

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

На правах рукопису

**ШЕВЕЛЬ ВІТАЛІЙ ІГОРОВИЧ**

УДК 633.171:631.51

**ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗЕРНА СОРТІВ ПРОСА  
ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ І ФОНІВ ЖИВЛЕННЯ  
В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ**

06.01.09 – рослинництво

Дисертація на здобуття наукового ступеня  
кандидата сільськогосподарських наук

Науковий керівник:  
доктор сільськогосподарських наук,  
професор

**ГАМАЮНОВА ВАЛЕНТИНА ВАСИЛІВНА**

ХЕРСОН – 2017

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>		4
<b>РОЗДІЛ 1. СТАН ВИВЧЕНОСТІ ПИТАНЬ ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>		9
1.1. Сорт як фактор інноваційного розвитку зернового виробництва		9
1.2. Строк сівби та його застосування у технології вирощування проса		18
1.3. Вплив фонів живлення на формування продуктивності рослин проса		24
	Висновки з розділу 1	30
<b>РОЗДІЛ 2. УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДУ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ</b>		31
2.1. Ґрунтово-кліматична характеристика зони досліджень		31
2.2. Метеорологічні умови в роки проведення досліджень		35
2.3. Методика проведення польових дослідів		39
	Висновки з розділу 2	47
<b>РОЗДІЛ 3. ДИНАМІКА ПРОДУКТИВНОЇ ВОЛОГИ, ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ ТА ФІТОСАНІТАРНИЙ СТАН У ПОСІВАХ ПРОСА</b>		48
3.1. Запаси ґрунтової вологи та водоспоживання посівів проса залежно від елементів агротехніки		48
3.2. Поживний режим ґрунту у посівах проса		58
3.3. Забур'яненість посівів проса		69
	Висновки з розділу 3	76
<b>РОЗДІЛ 4. ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ Й РОЗВИТКУ РОСЛИН ПРОСА ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ АГРОТЕХНІКИ...</b>		78
4.1. Фенологічні спостереження		78

4.2.	Повнота сходів та збереженість рослин до збирання .....	82
4.3.	Динаміка лінійного росту рослин.....	86
4.4.	Фотосинтетична діяльність посівів проса.....	90
	Висновки з розділу 4 .....	107
<b>РОЗДІЛ 5.</b>	<b>УРОЖАЙ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА СОРТІВ ПРОСА</b>	
	<b>ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ ТА ФОНІВ</b>	
	<b>МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ.....</b>	<b>109</b>
5.1.	Урожайність рослин проса та його структура.....	109
5.2.	Технологічні властивості зерна проса .....	125
	Висновки з розділу 5 .....	133
<b>РОЗДІЛ 6.</b>	<b>ЕКОНОМІЧНА Й ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ</b>	
	<b>ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ ПРОСА ЗА РІЗНИХ</b>	
	<b>СТРОКІВ СІВБИ ТА ФОНІВ ЖИВЛЕННЯ.....</b>	<b>135</b>
6.1.	Економічна ефективність вирощування проса... ..	135
6.2.	Енергетична ефективність вирощування проса .....	139
	Висновки з розділу 6 .....	143
	<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>144</b>
	<b>РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ .....</b>	<b>146</b>
	<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>147</b>
	<b>ДОДАТКИ .....</b>	<b>170</b>

## ВСТУП

Просо відноситься до числа важливих круп'яних культур. За смаковими якостями і харчовими властивостями воно займає одне з перших місць серед інших круп. Невелика норма висіву, більш пізні строки сівби і короткий період вегетації роблять просо незамінною страховою культурою. Особливістю цієї культури є висока посухостійкість, що досить важливо для посушливих районів Степової зони, де інші зернові сильно знижують свій урожай. Незважаючи на те, що просо має високий рівень потенційної продуктивності, через недосконалість елементів технології його вирощування, врожайні можливості цієї культури використовують досить обмежено. Нестійка і невисока врожайність проса пов'язана з невідповідністю окремих прийомів агротехніки сучасним вимогам через фінансовий стан господарств. Фінансування технологій вирощування проса здійснюється за залишковим принципом, після пшениці озимої, соняшнику, рентабельність яких є найвищою серед сільськогосподарських культур, вирощуваних у даній підзоні. Дефіцит коштів змушує господарства відмовитися від застосування необхідної кількості добрив, засобів захисту рослин, повного обсягу обробітку ґрунту та проведення інших обов'язкових агротехнічних прийомів. Це негативно позначається на технології вирощування проса, рівень якої далеко відстає від сучасних вимог.

**Актуальність теми.** 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 малоприсадибними для інших зон. Тому кожен регіон, де вирощують просо, повинен мати свій сортовий склад відповідно до ґрунтового-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 ґрунтового-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.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Наукові розробки, узагальнені в дисертаційній роботі, були складовою частиною тематичного плану Миколаївського національного аграрного університету, їх виконували за державними науково-технічними програмами: «Підвищення продуктивності агроландшафтів Південного та Сухого Степу» (державний реєстраційний номер 0105U001575) та «Розробка технологій вирощування сільськогосподарських культур у зв'язку зі зміною клімату» (державний реєстраційний номер 0113U001565).

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

- дослідити й оптимізувати поживний режим ґрунту при вирощуванні проса;
- встановити особливості водоспоживання культури залежно від факторів, взятих на вивчення, і метеорологічних умов вегетаційного періоду;
- дослідити вплив строків сівби й удобрення на ріст і розвиток рослин та

- забур'яненість посівів сортів проса ;
- визначити взаємозв'язок між строками сівби, дозами мінеральних добрив і продуктивністю сортів проса;
  - дослідити вплив сорту, строку сівби та удобрення на формування врожайності та якості зерна проса;
  - дати економічну й енергетичну оцінки ефективності удосконалених елементів технології вирощування сортів 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.

*Методи дослідження.* Для досягнення поставленої мети застосовували загальноновизнані методи досліджень: польовий – для визначення врожайності, біометричних обліків і вимірів, лабораторний – визначення водних властивостей ґрунту, вмісту основних елементів живлення у ньому, визначення структури врожаю; розрахунковий – оцінка економічної та енергетичної ефективності елементів технології вирощування проса, що досліджували; статистичний – проведення дисперсійного аналізу та статистичної оцінки результатів досліджень.

**Наукова новизна одержаних результатів.** *Уперше* для умов південного Степу України розроблені елементи технології вирощування проса, які забезпечують формування продуктивності культури на основі нових вітчизняних високопродуктивних сортів, адаптованих до посушливих умов, зменшення витрат за рахунок мінімізації хімічного навантаження із застосуванням розрахункової дози добрив та оптимального строку сівби. Дана технологія вирощування проса забезпечує урожайність зерна на рівні 3,8-5,3 т/га, скорочення витрат на 18-25 %.

*Удосконалено* технологічні прийоми вирощування проса у незрошуваних умовах шляхом оптимізації сорту, строку сівби та дози

мінеральних добрив. *Набули подальшого розвитку* наукові підходи до формування економічно доцільних технологічних прийомів вирощування проса та питання енергетичного обґрунтування ефективності його вирощування.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає у розробці й упровадженні у виробництво технології вирощування проса, яка забезпечує формування врожайності зерна на рівні 3,8-5,3 т/га за рахунок поєднання сорту, строку сівби та дози мінерального добрива у незрошуваних умовах південного Степу. Результати досліджень пройшли впровадження у 2010 та 2015 рр. у ТОВ «Деметра» Новобузького району, ПП «Дворецький Володимир Францович» Жовтневого району Миколаївської області на площі 110 та 15 га відповідно; у ТОВ НВА «Землеробець» Вітовського району Миколаївської області на площі 73 та 55 га по роках впровадження.

**Особистий внесок здобувача.** Автором, разом із науковим керівником, розроблено програму науково-дослідних робіт, визначено мету й завдання досліджень, а також методи й методику їх виконання. Автором особисто виконано польові й лабораторні дослідження, здійснено аналіз та узагальнення літературних джерел за темою дисертаційної роботи, проведено узагальнення експериментальних даних з формулюванням наукових положень, висновків і рекомендацій виробництву.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати досліджень щорічно доповідались на засіданнях вченої ради агрономічного факультету МНАУ, на третій регіональній науково-практичній агроекологічній конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Перлини степового краю» (м. Миколаїв, МДАУ, 26-28 жовтня, 2011 р.); щорічній науково-методичній конференції «Досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні: глобальний, національний та регіональний аспекти» (м. Миколаїв, 11-17 листопада, 2013 р.); Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Современные технологии в сельскохозяйственной науке и производстве» (м. Саратов, 24-25 березня, 2016 р.); V Міжнародній науково-практичній

конференції молодих вчених «Приоритетные направления развития современной науки молодых ученых аграриев» (с. Соленое Займище, 11-13 травня 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Научно-обоснованные системы сухого земледелия в современных условиях» (м. Волгоград, 17 травня 2016 р.), IV Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів «Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур» (с. Центральне, 21 квітня, 2016 р.), Науково-практичній конференції молодих учених «Інноваційні розробки молоді – сучасному землеробству» (м. Херсон, 29 квітня 2016 р.), Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Розвиток аграрної науки у ХХІ сторіччі» (Миколаїв, 1 червня 2016 р.).

**Публікації.** За темою дисертаційної роботи опубліковано 14 наукових праць, з них 8 – у фахових виданнях, 7 тез доповідей – у матеріалах конференцій.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертація викладена на 199 сторінках комп'ютерного набору і складається зі вступу, 6 розділів, висновків та рекомендацій виробництву. До роботи включено 23 таблиці, 24 рисунки, 32 додатки. Перелік літератури містить 217 найменувань, в тому числі 41 – латиницею.



