Міністерство освіти і науки України

Уманський національний університет садівництва

Факультет агрономії
Кафедра рослинництва

Допущено до захисту

«____» _____ 2023 р.

Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент

_____ Віталій КРАВЧЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

освітнього ступеня «Магістр»

Вплив строку сівби і фону мінерального живлення на врожайність проса посівного в Правобережному Лісостепу

Виконав: студентка ІІ курсу 21 м-а
спеціальності 201 «Агрономії»
МАКОДЗЕБА Микола Олегович
Керівник – доктор с.-г. наук,
професор Сергій Полторецький

Умань – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП…… 4
РОЗДІЛ 1. СТРОК СІВБИ ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПРОСА (огляд літератури) 6
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ 13
РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.... 14
3.1. Характеристика ґрунту 14
3.2. Погодні умови 14
3.3. Схема досліду 16
3.4. Агротехніка вирощування проса у досліді 17
3.5. Методика проведених досліджень 18
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ 21
4.1 Запаси ґрунтової вологи та водоспоживання посівів проса 21
4.2 Поживний режим ґрунту у посівах проса..... 26
4.3. Фенологічні спостереження за посівами проса 36
4.4 Повнота сходів та збереженість рослин до збирання..... 38
4.5 Фотосинтетична діяльність посівів проса 40
4.6 Урожайність рослин проса та її структура 46
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ПРОСА ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ СІВБИ ТА ФОНІВ ЖИВЛЕННЯ..... 51
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА..... 55
6.1 Охорона праці під час внесення добрив на посівах проса.. 55
6.2 Охорона навколишнього природного середовища 57
ВИСНОВКИ..... 60

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 62
ДОДАТКИ 67

ВСТУП

Впровадження нових високопродуктивних сортів дозволяє без додаткових витрат підвищити врожайність культури, поліпшити якість продукції та ін. Поява сучасних сортів проса з принципово новими характеристиками, ефективне використання їх генетичного потенціалу потребують удосконалення системи підбору та раціонального розміщення сортів у певній ґрунтово-кліматичній зоні з урахуванням біологічних особливостей, адаптивності, агроекологічної пластичності та реакції на умови вирощування. Основні труднощі широкого поширення цінних сортів полягають у тому, що сорти, виведені в одній зоні, які виявилися затребуваними завдяки своїм позитивним якостям, можуть бути малопридатними для інших зон. Тому кожен регіон, де вирощують просо, повинен мати свій сортовий склад відповідно до ґрунтово-кліматичних особливостей.

До того ж, значну увагу слід приділяти диференційованому підходу до розробки строків сівби і доз застосування добрив залежно від потреб різних сортів проса для специфічних місцевих ґрунтово-кліматичних умов. За сучасного стану екологічної й економічної криз оптимізація даних прийомів агротехніки набуває ще більшої актуальності. Рішення цих питань дасть можливість істотно збільшити виробництво зерна проса з високими технологічними властивостями за мінімальних витрат.

Мета досліджень полягає у вивченні процесів росту й розвитку рослин, формування ними врожайності та якості зерна проса під впливом строків сівби і фонів живлення. Визначити економічно й екологічно обґрунтовану дозу добрив під просо та оптимальний строк сівби в умовах Правобережного Лісостепу. Для досягнення мети ставили наступні *завдання*:

– дослідити й оптимізувати поживний режим ґрунту при вирощуванні проса;

– встановити особливості водоспоживання культури залежно від досліджуваних чинників;

– дослідити вплив строків сівби й удобрення на ріст і розвиток рослин проса;

– визначити взаємозв’язок між строками сівби, дозами мінеральних добрив і продуктивністю проса;

– дослідити вплив строку сівби та удобрення на формування врожайності та якості зерна проса;

- дати економічну оцінку ефективності удосконалених елементів технології вирощування проса.

Об’єкт дослідження – процес формування продуктивності сортів проса за різних строків сівби та доз мінеральних добрив, особливості взаємодії цих факторів у незрошуваних умовах південного Степу України.

Предмет дослідження – основні елементи технології вирощування проса й умови та фактори, що впливають на рівень його врожайності.

РОЗДІЛ 1
СТРОК СІВБИ ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПРОСА (огляд літератури)

Територія Степу України характеризується складними кліматичними умовами. Адже протягом вегетації основних сільськогосподарських культур на півдні України спостерігається значний дефіцит опадів, їх нерівномірне випадання, часто відмічається висока температура повітря та низька відносна вологість (менше 30%), сильні вітри, що створює умови для виникнення атмосферних посух і суховіїв [1, 2].

Просо менше інших культур страждає від запалів і суховіїв, краще переносить ґрунтову й повітряну посуху. Стійкість проса до посухи обумовлюється особливостями кореневої системи, стебла й листків, які за анатомічною будовою подібні з відомими ксерофітами – житняком і сафлором [3].

Рослини проса ощадливо витрачають воду. Встановлено [4], що транспіраційний коефіцієнт цієї культури в середньому дорівнює 200. Знижена вимогливість проса до вологи проявляється ще на початку розвитку рослини. Так, для проростання проса потрібно води 25% від маси насіння.

До особливостей проса слід віднести маленькі розміри продихів і більш рідке їх розташування на листовій пластині у порівнянні з іншими зерновими культурами. Це також свідчить про його пристосованість до нестачі вологи. [5].

Дослідами встановлено [6], що за температури 38–40 °С через якийсь час наступає параліч продихів, вони широко розкриваються й уже не можуть регулювати випаровування – наступає запал рослини. У проса навіть після 48 ч дії високої температури не спостерігається запалу продихів.

Просо, так само як і сорго, може виносити тимчасове зневоднювання

тканин, не знижуючи при цьому врожаю. При посусі в проса затримується й навіть припиняється ріст, листки скручуються уздовж центральної жилки, що значно зменшує випаровування води [7].

О.І. Рудник-Іващенко [8] зазначає, що порівняно високі врожаї проса на півдні України забезпечуються за рахунок збігу ритму розвитку з сезонним розподілом опадів. Період максимального приросту і формування врожаю у нього приходиться на липень–серпень, а максимальне зволоження в степовій зоні спостерігається саме в цей період, тому травневу і червневу посуху просо переносить безболісно.

В роки з затяжною посухою сходи його не втрачають життєздатність до 50–60 доби. З настанням пізніх липневих дощів рослини оживають, швидко формують вторинну кореневу систему і надземну масу, дають задовільний врожай зерна. Володіючи високою посухостійкістю, чуйністю до пізніх липнево-серпневих опадів, великим потенціалом врожайності, просо, є ведучою круп’яною культурою в посушливих зонах [9, 10].

За свідченнями авторів [11, 12], при посіві насіння у добре прогрітий і вологий ґрунт просо проростає на 5–10-й день, причому до фази третього-четвертого листка ріст і розвиток відбуваються головним чином за рахунок запасів поживних речовин ендосперму насіння. Після цього рослина переходить до самостійного життя, з мінімальним споживанням поживних речовин. Спочатку просо розвивається повільно, тому в цей період його можуть сильно пригнічувати бур’яни.

Кожен вид рослин характеризується визначеним адаптивним потенціалом, який зумовлений потребою в теплі, волозі і світлі, запасом поживних речовин у ґрунті, а також їх засвоєнням протягом вегетації. Саме на цьому базується агроекологічне макро-, мезо- мікрорайонування в часі та просторі не тільки кожного виду рослин, але і сорту (гібриду). Порівнюючи суми активних температур з їх розподілом всією територією країни, можна визначити райони біологічно можливого й економічно виправданого

вирощування тієї чи іншої культури за термічним фактором [13].

Просу необхідно тепла набагато більше, ніж пшениці, житу, ячменю. За весь період вегетації сума середньодобових температур для проса становить 2300°. Треба, однак, відзначити, що потреба в сумі активних температур багато в чому залежить від сортових розходжень і кліматичних умов [11, 14].

Для появи сходів середня температура повинна бути не нижче 10–12 °С. Сходи проса чутливі до низької температури, навіть до мінус 1–2 °С. При зниженні температури повітря до мінус 2–3 °С рослини сильно ушкоджуються, а при заморозках до мінус 4–5° – гинуть [15, 16].

Дослідники О. І. Рудник-Іващенко та Л. В. Григоращенко зазначають [17], що для отримання 2,0–2,3 т/га зерна проса коефіцієнт транспірації повинен складати 190–277 (середнє 245), сума активних температур (вище 10 °С) – 1300–1700 °С.

Ці показники свідчать, що якими б не були особливими (в тому числі і несприятливими і навіть екстремальними) ґрунтові та погодні умови Степу України, вони достатньо придатні для стабільного виробництва зерна проса. І це зумовлено, перш за все, агробіологічними особливостями цієї культури, до яких відносяться порівняно короткий вегетаційний період, низька потреба в сумі активних температур і кількості опадів, здатність забезпечити, завдяки селекції, ріст індексу врожаю (відношення частки зерна до соломи), показників якості, високу врожайність на ґрунтах середньої та навіть низької родючості.

Для формування високого урожаю зерна сучасних сортів проса необхідно висівати їх в оптимальний термін, що досягається відповідно строком сівби. Адже маючи високу посухостійкість, просо сильно реагує на нестачу вологи в ґрунті. За посухи в період від сходів до кущіння й від кущіння до викидання волоті ріст рослин й утворення вторинних корінців припиняються. У сильно посушливі роки знижуються крупність і натура зерна й збільшується його плівчастість [18, 19].

Експериментальними дослідженнями [20, 21] встановлено, що оптимальними умовами в період вегетації проса є сума опадів 180 мм і більше та середня температура повітря 17–19 °С. За цих умов формується високий урожай проса. За достатньої кількості опадів, але за температури 16 °С врожайність проса різко знижується. Несприятливі умови для цієї культури пов'язані з сумою опадів менше 90 мм і температурою повітря вище 22 °С.

На думку авторів [22], оптимальний строк сівби проса настає тоді, коли ґрунт на глибині 8–10 см прогрівається до 10–15 °С і мине загроза весняних заморозків. За сівби у непрогрітий ґрунт частина насіння загниває, сходи виходять зрідженими, а поле сильно заростає бур'янами, внаслідок чого погіршується розвиток рослин і різко зменшується врожай зерна.

Як за раннього, так за пізнього строку сівби проса урожай зерна знижується. Дискусії з питання вибору строку сівби мають місце і сьогодні. Дослідники [23], на основі вивчених даних прийшла до висновку, що кращим строком посіву проса в Орловській області Росії є третя декада травня (за відсутності пізньовесняного похолодання). Дещо меншу (в середньому на 9,1%) врожайність дає сівба у другій декаді травня. Сильно (в середньому на 37,2%) знижується врожайність за червневого строку сівби.

D.J. Andrews [24] зазначає, що якщо за травневих строків сівби була отримана найбільша маса зерна з 1 м2 та найбільша маса 1000 зерен проса, то за червневому строку сівби знижувалася збереження рослин до збирання та збільшувалася частка соломи в загальній масі врожаю.

L. Bacci та ін. [25] додають, що червневий термін сівби проса призводить до зниження посівних і технологічних якостей зерна, збільшення ступеню ураження зерна проса меланозом і ступеня заселення рослин трипсами, зменшення збору сирого протеїну урожаєм зерна. Це пояснюється, головним чином, несприятливими погодними умовами росту і, особливо, періоду дозрівання і збирання посівів проса за червневому терміну сівби.

Інші [26], навпаки, вважають, що строки сівби проса можна розтягнути, починаючи висівати від початку травня до середини червня. Починати посів проса можна при прогріванні ґрунту на глибині посіву до 15 °С – це оптимальна температура для отримання дружних сходів. Завдяки можливості посіву в пізні терміни, просо є прекрасною страховою культурою, якою можна пересіяти не тільки озимі, а й загиблі ярі зернові.

На думку інших дослідників [14, 27] за пізньої сівби проса скорочуються міжфазні періоди вегетації і величина активного асиміляційного апарату рослин. Ряд дослідників пояснюють зниження продуктивності пізніх посівів тим, що формування генеративних органів відбувається під впливом пагубних високих температур [19, 28].

Встановлено [29], що кращі показники продуктивності рослин проса за другого строку сівби проса (друга декада травня). В даному варіанті рослини формували найбільшу кількість зерен у волоті (172–193 шт.), маса зерна однієї рослини і маса 1000 зерен також були виражені кращими показниками продуктивності при посіві в другій декаді травня.

За вирощування проса в умовах степової зони найбільш врожай зерна отриманий за сівби у другій декаді травня – 3,71 т/га, що на 0,46 т/га більше, ніж за першого строку сівби [30].

За вирощування проса Врожайне в 2007–2009 рр. на темно-каштанових ґрунтах степової зони розходження у врожайності (0,2–0,3 ц/га) між термінами посіву знаходилися у межах найменшої істотної різниці в досліді [31].

За подібних умов інші дослідники встановили [32], що оптимальним строком сівби є з 20 травня по 10 червня – тоді врожайність зерна досягає максимуму.

На думку І. В. Яшовського [33], основні причини зниження врожайності за пізнішої сівби проса такі: зменшення вмісту вологи у верхньому шарі ґрунту, наростання температури та зниження відносної вологості повітря,

посилення ураження сходів шкідниками і активне заростання посівів бур’янами, зрідження сходів, зменшення коефіцієнту продуктивної кущистості.

За даними багаторічних досліджень Миколаївської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту зрошуваного землеробства НААН, сівбу проса необхідно проводити при переході температури ґрунту на глибині 10 см через 10 °С [34].

Але, рекомендації останніх років цієї установи зводяться до наступного: строк сівби потрібно обирати залежно від складних погодних умов навесні, засміченості поля, типу ґрунтів, особливостей сортів. У роки з ходом весни, близькою до середньо багаторічної норми, оптимальним строком буде кінець другої – початок третьої декади травня. Якщо весна холодна й затяжна, то з посівом треба почекати, аби краще проросли бур’яни. Але не можна і запізнюватися зі строком сівби, аби уникнути пересушування верхнього шару ґрунту, особливо за сухої весни, і збігу в часі фази викидання волоті з масовим вилітом просяного комарику [35].

Тож, необхідно зауважити, що розроблені в інших зонах та для різних сортів строки проса сівби не можуть бути механічно перенесені в умови посушливого клімату південного Степу України. Тут повинні використовуватися адаптовані до місцевих умов сорти і застосовуватися елементи технології вирощування, в тому числі й строки сівби, що враховують специфічність місцевих ґрунтових і кліматичних умов.

Незважаючи на те, що питання оптимального строку сівби є зрозумілим, воно не втрачає своєї актуальності, виходячи з основного призначення проса як страхової культури. Це означає, що від прийняття рішення про пересів озимих культур, підготовку ґрунту і до моменту пересіву може втрачатися багато часу. З урахуванням цього, необхідно правильно підібрати сорт із відповідною реакцією на строк сівби, аби мінімалізувати можливі втрати врожаю.

Отже, результати досліджень різних науковців мають досить суперечливий характер щодо ефективності тих чи інших строків сівби проса, що зумовлює необхідність проведення більш детальних досліджень, з урахуванням регіональних умов нетійкого зволоження Правобережного Лісостепу.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

Сорт Таврійське.

Оригінатор – ТОВ НВА «Землеробець». Сорт отриманий методом складної гібридизації. Різновид флявум. Напрямок використання: продовольче зерно, фуражне зерно, зелений корм. У літніх посівах сорт різко скорочує вегетаційний період, що дає можливість вирощувати його в пожнивних і післяукісних посівах. Час викидання волоті (50% рослин з волоттю) – 39–48 діб. Рослина по висоті (стебло і волоть) – висока (116–140 см). Листки без антоціану. Прапорцевий листок за довжиною пластинки середній (30,1–40,0 см), за шириною – середній (2,0–2,5 см). Верхнє міжвузля за довжиною – середнє (15–25 см), товсте (>0,3 см). Приймочка маточки фіолетова. Колоскові луски з антоціановим забарвленням. Подушечки виражені на всіх гілочках. Волоть розкидиста, за довжиною – середня (25,132 см), за шириною – середня (10–20 см), злегка похила, нещільна (<1см). Колосок еліптичний, темно-жовтий. Квіткові луски червоно-плямисті на кремовому фоні, грубі. Зернівка майже куляста (0,55–60), середня (2,3–2,5 мм). Маса 1000 насінин – 8,0 г. Ядро (нешліфоване) жовте. Плацентна пляма ядра світло-коричнева. Вегетаційний період 96 діб. Стійкість до опадання, полягання і посухи добра. Вихід крупи 76,0%, плівчастість 18,9%, вміст білка 14,4%. Врожайність склала 3,6 т/га. Максимальна врожайність 5,72 т/га зібрана на Кіровоградській державній сортовипробувальній станції на богарних землях, а на зрошенні в НВА «Землеробець» досягла 9,48 т/га. Сорт рекомендований для степової зони [36].

