

Шифр Біоенергетичні ресурси

НАУКОВА РОБОТА

2021 р.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	3
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. Технологічні прийоми вирощування проса прутоподібного	6
РОЗДІЛ 2. Умови та методика проведення досліджень	15
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень	15
2.2. Характеристика гідротермічного режиму у період проведення досліджень	17
2.3. Матеріал та методика проведення досліджень	19
2.4. Агротехніка вирощування культури в досліді	21
РОЗДІЛ 3. Результати експериментальних досліджень	22
3.1 Вивчення елементів технології вирощування рослин проса прутоподібного першого-другого року вегетації	22
РОЗДІЛ 4. Економічна ефективність технологічних прийомів вирощування	29
ВИСНОВКИ	31
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	32
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	33

АНОТАЦІЯ

Актуальність теми. Україна відноситься до енергодефіцитних країн, тому виробництво палива з поновлювальних ресурсів є особливо актуальним для нашої країни. Більшість регіонів України мають сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для вирощування рослин з високим рівнем накопичення енергії біомаси під час вегетації, при цьому перспективними є культури, що можуть вирощуватися на малопродуктивних деградованих землях. Один із шляхів розв'язання енергозалежності є інтродукція нових нетрадиційних рослин, що характеризуються широкою екологічною пластичністю, стійкістю проти несприятливих погодних умов, бур'янів, шкідників і хвороб, високою продуктивністю та іншими цінними показниками. При цьому перевагу віддають багаторічним видам, зокрема *Panicum virgatum* L. – світчграсу (просо прутоподібне).

Вивченню елементів технології вирощування проса прутоподібного присвячено наукові праці Кулика М.І., Роїка М.В., Курила В.Л., Гончарука Г.С., Гументика М.Я., Мандровської С.М. та ін. Розробка окремих елементів технології вирощування, а також впровадження їх у виробництво та послідує вирощування культури на маргінальних землях дозволить підвищити урожайність сухої біомаси проса прутоподібного, що сприятиме зниженню рівня енергозалежності України. Це і визначає актуальність досліджень.

Мета і завдання дослідження. Мета полягала в удосконаленні технологічних прийомів вирощування, за яких отримано максимальну урожайність сухої біомаси проса прутоподібного та вихід енергії.

Для досягнення цієї мети потрібно було вирішити такі завдання:

- визначити оптимальні строки сівби, які забезпечують вищу урожайність сухої біомаси;
- визначити урожайність сухої біомаси за вирощування рослин із різною шириною міжрядь у рослин проса прутоподібного першого та другого року вегетації;

- провести економічну оцінку технологічних прийомів вирощування проса прутоподібного.

Об'єкт дослідження: господарсько-біологічні особливості сортів проса прутоподібного.

Предмет дослідження: технологічні прийоми вирощування та їх вплив на елементи структури врожаю вегетативної маси і урожайність сухої біомаси проса прутоподібного.

Методи дослідження: польовий і лабораторний – оцінка сортів проса лозовидного за елементами структури врожаю вегетативної маси та урожайністю сухої біомаси залежно від застосування технологічних прийомів вирощування; статистичний – обробка експериментальних даних методами дисперсійного, кореляційного аналізів; розрахунково-порівняльний – визначення економічної та енергетичної ефективності застосування технологічних прийомів вирощування проса прутоподібного.

Пропозиції виробництву: За результатами проведених польових і лабораторних досліджень агроформуванням Лісостепу Правобережного України для одержання врожайності сухої біомаси на рівні 7-8 т/га проса прутоподібного другого року вегетації рекомендується за сприятливих погодно-кліматичних умов сівбу слід проводити у першій декаді травня сортами Кейв-ін-рок та Форенбург із шириною міжрядь 45 см.

ВСТУП

На даний час, в умовах дефіциту енергоресурсів у світі все більше уваги приділяється можливості використання альтернативних джерел енергії, в т.ч. спеціально вирощених енергетичних культур і доступного потенціалу рослинних решток сільськогосподарського господарства. Водночас наша країна має великий потенціал біомаси, доступної для енергетичного використання, має добрі передумови для розширення використання рослинних решток на біопаливо. Передбачає динамічне зростання обсягів використання енергії біомаси в 2015 р. – 5 млн. тонн умовного палива (т у. п.), або це 2,5 % від загального енергоспоживання, а в 2030 році – до 20 млн. т у. п. або до 10 % [1].

Як зазначає В. Л. Курило зі співавторами [2], Україна за природно-економічними чинниками належить до країн із надзвичайно сприятливими умовами для забезпечення продовольчої безпеки та має високий потенціал створення стабільного ринку енергетичних культур для використання в біопаливній промисловості. Залучення відновлюваних джерел енергії усіх видів і, передусім, біомаси шляхом трансформації енергії фотосинтезу в доступній для використання в економіці держави формі сприятиме зниженню рівня енергозалежності України. У зв'язку з тим, що світчграс (просо прутоподібне) *Panicum virgatum* L. є однією із фітоенергетичних культур, вегетативна маса якої використовується для виробництва твердого палива, рослини ростуть на різних типах ґрунтів, а на території України знаходиться декілька мільйонів гектарів таких земель, то вивчення можливостей вирощування культури на цих землях є актуальним [3, 4]. Не менш важливим є й те, що за вирощування світчграсу на зазначених землях зменшуються ерозійні процеси і покращується екологія довкілля [5–9].

Розробка окремих елементів технології вирощування, а також впровадження їх у виробництво та послідує вирощування культури на маргінальних землях дозволить підвищити урожайність сухої біомаси проса

РОЗДІЛ 1

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИЙОМИ ВИРОЩУВАННЯ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО

У технології вирощування проса прутоподібного визначальними елементами є: місце вирощування культури, виведення насіння із стану спокою, наявність вологи в ґрунті на час сівби, його температурний режим, що обумовлюється строком сівби за оптимального поєднання факторів зовнішнього середовища. Також, для покращення умов росту й розвитку рослин проса прутоподібного важливим є захист посівів від бур'янів, в тому числі із використанням гербіцидів, що залежить від ґрунтово-кліматичної зони вирощування, та обраного для вирощування еко типу [10, 11].

В умовах України встановлено, що на фоні напівпарового осіннього обробітку весняна культивування ґрунту, в подальшому – передпосівна культивування з сівбою проса прутоподібного в єдиному технологічному комплексі з коткуванням поверхні поля кільчато-зубчастими котками до і після сівби, в порівнянні з варіантами де культивування проводили один раз, або двічі (без коткування), в посушливих умовах весни сприяла кращому збереженню ґрунтової вологи у верхньому шарі ґрунту. Цей комплекс агрозаходів, порівняно з іншими варіантами дослідів, дозволив отримати більший рівень урожайності проса прутоподібного за сухою масою, що за роки дослідження варіювала – від 12,3 до 15,5 т/га і була суттєво більшою порівняно з контролем та іншими варіантами дослідів [12].

Весняний обробіток ґрунту повинен включати вирівнювання, розпушування та коткування поверхні поля, який відрізняється тим, що у розпушеному шарі ґрунту розмір грудочок визначається із виразу: $d = (0,25 \dots 5) \times b$, де d – розмір грудочок ґрунту, мм; b – товщина насіння, мм, причому грудочок такого розміру повинно бути не менше 80 % [13].

Інший спосіб вирощування проса прутоподібного передбачає основний обробіток ґрунту та сівбу насіння по спеціально сформованих навесні

гребнях, який відрізняється тим, що сівбу здійснюють за відповідною схемою посіву сумісно з коткуванням шляхом створення овальних профілів рядків та комбінованої схеми чергування основних і технологічних міжрядь відповідно до ширини захвату посівного агрегату [14].

Підготовка ґрунту для вирощування проса прутоподібного передбачає знищення бур'янів та очищення поля для послідувочої сівби культури. Для сівби рекомендують використовувати очищене, з високою схожістю насіння [15].

Результатами досліджень [16] необхідні умови для проростання насіння проса прутоподібного з врахуванням агробіологічних особливостей для цієї культури можна створити за триразового обробітку ґрунту бороною Радченка.

