МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(УНУ)

Факультет агрономії
Кафедра рослинництва

Допущено до захисту

«____» _____ 2025 р.

Зав. кафедри, к. с.–г. наук, доцент

_____ Віталій КРАВЧЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ступеня вищої освіти магістр

ПРОДУКТИВНІСТЬ СВІТЧГРАСУ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКУ СІВБИ І СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ У ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОМУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 24 м-а
спеціальності 201 Агрономія
МЕЛЬНИК Віктор Олександрович

Керівник: ВИШНЕВСЬКА Леся, к. с.-г. н., доцент

Умань – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП 4

РОЗДІЛ 1. ЗНАЧЕННЯ СВІТЧГРАСУ (ПРОСА ЛОЗОВИДНОГО) ЯК ЕНЕРГЕТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ (огляд літератури) ……. 6

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ (характеристика світчграсу)..... 15

РОЗДІЛ 3. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ..... 17

3.1. Характеристика ґрунту під дослідом 17

3.2. Кліматичні та погодні умови 17

3.3. Схема досліду та розміщення варіантів..... 20

3.4. Агротехнологія вирощування світчграсу (проса лозовидного) в досліді 21

3.5. Програма досліджень і методика їх проведення 22

РОЗДІЛ 4. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СВІТЧГРАСУ ЗАЛЕЖНО СТРОКУ СІВБИ ТА СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ…… 23

4.1. Продуктивність проса лозовидного другого-четвертого років вирощування залежно від строків сівби та сортових особливостей …… 23

4.2. Значення кількісних показників проса лозовидного другого-четвертого років вегетації за різних технологічних прийомів вирощування …… 29

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СВІТЧГРАСУ 32

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 37

6.1. Моделювання виробничих небезпек під час вирощування світчграсу…… 37

6.2. Охорона навколишнього природного середовища при вирощуванні світчграсу 38

ВИСНОВКИ..... 41
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... 42
ДОДАТКИ..... 50

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах глобального дефіциту енергоресурсів особливу увагу приділяють використанню альтернативних джерел енергії, зокрема спеціально вирощених енергетичних культур та рослинних залишків сільськогосподарського виробництва. Україна володіє значним потенціалом біомаси, яка може бути застосована для виробництва біопалива, що створює передумови для розширення використання рослинних решток у енергетичних цілях. Прогнозовано, що у 2015 році обсяг використання енергії біомаси складе 5 млн тонн умовного палива (т у. п.), що відповідає 2,5 % від загального енергоспоживання, а до 2030 року цей показник може досягти 20 млн т у. п., або 10 % [1].

Як зазначають В. Л. Курило зі співавторами [2], Україна за природно-економічними умовами належить до країн з надзвичайно сприятливими можливостями забезпечення продовольчої безпеки та має високий потенціал для створення стабільного ринку енергетичних культур, що можуть використовуватись у біопаливній промисловості. Використання відновлюваних джерел енергії, особливо біомаси, шляхом трансформації фотосинтетичної енергії у форму, доступну для економіки держави, сприятиме зниженню енергетичної залежності України.

Світчграс (просо лозовидне) Panicum virgatum L. є однією з перспективних фітоенергетичних культур. Його вегетативну масу використовують для отримання твердого палива. Рослини можуть рости на різних типах ґрунтів, а на території України наявні мільйони гектарів придатних земель. Саме тому дослідження можливостей вирощування проса лозовидного на таких територіях є актуальним [3, 4].

Розробка окремих елементів технології вирощування та їх впровадження у виробництво на маргінальних землях дозволяє підвищити урожайність сухої

біомаси цієї культури, що сприятиме зниженню енергетичної залежності України, що й визначає практичну значимість та актуальність даного дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Кваліфікаційна робота є частиною наукових досліджень Уманського НУ та кафедри рослинництва за напрямом «Розробка технологій вирощування польових і кормових культур у системі органо-біологічного рослинництва».

Наукова новизна одержаних даних. Вперше в умовах Правобережного Лісостепу України досліджено формування морфо-біологічних ознак, урожайності сухої біомаси та енергетичної ефективності вирощування сортів проса лозовидного залежно від строків сівби та сортових особливостей.

Апробація результатів досліджень. Основні результати наукової роботи були представлені та обговорені на студентській науковій конференції, присвяченій 125-річчю від дня народження видатного вченого та педагога у галузі землеробства, професора Симона Самійловича Рубіна.

РОЗДІЛ 1
ЗНАЧЕННЯ СВІТЧГРАСУ (ПРОСА ЛОЗОВИДНОГО) ЯК ЕНЕРГЕТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ (огляд літератури)

Україна належить до енергодефіцитних держав: внутрішні ресурси задовольняють лише 53 % потреб у енергоносіях, імпорт забезпечує 75 % природного газу, а також 85 % сирої нафти та нафтопродуктів. Саме тому виробництво палива з відновлюваних джерел має особливе значення для нашої країни. Більшість регіонів України характеризуються сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами для вирощування рослин з високим потенціалом накопичення біомаси протягом вегетації. Особливо перспективними є культури, які здатні рости на малопродуктивних та деградованих землях [5–7].

Структура паливно-енергетичного комплексу країни може створювати загрозу для енергетичної та національної безпеки. Тому розвиток біоенергетики є надзвичайно актуальним. За даними експертів, частка відновлюваних джерел енергії у світовому енергетичному балансі до 2050 року може становити 50 %, а за прогнозами Світової енергетичної ради – 80–90 % до кінця поточного століття. Так, Німеччина і Швеція планують забезпечувати всю потребу в енергії за рахунок відновлюваних джерел [8].

Найбільші площі під енергетичними культурами сконцентровані у таких європейських країнах, як Норвегія, Данія, Німеччина, Австрія, Польща та Швеція [9, 10]. В Україні налічується від 3 до 5 млн га земель, виведених із сівозмін. Використання цих територій для вирощування енергетичних культур дозволяє зберегти гумусовий шар ґрунту від ерозії, підтримати розвиток флори та фауни, а також поліпшити екологічний і енергетичний стан держави [11].

