, але один річний урожай у багатьох випадках максимізує врожайність. Якщо збирають два врожаї, необхідно внести більше азоту, щоб компенсувати видалення азоту під час збору врожаю в середині сезону [36].

Збір більше ніж двох урожаїв на рік-1 часто негативно впливає на довгострокову продуктивність і стійкість. Світчграсс має потенціал як відновлюване джерело палива, але таке використання, ймовірно, вимагатиме великих інфраструктурних змін; і, навіть при максимальній потужності, такі системи не можуть забезпечити енергію, яка зараз отримується з викопного палива [37].

2.2. Опис сортів у експериментальних дослідженнях

У дослідженнях використовували два сорти світчграссу Кейв-ін-рок та Блеквелл, як і є іноземної селекції – американської.

Кейв-ін-рок Центр рослинних матеріалів, Служба охорони ґрунтів, Elsberry, Міссурі; Міссурійська сільськогосподарська. ДС US Рік створення 1973.

Блеквелл Центр рослинних матеріалів, Служба охорони ґрунтів, Манхеттен, Канзас; Канзаська сільськогосподарська ДС US. Рік створення 1944.

Сорти за своїм походженням відносяться до октаплоїда і тетраплоїд та мають височинний екотип.

За своїм строком дозрівання відносять до середньопізніх, що мають більше 170 діб.

Сорти характеризуються високим вмістом сухої речовини та низьким золи.

Вихід біомаси коливається від 42 т/га до 23 т/га та рекомендовані для вирощування в усіх зонах України.

Детальна характеристика сортів відзначено у таблиці 1.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика досліджуваних сортів

Ознака	Кейв-ін-рок	Блеквелл	
Плоїдність	октаплоїд	тетраплоїд	
Колеоптиль: переважаюче забарвлення	темно-зелене	зелене	
Зовнішній вигляд	напіврозлогий		
Здатність до формування купини	відсутня		
Кущистість	середня	сильна	
за висотою (стебло і волоть)	висока		Рослина
Схильність до утворення волотей першого року сівки	середня	відсутня	
Початок цвітіння	пізній	середній	
Кількість вузлів	багато	середня кількість	
Діаметр біля основи	великий	малий	
Галуження	наявне	відсутнє	
Кількість бічних пагонів	багато	ознака не визначалась	Стебло
Забарвлення під час виявлення волоті	темно-зелене	зелене	
Положення відносно стебла	слабко похиле		Листок
за довжиною	довга	середня	
за шириною	широка	середня	
забарвлення під час виявлення волоті	темно-зелене		Листкова пластинка
положення у просторі	пряме	похиле	
форма	овальна	розлога	
за довжиною	довга	середня	
за шириною	широка	середня	
за щільністю	середньої щільності		
забарвлення під час цвітіння	зелене		Волоть
забарвлення	коричневе	жовто-коричневе	
форма	видовжена	овально-видовжена	Зернівка
маса 1000 шт.	середня	мала	
за довжиною	середня		
кількість	багато	середня кількість	Ризома
Урожайність сирової біомаси	42 т/га	23 т/га	
Вихід сухої речовини	11 т/га	17 т/га	
Урожайність насіння	1,3 т/га	0,2 т/га	
Кількість укусів	1 раз в рік		
Термін використання плантації	15 років	12 років	

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИ І УМОВИ ПІД ЧАС ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Ґрунтові особливості місця проведення досліджень

Ґрунти Черкаської області вважаються найбільш продуктивними в Україні, однак за деякими агрохімічними параметрами вони поступаються ґрунтам східних і південних областей.

Мікрокліматичні умови області, важливі в період вегетації сільськогосподарських культур, компенсують менший вміст елементів живлення, гумусу та підвищену кислотність.

Сільськогосподарські землі Черкаської області становлять більшу частину у структурі земельного фонду області та відповідно складають 69 % від загальної площі області. Серед сільськогосподарських земель провідне місце належить ріллі 87,7% .

Найменші площі області зайняті відкритими землями без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом, а їхня частка сягає всього близько 1%.

Ґрунтовий покрив Черкаської області представлений чорноземами типовими, чорноземами сильно реградованими, темно-сірими опідзоленими і реградованими, чорноземами опідзоленими, світло сірими та сірими опідзоленими ґрунтами, а за механічним складом – на легкосуглинкові, середньо суглинкові та важко суглинкові ґрунти.

У ґрунтовому покриві області переважають чорноземи типові та сильно реградовані (понад 50 %). За значеннями вмісту гумусу по районах спостерігається середній та підвищений рівень.

Найнижчий вміст гумусу спостерігається в ґрунтах Черкаського району.

Макроеlementи являються біологічно важливими елементами ґрунту.

Середній вміст азоту по полям і ділянкам змінюється від 84,6 до 145,7 мг/кг.

Найвищий його вміст спостерігається в ґрунтах Уманського району. Середнє значення вмісту азоту по області дорівнює 120,5 мг/кг, що за Корнфілдом не відповідає стандарту, а за Тюріним Коновою – відповідає, так як еталонне значення має становити 100 мг/кг.

Найвищий вміст фосфору (158 мг/кг) та найнижчий вміст калію (62 мг/кг) притаманний ґрунтам Черкаського району. Величина еталонного значення за Кірсановим, Чіріковим та Мачігінім варіює в межах від 170 до 400 мг/кг, а середнє значення за вмістом калію по області – 83,9 мг/кг, що значно менше від еталону.

Найвищий вміст калію відмічено в ґрунтах Уманського району (109 мг/кг).

3.2. Кліматичні чинники упродовж досліджень

Черкаська область розташована у центральній частині України, в басейні середньої течії Дніпра. Межує на півночі з Київською, на сході – з Полтавською, на півдні – з Кіровоградською і на заході – з Вінницькою областями.

Клімат регіону помірно континентальний. Зима м'яка, з частими відлигами. Літо тепле, в окремі роки спекотне, західні вітри приносять опади. Середня температура найхолоднішого місяця січня – 5,9°C. Середня температура влітку складає + 19°C.

Січень: в Умані середньомісячна багаторічна температура становить - 5,220C. Найнижча була зафіксована у 1963 році -15,40 . Найвища – у 2007 році + 2,00 . Згідно графіку лінійного тренду, середньомісячні температури січня за весь період спостережень зросли з -6,50 до -4,10 , тобто на 2,4 градуси.

Лютий: в Умані середньомісячна багаторічна температура становить - 4,280C. Найнижча була зафіксована у 1929 році -16,60. Найвища у 2002 році

+2,90 . Згідно графіку лінійного тренду, середньомісячні температури лютого за весь період спостережень значно зросли з -6,00 до -2,60 , тобто на 3,4 градуси (рис.1).

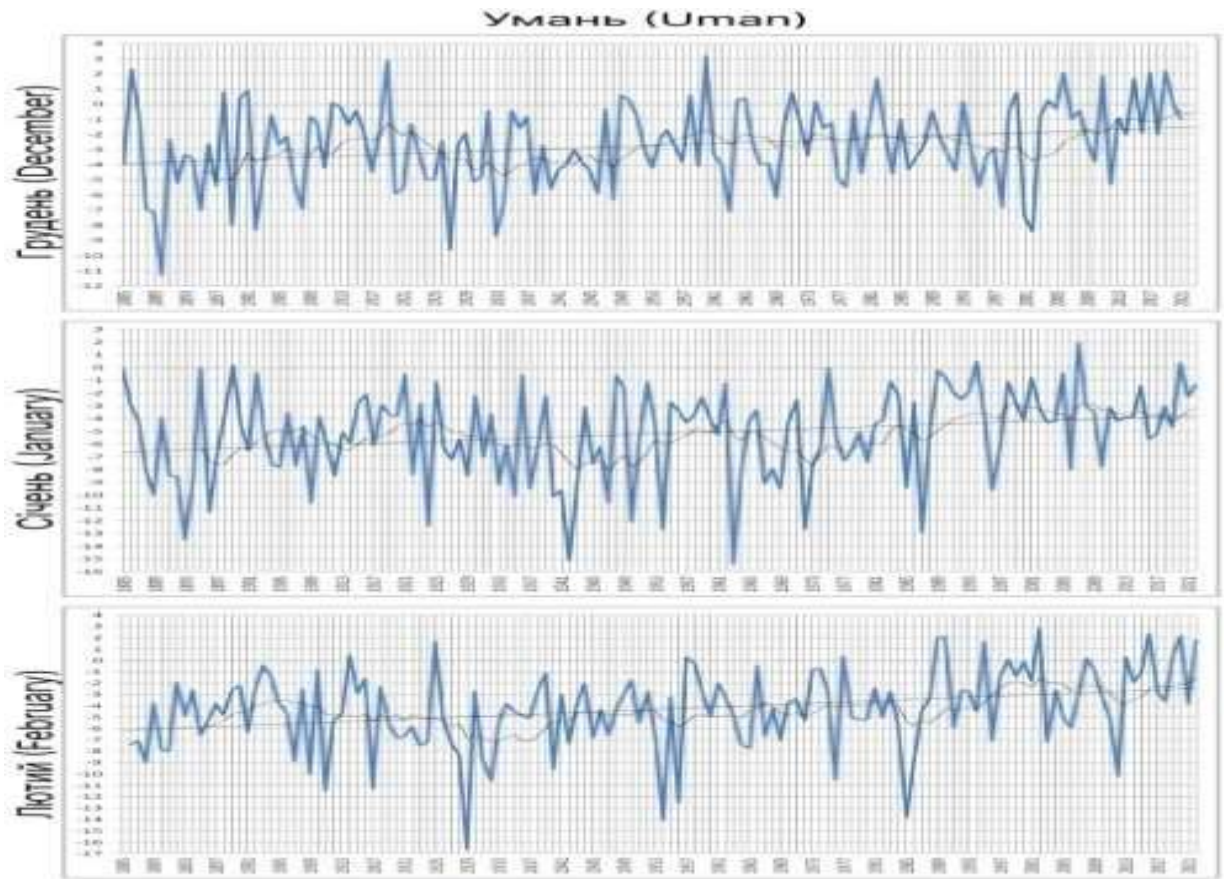


Рис. 1. Середні температури у $^{\circ}\text{C}$ зимових місяців (грудень, січень, лютий)

Квітень: в Умані середньомісячна багаторічна температура становить $+8,15^{\circ}\text{C}$. Найнижча була зафіксована у 1929 році $+2,4^{\circ}$. Найвища у 2018 році $+13,4^{\circ}$. Згідно графіку лінійного тренду, середньомісячні температури квітня за весь період спостережень зросли з $+6,9^{\circ}$ до $+9,3^{\circ}$, тобто на $2,4^{\circ}\text{C}$.

Травень: в Умані середньомісячна багаторічна температура найнижча серед досліджуваних метеостанцій $+14,67^{\circ}$. Найнижча була зафіксована у 1919 році $+9,6^{\circ}$. Найвища – у 2010 році $+19,3^{\circ}$. Згідно графіку лінійного тренду,

середньомісячні температури травня за весь період спостережень незначно зросли з $+14,5^{\circ}$ до $+15,0^{\circ}$, тобто на $0,5^{\circ}\text{C}$.

3.3. Схема та методології при виконанні дослідів

Польові і лабораторні дослідження були проведені із насінням сортів світчграсу Баквел і Кей-ін-рок, які є високоврожайні та мають високий вміст сухої речовини у рослинах. Насіння висівали після різної тривалості зберігання та свіжозібраним згідно схеми досліджень двофакторного дослідів.

Схема дослідів

Фактор А (сорт)

Блеквелл

Кейв-ін-рок

Фактор В (тривалість зберігання насіння)

Свіжозібране насіння

1 рік зберігання

2 роки зберігання

3 роки зберігання

4 роки зберігання

5 років зберігання

Облікова площа ділянки становила 50 м², повторність – чотириразова, Розміщення ділянок у досліді - систематичне.

Польові й лабораторні дослідження та перевірку результатів наукових розробок виконували згідно з методиками польових дослідів [38,39].

Якісні показники визначали у лабораторних умовах згідно розроблених рекомендацій[40].

Облік густоти рослин в посівах проводили по діагоналі кожної ділянки в двох несуміжних повтореннях на постійно закріплених площадках по 0,25 м² у

чотириразовій повторності. На них рахували кількість рослин кожного сорту і кількість бур'янів у період повних сходів та перед збиранням[41].

Приріст надземної маси проводили у період настання основних фаз росту і розвитку світлорасу, відбирали по 50 типових рослин, зважували їх у сирому вигляді, а потім із них відбирали середні зразки для визначення вмісту абсолютно сухої речовини термостатно-ваговим методом.

Вміст абсолютно сухої речовини визначали в кожному варіанті досліду за компонентами, шляхом висушування двох зразків по 100 г до абсолютно сухого стану в сушильній шафі за температури 105°C[42].

Початок обліку розпочинали при накопиченні агрофітоценозами урожайності зеленої маси не менше 8,0–10,0 т/га при висоті рослин не нижче 80–100 см, подальші визначення здійснювали з інтервалом 10–20 діб.

Чисту продуктивність фотосинтезу розраховували у період настання основних фаз росту і розвитку багаторічних злакових культур і обчислювали за формулою:

$$\Phi \text{ ч. пр.} = (B_2 - B_1) / [(L_1 + L_2) / 2] \times T,$$

де: Φ ч. пр. – чиста продуктивність фотосинтезу, г/см² на добу;

B_1, B_2 – маса сухої речовини рослин на початку і наприкінці облікового періоду;

T (10 днів); $(L_1 + L_2) / 2$ – середня площа листкової поверхні на початку і наприкінці того ж облікового періоду[43].