# РОЗДІЛ 1

## СТАН ВИВЧЕНОСТІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

### ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 1.1. Сорт як фактор інноваційного розвитку зернового виробництва

Глобальні зміни клімату, які спостерігаються на нашій планеті і, зокрема, в Україні, вимагають якісно нових підходів до створення сортів сільськогосподарських культур. Суттєве збільшення амплітуди коливань таких погодних чинників, як температура, сума опадів та їх перерозподіл за сезонами й місяцями року, зумовлює необхідність створення генотипів, які мають мінімальну реакцію на різкі зміни умов навколишнього середовища [1, 2].

У наш час такій цінній круп'яній культурі як просо та розповсюдженню її сортів приділяється недостатня увага, хоча просо характеризується високою посухостійкістю, що є досить позитивним при поступових змінах клімату протягом останнього десятиріччя. А також ця культура забезпечує досить стабільні врожаї у степовій зоні, не залежно від погодних умов, наприклад, на відміну від гречки [3, 4].

За роки незалежності в Україні найбільше проса висівали в 2004 році – 376,50 тис. га; у 2000 році – 366,50 тис. га; у 1998 році – 266,30 тис. га; у 2003 році – 258,10 тис. га. Найменші його площі були у 2010 році – 85,30 тис. га та у 2013 році – 78,0 тис. га. Середні врожаї проса в останні роки становить від 11 до 14 ц/га, в Миколаївській області – 12-13 ц/га [3, 5].

У структурі світового виробництва зерна просо займає шосте місце після кукурудзи, рису, пшениці, ячменю, сорго. Це обумовлюється насамперед особливостями культури – найбільшим коефіцієнтом розмноження, високим біологічним потенціалом продуктивності навіть при строгому самозапиленні, посухостійкістю, солевитривалістю, стійкістю до хвороб, слабкою реакцією на строки сівби [6, 7].

Під посіви проса в світі відводять 31-36 млн га, з яких отримують 25-35 млн тонн зерна. Найпотужніший виробник цієї культури – Індія. Зокрема, у 2015 році валовий збір проса склав 10,9 млн тонн або 36,5 % від загальносвітового виробництва. Серед основних світових виробників проса слід назвати Нігерію (16,7 %), Нігер (10,0 %) і Китай (5,4 %), але ці країни разом виробляють дещо менше, ніж Індія. Найвищу урожайність проса отримали в Китаї – 22,5 ц/га, Ефіопії – 18,7 ц/га, Нігерії – 13,2 ц/га, Індії – 11,9 ц/га та Непалі – 11,1 ц/га [8, 9].

Збільшення урожайності та валових зборів зерна круп'яних культур, в тому числі проса, є актуальним завданням в усьому світі, де зростає загроза продовольчої кризи, вирішення якої може здійснюватися за рахунок якісних круп, експортером яких може бути Україна. В підвищенні виробництва зерна проса виключну роль повинно відіграти покращання сортового складу [10, 11, 12]. Відомо, що фактор сортових ознак є дуже визначним і одночасно самим дешевим та доступним засобом росту врожайності – йому належить велика роль і в вирішенні проблеми покращання якості товарного зерна та збільшення його кількості [13]. В однакових умовах вирощування без будь-яких додаткових витрат коштів і праці один сорт може перевищити за урожайністю інший на 20-30% [14, 15].

На даний час селекційною роботою з просом в Україні займаються 8 наукових і науково-виробничих установ. Зокрема, це Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН (м. Харків) та ННЦ «Інститут землеробства» НААН (м. Київ), Веселоподолянська селекційна дослідна станція Інституту біоенергетичних культур НААН. До недавнього часу селекцію цієї культури вели також Миронівський інститут пшениці ім. Ремесла і Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція ІЗЗ НААН [16, 17].

В реєстр сортів рослин України на 2016 рік внесено 24 сорти проса, з яких 100% становлять сорти вітчизняної селекції [18].

В минулому було створено чудові сорти проса, які відрізнялися крупнозерністю, високими технологічними та споживчими якостями,

посухостійкістю. Серед них Миронівське 51 (1978 р.), Миронівське 94 (1976 р.), Харківське 57 (1987 р.), Харківське 86 (1986 р.) Веселоподолянське 632 (1972 р.) та інші. Ці сорти й зараз займають великі площі у виробництві і використовуються в селекції в якості донорів господарсько-цінних ознак [19, 20, 21, 22, 23].

Найбільш розповсюдженим в Україні і зараз залишається сорт Миронівське 51 (автор В.С. Майданник). Його відрізняє високий потенціал врожаю та екологічна пластичність. Він розповсюджений у всіх ґрунтово-кліматичних зонах України. Про його високу врожайність свідчать дані сортовипробування у Миколаївській області. Так, максимальні його врожаї в період 1980-1985 рр. одержано на Новоодеській сортодільниці – 55 ц/га і Вознесенській сортодільниці – 67 ц/га [24, 25].

Серед сортів іноземної селекції популярним у зоні Степу був Старт, виведений в Інституті сільського господарства Південного Сходу Російської Федерації (автор В.І. Ільїн). Він відрізнявся високою скоростиглістю, посухостійкістю, крупним зерном і був внесений у список найбільш цінних сортів за технологічними та споживчими якостями. Потенціал його врожайності на Новоодеській сортодільниці Миколаївської області становив 50-60 ц/га [26, 27].

В останні роки українськими селекціонерами було створено більш продуктивні сорти нового технологічного рівня Денвікське, Лана, Олітан, Аскольдо, Поляно, Скадо, Полто. Ці сорти відрізняє висока посухостійкість та стійкість до ураження летючою сажкою, крупнозерність, потенціал продуктивності 5,0-6,0 т/га [5, 10, 28].

Основними методами створення вихідного матеріалу є гібридизація з цілеспрямованим підбором батьківських компонентів та хімічний мутагенез, при використанні яких можливо об'єднати в одному генотипі ознаки високої продуктивності рослин із такими важливими властивостями, як стійкість до вилягання, осипання, посухи, до збудників хвороб і шкідників, а також високі технологічні показники якості зерна і крупи [29,

30, 31, 32].

В Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН планова селекційна робота з просом ведеться уже майже 100 років. Вперше у нашій державі методом експериментального мутагенезу Константиновим Станіславом Івановичем із співавторами було створено сорт Харківське 57, районований в Україні і в Росії, віднесений до цінних сортів за якістю, рекомендований для вирощування за інтенсивними технологіями. Сорт до 2010 року був національним стандартом України і на теперішній час займає 10-15% посівних площ під цією культурою. Сорт характеризується високою потенційною врожайністю (4,0-4,5 т/га), стійкістю до вилягання та осипання зерна, високими технологічними показниками якості зерна та крупи [33, 34, 35].

Просо Харківське 31 відноситься до цінних сортів і відрізняється добрими технологічними показниками якості зерна і високими споживчими властивостями крупи. Сорт стійкий до ураження расами сажки першої групи (1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11) і до ураження меланозом [36, 37].

Заслуговує особливої уваги сорт Слобожанське, створений методом внутрішньовидової гібридизації. Сорт відрізняється високими технологічними показниками якості зерна та споживчими властивостями крупи: плівчастість зерна 16,4 - 17,4%, вихід крупи 80 - 82%, вміст білка 11,2 - 12,6%, та характеризується підвищеним вмістом каротиноїдів [38].

У 2007 році на державне сортовипробування передано високоврожайний сорт проса Козацьке, який рекомендовано для поширення по всіх зонах України з 2010 року, гарантована прибавка урожайності за три роки державного сортовипробування склала від 0,18 до 0,6 т/га [39].

Методом внутрішньовидової гібридизації за останні роки створено сорти проса Вітрило, Ювілейне, Королівське [40].

Так, середня врожайність проса в дослідках Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва за 2010-2012 р. склала 2,77 т/га. Максимальний рівень врожайності (4,08 т/га) сформував сорт Вітрило, що перевищило

врожайність сорту Харківське 57 на 0,34 т/га, а також сорту Константинівське – на 0,71 т/га, Ювілейне – на 0,57 т/га і Козацьке – на 0,46 т/га [41, 42].

На думку вчених В.В. Хангильдина та Н.А. Литвиненка [43], кращими є сорти з високим та середнім значенням ознак та найменшим варіюванням їх в різних умовах вирощування, тобто це сорти стабільні або гомеостатичні. Ю.П. Алтухов [44] вважає, що сорт із середньою, але стабільною врожайністю являє собою більшу економічну цінність, ніж сорт із потенційно високою врожайністю, але з великим коливанням урожайності.

Дослідження [16, 45] показали, що серед сортів проса найбільшу врожайність у середньому за роками (3,00 т/га), а також позитивний генотиповий ефект (0,27 т/га) забезпечував сорт Вітрило порівняно з сортами Харківське 57 і Константинівське, у яких даний показник був 0,07 та -0,34 т/га. Встановлено, що найменший розмах коливання врожайності (0,53 т/га) залежно від років досліджень відмічено у сорту Константинівське. Але при ранговому аналізі цінності сортів встановлено, що Вітрило поступається Константинівському за показниками якості зерна вмістом білка, крохмалю. А цінним за вмістом каротиноїдів за генетичним потенціалом був сорт стандарт Харківське 57.

Успішно ведеться селекція проса в ННЦ «Інститут землеробства» НААН: була створена серія нових високопродуктивних сортів, таких як Чабанівське, Заповітне та інші [46, 47].

Кількість сортів проса, що пропонується виробництву, постійно збільшується. Це забезпечує можливість їх вибору, а тому виникає потреба встановити конкретну морфо-фізіологічну реакцію на умови вирощування. Від цього залежать параметри технологічних елементів, а також ефективність використання факторів інтенсифікації, наприклад добрив. Тому для характеристики моделей сортів є доцільним дослідити не тільки розвиток елементів їх продуктивності, але й особливості фотосинтетичної діяльності,

індексу продуктивності, екологічну реакцію.