У США світчграс в основному вирощується без застосування гербіцидів. Проте більшість посівів цієї культури потребують проведення заходів по боротьбі з бур'янами. Зазвичай бур'янів з'являється настільки багато, що на полі складно відрізнити сходи світчграсу. Тому виділення рослин світчграсу на полі є дуже важливим моментом.

Використання гербіцидів проти широколистяних бур'янів та їх скошування, залишаються найбільш ефективними заходами забезпечення конкурентоспроможності посівів світчграсу [17], в яких встановлено, що бур'яни мали вплив на ріст рослин світчграсу лише в перший рік вирощування культури. У цей період світчграс росте повільно і його насіння слабше за насіння бур'янів. Тому бур'яни – це одна із причин поганого його травостою, а іноді й повної загибелі [18]. В подальшому рослини проса пригнічували їх за рахунок інтенсивного кущення; на широкорядних посівах відбувалася саморегуляція травостою, що мало вплив на врожайність фітомаси світчграсу.

Суттєвим фактором оптимізації росту й розвитку рослин культури є їх захист від бур'янів, перш за все за рахунок застосування гербіцидів. Потреба

в них може відрізнятись залежно від ґрунтово-кліматичної зони вирощування, низовинних і височинних екотипів культури [19].

Згідно з дослідженнями зарубіжних авторів [20] густина рослин була більшою на варіантах, де сівбу проводили в травні порівняно з квітнем. Бур'яни мали вплив на ріст світчграсу лише в перший рік вирощування культури.

У подальшому рослини світчграсу пригнічували їх за рахунок інтенсивного кущення, на широкорядних посівах відбувалося саморегуляція травостою, і як результат – формування потужної вегетативної маси.

Шкідники, поряд з бур'яною конкуренцією і схильністю насіння світчграсу до довготривалого спокою, можуть також стати потенційною загрозою для врожаю світчграсу [21].

Тривалість вирощування проса лозоподібного впливає на екологічну структуру ентомокомплексу. При більш тривалому вирощуванні даної культури (4 роки) кількість екземплярів шкідників була більшою ніж при вирощуванні світчграсу в короткі терміни – 1 та 2 роки. Найбільша чисельність родин (*Tenebrionidae*, *Chrysomelidae*, *Cicadellidae*, *Aphidiidae*, *Cecidomyiidae*, *Chloropidae*, *Acrididae*, *Gryllotalpidae*, *Tettigoniidae*, *Thripidae*), з наявністю в своєму складі фітофагів, що можуть становити загрозу для зменшення врожайності, була знайдена на світчграсі, що вирощувався протягом 4 років [22, 23].

Польова схожість насіння світчграсу нижча, ніж у інших культур і не перевищує 50–55%. Тому застосовують порівняно високі норми висіву насіння [6].

За даними зарубіжних дослідників, для оптимальних умов вирощування насіння проса прутоподібного повинне мати високий відсоток проростання (понад 75 %) і бути не старішим 3 років.

Сортування насіння проса прутоподібного як за аеродинамічними властивостями, так і за питомою масою забезпечує підвищення інтенсивності його проростання на 23–38 % порівняно з контролем – без сортування [24].

В умовах України на даний час досліджено продуктивність насіння проса прутоподібного у тісній взаємодії з агроекологічними умовами вегетаційного періоду та встановлено вплив періоду зберігання на показник лабораторної схожості насіння, отриманого при різних ґрунтових умовах. Визначено, що зберігання насіння проса прутоподібного при температурі 18 °С протягом кількох років (більше 2–3 років), залежно від умов вирощування материнських рослин – значно збільшує його схожість. В подальшому високоякісний насіннєвий матеріал проса прутоподібного може забезпечити кращі умови для росту і розвитку рослин на початкових етапах органогенезу [25].

Крім того встановлено, що період спокою насіння проса прутоподібного можна зменшити яровизацією при ранній сівбі за наявності прохолодних і вологих умов [26].

В основі більшості рекомендацій щодо норми висіву лежить маса насіння в кілограмах на гектар, хоча можливо кращим показником буде кількість пророщених рослин на квадратний метр та їх кущіння. Рекомендована норма висіву коливається в межах 2,4–10 кг насіння посівної придатності на гектар [27].

Сорти, які мають дрібне насіння, мають меншу норму висіву (в кг/га), ніж сорти з крупним насінням. Бажана кількість насінин (рослин) на квадратний метр, необхідна для формування хорошого травостою у перший рік, коливатиметься залежно від умов навколишнього середовища. Так, незважаючи на те, що 10–20 насінин (рослин) на квадратний метр може бути достатнім для отримання задовільного травостою, більшість підтверджених норм висіву набагато більші – 80–300 насінин на квадратний метр [28].

Дослідження зарубіжних авторів свідчать, що більш крупне насіння світчграсу за масою 1000 насінин має здатність до більш швидкого проростання і рослини на початкових етапах росту і розвитку мають кращий стан і швидкі темпи приросту, порівняно з менш ваговитим насінням [29, 30].

Авторами встановлено [31], що строки сівби – важливий фактор успішного вирощування проса прутоподібного. Доведена ефективність як раннього, так і пізнього строку сівби культури [32].

Перевагою ранньої сівби є виведення насіння проса прутоподібного зі стану спокою через прохолодні і вологі ґрунтові умови [33]. При цьому зростає шанс достатнього зволоження для проростання насіння, появи сходів і розвитку коренів другого порядку за рахунок доступної вологи з ґрунту. Також, до закінчення вегетації просо прутоподібне матиме достатньо часу для росту і розвитку рослин, проходження усіх етапів органогенезу, підвищуючи свою зимостійкість. Основна проблема ранньої сівби – низька температура ґрунту, що призводить до повільного проростання насіння та росту проростків проса прутоподібного [31].

У той же час за вивчення енергетичних культур в умовах Полісся В. В. Думичем із співавторами було встановлено [34], що ґрунтово-кліматичні умови регіону вирощування є сприятливими для вирощування проса прутоподібного сорту Картадж. Оптимальний строк сівби та норма висіву насіння забезпечують необхідні умови для росту і розвитку рослин, а його продуктивність культури в значній мірі залежить від вологості ґрунту.

Інші вчені [3] визначили, що просо прутоподібне за весняного строку сівби на другий рік вегетації формує врожайність від 8,7 до 11,5 т/га сухої біомаси, а літній строк сівби суттєво зменшує цей показник. Авторами встановлено, що оптимальні умови для світчграсу можна створити певними агротехнічними заходами та засобами, підбираючи сорти з урахуванням агробіологічних особливостей регіону й погодних умов року.

За встановлення оптимального строку сівби проса прутоподібного необхідно враховувати доступну кількість вологи в ґрунті, відсоток її використання рослинами проса прутоподібного для формування одиниці сухої маси з урахуванням площі живлення (ширини міжряддя) [35].

Згідно з дослідженнями інших зарубіжних авторів [36] встановлено, що густина рослин була більшою на варіантах, де сівбу проводили в травні порівняно з квітнем.

В агротехніці вирощування світчграсу важливим фактором, що визначає врожайність культури, є ширина міжрядь. Вузькі міжряддя прискорюють закриття ґрунту навесні й збільшують кількість світла, що поглинається рослиною протягом вегетаційного періоду, і це певним чином впливає на врожайність культури та зменшує необхідність боротьби із забур'яненістю, адже за меншої площі живлення рослини швидше розростатимуться у міжрядді. Проте, водночас виникає проблема самопроріджування, що знижує загальний об'єм біомаси з площі; крім того у густого травостою більша можливість ураження хворобами й вилягання. Було проведено декілька досліджень щодо ширини міжрядь на посівах світчграсу. Так, W. R. Osumtraugh та інші вчені [37] порівнявши результати досліджень за вирощування світчграсу за ширини міжрядь 15, 30 і 50 см довели, що за посушливих умов посіви з широким міжряддям мали вищу врожайність.

За широкого міжряддя досліджувані сорти світчграсу, як встановив D. I. Bransby зі співавторами [10] дають більшу врожайність, порівняно з вузьким. Підвищення урожаю особливо було помітним через декілька років.

Ці висновки знайшли підтвердження у дослідженнях інших науковців, які встановили, що на звужених міжряддях виникає проблема самопроріджування світчграсу, що зменшує загальний об'єм біомаси культури [38].