Морфологічну структуру рослин перед збиранням агрофітоценозів на суху біомасу досліджували на 25 типових рослинах кожного виду.

Елементи структури врожаю (листя, стебла, суцвіття) визначали ваговим методом[44].

Побудовано математичні моделі, що описують залежність продуктивності злакових біоенергетичних культур та енергетичних плантацій від окремих елементів технології їх вирощування.

3.4. Агротехнічні особливості вирощування культури

Залежно від попередника проводять різний обробіток ґрунту під сівбу світчграсу.

Якщо попередниками є зернові й зернобобові культури, обробіток проводять із лущення стерні на глибину 6–8 см дисковими лущильниками ЛДГ-10, ЛДГ-15, ЛДГ-20, що сприяє збереженню та нагромадженню вологи.

Найефективніше лущення, коли його проводять слідом за збиранням попередника. Поля, засмічені кореневищними бур'янами, дискують важкими боронами БДТ-7, БДВ-6,3, БД-10 на глибину 6–8 см, вдруге — через 10–15 днів — на 10–12 см. Також використовують борону дискову навісну БДН-3,6.

Засмічені коренепаростковими бур'янами (осотом, пирієм, березкою) поля обробляють лемішними лущильниками на глибину 10–12 см у фазу утворення розеток листочків у бур'янів.

Зяблеву оранку проводять на глибину 20–22 см. Для цього можна використати плуг відвальний навісний ПЛН 3-35, ПЛН 4-35 або ПЛН 5-35 залежно від обсягу робіт. Плуги цього типу використовують для оранки ґрунтів, що не засмічені камінням і плитняком, під зернові й технічні культури.

За розміщення світчграсу після цукрових буряків одразу після їх збирання проводять зяблеву оранку на глибину 25–27 см. Запізнюватись з оранкою не слід, бо це призводить до затримки з виконанням інших операцій.

У наших дослідженнях попередником слугували зернові культури і сівбу провели сортами із схеми досліджень та із різним терміном зберігання у третій декаді квітня на глибину 1,5 см.

У продовж вегетації проводили міжрядні обробітки для знищення бур'янів.

РОЗДІЛ 4

ВПЛИВ ТРИВАЛОСТІ ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СВІТЧГРАСУ

4.1. Лабораторні і польові показники насіння світчграсу при різних термінах зберігання

За даними зарубіжних дослідників, для оптимальних умов вирощування насіння світчграсу повинне мати високий відсоток проростання (понад 75 %) і бути не посіяним свіжозібраним насінням.

Насіння світчграсу є дрібним і має щільну оболонку та певний період спокою, який залежить від багатьох факторів.

У лабораторних умовах насіння проростає в залежно від віку від сортових особливостей і тривалості зберігання (рис. 2).



Рис. 2. Насіння світчграсу

Залежно від тривалості зберігання насіння різних сортів було визначено енергію проростання у лабораторних умовах, яка варіювала від 25 до 57 %.

Встановлено, що сорт Кейв-ін –рок за якісними показниками переважав сорт Блеквелл.

Особливостями сортовими і факторами впливу тривалості зберігання було визначено, що за свіжозібраного насіння можна отримати енергію проростання 25 і 31 %, після року – 28 і 37 %, двох – 30 і 44 % Три річне зберігання насіння дозволяє помітити збільшення проростання 36 і 48 %, у роки – 39 і 51 %, 5 років – 45 і 57 % (рис.3).

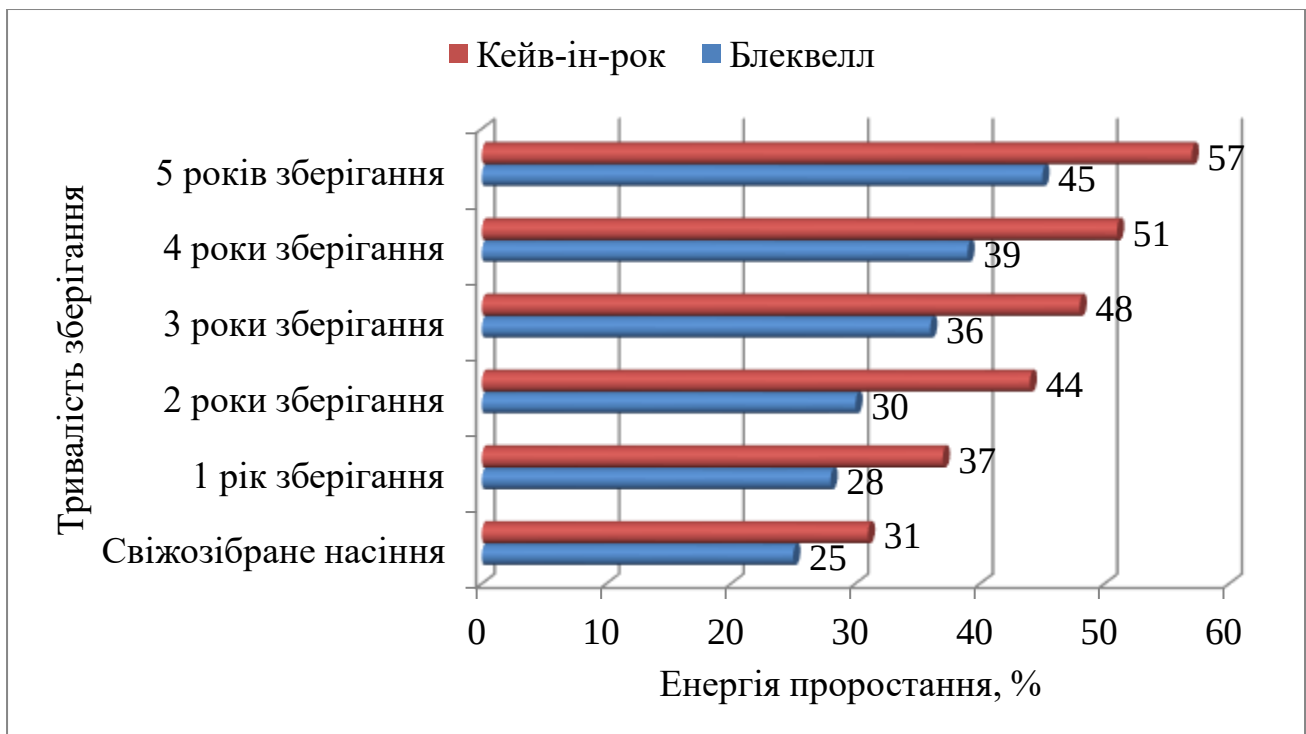


Рис. 3. Енергія проростання насіння сортів світчграсу у лабораторних умовах, %

Насіння світчграсу часто мають високий ступінь спокою. Схожість насіння може варіюватися в широких межах, від менше ніж 5% до більше ніж 90%.

Схожість насіння низька відразу після збору врожаю і може збільшуватися в міру старіння насіння. Використовувалися методи переривання стану спокою, але

Загалом рекомендується висівати не менше 100-200 проростаючих насінин на м². Щоб мати можливість передбачити швидкість проростання світчграсу,

рекомендується провести «тест у ящику з піском» або проводити у лабораторних умовах визначення якісних показників насіння.

Багато використовують експрес - оцінку в такому форматі, що насіння висівають на глибину 1 см у ящик з піском, який зберігається найбільше. Ящик тримають при кімнатній температурі і протягом 2 тижнів спостерігають за появою сходів.

Через 1 тиждень можуть початися сходи. Швидкість схожості (%) використовується для розрахунку кількості насіння, яке потрібно висіяти на метр, щоб потрапити на поле.

У наших дослідженнях використовували визначення у лабораторних умовах схожості насіння світчграсу на 21 добу.

Найменшу схожість отримано за свіжозібраного насіння – 45 і 48 %, а найвищу за 5 річного зберігання – 80 і 86 %. Враховуючи специфічність насіння світчграсу можна виділити і схожість на 3 рік і 4 рік – 60 і 74 % та 70 і 80 % відповідно (рис. 4).

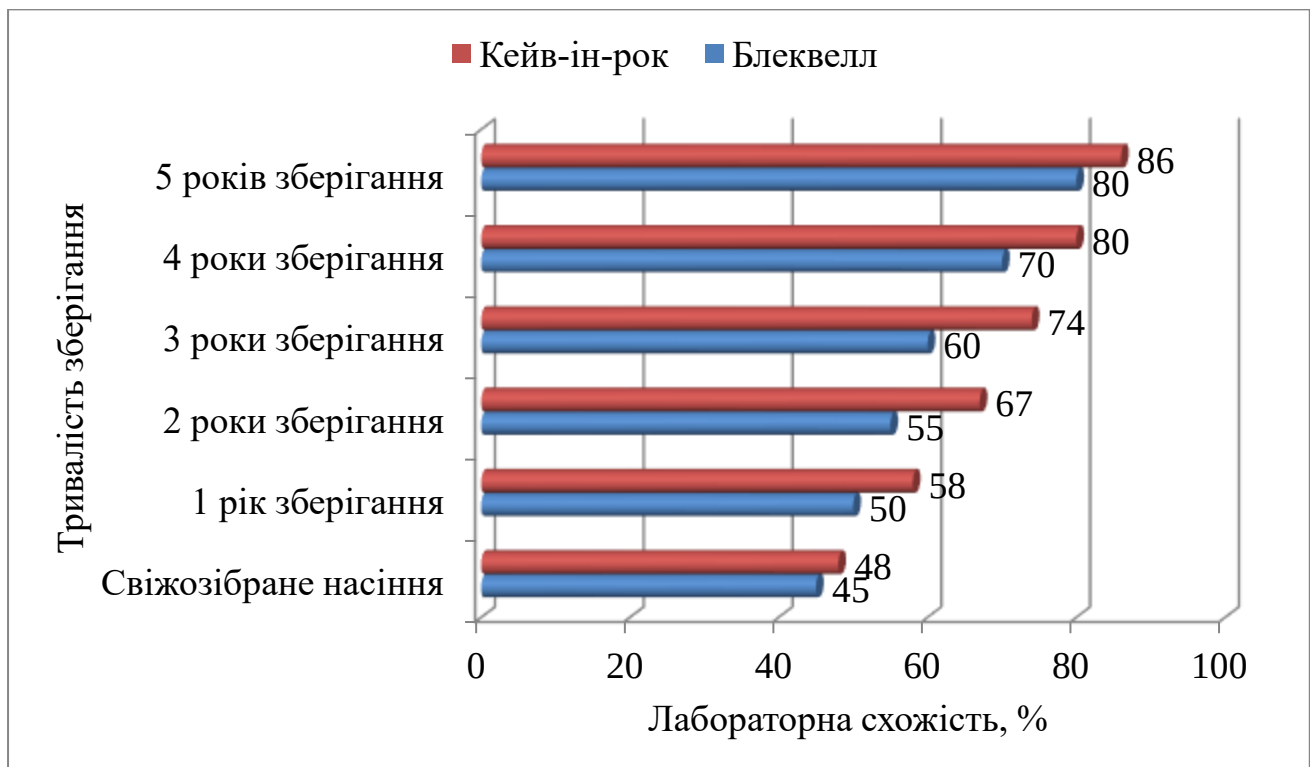


Рис. 4. Лабораторна схожість насіння сортів світчграсу, %

З першого року зберігання було отримано у сорту Кейв-ін-рок – схожість 58 %, а у Блеквелл – 50 %. Після дворічного терміну відмічено схожість - 55 і 67 % (рис. 4).

Закономірність лабораторної схожості була схожою із польовою і так само отримано за свіжозібраного насіння найменший результат -20 і 25 % та найвищу за 5 річного терміну – 68 і 77 %.

Як і попередньому дослідженні відмічено схожість після 3 і 4 роки зберігання – 45 і 57 % та 55 і 64 %.

Після річного терміну і дворічного було визначено у сортів польову схожість 34 і 39 % та 48 і 45 % (рис.5).

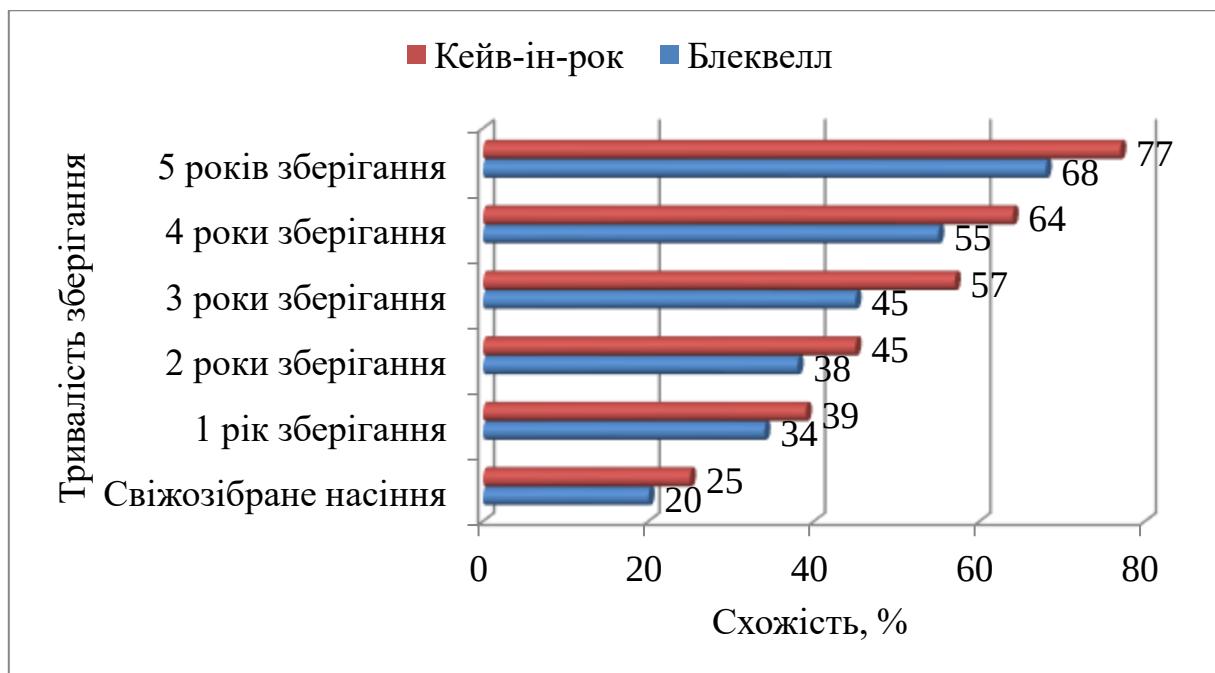


Рис.5. Польова схожість насіння сортів світчграсу залежно від тривалості зберігання, %

Таким чином можна вказати, що польова схожість - це кількість насіння, що дали сход в полі, виражене у відсотках до загальної кількості висіяного насіння. Вона залежить від енергії проростання, лабораторної схожості, ураження насіння хворобами і пошкодження шкідниками та іншими факторами, а у нашому випадку і тривалістю зберігання насіння.