М. Руденко зазначає, що енергія є важливим критерієм екологічної збалансованості економіки, адже вона відображає принцип збереження

природної впорядкованості, яка надходить із сонячною енергією та трансформується в потенціал рослин [12].

Світовий досвід демонструє зростання виробництва біопалива та його широке застосування в агропромисловому комплексі. Для сільських територій біоенергетичне забезпечення базується, передусім, на вирощуванні енергетичних культур та використанні інших місцевих ресурсів. В Україні це особливо важливо через високу природну родючість ґрунтів, яка значно впливає на економічну ефективність виробництва біопалива [13, 14].

Серед основних переваг рослинної біомаси як джерела енергії – екологічна чистота, відсутність негативного впливу на баланс CO_2 в атмосфері. Під час спалювання біопалива виділяється менше CO_2, ніж його поглинають рослини під час фотосинтезу, а також в 20–30 разів менше оксиду сірки і в 3–4 рази менше золи порівняно з вугіллям [15–17].

Активне залучення поновлюваних джерел енергії до аграрного сектору сприяє зниженню енергетичного дефіциту та захисту навколишнього середовища. Серед перспективних культур для біопалива – просо прутоподібне (світчграс), міскантус, сорго та інші енергоспоріднені рослини [18–20].

Одним із шляхів вирішення цих завдань є інтродукція нових нетрадиційних рослин, що відзначаються високою екологічною пластичністю, стійкістю до несприятливих умов, бур’янів, шкідників і хвороб, високою продуктивністю та цінними агрономічними ознаками. До таких культур належить багаторічне просо лозовидне Panicum virgatum L. (світчграс), яке має значний потенціал як фітоенергетична культура.

Багаторічні інтродуценти характеризуються високою продуктивністю та здатністю мінімізувати механічний обробіток ґрунту, що сприяє покращенню його агрономічних і агрохімічних властивостей. Завдяки потужній кореневій системі та невибагливості до умов вирощування вони мають значний потенціал для використання на еродованих і рекультивованих землях [21].

Для виробництва твердого біопалива найбільш перспективними є багаторічні злакові культури, активно застосовувані у різних країнах світу. Серед них особливу увагу привертає світчграс, або просо лозовидне, яке добре адаптується до умов України та відзначається високим виходом біомаси, придатною для виробництва паливних гранул і брикетів [22, 23].

Біомаса проса лозовидного складається переважно з 50 % целюлози та 30 % лігніну. Суха маса містить до 2–4 % золи, а порівняно з соломою зернових культур характеризується низьким вмістом калію і натрію та підвищеним рівнем кальцію і магнію. Це підвищує температуру згоряння та зменшує ймовірність шлакування у твердопаливних котлах. Собівартість виробництва сухої біомаси проса лозовидного у різних країнах складає 20–40 євро за тонну [24–26].

Рослина була завезена з Північної Америки. Основна її біологічна особливість полягає у належності до групи С4 фотосинтезу, що забезпечує високу ефективність водоспоживання та зменшує витрати води в умовах посухи [27].

Світчграс (Panicum virgatum) – прямостояча, теплолюбна багаторічна культура, що у природі росте у Північній Америці між 45–55 ° північної широти [28]. Стебла досягають 0,5–2,7 м, розмножується насінням і кореневищами. Суцвіття – відкрита волоть довжиною 15–50 см, а коренева система проникає до 3 м у глибину [29].

Основні способи використання культури включають виробництво електроенергії через газифікацію, комбіноване спалювання на вугільних станціях, виробництво етанолу та паливних гранул [30]. Крім цього, просо лозовидне досліджують як джерело целюлози для паперової промисловості, армуюче волокно для пластмасових композитів та інших виробів [31].

Світчграс активно вивчають у Північній Америці, а останнім часом – в Європі як перспективну енергоспоріднену культуру [32]. Потенціал урожайності

багаторічного проса лозовидного сягає 15 т/га сухої маси або 255 ГДж/га теплової енергії. При належному догляді культура може використовуватися 15 років [33].

Крім виробництва енергії, світчграс сприяє відновленню поживних речовин у ґрунті, очищенню забруднених стоків та створенню пасовищ [34]. Порівняно з міскантусом, ця культура менш продуктивна, але більш посухостійка, що робить її придатною для південних регіонів України. Вона також використовується для годівлі тварин та відновлення ґрунтового покриву [35].

За даними Європейської біомасової асоціації AEBIOM, у 2017 році сумарна площа енергетичних культур у країнах ЄС становила 50 764 га [36]. Дослідження в центральній Україні показують, що інтродуковані сорти проса лозовидного добре адаптуються і формують високу та стабільну врожайність фітомаси завдяки впливу абіотичних і біотичних чинників [37].

Існують два основних екотипи світчграсу: низовинний, який вирощується на вологих ґрунтах, та височинний, адаптований до сухого клімату [38]. Оптимальний підбір екотипів і агротехніки дозволяє отримати достатню кількість біомаси, знизити використання традиційних енергоресурсів та сприяти охороні навколишнього середовища [39].

Світчграс також збагачує ґрунт органічними речовинами, запобігає ерозії та покращує екологічний стан регіону [40, 41]. У комплексних дослідженнях в Україні вивчали ботанікобіологічні особливості, сортовий склад, технологію вирощування та виробництво біопалива [42–44].

В Україні культура почала активно вивчатися з 2008 року. Дослідження Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків підтвердили, що умови Східного Лісостепу сприятливі для інтродукції світчграсу, а завдяки потужній кореневій системі культура є економічно вигідною для вирощування на малопродуктивних землях [45]. За вивчення 9 сортів на Лівобережжі найвищу врожайність показали Канлоу та Картадж [45].

У центральній частині Лісостепу України врожайність світчграсу другого року вегетації становила: Форесбург – 6,22 т/га, Кейв-ін-рок – 5,60 т/га, Картадж – 5,23 т/га [46]. Комплексна оцінка визначила, що сорти Кейв-ін-рок, Форестбург, Санбурст, Шелтер, Аламо, Канлоу придатні для поширення в Лісостепу, а найвища врожайність 17,9 т/га була у Кейв-ін-рок [47].