Формування і ведення національної колекції проса в Україні проводять дві наукові установи: Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН й Устимівська дослідна станція. На 1.01.2016 р. загальний обсяг колекції проса складав 7169 зразків. Генетичне різноманіття зразків національної колекції проса (тривалість вегетаційного періоду від 50 до 130 днів; маса 1000 зерен - від 4,0 до 12,0 г; плівчастість - від 3 до 24%) є основною передумовою для успішної селекції цієї культури. У НЦГРРУ створена ознакова колекція проса за показниками плівчастості, виходу крупи, крупності зерна, яскравості ядра, вмісту білка [48, 49].

Основою генетичних джерел в одержанні селекційного матеріалу з підвищеною врожайністю є оригінальні й районовані сорти Миронівське 51, Миронівське 94, Омріяне, ВП-16, Лана, Олітан, Золотисте, кращі гібридні форми, номери, лінії та зразки колекції. Перед селекціонерами стоять дуже складні задачі: в одному сорті необхідно сполучати багато, інколи суперечливих, ознак і властивостей [38, 41].

У створенні вихідного матеріалу з високими технологічними якостями при схрещуванні залучаються колекційні зразки, селекційні номери, сорти власної і селекції інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва (Харківське 31, Харківське 86) Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла (Миронівське 51, Миронівське 94), інституту землеробства (Омріяне), російської селекції (Саратовське 853) та ін., які характеризуються яскраво вираженими ознаками якості (вагомим зерном, жовтим пшоном, тонкоплівчастістю). Слід відмітити сорти Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва Слобожанське, Пригоже, які використовуються як материнські і батьківські форми при схрещуванні [38, 50].

Виділено тонкоплівчасті зразки з Росії та України: Тонкопленчатое 013 (місцевий сорт з Липецької області), Тонкоплівчасте 413 (сорт Інституту землеробства НААН) та інші, але в Реєстрі сортів рослин, рекомендованих до поширення в Україні таких сортів немає [51, 52].

Незважаючи на значні успіхи вітчизняних селекціонерів у створенні сортів проса посівного, вони не отримали належного поширення на півдні України з ряду причин, які гарантували б формування найвищого рівня показників посівних якостей та врожайних властивостей їхнього насіння [53, 54].

Необхідність селекції проса в зоні Південно-Західного селекційного центру викликана тим, що районовані сорти не задовольняли вимогам сільськогосподарського виробництва степу України. Вони мали недостатньо крупне зерно з високою плівчастістю й низьким виходом пшона, уражувалися летючою сажкою. Крім того, були відсутні сорти для використання в післяжнивних посівах при зрошенні [55].

Селекційна робота з просом в зоні Південно-Західного селекційного центру розпочата у 1980 році на Миколаївській державній обласній сільськогосподарській дослідній станції [56]. У зв'язку із цим, до цього часу у степовій зоні України одержали поширення сорти, створені іншими селекційними установами: Миронівське 51, Старт і Веселоподолянское 632.

Селекційна робота з просом в зоні Степу проводилася з метою створення сортів круп'яного й кормового напрямків; поряд з високою продуктивністю й стійкістю до полягання, опадання зерна й хворобам нові сорти повинні були мати високу посухостійкість і відмінні технологічні та харчові якості [57].

Основні параметри моделі нових сортів проса з урахуванням цих завдань, згідно довгострокової Програми розвитку селекційних робіт на періоди до 2005 року в зоні Південно-Західного селекційного центру наведені в таблиці 1.

Виведення нового сорту здійснювалося на основі кооперування робіт і широкого використання селекційного матеріалу Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН та Всеросійського Інституту зернобобових та круп'яних культур.

Таблиця 1

Параметри моделей сортів проса, призначених для вирощування на високому агрофоні в степовій зоні України

Господарські й біологічні ознаки рослин сорту	Показники районованих сортів	Рівень розвитку ознак :	
		1990-2000 рр.	2005-2015 рр.
1. Урожай зерна, т/га			
	3,0-3,5	3,6-4,2	4,5-5,5
2. Структура урожаю			
Волотей на м <sup>2</sup>	140-160	150-170	170-190
Маса зерна з волоті, г	2,0-2,3	2,3-5,5	2,5-2,8
Зерен у волоті, шт.	280-320	320-340	340-370
Маса 1000 насінин, г	7,0-7,2	7,2-7,4	7,4-7,6
3. Біологічні особливості			
Вегетаційний період, днів	70-60	75-85	80-90
Висота рослин, см	95-100	100-110	100-110
Стійкість до вилягання	Середня	Висока	Висока
Стійкість до осипання зерна	Середня	Висока	Висока
Стійкість до летючої сажки	Середня	Висока	Висока
Посуhostійкість	Середня	Вище середньої	Висока
4. Якість урожаю			
Вміст білка в зерні, %	11,0-12,5	11,0-12,5	12,0-13,0
Плівчастість, %	19-21	16-18	14-16
Вихід крупи, %	76-78	78-80	80-82
Смакові якості	Добрі	Відмінні	Відмінні

У результаті цієї роботи Миколаївською державною сільськогосподарською дослідною станцією ІЗЗ НААН (В.П. Шкумат) разом з НВА «Землеробець» (І.В. Шевель, В.І. Шевель,) шляхом складної гібридизації створено перший сорт проса універсального призначення



Таврійське.

За результатами Державного сортовипробування (2002-2005 рр.) сорт внесено до Реєстру сортів рослин України на 2006 рік (№ держреєстрації 04006002) і рекомендовано для вирощування в якості сорту зернового напрямку в степовій зоні України.

Сорт відноситься до універсального типу як по відношенню до технологій вирощування, так і напрямом господарського використання. Його можна вирощувати на харчові (пшоно), кормові (зерно, зелена маса, сіно) цілі. В умовах Степу України урожайність на 10-15 % перевищує стандарти. Потенціал урожайності зерна, визначений в державному сортовипробуванні, становить 6 т/га. Урожайність в умовах виробництва – 3,0-3,5 т/га. Урожайність зеленої маси – 17-19 т/га, загальний вихід кормових одиниць – 6-8 т/га [59].

У СПК «Колос» Дніпропетровської області врожайність даного сорту склала 3,64 т/га (2008 р.) і 4,45 т/га (2009 р.) У ТОВ «Лушковець С.Ю.» Херсонської області в умовах 2007 року на зрошенні цей показник досяг 10,2 т/га. У 2009 р. на землях ТОВ «Зайда» Сумської області зафіксована врожайність сорту Таврійське в розмірі 5,2 т/га.

І надалі перед селекціонерами постає питання зі створення селекційних матеріалів проса різнопланового використання. Так, серед сортів, які знаходяться в Реєстрі для поширення в Україні, відсутні сорти, які містять високоякісний крохмаль, що є необхідним компонентом для харчової, фармацевтичної та технічної галузі [49, 60].

Особливу цінність мають сорти з низькою плівчастістю, які легко шеретуються і також відсутні в Реєстрі сортів рослин України. Високі показники якості зерна та продуктів його переробки, зеленої маси, сіна, соломи проса дає можливість сповна використовувати його потенціал на кормові цілі для покращення стану тваринництва у країні. Тому є потреба зі створення та впровадження у виробництво нових технологічних сортів проса кормового напрямку використання [41, 45, 61].

Актуальним завданням є створення сортів проса з поліпшеною якістю крохмалю, низькою плівчастістю, високим виходом крупи, склоподібністю, підвищеним вмістом каротиноїдів, що забезпечує яскраво-жовтий колір крупи, високий вміст білка – важливі технологічні та якісні показники зерна для використання його у різних галузях вітчизняного виробництва [39, 62].

Вирощування сортів проса з різними якісними і технологічними властивостями зерна і крупи надасть можливість забезпечення промисловості високоякісними харчовими, фармацевтичними, кормовими та технічними продуктами природного походження.

## **1.2. Строк сівби та його застосування у технології вирощування проса**

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 [63, 64, 65, 66].

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 [67, 68].

Рослини проса ощадливо витрачають воду. За даними К.А. Савицького [69], 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. [70].

Дослідами І.Н. Єлагіна [71] встановлено, що за температури 38-40°C через якийсь час настає параліч продихів, вони широко розкриваються й уже не можуть регулювати випаровування – настає 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 [72, 73].

О.І. Рудник-Іващенко [73] 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 приходить 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 [28, 54, 56].

За свідченнями авторів [75-80], при посіві насіння у добре прогрітій 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 [81, 82].

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 [12, 21, 75].

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 [56, 83, 84].

Дослідники О.І. Рудник-Іващенко та Л.В. Григоращенко зазначають, 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 [85].

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 кушіння й від кушіння до викидання волоті ріст рослин й утворення вторинних корінців припиняються. У сильно посушливі роки знижуються крупність і натура зерна й збільшується його плівчастість [86, 87].

Експериментальними дослідженнями [88-92] 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 [93, 94], оптимальний строк сівби проса настає тоді, коли ґрунт на глибині 8-10 см прогріється до 10-15° 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. Н.О. Костікова та ін. [95, 96], на основі вивчених даних прийшла до висновку, що кращим строком посіву проса в Орловській області Росії є третя декада травня (за відсутності пізньовесняного похолодання). Деяко 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 [97] зазначає, що якщо за травневих строків сівби була отримана найбільша маса зерна з 1 м<sup>2</sup> 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. Vacci та ін. [98] 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.

Р.М. Кадиров, навпаки, вважає, що строки сівби проса в умовах Білорусі 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 [99].

На думку інших авторів [7, 8, 12] 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 [16, 53, 87].

Б.М. Князев, М.Н. Сокуров [100] отримали 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.

Також автори зазначають, що за вирощування проса в умовах степової

зони Кабардино-Балкарії РФ найбільш високий 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 [101].