Дослідження, проведені багатьма науковцями в умовах нашої країни, показують високу адаптивність інтродукованих сортів проса лозоподібного, формування ними високої та стабільної врожайності фітомаси за рахунок елементів структури врожаю, що формуються під впливом абіотичних і біотичних чинників.

За вивчення ширини міжрядь J.P. Muir, M. A. Sanderson, W. R. Osumtraugh та інші вчені [39] визначили, що збільшення площі

живлення на фоні зменшених норм висіву призводить до підвищення врожайності фітомаси. Результати цих досліджень збігаються з іншими експериментами [38], в яких встановлено, що вирощування світчграсу з міжряддям 80 см, порівняно з 20 см, збільшує врожайність та вміст вуглецю в отриманій біомасі рослин. Аналогічні результати отримав D. I. Bransby зі співавторами [40] і встановив, що сорти проса лозоподібного за широкорядного способу сівби, порівняно з вузькорядними, формують більшу урожайність.

Згідно з дослідженнями, проведеними в умовах України, встановлено [41], що на висоту рослин світчграсу першого року вегетації більший вплив мають сортові особливості за ширини міжрядь 30 см, а при 45 см ця різниця зникає, що може свідчити про те, що зі збільшенням площі живлення рослин знижується їх конкуренція за мінеральні поживні речовини й спостерігається вирівнювання за висотою у досліджуваних сортів світчграсу. Дана тенденція зберігалась і стосовно густоти рослин на одиниці площі, але для більшої кількості сортів (Форесбург, Канлоу і Кейв-ін-рок). Це вказує на те, що даний показник (густина рослин) може бути більш надійним параметром, аніж висота в оцінці продуктивності сортів світчграсу для виробництва біомаси.

Найбільший вихід сухої біомаси та вихід енергії з неї забезпечили варіанти з шириною міжрядь 30 і 45 см. На даних варіантах, внаслідок проведення міжрядних розпушень ґрунту та збільшення площі живлення рослин, ріст проса прутоподібного навесні відновлюється більш інтенсивно, що забезпечує високу продуктивність [42].

D. I. Bransby та інші встановили [96], що підвищення урожаю біомаси проса прутоподібного при широкому міжрядді особливо було помітним через декілька років вирощування порівняно з вузьким.

Вітчизняні вчені визначили [10], що при вирощуванні світчграсу на енергетичні цілі в умовах Правобережного Лісостепу максимальний вихід біомаси культури в середньому за два роки (при сівбі у 2-гу декаду квітня та

з шириною міжрядь 30 см) становив 5,9 т/га, за сівби в 3-й декаді травня з шириною міжрядь 15 см отримали найменшу урожайність – 3,4 т/га.

Також автором публікації було визначено [43], що в умовах центральної частини Лісостепу високий потенціал врожайності сухої вегетативної маси сортів проса прутоподібного Форесбург і Кейв-ін-рок третього і четвертого року вегетації забезпечується при ширині міжряддя 45 см, суттєво меншу врожайність зафіксовано під час вирощування даних сортів на вузьких міжряддях (15 і 30 сантиметрів).

Поряд з цим, М. Я. Гументик вивчив спосіб вирощування проса прутоподібного при комбінованій ширині міжряддя ($0,4 \times 0,35 \times 0,45$), що забезпечує густоту рослин на рівні 90 шт./м.п. При цьому отримали найвищі показники за висотою, густотою стеблостою та продуктивністю культури [44].

Як показали проведені у попередні роки дослідження, при вузькій ширині міжрядь покращується акумулятивність води атмосферних опадів весняного і літнього періодів, зменшується забур'яненість у перші роки життя і відповідно врожайність біомаси у перші роки вегетації зростає. У наступні роки прослідковується затінення рослин, внутривидовий антагонізм і продуктивність рослин поступається посівам з більш широкими (30-45 см) міжряддями [6].

У роботі С. М. Мандровської та В. М. Балан за проведення комплексної оцінки проса прутоподібного встановлено, що норма висіву насіння (вихідна густота стояння), сортові особливості та погодні умови вегетаційного періоду в умовах Центрального Лісостепу України взаємопов'язані. По елементах продуктивності в середньому за чотири роки найвищі показники були в сорту Кейв-ін-рок за норми висіву насіння 7,70 кг/га, порівняно із сортом Шелтер та іншими нормами висіву (1,54–6,16 кг/га). В умовах центрального Лісостепу України на малопродуктивних землях в окремі посушливі роки урожайність біомаси знижувалась на 17–40 %, а у сприятливих за рівнем зволоження і

температурним режимом – підвищувалась на 21–35 %. Авторами був зроблений висновок, що забезпечення оптимальної вихідної густоти залежить від систематичної боротьби з бур'янами, а вибір сорту сприяє одержанню сухої маси проса прутоподібного на рівні 13,5–17,2 т/га [28].

Щодо вивчення добрив на посівах проса прутоподібного було встановлено, що в перший рік не рекомендується використовувати добрива (особливо азот), оскільки це активізує ріст бур'янів. На легких ґрунтах і в південних регіонах можна внести незначну кількість азоту під час вегетаційного періоду першого року вирощування культури. У наступні роки удобрювати необхідно пізніше, коли бур'яни менше конкурують із світчграсом. Якщо азотне добриво не використане повністю до кінця вегетаційного періоду його залишок може збільшити забур'яненість наступної весни. Просо прутоподібне добре вбирає органічний азот, оскільки найвищі коефіцієнти приросту рослин проявляються за найвищої мінералізації органічного азоту[33].

Високий рівень мінералізації і споживання проса прутоподібного може призвести до вилягання, проблеми, яку зафіксовано в Англії та Канаді. На важких ґрунтах з високим вмістом азоту просо прутоподібне часто не реагує на азот протягом декількох років після першого року вирощування [45].

Потреба проса прутоподібного в азоті становить лише 50 кг на гектар [46]. Це знайшло підтвердження у дослідженнях американських вчених [33], ними було розроблено норми внесення азотних добрив для проса прутоподібного в якості пасовищної культури. Залежно від кількості опадів норми добрив змінюються між 50 і 100 кг на гектар азоту на територіях відповідно з 450 і 750 мм опадів на рік. Інші вчені [43, 47] визначили, що для укорінених посівів світчграсу найкращим принципом для внесення азотних добрив є внесення в нормі, еквівалентній коефіцієнту отриманню урожаю, який рівний близько 6–10 кг на тону сухої речовини для осіннього збору урожаю і 4–8 кг – для весняного [48].

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень

Дослідження з вивчення впливу альтернативних органо-мінеральних систем удобрення на стабілізацію родючості чорнозему вилугуваного і продуктивність проса прутоподібного проводили у стаціонарному та тимчасовому польових дослідах Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, Калинівський район, Вінницька область. Ґрунт дослідного поля – чорнозем вилугуваний легкосуглинковий, має таку агрохімічну і фізико-хімічну характеристику 0-30 см шару: рН сольове – 5,9-6,4; Нг за Каппеном – 1,09-1,26 мг-екв./100 г ґрунту; сума увібраних основ за Каппеном-Гільковіцем – 23,8-27,2 мг-екв./100 г ґрунту; вміст гумусу за Тюрінім – 4,0-4,2%; лужногідролізованого азоту – 120-127 мг/кг ґрунту; рухомих сполук фосфору та калію за Чиріковим – відповідно 136-157 і 78-84 мг/кг ґрунту.

Уладово-Люлинецька дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН знаходиться у Калинівському районі – північно-східній частині Вінницької області. У ґрунтовому покриві переважають чорноземами типові та вилугувані легкосуглинкової текстури, які сформувались на лесах та лесовидних відкладах. Ґрунти характеризуються такими агрохімічними і фізико-хімічними властивостями 0-30 см шару: рН сольове – 5,6-7,0; Нг за Каппеном – 0,46-1,38 мг-екв./100 г ґрунту; сума увібраних основ за Каппеном-Гільковіцем – 22,4-28,7 мг-екв./100 г ґрунту; вміст гумусу за Тюрінім – 4,0-4,2%; лужногідролізованого азоту – 120-130 мг/кг ґрунту; рухомих сполук фосфору та калію за Чиріковим – відповідно 120-160 і 70-90 мг/кг ґрунту.