4.2. Розвиток рослин і їх густота за різного терміну зберігання насіння

Рекомендовані величини густоти стеблестою визначаються в тисячах штук на 1 га (тис. шт./га для кукурудзи, соняшнику, сорго, сої), або в мільйонах штук на 1 га (млн. шт./га для зернових колосових, гороху, сої, льону, однорічних та багаторічних трав).

Варто вказати, що більшу густоту посіву ми робимо, то більше витрачаємо грошей. На практиці доведено, що в умовах достатнього зволоження в Україні густота посіву наприклад у кукурудзи не повинна перевищувати 75 тис. нас./гектар. За густоти від 75 до 100 тис. насінин урожайність вже практично не підвищується, а за подальшого збільшення навіть буде падати. Причому рівень зменшення врожайності залежить від кількості вологи.

Якісні показники насіння світчграсу впливали на схожість, а вона уже сприяла формуванні густоти у культури.

На початкових етапах росту і розвитку культури було відмічено найвищу густоту у сорту Кейв-ін-рок після 3 – 5 років зберігання насіння – 71,5 – 73,3 шт./м², а у сорту Блеквелл за них же – 49,7 – 61,7 шт./м².

Найменша густота відзначена за свіжозібраного насіння у сортів – 35,6 і 47,5 шт./м².

Річний і дворічний термін вказує на густоту – 38,9 і 40,0 шт./м² та 42,6 і 71,0 шт./м² (рис.6).

Збільшення вегетаційного періоду дозволяє відмітити, що густота становила після свіжозібраного насіння – 210 і 250 шт./м², що було найменшим показником, а найбільшим після 5 років зберігання – 567 і 650 шт./м².

Після чотирьох років зберігання було отримано густоту 460 і 600 шт./м², а після трьох – 380 і 510 шт./м².

Між насіння із тривалістю зберігання рік і два роки було визначено не значну різницю між густотою у сорту Кейв-ін-рок – 321 і 420 шт./м², Блеквелл – 270 і 330 шт./м² (рис. 7.).

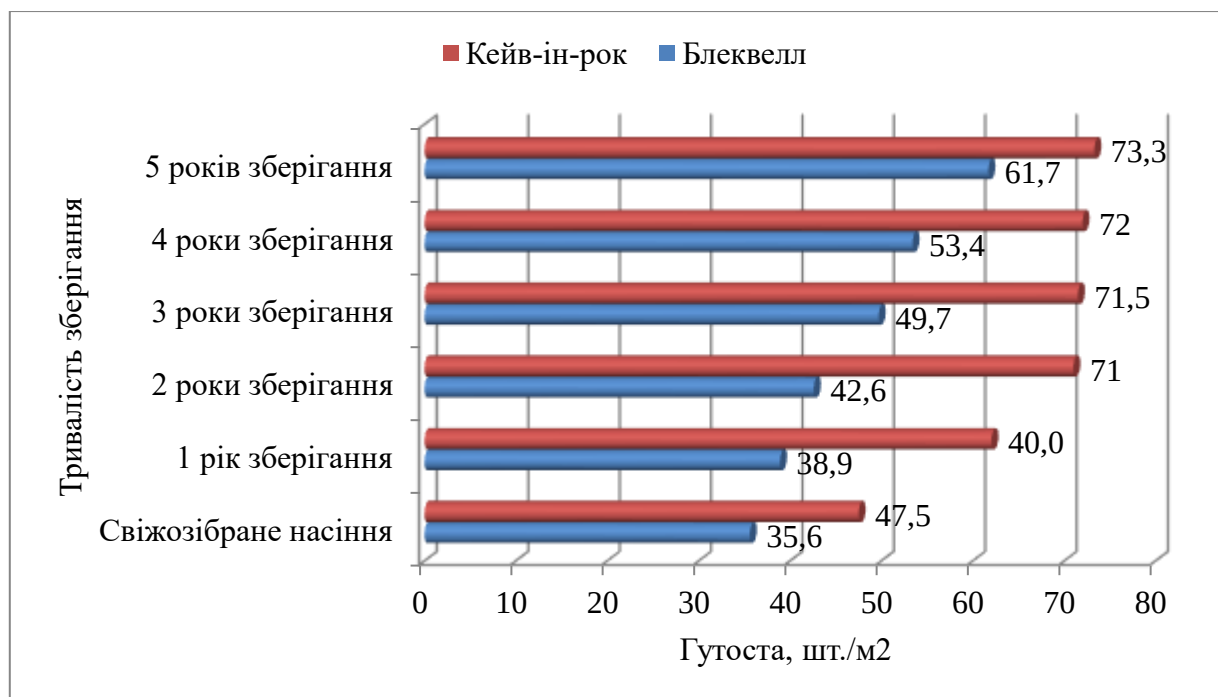


Рис.6. Густота рослин світчграсу залежно від сортових особливостей і тривалості зберігання насіння, шт./м²

Варто вказати, що густота посівів світчграсу була аналогічна із початком вегетаційного періоду до кінця його (рис. 7).

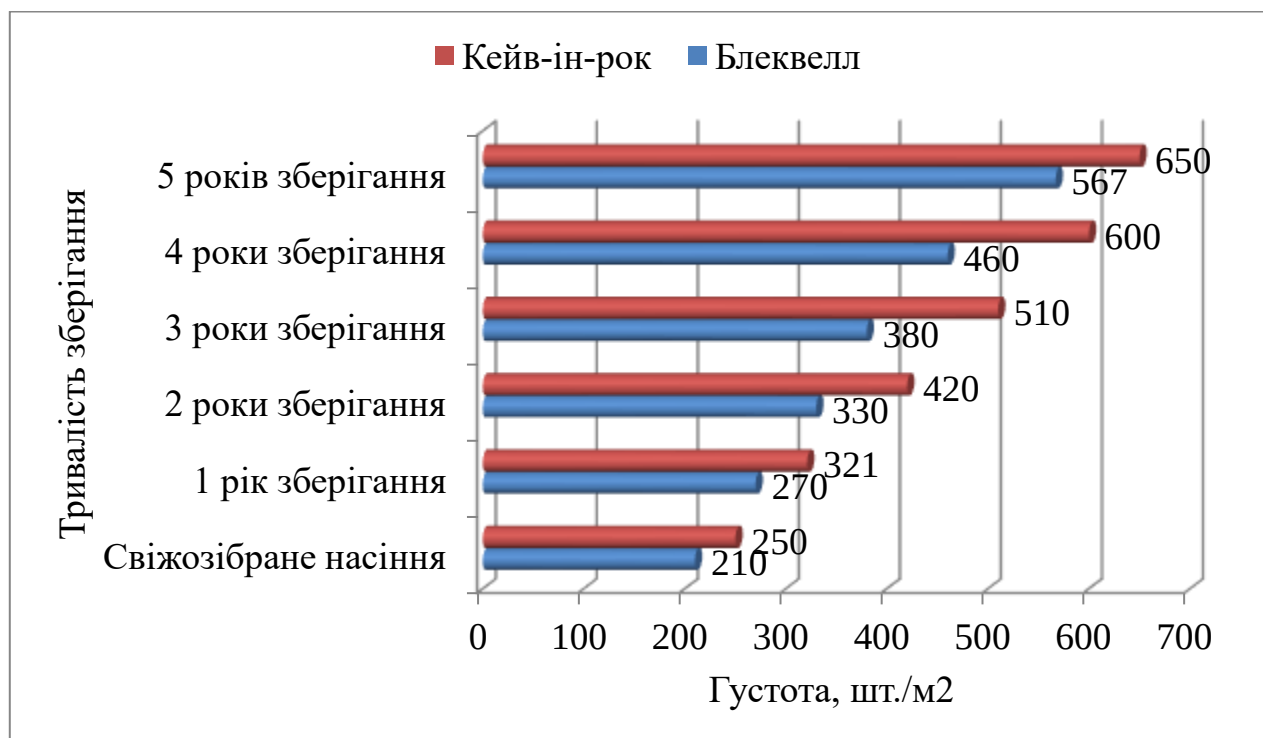


Рис. 7. Вплив тривалості зберігання насіння сортів світчграсу на густоту, шт./м²

Варто вказати, що посіви світчграсу досліджуваних сортів були більш вирівняні після зберігання насіння від 3-5 років ніж до них (рис.8).



Рис. 8. Густота посівів світчграсу за сівби насіння з тривалістю зберігання 5 років

Таким чином, густота рослин світчграсу залежала від тривалості зберігання насіння, тобто його схожості, яка і сформувала її у досліджуваних сортів.

4.3. Вплив тривалості зберігання на фотосинтетичний потенціал сортів світчграсу

Саме для характеристики потужності асиміляційного апарату прийнято визначати фотосинтетичний потенціал (ФП) – показник, що характеризує можливість посівів використовувати для фотосинтезу ФАР.

Вважають, що високопродуктивні посіви мають ФП не менше 2,2–3,0 млн м² за добу в розрахунку на 100 днів фактичної вегетації рослин.

Фотосинтетичний потенціал у дослідах залежав від попередніх показників, а саме від схожості і густоти рослин було і сформовано його.

Встановлено, що на найменшій схожості насіння було отримано і найменший фотосинтетичний потенціал.

За сівби свіжозібраним насінням світчграсу було отримано у сортів від 4,12 до 4,36 г/м² площі листків за добу.

Найвищий фотосинтетичний потенціал відзначено після 5 років зберігання насіння – 5,23 і 6,10 г/м² площі листків за добу, дещо нижчі показники після 4 років зберігання – 4,95 і 5,94 г/м² площі листків за добу.

Із зменшення тривалості зберігання насіння було отримано зменшення фотосинтетичного потенціалу, тобто зменшення відбулось польової схожості.

За тривалості зберігання насіння рік було отримано – 4,36 і 5,06 г/м² площі листків за добу, а після двох років – 4,68 і 5,10 г/м² площі листків за добу (рис. 9)

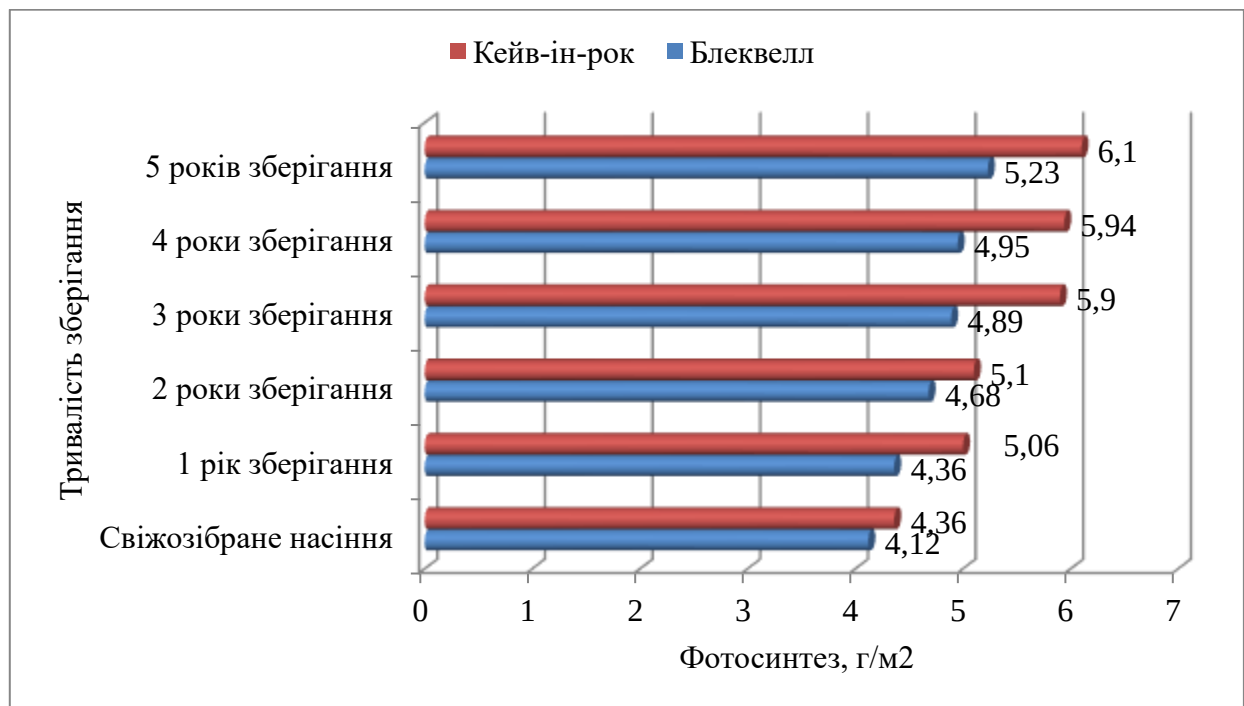


Рис. 9. Вплив досліджуваних чинників на фотосинтетичний потенціал сортів світчграсу, г/м² площі листків за добу

Такими чином, фотосинтез є процесом утворення органічних речовин під дією енергії світла, а для того, щоб збільшити урожай фітомаси перш за все необхідно підвищити фотосинтетичну активність. В той же час фотосинтез листків є головним фізіологічним показником, що відображає норму реакції на

різні умови довкілля та реакцію на агротехнічні прийоми вирощування та інші чинники.