РОЗДІЛ 3
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика ґрунту

Дослідження стосовно оптимізації строків сівби й умов мінерального живлення посівів проса виконані на дослідному полі Уманського НУС у польовій сівозміни кафедри рослинництва в 2023 році.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важко суглинковий на лесі, характеризується такими показниками: вміст гумусу в 0–30 см шарі ґрунту (за Тюріним) – 2,98–3,31%; ступінь насичення основами (за Хіссинком) – 89,8–92,5%; гідролітична кислотність – 1,94–2,25 смоль/кг; реакція ґрунтового розчину – слабо кисла (pH сольової суспензії 5,50–5,75). За Чириковим ґрунт середньозабеспечинний рухомими формами фосфору (109–132 мг/кг) та калію (105–120 мг/кг). Наявність легко гідролізованого азоту за Корнфілдом низька (89–103 мг/кг).

Вказаний тип ґрунту добре підходить для вирощування більшості сільськогосподарських культур, зокрема й проса.

3.2. Погодні умови

Упродовж періоду вегетації проса посівного погодні умови характеризувалися значними відхиленнями від середньобагаторічних вимірювань, що в цілому негативно позначилося на генеративних і репродуктивних процесах досліджуваної культури й не дозволило

повністю реалізувати потенціал продуктивності досліджуваного сорту (табл. 1).

Таблиця 1

Сума опадів, *мм*

(за даними метеостанції Умань)

Місяці	Середня багаторічна	Декади			Середня за місяць	Відхилення від середніх багаторічних
		I	II	III		
Квітень	41	80,2	35,5	13,9	129,6	+88,6
Травень	52	0,0	0,0	42,4	42,4	–9,6
Червень	81	0,6	0,5	14,7	15,8	–65,2
Липень	68	29,7	1,4	61,4	92,5	+24,5
Серпень	49	12,4	0,0	0,0	12,4	–36,6

Так, на час першого строку сівби і періоду появи сходів їх дефіцит вологи склав лише 9,6 мм (середньобагаторічна сума за травень – 52 мм). Впродовж наступного червня нестача вологи порівняно з середньобагаторічними позначками зросла відповідно до 65,2 мм. Опади в цей час мали зливовий характер, а їх надходження до верхніх шарів ґрунту виявилося малоефективним. Одночасно до таких явищ упродовж літніх місяців вегетації відмічали підвищення температури повітря: у червні і липні серпні – на 0,6 і 0,4 °С, а в серпні – на 2,8 °С (табл. 2).

В цілому такі атмосферні явища негативно позначилися на ростових процесах і врожайності культури. Температура повітря на час досліджуваних строків сівби близька до середньобагаторічної позначки (+7,2…+9,9 °С) у поєднанні з посухою в перші дві декади травня (0,0 мм) спричинили нерівномірні сходи. При цьому, сильна посуха впродовж двох декад червня (1,1 мм), порушували нормальний хід цвітіння і плодоутворення.

Таблиця 2

Температура повітря, *°С*

(за даними метеостанції Умань)

Місяці	Середня багаторічна	Декади			Середня за місяць	Відхилення від середніх багаторічних
		I	II	III		
Квітень	9,7	7,2	9,4	9,9	8,8	–0,9
Травень	15,4	11,6	16,3	18,0	15,4	0,0
Червень	19,0	18,4	19,5	21,0	19,6	+0,6
Липень	20,9	21,9	21,6	20,5	21,3	+0,4
Серпень	20,1	21,9	22,4	24,2	22,9	+2,8

3.3. Схема досліду

До схеми досліду було включено такі фактори:

– строки сівби (фактор А): ранній – III декада квітня – I декада травня, після стійкого прогрівання ґрунту на глибині 10 см до 8–10 °С; середній – I–II декада травня (*контроль*), після стійкого прогрівання ґрунту на глибині 10 см до 12–14 °С; пізній – II–III декада травня, після стійкого прогрівання ґрунту на глибині 10 см до 14–16 °С.

– фони живлення (фактор В) – без добрив (*контроль*), $N_{40}P_{30}$ і розрахункова доза добрив на урожай 4,0 т/га.

Розрахункову дозу добрив на запланований рівень урожайності зерна проса 4,0 т/га визначали методом оптимальних параметрів за різницею між виносом урожаєм та фактичним вмістом елементів живлення в ґрунті (табл. 3).

Таблиця 3

Розрахунок дози мінеральних добрив

на запланований урожай зерна проса 4 т/га

Елемент живлення	Міститься у ґрунті		Виніс з 1 т урожаю, кг/га	Виніс запланованим урожаєм	Коефіцієнт використання		Розрахункова доза
	мг/100г	кг/га			з ґрунту	з добрив	
N	4,5	270,0	30	120	30	70	56
P_2O_5	14,2	426,0	15	60	15	22	0
K_2O	16,0	480,0	20	80	17	70	0

Повторність триразова, посівна площа ділянки першого порядку 75 м^2, облікова – 50 м^2.

3.4. Агротехніка вирощування проса у досліді

Агротехніка вирощування, система удобрення і захисту культури від бур'янів, хвороб і шкідників була загальноприйнятою для умов Правобережного Лісостепу. Попередник – пшениця озима. Після збирання попередника проведено лущення стерні на глибину 6–8 см, протягом літа й початку осені ґрунт розпушували пошарово від 8–10 до 12–14 см культиваторами-плоскорізами в агрегаті з гольчастими боронами, потім провели глибоку відвальну оранку на глибину 18–22 см.

Весняний обробіток ґрунту починався з боронування боронами типу БЗТС-1,0. Боронування проводили в міру підсихання і настання фізичної стиглості ґрунту, рух здійснювали під кутом в 45° до оранки. Далі проводили суцільну культивацію культиваторами типу КПС-4 на глибину 4–6 см з одночасним боронуванням. Сівбу проводили звичайним рядковим способом зерновою сівалкою з одночасним коткуванням ґрунту заздалегідь

протруєним насінням, норма висіву – 2,5 млн. шт/га. В досліді застосовували такі види добрив: аміачна селітра (N 34%) та суперфосфат складний (P 40%), які вносили згідно схеми досліду розкидним способом під передпосівну культивацію.

Скошування ділянок досліду проводили при дозріванні 80–85% плодів у волотях. Висота скошування 10–15 см. Підбір і обмолот валків здійснювали за вологості зерна на рівні 15–18%.

3.5. Методика проведення досліджень

У плануванні та проведенні досліджень керувались загальновизнаними методичними вказівками та посібниками [37, 38]. Проведення досліджень супроводжувалося аналізом ґрунтових і рослинних зразків, спостереженнями за динамікою росту та розвитку рослин. Всі спостереження виконували в двох несуміжних повтореннях.

Вологість ґрунту згідно з ДСТУ ISO 11465:2001 визначали гравіметричним і термоститним методами – у шарі 0–100 см через кожні 10 см [39]. Зразки відбирали перед сівбою, у фазу викидання волоті та у період повної стиглості рослин. Повторність визначень – дворазова. Відібрані в полі зразки ґрунту, масою 40–70 г, поміщали в металеві відтаровані бюкси і зважували в лабораторії на електронних вагах ВЛТК-500 з точністю до 0,01 г. Висушували в сушильній шафі протягом 7–8 годин за температури 105°С.

Розрахунок запасів продуктивної вологи в ґрунті, сумарного водоспоживання і коефіцієнта водоспоживання проса проводили на основі динамічних визначень вологості і щільності будови ґрунту. За цими даними, а також урахування даних вологості в’янення, вологість уповільнення росту розраховували загальний і продуктивний запас вологи в ґрунті.

Вміст поживних речовин у ґрунті встановлювали шляхом відбору ґрунтових зразків у шарі 0–30 см у фази кущіння, викидання волоті та дозрівання зерна: вміст легкогідролізованого азоту визначали за методом Тюріна-Кононової, рухомий фосфор та обмінний калій – за Чириковим [40].

Фенологічні спостереження здійснювали на закріплених ділянках у двох несуміжних повтореннях. При проведенні фенологічних спостережень на ділянках виділяли по 50 типових рослин, на яких відмічали настання фаз розвитку проса: сходи, кущіння, вихід у трубку, викидання волоті, налив зерна, повна стиглість. За початок фази приймали час настання її у 10% рослин, а за повну фазу – настання її у 75% рослин [37, 38].

Густоту рослин визначали в період повних сходів та перед збиранням врожаю шляхом суцільного підрахунку рослин вздовж фіксованих ділянок (метод пробних майданчиків).

Висота рослин вимірювалася перед збиранням на всіх варіантах досліду від землі до маківки рослин. Заміри проводяться на 100 рослинах, по 25 на кожному варіанті в чотирьох повтореннях.

Лінійний приріст визначали на завчасно закріплених рослинах у двох несуміжних повтореннях. Наростання сирої біомаси визначали шляхом зважування рослин. З кожним визначенням відбирали по 10 типових рослин у двох несуміжних повтореннях. Для визначення сухої речовини рослини подрібнювали, із маси відбирали три зразки по 100 г, а потім висушували при температурі 100…105 °С.

Оцінку фотосинтетичної діяльності виконували за такими показниками: площу листкової поверхні визначали за методом «висічок» [38].

У фазі дозрівання на ділянках досліду відбирали модельні снопи для визначення структури врожаю. Збирання та облік урожаю виконували у фазу повної стиглості зерна, методом зважування. Дані врожайності приводили до стандартної вологості насіння 14%. Результати обліку врожаю піддавали дисперсійному аналізу [37].

Статистико-математичну обробку цифрового матеріалу виконували методами варіаційного, кореляційного й дисперсійного аналізів [41].

Розрахунок економічної ефективності виконували з обліком усіх витрат, виробничих норм, прямих і накладних видатків за існуючими на 01.01.2022 р. розцінками [42].

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Запаси ґрунтової вологи та водоспоживання посівів проса

Дослідники [43] вважають, що рівень урожайності сільськогосподарських культур знаходиться у прямій залежності від наявної кількості вологи в ґрунті. З вологозабезпеченістю рослин тісно пов’язані процеси фотосинтезу, надходження в них елементів живлення. Завдяки волозі рослини охолоджуються та не перегріваються у спекотні години. Просо вважається одобиєю з посухостійких культур, але протягом вегетаційного періоду споживає різну кількість вологи. Так, достатня вологозабезпеченість проса, особливо в критичні періоди водоспоживання, має вирішальне значення у формуванні врожаю. Саме тому оптимізація водного режиму є актуальною проблемою і важливим резервом підвищення врожайності проса при вирощуванні його у незрошуваних умовах.

Питання вологозабезпеченості, водоспоживання нових сортів проса розроблені недостатньо, невідомі параметри ресурсів вологи, що забезпечують різний рівень його продуктивності. З огляду на вищесказане, одобиєю з задач наших досліджень було виявити вплив строків сівби і фону живлення на водний режим посівів проса посівного, встановити особливості водоспоживання культури залежно від метеорологічних умов вегетаційного періоду.

Вивчення динаміки вологості ґрунту по періодам росту й розвитку показало, що цей показник значною мірою залежав від досліджуваних чинників.

Так, найбільші запаси продуктивної вологи у шарі 0–30 см відмічено на

час сівби культури у перший строк, після стійкого прогрівання ґрунту на глибині 10 см до 10–12° С (табл. 4). Вміст вологи у цьому варіанті складав 16 мм, що на 20–75% вище за сівби через 10 та 20 діб відповідно.

Таблиця 4

Запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту (0–30 см) залежно від строків сівби та фонів живлення проса, *мм*

Строк сівби	Фон живлення	Фаза розвитку				
		Посів	Кущіння	Вихід у трубку	Викидання волоті	Повна стиглість
Перший	Без добрив	16	11	9	9	6
	$N_{40}P_{30}$	16	10	9	9	6
	Розрахунковий	16	10	8	8	5
Другий	Без добрив	14	9	7	7	4
	$N_{40}P_{30}$	14	9	7	7	4
	Розрахунковий	14	8	7	6	4
Третій	Без добрив	9	6	6	6	3
	$N_{40}P_{30}$	9	6	5	5	2
	Розрахунковий	9	5	4	4	2
$НІР_{05}$		*1,5*	*1,0*	*0,8*	*0,6*	*0,5*

Зниження вологозапасів ґрунту за сівби на 10–20 добу після першого спостерігалося і у метровому шарі (рис. 1). Так, у порівнянні з першим строком сівби кількість вологи у посівах другого та третього строку зменшувалася: на період сівби – на 8–17, у фазу кущіння – на 11–24, у фазу виходу у трубку – на 11–26, у фазу викидання волоті – на 20–36, у фазу повної стиглості – на 29–70 відносних проценти. Таким чином, посів проса у пізніші строки, ніж перший, небажаний через стрімке висихання ґрунту.

Також нами була відзначена перевага неудобреного фону над удобреними по величині вологозапасів, адже кількість продуктивної вологи в цьому варіанті була вищою на 2–9% порівняно з фоном $N_{40}P_{30}$ та на 9–21%

порівняно з розрахунковим (у середньому по строках сівби). Отже, при дефіциті поживних речовин використання вологи рослинами проса йде не так інтенсивно, унаслідок чого в ґрунті залишається її дещо більше.

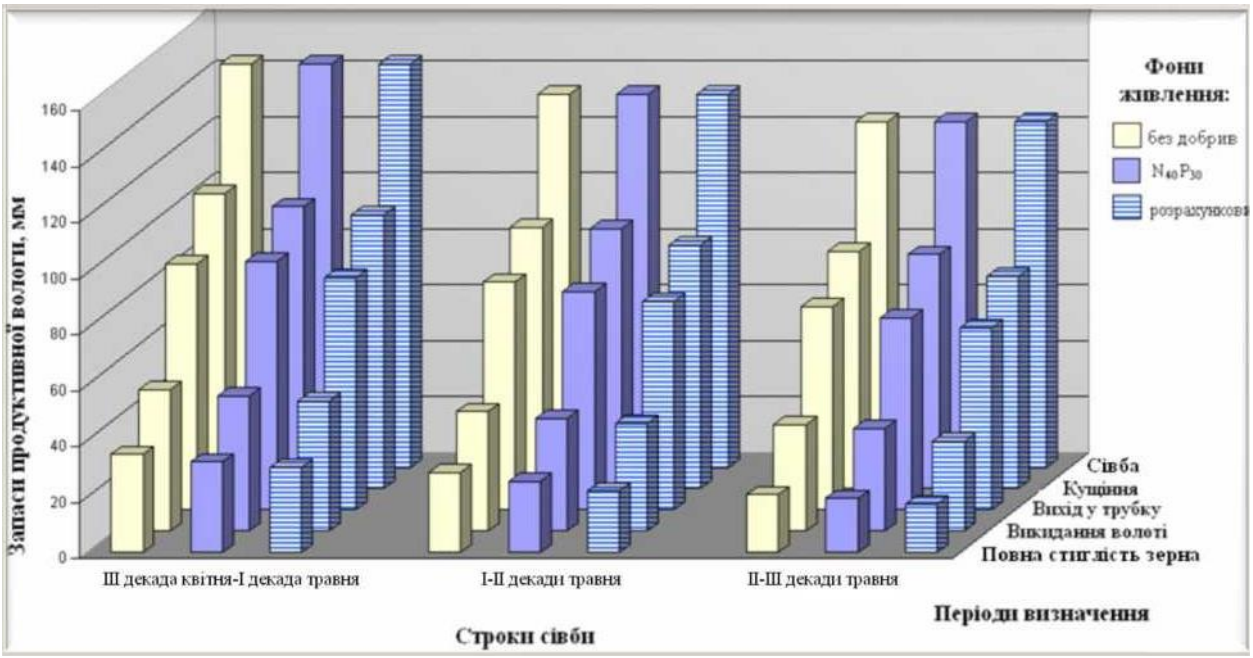


Рис. 1 **Кількість продуктивної вологи у шарі ґрунту 0–100 см залежно від строків сівби та фонів живлення проса**, *мм*

Потреба рослин у воді протягом вегетації або сумарне водоспоживання поєднує сукупні процеси витрат вологи ґрунту на потреби рослин та на фізичне випаровування води із ґрунту і поверхні рослинного покриву [43]. В свою чергу, висушування ґрунту рослинами складається із транспірації та витрат ґрунтової вологи на формування біологічної маси рослин. Відомо також, що сумарне водоспоживання тісно корелює з показником випаровування, який є комплексною характеристикою метеорологічних умов водоспоживання сільськогосподарських культур. У тому випадку, коли запаси вологи у ґрунті високі, сумарне водоспоживання практично дорівнює випаровуванню, а за дефіциту вологи його показник є значно меншим, ніж показник випаровування.

Для більш повної характеристики вологозабезпеченості рослин нами розраховано структуру водоспоживання сортів проса за різних строків сівби

та фонів живлення (табл. 5).