На більшості території області ґрунтоутворюючі породи підстелені кристалічними породами, які знаходяться порівняно близько від поверхні і часто вкриті флювіогляціальними пісками [56].

Ґрунт дослідного поля – чорнозем вилугуваний глибокий легкосуглинковий на лесовидних відкладах. Ґрунтовий профіль має таку будову: Н – 0-44 см, гумусово-акумулятивний, темно-сірий, тонкопористий, грудочкувато-зернистий, легкосуглинковий, перехід до наступного горизонту поступовий. НР – 44-95 см, верхній перехідний, темно-сірий, гумусований, грудочкувато-зернистий, легкосуглинковий, перехід до наступного горизонту поступовий. РНк – 95-130 см, нижній перехідний, палево-сірий з білими прожилками карбонатів кальцію, карбонатний з глибини 92 см, грудочкувато-зернистий, легкосуглинковий, перехід до наступного горизонту поступовий. Рhk – 130-152 см, перехідний до породи, сіро-палевий, затоки гумусу, карбонатний, зустрічаються кротовини, грудочкувато-зернистий, легкосуглинковий, перехід до породи поступовий. Рк – 152-166 см, лесовидний суглинок, палево-жовтий, карбонатний, легкосуглинковий.

Клімат території станції є помірно теплий вологий; гідротермічний коефіцієнт (ГТК) становить – 1,5-1,8. У період з 6 по 10 квітня середньодобова температура повітря підвищується понад +5°C; у кінці жовтня – початку листопада середньодобова температура повітря опускається нижче +5°C. В останній декаді вересня спостерігаються перші заморозки на поверхні ґрунту; першій декаді жовтня – заморозки в повітрі. Весною останні заморозки на поверхні ґрунту відмічено в кінці першої декади травня, повітря – у третій декаді квітня. Упродовж року у північно-східній та центральній частинах Лісостепу випадає опадів 503-590 мм, південній – 529-556 мм, з них біля 70% опадів випадає в теплий період року. В середньому за рік надходить ФАР з довжиною хвиль 380-710 нм – 5050 млн.ккал/га, з них за вегетаційний період з сумою температур вище + 5 °С – 4100, вище + 10°C – 3380 млн.ккал/га. У роки проведення досліджень погодні умови території Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції були посушливими. На фоні підвищення середньомісячної температури упродовж вегетації на 0,3-3,3°C спостерігали зменшення сумарної кількості опадів за вегетацію порівняно з середнім багаторічним показником.

2.2. Характеристика гідротермічного режиму у період проведення досліджень

За вологозабезпеченням весь вегетаційний період 2019 року характеризувався, як сприятливий у критичні періоди, а також протягом всього вегетаційного періоду.

Насамперед сприятливими вони були у період цвітіння, утворення і наливання бобів.

В умовах 2019 року у квітні випало 36 мм, травні – 144, червні – 89; липні – 40; серпні – 9; вересні – 28 мм.

Температурний режим 2019 року був слідуочим: у квітні температура склала – 9,2; травні – 15,5; червні – 21,6; липні – 19,1; серпні – 20,3; вересні – 15,2 жовтні – 10,6°C. Температурні умови у середніх багаторічних даних складала у квітні – 8,0, травні – 14,0, червні – 17, 0, липні – 18,0, серпні – 17,0, вересні – 13,0 та у жовтні – 9,3°C. Кількість опадів, які спостерігалися були сприятливими, особливо у критичні періоди росту й розвитку, так у квітні випало 49 мм, травні – 53; червні – 73; липні – 88; серпні – 69; , у вересні – 47 мм, жовтні – 65 мм.

Гідротермічний режим в умовах 2019 року був сприятливим в окремі міжфазні періоди за вологозабезпеченням. Зокрема велика кількість їх випала у травні – 144 мм, достатня кількість у червні – 89 мм, що стосується температурного режиму то він був максимально наближеним до середньомісячних температур. Найбільш сприятливими виявилися гідротермічні умови в 2019 році, середньорічні температурні умови та кількість опадів були максимально наближеними до середньорічних багаторічних показників, що сприяло покращенню процесів росту і розвитку сортів сої та підвищенню рівня урожайності в цілому.

Гідротермічні умови 2020 року відрізнялися від середніх багаторічних показників. Зокрема, у квітні випала менша кількість опадів порівняно із середньобагаторічними даними на 17 мм.

Таблиця 2. 1

Гідротермічні умови в період проведення досліджень

Місяць	Середньомісячна температура повітря, °С			Опади, мм		
	2019	2020	Сер. Баг.	2019	2020	Сер. Баг.
Квітень	9,2	9,2	8,0	36	32	49,0
Травень	15,5	11,6	14,0	144	134	53,0
Червень	21,6	20,2	17,0	89	67	73,0
Липень	19,1	20,4	18,0	40	28	88,0
Серпень	20,3	20,4	17,0	9,0	28	69,0
Вересень	15,2	19,0	13,0	28	63	47,0
Жовтень	10,6	12,2	9,3	51,0	76,0	65,0
Квітень – жовтень	16,8	16,2	14,5	397	428	444

Що стосується травня, то він характеризувався надлишком вологи, кількість опадів склала 134 мм, що більше порівняно із середніми багаторічними показниками на 81 мм, нижча кількість опадів спостерігалася у червні на 6 мм, як і в липні та серпні на 60 і 41 мм відповідно. Що стосується температурного режиму, то він також значно відрізнявся від середніх багаторічних даних. У квітні спостерігався дещо вищий температурний режим – 9,2 °С, однак значно нижчі температури відмічено в умовах травня – 11,6 °С, це нижче порівняно із багаторічними показниками на 2,4 °С. Що відобразилося на погіршенні процесів росту й розвитку рослин проса прутоподібного. Наступні місяці характеризувалися підвищеним температурним режимом на 3,2 °С у червні, на 2,4 °С у липні та на 3,4 °С у серпні. Отже, за гідротермічним режимом періоду досліджень більш сприятливим за умовами вологозабезпечення та температурами виявився 2019 рік, як в цілому так і в розрізі років досліджень. Умови 2020 року виявилися більш контрастними як за вологозабезпеченням так із температурним режимом, що відобразилося на процесах росту й розвитку рослин проса прутоподібного.

2.3. Матеріал та методика проведення досліджень

Дослідження проводились в умовах Правобережного Лісостепу України впродовж 2019-2020 років. У дослідженнях використовувалися сорти проса прутоподібного (Табл. 2.2).

Науковою програмою досліджень передбачалося визначення рівня урожайності проса прутоподібного залежно від технологічних прийомів вирощування: ширини міжряддя, строків сівби.

Експерименти передбачали проведення лабораторних і польових досліджень з рослинами проса прутоподібного впродовж 2019-2020 рр. (Рис.1 2.2).

Планування та закладку експериментів здійснювали за методикою наукових досліджень в агрономії [49] та методичними рекомендаціями [50].

Таблиця 2.2

Схема досліду: формування урожайності проса прутоподібного залежно від строків сівби та ширини міжрядь

Фактор А Сорт	Фактор В Строки сівби	Фактор С Ширина міжрядь, см
Кейв-ін-рок Форесбург	Сівба – III декада квітня	30
	Сівба – I декада травня	45
	Сівба – III декада травня	

Облікова площа ділянки становила 50 м², повторність – чотириразова, Розміщення ділянок у дослідях було за рендомізованого чергування варіантів у повтореннях. Польові досліді закладались і виконувались з урахуванням усіх вимог методики дослідної справи за Б. А. Доспеховим [51]. Норма висіву насіння – 300 шт./м², за допомогою сівалки точного висіву Клен-6.



Рис.2.1 Ширина міжрядь 30 см



Рис. 2.2 Ширина міжрядь 45 см

Фенологічні спостереження під час росту й розвитку рослин здійснювали за «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [52]. Облік кількісних показників проса лозовидного (висоту рослин, кількість стебел на 1 м², кількість листків та міжвузлів на одній рослині,) проводили на час закінчення вегетації рослин [53]. Облік урожайності [54] проводили на час закінчення вегетації рослин шляхом скошування рослин, зважуванням та перерахунку на суху вагу після визначення відсотку вологи. Вміст сухої речовини рослинної сировини визначали шляхом висушування дослідного зразка до абсолютно сухої маси в сушильній шафі СЕШ-3М при температурі 100–105 °С упродовж 4–

6 годин, з охолодженням, зважуванням і перерахунком [54]. економічну оцінку ефективності досліджуваних факторів проводили за методикою визначення економічної ефективності використання в сільському господарстві результатів науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, нової техніки, винаходів і раціоналізаторських пропозицій [55].