4.4. Оцінка посівів світчграсу за вирощуванні насінням різного терміну зберігання

Біологічною особливістю рослин світчграсу є довгий міжфазний період сівба-поява сходів та повільний ріст і розвиток у першій половині вегетації. Це пов'язано із рівнем температури ґрунту, яка на час садіння є нижчою від температури проростання насіння чи іншими факторами впливу.

У той же час бур'яни проростають за порівняно низьких температур і сходять раніше рослин світчграсу, а більш теплолюбні – одночасно з ним, тому вони розвиваються інтенсивніше і сильно пригнічують рослини світчграсу на початкових фазах росту й розвитку.

Результати досліджень свідчать, що перед проведенням обробітків ґрунту домінуючими в посівах світчграсу були такі види бур'янів: однорічні злакові (просо півняче (*Echinochloa crus-galli* (L.) Pal. Beauv.), мишій сизий (*Setaria glauca* (L.) Pal. Beauv.)) – 26,9-30,1 шт./м², багаторічні злакові – пирій повзучий (*Elymus repens* (L.) Gould.) – 12,8-12,9 шт./м² (табл. 4.9.).

У різноманітні дводольних видів сегетальної флори насаджень міскантусу домінувала щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.) – 8,6-9,0 шт./м², лобода біла (*Chenopodium album* L.) – 2,3-5,0 шт./м², осот жовтий (*Sonchus arvensis* L.) – 3,9-5,5 шт./м² та інші.

Визначення видового складу бур'янів вказує, що перевагу було відмічено за дворічними, дещо менший відсоток озимі і зимуючі, а найменший був за ефемерами. Ярі ранні і ярі пізні мали не істотну різницю між собою і варіювали до 9 %.

Залежно від фактору впливу - зберігання насіння можна вказати, що після сівби свіжозібраним насінням було отримано найвищу забур'яненість усі досліджуваними видами бур'янів.

Найменша забур'яненість була після сівби насіння від 3 до 5 років зберігання (рис.10).

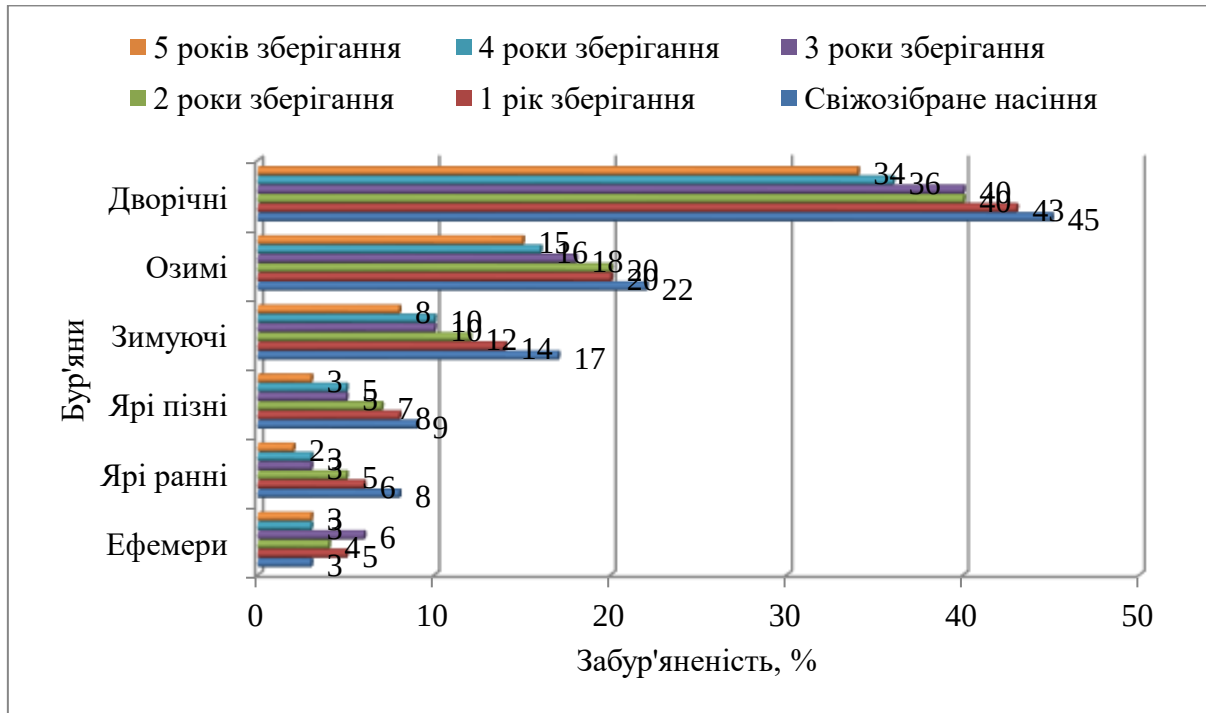


Рис.10. Видовий склад бур'янів у посівах світчграсу, %

Залежно від мети існують різні методи визначення фактичної забур'яненості посівів. Якщо ці відомості потрібні для прийняття об'єктивного рішення щодо доцільності профілактичних і захисних заходів, обліки проводять окомірним методом.

Відповідно, якщо ж метою є детальне вивчення чисельності і видового складу бур'янів, динаміки засміченості, впливу систем захисту рослин тощо, то користуються кількісним і кількісно-ваговим методами обліку.

Після проведення обліку було визначено стан забур'яненості посівів який найвищий був після сівби насіння свіжозібраним і після року і двох зберігання – 5,0 бали до 4,5 бали.

Найменша забур'яненість відзначена після сівби п'ятирічним насінням – 3,0 і 4,0 бали.

Сівба насіння три і чотири роки зберігання дозволила визначити від 3,5 до 4,0 бали забур'яненість (рис. 11).

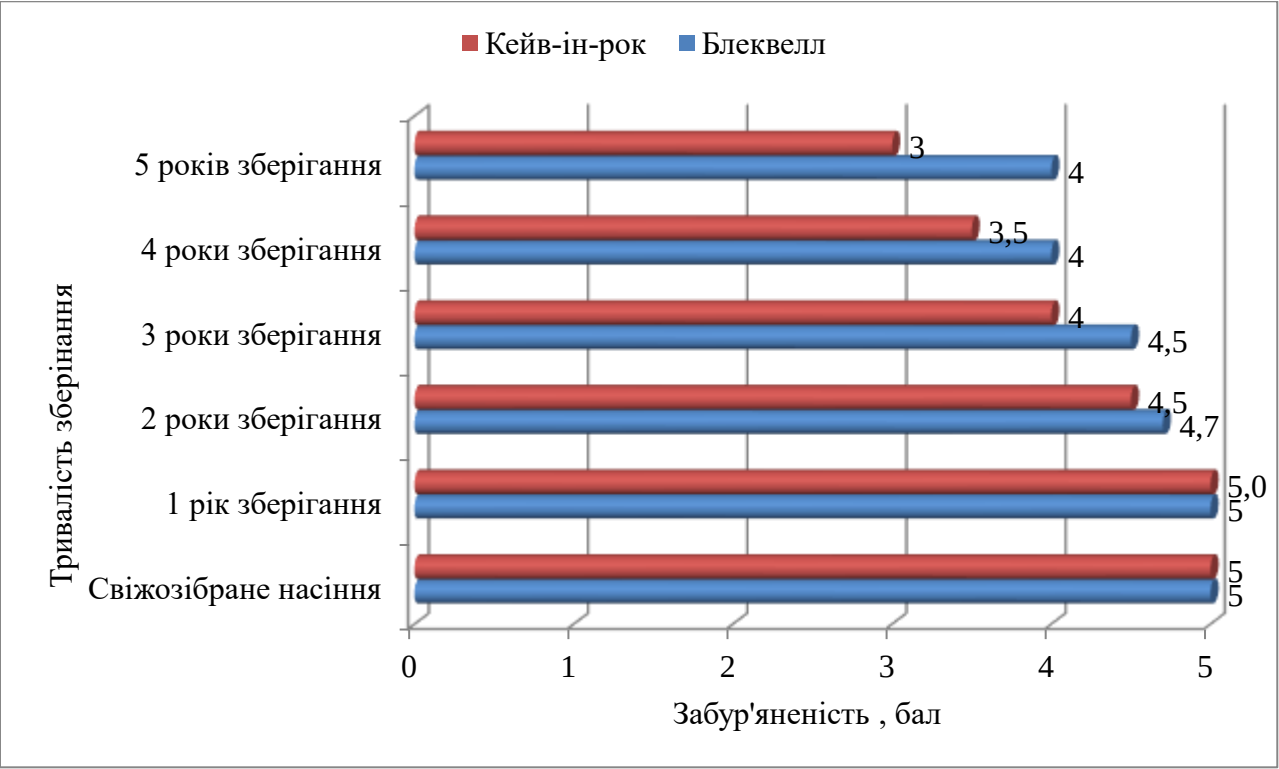


Рис. 11. Забур'яненість посівів світчграсу, бал

Таким чином, для забезпечення необхідного рівня чистоти посівів світчграсу від бур'янів особливо на ранніх строках вегетації необхідно використовувати раціональну систему захисту агротехнічних і хімічних прийомів.

Одним, навіть високоефективним прийомом знищення бур'янів у насадженнях світчграсу це зробити складно, дорого, а часто, і неможливо. Тому важливо вчасно проводити моніторинг посівів та враховувати попередників та інші чинники впливу.

4.5. Продуктивність сортів світчграсу за різної тривалості зберігання насіння

Інтенсивність проростання насіння світчграсу та повнота сходів обумовлюються такими показниками як температура і вологість ґрунту, тривалість зберігання та іншими.

За низької температури, тривалості зберігання і вологості ґрунту період схожості рослин збільшується, а тривала нестача призводить до загибелі рослин. Проте, вирішальним фактором вважається вологість ґрунту, тому що вона із часом зменшується (особливо у період весняної засухи), а температура збільшується. Запаси ґрунтової вологи, утворені від танення снігу, не завжди забезпечують необхідні умови для росту і розвитку рослин [12].

Дослідження із тривалості зберігання насіння вказують, що фітомаса світчграсу формувалась за аналогією густоти і фотосинтетичного потенціалу та схожості – чим більший термін зберігання насіння тим вищі показники і навпаки.

Урожайність сирої фітомаси була від 18,0 т/га до 24,2 т/га залежно від варіантів досліджень.

Найменшу урожайність сирої фітомаси зафіксовано при сівбі свіжозібраним насінням 18 т/га у Блеквелл та 20 т/га у Кейв-ін-рок, а найбільшу після п'ятирічного зберігання – 22,3 т/га і 24,2 т/га.

Після річного зберігання було отримано урожайність фітомаси – 19,0 т/га і 21,0 т/га, а після дворічного – 20,0 і 23,- т/га.

Вивчення урожайності за трирічного і чотири річного зберігання насіння світчграсу вказує, що вона була вищою порівняно із одно і дворічним зберіганням – 21,0 і 21,6 т/га у Блеквелл та 23,7 і 24,0 т/га Кейв-ін-рок (рис.12).

Встановлено, що у сортів накопичення сухої речовини було вищим у світчграсу сорту Кейв-ін-рок від 10,0 до 12,0 т/га ніж у Блеквелл – від 9,0 до 11,0 т/га (рис.13).