Таблиця 5

Структура сумарного водоспоживання проса залежно від строків сівби та фонів живлення

Фон живлення	Використання вологи				Сумарне водоспоживання, *м³/га*
	з ґрунтових запасів		з опадів		
	м³/га	*%*	*м³/га*	*%*	
Строк сівби – перший					
Без добрив	1090	34	2070	66	3160
$N_{40}P_{30}$	1120	35	2070	65	3190
Розрахунковий	1140	36	2070	64	3210
Строк сівби – другий					
Без добрив	1050	35	1944	65	2994
$N_{40}P_{30}$	1080	36	1944	64	3024
Розрахунковий	1110	36	1944	64	3054
Строк сівби – третій					
Без добрив	1020	35	1860	65	2880
$N_{40}P_{30}$	1040	36	1860	64	2900
Розрахунковий	1060	36	1860	64	2920

Досліди показали, що сумарне водоспоживання проса з шару ґрунту 0–100 см становило 3037 м^3/га і залежало від строків його сівби та фонів живлення. Більшу частину у загальному водоспоживанні культури складали опади (64%), частка ґрунтової вологи відповідно становила 36% від загального водоспоживання. Ґрунтові вологозапаси за сівби у ранньовесняний строк використовувалися на 37–77 м^3/га більше, ніж за сівби через 10–20 діб відповідно.

Найменше сумарне водоспоживання посівів проса виявилося у варіанті неудобреного контролю – 3011 м^3/га, що нижче за цей показник у порівняні з фоном $N_{40}P_{30}$ та розрахунковим на 27–50 м^3/га відповідно. Найбільшим

сумарне водоспоживання рослин виявилося за першого строку сівби на фоні розрахункової дози добрив – 3210 м^3/га.

У науковій літературі при обґрунтуванні ефективності технологічних заходів вирощування сільськогосподарських культур значну увагу приділяють визначенню коефіцієнта водоспоживання, який показує загальну кількість води, що витрачена на формування одиниці врожаю (табл. 6).

Таблиця 6

Водний баланс метрового шару ґрунту залежно від строків сівби та фонів живлення

Строк сівби	Фон живлення	Сумарне водоспо-живання, м^3/га	Урожайність, т/га	Коефіцієнт водоспо-живання, м^3/га
Перший	Без добрив	3160	2,66	1188
	$N_{40}P_{30}$	3190	3,54	901
	Розрахунковий	3210	5,29	607
Другий (*контроль*)	Без добрив	2994	2,47	1212
	$N_{40}P_{30}$	3024	3,38	895
	Розрахунковий	3054	4,93	619
Третій	Без добрив	2880	2,37	1215
	$N_{40}P_{30}$	2900	3,16	918
	Розрахунковий	2920	4,59	636

Цей показник знаходиться у зворотній залежності з урожайністю культури – чим вища врожайність, тим менше води витрачається на кожну тону зерна. Сорти проса для незрошуваних умов повинні мати високу посухостійкість та здатність до ефективного використання ґрунтових вологозапасів. Наші дослідження показали, що в середньому за строками сівби та фонам живлення рослини проса споживали 910 м^3/т. Найменші витрати загальної кількості води на 1 т зерна відзначалися при вирощуванні проса на розрахунковому фоні живлення рослин – від 607 до 636 м^3/т. Це

пов’язано з формуванням більшого врожаю зерна – 4,59–5,29 т/га, що на 1,05–2,92 т/га або 23–55% вище в порівнянні з іншими варіантами поєднання строку сівби і фону мінерального живлення (2,37–3,54 т/га).

Зміною рівня урожайності можна пояснити і зміни коефіцієнту водоспоживання на різних фонах живлення рослин. Найбільшим коефіцієнт водоспоживання посівів проса був на неудобрених ділянках – 1188–1215 м^3/т.

Внесення мінеральних добрив зменшувало коефіцієнт водоспоживання культури на 552–608 м^3/т (залежно від фону живлення), тобто рослини проса споживали на 47–50% менше води для створення 1 т насіння, що свідчить про більш ефективне її використання в зв’язку з кращими умовами живлення рослин.

За пізніших строків сівби коефіцієнт водоспоживання культури також підвищувався, що пояснюється збільшенням сумарних втрат води та зменшенням урожайності зерна. Так, найменше води сорти проса споживали за посіву у перший строк, а сівба на 10 та 20 діб пізніше спричинила збільшення споживання води відповідно на 12 та 29 м^3/т зерна. Отже, пізніші строки сівби підвищують коефіцієнт водоспоживання культури на 4–10%.

4.2 Поживний режим ґрунту у посівах проса

Найбільш сприятливі умови для досягнення високої продуктивності сільськогосподарських культур та підтримання на потрібному рівні родючості ґрунту створюються при повному забезпеченні рослин елементами живлення. Дослідженнями [25] встановлено прямий зв’язок між кількістю внесених добрив, вмістом поживних речовин у ґрунті і врожайністю сільськогосподарських культур. Існує думка [28], що нагромадження у ґрунтах рухомих сполук азоту, фосфору і калію зменшує негативний вплив

погодних умов і сприяє стабілізації врожаїв. Тривале агроекологічне вивчення свідчить про те, що можна отримувати значний приріст врожайності, але разом з тим проявляється високозатратність, що потребує оптимізації агрофонів мінерального живлення і конкретної економічної оцінки в залежності від сорту та інших елементів технології вирощування.

Хоча загальний запас азоту в чорноземних ґрунтах високий і може досягати 15 т/га, однак забезпеченість сільськогосподарських рослин азотом залежить не стільки від валового вмісту його в ґрунті, скільки від вмісту засвоюваних рослинами мінеральних сполук. Основна маса азоту в ґрунті, який міститься в різних органічних сполуках (94–95%) або у формі амонію, необміннофіксованого глинистими мінералами (3–5%) недоступна або важкодоступна рослинам. Тільки невелика кількість азоту (близько 1%) вміщується в легкодоступних рослинами мінеральних формах (NO_3^- та обмінного NH_4^+).

Сільськогосподарське використання ґрунту призводить до зменшення загального азоту. Одних тільки мінеральних добрив для підтримання бездефіцитного балансу азоту в чорноземі не достатньо. Збагачення ґрунту мінеральним азотом пов’язане не стільки з внесенням його з добривами, скільки в результаті вивільнення в процесі мінералізації з рослинних решток і природних гумусових речовин. Накопичення доступного для рослин азоту залежить від запасів органічних сполук в ґрунті.

Нами вивчалась ефективність мінеральних добрив при внесенні в дозах: $N_{40}P_{30}$ (згідно рекомендацій МДСДС ІЗЗ НААН України), розрахункова на врожайність 4 т/га, за контроль був включений варіант без внесення добрив. Вносили аміачну селітру та суперфосфат подвійний гранульований.

В процесі онтогенезу для утворення врожаю рослини використовують певну кількість поживних речовин, надходження яких відбувається, в основному, за рахунок внесення добрив – все це і обумовлює поживний режим ґрунту. Вивчення динаміки вмісту легкогідролізованого азоту у

посівах проса залежно від технологічних прийомів вирощування показує інтенсивність споживання цього елементу та характеризує взаємозв'язок комплексу «рослина–ґрунт».

Наші дослідження доводять, що внесення добрив значно поліпшує забезпеченість рослин проса азотом порівняно з контролем (без застосування добрив). За результатами аналітичних досліджень нами встановлено істотну різницю за вмістом у ґрунті легкогідролізованого азоту на різних варіантах досліду (табл. 7, рис. 2).

Таблиця 7

Вміст легкогідролізованого азоту в шарі ґрунту 0–30 см по фазам росту проса, *мг/кг*

Строк сівби	Фон живлення	Фаза росту		
		Сходи	Викидання волоті	Дозрівання зерна
Перший	Без добрив	42,6	35,1	22,4
	$N_{40}P_{30}$	70,3	62,6	28,9
	Розрахунковий	83,6	70,4	36,0
Другий (*контроль*)	Без добрив	42,2	34,6	21,6
	$N_{40}P_{30}$	58,4	53,6	30,2
	Розрахунковий	68,2	59,2	34,6
Третій	Без добрив	42,2	34,6	20,6
	$N_{40}P_{30}$	49,2	53,6	27,1
	Розрахунковий	55,1	55,9	29,1
Стандартне відхилення		13,8	12,5	5,2
Стандартна похибка		4,6	4,2	1,7

Внесення мінеральних добрив сприяло накопиченню азоту в ґрунті порівняно з варіантом без їх внесення. Так, у фазу сходів культури внесення дози добрива $N_{40}P_{30}$ збільшувало вміст азоту в ґрунті на 38%, а внесення розрахункової дози – на 63%. Надалі вміст азоту в ґрунті знижувався – на

контролі та ділянках, де вносили добрива, вміст елементу знизився на 7,5 та 7,2–9,2 мг/кг ґрунту відповідно. Отримані результати свідчать про те, що в першій половині вегетації вміст легкогідролізованого азоту в ґрунті незначно впливає на його споживання, також це може бути пов’язано з низьким його використанням з ґрунту рослинами і використанням ними більш доступних форм азоту – нітратної і аміачної. Однак загальна закономірність зберігалася і різниця між варіантами удобрення по кількості азоту посилювалася – у фазу викидання волоті проса у варіантні $N_{40}P_{30}$ цей показник був на 41%, а у варіанті розрахункової дози добрива – на 78% вищим порівняно з контролем.

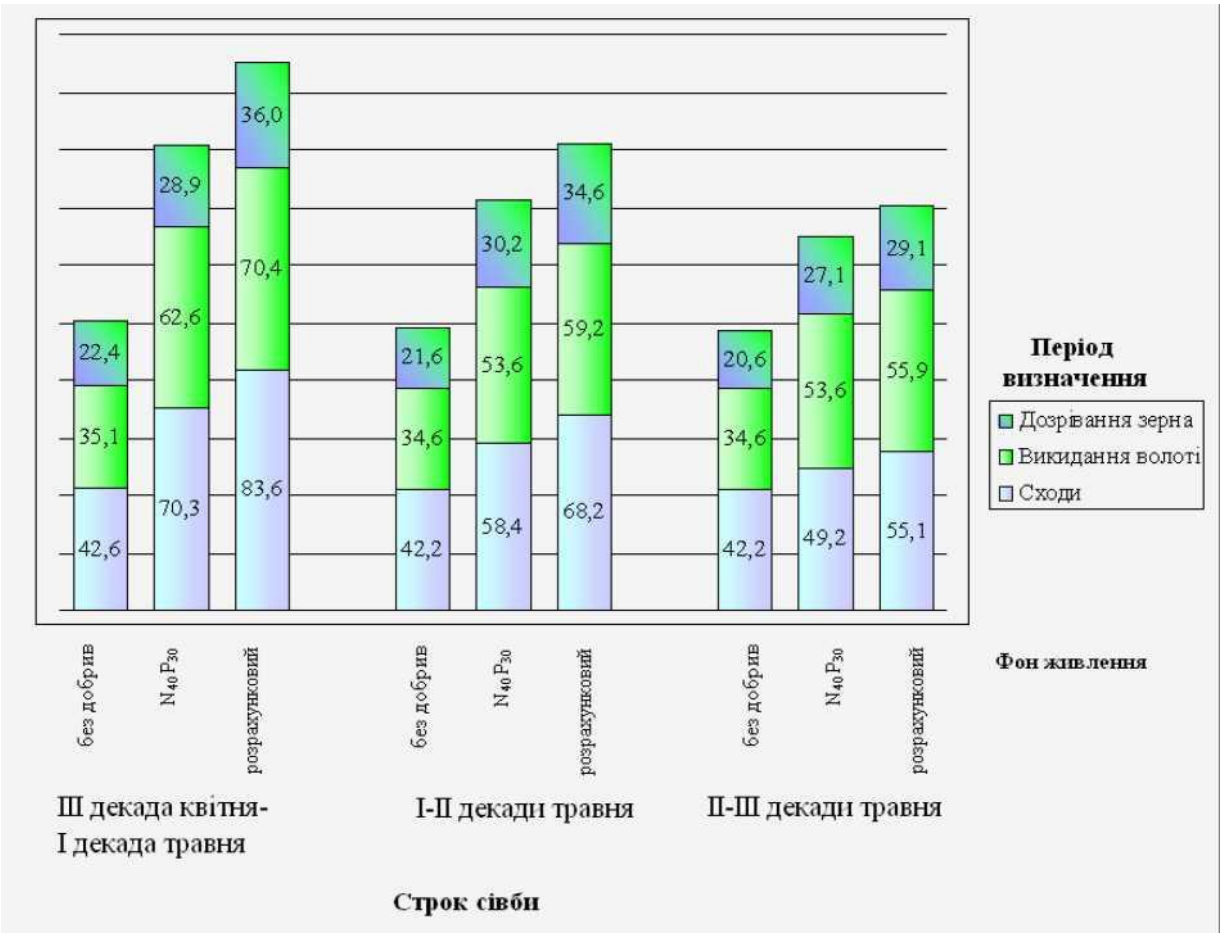


Рис. 2 **Динаміка вмісту легкогідролізованого азоту в орному шарі ґрунту при вирощуванні проса,** *мг/кг ґрунту*

Дещо інші результати були отримані за вмістом легкогідролізованого азоту в період дозрівання зерна проса. На контролі, де добрива не вносились,

вміст азоту в ґрунті складав 21,5 мг/кг, що порівняно з фазою викидання волоті менше на 13,3 мг/кг, при внесенні ж $N_{40}P_{30}$ та розрахункової дози добрива різниця склала 20,4 та 28,6 мг/кг відповідно. Отримані результати свідчать про інтенсивне споживання азоту рослинами проса в другій половині вегетації. У кінці вегетаційного періоду проса у варіантні внесення $N_{40}P_{30}$ вміст азоту був на 33%, а у варіанті розрахункової дози – на 54% вищим порівняно з контролем.В цілому ж можна констатувати, що споживання легкогідролізованого азоту просом перевищувало темпи його утворення, в зв'язку з чим вміст його в ґрунті знижувався до самої фази дозрівання.

Динаміка вмісту легкогідролізованого азоту також змінювалася залежно від строків сівби культури. В цілому рівень забезпеченості ґрунту азотом за першого строку сівби становив у фазу сходи 65,5 мг/кг ґрунту, другого – 56,2 мг/кг ґрунту, третього – 48,8 мг/кг ґрунту, тобто затримка у сівбі, яка призводила до погіршення вологозабезпеченості посівів, також зменшувала забезпеченість рослин азотом на 16–34% порівняно з раннім строком сівби. До кінця вегетації така тенденція по строках сівби зберігалася, хоча й різниця у забезпеченості елементом була не такою великою.

Встановлено, що стандартне відхилення досліду свідчить про доцільність застосування мінеральних добрив. Так, різниця між контролем (без внесення мінеральних добрив) та фоном $N_{40}P_{30}$ у фазу сходи складає від 16,2 до 27,7 мг/кг ґрунту, а рекомендованою дозою добрива – 26,0–41,1 мг/кг ґрунту за першого та другого строків сівби, що вище за стандартне відхилення (13,8 мг/кг повітряно-сухого ґрунту), але слід відзначити, що відхилення між фонами удобрення та контролю за третього строку сівби було лише на 7,0–13,0 мг/кг ґрунту менше). Отримані дані свідчать про низьку ефективність внесення мінеральних добрив при запізненні з посівом на 20 діб.

У фазу викидання волоті різниця по вмісту азоту на ділянках без

внесення добрив та на удобрених фонах складала від 19,0 та 35,3 мг/кг ґрунту залежно від строків сівби, що вище за стандартне відхилення (12,5 мг/кг ґрунту). Різниця по вмісту азоту між фонами мінерального живлення також була більшою за стандартне відхилення у фазу дозрівання.

Залежно від рівня мінерального живлення та строків сівби змінювався і вміст рухомого фосфору в ґрунті (табл. 8, рис. 3).

Таблиця 8

Вміст рухомого фосфору в шарі ґрунту 0–30 см по фазам росту проса, *мг/кг*

Строк сівби	Фон живлення	Фаза росту		
		Сходи	Викидання волоті	Дозрівання зерна
Перший	Без добрив	146,9	141,1	103,7
	$N_{40}P_{30}$	157,4	149,0	111,0
	Розрахунковий	162,7	156,0	110,7
Другий (*контроль*)	Без добрив	140,6	139,2	101,4
	$N_{40}P_{30}$	156,4	151,3	108,5
	Розрахунковий	158,7	154,5	109,9
Третій	Без добрив	143,4	134,9	98,3
	$N_{40}P_{30}$	152,2	147,4	106,5
	Розрахунковий	157,5	149,2	109,4
Стандартне відхилення		7,2	6,7	4,3
Стандартна похибка		2,4	2,2	1,4

Так, встановлено, що внесення добрив під просо зумовлювало підвищення його вмісту в ґрунті у фазу сходи зі 143,6 мг/кг до 155,3 мг/кг при внесенні $N_{40}P_{30}$, та до 159,06 мг/кг при внесенні розрахункової дози добрива (середнє по строках сівби). На момент викидання волоті вміст рухомого фосфору на контрольному варіанті зменшився на 5,2 мг/кг ґрунту, при внесенні $N_{40}P_{30}$ та розрахункової дози ці показники зменшилися до рівня

149,2 та 153,2 мг/кг ґрунту. На момент дозрівання зерна проса на ділянках без внесення добрив вміст рухомого фосфору в ґрунті становив 101,1 мг/кг, що порівняно з попередньою фазою змінилося тільки на 37,3 мг/кг. При внесенні $N_{40}P_{30}$ зміна вмісту рухомого фосфору становила 40,6 мг/кг, а при внесенні розрахункової дози – 43,2 мг/кг. Отже, вміст рухомого фосфору у ґрунті зменшувався по мірі росту й розвитку рослин проса. Найбільш інтенсивним поглинання фосфору було в період від викидання волоті до дозрівання зерна.