Отримані результати досліджень, оброблялись за сучасними методами статистики із застосуванням комп'ютерних програм Excel та Statistica 6.0.

2.4. Агротехніка вирощування культури в досліді

Технологія вирощування проса прутоподібного у досліді була загальноприйнятою для зони Лісостепу України. Попередник – пшениця озима. Оскільки специфічною особливістю проса прутоподібного є доволі дрібне насіння з низькою польовою схожістю, то висівали культуру лише на добре підготовлених ґрунтах. Основний обробіток ґрунту здійснювали в серпні-вересні дисковими луцильниками на глибину 10–12 см у два проходи перехресним способом з кутом атаки дисків 30–35°. Швидкість руху агрегату – 8–12 км/год. Глибоку зяблеву оранку проводили через 10–15 днів після луцення на глибину 28–30 см плугом Lemken Euro Oral 8, 5+1. Швидкість руху агрегату – 5–6 км/год. Весною проводили закриття вологи важкими пружинними боронами БП-8. Висівали культуру з шириною міжрядь 30 і 45 см. Система догляду за посівами проса прутоподібного була направлена на захист від бур'янів у перший рік вегетації. На ділянках, де схемою досліджень не передбачалося застосування гербіцидів та вегетація разом з бур'янами, проводили три міжрядні обробітки з періодичністю 8–10 днів між ними. Після досягнення рослинами свічграсу висоти понад 30 см обробітки не проводили. Збирали врожай силосозбиральним комбайном з початку грудня за вологості листово-стеблової маси не більше ніж 20–30 %.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Вивчення елементів технології вирощування рослин проса прутоподібного першого-другого року вегетації

У рослин проса пруютоподібного першого і другого року вегетації спостерігаються відмінності у формуванні кількісних показників рослин.

Кількість листків залежала від ширини міжрядь та строків сівби, а також сортових особливостей (Табл. 3.1). Крім того, кількість листків збільшувалася від тривалості років вирощування, рослини другого року вегетації характеризувалися вищою кількістю листків ніж рослини першого року вегетації. Так рослини першого року формували кількість листків від 5,0 до 5,5 шт., а рослини другого року вегетації формували вищу кількість листків на рослині, яка змінювалася від 5,1 до 5,6 шт.

Таблиця 3.1

Кількісні показники рослин проса пруютоподібного, першого-другого року вегетації

Сорт (фактор А)	Строки сівби (фактор В)	Кількість листків, шт.				Середнє за 2019- 2020 рр.
		2019		2020		
		Ширина міжрядь 30 см	Ширина міжрядь 45 см	Ширина міжрядь 30 см	Ширина міжрядь 45 см	
Кейв-ін-рок	Сівба – III декада квітня	5,2	5,1	5,2	5,3	5,2
	Сівба – I декада травня	5,3	5,2	5,3	5,4	5,3
	Сівба – III декада травня	5,2	5,0	5,1	5,3	5,1
Форесбург	Сівба – III декада квітня	5,4	5,2	5,3	5,5	5,4
	Сівба – I декада травня	5,5	5,3	5,4	5,6	5,5
	Сівба – III декада травня	5,3	5,0	5,2	5,4	5,2

Також у рослин другого року вегетації спостерігалася вища кількість листків за проведення сівби насіння у першій декаді травня місяця, що сприяло кращому росту й розвитку рослин першого року та відповідно забезпечувало кращий розвиток рослинам другого року вирощування. Крім того, кількість листків залежала від ширини міжрядь, вищою вона була у рослин проса прутоподібного першого року вегетації за ширини міжрядь 30 см і змінювалася від 5,2 до 5,5 шт., а у рослин другого року вегетації кількість листків на рослині була вищою за ширини міжрядь 45 см і змінювалася від 5,3 до 5,6 шт.

Висота рослин проса прутоподібного першого і другого року вегетації показано в (табл. 3.2) висота рослин проса прутоподібного більше залежала від року вирощування. Зокрема рослини проса прутоподібного другого року вегетації незалежно від строків сівби, ширини міжрядь та сортових особливостей забезпечували вищі лінійні проміри висоти рослин від 108,5 до 152,2 см порівняно із рослинами першого року вирощування.

Таблиця 3.2

Біометричні показники проса прутоподібного, залежно від строку сівби, ширини міжрядь та сортових особливостей

Сорт (фактор А)	Строки сівби (фактор В)	Висота рослин, см				Середнє за 2019- 2020 рр.
		2019		2020		
		Ширина міжрядь 30 см	Ширина міжрядь 45 см	Ширина міжрядь 30 см	Ширина міжрядь 45 см	
Кейв-ін-рок	Сівба – III декада квітня	67,4	66,9	134,6	119,2	97,0
	Сівба – I декада травня	68,8	67,2	143,1	124,6	100,9
	Сівба – III декада травня	65,2	64,1	123,9	108,5	90,4
Форесбург	Сівба – III декада квітня	69,3	68,8	146,1	123,5	101,9
	Сівба – I декада травня	70,2	69,4	152,2	138,3	107,5
	Сівба – III декада травня	67,4	66,9	128,7	113,4	94,1

Рослини першого року вегетації формували висоту рослин від 64,1 до 70,2 см. Значно вищі лінійні проміри висоти рослин було отримано за ширини міжрядь 30 см, як у рослин першого так і другого року вегетації. У рослин першого року вегетації від 65,2 до 70,2 см, в у рослин другого року вегетації від 123,9 до 152,2 см. Нижчі лінійні проміри висоти рослин спостерігалися за ширини міжрядь 45 см від 64,1 до 69,4 см, у рослин першого року вегетації та від 108,5 до 138,3 см у рослин другого року вегетації. Біометричні показники (кількість стебел) у рослин проса прутоподібного першого-другого року вегетації залежно від технологічних прийомів вирощування (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

**Біометричні показники проса прутоподібного першого-другого року
вегетації, залежно від технологічних прийомів вирощування**

Сорт (фактор А)	Строки сівби (фактор В)	Кількість стебел, шт./м ²				Середнє за 2019- 2020 рр.
		2019		2020		
		Ширина міжрядь 30 см	Ширина міжрядь 45 см	Ширина міжрядь 30 см	Ширина міжрядь 45 см	
Кейв-ін-рок	Сівба – III декада квітня	415,9	366,3	434,6	467,8	421,1
	Сівба – I декада травня	429,8	373,2	437,9	478,1	429,8
	Сівба – III декада травня	405,1	346,8	413,2	457,5	405,7
Форесбург	Сівба – III декада квітня	432,5	368,3	443,9	477,8	430,6
	Сівба – I декада травня	443,3	381,0	457,8	488,1	442,6
	Сівба – III декада травня	417,4	367,4	429,5	466,5	420,2

Слід відмітити, що у рослин проса прутоподібного спотерігаються відмінності за формуванням кількості стебел залежно від року вегетації рослин. Зокрема, у рослин першого року вегетації вищою кількістю стебел була за ширини міжрядь 30 см і змінювалася від 405,1 до 443,3 шт./м². Однак, у рослин другого року вегетації вища кількість стебел була отримана за

ширини міжрядь 45 см і змінювалася від 457,5 до 488,1 шт./м². Крім того, вищу кількість стебел було отримано у рослин проса пругоподібного за сівби у першій декаді травня і склала 429,8 і 442,6 шт./м² у сортів Кейв-ін-рок та Форесбург.

Кількість листків на рослині залежно від технологічних прийомів вирощування (табл. 3.4). Встановлено, що вища кількість стебел на рослині спостерігалася у рослин першого року вегетації за ширини міжрядь 30 см і змінювалася від 2106,5 до 2438,2 шт., а за ширини міжрядь 45 см лише від 1734 до 2019,3 шт. Однак, у рослин другого року вегетації вища кількість стебел спостерігалася у рослин за ширини міжрядь 45 см і змінювалася від 2424,8 до 2733,4 шт., а за ширини міжрядь 30 см від 2107,3 шт. до 2472,1 шт.