За вирощування проса Уральское 109 у 2007-2009 рр. на темно-каштанових ґрунтах сухостепної зони Приуралля розходження у врожайності (0,2-0,3 ц/га) між термінами посіву знаходилися у межах найменшої істотної різниці в досліді [102].

Т.А. Бочарова [103] відмічає, що для степових умов Алтайського краю оптимальним строком сівби є термін з 20 травня по 10 червня – тоді урожайність зерна досягає максимуму.

На думку І.В. Яшовського [19], 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 [104].

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 влітом просяного комарику [105].

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 мінімізувати можливі втрати врожаю.

### **1.3. Вплив фонів живлення на формування продуктивності рослин проса**

Нарощування продуктивності проса залежить від багатьох чинників. Пов'язано це з тим, що останніми роками в землеробській галузі відбулися певні кардинальні зміни кліматичних умов, родючості ґрунтів, у зв'язку з несистематичним і недостатнім за кількістю внесенням органічних і мінеральних добрив, порушенням чергування культур у сівозмінах, способів обробітку ґрунту тощо [2, 16, 42].

Через недосконалість зазначених чинників важливого значення набуває система живлення проса. Згідно з узагальненими даними багатьох дослідників, на долю добрив у можливому прирості врожайності припадає біля 50 %, а за оптимізації водного режиму – 75 % [106, 107, 108, 109].

Головним фактором оптимізації фону живлення проса є добрива. Підвищення врожаю сільськогосподарських культур від внесення добрив в чорноземній зоні становить 40-50 % [110, 111]. Надходження поживних речовин в рослини в онтогенезі і використання їх поряд з продуктами



фотосинтезу в процесах обміну речовин визначає умови формування врожаю сільськогосподарських культур і його якість [112-115].

Просо є дуже вимогливим до родючості поля. Для його нормального розвитку необхідна достатня кількість доступних елементів живлення в ґрунті. За даними деяких дослідників [116, 117], для утворення 1 ц зерна й 2 ц соломи рослинами проса засвоюється приблизно 3 кг азоту, 1,5 - фосфору, 2,5 - калію і 1 кг кальцію. Для утворення 1 кг повітряно-сухої маси просу потрібно близько 30 кг зольних елементів й азоту, тоді як для пшениці потрібно 23 кг. Тому отримання високих урожаїв зерна просо потребує внесення високих доз органічних та мінеральних добрив [19, 71, 80].

За виносом поживних речовин з ґрунту просо стоїть на першому місці серед зернових колосових, поступаючись лише пшениці за кількістю засвоюваного азоту. У перший період життя (до куціння) просо споживає найбільше азоту, а потім, у зменшеному порядку - калію, кальцію й фосфорної кислоти [118, 119].

А.В. Соловьев [120] повідомляє, що винос N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> і K<sub>2</sub>O за вирощування проса на чорноземах південних Волгоградської області РФ практично не залежить ні від сорту, ні від термінів посіву і складає відповідно на 1 ц зерна 3,0-3,1; 1,5-1,6 і 3,4-3,5 кг.

За інтенсивної технології вирощування проса система застосування добрив повинна передбачати, насамперед, повну забезпеченість культури основними елементами мінерального живлення для отримання запланованого врожаю, а також створення оптимальних умов для найбільш ефективного використання поживних речовин із ґрунту і добрив [120, 121, 122].

Недостатнє і несвоєчасне надходження якогось із елементів живлення призводить до порушення процесів росту і розвитку рослин, різко знижує урожай і його якість. Під їх впливом може помітно змінюватися загальний вміст білку і олії в насінні [71, 90, 123].

Автори [124] повідомляють, що для формування кращої продуктивності рослин проса відразу ж після збирання попередника необхідно проводити обробіток ґрунту на глибину 10-12 см, одночасно з яким вносити мінеральні добрива дозою  $N_{60-90}P_{60-90}$ .

Індивідуальна продуктивність рослин проса визначається розмірами волоті, її озерненості і масою зерна в ній. За даними А.А. Корнілова [76, 125], утворення високих рослин з великими добре озерненими волотями і ваговим зерном – це вирішальна умова отримання високого врожаю проса.

Дослідники [126, 127, 128] вказують, що оптимізація фосфорного і калійного живлення сприяє поліпшенню фітометричних показників в структурі рослин, як основи продукційного процесу, і, в кінцевому рахунку, врожаю.

Фосфорні і калійні добрива вносять восени під оранку до обробітку ґрунту плоскорізами, азотні в повній розрахунковій нормі – під передпосівну культивуацію [14, 69, 84].

Багато науковців вважають, що у рядки з насінням під час сівби необхідно внести гранульовані фосфорні добрива в дозі 10-15 кг д.р./га. Просо – одна з найбільш відзивних культур на цей спосіб внесення добрив [129-134].

Від застосування рядкового добрива урожай проса стійко підвищується на 2-2,6 ц/га, кожен кілограм фосфору оплачується 16-19 кг додаткового зерна. Внесення частини азотних добрив у вигляді підживлення найдоцільніше на широкорядних посівах – у дозі 15-20 кг (д.р.) за першого міжрядного обробітку ґрунту [135, 136].

Азотне та фосфорне живлення мають тісний зв'язок [28, 35, 66]. Фосфорні добрива не ефективні, якщо азот знаходиться в мінімумі, в той же час і засвоюваність азоту підвищується в присутності фосфору [79, 98]. За узагальненими даними географічної мережі польових дослідів з добривами [106] на ґрунтах з підвищеним та високим вмістом обмінного калію ефективно вносити тільки азот і фосфор в дозі  $N_{30-40}P_{30-40}$  залежно від

попередника.

Індійські дослідники вважають, що максимальна доза азотних добрив при вирощуванні проса на зерно не повинна перевищувати 90 кг д.р./га [137, 138].

Використання азоту для пізніх позакоренових підживлень у фазі наливу зерна має сенс лише для підвищення білковості зерна. Вносять їх в дозі 5-10 кг д.р./га. у фазі наливу зерна, поєднуючи з обробітком рослин пестицидами [17, 62, 138, 139].

Азотні добрива, що вносять в основне удобрення, використовуються переважно на формування вегетативної маси. Інтенсивне поглинання азоту в першій половині вегетації пов'язане з ростом надземної маси і кореневої системи [140, 141].

Р.Є. Грищенко та ін. [142] дійшли до висновку, що довжина і кількість гілочок у волоті, маса 1000 зерен, озерненість і загалом індивідуальна продуктивність рослин проса на сірих лісових ґрунтах залежать від різних рівнів саме фосфорного і калійного живлення. З досліджуваних доз і видів мінеральних добрив на ці показники більше впливали калійні добрива в дозі 60 кг/га д.р.

У сорту проса Чабанівське доза  $K_{60}$  на фоні  $N_{60}$  сформувала добре розгалужену (15,5 і 79,0 шт. гілочок I і II порядку), з досить великою кількістю зерен (987 шт.) і їх масою (7,4 г) і на 2,2% збільшену масу 1000 зернин, яка склала 7,4 г, проти фону  $N_{60}$  (5,9 г). Відповідна тенденція також спостерігалася у сорту Омріяне на цьому варіанті добрива. Елементи структури волоті зросли на 8-22% порівняно з фоном  $N_{60}$  [143].

За вирощування проса у ННЦ «Інститут землеробства НААН» повні мінеральні добрива  $N_{60}P_{30}K_{60}$  і  $N_{60}P_{30}K_{90}$  сформували індивідуальну продуктивність 7,3 г, що в середньому на 15% вище фону  $N_{60}$  [60, 144].

А.В. Беленіхіна [16, 146] повідомляє, що в умовах східного Лісостепу внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  на фоні післядії 30 т/га гною сприяє збільшенню врожаю зерна проса в середньому по сортах на 0,59-0,70

т/га відносно неудобреного контролю.

За даними дослідів Інституту зернового господарства і Одеського сільськогосподарського інституту під просо на чорноземах південних пропонується вносити під оранку  $N_{45-60} P_{45-60}$  [147, 148].

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 попередника та сорту [74, 149, 150].

Н.С. Беспалова, М.А. Жабин [151] вказують, що найбільші витрати за вирощування проса в умовах Орловської області РФ приходилися на мінеральні добрива, складаючи майже 70 % від загальної вартості витрат. Для зниження собівартості зерна проса вони пропонують більш ефективно використовувати мінеральні добрива, сполучаючи зі зниженням дози внесення (наприклад, внесення в рядки при посіві замість фонового внесення).

Одним з ефективних шляхів поліпшення водного і поживного режимів, а, отже, і підвищення продуктивності проса є застосування розрахункових доз мінеральних добрив на запланований врожай зерна [152, 153].

З розрахункових методів, яких на сьогодні близько 50, найпоширенішим є метод елементарного балансу, згідно з яким кількість рухомих форм поживних речовин у ґрунті і внесених з добривами повинно рівнятися виносу їх запланованим урожаєм [154].

Диференційоване внесення добрив, яке ґрунтується на результатах ґрунтово-рослинної діагностики та узгоджується з фізіологічними потребами рослин, забезпечує економію близько 30% кількості мінеральних добрив і, відповідно, підвищує їхню окупність, забезпечує поліпшення якості одержаної сировини та підвищення рентабельності вирощування культури [155, 156].

Згідно даних Н.С. Кулика [157], норми мінеральних добрив потрібно визначати з врахуванням вмісту рухомих форм елементів живлення в ґрунті. При внесенні добрив між азотом, фосфором і калієм повинне бути визначене співвідношення, в якому б фосфор і калій переважали над азотом.

Городній М.Г. і інші вчені [158, 159, 160] вказували на те, що при встановленні норм і співвідношень окремих елементів живлення, передусім, необхідно визначити потребу ґрунту в добривах і його властивості.