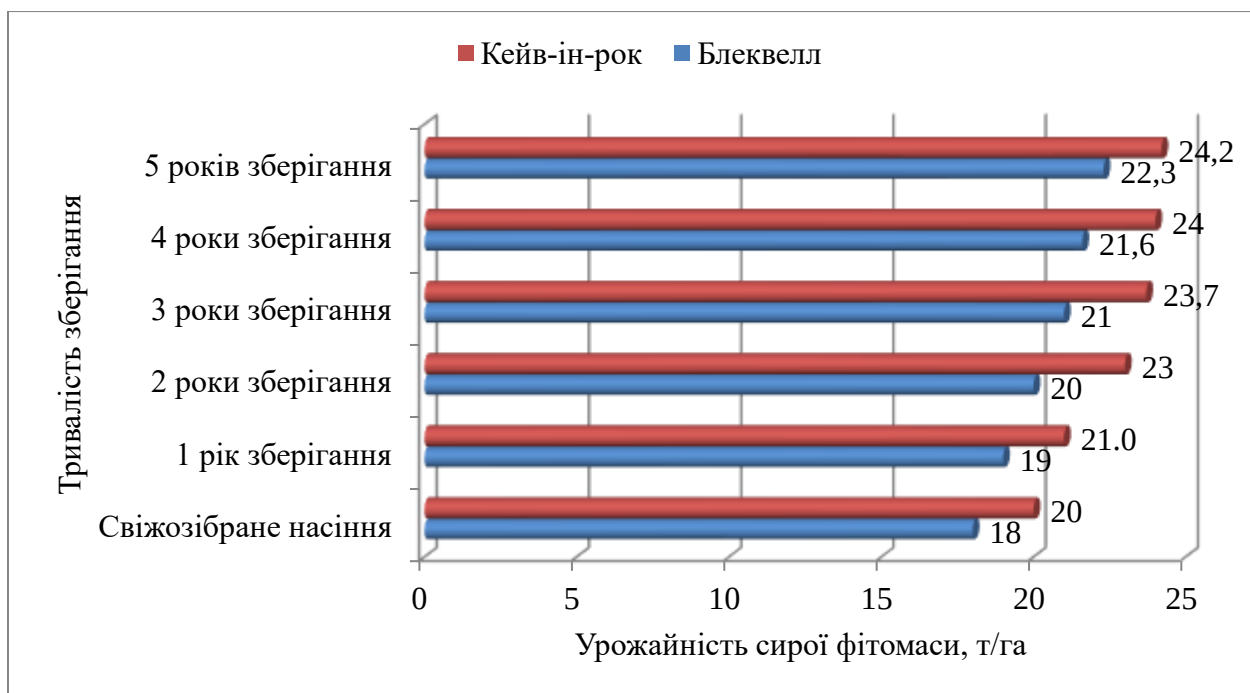


Рис. 12. Фітомаса світчграсу за досліджуваних чинників, т/га

За зберіганні насіння від 3 до 5 років відмічено найбільший вміст сухої фітомаси – від 10,5 т/га до 12,0 т/га, а найменші за свіжозібраного насіння – 9,0 і 10,0 т/га (рис.13).

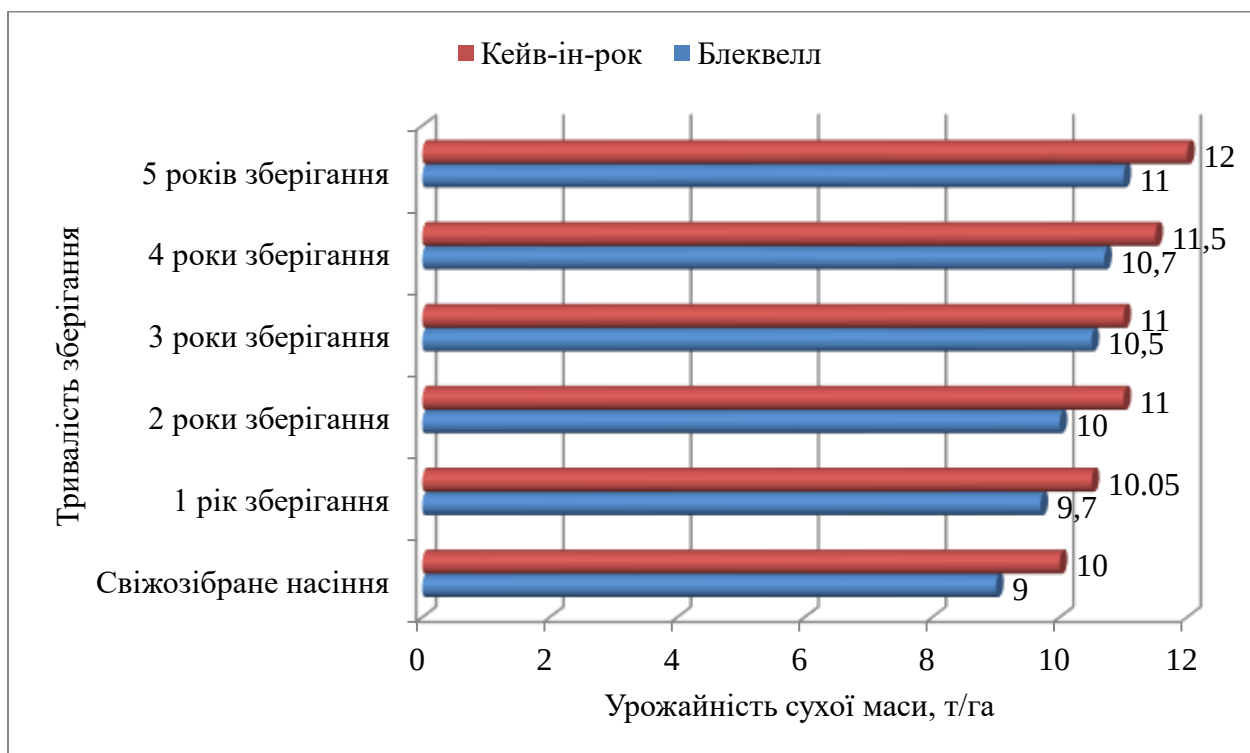


Рис. 13. Вплив факторів на формування урожайності сухої фітомаси сортів світчграсу, т/га

За результатами дисперсійного аналізу встановлено, що найбільш вагомим чинником, що впливав на рівень урожайності світчграсу першого року вегетації був сортовий склад, його частка становила – 24,1%. Це пов'язано із споживанням і різними генетичними особливостями та обсягом запасів вологи у ґрунті та зі збільшенням вегетаційного періоду.

Відмічено незначний вплив фактора погодні умови – 1,7%, що було наслідком збільшення рівня вологості ґрунту. Однак переважний вплив на урожайність мав фактор тривалості зберігання насіння, що становив 61,8%. Взаємодія факторів була незначною і становила – 1,2%, інші фактори – 11,3% (рис. 14).

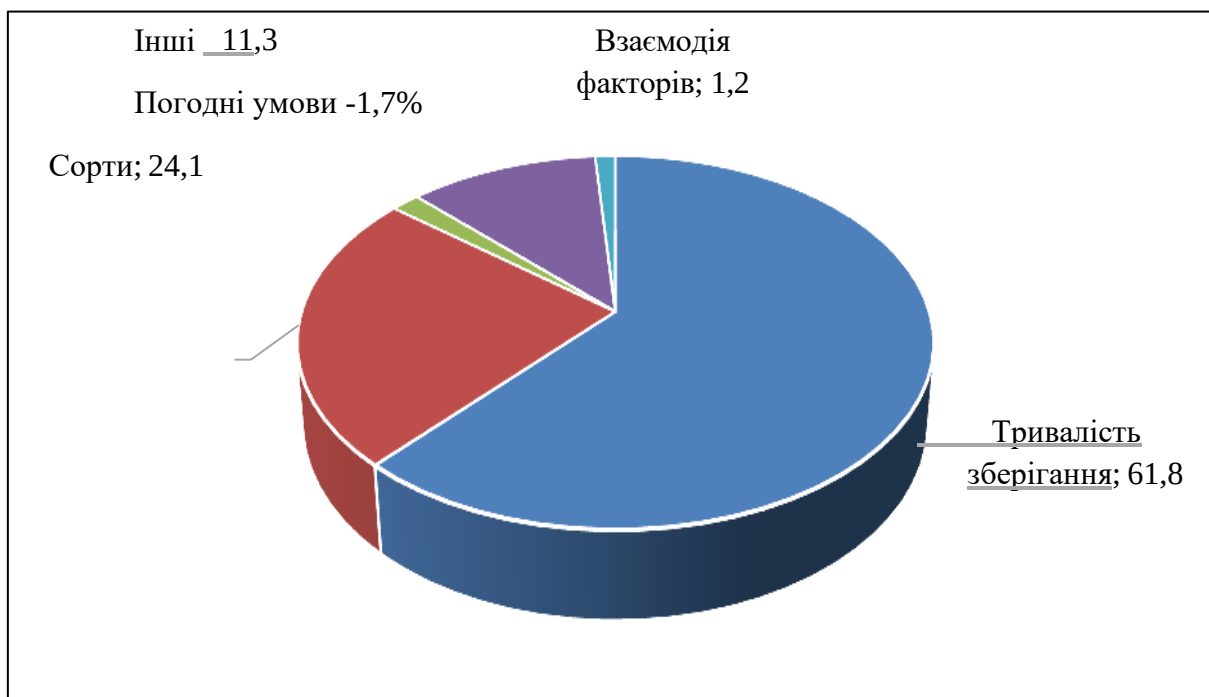


Рис. 14. Частка впливу абіотичних факторів на урожайність світчграсу першого року вегетації

Отже, урожайність фітомаси світчграсу знаходиться у прямій залежності від досліджуваних чинників, із збільшенням тривалості зберігання насіння підвищується урожайність.

4.6. Елементи структури урожаю сортів світчграсу за досліджуваних факторів впливу

Елементи структури урожаю у сортів світчграсу, як і більшість показників залежали від схожості насіння.

Встановлено, що після сівби свіжозібраним насінням було отримано діаметр стебла 2,5 і 2,8 мм, а найвищі результати за використанні 5 років - 3,9 і 4,2 мм.

Насіння після року і двох зберігання дозволило отримати рослини із діаметром стебла – від 2,8 до 3,3 мм.

Три і чотири річне зберігання насіння вказує на такі дані: Блеквелл – 3,4 і 3,7 мм та Кейв-ін-рок – 3,7 і 3,9 мм (рис. 15).

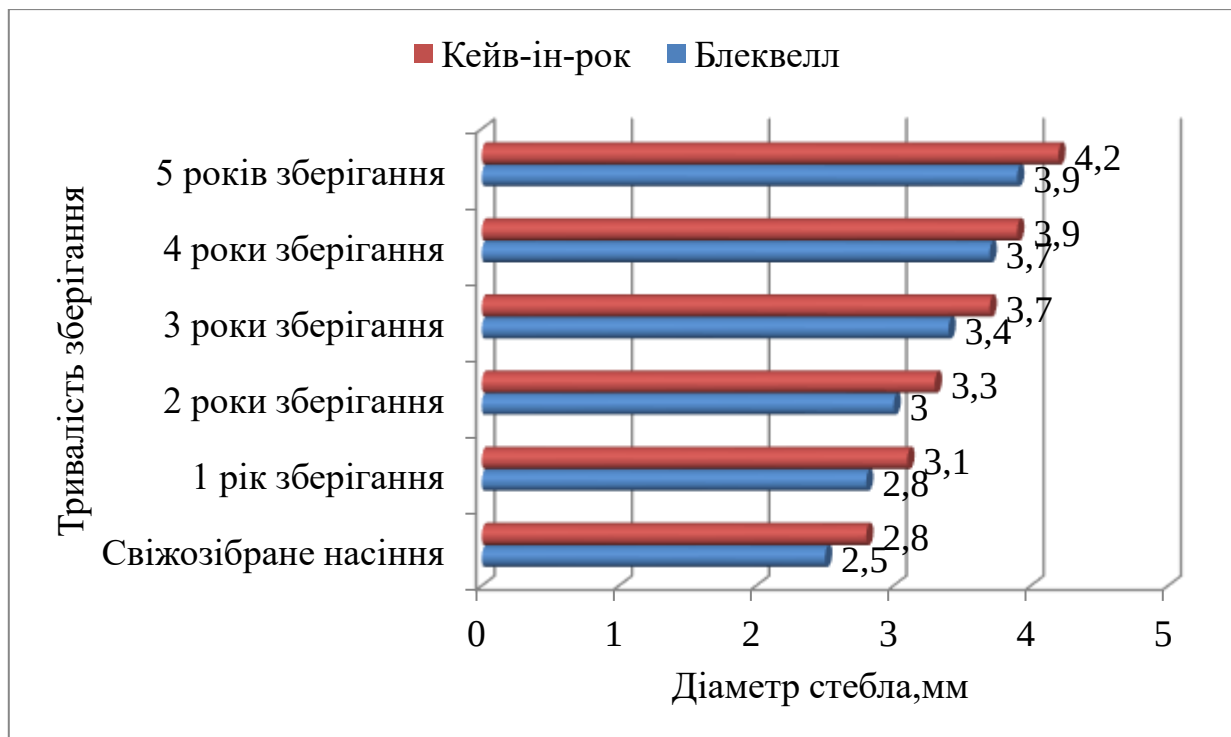


Рис.15. Діаметр стебла залежно від досліджуваних чинників, мм

Кількість міжвузлів у сортів коливалась від 3,0 до 5,1 шт. і найвищі показники отримано у сорту світчграсу Кейв-ін-рок.

Найменша показник були у свіжозібраного і 1-2 річного насіння – 3,0 і 3,3 шт. та 3,2- 3,8 шт.

Після сівби насіння із тривалістю зберігання більше 3 роки було отримано кількість міжвузлів від 3,7 до 5,1 шт. (рис.16).