Також кількість листків на рослині залежала від строку сівби. Вища кількість листків спостерігалася за сівби першої декади травня і склала у сортів Кейв-ін-рок – 2280,2 шт., а у сорту Форесбург – 2415,8 шт.

Таблиця 3.4

Кількість листків у рослин проса пругоподібного першого-другого року вегетації залежно від технологічних прийомів вирощування

Сорт (фактор А)	Строки сівби (фактор В)	Кількість листків рослин, шт.				Середнє за 2019- 2020 рр.
		2019		2020		
		Ширина міжрядь 30 см	Ширина міжрядь 45 см	Ширина міжрядь 30 см	Ширина міжрядь 45 см	
Кейв-ін-рок	Сівба – III декада квітня	2162,7	1868,1	2259,9	2479,3	2192,5
	Сівба – I декада травня	2277,9	1940,6	2320,9	2581,4	2280,2
	Сівба – III декада травня	2106,5	1734	2107,3	2424,8	2093,5
Форесбург	Сівба – III декада квітня	2335,5	1915,2	2352,7	2627,9	2307,8
	Сівба – I декада травня	2438,2	2019,3	2472,1	2733,4	2415,8
	Сівба – III декада травня	2212,2	1837,0	2233,4	2519,1	2200,5

Рослини проса прутоподібного відрізнялися за вагою сухого снопа, менша вага сухого снопа відзначалася у рослин першого року вегетації від 0,36 до 0,41 кг/м², за ширини міжрядь 30 см, а за ширини міжрядь 45 см від 0,35 до 0,4 кг/м² (Табл. 3.5). Вища вага сухого снопа була у рослин другого року вирощування і змінювалася від 0,67 до 0,75 кг/м² за ширини міжрядь 30 см, а ще вищою вона була за ширини міжрядь 45 см і змінювалася від 0,7 до 0,82 кг/м². Тобто рослини другого року вегетації формували вищу ніж у два рази вагу сухого снопа.

Також на вагу сухого снопа впливав і строк сівби, вищу масу сухого снопа забезпечили сорти проса прутоподібного за сівби у першій декаді травня і склали у сортів Кейв-ін-рок – 0,57 г, а у сорту Форесбург – 0,6 г. Таким чином, вища вага сухого снопа у рослин другого року вегетації пояснюється вищою кількістю стебел із м² за ширини міжрядь 45 см, порівняно із кількістю стебел за ширини міжрядь 30 см. Тобто, на нашу

Таблиця 3.5

Вага сухого снопа проса прутоподібного першого-другого року вегетації залежно від технологічних прийомів вирощування

Сорт (фактор А)	Строки сівби (фактор В)	Вага сухого снопа, кг/м ²				Середнє за 2019- 2020 рр.
		2019		2020		
		Ширина міжрядь 30 см	Ширина міжрядь 45 см	Ширина міжрядь 30 см	Ширина міжрядь 45 см	
Кейв-ін-рок	Сівба – III декада квітня	0,37	0,36	0,71	0,76	0,55
	Сівба – I декада травня	0,38	0,37	0,73	0,79	0,57
	Сівба – III декада травня	0,36	0,35	0,67	0,70	0,52
Форесбург	Сівба – III декада квітня	0,4	0,39	0,72	0,78	0,57
	Сівба – I декада травня	0,41	0,4	0,75	0,82	0,60
	Сівба – III декада травня	0,38	0,37	0,69	0,73	0,54

думку вирішальними у формуванні урожайності відіграє кількість стебел із рослини, що ми можемо спостерігати на цьому прикладі, незважаючи на вищі показники лінійних промірів висоти рослин за ширини міжрядь 30 см.

Вища вага сухої рослини спостерігалася у рослин другого року вегетації за ширини міжрядь 45 см і змінювалася від 1,53 до 1,68 г, а за ширини міжрядь 30 см від 1,61 до 1,66 г (Табл. 3.6).

У рослин першого року вага сухої рослини була нижчою і змінювалася від 0,88 до 0,98 г за ширини міжрядь 30 см, а за ширини міжрядь 45 см від 0,98 до 1,06 г. Це пов'язано із меншою кількістю стебел рослин першого року вегетації за ширини міжрядь 45 см порівняно із кількістю рослин на м² за ширини міжрядь 30 см.

Таблиця 3.6

Вага сухої рослини проса прутоподібного першого-другого року вегетації залежно від технологічних прийомів вирощування

Сорт (фактор А)	Строки сівби (фактор В)	Вага сухої рослини, г				Середнє за 2019- 2020 рр.
		2019		2020		
		Ширина міжрядь 30 см	Ширина міжрядь 45 см	Ширина міжрядь 30 см	Ширина міжрядь 45 см	
Кей-ін-рок	Сівба – III декада квітня	0,889	0,98	1,63	1,62	1,28
	Сівба – I декада травня	0,88	0,99	1,66	1,65	1,30
	Сівба – III декада травня	0,98	1,01	1,62	1,53	1,29
Форесбург	Сівба – III декада квітня	0,92	1,06	1,62	1,63	1,31
	Сівба – I декада травня	0,92	1,05	1,64	1,68	1,32
	Сівба – III декада травня	0,91	1,01	1,61	1,56	1,27

Рослини другого року вегетації забезпечили вищий рівень сухої біомаси, яка змінювалася від 6,9 до 8,2 т/га (Табл. 3.7). Крім того, вищий

Таблиця 3.7

**Урожайність сухої біомаси рослин проса прутоподібного першого-
другого року вегетації, т/га**

Сорт (фактор А)	Строки сівби (фактор В)	Урожайність сухої біомаси, т/га				Середнє за 2019- 2020 рр.
		2019		2020		
		Ширина міжрядь 30 см	Ширина міжрядь 45 см	Ширина міжрядь 30 см	Ширина міжрядь 45 см	
Кейв-ін-рок	Сівба – III декада квітня	3,7	3,6	7,1	7,6	5,5
	Сівба – I декада травня	3,8	3,7	7,3	7,9	5,7
	Сівба – III декада травня	3,6	3,5	6,7	7,0	5,2
Форесбург	Сівба – III декада квітня	4,0	3,9	7,2	7,8	5,7
	Сівба – I декада травня	4,1	4,0	7,5	8,2	6,0
	Сівба – III декада травня	3,8	3,7	6,9	7,3	5,4

рівень урожайності сухої біомаси було отримано за ширини міжрядь 45 см від 7,0 до 8,2 т/га, а за ширини міжрядь 30 см від 6,7 до 7,5 т/га.

Крім того, на урожайність сухої біомаси впливав також строків сівби, вищу масу сухої біомаси було отримано за сівби у першій декаді травня у сортів Кейв-ін-рок – 5,7, а у сорту Форесбург – 6,0 т/га.

Таким чином, вища урожайність сухої біомаси зумовлена вищою кількістю стебел на м² порівняно із висотою рослин, що в кінцевому рахунку визначає вищу урожайність сухої біомаси рослин.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ

Дослідження нових енергоносіїв для України є досить важливим, тому що інтенсивне використання вичерпних джерел енергії вимагає від людства залучення та використання альтернативи у забезпеченні своїх потреб в енергоресурсах. У перспективі паливо та матеріали нафтового походження повинні витіснятися речовинами виробленими з фітомаси рослин.

Україна має великий еколого-біоенергетичний потенціал, він дорівнює майже 35 млн. т. нафтового еквівалента (Франція – 31 млн. т., Німеччина – 26 млн. т., Іспанія – 17 млн. т.). Це найбільший показник у Європі, що говорить про перспективи розвитку цього напрямлення енергетики країни. Стратегія розвитку промислово - енергетичного комплексу України повинна ґрунтуватись на альтернативних, екологічних чистих матеріалах та джерелах енергії. В недалекому майбутньому – при масштабному виробництві біоенергії, вибір конкретної енергетичної культури для вирощування, залежатиме від ряду чинників, таких як: тип ґрунтів, водний баланс, вид ландшафту, транспортні розв'язки, місцезнаходження потенційного споживача (котельна або електростанція), конкуренція з іншими культурами і соціальна думка з приводу цього питання [1].