Так, в умовах лісостепу Середнього Поволжя найбільша врожайність сорту Саратовське 6 та сорту Крестьянка відзначалася при внесенні розрахункової дози добрив на запланований урожай 3,5 т/га і становила в середньому 3,04 та 3,27 т/га [161, 162].

Дослідження сортів проса Харківське 57, Константинівське, Вітрило проводили в паро-зерно-просапній сівозміні лабораторії рослинництва і сортовивчення Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН в 2008-2012 роках. В середньому по роках і фонах живлення сорти Харківське 57 і Вітрило мали однаковий рівень урожайності – 2,90 т/га, але сорт Харківське 57 формував вищий урожай зерна на сівозмінному фоні, без внесення добрив, а сорт Вітрило відрізнявся більш високими прибавками урожайності при внесенні добрив [39, 42].

Це вказує на те, що на сьогодні технологія вирощування будь-якої культури може бути лише сортовою, оскільки в кінцевому результаті саме через сорт і специфіку його агротехніки реалізується у готову продукцію досягнення сучасного землеробства. Сорт повинен мати сприятливу норму реакції на нерегульовані фактори середовища і регульовані елементи агротехніки (попередник, види і норми добрив, способи посіву, обробіток ґрунту).

Тільки взаємоорієнтовані сполучення цих основоположних елементів будь-якої технології можуть забезпечити подальше стабільне зростання урожайності та якості продукції.

## Висновки з розділу 1

1. У сучасних умовах сорт і гібрид виступають самостійними факторами інтенсифікації землеробства. Сортовий склад проса за останні роки розширився, що дає можливість широкого вибору для впровадження їх у виробництво. Для богарних умов південного Степу України, що характеризується посушливістю клімату, необхідні сорти проса, що володіють високими адаптивними властивостями до місцевих умов

2. Особливість розробки сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур полягає в тому, що вони все більше орієнтуються на конкретні сорти, і це є логічним завершенням селекційного процесу. Необхідність запровадження сортової агротехніки витікає з того, що зараз немає сортів проса, які б задовольняли абсолютно всі вимоги виробництва. Тому в кожному регіоні повинні розповсюджуватися сорти різних типів: за реакцією на умови вирощування і фактори інтенсифікації, напрямками використання продукції, скоростиглості, тощо. Це вимагає розробки і вдосконалення технологічних прийомів вирощування по кожному сорту з метою більш ефективного використання ґрунтово-кліматичних і агрономічних ресурсів. Так, для отримання високих стійких урожаїв зерна проса істотне значення має визначення оптимального строку сівби при його вирощуванні з урахуванням біологічних особливостей окремих сортів.

3. Результати досліджень різних науковців мають досить суперечливий характер щодо ефективності тих чи інших доз внесення мінеральних добрив під просо, що зумовлює необхідність проведення більш детальних досліджень, враховуючих вміст елементів мінерального живлення в ґрунті, коефіцієнта їх використання з добрив та запланованого рівня врожайності. Особливий інтерес має вивчення розрахункової норми мінерального удобрення в умовах Степу України для нових сортів проса.

Тому питання, які поставлені нами для вивчення є не з'ясованими і набувають як наукового, так і практичного значення.

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДУ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Ґрунтово-кліматична характеристика зони досліджень

Полеві досліді виконувалися протягом 2008-2010 рр. на землях НВА «Землеробець», розташованому у Вітовському районі Миколаївської області. Землекористування її відноситься до Південного Степу України, до якої входять Миколаївська, Одеська, Запорізька, Дніпропетровська (південні частини) Херсонська області та степові райони Криму. Клімат зони континентальний, дуже теплий та посушливий, з нестійким сніговим покривом взимку. Характерною особливістю зони є недостатня кількість атмосферних опадів, їх неоднорідність за ефективністю та нерівномірність розподілу впродовж вегетаційного періоду, значна кількість суховійних днів, котрі супроводжуються відносно вологістю повітря, нижчою за 50% і вітром швидкості 10-12 м/с і більше.

За даними Миколаївської обласної гідрометеослужби, Миколаївська область розташована в зоні ризикованого сухостепового землеробства, особливо південний агрокліматичний район, який за географічним районуванням належить до напівпустельного типу.

Клімат – континентальний, характеризується різкими та частими коливаннями річних і місячних температур повітря, великими запасами тепла та посушливістю.

Середньорічна температура повітря складає 8-10 °С, найтеплішого місяця – липня – плюс 21-23 °С, а найхолоднішого – січня – мінус 3-5 °С. Суми позитивних температур вище 10 °С досягають 3200-3400 °С. Середня багаторічна тривалість безморозного періоду в повітрі – 195-205 днів. Весняні приморозки в середньому припиняються в першій декаді квітня, а найбільш пізні – на початку травня. Вегетаційний період починається в середньому з 20-31 березня, а закінчується 20-25 листопада. Тривалість

вегетаційного періоду складає 230-240 днів, із коливаннями в окремі роки від 200 до 300 днів. У цілому, тривалість вегетаційного періоду та достатня кількість тепла забезпечують повне досягання зерна проса, необхідна сума активних температур для якого знаходиться в межах 1410-1950° С, а число днів від сівби до повної стиглості 80-110 [162].

Середня багаторічна кількість опадів в південному агрокліматичному районі за рік складає 360-400 мм. Основну роль в накопиченні вологи в ґрунті відіграють осінньо-зимові опади, коли волога менше використовується рослинами та мало випаровується внаслідок невисоких температур повітря. Опади розподіляються протягом року нерівномірно, найбільш дощовим місяцем є липень, найбільш сухим – березень.

В регіоні спостерігається від'ємний водний баланс внаслідок високого випаровування [162, 163]. У зв'язку із дефіцитом вологи практичне значення має встановлення в польових умовах критичного мінімуму вологозабезпеченості, вище якого ґрунтової посухи не буває. За даними О.І. Рудник-Іващенко [73], 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. Неприятливі умови для цієї культури пов'язані з сумою опадів менше 90 мм і температурою повітря вище 22 °С. З цього випливає, що вологозабезпеченість – головний лімітуючий фактор, що знижує врожайність проса в умовах Південного Степу України.

Автор [73] також зазначає, що найбільш сприятливими за погодними умовами для отримання стійкої урожайності проса є південні регіони. Тут за середньої температури 17 °С вегетації, яка спостерігається в 70-90 % років, суми опадів 180 мм - у 60-80 % років урожайність 2 т/га забезпечена у 80-90 % за роками.

Відносна вологість повітря в середньому за рік дорівнює 60-70 %, в літні місяці – 40-60 %. Щорічно спостерігаються слабкі, середні та інтенсивні суховії, а дуже інтенсивні – приблизно в 4 роках з 10. Інтенсивність суховіїв



в окремі роки настільки велика, що в період генеративного розвитку зернових культур вони протягом 1-2 діб наносять непоправну шкоду врожаю.

Для спільної оцінки умов тепло- та вологозабезпеченості використовують гідротермічний коефіцієнт (ГТК), що характеризує відношення суми опадів до суми активних температур, зменшеної у 10 разів, за визначений проміжок часу. Середнє значення показника ГТК на півдні України за період активної вегетації знаходиться в межах 0,6-0,7 і вказує на перевищення випаровування над сумою опадів, що надходять з атмосфери [164].

Зимові місяці відзначаються малосніжністю (глибина снігового покриву майже ніколи не перевищує 8-10 см) і середньодобовою температурою на рівні  $+5^{\circ}\text{C}$  з найбільш холодним місяцем січнем (відповідно  $-3,1^{\circ}\text{C}$  по м. Миколаїв). Глибина промерзання ґрунту не буває більшою за 30-45 см. Дуже часто спостерігаються зимові відлиги з добовими перепадами температури  $8-16^{\circ}\text{C}$ .

Весна коротка з інтенсивним нарощуванням середньодобових температур. Метеорологічні умови березня здебільшого холодна й суха (до 20 мм опадів). Починаючи з квітня, середньодобова температура підвищується і досягає  $+9,3^{\circ}\text{C}$  (з максимумом  $+29^{\circ}\text{C}$ ). У травні вона становить  $+16,2^{\circ}\text{C}$  (відповідно  $+34^{\circ}\text{C}$ ). Найбільш вологим є травень – до 50 мм опадів за середнього значення 37 мм. Останні весняні приморозки фіксуються, як правило, у другій декаді квітня, однак в окремі роки нетривале 1-2-денне зниження температури у ранкові години до  $-3...-6^{\circ}\text{C}$  спостерігається у першій декаді травня. У квітні і травні по м. Миколаєву фіксується 7-10 суховійних днів.

Літо тепле з середньомісячною температурою липня  $+23^{\circ}\text{C}$  з максимумом  $+39...+41^{\circ}\text{C}$ . Така температура в поєднанні з низькою відносною вологістю повітря та значною швидкістю вітру пригнічує культурні рослини навіть за умови достатнього забезпечення ґрунтовою

вологою. Таке явище суховію дуже характерне для степової зони та спостерігається майже щорічно протягом 4-12 днів. За таких обставин цвітіння, запилення і формування зерна у рослин проса відбувається вкрай незадовільно і, як наслідок, спостерігається різноякісність насінин у межах однієї волоті і об'єктивні втрати врожаю. На літній період припадає до 40% загальної кількості опадів, проте коефіцієнт їх використання рослинами невеликий через високу інтенсивність (нерідко зливового характеру) і недостатню водопроникність ґрунту, а висока температура повітря в цей час сприяє непродуктивним втратам вологи за рахунок випаровування з поверхні ґрунту.

Осінь суха і тепла. Середньодобова температура першої декади вересня  $+18,7$  °С, другої  $+16,8$  °С, а перехід її через позначку  $+15$  °С відбувається наприкінці третьої декади. Загальна кількість опадів за вересень майже ніколи не перевищує 27-30 мм. Дата настання перших осінніх приморозків фіксується у середньому на початку другої декади жовтня, хоча в поодинокі роки зниження температури до  $-1...-3$  °С відмічається наприкінці вересня.