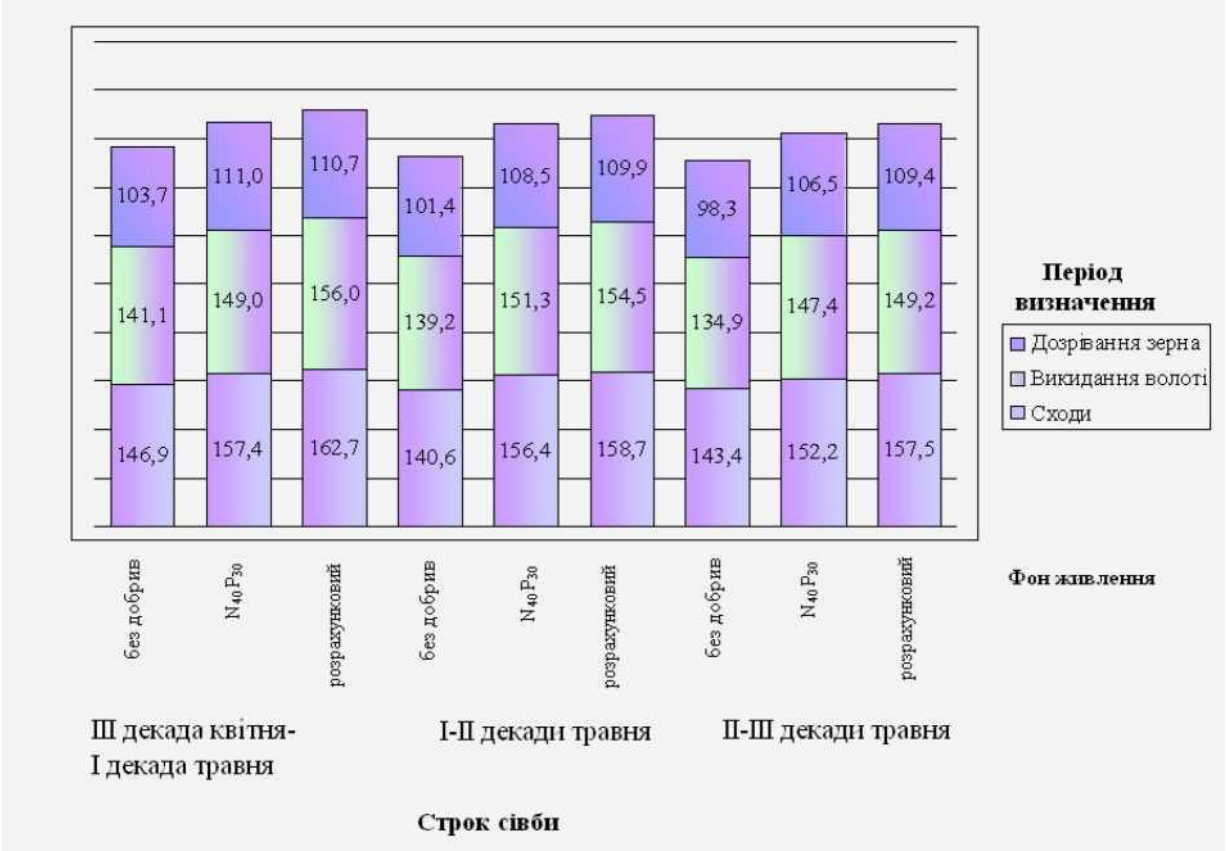


Рис. 3 **Динаміка вмісту рухомого фосфору в орному шарі ґрунту при вирощуванні проса,** *мг/кг ґрунту*

В цілому спостерігалась та сама тенденція по фосфору в ґрунті, що і по накопиченню азоту. Різниця між контролем та варіантами з внесенням добрив значно перевищувала відхилення по всіх фазах розвитку культури і складала 8,9–18,2 мг/кг ґрунту у фазу сходів, 7,9–16,3 мг/кг ґрунту – у фазу викидання волоті, 7,0–11,1 мг/кг ґрунту – у фазу дозрівання зерна залежно

від строку сівби культури.

Рівень забезпеченості ґрунту рухомим фосфором по всіх строках сівби у фазу сходи був високим – 151,0–155,7 мг/кг ґрунту (середнє по фонах живлення). У фазу викидання волоті відбулося зменшення вмісту даного елементу на 3,6–7,2 мг/кг ґрунту, що перемістило його у групу підвищеного рівня забезпеченості. Від фази викидання волоті і до кінця вегетації рівень забезпеченості фосфором по всіх строках сівби залишався підвищеним.

Вплив мінеральних добрив у досліджуваних нормах на вміст обмінного калію в ґрунті був менш помітним, ніж азоту і обмінного фосфору, що пояснюється одним важливим фактором – забезпеченість ґрунтів Лісостепу цим елементом є підвищеною або високою (за Чириковим) (табл. 9, рис. 4).

Таблиця 9

Вміст обмінного калію в шарі ґрунту 0–30 см по фазам росту проса, *мг/кг*

Строк сівби	Фон живлення	Фаза росту		
		Сходи	Викидання волоті	Дозрівання зерна
Перший	Без добрив	179,3	173,7	173,0
	$N_{40}P_{30}$	186,3	185,3	181,4
	Розрахунковий	189,2	187,4	182,1
Другий (*контроль*)	Без добрив	175,3	159,8	170,8
	$N_{40}P_{30}$	186,2	178,7	177,9
	Розрахунковий	186,6	183,5	179,9
Третій	Без добрив	173,2	157,8	162,4
	$N_{40}P_{30}$	181,6	171,4	171,1
	Розрахунковий	184,9	178,9	174,8
Стандартне відхилення		5,2	10,0	6,0
Стандартна похибка		1,7	3,3	2,0

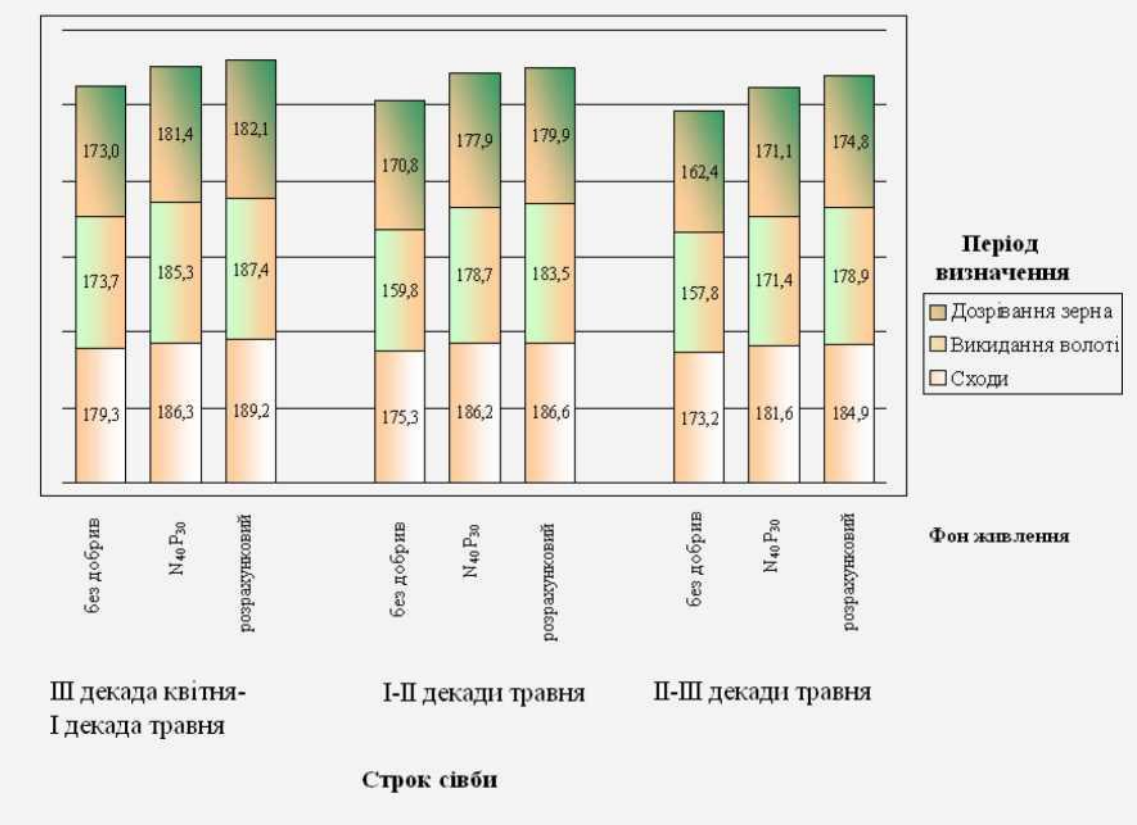


Рис. 4 **Динаміка вмісту обмінного калію в орному шарі ґрунту при вирощуванні проса,** *мг/кг ґрунту*

При аналізі динаміки вмісту обмінного калію ми використовували класифікацію забезпеченості за Чириковим, де: менше 20 мг/кг ґрунту – дуже низька забезпеченість, 21–40 – низька, 41–80 – середня, 81–120 – підвищена, 121–180 – висока, більше 180 мг/кг – дуже висока.

В умовах 2023 року досліджень запаси обмінного калію в шарі ґрунту (0–30 см) у посівах проса на початку вегетації можна охарактеризувати як високі у неудобреному варіанті та дуже високі в удобрених. Накопичення цього елементу в ґрунті залежно від доз добрив аналогічне нітратному азоту та рухомому фосфору: різниця між контролем та удобреними варіантами перевищувала стандартне відхилення, а саме у фазу сходів ця різниця становила від 7,0 до 15,5 мг/кг залежно від строку сівби, у фазу викидання волоті – від 11,5 до 23,7 мг/кг, у фазу дозрівання зерна – від 7,1 до 12,4 мг/кг на користь удобрених варіантів.

До моменту дозрівання проса споживання обмінного калію рослинами збільшується, і тому по всіх варіантах іде зменшення його вмісту в ґрунті. Таким чином, незалежно від року досліджень спостерігалась тенденція, коли споживання обмінного калію превалює над процесом його накопичення в ґрунті. У кінці вегетації запаси калію по всіх варіантах були високими.

В цілому на початку вегетації проса найбільші запаси обмінного калію в шарі 0–30 см спостерігалися при внесені розрахункової дози добрива. Перевагу цього варіанту для верхнього шару ґрунту відмічено і в кінці вегетації, при цьому різниця між фоном $N_{40}P_{30}$ була невеликою та нижчою за стандартне відхилення за сівби у перший строк.

У посівах першого строку сівби кількість обмінного калію була на 2,01–2,70 мг/кг більша порівняно з другим та третім строками (у середньому по фонах живлення залежно від фази вегетації). Слід відзначити, що споживання калію на перших етапах онтогенезу значно менше, ніж в другій половині вегетаційного періоду, причому великої різниці споживання цього елементу залежно від строків сівби не спостерігається.

Так, з фази сходів і до фази викидання волоті кількість обмінного калію в ґрунті у посівах першого строку сівби складає 185,0 мг/кг, при запізненні з сівбою на 10–20 діб – зменшується до 182,7–179,9 мг/кг. В другій половині вегетації кількість обмінного калію в ґрунті зменшується інтенсивніше, що говорить про значне його споживання просом саме в цей період розвитку.

У варіанті першого строку сівби на час дозрівання зерна кількість обмінного калію складає 178,8 мг/кг, при запізненні з сівбою на 10–20 діб – зменшується до 176,2–169,4 мг/кг, але на цей період різниці по забезпеченості цим елементом залежно від строків сівби немає, всі варіанти мають високу забезпеченість калієм. Така невелика різниця у споживанні калію просом пояснюється високим його вмістом у ґрунті і доступністю рослинам.

На основі проведених аналізів можна зробити висновок, що просо

більшою мірою споживає азот, причому основна його частина необхідна в другій половині вегетації культури – з фази викидання волоті і до дозрівання зерна. Фосфор та калій потребується для проса в значно менших кількостях, основна їх маса також споживається рослинами у другій половині вегетації.

4.3 Фенологічні спостереження за посівами проса

Важливою характеристикою сорту, що визначає його пристосованість до конкретних ґрунтово-кліматичних умов зони вирощування, є тривалість вегетаційного періоду. З вегетаційним періодом тісно пов'язаний ряд морфобіологічних показників і особливостей продукційного процесу у сортів. Різні погодоби умови в період формування і наливу зерна, а також різна тривалість даного періоду можуть впливати і на якість продукції [28].

В період вегетації рослини проса проходять такі фази розвитку: сходи, кущіння, вихід у трубку, викидання волоті, цвітіння, молочну, молочно-воскову, воскову і повну стиглість. Вивчення темпів росту і розвитку проса в онтогенезі дає можливість розкрити найбільш важливі залежності процесу формування високої продуктивності цієї культури. Перший період росту і розвитку проса характеризується тим, що молоді проростки живляться за рахунок пластичних речовин насінини і лише після появи 3–4-го листка рослина починає засвоювати поживні речовини з ґрунту. Тому створення у цей період сприятливих умов для росту і розвитку рослин із застосуванням тих чи інших технологічних прийомів, відіграє важливе значення у формуванні високої врожайності.

Отримані експериментальні дані свідчать, що в середньому тривалість вегетаційного періоду проса становила варіювала від 94 (перший строк сівби) до 77 діб (третій строк) (рис. 5).

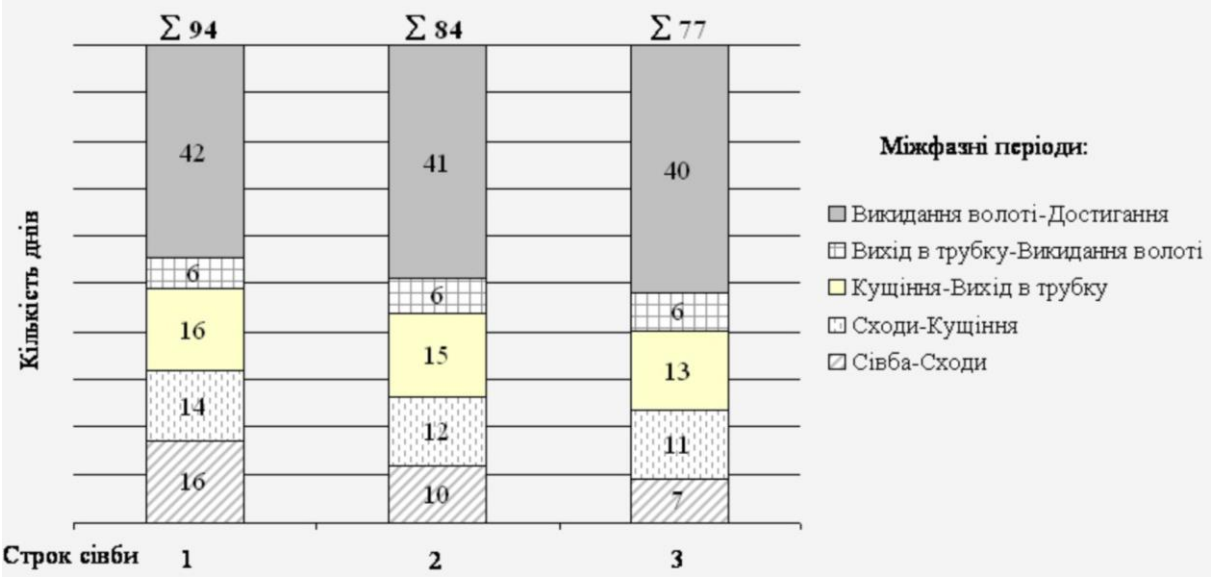


Рис. 5 **Структура вегетаційного періоду проса залежно від строку сівби**

Вегетаційний період проса розподілявся наступним чином: період сівба–сходи займав 14% від усієї тривалості вегетаційного періоду культури, сходи–кущіння – 14%, кущіння–вихід у трубку – 16%, вихід у трубку–викидання волоті – 7% і найтривалішим міжфазним періодом характеризувався період від викидання волоті до дозрівання – 50% від загальної кількості діб.

Гідротермічні умови вегетації, що змінюються залежно від строків сівби, впливають на хід фенологічних фаз та етапів органогенезу рослини. Нашими дослідженнями доведено скорочення тривалості вегетаційного періоду проса за пізніших строків його сівби. Так, час від сходів до повної стиглості зменшувався за другого строку сівби на 6 діб, а третього на 9 діб порівняно з першим. Строки сівби також впливали і на тривалість періоду від часу сівби до появи сходів, він зменшувався від першого до третього строку на 2–3 доби. Різниця у добах при проходженні інших фенологічних фаз залежно від строку сівби була на рівні 1–3 діб.