При оцінці економічної ефективності сільськогосподарського виробництва у аграрних підприємствах необхідно обрати систему взаємопов'язаних показників, які найбільш об'єктивно відображають її рівень. Для цього широко використовуються як натуральні, так і вартісні показники [3].

Показники економічної ефективності вирощування проса прутоподібного залежно від ширини міжрядь показано (Табл. 4.1.).

Просо прутоподібне має виробниче значення при вирощуванні на третій рік виробничих посівів. Тому отримані нами показники економічної

ефективності вирощування проса прутоподібного другого року вегетації є цілком виправдані.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність виробництва біомаси проса прутоподібного другого року вегетації залежно від строків сівби та ширини міжрядь

Сорт (фактор А)	Ширина міжрядь (фактор Б)	Урожай- ність, т/га	Економічна ефективність			
			вартість від реалізації біомаси, грн./га	виробничі затрати, грн./га	прибуток, грн./га	рентабель- ність, %
Кейв-ін-рок						
Сівба – III декада квітня	30 см	7,1	6745	4831	1914	39,6
	45 см	7,6	7220	4926	2294	46,6
Сівба – I декада травня	30 см	7,3	6935	4867	2068	42,5
	45 см	7,9	7505	5020	2485	49,5
Сівба – III декада травня	30 см	6,7	6365	4756	1609	33,8
	45 см	7,0	6650	4823	1827	37,9
Форесбург						
Сівба – III декада квітня	30 см	7,2	6840	4850	1990	41,0
	45 см	7,8	7410	4978	2432	48,9
Сівба – I декада травня	30 см	7,5	7125	4898	2227	45,5
	45 см	8,2	7790	5048	2742	54,3
Сівба – III декада травня	30 см	6,9	6555	4797	1558	36,6
	45 см	7,3	6935	4867	2068	42,5

Найвищі показники економічної ефективності у рослин проса прутоподібного було отримано на варіанті досліду із шириною міжрядь 45 см та строками сівби у першій декаді травня, при цьому вартість валової продукції склала у сортів Кейв-ін-рок та Форесбург – 7505 та 7790 грн/га, прибуток – 2485 та 2742 грн/га, а рівень рентабельності – 49,5 і 54,3 %. Проведення сівби із шириною міжрядь 30 см забезпечило нижчі показники економічної ефективності у обох сортів проса прутоподібного та рівень рентабельності.

ВИСНОВКИ

1. Висота рослин проса прутоподібного більше залежала від року вирощування. Зокрема, рослини проса прутоподібного другого року вегетації незалежно від строків сівби, ширини міжрядь та сортових особливостей забезпечували вищі лінійні проміри висоти рослин від 108,5 до 152,2 см порівняно із рослинами першого року вирощування. Рослини першого року вегетації формували висоту рослин від 64,1 до 70,2 см. Значно вищі лінійні проміри висоти рослин було отримано за ширини міжрядь 30 см, як у рослин першого так і другого року вегетації. У рослин першого року вегетації від 65,2 до 70,2 см, в у рослин другого року вегетації від 123,5 до 152,2 см. Нижчі лінійні проміри висоти рослин спостерігалися за ширини міжрядь 45 см від 64,1 до 69,4 см, у рослин першого року вегетації та від 108,5 до 138,3 см у рослин другого року вегетації.

2. У рослин проса прутоподібного спостерігаються відмінності за формуванням кількості стебел залежно від року вегетації рослин. Зокрема, у рослин першого року вегетації вища кількість стебел була за ширини міжрядь 30 см і змінювалася від 405,1 до 443,3 шт./м². Однак, у рослин другого року вегетації вища кількість стебел була отримана за ширини міжрядь 45 см і змінювалася від 457,5 до 488,1 шт./м². Крім того, вищу кількість стебел було отримано у рослин проса прутоподібного за сівби у першій декаді травня – 429,8 і 442,6 шт./м² у сортів Кейв-ін-рок та Форесбург.

3. Рослини другого року вегетації забезпечили вищий рівень сухої біомаси, яка змінювалася від 6,9 до 8,2 т/га. Крім того, вищий рівень урожайності сухої біомаси було отримано за ширини міжрядь 45 см від 7,0 до 8,2 т/га, а за ширини міжрядь 30 см від 6,7 до 7,5 т/га. Крім того, на урожайність сухої біомаси впливали також строки сівби, вищу масу сухої біомаси було отримано за сівби у першій декаді травня у сортів Кейв-ін-рок – 5,7, а у сорту Форесбург – 6,0 т/га. Таким чином, вища урожайність сухої біомаси зумовлена вищою кількістю стебел на м² порівняно із висотою

рослин, що в кінцевому рахунку визначає вищу урожайність сухої біомаси рослин.

4. Найвищі показники економічної ефективності у рослин проса прутіподібного було отримано на варіанті досліді із шириною міжрядь 45 см та строками сівби у першій декаді травня, при цьому вартість валової продукції складала у сортів Кейв-ін-рок та Форесбург – 7505 та 7790 грн/га, прибуток – 2485 та 2742 грн/га, а рівень рентабельності – 49,5 і 54,3 %.

Пропозиції виробництву

За результатами проведених польових і лабораторних досліджень, а також на основі економічної оцінки агроформуванням Лісостепу Правобережного України для одержання вищої врожайності сухої біомаси проса прутіподібного рекомендується вирощувати просо прутіподібне сортів Кейв-ін-рок та Форесбург за оптимальних строків сівби – першу декаду травня, за ширини міжрядь 45 см.

Список використаної літератури

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. Інформаційно-аналітичний бюлетень «Відомості Міністерства палива та енергетики України» : Спеціальний випуск. 2006. 113 с.
2. Курило В. Л., Роїк М. В., Ганженко О. М. Біоенергетика в Україні: стан та перспективи розвитку. Біоенергетика. 2013. №1. С. 5–10.
3. Мороз О. В., Смірних В. М., Курило В. М. [та ін.] Світчграс як нова фітоенергетична культура. Цукрові буряки. К., 2011. Вип. №3 (81). С. 12–14.
4. Методичні рекомендації по технології вирощування енергетичних культур (світчграсу) в умовах України / [Писаренко П. В., Кулик М. І., Elbersen W. H. та ін.]. Полтава : Полтавська ДАА, 2011. 40 с.
5. Кулик М. І., Рій О. В., Крайсвітній П. А. Раціональне використання деградованих земель для вирощування енергетичних культур і виробництва біопалива. Енергозбереження. Київ, 2012. Вип. №4. С. 12–13.
6. Роїк М., Курило В., Гументик М. та ін. Ефективність вирощування високопродуктивних енергетичних культур. Вісник Львівського національного аграрного університету. 2011. №15 (2). С. 85–90.
7. Knight B. Global growth / B. Knight, A. Westwood. The world biomass market: Renewable energy world. 2005. Vol. 8. №1. P. 118–128.
8. Lesschen, J.P.; Elbersen, H.W.; Poppens, R.P.; Galytska, M; Kylik, M; Lermينياux, L (2012). The Financial and GHG Cost of Avoiding ILUC in Biomass Sourcing – A comparison between Switchgrass produced with and without ILUC in Ukraine. Wageningen UR (Alterra, Food & Biobased Research), Poltava State Agrarian Academy, Phytofuels Investments.
9. Poppens R., Lesschen J. P., Galytska M., P. de Jamblinne, Elbersen W., Kraisvitnii P. (2013). Pellets for Power project: Sustainable Biomass import from Ukraine. Assessing the greenhouse gas balance, economics and ILUC effects of Ukrainian biomass for domestic and Dutch energy markets. October.