За даними Українського Гідрометеоцентру потепління клімату в зоні Степу простежується ще з кінця 80-х років ХХ століття. Середньорічна температура повітря з 1991 по 2007 рр. у цій зоні підвищилася на  $0,3$  °С [1].

Поверхня дослідної ділянки рівнинна із слаборозвинутим мікрорельєфом, з ухилом  $0-1^\circ$  південної експозиції. Ґрунтоутворюючою породою є лесовидні суглинки бурувато-палевого кольору, тонкопористі, ущільнені, насичені карбонатами кальцію. Ґрунтові води залягають на глибині більше трьох метрів.

Дослідна ділянка представлена чорноземом південним малогумусним залишково-слабосолонцюватим важкосуглинковим на лесах, що розташований на широкому водороздільному плато. Глибина гумусового шару 30 см, перехідного – 60 см. Уміст гумусу в шарі 0-35 см коливається в межах 1,7-2,4 %; на глибині 0,5 м він складає лише 1,1 %. Реакція ґрунтового

розчину близька до нейтральної (рН 6,5-6,8), гідролітична кислотність в межах 2,00-2,52 мг екв. на 100 г ґрунту. Сума увібраних основ складає 32-35 мг екв. на 100 г ґрунту, ступінь насичення основами – 95,7 %. Чорноземи південні мають оптимальну для рослин рівноважну щільність складання (1,12-1,30 г/см<sup>3</sup>) та пористість (56,5%). Сприятливе співвідношення капілярної та некапілярної пористості 3:1 забезпечує добру повітро- та водопроникність. За гранулометричним складом ґрунт відноситься до важкосуглинкових із умістом 53,3% пилу, 35,7% мулу та 11,0% піску. Ці ґрунти мають водонестійку грудкувато-зернисту структуру, тому запливають під час зволоження, а під час підсихання на поверхні утворюється кірка. Наявність гумусу в орному шарі ґрунту – 3,5 % (за Тюрінім), нітратного азоту – 4,0-4,5 (за Тюрінім-Кононовою), рухомого фосфору – 142-154 (за Чириковим), обмінного калію – 160-187 мг на 1 кг ґрунту (за Чириковим). За вмістом рухомих елементів ґрунт дослідної ділянки характеризується низьким вмістом азоту, середнім вмістом фосфору і високим вмістом калію. Така характеристика є типовою для чорноземів південних. Так, за оцінкою М.С. Долинського [164], ґрунти даного регіону краще всього забезпечені калієм, достатньо фосфором і задовільно – азотом. В цілому, ґрунт експериментальної ділянки придатний для вирощування проса. Ряд авторів [163, 165] вважає, що чорноземи є кращими ґрунтами для вирощування зернових культур. Завдяки своїм фізико-хімічним властивостям та високому вмісту фосфору й калію речовин за наявності вологи в ґрунті чорноземи спроможні забезпечити високий врожай зерна. Для покращення умов живлення з метою одержання максимально можливого врожаю необхідно вносити додаткову кількість елементів живлення, особливо азоту.

## **2.2. Метеорологічні умови в роки проведення досліджень**

Для характеристики метеорологічних умов вегетаційного періоду проса за роки проведення досліджень були використані дані метеорологічного посту

Миколаївської державної сільськогосподарської станції ІЗЗ НААН, розташованої на відстані 5 км від дослідного поля.

**2008 рік.** Метеорологічні умови протягом вегетації 2008 року можна оцінити як мало сприятливі для рослин проса, за вегетаційний період якого у середньому випало 118,4 мм опадів, або 60 %, від середньої багаторічної норми. У другій декаді квітня відбувся перехід середньодобових температур через 10 °, сівбу сортів проса провели згідно схеми дослідження – у I, II та III декади травня. Через те, що квітень та перша декада травня були дощовими, вологозабезпеченість ґрунту була достатньою для проростання насіння, сходи проса з'явилися на 15-20 день після сівби. Інтенсивні дощі, що пройшли у травні, на фоні підвищених температур сприяли подальшому активному розвитку культури (рис. 2.1).

Агрометеорологічні умови для росту та розвитку проса у червні були малосприятливими внаслідок деякого дефіциту ефективних опадів. В першій та другій декадах вологозабезпечення було в основному задовільне, а в третій декаді червня поля були охоплені ґрунтовою засухою. У цей момент рослини якраз перебували у фазі викидання волоті, що є критичною для проса.

У першій декаді липня пройшли інтенсивні дощі, опади носили зливовий характер, і на фоні високих температур нагромаджені запаси вологи швидко витрачалися. У подальшому високий температурний режим (в окремі дні температура повітря підвищувалася до 39°C) та відсутність ефективних опадів помітно прискорив досягання проса. Збиральна стиглість культури настала в кінці другої декади липня, тобто на два тижні раніше звичайних термінів.

**2009 рік.** За метеорологічними умовами 2009 рік був посушливим, за вегетаційний період проса випало 158,4 мм опадів або 80 %, від середньої багаторічної норми. Протягом квітня спостерігалася суха прохолодна погода, ефективних опадів не спостерігалось.

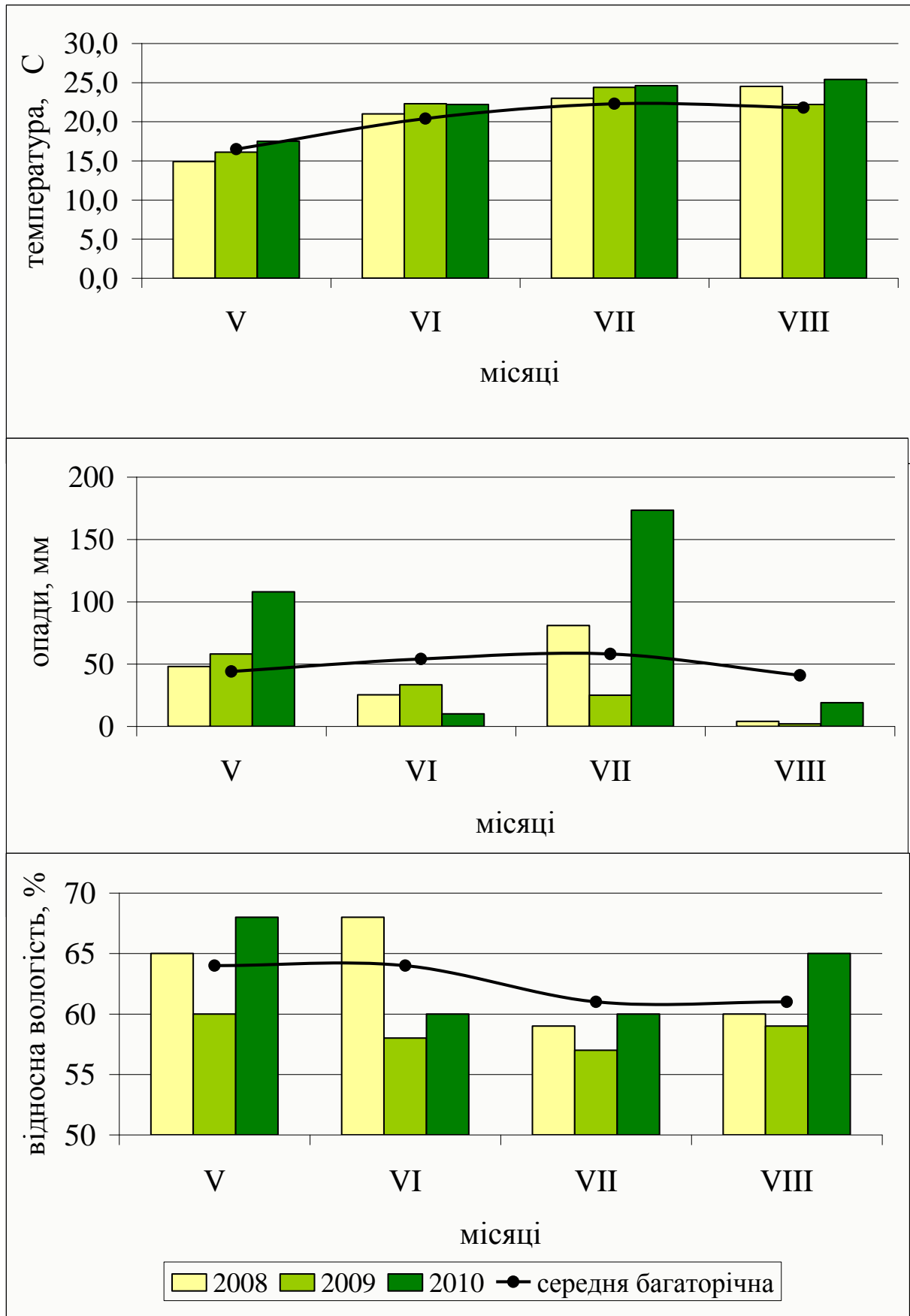


Рис 2.1. Метеорологічні показники за вегетаційний період проса в роки проведення досліджень

У травні погодні умови покращились – спостерігались невеликі та помірні дощі з грозами, середня температура травня виявилась близькою до норми, в цей період і було закладено дослід. За сприятливого температурного режиму й вологозабезпеченості рослини проса почали інтенсивно розвиватися – уже 10 травня у рослин I строку сівби було відмічено сходи, а через 18-25 днів – у рослин II-III строків сівби.

У червні переважала суха та спекотна погода з температурою повітря на 1,9 °C вищою за середню багаторічну (рис. 2.1). Дощів, які пройшли протягом другої та третьої декади, було недостатньо для поповнення волого запасів, тому фази кущіння та виходу в трубку рослини проходили у не досить сприятливих умовах.