Стабільний урожай забезпечують скоростиглі сорти проса у порівнянні із пізньостиглими, хоча останні в більшості випадків мають значно вищий потенціал продуктивності. Але ранньостиглі форми в меншій мірі піддаються негативному впливу посушливої жаркої погоди, що складається під час

формування наливу зерна. Крім цього, сорти з періодом вегетації (70–85 діб) дають можливість знизити до мінімуму втрати вирощеного врожаю з високою якістю зерна за рахунок більш сприятливих умов під час збирання [189]. Отже, досліджуваний сорт проса показав себе в наших умовах вирощування як середньостиглий за сівби у перший строк (тривалість вегетації становила від 94 доби), а за сівби у другий і третій строки – як скоростиглий (тривалість вегетації зменшувалася від 84 до 77 діб).

4.4 Повнота сходів та збереженість рослин до збирання

Одним з найважливіших показників, що визначає майбутню продуктивність будь-якої сільськогосподарської культури – це густота рослин на одиниці площі. Опубліковані результати досліджень свідчать про те, що і зменшення, і збільшення густоти стеблостою проса порівняно з оптимальною спричиняють зниження врожайності [31]. Просо відрізняється від інших зернових культур низькою продуктивною кущистістю. Як правило, одна рослина формує одну продуктивну волоть, тому норма висіву є основним прийомом, що впливає на продуктивний стеблостій, причому чим більша збереженість рослин перед збиранням, тим вищою є врожайність зерна культури.

Однак щільність продуктивного стеблостою проса залежить не тільки від норми висіву. На якість сходів впливають і інші фактори, зокрема, такі агротехнічні прийоми, як строки сівби і дози мінерального добрива.

Аналіз проведених досліджень свідчить про вплив строку сівби на формування густоти посівів (табл. 10). Так, кількість рослин проса у фазу повних сходів за першого строку сівби була найменшою – на рівні 124–142 шт/м^2. При чому, внесення мінеральних дорив позитивно

позначилося на рівні цього показника. Перенесення строків сівби на 10 діб від оптимально раннього (перший строк) супроводжувалося збільшенням щільності рослин на одиниці площі (залежно від варіантів удобрення) на 6–11 діб. За використання пізньовесняної сівби (третій строк) цей показник іще збільшився на 3–6 шт/м^2.

Таблиця 10

Вплив строку сівби та фону живлення на виживаність проса

Строк сівби	Фон живлення	Кількість рослин у фазу сходів, *шт/м^2*	Кількість рослин перед збиранням, *шт/м^2*	Збереженість, %
Перший	Без добрив	124	80	65
	$N_{40}P_{30}$	137	88	65
	Розрахунковий	142	95	67
Другий (*контроль*)	Без добрив	132	101	76
	$N_{40}P_{30}$	147	115	78
	Розрахунковий	148	115	77
Третій	Без добрив	138	103	75
	$N_{40}P_{30}$	147	114	77
	Розрахунковий	151	116	76

Подібні закономірності щодо строків сівби спостерігалися й на період збирання врожаю – з перенесенням у часі сівби від оптимально ранніх (перший строк), до оптимально пізніх (третій строк) щільність рослин на одиниці площі збільшувалася – від 80–95 шт/м^2 до 103–106 шт/м^2 (з перевагою удобрених варіантів).

Стосовно збереженості рослин було встановлено, що в цілому на її рівень значно більше впливали строки сівби, ніж рівні мінерального живлення. Так, за використання першого строку сівби рівень виживання був в межах 65–67 %, тоді як за другого і третього строків він збільшувався до

76–78 і 75–77 % відповідно, без істотних відмінностей за варіантами мінерального живлення.

4.5 Фотосинтетична діяльність посівів проса

Отримання високих, заздалегідь запланованих врожаїв проса, висуває вимоги до формування оптимальної площі листя як основного органу фотосинтезу, при якій рослини проявляють свої потенційні можливості.

Результати досліджень показали, що площа листової поверхні проса варіює в широких межах і залежить від фази розвитку, строку сівби і фону живлення. Своєї максимальної величини фотосинтезуюча поверхня проса досягає у фазу цвітіння – 26,1–55,3 тис. $м^2$/га в залежності від строку сівби в середньому по фонам живлення (табл. 11).

Аналіз результатів показує, що в порівнянні з фазою кущіння площа асиміляційної поверхні проса в середньому збільшується в 1,8 раза, причому ріст площі листя відбувався як за рахунок збільшення розмірів листових пластинок, так і їхньої кількості. Надалі цей показник зменшується внаслідок усихання листів і формування генеративних органів.

Оскільки фотосинтез тісно пов’язаний з мінеральним живленням рослин і потребою у волозі, то оптимізація умов мінерального живлення і вологозабезпеченості рослин обумовлює краще використання продуктів фотосинтезу на процеси росту і розвитку рослин, формування врожаю. У формуванні високої і стійкої врожайності проса значна роль належить швидкому розвитку площі листя залежно від строків сівби культури.

На початку вегетації площа листя незначна, потім вона збільшується і до періоду цвітіння–плодоутворення досягає максимальної величини, незалежно від строків сівби.

Таблиця 11

Вплив строку сівби та фону живлення на площа листової поверхні проса, *тис. м²/га*

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Фаза росту			
		Кущіння	Вихід у трубку	Цвітіння	Достигання
Перший	Без добрив	19,7	24,6	29,5	13,1
	$N_{40}P_{30}$	25,5	31,9	38,3	17,0
	Розрахунковий	36,8	46,1	55,3	24,6
Другий (*контроль*)	Без добрив	18,1	22,7	27,2	12,1
	$N_{40}P_{30}$	24,3	30,4	36,5	16,2
	Розрахунковий	34,5	43,1	51,8	23,0
Третій	Без добрив	17,4	21,7	26,1	11,6
	$N_{40}P_{30}$	22,3	27,9	33,5	14,9
	Розрахунковий	32,0	40,0	48,0	21,3
Стандартне відхилення		*3,8*	*6,4*	*7,4*	*3,7*
Стандартна похибка		*0,7*	*1,2*	*1,4*	*0,7*

Максимальна площа листя спостерігалася за сівби у перший строк – в середньому 27,3 тис. м²/га. За сівби у другий строк цей показник зменшувався на 1,7 тис. м²/га (25,6 тис.), а за сівби у третій – на 3,4 тис. м²/га (23,9 ти. м²/га) порівняно з першим.

Відомо, що розвиток листової поверхні залежить від активності меристеми, що забезпечує утворення листів і клітинні процеси, що обумовлюють її ріст [30]. Визначальна роль у цьому належить поживним елементам. Адже процес формування листкової поверхні може бути також показником ступеня забезпеченості посівів елементами мінерального живлення.

Наші спостереження показали, що при поліпшенні умов мінерального

живлення спостерігався більш інтенсивний розвиток листової поверхні рослин проса. У середньому по періодах вегетації внесення дози добрив $N_{40}P_{30}$ збільшувало площу асиміляційної поверхні в залежності від строку сівби на 4,9–6,2 тис. м^2/га у порівнянні з неудобреним варіантом, внесення ж розрахункової дози добрив сприяло підвищенню цього показника на 14,6–17,1 тис. м^2/га.

Так як максимальна площа листя характеризує стан посіву за короткий період життя рослин, для оцінки продуктивності посівів необхідно визначити сумарну роботу площі листів протягом усього вегетаційного періоду, застосувавши при цьому показник фотосинтетичного потенціалу (ФП). Фотосинтетичний потенціал є інтегральним показником фотосинтезу рослин та важливою ознакою, пов'язаною із врожаєм.

Так, було встановлено, що у початкові періоди росту і розвитку рослин проса (кущіння–вихід у трубку) ФП невисокий і варіює від 0,17 до 0,47 млн м^2 за добу/га залежно від варіанту досліду (табл. 12).

У наступні ж міжфазні періоди цей показник зростав, досягаючи максимальної величини у період цвітіння–достигання зерна – 0,57–1,41 млн м^2 за добу/га.

При внесенні добрив показник ФП також зростав. Так, розрахунки показують, що у міжфазний період кущіння–вихід у трубку різниця ФП у залежності від варіантів удобрення вже становила 0,06–0,23 млн м^2 за добу/га на користь удобрених варіантів. В період вихід у трубку–викидання волоті спостерігали більш помітний вплив добрив – фотосинтетичний потенціал посівів проса збільшувався на 0,09–0,31 млн м^2 за добу/га залежно від їх дози. У період викидання волоті–достигання ФП збільшувався на 0,07–0,54 млн м^2 за добу/га за рахунок оптимізації рівня мінерального живлення. Максимальну величину ФП спостерігали саме в період викидання волоті–достигання – у варіанті з внесенням розрахункової дози добрив за першого строку сівби, де він склав 1,41 млн м^2 за добу/га.

Таблиця 12

Фотосинтетичний потенціал посівів проса за варіантами досліду,

млн м^2 за добу/га

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Міжфазний період		
		кущіння – вихід у трубку	вихід у трубку – цвітіння	цвітіння – достигання
Перший	Без добрив	0,24	0,31	0,71
	$N_{40}P_{30}$	0,32	0,42	0,94
	Розрахунковий	0,47	0,62	1,41
Другий (*контроль*)	Без добрив	0,21	0,27	0,63
	$N_{40}P_{30}$	0,28	0,37	0,86
	Розрахунковий	0,41	0,55	1,25
Третій	Без добрив	0,17	0,26	0,57
	$N_{40}P_{30}$	0,23	0,35	0,76
	Розрахунковий	0,33	0,51	1,11
Стандартне відхилення		*0,09*	*0,11*	*0,24*
Стандартна похибка		*0,02*	*0,02*	*0,05*

Максимальний рівень фотосинтетичного потенціалу формувався у посівах проса за сівби у перший строк – 1,02 млн м^2 за добу/га (у середньому за варіантами удобрення). Сівба проса у пізніші строки призводила до зниження даного показника на 10 (другий) і 20 % (третій) порівняно із першим строком.

Одним із важливих показників, що характеризують динаміку формування врожаю, є чиста продуктивність фотосинтезу [17]. Цей показник характеризує процес утворення кількості сухої органічної речовини одним квадратним метром площі асиміляційної поверхні за добу. Формування врожаю проходить при складній взаємодії рослинного організму з навколишнім середовищем та ґрунтом. Значення оптимізації умов живлення

та вологозабезпечення полягає, перш за все, у тому, що воно збільшує фотосинтетичну продуктивність рослин, тобто підвищує кількість органічних речовин, утворених при фотосинтезі і направляє їх на перетворення в запасні речовини до тих органів, що формують урожай.

Задовільними є показники чистої продуктивності фотосинтезу, які мають значення в межах 3–4 г/м^2 за добу, хороші – 4–6, дуже хороші – понад 6 г сухої речовини на 1 м^2 площі листків за добу.

Результати досліджень О.І. Рудник-Іващенко [17] показали, що більшість листків рослин проса, як і інші органи, незалежно від сортів і групи стиглості, довго зберігають фотосинтетичну здатність у 2-й половині вегетації. Це свідчить про те, що налив зерна в проса добре забезпечений роботою асиміляційного апарату.

Отримані нами експериментальні дані також свідчать, що ЧПФ змінюється протягом вегетації проса посівного (табл. 13).

Так, за результатами проведених розрахунків, найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу посіви проса формували у період виходу у трубку–викидання волоті – від 3,63 до 5,23 г/м^2 за добу у середньому за строками сівби та фонами живлення. За періоди вегетації кущіння–вихід у трубку, коли площа листкової поверхні була меншою, показник ЧПФ не міг бути високим, тому цілком логічно, що він становив від 2,85 до 4,31 г/м^2 за добу у середньому за строками сівби та фонами живлення.

Найнижчим ЧПФ за міжфазними періодами була у період викидання волоті–дозрівання, коли формування загальної площі листків рослин проса також було невеликим порівняно з попередніми фазами – від 2,75 до 3,92 г/м^2 за добу у середньому за строками сівби та фонами живлення залежно від сорту.

Також було встановлено, що ЧПФ залежить від внесених добрив. Застосування мінеральних добрив дозволило сформувати більшу площу листкової поверхні у проса, що позитивно вплинуло на продуктивність

роботи фотосинтезуючого апарату рослин. Найкращі умови для фотосинтезу рослин створюються у варіанті, де передбачали внесення розрахункової дози мінерального добрива: у період кущіння–вихід у трубку – 4,31 г/м^2 за добу, виходу у трубку–викидання волоті – 5,23 г/м^2 за добу, викидання волоті–дозрівання – 3,92 г/м^2 за добу.

Таблиця 13

Чиста продуктивність фотосинтезу посівів проса залежно від строку сівби й умов мінерального живлення, *г/м^2 за доб*

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Міжфазний період		
		кущіння–вихід у трубку	вихід у трубку–викидання волоті	викидання волоті – достигання
Перший	Без добрив	3,43	4,53	3,23
	$N_{40}P_{30}$	3,72	5,02	3,38
	Розрахунковий	4,31	5,23	3,92
Другий (*контроль*)	Без добрив	3,09	4,19	2,99
	$N_{40}P_{30}$	3,26	4,68	3,24
	Розрахунковий	3,50	5,09	3,69
Третій	Без добрив	2,85	3,63	2,75
	$N_{40}P_{30}$	2,96	4,14	3,00
	Розрахунковий	3,06	4,54	3,53
Стандартне відхилення		*0,50*	*0,61*	*0,50*
Стандартна похибка		*0,10*	*0,12*	*0,10*

Близькі за значеннями ці показники були зафіксовані на фоні $N_{40}P_{30}$: у період кущіння–вихід у трубку – 3,72 г/м^2 за добу, виходу у трубку–викидання волоті – 5,02 г/м^2 за добу, викидання волоті–дозрівання – 3,38 г/м^2 за добу. Найнижчими показники ЧПФ спостерігалися у неудобрених варіантах: у період кущіння–вихід у трубку вони становили – 2,85 г/м^2 за

добу, виходу у трубку–викидання волоті – 3,63 г/м^2 за добу, викидання волоті-дозрівання – 2,75 г/м^2 за добу.

Встановлено, що при запізненні зі строками сівби знижувалася не тільки площа листя та фотосинтетичний потенціал посівів проса – показники чистої продуктивності фотосинтезу також знижувались.

Найбільші показники ЧПФ спостерігалися за сівби культури у перший строк: у період кущіння–вихід у трубку – 3,82 г/м^2 за добу, виходу у трубку–викидання волоті – 4,93 г/м^2 за добу, викидання волоті- дозрівання – 3,51 г/м^2 за добу (середнє по фонах живлення).

4.6 Урожайність рослин проса та її структура

Проведені дослідження показали досить високу ефективність застосування мінеральних добрив за оптимізації строків сівби проса посівного (рис. 6).

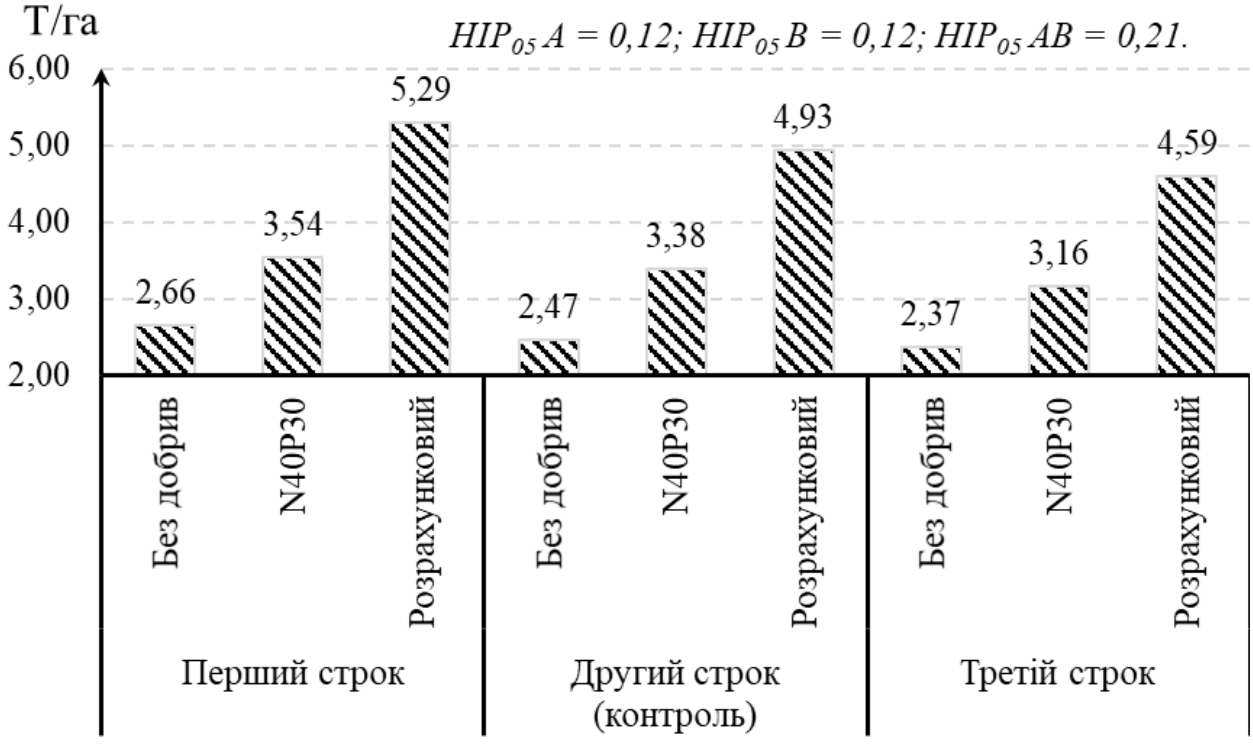


Рис. 6 **Урожайність проса залежно від строку сівби та фону мінерального живлення,** *т/га*

Протягом вегетації спостерігався значний дефіцит опадів, їх нерівномірне випадання, часто відмічалися висока температура повітря та низька відносна вологість, сильні вітри, що створювали умови для виникнення атмосферних посух і суховіїв. В цьому зв'язку просо менше інших культур страждає від запалів і суховіїв, краще переносить ґрунтову й повітряну посуху.