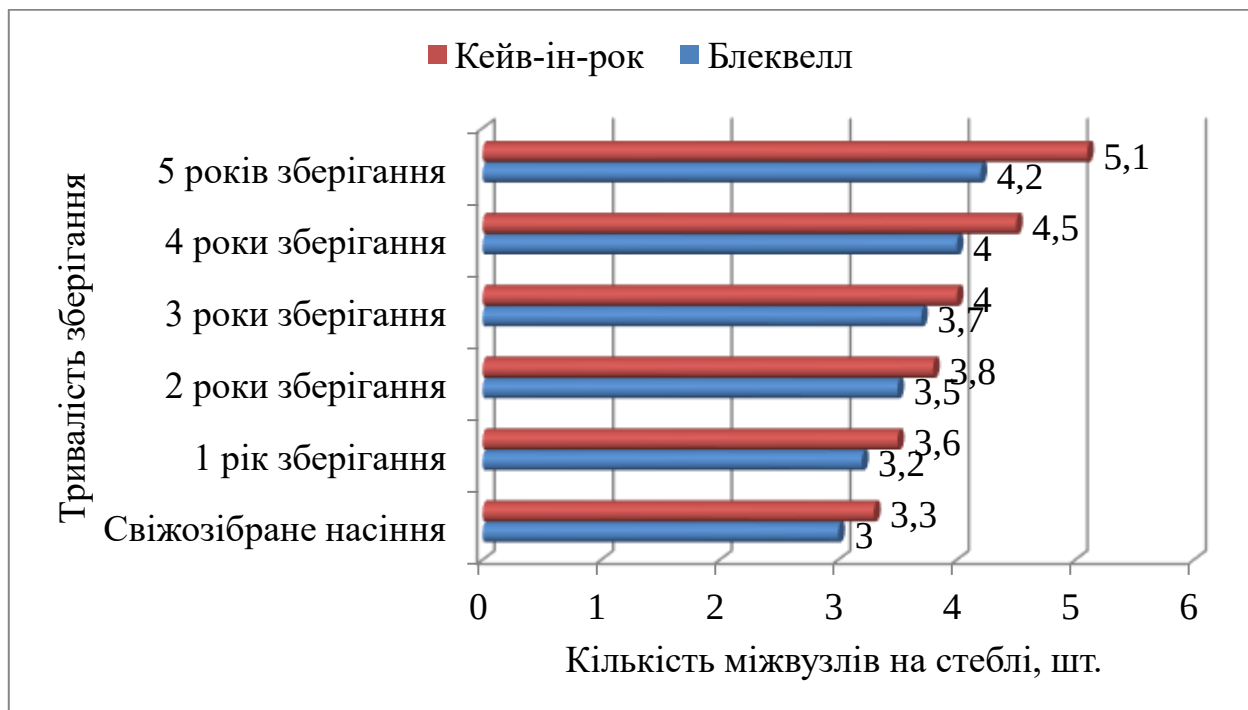


Рис. 16. Кількість міжвузлів на стеблі у сортів світочграсу залежно від факторів, шт.

Таким чином, фактор - тривалість зберігання насіння впливав на якісні показник насіння, а ті на усі інші складові урожаю, проте фактор А – сорти вказує на істотну перевагу сорту Кейв-ін-рок.

4.7. Вміст елементів у надземній масі сортів світочграсу за різного терміну зберігання насіння

Цинк є компонентом дихальних ферментів у рослин. Він посилює процеси запліднення. Цинк бере участь в утворенні хлорофілу та визначає стійкість зв'язку хлорофілу з білком, запобігаючи передчасному його розпаду.

Цинк впливає на процеси засвоєння елементів мінерального живлення, а саме на поглинання кореневою системою і транспорт у надземні органи рослин.

Цинк посилює поглинання рослинами бору, міді, але зменшує надходження калію, заліза і марганцю, та кадмію і свинцю, регулює обмін

Вміст елементів у фітомасі важливий, адже вони при спалюванні створюють накипи на котлах і тому вміст того чи іншого елементу повинен бути оптимальним.

Волога маса містить менше золи порівняно з сухою завдяки ефекту розведення.

Вміст у вегетативній масі світчграсу різних сортів вказує, що цинк за фактичної вологості становив – від 0,35 до 0,48 мг/100 г.

Найвищі показники, але допустимі у фітомасі були у сорту Кейв-ін-рок – від 0,40 до 0,48 мг/100г, а у сорту Блеквелл – від 0,35 до 0,45 мг/100 г. (рис.17).

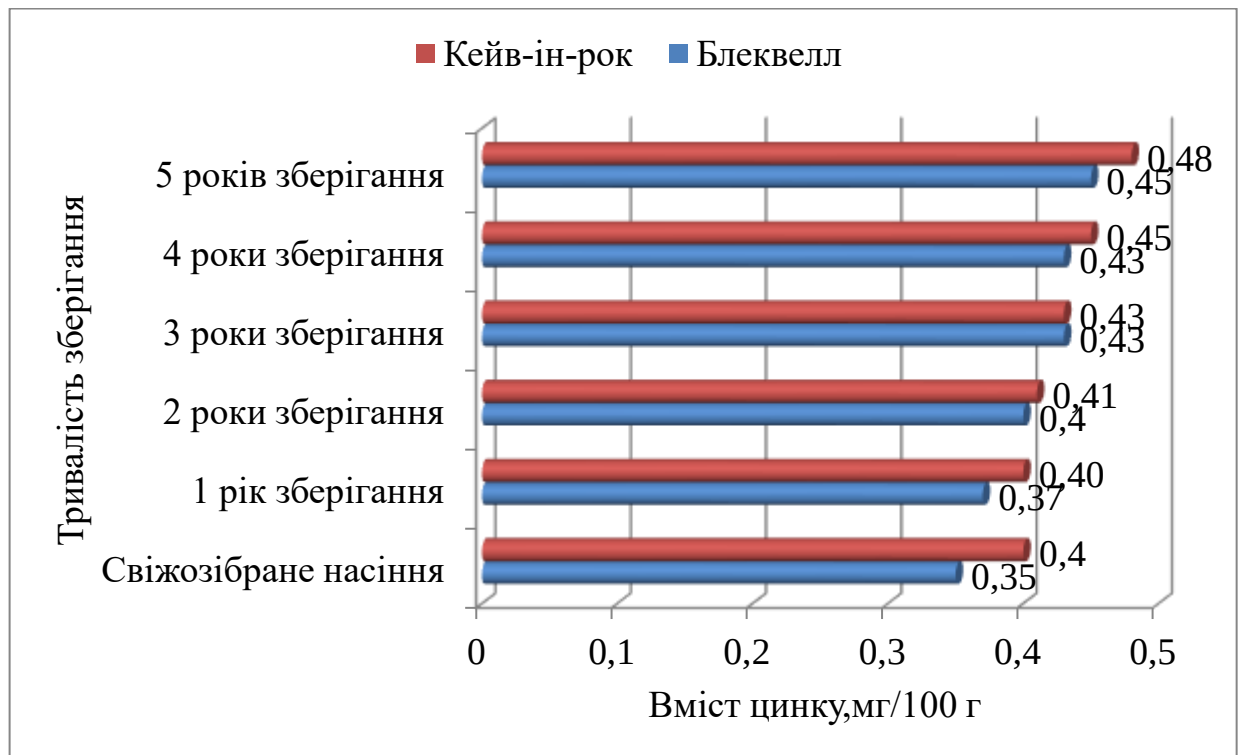


Рис.17. Вміст Zn у надземній масі світчграсу залежно від факторів впливу за фактичної вологості, мг/100 г

Вміст цинку в перерахунку на суху масу у сортів світчграсу коливався від 0,50 до 0,70 мг/100 г.

У сорту Кейв-ін-рок було визначено вміст його від 0,61 до 0,70 мг/100 г, а у Блеквелл від 0,50 до 0,63 мг/100 г (рис. 18).

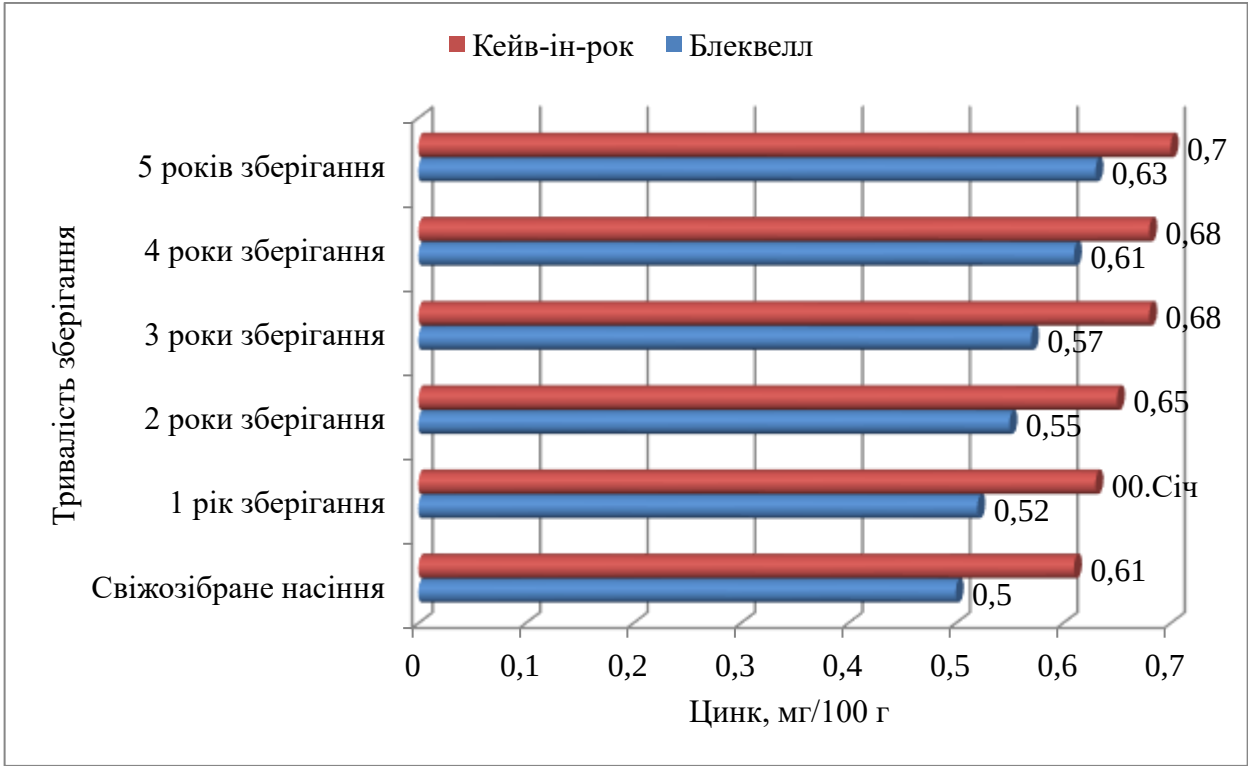


Рис. 18. Вміст Zn в перерахунку на суху масу у сортів світочграсу, мг/100 г

Таким чином у процесі проростання насіння і появи сходів формується густота рослин. Густота визначає подальший ріст, розвиток та урожайність і в той же час залежить від польової схожості насіння, норми висіву та виживання рослин і інших факторів.

За даними авторів зменшення польової схожості мінімум на 1% може призводити до втрат врожаю на 1–1,5 % внаслідок зменшення не лише кількості рослин, а і їхньої індивідуальної продуктивності.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ ФАКТОРИ ЗАЛЕЖНО ВІД ТРИВАЛОСТІ ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЯ СОРТІВ СВІТЧГРАСУ

Ефективність виробництва – це економічна категорія, що відображає суть процесу розширеного відтворення. Тобто досягнення найбільших результатів (ефекту) за найменших витрат (ресурсів) [45].

Підвищення ефективності виробництва означає, що на кожен одиницю витрат (ресурсів) одержують більше продукції і доходу. Для отримання об'єктивної оцінки ефективності виробництва необхідно враховувати оцінку тих витрат (ресурсів), що дають можливість одержати ті чи інші результати [46].

Одним із важливих показників, що визначає ефективність вирощування сортів світчграсу і його цінність, як біоенергетичної культури є вихід енергії з твердого біопалива.

Встановлення оптимальних технологічних прийомів вирощування, дасть можливість забезпечити оптимальні умови для процесів росту й розвитку рослин та дозволить отримати вищу урожайність сухої біомаси рослин світчграсу, а це у кінцевому рахунку забезпечить одержання вищого виходу енергії.

Для розрахунків були використані ціни на продукцію середні по Україні - 2750 грн. фітомаса світчграсу.

Для розрахунку чистого прибутку потрібно врахувати суху фітомасу світчграсу із досліджуваних варіантів та відняти витрати на продукцію.

У сорту Блеквелл було отримано умовно чистий прибуток від 14650 до 20150 грн., у а сорту Кейв-ін-рок від 17400 до 22900 грн.

Найвищі показник прибутку були отримані за варіанту 6 у обох сортів – 20150 грн. і 22900 грн., а найменші за першого - сівба свіжозібраним насінням – 14650 грн. та 17400 грн.

Рівень рентабельності коливався по варіантах від 90 до 124 % (табл..2).

Таблиця 2

**Економічний чинник продуктивності світчграсу за вирощуванні насіння із
різною тривалістю зберігання, грн. га**

(Фактор А) Сортозразки	(Фактор В) Тривалість зберігання	Урожайність сухої біомаси, т/га	Вартість продукції, грн./т	Виробничі витрати на 1 га, грн.	Чистий прибуток з 1 га, грн.
Блеквелл	Свіжозібране насіння	9,0	2750	10100	14650
	1 рік	9,7	2750	10100	16575
	2 роки	10,0	2750	10100	17400
	3 роки	10,5	2750	10100	18775
	4 роки	10,7	2750	10100	19325
	5 років	11,0	2750	10100	20150
Кейв-ін-рок	Свіжозібране насіння	10,0	2750	10100	17400
	1 рік	10,0	2750	10100	17400
	2 роки	11,0	2750	10100	20150
	3 роки	11,0	2750	10100	20150
	4 роки	11,5	2750	10100	21525
	5 років	12,0	2750	10100	22900

Останнім часом для оцінки ресурсоемкості виробництва все більш широко застосовується енергетична та біоенергетична оцінка, які базуються на застосуванні показника витрат сукупної енергії. У землеробстві економія витрат сукупної енергії на одиницю продукції досягається за рахунок впровадження ресурсощадних інтенсивних технологій[47].