У поточному році викидання волотей відмічалось 15-25 липня, в цей час створилася помірно тепла погода із численними опадами (загалом за I-II декаду липня випало 81 мм опадів, що на 33 % більше за норму) – це позитивно вплинуло на стан рослин, покращило зволоженість ґрунту у посівах. Період дозрівання насіння проса був несприятливим – у кінці липня-на початку серпня переважала суха погода, опадів випало значно менше норми – все це спричинило повітряну посуху і прискорило досягання рослин.

**2010 рік.** Агrometeorологічні умови для формування врожаю проса були відносно задовільними, за вегетаційний період культури випало 310,5 мм опадів, що у півтора рази вище за середню багаторічну норму. Однак опади протягом вегетаційного періоду випадали вкрай нерівномірно. Агrometeorологічні умови були задовільними до першої п'ятиденки червня, тобто такі фази як сходи та кущіння у рослин проходили у сприятливих умовах. Надалі, коли у рослин спостерігалися критичні періоди вихід в трубку та викидання волоті (до початку липня) погодні умови ускладнилися внаслідок відсутності ефективних опадів та підвищення температури до 31-34°.

У період наливу насіння проса спека припинилася і погодні умови покращилися – пройшли сильні зливові дощі (кількість їх перебільшувала

норму майже у 6 разів), що значно покращило стан посівів. Кількість опадів в липні склала 299 % від місячної норми. Збиральна стиглість культури наступила у середині серпня, тобто на тиждень пізніше звичайних термінів.

Таким чином, можна підсумувати, що погодні умови в роки проведення наших досліджень були типовими для зони, але з деякими відмінностями як в цілому за вегетацію, так і за окремі періоди. За метеорологічними показниками 2008 р. можна віднести до посушливого, 2009 р. – до середньопосушливого, а 2010 р. – до вологозабезпеченого року. Розглядаючи в комплексі погодні умови за три роки досліджень, можна констатувати, що, по-перше, вони відповідали вимогам біології проса. По-друге, протягом 2008-2009 рр. на початку вегетації культури вологозабезпеченість була доброю, що сприяло отриманню дружніх сходів та задовільному кушінню, але надалі рослини перебували в умовах атмосферної та ґрунтової посухи. По-третє, хоча вегетаційний період 2010 р. був сухим і спекотним на початку та дощовим з температурним режимом у межах норми у другій його половині, саме такі погодні умови сприяли формуванню найвищої продуктивності проса у досліді.

### **2.3. Методика проведення польових дослідів**

Для виконання поставленого завдання, упродовж 2008-2010 рр., було проведено трифакторний польовий дослід. Наукові розробки, узагальнені в дисертаційній роботі, були складовою частиною тематичного плану Миколаївського національного аграрного університету. Їх виконували за державними науково-технічними програмами: «Підвищення продуктивності агроландшафтів Південного та Сухого Степу», (реєстраційний номер 0105U001575) та «Розробка технологій вирощування сільськогосподарських культур у зв'язку зі змінами клімату», (реєстраційний номер 0113U001565).

Схему дослідів і програму досліджень розглядали та схвалили на методичній комісії Миколаївського національного аграрного університету.

До схеми досліду було включено такі фактори:

- сорти проса посівного (фактор А): Константинівське (контроль), Таврійське, Східне;

- строки сівби (фактор В): ранній – III декада квітня-I декада травня, після стійкого прогрівання ґрунту на глибині 10 см до 10-12° 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 С) – без добрив (контроль), N<sub>40</sub>P<sub>30</sub> і розрахункова доза добрив на урожай 4,0 т/га.

Розрахункову дозу добрив на запланований рівень урожайності зерна проса 4-5 т/га визначали методом оптимальних параметрів за різницею між виносом урожаєм та фактичним вмістом елементів живлення в ґрунті (табл 2.1).

Таблиця 2.1

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 урожаем	Коефіцієнт використання		Розрахункова доза
	мг/100г	кг/га			з ґрунту	з добрив	
2008 рік							
N	4,5	219,6	30	120	30	70	77
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	15,4	751,5	15	60	15	22	0
K <sub>2</sub> O	18,7	912,6	20	80	17	70	0
2009 рік							
N	4,5	270,0	30	120	30	70	56
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	14,2	426,0	15	60	15	22	0
K <sub>2</sub> O	16,0	480,0	20	80	17	70	0
2010 рік							
N	4,0	240,0	30	120	30	70	69
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	15,0	450,0	15	60	15	22	0
K <sub>2</sub> O	16,5	495,0	20	80	17	70	0



Досліди закладені методом розщеплених ділянок відповідно до методики польових дослідів із вивчення агротехнічних прийомів вирощування сільськогосподарських культур. У плануванні та проведенні досліджень керувались загально визнаними методичними вказівками та посібниками [169, 170, 171].

Повторність чотириразова, посівна площа ділянки першого порядку 75 м<sup>2</sup>, облікова – 50 м<sup>2</sup>. Агротехніка вирощування, система удобрення і захисту культури від бур'янів, хвороб і шкідників була загальноприйнятою для зони Степу України. Попередник – озима пшениця. Після збирання попередника проведено лущення стерні на глибину 6-8 см, протягом літа й початку осені ґрунт рихлили пошарово від 8-10 до 12-14 см культиваторами-плоскорізами в агрегаті 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 суцільно-рядковим способом зерною 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.

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 термостатно-ваговим методом – у шарі 0-100 см через кожні 10 см [167, 168]. Зразки відбирали перед сівбою, у фазу викидання волоті та у період повної стиглості рослин. Повторність визначень – дворазова. Відібрані в полі зразки

грунту, 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°C. Вологість ґрунту визначали за формулою 2.1 :

$$B = \frac{100 (B_1 - B_2)}{B_2 - B_0}, \text{ де: } (2.1)$$

$B$  – вологість ґрунту в % від маси її в абсолютно сухому стані;

$B_0$  – маса бюкса, г;

$B_1$  – маса бюкса з ґрунтом до висушування, г;

$B_2$  – маса бюкса з ґрунтом після висушування, г;

Розрахунок запасів продуктивної вологи в ґрунті, сумарного водоспоживання і коефіцієнта водоспоживання сортів 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. Загальний запас вологи в ґрунті на площі 1 га розраховували за формулою 2.2:

$$P = 100 \times H \times B \times A, \text{ де } (2.2)$$

$P$  – загальний запас води, м<sup>3</sup>/га;

$B$  – вологість розрахункового шару ґрунту в % від його маси в сухому стані;

$H$  – глибина розрахункового шару ґрунту, м;

$A$  – щільність будови ґрунту, т/м<sup>3</sup>.

Перерахунок запасів вологи з м<sup>3</sup>/га у мм/га, проводили у співвідношенні 10 м<sup>3</sup>/га = 1 мм/га.

Сумарне водоспоживання  $\Sigma W$  (мм/га, м<sup>3</sup>/га) визначали за формулою 2.3 [167, 169]:

$$\Sigma W = W_0 - W_k + \Sigma O, (2.3)$$

де  $W_0$  – запаси продуктивної вологи в 0-100 см шарі ґрунту перед сівбою культури (мм/га, м<sup>3</sup>/га);

$W_k$  - запаси продуктивної вологи в 0-100 см шарі ґрунту в кінці

вегетації культури (мм/га, м<sup>3</sup>/га);

$\Sigma O$  - сума опадів за період вегетації культури, мм.

Коефіцієнт водоспоживання, що характеризує витрати води на формування 1 т насіння (м<sup>3</sup>/т), розраховували на основі даних сумарного водоспоживання і урожайності гарбуза по варіантам дослідів. Коефіцієнт водоспоживання  $K_v$  (м<sup>3</sup>/т) визначали за формулою 2.4 [167, 169]:

$$K_v = \Sigma W : Y, (2.4)$$

$\Sigma W$ - сумарне водоспоживання (мм/га, м<sup>3</sup>/га);

$Y$  – урожайність (т/га).

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

Забур'яненість посівів проса визначали за кількістю бур'янів, які підраховували на майданчиках 1 м<sup>2</sup> по діагоналі в десяти точках на початку вегетації і перед збиранням урожаю з визначенням видового складу й маси бур'янів [169].

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, кушіння, 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 [170, 171].

Густоту стояння рослин вівса 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 дослідів 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 сирової 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<sup>0</sup>С.

Оцінку фотосинтетичної діяльності виконували за такими показниками: площу листової поверхні визначали за методом «висічок» за методикою О.О. Ничипоровича і розраховували за формулою [172, 173]:

$$L = \frac{100 \times P}{P_1},$$

де P – маса листових пластинок з 10 рослин кг;

P<sub>1</sub> – маса 50 висічок відомого діаметру кг.

Фотосинтетичний потенціал (ФП) розраховували за формулою [254]:

$$\Phi П = \frac{[(L_1 + L_2) \times T_1 + (L_2 + L_3) \times T_2 \dots]}{2},$$

де L<sub>1</sub>+L<sub>2</sub> – сума площі листків по періодах в тис. м<sup>2</sup>/га;

T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> .. – тривалість роботи листків, днів.

Чисту продуктивність фотосинтезу визначали за формулою Кідда, Веста, Бригса [254]:

$$\Phi_{\text{чпф}} = \frac{2(B_1 - B_2)}{(L_1 - L_2) \times T},$$

де Φ<sub>чпф</sub> – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м<sup>2</sup>;

B<sub>1</sub> та B<sub>2</sub> – вага сухої маси рослин з 1м<sup>2</sup> посівів на початку й у кінці облікового проміжку часу, г/м<sup>2</sup>;

L<sub>1</sub> та L<sub>2</sub> – площа листків на 1м<sup>2</sup>, на початку й у кінці облікового проміжку часу, м<sup>2</sup>;

T – число днів між замірами.

У фазі дозрівання на ділянках досліду відбирали модельні снопи для визначення структури урожаю. 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.