Так, залежно від строку сівби перевагу мав оптимально ранні (перший) строк, за якого температура ґрунту на глибині 10 см прогрівалася до 10–12 °С – у середньому за фонами мінерального удобрення 3,83 т/га. Перенесення сівби на другий і третій строки спричинило істотний недобір урожаю відповідно на рівні 0,24 і 0,46 т/га, при $НІР_{05}$ А = 0,12 т/га (додаток Б).

Важлива роль у формуванні врожаю проса належить системі удобрення. У різних зонах вирощування вона не однакова, і перш за все, залежить від кількості опадів, температури повітря, вологості ґрунту та багатьох інших чинників. Отримані у наших дослідженнях дані свідчать, що найбільш ефективним за умов нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу було застосування розрахункової дози мінеральних добрив на запланований рівень урожайності 4 т/га. Так, у середньому за строками сівби в цьому варіанті була отримана найвища врожайність культури – 4,94 т/га, що на 2,44 т/га істотно більша за її рівень у неудобреному варіанті (середнє по строкам сівби – 2,50 т/га, при $НІР_{05}$ В = 0,12 т/га). У варіанті з внесенням $N_{40}P_{30}$ отримано середню врожайність 3,36 т/га, що також на 1,58 ь/га істотно менше варінтів з розрахунковою нормою внесення мінеральних добрив.

В цілому по досліду найбільш доцільним виявилося поєднання оптимально раннього (першого) строку сівби й розрахункової на запланований урожай норми внесення добрив, де рівень показника був максимальним і становив 5,29 т/га, що на 0,36 і 0,70 т/га істотно більше порівняно з таким варіантом удобрення за другого і третього строків сівби відповідно ($НІР_{05}$ АВ = 0,21 т/га). Очевидно, що за таких умов (перший строк

сівби і розрахункова норма внесення добрив) посіви проса були найоптимальніше забезпечені всіма чинниками формування врожаю.

З метою обґрунтування показників врожайності, які були одержані за умов, створених варіантами досліду, нами було проаналізовано структуру врожаю проса (табл. 14).

Таблиця 14

Структура урожаю проса залежно від строку сівби та фону мінерального живлення

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Довжина волоті, см	Маса волоті, г	Маса 1000 зерен, г
Перший	Без добрив	20,5	2,2	6,1
	$N_{40}P_{30}$	26,5	2,9	6,1
	Розрахунковий	38,7	4,3	7,7
Другий (*контроль*)	Без добрив	19,7	2,3	5,9
	$N_{40}P_{30}$	28,5	3,1	6,5
	Розрахунковий	36,3	4,4	7,3
Третій	Без добрив	18,1	2,4	5,4
	$N_{40}P_{30}$	27,0	3,1	6,2
	Розрахунковий	34,8	4,5	7,0
Стандартне відхилення S		*6,6*	*0,8*	*0,7*
Стандартна похибка Sx		*1,3*	*0,1*	*0,1*

З наведених даних видно, що внесення мінеральних добрив позитивно впливало на формування показників продуктивності волоті проса. Довжина волоті та її форма, як і висота рослини, є сортовою ознакою, яка значною мірою змінюється від умов вирощування, особливо від фону живлення рослин. Так, з поліпшенням мінерального живлення спостерігалось збільшення довжини волоті на рослинах проса – у середньому по сортах цей показник змінювався від 18,1 до 38,7 см.

Найбільшу довжину волоті було зафіксовано у варіанті з внесенням розрахункової дози добрива – 38,7 см, що у 1,9–2,1 рази вище за цей показник на контролі.

Нижчий показник (на 20–30% порівняно з розрахунковою дозою добрив) було отримано у варіанті з внесенням $N_{40}P_{30}$, де він залежно від строку сівби варіював від 26,5 до 28,5 см.

Застосування різних строків сівби мало вплив на формування довжини волоті на рослинах проса. Так, сівба у перший строк сприяла збільшенню цього показника до рівня 28,6 см, а перенесення сівби на другий і третій терміни спричиняло неістотне зниження цього показника до рівня 28,2 і 26,6 см.

Просо має низку біологічних особливостей, що зумовлюють значну різноякісність його зерна. Так, через нерівномірність викидання волоті та значну тривалість цвітіння, достигання зерна в різних її частинах також нерівномірне. Найваговитіше і крупніше зерно формується у верхній частині волоті. Проте його частка у загальній масі волоті складає лише 10–20%. Середня частина волоті вже менш продуктивна і ваговита, але її частка в урожаї складає близько 60%. Сумарно ця кількість зерна (70–80%) і є основою врожаю [27].

Наші дослідження показали, що мінеральні добрива підвищували масу 1000 зерен на 0,6–1,6 г залежно від фону живлення. Найвищий показник було отримано у варіанті з внесенням розрахункової дози добрива, він становив – 7,3 г, тоді як у контрольному варіанті він був 5,8 г, тобто на 21 % менше. Внесення $N_{40}P_{30}$ дозволило збільшити масу 1000 зерен до 6,3 г або на 7 % порівняно з контролем..

При визначенні маси зерна з однієї волоті максимальний показник знову ж таки було отримано на варіанті з внесенням розрахункової дози мінерального добрива, де він становив 4,4 г/волоть, що вдвічі більше, ніж на контрольному варіанті (у середньому за фонами удобрення). На фоні $N_{40}P_{30}$

цей показник був більшим за неудобрений варіант на 0,7 г.

Визначення маси волоті залежно від строків сівби показало, що найвищим цей показник було отримано також за сівби у перший строк, де він становив на фоні розрахункової дози добрив – 4,3 г, на контролі – лише 2,2 г або майже у 2 рази менше, застосування $N_{40}P_{30}$ дозволило отримати волоть масою 2,9 г.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ПРОСА ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ СІВБИ ТА ФОНІВ ЖИВЛЕННЯ

Просо – не тільки цінна круп'яна культура, що має велике народногосподарське значення, але й може бути достатньо економічно вигідною, особливо в тих господарствах, де на основі застосування інтенсивної технології вирощування щорічно на великих площах одержують сталі врожаї якісного зерна. У багатьох господарствах просо дає високі врожаї зерна. На посів його витрачається 25–30 кг/га насіння, що в 5–6 разів менше, ніж інших зернових культур. Економічна ефективність вирощування проса багато в чому визначається такими цінними його властивостями як посухостійкість, здатність давати високі врожаї за короткий період вегетації. При високих урожаях просо забезпечує добрі доходи господарствам, особливо при вирощуванні його цінних сортів.

Важливою умовою збільшення виробництва зерна проса, формування його ресурсів для переробки, задоволення потреб внутрішнього ринку й експортного потенціалу є підвищення його врожайності. Воно базується на високій культурі землеробства і використанні комплексів машин по відповідних технологічних лініях: приготування і внесення добрив, основного, передпосівного обробітку ґрунту та сівби, комплексної боротьби з бур'янами, шкідниками і хворобами, комбайнового збирання [32].

У розрахунках основними критеріями економічної ефективності були: виробничі витрати на 1 га посіву, собівартість 1 т зерна, чистий прибуток на 1 га, а також рівень рентабельності. Витрати на 1 га посіву та собівартість 1 т зерна при застосуванні різних елементів технології вирощування проса обчислювали на основі складених технологічних карт [42] за нормативами і розцінками, діючими в підприємствах степової зони. Вартість продукції з 1 га визначена за середньоринковими цінами станом на 1 січня 2023 року.

Чистий прибуток визначено як різницю між вартістю врожаю і виробничими витратами (собівартістю) на його одержання.

Встановлено, що досліджувані агрозаходи суттєво впливали не тільки на рівень врожайності зерна проса, але й на економічну ефективність вирощування культури. Результати досліджень показали, що сівба в кращі агротехнічні строки є важливою умовою високої ефективності виробництва насіння. Якщо врахувати, що цей агрозахід здійснюється з однаковими витратами праці та коштів, то вартість одержаного приросту врожаю за сівби в оптимальний строк вже достатньо характеризує його ефективність (табл. 15).

Запізнення із сівбою на 10–20 діб обумовлює недоотримання з кожного гектару продукції у вартісному виразі від 627 до 2800 грн (в середньому по фонах живлення).

Найвищий рівень рентабельності також отримали за сівби у перший строк 52–83 %, запізнення із сівбою на 10–20 діб призводило до зниження цього показника на 1,8–3,6 %. Як бачимо, дотримання в технологічному регламенті вирощування проса оптимальних строків сівби є одним із економічно доступних агрозаходів, що не потребує додаткових капітальних витрат, має організаційно-господарський характер і вже в поточному році дає можливість одержати відповідну віддачу.

Чистий прибуток на 1 га посіву був найвищим за максимально раннього строку сівби на фоні розрахункової дози добрив – 3149,30 грн/га.

Встановлено, що врожайність зерна проса із застосуванням мінеральних добрив істотно збільшувалася на 0,79–2,63 т/га, а витрати коштів підвищувалися на 1643,00–1182,35 грн/га. Але на фоні розрахункової дози мінерального добрива внаслідок випереджаючого росту вартості основної продукції порівняно з підвищенням рівня виробничих витрат з розрахунку на 1 га посіву собівартість у середньому по всіх сортах зменшувалася на 367,83–564,21 грн, що, в свою чергу, позитивно позначилося на рівні окупності матеріально-грошових витрат.

Таблиця 15

Економічна ефективність вирощування проса за різних строків сівби і фонів живлення

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Урожайність, т/га	Виробничі витрати коштів на 1 га, грн.		Собівартість 1 т зерна, грн.	Прибуток з 1 га, грн.	Рівень рентабельності, %
			всього	в т.ч. на зерно			
Перший	Без добрив	2,66	3315,00	192,00	1247,80	2752,20	83,0
	$N_{40}P_{30}$	3,54	4958,00	192,00	1400,56	2599,44	52,4
	Розрахунковий	5,29	4497,35	192,00	850,70	3149,30	70,0
Другий (*контроль*)	Без добрив	2,47	3315,00	192,00	1341,02	2658,98	80,2
	$N_{40}P_{30}$	3,38	4958,00	192,00	1465,42	2534,58	51,1
	Розрахунковий	4,93	4497,35	192,00	912,24	3087,76	68,7
Третій	Без добрив	2,37	3315,00	192,00	1400,04	2599,96	78,4
	$N_{40}P_{30}$	3,16	4958,00	192,00	1570,11	2429,89	49,0
	Розрахунковий	4,59	4497,35	192,00	980,53	3019,47	67,1

Розрахунки економічної ефективності вирощування різних засвідчили, що найвищі показники умовно чистого прибутку – 3149,30 грн/га одержані при внесенні мінеральних добрив у розрахунку на урожайність 4 т/га під посіви проса висіяні за оптимально раннього (першого) строку сівби.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1 Охорона праці під час внесення добрив на посівах проса

До роботи на розкидачі мінеральних добрив допускаються особи чоловічої статі віком від 18 років, що пройшли медогляд і не мають протипоказань за станом здоров'я, навчені роботі на даному виді техніки, які пройшли всі види інструктажів з охорони праці, стажування на робочому місці і перевірку знань вимог охорони праці.

Під час роботи необхідна висока виробнича дисципліна, знання і точне виконання вимог інструкцій забезпечують безпеку працюючого, збереження машин і устаткування. Працівник повинен виконувати тільки ту роботу, яка доручена керівником робіт, не допускати на робоче місце сторонніх осіб і не передоручати свою роботу іншим особам. Забороняється поява на роботі в нетверезому вигляді і вживання спиртних напоїв, нарковмісних речовин. Під час роботи в полі необхідно відпочивати і приймати їжу в польових вагончиках, а при їх відсутності – в спеціально відведених для цієї мети місцях, які повинні бути обладнані навісом. На час грози всі види польових робіт припинити і сховаємося в обладнаному місці для відпочинку. За групової роботи (двоє або більше працівників) керівником робіт з числа працівників призначається старший. Виконання розпоряджень старшого обов'язково для інших працівників і обслуговуючого персоналу.

У процесі виробничої діяльності на працівників впливають небезпечні та шкідливі виробничі фактори, слід звернути особливу увагу на наступні вузли розкидачі та ситуації під час експлуатації агрегату: обертається карданний вал; обертові диски розкидачі; обертові елементи приводу; небезпеки,

пов’язані з втратою стійкості; небезпеки в результаті контакту мінеральними добривами, використовуваними при розкидання; небезпеки, пов’язані з неправильним застосуванням засобів індивідуального захисту.

Ризики, що виникають при неправильному обслуговуванні розкидачі: небезпека отримання травми виступаючими елементами розкидачі під час завантаження бункера і під час роботи. Перед виконанням дій, описаних вище, необхідно переконатися, що поблизу немає сторонніх осіб; небезпека пошкодження під час підйому і опускання розкидачі. Дотримуватися особливої обережності при виконанні цих дій, в разі присутності людей поруч з агрегатом; небезпека втягування або загарбання обертовими елементами приводу. Бути особливо обережними, коли обертові елементи знаходяться в русі. Механізатор і сторонні люди не повинні наближатися до агрегату під час його роботи; небезпека травмування розкидаються добривами під час роботи. Дотримуватися особливої обережності при роботі розкидачів. Механізатор і сторонні люди не повинні наближатися до агрегату під час його роботи. Дотримуватися безпечної дистанції від працюючого розкидачі; небезпека втрати стійкості. Під час заповнення бункера розкидача повинен бути підключений до трактора. На час перерви в експлуатації його слід встановити на твердому горизонтальному підставі. Агрегатувати розкидач рекомендованими тракторами; небезпеки, викликані контактом з шкідливими речовинами або їх вдиханням. Під час роботи розкидача застосовувати рекомендовані засоби індивідуального захисту. Механізатор і сторонні люди не повинні наближатися до агрегату під час його роботи.

Працювати необхідно в засобах індивідуального захисту: костюм, при необхідності використовувати захисні рукавички і захисні окуляри. Якщо стався нещасний випадок, надавати потерпілому першу допомогу (при відсутності людей на місці події – самодопомога) і повідомити керівнику робіт про нещасний випадок. Повідомити керівника робіт про несправності машин, що виникли в процесі робіт, самостійне усунення яких може

призвести до аварії і нещасних випадків. Усувати такі несправності і небезпеки при обов'язковій участі керівника робіт із залученням допоміжних працівників, з використанням інструменту і пристосувань, які гарантують безпечне виконання цієї операції.

Особи, які порушили вимоги інструкції, залучаються до відповідальності згідно з правилами внутрішнього розпорядку організації, за винятком випадків, коли порушення вимог включає кримінальну відповідальність.

6.2 Охорона навколишнього природного середовища

Сільськогосподарська продукція має різне цільове призначення. Згідно з цим критерієм, вона поділяється на три типи: кінцевого споживання, проміжну і сировину. До продукції кінцевого споживання відносять таку, яка завдяки своїм біологічним якісним характеристикам безпосередньо використовується для особистого споживання (свіжі овочі, фрукти, ягоди, незбиране молоко тощо). Продукція, призначена для подальшого використання в сільськогосподарському виробництві в наступних циклах відтворення, називається проміжною (насіння, садивний матеріал, корми). Сільськогосподарська сировина – це ті види продукції, що використовуються для промислової переробки (льон, соняшник, цукрові буряки, технічні сорти картоплі тощо). Кожному з цих типів продукції властиві свої показники якості і безпечності [45].

Біологічні показники характеризують придатність сільськогосподарської продукції до споживання в їжу. Вони залежать від біологічних і фізіологічних особливостей рослин і тварин, у процесі вирощування яких і догляду за якими одержують цю продукцію. Серед цих показників

найважливіше значення має вміст у продукції макро- і мікроелементів, білка, вітамінів, цукру, крохмалю, жиру тощо. Для багатьох видів продукції важливим також є її зовнішній вигляд. Показники технологічності характеризують ті властивості сільськогосподарської продукції, що є необхідними і водночас надто важливими для її ефективної промислової переробки або для виробничого використання в наступних циклах сільськогосподарського виробництва. За ними оцінюють якість проміжної продукції і сільськогосподарської сировини. Показники безпечності дають змогу визначати придатність продукції до споживання в їжу людьми або для годівлі тварин щодо нешкідливості їх впливу на стан живого організму. До них відносять уміст у продукції радіонуклідів, пестицидів, нітратів та інших небезпечних для життя людини забруднювачів, у т.ч. й біологічного походження, що повинні особливо ретельно контролюватися з огляду на недопущення перевищення їх гранично допустимих концентрацій.