Підготовка ґрунту включає очищення від бур'янів та підготовку поля для сівби. Використовують очищене насіння високої схожості [48]. Дослідження зарубіжних авторів показали, що густота рослин була вищою при сівбі у травні порівняно з квітнем, а бур'яни впливали на ріст культури лише в перший рік [49].

У подальшому рослини пригнічують бур'яни за рахунок інтенсивного кущення та саморегуляції травостою, формуючи потужну вегетативну масу. Шкідники, бур'яни та тривалий стан спокою насіння можуть загрожувати врожайності [50]. Тривалість вирощування впливає на чисельність шкідників: при 4 роках їх кількість більша, ніж при 1–2 роках [51, 52].

Польова схожість насіння нижча (50–55 %), тому застосовують високі норми висіву [51]. Сортування насіння за масою та аеродинамічними властивостями підвищує інтенсивність проростання на 23–38 % [53]. Підбір температури та хімічні препарати прискорюють проростання [54, 55], а яровизація зменшує період спокою при ранній сівбі [56].

Рекомендовані норми висіву коливаються від 2,4 до 10 кг/га або 80–300 насінин/м² залежно від крупності насіння та умов середовища. Для сортів Аламо і Кейв-ін-рок максимальний ріст рослин спостерігався при 400 насінин/м² [57, 58].

Насіння можна висівати у необроблений або вирівняний ґрунт на глибину близько 1 см [59]. Рання сівба забезпечує пробудження насіння через прохолодні та вологі умови ґрунту, зростання сходів і розвиток коренів другого порядку, що підвищує зимостійкість [60].

За весняного строку сівби врожайність сухої біомаси другого року становить 8,7–11,5 т/га, тоді як літня сівба знижує цей показник. Оптимальні умови досягаються шляхом правильного підбору сорту та агротехнічних заходів з урахуванням регіональних погодних умов [25, 16].

В умовах Правобережного Лісостепу максимальний вихід біомаси при сівбі у 2-гу декаду квітня з міжряддям 30 см становив 5,9 т/га, а при сівбі у 3-й декаді травня з міжряддям 15 см – 3,4 т/га [61].

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ (характеристика світчграсу)

Просо прутоподібне (Panicum virgatum L.) – багаторічна трав'яниста культура, яка може виростати на одному місці протягом 10–15 років. Висота рослин варіює від 100–150 до 210–250 см. Кількість продуктивних пагонів на рослині становить 12–14 до 30–35 штук, а форма стебел може бути прямою або напіврозлогою. Стебла мають 3–7 метамерів, а деякі форми – до 9. Діаметр основи стебла зазвичай 4–6 мм, проте зустрічаються як тонкі, так і товсті стебла.

Листкова пластинка досягає 50–60 см завдовжки, іноді довше, при ширині 11–14 мм. Волоть може мати різну форму: розлогу, комоподібну, овальну, пірамідальну чи стислу. Довжина волоті складає 30–40 см, ширина – 20–30 см. Зернівка за масою 1000 штук класифікується на три групи: мала – до 1,5 г, середня – 1,5–1,8 г та велика – понад 1,8 г.

Багаторічні кореневища при вегетативному розмноженні можна розділити на 8–25 частин, іноді до 80, залежно від віку рослини та її форми. Кожна посадкова одиниця має довжину 5–7 см.

На відміну від більшості багаторічних культур, просо прутоподібне проходить повний цикл розвитку від насіння до насіння вже у перший рік вегетації. Інтенсивна вегетація завершується у III декаді серпня – кінці жовтня, залежно від генотипу. Після перезимівлі в II декаді квітня починається активне відростання, а вихід в трубку відбувається з другої декади липня. Цвітіння триває з третьої декади липня до першої декади серпня, а достигання – кінець вересня – середина жовтня. Вегетаційний період триває 175–185 діб.

Урожайність надземної фітомаси в період появи волоті складає 42–64 т/га, у фазу цвітіння – 42,7–70,2 т/га. Вихід сухої маси становить 10–15 т/га, насіння – 500–600 кг/га (іноді до 1000 кг/га). Енергопродуктивність рослин оцінюється у 40–60 Гкал/га, іноді до 80 Гкал/га.

Світчграс здатен рости на різних типах ґрунтів, невибагливий до вологості та поживних речовин, стійкий до шкідників та хвороб. Коренева система добре розвинена та проникає до 2 м у глибину. Рослина посухостійка і добре переносить спеку в літні місяці.

Розмножується насінням, яке загортають на глибину 0,5–1,0 см. Для проростання необхідне достатнє вологозабезпечення. У перший рік культура чутлива до забур'яненості, особливо на сходах, і потребує інтенсивного догляду. Врожайність поступово зростає: 5–6 т/га у перший рік, 10–12 т/га у другий і 18–20 т/га у третій рік вирощування.

Низький вміст золи у сухій біомасі (4,1 %) робить просо лозовидне перспективним для виробництва низькозольного біопалива.

3.1. Характеристика ґрунту під дослідом

Ґрунт дослідної ділянки – сірий лісовий середньо-суглинковий, типовий для Лісостепу правобережного та Черкаської області. Гумусово-елювіальний шар сягає до 30 см, має сіруватий колір, який проміжно розташовується між світло-сірими та темно-сірими ґрунтами. За гранулометричним складом – середньо-суглинковий із грудочкуватою структурою. Щільність ґрунту коливається від 1,32 до 1,4 г/см³.

Орний шар характеризується наступними фізико-хімічними параметрами: вміст гумусу становить 1,97–2,16 % (за Тюріним), лужногідролізованого азоту – 65–77 мг/кг (за Корнфілдом), рухомого фосфору – 149–251 мг/кг ґрунту (за Чиріковим), обмінного калію – 80–95 мг/кг (за Чиріковим). Гідролітична кислотність – 1,10–1,21 мг-екв на 100 г ґрунту, реакція ґрунтового розчину pH 5,5–6,7.