10. Bransby D. I., Walker R. H., Miller M. S. (1997). Development of optimal establishment and cultural practices for switchgrass as an energy crop. Five year summary report. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee.
11. Peters T. J., Moomaw R. S., Martin A. R. (1989). Herbicides for postemergence control of annual grass weeds in seedling forage grasses. *Weed Sci.* Vol. 37. P. 375–379.
12. Кулик М. І. Аналіз комплексного впливу агрозаходів на урожайність проса прутіподібного в умовах центрального Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 3 С. 74-86.
13. Курило В. Л., Ганженко О.М., Гументик М. Я. та ін. Спосіб передпосівного обробітку ґрунту під світчґрас. Патент на корисну модель 74261 Україна, МПК А01В 79/00. 2012. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. бюл. №20.
14. Гументик М. Я., Гументик Я. М. Патент на корисну модель 92284 Україна, МПК А01В 79/00. 2014. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН.
15. Wolf D. D., Fiske D. A. (2009). Planting and managing switchgrass for forage, wildlife, and conservation. Virginia Cooperative Extension, publication. 418-013. Available at: http://pubs.ext.vt.edu/418/418-013/418-013_pdf.pdf.
16. Курило В.Л., Гончарук Г.С., Гументик М.Я. Удосконалення елементів технології вирощування проса прутіподібного. *Біоенергетика*. 2014. № 2. С. 28-30.
17. Кулик М.І., Elbersen Н.В., Крайсвітній П.А. та ін. Ботаніко-біологічні особливості проса лозовидного (*Panicum virgatum* L.). Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетика: вирощування енергетичних культур, виробництво та використання біопалива». Київ: Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків, 2011. С. 25-27.
18. 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.
19. Ericson S.-O., Clini C., Rebuta M. Sustainability Indicators for Bioenergy. FAO, 2011. First edition. 223 p.
20. Esbroeck, Van G. A., Hussey M. A., Sanderson M. A. (1997). Leaf appearance rate and final 13 leaf number of switchgrass cultivars. *Crop Sci.* № 37. P. 864–870.
21. Parrish, D. J., and J. H. Fike (2005). The biology and agronomy of switchgrass for biofuels. *Critical reviews in plant sciences.* 24: 423–459.
22. Кучеровська С.В., Стефановська Т. Р., Смірних В. М. Вивчення ентомокомплексу проса лозоподібного (*Panicum virgatum* L.) в умовах центрального Лісостепу України. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2013. Вип. 17(1). С. 444–447. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpicb_2013_17%281%29108.
23. Кучеровська С.В. Ентомологічний комплекс проса лозоподібного (*Panicum virgatum* L.). *Біоенергетика.* 2016. №2. С.33–34.
24. Доронін В.А., Кравченко Ю. А., Бусол М.В. та ін. Якість насіння світчграсу залежно від способів його сортування. Наукові праці ІБКіЦБ, 2013. Вип.19. С.28–32.
25. Kulyk Maksym, Rozhko Iлона, Kurylo Vasyl, et al. Impact of the soil and climate conditions on the formation of the crop yield and germinating power of the switchgrass (*Panicum virgatum* L.) seeds. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering.* 2018, Vol. 63(4): 101-105. URL: http://www.pimr.poznan.pl/biul/2018_4_KRK.pdf
26. Smart A. J. and L. E. Moser (1997). Morphological development of switchgrass as affected by planting date. *Agron. J.* 89 : 958–962.
27. Петриченко С. М., Герасименко О. В., Гончарук Г. С. та ін. Перспективи вирощування світчграсу як альтернативного джерела енергії в Україні. Цукрові буряки. 2011. № 4. С. 13–14.

- 28.Мандровська С. М., Балан В. М. Продуктивність проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від норми висіву та сортових особливостей Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2015. Вип. 23. С. 44-49. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpicb_2016_23_9.
- 29.Aiken G. E., Springer T. L. (1995). Seed size distribution, germination, and emergence of 6 switchgrass cultivars. *J. Range Manage.* 48. 455–458.
- 30.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.
- 31.Brejda J. J., Moser L. E., Vogel K. P. Evaluation of switchgrass rhizosphere microflora for enhancing seedling yield and nutrient uptake. *Agron J.* 1998. 90: 753–758.
- 32.Parrish D. J., Fike J. H. (2009). Selecting, Establishing, and Managing Switchgrass (*Panicum virgatum*) for Biofuels. In: Mielenz J. (eds) *Biofuels. Methods in Molecular Biology (Methods and Protocols)*, Vol. 581. Humana Press, Totowa, NJ. pp. 27-40. Available at: URL: https://link.springer.com/protocol/doi:10.1007/978-1-60761-214-8_2.
- 33.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. 1. P. 409–420.
- 34.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.
- 35.Kulyk M. Impact of seeding terms and row spacing on yield of switchgrass phytomass, biofuel and energy output. *Annals of Agrarian Science.* Vol. 14, Issue 4 : 331–334.
- 36.Brejda J. J. Fertilization of native warm-season grasses. In: Anderson BE, Moore KJ (eds) *CSSA special pub no. 30. Native warm-season grasses:*

- research trends and issues, Crop Science Society of America, Madison. 2000.
37. Ocumpaugh W. R., Sanderson M. A., Hussey M. A., Read J. C., Tischler C. R. and R. L. Reed (1997). Evaluation of switchgrass cultivars and cultural methods for biomass production in the southcentral U.S. Final report. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN. contract №19X-SL128C.
38. Ma Z., Wood C. W., Bransby D. I. (2001). Impact of row spacing, nitrogen rate, and time on carbon partitioning of switchgrass. *Biomass Bioenergy*. № 20. P. 413–419.
39. Muir J. P., Sanderson M. A., Ocumpaugh W. R. et al. (2001). Biomass production of Alamo switchgrass in response to nitrogen, phosphorus, and row spacing. *Agron J.*, № 93. P. 896–901.
40. Bransby D. I., Rodriguez-Kabana R., Sladden S. E. (1993). Compatibility of switchgrass as an energy crop in farming systems of the southeastern USA. *Biomass Conf. of the Americas*. Burlington. P. 229–234.
41. Кулик М. І. Вплив умов вирощування на кількісні показники рослин світчграсу (*Panicum virgatum* L.) першого року вегетації. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава, 2012. №3. С. 62–67.
42. Гументик М.Я. Вплив способу посіву та догляду за рослинами на продуктивність біомаси проса прутоподібного в умовах Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії 2016. Вип. 25. С.14-23.
43. Samson R., Delaquis E., Deen B., DeBruyn J. and Eggimann U. (2016). *Switchgrass*. Agronomy : book. Ontario. 82 P.
44. Кулик М. І. Вплив ширини міжряддя на формування врожайності сортів проса прутоподібного. Вісник Полтавської державної аграрної академії, 2016. Вип. 3(78). С. 62–65.
45. Гументик М. Я. Агротехнічні прийоми вирощування проса прутоподібного «*Panicum virgatum* L». Біоенергетика. 2014. № 1. С. 29–32.

46. 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.
47. Turhollow A. F. (1991). Screening herbaceous lignocellulosic energy crops in temperate regions of the USA. *Bioresource Technology*. 36 : 247–252.
48. Jung G. A., Shaffer J. A. and W. L. Stout (1988). Switchgrass and big bluestem responses to amendments on strongly acid soil. *Agron. J.* 80 : 669–676.
49. Ермантраут Е. Р., Бобро М. А., Гопцій Т. І. [та ін.]. *Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посібник*. Харків : Харк. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва, 2008. 64 с.
50. Курило В. Л., Гументик М. Я., Гончарук Г. С. *Методичні рекомендації з проведення основного та передпосівного обробітків ґрунту і сівби проса лозовидного*. К. : ІБКіЦБ, 2012. 28 с.
51. Доспехов Б. А. *Методика полевого опыта*. М. : Колос, 1985. 336 с.
52. Волкодав В.В. *Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури)* К., 2001 69 с.
53. Кулик М. І., Рахметов Д. Б., Курило В. Л. *Методика проведення польових та лабораторних досліджень з просом прутоподібним (*Panicum virgatum* L.)*. Полтава : РВВ ПДАА, 2017. 24 с.
54. Kulyk M., W. Elbersen (2012). *Methods of calculation productivity phytomass for switchgrass in Ukraine*. Poltava 10 p.
55. *Методика розрахунку, норми виробітку та витрати палива на сівбі, садінні, догляді за посівами сільськогосподарських культур*. Науково-дослідний центр «Агропромпраця». К., 1996. 495 с.
56. Барвінченко В.І., Заболотний Г.М.. *Ґрунти Вінницької області*. Вінниця: ВДАУ. 2004. 45 с.