Потрібно зауважити, що виробництво якісної і безпечної сільськогосподарської продукції та сировини неможливе без урахування екологічного стану агросфери і застосування сучасних екологічно безпечних агротехнологій. Загальновідомо, що недосконаліть технологій у галузі рослинництва та тваринництва, порушення науково обґрунтованих підходів ведення аграрного виробництва загалом, забруднення і нераціональне використання земельних, водних та біоресурсів є чинниками зниження продуктивності аграрного виробництва, якості сировини і продукції.

Одним із основних пріоритетів щодо якості та безпеки продуктів харчування є контроль за якістю та безпекою продовольчої сировини і супутніх матеріалів, харчових продуктів, особливо для дитячого харчування. Створення ефективної системи контролю повинно насамперед базуватися на сертифікації виробника, а вже потім – на контролі якості продукції, яку він виробляє. Це є практика розвинених країн. Сертифікації піддаються ґрунти, на яких вирощується сировина, сама сировина, обладнання, технологічне

устаткування, кадри, транспортування, торгівельна мережа та багато інших аспектів діяльності підприємства. Отже, діє ефективний контроль на всьому ланцюзі «від виробництва – до реалізації».

Дотримання екологічно безпечних принципів господарювання можливе завдяки удосконаленню технологій аграрного виробництва. Саме технологія визначає кількість і співвідношення засобів виробництва, необхідних для сільського господарства, з урахуванням його виробничої та регіональної спеціалізації. З метою обмеження негативного антропогенного навантаження на довкілля з боку агропромислового виробництва та підтримки його екологічно безпечного режиму функціонування необхідно перейти до еколого-економічної концепції розвитку, що сприятиме гарантованому забезпеченню населення високоякісними та екологічно безпечними продуктами харчування, гармонізації відносин людини та природи.

ВИСНОВКИ

1. Ґрунтові вологозапаси за сівби у ранньовесняний строк використовувалися на 37–77 $м^3$/га більше, ніж за сівби через 10–20 діб відповідно. Внесення мінеральних добрив зменшувало коефіцієнт водоспоживання культури на 552–608 $м^3$/т (залежно від фону живлення), тобто рослини проса споживали на 47–50% менше води для створення 1 т насіння, що свідчить про більш ефективне її використання в зв'язку з кращими умовами живлення рослин.

2. В першій половині вегетації вміст легкогідролізованого азоту в ґрунті незначно впливає на його споживання. Однак, різниця між варіантами удобрення по кількості азоту посилювалася – у фазу викидання волоті проса у варіантні $N_{40}P_{30}$ цей показник був на 41%, а у варіанті розрахункової дози добрива – на 78% вищим порівняно з контролем.

3. Найбільш інтенсивним поглинання фосфору було в період від викидання волоті до дозрівання зерна. Різниця між контролем та варіантами з внесенням добрив значно перевищувала відхилення по всіх фазах розвитку культури і складала 8,9–18,2 мг/кг ґрунту у фазу сходів, 7,9–16,3 мг/кг ґрунту – у фазу викидання волоті, 7,0–11,1 мг/кг ґрунту – у фазу дозрівання зерна залежно від строку сівби культури.

4. Накопичення обмінного калію в ґрунті залежно від доз добрив аналогічне нітратному азоту та рухомому фосфору: різниця між контролем та удобреними варіантами перевищувала стандартне відхилення, а саме у фазу сходів ця різниця становила від 7,0 до 15,5 мг/кг залежно від строку сівби, у фазу викидання волоті – від 11,5 до 23,7 мг/кг, у фазу дозрівання зерна – від 7,1 до 12,4 мг/кг на користь удобрених варіантів.

4. Вегетаційний період проса розподілявся наступним чином: період сівба–сходи займав 14% від усієї тривалості вегетаційного періоду культури,

сходи–кущіння – 14%, кущіння–вихід у трубку – 16%, вихід у трубку–викидання волоті – 7% і найтривалішим міжфазним періодом характеризувався період від викидання волоті до дозрівання – 50% від загальної кількості діб.

5. На рівень збереженості рослин проса значно більше впливали строки сівби, ніж рівні мінерального живлення. За використання першого строку сівби рівень цього показника був у межах 65–67 %, тоді як за другого і третього строків він збільшувався до 76–78 і 75–77 % відповідно, без істотних відмінностей за варіантами мінерального живлення.

6. Максимальний рівень фотосинтетичного потенціалу формувався у посівах проса за сівби у перший строк – 1,02 млн м^2 за добу/га (у середньому за варіантами удобрення). Сівба проса у пізніші строки призводила до зниження цього показника на 10 (другий) і 20 % (третій) порівняно із першим строком.

7. Найоптимальнішим є поєднання оптимально раннього (першого) строку сівби й розрахункової на запланований урожай норми внесення добрив – максимальна врожайність 5,29 т/га на 0,36 і 0,70 т/га істотно більше порівняно з іншими варіантами фону живлення і строку сівби ($НІР_{05}$ АВ = 0,21 т/га).

8. Найвищі показники умовно чистого прибутку (3149,30 грн/га) одержані при внесенні мінеральних добрив у розрахунку на урожайність 4 т/га під посіви висіяні за оптимально раннього (першого) строку сівби.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Клімат України. за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. К.: Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.

2. Адаменко Т.І. Зміни агрокліматичних умов холодного періоду в Україні при глобальному потеплінні клімату. Т.І. Адаменко. Агроном. 2006. № 34. С. 12–13.

3. Salisbury F.B. Plant physiology. F.B. Salisbury, C. Ross. California Wardworth. Pub. Co. Inc. 1969. P. 444–480.

4. Ушкаренко В.О. Просо – на півдні України. В.О. Ушкаренко, О.В. Аверчев. Херсон: Олді плюс, 2017. 196 с.

5. Kramer P.I. Water relations of plants. P.I. Kramer. N.Y.: Acad, press, 2013. 489 p.

6. Маласай В. М. Просо в Україні. В.М. Маласай, А.Є. Стрихар. Насінництво. 2011. № 5. С. 7–10.

7. Єфіменко Д.Я. Гречка і просо в інтенсивних сівозмінах. Д.Я. Єфіменко, Д.Я. Яшовський. К.: Урожай, 1992. 168 с.

8. Ludlow M. Recovery after water stress of leaf gas exchange in Panicum maximum var. Trichoglume. M.M. Ludlow, T.T. Ng, C.W. Ford.Austral. J. Plant Physiol. 2018. V. 7. № 3. P. 299–313.

9. Системи сучасних інтенсивних технологій: [Навчальний посібник]. В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, Л.М. Єрмакова, С. М. Каленська. Вінниця: ФОП Рогальська І.О. 2012. 370 с.

10. Шкумат В.П. Основні прийоми технологій вирощування проса в південному степу України. В.П. Шкумат, Н.О. Шкумат. Вісник аграрної науки Причорномор’я. Миколаїв, 2007. Вип. 2. С. 30–33.

11. Sinska J. Vplyv teplot a zrazo na priebeh rastovch faz prosa siateho (P. miliaceum L.). J. Sinska. Ved. Ckeprace YURV, Piestanoch, 2011. № 9. S. 35–42.

12. Просо: забуті переваги [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.agro-business.com.ua/component/content/article/732.html?ed=51.

13. Результати науково-дослідних робіт з селекції проса. Основні результати науково-дослідних робіт Веселоподільської дослідно-селекційної станції за 2000–2005 рр. К.: ІЦБ УААН. 1992. С. 118–126.

14. Каленчук Я.В. Реакція різних сортів проса на застосування регуляторів росту, мікро- та біопрепаратів. Збірник тез міжнародного наукового симпозіуму. Інститут рослинництва УААН ім. В.Я. Юр'єва Харків, 2004. С. 46–51.

15. Горбачова С. М. Створення врожайних сортів проса з високою якістю зерна і крупи та стійкістю до ураження збудниками хвороб. С. М. Горбачова. Селекція і насінництво: між від. темат. наук. зб. НААН, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Х., 2018. Вип. 95. С. 71–79.

16. Агроекологічні проблеми удосконалення існуючих і розробки нових технологій вирощування полових культур. В.В. Кириченко, В.М. Костромітін, В.І. Колісник [та ін.]. Агротехнологія польових культур: збірник наукових праць. НААН Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Х., 2019. С. 22–46.

17. Рудник-Іващенко О.І. Залежність ознак урожайності проса від впливу кліматичних умов за фазами розвитку. О.І. Рудник-Іващенко, Л.В. Григоращенко. Хімія. Агрономія. Сервіс: Всеукраїнське видання про сучасні агротехнології. 2011. № 8. С. 28–35.

18. Iping S.A. The effects of dates of planting on yield and yield components of pearl millet. S.A. Iping. Windhoek, Namibia, Ministry for Agriculture, Water and Rural Development, Private Bag 2017. 131 p.

19. Maas A.L. Planting date and row spacing affects grain yield andheight of pearl millet Tifgrain 102 in the Southeastern coastal plain of the United States. A.L. Maas, W.W. Hanna, B.G. Mullinix. J SAT Agri. Res. №5(1). 2017. P. 1–4.

20. Farrell T.C. Avoiding low temperature damage in Australia's millet

industry with photoperiod sensitive cultivars. T.C. Farrell, K. Fox, R.L. Williams, S. Fukai, L. G. Lewin. Proceedings of the Australian Agronomy Conference, Australian Society of Agronomy. 2013. P. 11–15.

21. Горлачова О.В. Створення вихідного матеріалу для селекції проса на продуктивність та якість зерна в умовах східного Лісостепу України: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. с. х. наук. ІР ім. В.Я. Юр'єва УААН. О.В. Горлачова. Х., 2014. 18 с.

22. Драган М.І. Роль агротехнічних заходів у технології вирощування проса. М.І. Драган, О.Г. Любчич. Вісник Донецького національного університету. 2019. Вип. 1. С. 548–550.

23. Кобизєва Л.Н. Генофонд зернобобових і круп'яних культур НЦГРРУ – джерело вихідного матеріалу для перспективних напрямів селекції. Л.Н. Кобизєва, О.М. Безугла, Л.В. Григоращенко. Теоретичні основи селекції польових культур: Збірник наукових праць. Харків, ІР ім. В.Я. Юр'єва УААН, 2017. С. 301–325.

24. Andrews D.J. Pearl millet: a new feed grain crop. In New Crops (Eds J. Janick & J. Simon). New York: Wiley, 2013. P. 198–208.

25. Bacci L. Effects of sowing date and nitrogen fertilization on growth, development and yield of a short day cultivar of millet (Pennisetum glaucum L.). L. Bacci, C. Cantini, F. Pierini, G. Maracchi, F.N. Reyniers //European Journal of Agronomy. 2019. №10. P. 9–21.

26. Шкумат В.П. Створення і оцінка вихідного матеріалу при селекції проса на півдні України. В.П. Шкумат, Н.О. Шкумат. Тези доповіді обласної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми АПК та шляхи їх вирішення в умовах півдня України». Миколаїв, 2005. С. 12–15.

27. Andrews D.J. Grain pearl millet: Anew crop being Developed at UNL. D.J. Andrews, J.F. Rajewski, S.C. Mason. Ext. Visions. 2013. № 2(1). P. 2–6.

28. Бєлєніхіна А.В. Адаптивність і екологічна пластичність сортів проса залежно від умов року. А.В. Бєлєніхіна, В.М. Костромітін, О.М. Глубокий.

Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. 2013. Вип. 15. С. 10–16. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/jpdf/Vcnzapv_2013_15_4.pdf.

29. Шкумат В.П. Системи технології вирощування проса на півдні України. В.П. Шкумат, Н.О. Шкумат. Тези доповіді науково-практичної конференції «Перспективні напрямки розвитку АПК Причорноморського регіону». Миколаїв, МСГІ, 2006. С. 22–23.

30. Любчич О.Г. Особливості формування продуктивності та якості зерна проса залежно від умов азотного живлення на сірих лісових грунтах: автореф.. дис. канд. с.-г. наук. Нац. наук. центр «Ін-т земл-ва УААН». К., 2008. 24 с.

31. Пустова З.В. Кореляційні зв’язки між показниками морфології рослин, які впливають на врожайність проса в умовах південної частини західного Лісостепу України. З.В. Пустова. Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. Вип. 12. Кам’янець-Подільський, – 2004. С. 91–94.

32. Рудник-Іващенко О. І. Адаптивний потенціал проса. О. І. Рудник-Іващенко. Насінництво: науково – виробничий журнал. 2010. №1. С. 5 – 12.

33. Круп’яні культури. За ред. І.В. Яшовського. К.: Урожай, 2002. 160 с.

34. Рекомендації з проведення комплексу весняно-польових робіт в 2011 році: кол. рекомендація. За ред. В.І. Травянка, Г.Ф. Похилька, В.М. Бутова. ДУ «Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту зрошуваного землеробства». Миколаїв, 2021. 20 с.

35. Комплекс весняно-польових робіт в господарствах Миколаївської області в 2015 році. Науково-методичні рекомендації: В.М. Ганганов, О.П. Васильковець, В.В. Дикий, В.М. Бутов, Л.В. Андрійченко та ін. Миколаїв, 2015. 52 с.

36. Сорт Таврійське :Землеробець. Режим доступу станом на 01.10.2023: http://zemledelec.com.ua/produktsiya/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BE/proso-tavriyske-detail.

37. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник / В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, П. В. Костогриз; В. П. Опришко. За ред. В. О. Єщенка. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.

38. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: НІЧЛАВА, 2003. 320 с.

39. Якість ґрунту. Визначення сухої речовини та вологості за масою. Гравіметричний метод. ДСТУ ISO 11465:2001-ДСТУ ISO 11465:2001. [Чинний від 2003-01-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2001. 10 с. (Національні стандарти України).

40. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. ДСТУ 4362:2004 [Чинний від 2001-01-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2006. 23 с. (Національні стандарти України).

41. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві: Монографія. Херсон: Айлант, 2013. 378 с.

42. Петров П. В., та ін. Агротехнологія і технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур: навч. посіб. Петров П. В., Посполітак Т. Є., Юркевич Є. О. К.: Аграрна освіта, 2009. 268 с.

43. Рудник-Іващенко О.І. Забур’яненість посівів проса за використання різних видів гербіцидів та їх бакових сумішей. О.І. Рудник-Іващенко. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2013. Вип. 82. С. 37–46. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/zhpumus 2013 82 8.

44. Пожарова О. В. Охорона праці : навчальний посібник / О. В. Пожарова. Одеса, 2022. 86 с.

45. Фурдичко О. І. Агроекологія: монографія. К.: Аграр. наука, 2014. 400 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

ЗБІРНИК
СТУДЕНТСЬКИХ НАУКОВИХ ПРАЦЬ
УМАНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ САДІВНИЦТВА



приурочений 100-річчю від дня народження
українського вченого в галузі агрономії, професора
Івана Маркіяновича Карасюка

Факультет агрономії

Умань 2023

УДК 330(063)

Рекомендовано до друку вченою радою факультету агрономії Уманського національного університету садівництва, протокол №6 від 27 квітня 2023

Редакційна колегія:

Полторецький С. П. – д. с.-г. н., професор (відповідальний редактор);
Рябовол Л. О. – д. с.-г. н., професор (заступник відповідального редактора);
Третьякова С. О. – к. с.-г. н., доцент, (відповідальний секретар);
Господаренко Г. М. – д. с.-г. н., професор;
Єщенко В. О. – д. с.-г. н., професор;
Копитко П. Г. – д. с.-г. н., професор;
Яценко А. О. – к. с.-г. н., професор;
Рябовол Я. С. – д. с.-г. н., доцент;
Карнаух О. Б. – к. с.-г. н., доцент;
Кравченко В. С. – к. с.-г. н., доцент;
Накльока Ю. І. – к. с.-г. н., доцент;
Сержук О. П. – к. с.-г. н., доцент.

*Автори вміщених матеріалів висловлюють свою думку,
яка не завжди збігається з позицією редакції.*

Збірник студентських наукових праць Уманського національного університету садівництва. Факультет агрономії / Редкол.: О. О. Непочатенко (відп. ред.) та ін. Умань: 2023. 89 с.

Збірник містить доповіді студентів ОР молодший бакалавр і бакалавр та магістрів, які були розглянуті на Всеукраїнській студентській науковій конференції, яка приурочена 100-річчю від дня народження українського вченого в галузі агрономії, професора Івана Маркіяновича Карасюка, що відбулася 20 квітня 2023 року в м. Умань.

Розраховано на студентів, аспірантів, викладачів, наукових співробітників та фахівців, які працюють у АПК України.