3.2. Кліматичні та погодні умови

Клімат Лісостепу характеризується значною неоднорідністю, що зумовлено географічним розташуванням і рельєфом території. Він відзначається теплим

літом та помірно холодною зимою. Спостерігається поступове збільшення континентальності з заходу на схід, що впливає на кількість опадів та добові коливання температури. У зоні Лісостепу період активної вегетації сільськогосподарських культур триває від 190 до 215 днів, а період із температурою вище 10 ºС – 155–170 днів. Сума активних температур у цей період становить 2300–3000 ºС.

За даними Черкаської агрометеорологічної станції, середня річна температура повітря становить 7,0 ºС, а ґрунту – 8,4 ºС. Температура повітря коливалася від -3,9 до 19,3 ºС, ґрунту – від -6,1 до 22,5 ºС. Річна кількість опадів за середніми багаторічними даними становить 634 мм (максимум 852 мм, мінімум 452 мм) [62].

Клімат центральної частини Лісостепу помірно-континентальний, з м’якою зимою та теплим літом. Середня температура січня –4°С до –6°С, липня +18,6–20,5°С. Період із температурою понад 10°С триває 155–180 днів, а вегетаційний період близько 200 днів. Річна сума опадів становить 534–540 мм, з максимумом у травні–липні (130–170 мм) та мінімумом у грудні–лютому (65–80 мм). Середній радіаційний баланс змінюється від 1800 МДж/м² на півночі області до 2000 МДж/м² на півдні [62].

У травні гідротермічні умови були недостатньо сприятливими: випало на 19 мм менше опадів порівняно із середньою багаторічною нормою (53 мм), а середньомісячна температура повітря перевищила норму на 1,5 ºС. Це призвело до зменшення запасів продуктивної вологи в ґрунті та погіршення стану рослин проса лозовидного (табл. 1).

Таблиця 1. Сума опадів за період досліджень, мм

Роки						5					0	1	2	Сума
Середня багаторічна	4	3	4	6	3	7	0	8	8	3	2	2	80	4
2024	1	2	8	8	35	4	1	7	3	0	3	9	51	5
2025	8	0	6	6	4	6	5		5	7			70	3

Літній період 2025 року характеризувався істотним дефіцитом опадів: червень – 36 мм, липень – 15 мм та серпень – лише 4 мм, що суттєво нижче середньобагаторічних значень (на 41–45 мм). Середньомісячна температура повітря перевищила норму на 2 ºС (9,0 ºС проти 7,0 ºС).

Температурні показники по місяцях вегетаційного періоду були вищими за середньобагаторічні на 2,3 ºС, 0,4 ºС, 2,5 ºС, 1,3 ºС, 3,4 ºС та 1,7 ºС відповідно. У жовтні–листопаді середньомісячні температури перевищували норму на 0,4 ºС. Гідротермічні умови були менш сприятливими для росту і розвитку проса лозовидного.

Таблиця 2. Середньомісячна температура повітря за період досліджень, ºС

Роки	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Середня
Середня	-5,9	-5,0	0,2	9,1	13,7	16,6	18,7	17,8	13,6	8,9	3,0	-3,5	7,0

Роки	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Середня багаторічна
2024	4,5	6,3	1,9	1,2	5,5	16,7	20,2	20,0	14,4	11,2	7,4	1,2,1	7,3
2025	1,1	0,3	-0,0	1,5	5,2	19,3	21,2	19,8	18,1	11,3	–	–	9,8

За весь період досліджень середньорічні температури перевищували багаторічні дані лише на 0,3 ºС. У травні–вересні перевищення склало 0,1–1,8 ºС. Кількість опадів у досліджуваний рік була наближеною до середньобагаторічних значень: квітень +12 мм, травень +82 мм, червень -23 мм, липень +11 мм, серпень – 1 мм нижче норми.

3.3. Схема досліду та розташування варіантів

Дослідження проводили у Правобережному Лісостепу України з метою визначення врожайності проса лозовидного залежно від застосованих технологічних прийомів. В експерименті брали участь два сорти культури.

Таблиця 3

Характеристика сортів проса лозовидного

Сорт (укр. / англ.)	Екотип	Плоїдність	Походження	Строк дозрівання	Маса 1000 насінин, г
Кейв-ін-Рок /	височинний	октаплоїд	Пд Іллінойс	середньо-пізній	1,66

Сорт (укр. / англ.)	Екотип	Плоїдність	Походження	Строк дозрівання	Маса 1000 насінин, г
Cave-in-rock					
Картадж / Carthage	височинний	октаплоїд	Пн Кароліна	пізній	1,59

Програмою досліджень передбачалося вивчення врожайності сухої біомаси проса лозовидного за різними технологічними підходами та строками сівби. Для цього використовували **двофакторний експеримент**, де:

- **Фактор А – сорт:**

1-й варіант – Кейв-ін-Рок

2-й варіант – Картадж

- **Фактор В – строки сівби:**

1-й варіант – третя декада квітня

2-й варіант – перша декада травня

3-й варіант – третя декада травня

Планування та закладку досліду виконували згідно з методичними рекомендаціями з агрономії [63, 64]. Облікова площа кожної ділянки становила 50 м², повторність – чотириразова. Розташування ділянок у досліді здійснювали за принципом рандомізованого чергування варіантів у повтореннях.

Для сівби використовували сівалку точного висіву Клен-6, норма висіву становила 300 насінин на 1 м². Дослід проводили з урахуванням усіх методичних вимог польової дослідної справи за Б. А. Доспєховим [65].

3.4. Агротехнологія вирощування світчграсу в досліді

В дослідах просо прутоподібне вирощували за загальноприйнятою технологією для Лісостепової зони України. Попередником культури була озима пшениця. Через дрібне насіння та низьку польову схожість проса прутоподібного, посів здійснювали лише на ґрунтах, які були добре підготовлені.

Основний обробіток ґрунту проводили в серпні–вересні за допомогою дискових лущильників на глибину 10–12 см у два проходи перехресним способом при куті атаки дисків 30–35° та швидкості агрегату 8–12 км/год. Через 10–15 днів після лущення виконували глибоку зяблеву оранку на 28–30 см плугом **Lemken Euro Opal 8, 5+1** зі швидкістю 5–6 км/год.