В зв'язку з цим, для ефективного ведення сільського господарства, в тому числі галузі рослинництва, необхідно проводити енергетичний аналіз вирощування сільськогосподарських культур[48].

Енергетичний коефіцієнт показує на скільки доцільним є варіанти з енергетичної сторони. Варіант у сорту Блеквелл є найвищий за сівби насіння від 3 років зберігання від 1,08 до 1,32 Кее, а у сорту Кейв-ін-рок – від 1,17 до 1,45 Кее (табл. 3).

Таблиця 3

**Енергетичний чинник продуктивності світчграсу за вирощуванні насіння
із різною тривалістю зберігання, МДж/га**

(Фактор А) Сортозразки	(Фактор В) Тривалість зберігання	Прихід енергії, тис. МДж/га	Витрати енергії, тис. МДж/га	Приріст валової енергії тис. МДж/га	Енергетич- ний коефіцієнт, Кее
Блеквелл	Свіжозібран е насіння	24,6	11,7	12,9	0,77
	1 рік	25,0	11,7	13,3	0,82
	2 роки	25,8	11,7	14,1	0,90
	3 роки	26,0	11,7	14,3	1,08
	4 роки	26,7	11,7	15,0	1,15
	5 років	27,0	11,7	15,3	1,32
Кейв-ін-рок	Свіжозібран е насіння	25,0	11,7	13,3	0,80
	1 рік	25,5	11,7	13,8	0,86
	2 роки	26,2	11,7	14,5	0,94
	3 роки	26,8	11,7	15,1	1,17
	4 роки	27,0	11,7	15,3	1,27
	5 років	27,7	11,7	16,0	1,45

Таким чином, на сьогодні виникла необхідність оцінки біоенергетичної ефективності технологій і окремих технологічних заходів на етапі їх розробки з тим, щоб виробництву пропонувались найбільш енерго- та ресурсоощадні їх варіанти.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАЛЕЖНО ВІД ТРИВАЛОСТІ ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЯ СОРТІВ СВІТЧГРАСУ

6.1. Моделювання виробничих небезпек залежно від тривалості зберігання насіння сортів світчграсу

Вимоги безпеки під час збирання та заготівлі біомаси світчграсу

1. Зернозбиральні комбайни і транспортні засоби мають бути обладнані автоматичною зчіпкою, яка дає змогу від'єднувати наповнений причіп і приєднувати порожній під час руху агрегату без участі допоміжного працівника.

2. Погодження дій трактористів під час розчеплення волокуші з трактором і початку руху машин після розчеплення потрібно здійснювати тільки за наявності допоміжного працівника (сигнальника). Працівник має знаходитися попереду агрегату у зоні видимості обох трактористів. Трактористи мають починати рух тільки після сигналу допоміжного працівника [49].

3. На період скиртування працівники мають бути забезпечені справними вилами, страхувальним знаряддям, засобами сигналізації.

4. Скиртування треба проводити у світлий час доби. Не дозволяється виконувати скиртувальні роботи під час грози, дощу, сильних поривів вітру.

5. Не дозволяється складання скирт та тюків в охоронній зоні ліній електропередач.

6. Під час скиртування треба дотримуватися таких вимог:

кількість скиртоправів, що одночасно перебувають на скирті, не має бути понад шість із розміщенням їх не ближче ніж за 1,5 м від краю скирти;

після досягнення скиртою висоти 2 м навколо неї треба вистелити шар соломи завширшки 2 м і заввишки 1 м (для пом'якшення удару у разі падіння працівника зі скирти);

для завершення формування скирти на ній мають залишитися не більше ніж два скиртоправи;

для піднімання та опускання працівників зі скирти потрібно застосовувати приставні або мотузяні драбини, які треба закріплювати страхувальними мотузками.

7. Вкладати прямокутні тюки у скирту, склади для сіна або кузов транспортного засобу треба у перев'язку. Тюки слід подавати узгоджено, укладачам не дозволяється наближатися до краю скирти (кузова) ближче ніж на 1,5 м.

8. Вкладати рулони треба механізованим способом на рівній поверхні з вжиттям заходів проти їх розкочування.

9. Під час укладання рулонів і тюків не можна допускати нахилу штабеля. Нахилений штабель потрібно закріпити упорами або відтяжками до остаточного розбирання штабеля.

10. Працівникам не дозволяється перебувати під піднятими рулонами і тюками та у радіусі дії стріли навантажувальної машини під час укладання рулонів і тюків за допомогою кранів або навантажувачів.

11. Розрізання скирт скирторізом дозволяється виконувати тільки за наявності допоміжного працівника (сигнальника), який має перебувати за межами зони можливого падіння пиляльного ланцюга у разі його пошкодження чи відмови.

12. Не дозволяється перебування працівників поблизу потоку подрібненої маси та робочих органів машин для навантажування соломи і сіна зі скирт з одночасним подрібненням і пневматичним завантаженням у транспортні засоби.

13. Не дозволяється виконання робіт під навислими козирками, які утворились під час розбирання скирт.

14. Під час роботи прес-підбирача не дозволяється:

перебувати на прес-підбирачі;

заглядати до пресувальної камери;

вправляти руками в'язальний шпагат у в'язальному апараті;
перебувати у зоні обертання маховика;
проштовхувати руками масу до приймальної камери.

15. Під час роботи тюкоукладача працівникам не дозволяється перебувати ближче ніж за 1 м від робочих ланцюгів підбирача і поперечного транспортера та проштовхувати тюки у підбирач під час його руху.

16. Докладати тюки, що обвалилися, вручну дозволено тільки після зупинення агрегату.

17. Перед вивантаженням штабеля потрібно впевнитися, що у небезпечній зоні не перебувають працівники. Під час розвантаження поправляти штабель вручну не дозволяється.

18. Агрегати для виготовлення вітамінного трав'яного борошна та для висушування трави, соломи, зелених гілок дерев, виноградної вичавки та інших відходів мають бути обладнані справними приладами контролю температурного режиму та автоматичними приладами безпеки, які вимикають подавання палива у разі обривання полум'я форсунки.

19. Роботи, пов'язані зі закладанням силосу, дозволяється проводити тільки у світлий час доби.

У траншеях заглибленого типу дозволено трамбувати силосну (сінажну) масу в темний час доби одним трактором у разі відсутності у траншеї допоміжних працівників та наявності стаціонарного освітлення всієї поверхні робочої зони.

20. Для трамбування маси треба застосовувати тільки гусеничні трактори загального призначення. Під час трамбування двері кабіни потрібно закріпити у відкритому положенні.

21. Дозволяється використовувати трактори тільки з передньонавішеним розрівнювальним пристроєм.

22. На кургані, бурті або у траншеї дозволено виконувати роботи тільки одним трактором. У траншейних сховищах завширшки 12 м і більше дозволена

одночасна робота не більше ніж двох гусеничних тракторів загального призначення.

23. Роботи з внесення хімічних консервантів мають проводити не менше ніж два працівники з використанням спецодягу, спецвзуття та засобів індивідуального захисту органів дихання та зору[50-52].

6.2. Охорона навколишнього і природного середовища залежно від тривалості зберігання насіння сортів світчграсу

Виробництво сільськогосподарської продукції, у якій вміст шкідливих речовин перевищує граничне допустиму концентрацію, повинно бути економічно не вигідним. Цього треба домогтися тому, що інколи високі врожаї сільськогосподарських культур забезпечують внесенням занадто великих доз мінеральних добрив, що негативно позначається на якості продукції, екологічному стані природного середовища[53].

Поліпшенню природного середовища в сільському господарстві сприяє Закон України «Про пестициди і агрохімікати» від 2 березня 1995 р., який регулює правові відносини, пов'язані з державною реєстрацією, виробництвом, закупівлею, транспортуванням, зберіганням, реалізацією та безпечним для здоров'я людини і навколишнього природного середовища застосуванням пестицидів і агрохімікатів, визначає права і обов'язки підприємств, установ, організацій та громадян, а також повноваження органів державної виконавчої влади і посадових осіб у цій сфері[54].

Закон передбачає пріоритетність збереження здоров'я людини і охорони навколишнього природного середовища над економічним ефектом від застосування пестицидів і агрохімікатів.

Пестициди і агрохімікати, які становлять підвищену небезпеку, застосовуються лише за спеціальним дозволом Міністерства охорони здоров'я і Міністерства екології та природних ресурсів України [55].

Перелік пестицидів і агрохімікатів, які становлять підвищену небезпеку, визначається Кабінетом Міністрів України.

Для посилення охорони навколишнього природного середовища в сільському господарстві певне значення буде мати передбачена Законом відповідальність за порушення законодавства про пестициди і агрохімікати. Згідно зі ст. 20 Закону може наступити цивільна, дисциплінарна, адміністративна або кримінальна відповідальність.

На особливу увагу заслуговує додержання екологічних вимог сільському господарстві. Сільське господарство — найбільш активна галузь, де взаємодіє суспільство і природа[56].

В умовах сучасної системи сільського господарства можна виокремити два напрямки природоохоронної діяльності: охорона навколишнього природного середовища і всіх його елементів від негативного впливу сільськогосподарського виробництва та охорона сільського господарства від шкідливого впливу антропогенного навколишнього середовища.

Основні правові норми, які закріплюють порядок використання та охорони земель, інших природних об'єктів у сільському господарстві, містяться в Земельному, Водному, Лісовому кодексах України, в кодексі України про надра, а також у Законах України «Про охорону земель», «Про тваринний світ» та «Про охорону атмосферного повітря». Дані правові норми становлять правову основу екологізації аграрного законодавства[57].

Основними природними об'єктами, які зазнають негативного впливу в сільському господарстві, є землі сільськогосподарського призначення, якими визнаються землі, надані для виробництва сільськогосподарської продукції, здійснення сільськогосподарської науково-дослідної та навчальної діяльності, розміщення відповідної виробничої інфраструктури або призначені для цих цілей (ст. 22 ЗК України).

Охорона земель сільськогосподарського призначення включає систему правових, організаційних, економічних та інших заходів, спрямованих на їх

раціональне використання, запобігання необґрунтованому вилученню земель із сільськогосподарського обігу, захист від шкідливих антропогенних впливів, а також на відтворення та підвищення родючості ґрунтів.

Одним з найважливіших заходів є обмеження використання цих земель для цілей, не пов'язаних з сільським господарством. Згідно зі ст. 23 Земельного кодексу України землі, придатні для потреб сільського господарства, повинні надаватися насамперед для сільськогосподарського використання[58].

Для будівництва об'єктів, не пов'язаних з веденням сільськогосподарського виробництва, надаються переважно несільськогосподарські угіддя або сільськогосподарські угіддя гіршої якості.

ВИСНОВКИ

У роботі вказано та проаналізовано і узагальнено продуктивність світчграсу залежно від сортових особливостей і тривалості зберігання насіння.

1. Встановлено, що сорт Кейв-ін –рок за якісними показниками переважав сорт Блеквелл.

2. Особливостями сортовими і факторами впливу тривалості зберігання було визначено, що за свіжозібраного насіння можна отримати енергію проростання 25 і 31 %, після року – 28 і 37 %, двох – 30 і 44 %. Три річне зберігання насіння дозволяє помітити збільшення проростання 36 і 48 %, у роки – 39 і 51 %, 5 років – 45 і 57 %.

3. Найменшу схожість отримано за свіжозібраного насіння – 45 і 48 %, а найвищу за 5 річного зберігання – 80 і 86 %. Враховуючи специфічність насіння світчграсу можна виділити і схожість на 3 рік і 4 рік – 60 і 74 % та 70 і 80 % відповідно.

4. Закономірність лабораторної схожості була схожою із польовою і так само отримано за свіжозібраного насіння найменший результат -20 і 25 % та найвищу за 5 річного терміну – 68 і 77 %.

5. На початкових етапах росту і розвитку культури було відмічено найвищу густоту у сорту Кейв-ін-рок після 3 – 5 років зберігання насіння – 71,5 – 73,3 шт./м², а у сорту Блеквелл за них же – 49,7 – 61,7 шт./м².

Найменша густота відзначена за свіжозібраного насіння у сортів – 35,6 і 47,5 шт./м².

6. Збільшення вегетаційного періоду дозволяє відмітити, що густота становила після свіжозібраного насіння – 210 і 250 шт./м², що було найменшим показником, а найбільшим після 5 років зберігання – 567 і 650 шт./м².

Після чотирьох років зберігання було отримано густоту 460 і 600 шт./м², а після трьох – 380 і 510 шт./м².

7. Найвищий фотосинтетичний потенціал відзначено після 5 років зберігання насіння – 5,23 і 6,10 г/м² площі листків за добу, дещо нижчі показники після 4 років зберігання – 4,95 і 5,94 г/м² площі листків за добу.

8. Після проведення обліку було визначено стан забур'яненості посівів який найвищий був після сівби насіння свіжозібраним і після року і двох зберігання – 5,0 бали до 4,5 бали.

9. Найменша забур'яненість відзначена після сівби п'ятирічним насінням – 3,0 і 4,0 бали.

10. Урожайність сирої фітомаси була від 18,0 т/га до 24,2 т/га залежно від варіантів досліджень.

Найменшу урожайність сирої фітомаси зафіксовано при сівбі свіжозібраним насінням 18 т/га у Блеквелл та 20 т/га у Кейв-ін-рок, а найбільшу після п'ятирічного зберігання – 22,3 т/га і 24,2 т/га.