UKRAINE 81
PYLYPENKO I., TRANCHENKO V., MIZETSKA T.QUALITY CHARACTERISTICS OF WINTER PEA SEEDS DEPENDING ON VARIETAL CHARACTERISTICS AND SOWING STANDARDS 83
МАКОДЗЕБА М. SOWING PERIOD AND ITS APPLICATION IN MILLET CULTIVATION TECHNOLOGY 86
ШАПОВАЛ В. ORIGIN, DISTRIBUTION AND YIELD OF WINTER WHEAT 89

СЕКЦІЯ 2. ГЕНЕТИКА, СЕЛЕКЦІЯ РОСЛИН ТА БІОТЕХНОЛОГІЯ

БАЗАРНИЙ А., ПОХИЛ С. СТУПІНЬ ДОМІНУВАННЯ ТА АНАЛІЗ ГЕТЕРОЗИСНОГО ЕФЕКТУ СЕЛЕКЦІЙНО-ЦІННИХ ОЗНАК У ГІБРИДІВ TRITICUM AESTIVUM L. × TRITICUM SPELTA L. 90
КІЯНІЧЕНКО І. ЛАКТІОНОВ Р. ХАРАКТЕРИСТИКА ІНТРОГРЕСИВНИХ ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА, СТВОРЕНИХ ЗА ГІБРИДИЗАЦІЇ З МАЛОПОШИРЕНИМИ ВИДАМИ ПШЕНИЦІ 91
RASHEVSKA A. THE COMPOSITION OF THE NUTRIENT MEDIUM FOR THE PRODUCTION OF HAPLOIDS OF WINTER RAPE 93
POPRAVKA R. STORCHOUS B. PROSPECTS OF FODDER BEET CULTIVATION 97
KULYNYCH B. PROKOPCHENKO V. MODERN ASPECTS OF SOYBEAN SELECTION IN UKRAINE 98
LUZHANSKYI O. DIRECTIONS OF BREEDING OF SPRING RAPE 100

СЕКЦІЯ 3. АГРОХІМІЯ І ГРУНТОЗНАВСТВО

БОЙКО В. ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ КУКУРУДЗИ ЗА МІНІМАЛІЗАЦІЇ ЗЯБЛЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ 103
БІЛІНСЬКИЙ Б. ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА МІНІМАЛІЗАЦІЇ ЗЯБЛЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПІСЛЯ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО 105
ЗАЙЧУК Є. ВПЛИВ УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ 108
M`IAKOTA S., MINCHENKO I. YIELD AND QUALITY OF GRAIN SOYBEAN UNDER THE INFLUENCE OF INOCULATION 110
PETRYK V. GROWING CONDITIONS AND YIELD OF SOYBEANS AFTER CORN WITH MINIMIZED SOIL TILLAGE 112
LYHENKO O. INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS AND FERTILIZERS ON THE CONTENT OILS IN TUNKA HYBRID SUNFLOWER SEED 115
ШИРОЦЬКИЙ Б. Економічна ефективність застосування макро- і мікродобрив у посівах соняшника 117
DENYSIUK A. THE NEED FOR MINERAL NUTRITION OF LENTILS DURING THE GROWING SEASON 119
VELYCHKO T. FEATURES OF NUTRITION AND FERTILIZER OF CORN 120

СЕКЦІЯ 4. ЗАГАЛЬНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО

DIDENKO N. THE INFLUENCE OF CULTIVATION TECHNIQUES ON THE PRODUCTIVITY OF SUNFLOWER HYBRIDS 124
PETRENKO O. INTENSIFICATION OF SUNFLOWER GROWING TECHNOLOGY 125
KOSTENKO O. FEATURES OF THE FORMATION OF PRODUCTIVITY OF SUNFLOWER HYBRIDS IN THE CONDITIONS OF THE RIGHT-BANK FOREST STEPPE OF UKRAINE 128

SOWING PERIOD AND ITS APPLICATION IN MILLET CULTIVATION TECHNOLOGY

Макодзеба Микола студент 11-ма групи факультету агрономії
Керівник – доктор с.-г. наук, професор Полторецький С. П.

According to the authors, the optimal period for sowing millet comes when the soil at a depth of 8–10 cm warms up to 10–15° and the threat of spring frosts passes. When sowing in unheated soil, part of the seeds rots, the seedlings come out liquefied, and the field is heavily over grown with weeds, because of which the development of plants deteriorates and the grain yield is sharply reduced.

Both during the early and late sowing period of millet, the grain yield decreases. Discussions on the issue of choosing a sowing date still take place today. Based on research, it was established that the best period for sowing millet is the third decade of May (in the absence of late spring cooling). Sowing in the second decade of May yields somewhat less (9.1% on average). The yield during the June sowing period decreases strongly (by 37.2% on average).

It was established that during the May sowing period, the largest mass of grain from 1 m and the largest mass of 1000 millet grains was obtained, while during the June sowing period, the preservation of plants before harvesting decreased and the share of straw in the total mass of the crop increased.

The June date of sowing millet leads to a decrease in the sowing and technological qualities of grain, an increase in the degree of damage to millet grain by melanosis and the degree of trips colonization of plants, and a decrease in the collection of crude protein by the grain harvest. This is explained mainly by unfavorable weather conditions for growth and, especially, the period of ripening and harvesting of millet crops according to the June sowing date.

According to a number of researchers, late sowing of millet shortens the interphase periods of vegetation and the size of the active assimilation apparatus of plants. The decrease in productivity of late crops is explained by the fact that the formation of generative organs occurs under the influence of harmful high temperatures.

The best productivity indicators of millet plants are formed during the second term of millet sowing (second decade of May). In this variant, the plants formed the largest number of grains in the panicle (172–193 pieces), the weight of one plant grain and the weight of 1000 grains were also expressed by the best indicators of productivity when sowing in the second decade of May.

When growing millet in the conditions of the Steppe, the highest grain yield is formed during sowing in the second decade of May – 3.71 t/ha, which is 0.46 t/ha more

than during the first period of sowing.

When growing millet on the dark-chestnut soils of the Steppe, the difference in yield (0.2 – 0.3 t/ha) between the sowing dates was within the limits of the smallest significant difference in the experiment.

According to the researchers, the main reasons for the decrease in yield during later sowing of millet are as follows. A decrease in moisture content in the upper layer of the soil, an increase in temperature and a decrease in relative humidity of the air, increased damage to seedlings by pests and active overgrowth of crops with weeds, thinning of seedlings, a decrease in the coefficient of productive bushiness.

According to long-term research of the Mykolaiv State Agricultural Research Station of the Institute of Irrigated Agriculture of the National Academy of Sciences, millet must be sown when the soil temperature at a depth of 10 cm is 10°C.

However, the recommendations of this institution in recent years boil down to the following: the sowing period should be chosen depending on the difficult weather conditions in the spring, the field's littering, the type of soil, and the characteristics of the varieties. In years with a course of spring close to the average long-term norm, the optimal period will be the end of the second – the beginning of the third decade of May. If the spring is cold and prolonged, then sowing should be delayed so that the weeds germinate better. However, it is impossible to be late with the sowing period, in order to avoid drying out of the upper layer of the soil, especially in a dry spring, and the coincidence in time of the phase of throwing out the panicle with the mass flight of the beggar mosquito.

Therefore, it should be noted that the sowing dates developed in other zones and for different varieties of millet cannot be mechanically transferred to conditions of unstable moisture in the right-bank forest-steppe of Ukraine. Varieties adapted to local conditions should be used here and elements of growing technology should be used, including sowing dates that take into account the specificity of local soil and climatic conditions.

Despite the fact that the issue of the optimal sowing period is clear, it does not lose its relevance, based on the main purpose of millet as an insurance crop. This means that a lot of time can be lost between the decision on resowing winter crops, soil preparation and the moment of resowing. Considering this, it is necessary to correctly choose a variety with an appropriate response to the sowing period in order to minimize possible crop losses.

Додаток Б

Результати дисперсійного аналізу

Кількість рівнів фактору А	3
Кількість рівнів фактору В	3
Рік досліджень	2023
Середнє по досліду	3,60

Розсіювання		Сума квадратів	Ступінь вільності	Дисперсія	Критерій Фішера (F)	
					фактичний	0,05
Загальне		28,85	26			
Повторень		0,04	2			
Варіантів		28,57	8	3,57	238,86	2,59
Факторів	A	6,63	2	3,31	221,64	3,63
	B	11,68	2	5,84	390,62	3,63
Взаємодії	AB	10,26	4	2,57	171,59	3,01
Похибки		0,24	16	0,01	t	2,12

Характеристика впливу та НІР

Показник	Сила впливу	$НІР_{05}$	
		абсолютна	відносна
Фактор А	23,0%	0,12	3,40%
Фактор В	40,5%	0,12	3,40%
Взаємодія АВ	35,6%	0,21	5,88%
Варіанти	99,0%		
Повторення	0,1%		
Похибка	0,8%		
Всі фактори	100,0%		

Похибки, точність і коєфіцієнт варіювання

Узагальнена	*E*	0,07
Різниці	S_d	0,10
Відносна	*Sx%*	2,0%
Точність	*T%*	98,0%
Коефіцієнт варіювання	*V%*	30,3%

Комплексний норматив витрат на вирощування проса (контроль, без добрив) **Розрахункова площа 100 га** **N P K** **Додаток Б**

Урожай основної продукції, ц/га 32,2 Вал основної продукції, ц 3220 0 0 0

Урожай побічної продукції, ц/га 64,4 Вал побічної продукції, ц 6440 0 0 0

№ п/п	Види робіт	Од. Виміру	Об'єм роботи			Марка і склад агрегату		Обслугов. персонал		Норма виробітку	Кількість нормозмін	Затрати людино-годин		Тарифний коефіцієнт		Оплата за весь об'єм робіт						Нарахування на ОП	Всього оплат	ПММ			Добрива, ядохімікати та гербіциди			Автотранспорт		Насіння		Електроенергія	Амортизація, грн	Поточний ремонт, грн	Інші затрати		Всього затрат
			в фізичних одиницях	В умовних сталонних га	Коефіцієнт переводу	Трактори чи автомашини	С.-г. машини та інвентар	механізатори	інші робітники			механізатори	інші робітники	механізатори	інші робітники	По тарифу: механізатори	По тарифу: інші робітники	Доплата: За клас-ність 18%	Доплата: Посів трактористі 50%	За шкідливість: ЯДИ !!! 100%	За шкідливість: Мінодобрива 30%			на одиницю роботи, кг	на весь об'єм, ц	вартість, грн	Назва препарату	Витрата на 1га, кг	Витрата на всю площу, кг, т	вартість, грн	т-км	вартість, грн	Витрата на всю площу, ц	вартість, грн				Вид затрат	Вартість, грн	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
1	Лущення в 2 сліди	га	200	36	11,6	Т-150	ЛДГ-15	1	0	63,3	3,2	22	0	1,55	0	34,28	0,00	6,17	0,00	0,00	0,00	1,01	41,46	2,7	5,4	972			0		0	0				432	360			1805,46
2	Підготовка мінеральних добрив	т	0	0	0	Вручну	-	0	1	8	0,0	0	0	0	1,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	аміачна селітра	0	0	0	0	0				0	0	Обіди 1.5	50	50,00
3	Навантаження мінеральних добрив	т	0	0	4,2	ЮМЗ-6	ПЭ-08	1	0	90	0,0	0	0	1,35	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3	0	0	суперфосфат	0	0	0	0	0				0	0	МБП	100	100,00
4	Вивіз і внесення міндобрив	га	100	19	4,9	МТЗ-80	1-РМГ-4	1	0	26	3,8	27	0	1,09	0	29,35	0,00	5,28	0,00	0,00	8,80	1,09	44,52	1,6	1,6	288	калійна сіль	0	0	0	0	0				228	190			750,52
5	Оранка	га	100	143	11,6	Т-150	ПЛП 6-35	1	0	8,1	12,3	86	0	1,80	0	155,56	0,00	28,00	0,00	0,00	0,00	4,59	188,14	13,5	13,5	2430			0		0	0				1716	1430			5764,14
6	Боронування	га	200	27	11,6	Т-150К	21 БЗТС-1.0	1	0	85,2	2,3	16	0	1,35	0	22,18	0,00	3,99	0,00	0,00	0,00	0,65	26,83	1,6	3,2	576			0		0	0				324	270			1196,83
7	Культивація	га	200	45	7,7	ДТ-75М	2КПГ-4, С-11У	1	0	34,2	5,8	41	0	1,35	0	55,26	0,00	9,95	0,00	0,00	0,00	1,63	66,84	2,9	5,8	1044			0		0	0				540	450			2100,84
8	Вирівнювання площі	га	100	13	7,7	ДТ-75М	ШБ-2,5+ЗОР-07	1	0	57,1	1,8	12	0	1,35	0	16,55	0,00	2,98	0,00	0,00	0,00	0,49	20,02	7,3	7,3	1314			0		0	0				156	130			1620,02
9	розвантаження насіння	т	10	0	0	Вручну	-	0	1	3,0	3,3	0	23	0,00	1,2	0,00	24,00	4,32	0,00	0,00	0,00	0,71	29,03	0	0	0			0		0	0				0	0			29,03
10	Висипка з мішка	т	10	0	0	Вручну	-	0	1	10,0	1,0	0	7	0,00	1,2	0,00	7,20	1,30	0,00	0,00	0,00	0,21	8,71	0	0	0			0		0	0				0	0			8,71
11	Протруювання	т	10	0	0	-	Мобітокс	1	6	12,0	0,8	6	35	1,80	1,8	10,50	54,00	11,61	0,00	64,50	0,00	3,52	144,13	0	0	0	Раксил	0,4	4	1120	0	0			10	5	0			1279,13
12	навантаження насіння	т	10	0	0	Вручну	-	0	1	5,0	2,0	0	14	0,00	1,35	0,00	16,20	2,92	0,00	0,00	0,00	0,48	19,59	0	0	0			0		0	0				0	0			19,59
13	Вивіз насіння	т/км	100	0	0	ГАЗ-53А	-	0	0	0,0	0,0	0	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0			0		100	50				0	0			50,00
14	Заправка агрегату	т	10	0	0	Вручну	-	0	1	2,0	5,0	0	35	0,00	1,2	0,00	36,00	6,48	0,00	0,00	10,80	1,33	54,61	0	0	0			0		0	0				0	0			54,61
15	Сівба	га	100	34	11,6	Т-150	3 СЗ-3.6	1	3	34,0	2,9	21	62	1,55	1,35	31,91	71,47	18,61	31,34	0,00	0,00	3,83	157,16	4,8	4,8	864			0		0	0	100	10000		408	340			11769,16
16	Коткування	га	100	15	7,7	ДТ-75М	С-11 У, ЗКВГ-1,4 (3)	1	0	51,5	1,9	14	0	1,2	0	16,31	0,00	2,94	0,00	0,00	0,00	0,48	19,73	1,9	1,9	342			0		0	0				180	150			691,73
17	Скошування у валки	га	100	0	0	СК-5	ЖРБ-4.2	1	1	14,2	7,0	49	49	1,55	1,55	76,41	65,49	25,54	0,00	0,00	0,00	4,19	171,63	4,7	4,7	846			0		0	0				2000	1800			4817,63
18	Обмолот валків	га	100	0	0	СК-5	ПУН-5	1	1	6,5	15,4	108	108	1,8	1,8	193,85	166,15	64,80	0,00	0,00	0,00	10,62	435,42	11,7	11,7	2106			0		0	0				2500	2000			7041,42
19	Відвезення зерна на тік	т/км	3220	0	0	ГАЗ-53А	-	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0			0		3220	1610				0	0			1610,00
20	Відвезення соломи	га	100	66	4,2	ЮМЗ-6	2-ПТС-4	1	0	6,4	15,6	109	0	1,35	0	147,66	0,00	26,58	0,00	0,00	0,00	4,36	178,59	1,6	1,6	288			0		0	0				792	660			1918,59
21	Подача соломи	га	100	20	4,9	МТЗ-80	СНУ-0.5	1	0	25	4,0	28	0	1,55	0	43,40	0,00	7,81	0,00	0,00	0,00	1,28	52,49	1,2	1,2	216			0		0	0				240	200			708,49
22	Укладання в скирту	га	100	0	0	Вручну	-	0	1	10	10,0	0	70	0	1,35	0,00	81,00	14,58	0,00	0,00	0,00	2,39	97,97	0	0	0			0		0	0				0	0			97,97
	РАЗОМ	x	x	382	76	x	x	x	x	x	95,24	517,3	403,1	x	x	798,93	521,52	237,68	31,34	64,50	19,60	41,84	1715,41	x	57,30	10314,00	x	x	x	1120	3320	1660	100	10000	10	9089	7620	x	150	**41678,41**

Зведена по затратах, грн

Оплата праці, всього	1823,69	Засоби захисту	1120
в т.ч. оплата основна	1320,45	Автотранспорт	1660
- за шкідливість	84,10	Амортизація	9089
- доплата за класність 18%	237,68	Ремонти	7620
- доплата за продукцію	31,34	ПММ	10314,00
- відпускні (8,2%)	108,28	Обіди, МБП	150
Нарахування на оплату праці 2,5%	41,84	Електроенергія	10
Насіння	10000,00	Затрати на 1 га	928,56
Добрива	0,00	С.в. 1 ц осн. прод., грн	**27,99**
Страхування продукції	24069,5	С.в. 1 ц дод прод., грн	**0,42**
Орендна плата + зем податок	27000	**Разом затрат**	**92856,19**
		Вартість продукції грн/га	**4186**
		Затрати на 1 га	**928,56**
		Прибуток на 1 га грн.	**3257,44**
		Рентаб,%	**350,80**