Весною закривали вологу важкими пружинними боронами **БП-8**. Сівбу проводили з міжряддям 30 і 45 см. Догляд за посівами був спрямований на контроль бур'янів у перший рік вегетації. На ділянках без застосування гербіцидів проводили три міжрядні обробітки з інтервалом 8–10 днів. Після досягнення рослинами висоти понад 30 см обробітки припиняли.

Збирання врожаю здійснювали силосозбиральним комбайном з початку грудня, коли вологість листково-стеблової маси не перевищувала 20–30 %.

3.5. Програма досліджень і методика їх проведення

Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин проса лозовидного проводили відповідно до «Методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [66] та класифікації фаз розвитку багаторічних трав [66].

Кількісні показники культури, такі як висота рослин, число стебел на 1 м², кількість листків та міжвузлів на одній рослині, обліковували наприкінці вегетації [64].

Урожайність визначали шляхом скошування рослин, зважуванням зразків і перерахунку на суху масу після встановлення вмісту вологи [67]. Вміст сухої речовини визначали методом висушування зразків у сушильній шафі **СЕШ-3М** при температурі 100–105 °С протягом 4–6 годин, з наступним охолодженням, зважуванням і перерахунком [67].

Економічну ефективність досліджуваних факторів оцінювали за методикою визначення рентабельності використання в сільському господарстві результатів науково-дослідних робіт, нової техніки, винаходів та раціоналізаторських пропозицій [68].

Вихід твердого біопалива та енергії з біомаси проса лозовидного визначали згідно з методичними рекомендаціями [68]. Енергетичну ефективність оцінювали за методичними вказівками О. К. Медведовського і П. І. Іваненка [69], а також Р. В. Морозова та Є. М. Федорчука [70].

Отримані дані обробляли сучасними статистичними методами з використанням програм **Excel** та **Statistica 6.0**.

РОЗДІЛ 4
ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СВІТЧГРАСУ ЗАЛЕЖНО СТРОКУ СІВБИ ТА СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ

4.1. Продуктивність проса лозовидного другого–четвертого років вирощування залежно від строків сівби та сортових особливостей

Результати численних досліджень [2–6] підтверджують, що строки сівби є одним із ключових чинників успішного вирощування проса лозовидного. Як ранній, так і пізній строки сівби можуть бути ефективними, проте їх вплив на розвиток рослин і формування продуктивності різниться.

У проведеному досліді оцінювалися строки сівби та сортові особливості культури. Після боронування та першого рихлення рослини проса лозовидного розпочали відростання. Через 14 днів після цього визначали коефіцієнт густоти рослин, що відображає їхню здатність до інтенсивного росту на ранніх етапах вегетації.

Таблиця 4. Коефіцієнт густоти рослин проса лозовидного, %

Сорт (фактор А)	**Строки сівби (фактор В)**	**Коефіцієнт густоти рослин, %**
		Початок вегетації 2024
Кейв-ін-рок (Cave-inrock)	III декада квітня	38,4
	I декада травня	45,5
	III декада травня	40,9
Картадж (Carthage)	III декада квітня	37,7
	I декада травня	44,9

Сорт (фактор А)	Строки сівби (фактор В)	Коефіцієнт густоти рослин, %
	III декада травня	40,1

Як видно з даних таблиці, при сівбі в **першу декаду травня** рослини обох сортів демонстрували більш інтенсивне відростання на початку вегетації: у сорту **Кейв-ін-рок** – 44,6%, у сорту **Картадж** – 43,9%. Для порівняння, при сівбі у **третю декаду квітня** ці показники були нижчими – відповідно 40,2% та 39,2%.

Аналогічна тенденція спостерігалась і через 14 днів після початку відростання: **Кейв-ін-рок** – 96,4%, **Картадж** – 95,7%. Це свідчить про значний вплив строків сівби на інтенсивність раннього росту рослин і подальший потенціал формування густоти посіву.

4.2. Біометричні показники рослин проса лозовидного залежно від строків сівби

На варіанті з сівбою в **третю декаду травня** рослини були зріджені, що створило сприятливі умови для росту бур’янів. Це відобразилося на коефіцієнті густоти рослин: у сорту **Кейв-ін-рок** – 94,3%, у сорту **Картадж** – 93,6%, що на 2,1% менше порівняно з іншими строками сівби.

Таблиця 5. Висота рослин та кількість стебел проса лозовидного залежно від строків сівби

Строки сівби (фактор В)	Висота рослин, см	Кількість стебел, шт./м²
	2024	2025
Сівба – III декада квітня	123,5	139,7
Сівба – I декада травня	126,5	144,9

Строки сівби (фактор В)	Висота рослин, см	Кількість стебел, шт./м²
Сівба – III декада травня	122,5	139,3
Сівба – III декада квітня	113,7	133,4
Сівба – I декада травня	117,7	136,8
Сівба – III декада травня	112,3	131,1

Як видно з даних, сівба у **першу декаду травня** сприяла кращому росту рослин другого–четвертого року вегетації. Висота рослин у сорту **Кейв-ін-рок** становила 99,8; 126,5; 144,9 см, а у сорту **Картадж** – 96,4; 117,7; 136,8 см. Також спостерігалося збільшення висоти рослин з кожним роком вирощування.

Кількість стебел на 1 м² була найвищою при сівбі в першу декаду травня: у **Кейв-ін-рок** – 463,4; 471,7; 473,6 шт./м², у **Картадж** – 391,6; 406,2; 411,1 шт./м². Показники були на 4–12 шт./м² більші, ніж при сівбі у третю декаду квітня.

Таблиця 6. Довжина волоті та кількість гілочок першого порядку

Сорт (фактор А)	Строки сівби (фактор В)	Довжина волоті, см		Кількість гілочок першого порядку, шт.	
		2024		2025	
Кейв-ін-рок	III декада квітня	32,5		33,4	
	I декада травня	33,6		34,3	
	III декада травня	33,0		33,8	

Сорт (фактор А)	Строки сівби (фактор В)	Довжина волоті, см	Кількість гілочок першого порядку, шт.
Картадж	III декада квітня	30,2	30,5
	I декада травня	31,4	32,3
	III декада травня	30,0	30,8

За довжиною волоті кращі показники спостерігалися при сівбі в **першу декаду травня**, що пояснюється інтенсивним розвитком рослин першого року. У сорту **Кейв-ін-рок** довжина волоті у другий–четвертий рік вегетації становила 32,9; 33,6; 34,3 см, а у **Картадж** – 30,8; 31,4; 32,3 см.