Після річного зберігання було отримано урожайність фітомаси – 19,0 т/га і 21,0 т/га, а після дворічного – 20,0 і 23,- т/га.

11. Встановлено, що у сортів накопичення сухої речовини було вищим у світчграсу сорту Кейв-ін-рок від 10,0 до 12,0 т/га ніж у Блеквелл – від 9,0 до 11,0 т/га.

12. Кількість міжвузлів у сортів коливалась від 3,0 до 5,1 шт. і найвищі показники отримано у сорту світчграсу Кейв-ін-рок.

13. Найменша показник були у свіжозібраного і 1-2 річного насіння – 3,0 і 3,3 шт. та 3,2- 3,8 шт.

Після сівби насіння із тривалістю зберігання більше 3 роки було отримано кількість міжвузлів від 3,7 до 5,1 шт.

14. Вміст у вегетативній масі світчграсу різних сортів вказує, що цинк за фактичної вологості становив – від 0,35 до 0,48 мг/100 г.

Найвищі показники, але допустимі у фітомасі були у сорту Кейв-ін-рок – від 0,40 до 0,48 мг/100г, а у сорту Блеквелл – від 0,35 до 0,45 мг/100 г.

15. Вміст цинку в перерахунку на суху масу у сортів світчграсу коливався від 0,50 до 0,70 мг/100 г.

16. У сорту Блеквелл було отримано умовно чистий прибуток від 14650 до 20150 грн., у а сорту Кейв-ін-рок від 17400 до 22900 грн.

17. Варіант у сорту Блеквелл є найвищий за сівби насіння від 3 років зберігання від 1,08 до 1,32 Кее, а у сорту Кейв-ін-рок – від 1,17 до 1,45 Кее.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

У проведеній роботі після аналізу даних рекомендується проводити сівбу сортів світчграсу Блеквелл і Кейв-ін-рок насінням із тривалістю зберігання 3-5 років, що дозволить отримати урожайність сухої маси від 10,5 до 12,0 т/га та забезпечить схожість від 57 до 77 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мельничук М.Д., Дубровін В.О., Мироненко В.Г., Поліщук В.М. та ін. Комплексні енергоощадні системи виробництва і використання твердих та рідких біопалив в умовах АПК: *Рекомендації для агропромислових підприємств України*. К.: «Аграр Медіа Груп», 2011. 144 с.
2. Green J. C., Bransby D. I. (1995). Effects of seed size on germination and seedling growth of Alamo switchgrass. *Soc. for Range Management*, Denver, Vol. 1. 183–184.
3. Думич В.В., Журба Г.І. Техніко-технологічні заходи для закладання енергоплантацій світчграсу в умовах Полісся України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*, 2013. Вип. 19. С.37–42.
4. Smart A. J., Moser L. E. (1999). Switchgrass seedling development as affected by seed size. *Agronomy & Horticulture : Faculty Publications*. 68. 335–338. URL : <http://digitalcommons.unl.edu/agronomyfacpub/68>.
5. Кравчук В., Новохацький М., Кожушко М., Думич В. На шляху до створення плантацій енергетичних культур. *Техніка і технології АПК*. 2013. № 2 (41). С. 31–34.
6. Schmer M. R., Liebig M. A., Vogel K. P., Mitchell R. B. (2011). Field-scale soil property changes under switchgrass managed for bioenergy. *GCB Bioenergy*, doi: 10.1111/j.1757-170732011.01099x.
7. Кулик М. І., Юрченко С. О. Формування продуктивності інтродукованого в центральній частині України *Panicum virgatum* L. (Проса лозоподібного). *Зб. наук. праць «Фактори експериментальної еволюції організмів»*. К.: Укр. т-во генетиків і селекціонерів ім. М.І. Вавилова. 2014. Т. 14. С. 160-164.
8. Samson R. A., Omielan J. A. (1992). Switchgrass: A potential biomass energy crop for ethanol production. *Thirteenth North American Prairie Conference*.

Windsor, Ontario. P. 253–258.

9. Гументик М. Я. Перспективи вирощування багаторічних злакових культур для виробництва біопалива. *Цукрові буряки*. 2010. № 4. С. 21– 22.

10. Tulbure M. G., Wimberly M. C., Boe A., Owens V. N. (2012). Climatic and genetic controls of yields of switchgrass, a model bioenergy species. *Agric Ecosyst Environ*. 146 : 121–129.

11. Comis D. (2006). Switching to Switchgrass makes Sense, in *Agricultural Research, July*. USDA. URL: <http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/jul06/grass0706.pdf>.

12. Таран В.В., Магомедов А.Д., Пономаренко П.Л. Производство возобновляемых источников энергии в странах. Теория экономики и управления народным хозяйством: *Вестник Института дружбы народов Кавказа*. 2011. № 17. С. 117-127.

13. Бородіна О. М. Відновлювана енергетика – перспективи для сільського господарства України. *Пропозиція*. 2008. № 10. С. 12–18.

14. Myers R. E. and J. Dickerson (1984). How to plant and maintain switchgrass. As nesting and winter cover for pheasants and other wildlife. NY Department of Agriculture / NY Soil Conservation Service NY-63.

15. Бузовський Є. А., Бузовський Є. А., Витвицька О. Д., Скрипниченко В. А. Нетрадиційні джерела енергії – вимоги часу. *Науковий вісник Національного аграрного університету України*. 2008. Вип. 119. С. 289–294.

16. McLaughlin S.B. and Walsh M.E. (1998). Evaluating environmental consequences of producing herbaceous crops for bioenergy. *Biomass and Bioenergy*. PP. 317–324.

17. Гументик М. Я. Ефективність виробництва біоетанолу на основі альтернативних, енергетичних культур. *Теорія та практика ринків*. 2007. № 1. С. 101–105.

18. Towne E. G., Kemp K. E. (2003). Vegetation dynamics from annually

burning tallgrass prairie in different seasons. *J. Range Manage.* V. 56. P. 185–192.

19. Роїк М. В., Курило В. Л., Гументик М. Я., Ганженко О. М. Роль і місце фітоенергетики в паливно-енергетичному комплексі України. *Цукрові буряки*. 2011. № 1. С. 6–7.

20. Lee D. K., Owens V. N., Doolittle J. J. (2007). Switchgrass and soil carbon sequestration response to ammonium nitrate, manure, and harvest frequency on conservation reserve program land. *Agron J.* 99. 462–468.

21. Шпичак О. М. Проблеми продовольчої безпеки та біопалива. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2009. Вип. 141. С. 18–26.

22. Wolter Elbersen. Switchgrass for biomass: Bibliography and management practices Draft document FAIR 5-CT97-3701: Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) as an alternative energy crop in Europe. *Initiation of a productivity network*. ATO-DLO, Wageningen. 1998. 22 P.

23. Використання біомаси на енергетичні потреби / За ред. докт. техн. наук В. І. Кравчука. Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2009. 72 с.

24. Elbersen H. W., et al. (2001). Switchgrass variety choice in Europe. *Aspects of Applied Biology*. V. 65. P. 21–28.

25. Калетнік Г. М. Розвиток ринку біопалив в Україні : моногр. К.: *Аграрна наука*, 2008. 464 с.

26. Costs of Producing Switchgrass for Biomass in Southern Iowa, Iowa State University *Extension Publication* PM URL: <http://www.extension.iastate.edu/Publications/PM1866.pdf>

27. Думич В. В., Журба Г. І., Курило В. Л. Динаміка росту світчграсу в ґрунтово-кліматичних умовах Полісся України. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 19. С. 43–45.

28. Long S.P., Potter L., Bingham M.J. and Striling C.M. (1990). An analysis of limitations to the production of C4 perennials as lingo-cellulosic biomass crops, with reference to trials in E. – *England: In Biomass for Energy and Industry, 5th European*

Conference, Elsevier Applied Science, Edited by G. Grassi, G. Gosse, G. dos Santos, PP. 235–241.

29. Роїк М. В., Курило В. Л., Гументик М. Я. та ін. Фітоенергетичні культури. *Науково-виробничий журнал «Агроном»*, 2013. Вип. 3. С. 96–99.

30. Moser L. E., Vogel K. P. Switchgrass (1995). Big Bluestem, and Indiangrass. In : Forages-an introduction to grassland agriculture. Barnes R. F., Miller D.A., Nelson C. J. (eds.). – 5th ed. – Ames, Iowa : Iowa University Press. Vol.

31. Гументик М. Я. Агротехнічні прийоми вирощування проса прутноподібного «*Panicum virgatum* L.». *Біоенергетика*. 2014. № 1. С. 29–32.

32. Aiken G. E., Springer T. L. (1995). Seed size distribution, germination, and emergence of 6 switchgrass cultivars. *J. Range Manage.* 48. 455–458.

33. Кулик М. І. Формування врожайності проса лозоподібного третього року вегетації. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2014. №3. С. 50–55.

34. Christian D. G. and H. W. Elbersen (1998). Switchgrass (*Panicum virgatum* L.). In: N. El Bassam ed. Energy plant species: Their use and impact on environment and development. London: James and James publishers, 257-263.

35. Писаренко П. В., Крайсвітній П. А., Кулик М. І. та ін. Рослини: джерело енергії. *Енергозбереження*. К., 2010. Вип. №11. С. 10–11.

36. Smart A. J. and L. E. Moser (1997). Morphological development of switchgrass as affected by planting date. *Agron. J.* 89 : 958–962.

37. Sautter E. H. (1962). Germination of switchgrass. *J. Range Manage.* V. 15.P. 108–109.

38. Насінництво й насіннєзнавство польових культур / за ред. М. М. Гаврилюка. Київ: Аграр. наука, 2007. 216 с.

39. Новітні технології біоенергоконверсії / [Блюм Я. М., Гелетука Г. Г., Григорюк І. П. та ін.]. К.: Аграр Медіа Груп, 2010. 326 с.

40. Паливо синтетичне. Терміни та визначення понять. ДСТУ 7502:2014 [Чинний від 2015-01-01]. К.: Мінеконом розвитку України, 2015. 16 с.

[Національний стандарт України].

41. Вишневська А. М., Вишневський В. В., Кіндрук М. О., Слюсаренко О. К. Життєздатність насіння при його зберіганні. *Зб. наук. пр. СГІНАЦ НАІС*. Одеса, 2005. Вип. 7 (47). С. 36–45.

42. Діндорого В. Г., Петренкова В. П., Скляревський К. М. Патогенні чинники зниження кондиційності насіння зернових колосових культур. *Зб. наук. пр. СГІ-НАЦ НАІС*. Одеса, 2005. Вип. 7 (47). С. 56–62.

43. Грицаєнко З.М. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. З.М. Грицаєнко, А.О. Грицаєнко, В.П. Карпенко; [за ред. Грицаєнко З.М.]. К. : ЗАТ «НІЧЛАВА», 2003. 320 с.

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

45. Віленчук О. Економічні проблеми природокористування. *Економіка України*. 2009. № 3. С. 80–87.

46. Відновлювана енергетика в Україні: сьогодення та перспективи. Українська асоціація відновлюваної енергетики. URL: <https://vse.energy/docs/OEW-orgel.pdf> (дата звернення: 02 липня 2018).

47. Зеркалов Д.В. Енергозбереження в Україні. URL: <http://zerkalov.org/files/evu-zm.pdf>] Монографія. К.: Основа, 2012. 582 с.

48. Калініченко О. В., Плотник О. Д. Економічна ефективність виробництва культури світчграсу в Україні. *Наукові праці Полтавської державної аграрної академії. Економічні науки*. Полтава : ПДАА, 2011. Т. 1., Вип. 2. С. 136-141.Р. 409–420.

49. НАПБ Б.03.002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.dnaop.com/398/2458>

50. Безпека людини у життєвому середовищі: Навч. посібник / Голінько

В.І., Шибка М.В., Безщасний О.В. За ред. В.І.Голінька. 3-є вид., перероб. і доп. Д.: Національний гірничий університет, 2004. 187 с.

51. ДБН В.1.1-7-2002. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва;

52. Безпека людини у надзвичайних ситуаціях: Навч. посібник / В.І.Голінько, С.О.Алексєєнко, М.Ф.Кременчуцький та ін.; За ред. В.І.Голінька. 3-є вид., перероб. і доп. Д.: Національний гірничий університет, 2004. 160 с.

53. Марчук, І.У., Макаренко, В.М., Розстальний, В.Є. та ін. Добрива та їх використання: Довідник. К.: Арістей, 2011. 254 с.

54. Кулик М. І. Калініченко О. В, Галицька М. А., Янолоб І. О. Навчальний посібник: *Фітоенергетичні культури*. Полтава, 2017. 150 с.

55. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Черкаській області у 2022 р. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://polpoz.ru/umot/ministerstvo-ohoroni-navkolishneogo-prirodnogoseredovisha-ukr/>

56. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України, Київ, 2010. 112 с. [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://www.iogu.gov.ua/wpcontent/uploads/2013/07/stan_gruntiv.pdf

57. Чумаченко О. М., Мартин А. Г. Еколого-економічна оцінка втрат від деградації земельних ресурсів (на прикладі земель сільськогосподарського призначення): монографія К.: ТОВ «Аграр Медіа», 2010. 210 с.

58. Медведєв, В.В., С.Ю. Булігін, С.А. Балюк Стан родючості ґрунтів України та прогноз його змін за умов сучасного землеробства.,. Харків: ШТРИХ, 2001. 100 с.

ДОДАТКИ