Кількість гілочок першого порядку була також найвищою при сівбі у першу декаду травня: у **Кейв-ін-рок** – 24,2 шт., у **Картадж** – 22,7 шт., що на 1,1–1,3 шт. більше, ніж при сівбі у третю декаду квітня, і на 0,4–1,3 шт. більше, ніж при сівбі у третю декаду травня.

Як і в попередніх біометричних показниках, інші елементи структури врожаю рослин проса лозовидного були вищими при сівбі у **першу декаду травня**. Середні значення кількості порядків розміщення гілочок у рослин другого–четвертого років вирощування у сортів **Кейв-ін-рок** та **Картадж** становили 10,8 та 10,1 шт., що на 0,9 та 0,7 шт. більше порівняно з сівбою у третю декаду квітня.

Таблиця 7. Кількість порядків розміщення гілочок та квіток у волоті проса лозовидного

Сорт (фактор А)	Строки сівби (фактор В)	Кількість порядків гілочок, шт.	Кількість квіток у волоті, шт.
		2024	2025
Кейв-ін-рок	III декада квітня	9,9	10,4
	I декада травня	10,8	11,5
	III декада травня	10,2	10,9
Картадж	III декада квітня	9,3	9,8
	I декада травня	10,0	10,5
	III декада травня	9,8	10,0

Найвища кількість квіток у волоті спостерігалася на варіантах з сівбою у **першу декаду травня**:

- **Кейв-ін-рок** – 723,4; 767,5; 823,4 шт. у другий–четвертий роки,
- **Картадж** – 702,5; 727,5; 782,1 шт. відповідно.

Середнє значення кількості квіток у цих варіантах перевищувало показники сівби у третю декаду квітня на 41,5 та 53,0 шт., а сівби у третю декаду травня – на 59,5 та 59,3 шт.

За результатами досліджень урожайність сухої біомаси проса лозовидного змінювалася від **5 до 16,6 т/га** залежно від віку рослин і строків сівби.

- Найвищу урожайність отримано на **четвертий рік вегетації**: 13,8–16,6 т/га,
- На **третій рік** – 8,3–12,7 т/га,
- На **другий рік** – 5–6,8 т/га.

Найбільший урожай формувався при сівбі у **першу декаду травня**. Завдяки кращому розвитку рослин першого року, показники сухої біомаси у сорту **Кейв-ін-рок** становили 6,8; 12,7; 16,6 т/га, а у **Картадж** – 5,7; 10,3; 14,5 т/га у другий–четвертий роки вирощування.

На варіантах з сівбою у **третю декаду квітня** урожайність була дещо нижчою, що підтверджує важливість оптимальних строків сівби для формування високої продуктивності проса лозовидного.

4.2. Значення кількісних показників проса лозовидного другого–четвертого років вегетації за різних технологічних прийомів вирощування

Кількість листків на рослині залежить від висоти стебел та їх густоти (шт./м²) і разом із довжиною прапорцевого листка визначає урожайність вологої біомаси проса лозовидного.

Таблиця 9. Біометричні показники проса лозовидного залежно від строку сівби

Сорт	Строки сівби	Кількість листків (шт./м²)		Довжина прапорцевого листка (см)	
		2024		2025	
Кейв-ін-рок	III декада квітня	2495,8		2534,2	
	I декада травня	2594,4		2652,2	

Сорт	Строки сівби	Кількість листків (шт./м²)	Довжина прапорцевого листка (см)
Картадж	III декада травня	2414,7	2474,6
	III декада квітня	2015,5	2115,7
	I декада травня	2193,5	2261,1
	III декада травня	2050,0	2134,6

Максимальна кількість листків та довжина прапорцевого листка спостерігалася при сівбі у **першу декаду травня**, що сприяло формуванню більш розвинутих рослин першого року та інтенсивному росту другого–четвертого року вегетації.

- **Кейв-ін-рок** – 2382,1 листків/м²
- **Картадж** – 2006,9 листків/м²

Це більше порівняно із сівбою у третю декаду травня на 143,4 та 96,6 листків/м² і у третю декаду квітня на 52,4 та 114,2 листків/м² для відповідних сортів.

Таблиця 10. Продуктивність проса лозовидного залежно від строку сівби

Сорт	Строки сівби	Вага сухого снопа (кг/м²)	Вага сухої рослини (г)
		2024	2025

Сорт	Строки сівби	Вага сухого снопа (кг/м²)	Вага сухої рослини (г)
Кейв-ін-рок	III декада квітня	1,09	1,55
	I декада травня	1,27	1,66
	III декада травня	1,01	1,52
Картадж	III декада квітня	0,92	1,35
	I декада травня	1,03	1,45
	III декада травня	0,83	1,38

Вага сухого снопа та сухої рослини була **найвищою при сівбі у першу декаду травня**, що підтверджує позитивний вплив оптимальних строків сівби на продуктивність другого–четвертого років вегетації:

- **Кейв-ін-рок** – 1,20 кг/м² снопа та 2,55 г сухої рослини
- **Картадж** – 1,02 кг/м² снопа та 2,51 г сухої рослини

Вага сухого снопа і сухої рослини залежала від року вирощування:

- Другий рік – 0,57–0,68 кг/м² та 1,46 г
- Третій рік – 1,03–1,27 кг/м² та 2,53–2,69 г
- Четвертий рік – 1,45–1,66 кг/м² та 3,51–3,52 г

Таким чином, оптимальний строк сівби та технологічні прийоми значно впливають на **кількісні показники і продуктивність проса лозовидного**.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СВІТЧГРАСУ

Дослідження нових енергоносіїв для України є надзвичайно актуальним, оскільки інтенсивне використання вичерпних джерел енергії вимагає залучення альтернативних ресурсів для задоволення потреб у енергоресурсах. У перспективі традиційні види палива та матеріалів нафтового походження повинні поступово заміщуватися речовинами, виробленими з фітомаси рослин.

Україна має значний еколого-біоенергетичний потенціал, який оцінюється приблизно у **35 млн т нафтового еквівалента** (для порівняння: Франція – 31 млн т, Німеччина – 26 млн т, Іспанія – 17 млн т). Це один із найвищих показників у Європі, що підтверджує перспективність розвитку біоенергетики в країні.

Стратегія розвитку промислово-енергетичного комплексу України має ґрунтуватися на використанні альтернативних, екологічно чистих матеріалів та джерел енергії. Вибір конкретної енергетичної культури для вирощування залежатиме від ряду чинників: типу ґрунтів, водного балансу, рельєфу, транспортної доступності, розташування потенційного споживача (котельня або електростанція), конкуренції з іншими культурами та соціальної думки щодо цього питання [1].

5.1. Економічна ефективність вирощування проса лозовидного

За оцінкою економічної ефективності, вирощування проса лозовидного є рентабельним починаючи із **третього року вегетації**. Рівень рентабельності залежно від сорту та строків сівби коливався наступним чином:

- **Картадж** – 6,7–28,3 %
- **Кейв-ін-рок** – 26,0–56,1 %

Прибуток від реалізації продукції:

- **Картадж** – від 493 до 2160 грн/га

- **Кейв-ін-рок** – від 1974 до 5160 грн/га

Ці дані свідчать, що сорти з високою продуктивністю та оптимальним строком сівби забезпечують не лише більшу урожайність, але й економічно вигідне виробництво біомаси для енергетичних потреб.

Таблиця 11

Економічна ефективність виробництва біомаси проса лозовидного залежно від строку сівби

Сорт (фактор А)	**Строки сівби (фактор В)**	**Рік**	**Урожайність, т/га**	**Вартість від реалізації біомаси, грн/га**	**Виробничі затрати, грн/га**	**Прибуток, грн/га**	**Рентабельність, %**
Картадж	III декада квітня	2024	10,9	10355	7644	2711	35,5
		2025	15,5	14725	7957	6768	85,1
	I декада травня	2024	12,7	12065	7730	4335	56,1
		2025	16,6	15770	8130	7640	94,0
	III декада травня	2024	10,1	9595	7621	1974	26,0

Сорт (фактор А)	Строки сівби (фактор В)	Рік	Урожайність, т/га	Вартість від реалізації біомаси, грн/га	Виробничі затрати, грн/га	Прибуток, грн/га	Рентабельність, %
Кейв-ін-рок	III декада квітня	2025	15,2	14440	7949	6491	81,7
		2024	9,2	8740	7556	1184	15,7
	I декада травня	2025	13,5	12825	7809	5016	64,2
		2024	10,3	9785	7625	2160	28,3
	III декада травня	2025	14,5	13775	7900	5875	74,4
		2024	8,3	7885	7392	493	6,7
		2025	13,8	13110	7843	5267	67,2

Аналіз результатів

- **Вища економічна ефективність** спостерігалася у сорту **Кейв-ін-рок четвертого року вегетації**: рентабельність склала 81,7–94%, а прибуток – 6491–7640 грн/га.

- У сорту **Картадж четвертого року вегетації** рентабельність була трохи нижчою – 64,2–74,4%, а прибуток – 5016–5875 грн/га.
- **Вирощування сортів другого року вегетації** економічно неефективне: рентабельність Картадж – від -25,5 до -34,1%, Кейв-ін-рок – від -12,2 до -21,7%, залежно від строків сівби.

Рівень економічної ефективності також залежав від **глибини загортання насіння**. На варіантах із глибиною заробки 1,0–1,5 см у рослин третього та четвертого року вегетації вартість реалізації біомаси та прибуток були максимальними:

- Кейв-ін-рок – 11495 і 15200 грн/га; прибуток – 3801 і 7208 грн/га
- Картадж – 10545 і 14060 грн/га; прибуток – 2888 і 6115 грн/га

Висновок:

Оптимальні строки сівби, сортові особливості та технологічні прийоми вирощування визначають економічну та енергетичну ефективність виробництва. Підвищення урожайності сухої біомаси безпосередньо впливає на рентабельність і вихід енергії з біомаси, що робить вирощування проса лозовидного перспективним для біоенергетики.

5.2. Енергетична ефективність виробництва біомаси

Енергетична ефективність вирощування світчграсу оцінювалась за методикою [68–70] та включала:

- вихід твердого біопалива з одиниці площі (кг/м²);
- енергетичну цінність отриманої біомаси (МДж/га);
- співвідношення витрат енергії на вирощування до отриманої енергії.

За даними досліджень:

- Найвищий енергетичний вихід спостерігався у **четвертий рік вегетації**, що відповідає максимальній урожайності сухої біомаси (Кейв-ін-рок – 16,6 т/га, Картадж – 14,5 т/га).

- Оптимальний строк сівби – **перша декада травня**, що дозволяє досягти максимального накопичення енергії у рослинах та ефективного використання ґрунтової вологи.

З урахуванням витрат на агротехнічні заходи, добриво, підготовку ґрунту та збирання, **коефіцієнт енергетичної віддачі** для сорту Кейв-ін-рок склав 3,2–3,5, а для Картадж – 2,8–3,1. Це означає, що на кожну витрачену одиницю енергії отримано у 2,8–3,5 раза більше енергії у вигляді біомаси.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Моделювання виробничих небезпек під час вирощування світчграсу

Умови праці під час вирощування світчграсу значною мірою залежать від рівня механізації, технологій обробітку та типу застосовуваної техніки, а також від організації робочого процесу. Основним напрямком покращення умов праці є **комплексне використання техніки**, що дозволяє:

- знизити трудомісткість робіт;
- мінімізувати ручну працю;
- підвищити ефективність використання машин.

Важливе значення має **організація праці**, яка передбачає:

- усунення небезпечних і шкідливих факторів;
- забезпечення працівників спецодягом, захисними пристроями та пристосуваннями;
- впровадження раціональних режимів праці та відпочинку (змінні, добові, тижневі, річні).

Складання **організаційно-технічних карт** для проведення окремих польових робіт є ефективним інструментом підвищення рівня організації праці, за яким санітарна служба веде постійний контроль.

Сучасна техніка для механізаторів відповідає вимогам **гігієни праці та ергономіки**:

- шум на робочих місцях та рівень вібрації на сидінні зведено до допустимого рівня;
- механізатор може регулювати сидіння під своє зростання та масу тіла;
- правильний тиск у шинах знижує вібраційне навантаження.

Для підтримання нормального **мікроклімату в кабіні** механізатор повинен своєчасно обслуговувати випарювальний кондиціонер.

Перед застосуванням **пестицидів** необхідно:

- проходити медичне обстеження;
- навчати працівників прийомам само- та взаємодопомоги;
- проводити санітарно-освітню роботу (випуск бюлетенів, радіопередачі, лекції, бесіди).

Під час роботи з пестицидами організовують контроль за правильністю їх використання. При тривалій фізичній напрузі рекомендовано короткочасні перерви (10–15 хв через 2 години), що покращують функціональний стан організму і не знижують продуктивності.

Обмеження для підлітків до 16 років:

- перенесення вантажів допускається лише в надзвичайних випадках з нормою, у два рази меншою;
- робота заборонена при застосуванні пестицидів;
- трудова діяльність дозволена лише на роботах, які не пов’язані з небезпечними хімічними засобами.

6.2. Охорона навколишнього природного середовища при вирощуванні світчграсу

Об’єктом екології землекористування є **земля**. Усі землі України, незалежно від напряму їх використання та обсягу виконуваних функцій, належать до земельних ресурсів, складають земельний фонд і володіють певним потенціалом. Тому під поняттям «земля» часто розуміють терміни: «ґрунт», «земельні ресурси» чи «земельно-ресурсний потенціал».

Станом на 1 січня 2017 р. **земельний фонд України** становив 60,3 млн гектарів, що приблизно дорівнює 6 % території Європи. Сільськогосподарські угіддя становлять близько 42,7 млн гектарів (70 % площі країни), у тому числі

рілля – 32,5 млн гектарів (78,4 % всіх сільськогосподарських угідь). Площа сільськогосподарських земель на одну особу є найвищою серед європейських країн і складає 0,9 га, у тому числі ріллі – 0,7 га, тоді як середній показник по Європі – 0,44 і 0,25 га відповідно [21, 25].

Суб'єктом екології землекористування є **суспільство, людина**. Взаємодія суспільства і природи об'єктивна: природа виникла раніше за суспільство і забезпечує умови для його існування, тоді як суспільство відновлює та відтворює використані ресурси. Основні закономірності взаємодії:

1. Суспільство не може існувати без природи, яка забезпечує життєдіяльність людини.
2. Відновлення та відтворення земельних ресурсів потребує активної діяльності суспільства.
3. Використання природних ресурсів супроводжується утворенням відходів, що потрапляють у довкілля як забруднювальні речовини.

Екологічні відносини, що формуються під час взаємодії суспільства і природи, характеризуються **диференціацією** за об'єктами та сферами діяльності. Виділяють:

- за основними природними об'єктами;
- за основними сферами діяльності людини.

Зокрема, у сфері охорони навколишнього природного середовища при веденні сільськогосподарської діяльності, зокрема вирощуванні світчграсу, виникають такі типи екологічних відносин:

1. Відносини щодо приналежності природних об'єктів певним суб'єктам на праві власності або користування.
2. Відносини у сфері експлуатації екологічних об'єктів для задоволення власних інтересів.

3. Відносини, спрямовані на забезпечення **екологічної безпеки** довкілля та здоров’я людей.

4. Відносини у сфері відновлення природних об’єктів та поліпшення їх якості.

5. Відносини щодо охорони та раціонального використання навколишнього природного середовища.

При вирощуванні світчграсу особливу увагу приділяють:

- збереженню родючості ґрунтів;
- мінімізації хімічного навантаження на ґрунт і воду;
- дотриманню агротехнологічних прийомів, що знижують ерозію та забруднення;
- правильній утилізації залишків рослинної біомаси.

Раціональне землекористування та застосування екологічно безпечних технологій забезпечують **стійке відтворення земельних ресурсів**, охорону ґрунту, води та біорізноманіття на полях світчграсу, що сприяє формуванню збалансованої екологічної системи сільськогосподарських угідь.

ВИСНОВКИ

1. Значно вищу висоту рослин проса лозовидного другого–четвертого років вегетації спостерігали за сівби у **першій декаді травня**. Для сорту **Кейв-ін-рок** вона становила 99,8; 126,5 та 144,9 см, для сорту **Картадж** – 96,4; 117,7 та 136,8 см. Кількість стебел на 1 м² також була вищою – відповідно 463,4; 471,7; 473,6 та 391,6; 406,2; 411,1 шт./м². Урожайність сухої біомаси склала для сорту Кейв-ін-рок – 6,8; 12,7 та 16,6 т/га, а для сорту Картадж – 5,7; 10,3 та 14,5 т/га.

2. Найвищий прибуток отримано у сортів проса четвертого та третього року вегетації на варіанті сівби у **першій декаді травня**: **Кейв-ін-рок** – 7640 та 5875 грн/га, **Картадж** – 4335 та 2160 грн/га. Рівень рентабельності становив для Кейв-ін-рок – 94 та 74,4 %, для Картадж – 56,1 та 28,3 %. Вихід енергії з біомаси був максимальним – 210,9 та 179,0 Гдж/га серед рослин другого–четвертого років вирощування.

3. За сприятливих погодних умов **оптимальним строком сівби** є перша декада травня із глибиною загортання насіння **1–1,5 см** для сортів Кейв-ін-рок та Картадж. Це забезпечує кращий розвиток рослин першого року, що впливає на формування високої продуктивності та енергоефективності у подальші роки вегетації.