Статистико-математичну обробку цифрового матеріалу виконували методами варіаційного, кореляційного й дисперсійного аналізів [170, 174].

Технологічні властивості зерна (плівчастість, натура, вихід крупи) оцінювали за методами державних стандартів та згідно загальноприйнятих методик. Вміст сирого протеїну в зерні визначали за Кьельдалем, вміст крохмалю – за Починком.

Біоенергетичну ефективність варіантів технологій вирощування ріпаку визначали за методикою В.О. Ушкаренка та ін. [175]. Розрахунок економічної ефективності вирощування ріпаку виконували з обліком усіх витрат, виробничих норм, прямих і накладних видатків за існуючими на 01.01.2016 р. розцінками [176].

Коротка характеристика сортів.

**Константинівське.** Оригінатор – Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. Сорт отриманий методом хімічного мутагенезу. Різновид ауреум. Напрямок використання – зерновий. Час викидання волоті (50% рослин з волотями) – 28-38 днів. Викидання волоті проходить дружно. Рослина по висоті (стебло і волоть) – висока (116-140 см.) Волоть крупна, стисла, добре озернена, не ламка, середньорозпушена, подовжена, світло-жовта. Колоски середньої крупності, кулеподібної форми. Гілочки прилягають до основної осі, без подушечок біля основи. Листя світло-зелене, середнього розміру, опушення слабке. Кущ прямостоячий, стебло міцне. Зерно золотисто-жовтого кольору, овальноподовжене. Маса 1000 насінин – 7,1-8,0 г. Ядро ясно-жовте. Вегетаційний період 87 діб. Стійкість до опадання, полягання і посухи добра. Ураження I та IV расою сажки – слабке. Вихід крупи 78,0 %, плівчастість 17,6%, вміст білку 15,1%. Цінний. Врожайність склала 2,67 т/га. Максимальна врожайність 4,55-4,49 т/га отримана на Березівській і Кіровоградській сортовипробувальних станціях. Сорт рекомендований для степової зони.

**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 (25,1-32 см), за шириною – середня (10-20 см), злегка похила, нещільна (<1 см). 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.

**Східне.** Оригінатори – Луганський інститут агропромислового виробництва УААН і Кримський Міжнародний інститут нетрадиційного рослинництва, екології і здоров'я. Сорт отриманий методом індивідуального добору. Різновид ауреум. Сорт призначений для одержання продовольчого високоякісного зерна. Час викидання волоті (50% рослин з волоттю) – 39-48 доби. 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 (25,1-32см), 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 – 7,1-8,0 г. Ядро яскраво-жовте. Плацентна пляма ядра світло-коричнева. Вегетаційний період 98 діб. Вихід крупи 78,5%, плівчастість 16,6%, вміст білка 12,8%. Врожайність склала 3,0-3,2 т/га. Максимальна врожайність 5,89 т/га була отримана на Ільїнецькій державній сортовипробувальній станції. Сорт рекомендований для степової зони.

## **Висновки з розділу 2**

1. Ґрунт дослідного поля – чорнозем південний малогумусний, важкосуглинковий на лесах широких слабодренованих водороздільних плато. Придатний для отримання високих урожаїв проса за умов удосконалення технології його вирощування.

2. Характерною особливістю зони проведення досліджень є його посушливість, яка обумовлюється недостатньою кількістю опадів, нерівномірним їх розподілом впродовж вегетації, що досить часто ускладнюється підвищеним температурним режимом. В цілому кліматичні умови є сприятливими для формування якісного та стабільного врожаю зерна проса.

3. Погодні умови у роки проведення досліджень були різними, що дало можливість одержати об'єктивні та характерні для даного регіону експериментальні дані, зробити висновки та рекомендації виробництву.

4. Керувалися загальноприйнятою методикою польового дослідження та методичними вказівками по проведенню аналітично-лабораторних досліджень.

5. У досліді застосовували агротехніку, яка прийнята для умов степового регіону України, за виключенням факторів, що вивчались.

## РОЗДІЛ 3

### ДИНАМІКА ПРОДУКТИВНОЇ ВОЛОГИ, ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ ТА ЗАБУР'ЯНЕНОСТІ У ПОСІВАХ ПРОСА

#### 3.1. Запаси ґрунтової вологи та водоспоживання посівів проса залежно від елементів агротехніки

Дослідники [177, 178, 179] 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 однією 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 [21, 64, 66]. 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, однією з задач наших досліджень було виявити вплив строків сівби, фону живлення і сорту 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, вона, по-перше, була різною за роками досліджень в залежності від метеорологічних умов, по-друге, цей показник значною мірою залежав від строків сівби. І, по-третє, інші елементи агротехніки, що були взяті до



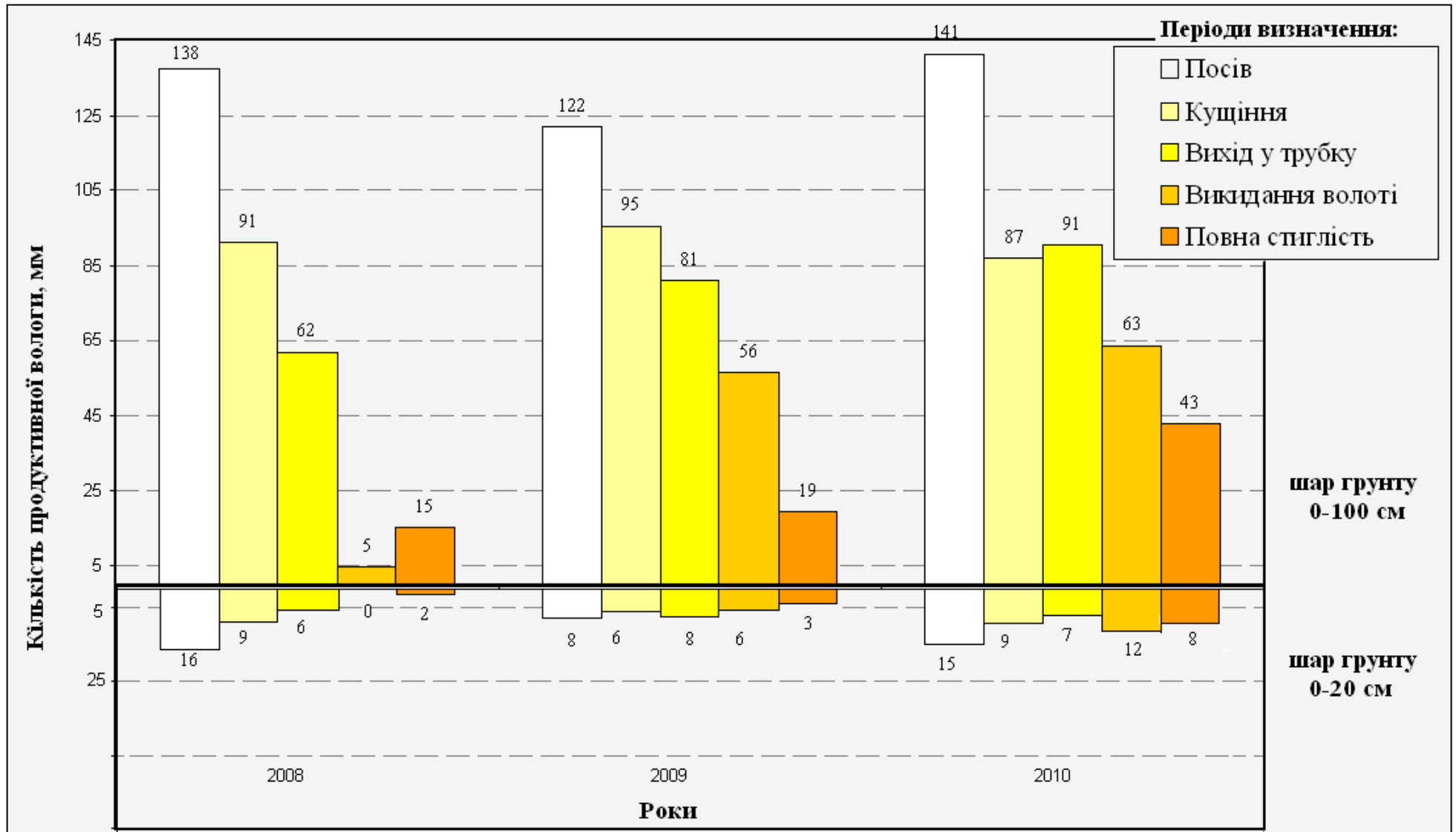
вивчення, також впливали на витрачання вологи посівами проса.

Результати досліджень показали, що сумарне водоспоживання у посівах змінюється від 2410 м<sup>3</sup>/га до 4089 м<sup>3</sup>/га у зв'язку з різними умовами вегетаційного періоду при середній величині 3037 м<sup>3</sup>/га. Основні джерела вологи змінювалися також у широких межах: запас на період посіву у метровому шарі ґрунту коливався в межах 122-141 мм при середньому значенні 134 мм, а опади протягом вегетації від 118 до 310 мм (середня кількість 196 мм).

О.І. Рудник-Іващенко [73] зазначає, що найбільш значна залежність врожайності зерна проса виявлена при опадах, що випали за період *вихід в трубку-дозрівання*. Вона для України характеризується досить високим коефіцієнтом кореляції ( $r=0,84\pm 0,01$ ). У результаті експериментальних досліджень встановлено, що кліматичні умови в ранні фази розвитку рослин проса мають невеликий вплив на формування врожайності зерна. З настанням фази кущення, коли у проса відповідно до його біології активізуються життєві процеси, цей вплив посилюється. Найбільший ефект вони проявляють у період *вихід у трубку-дозрівання*, тому що йде інтенсивний ріст рослини й налив зерна. На думку авторів [180], оптимальні умови для формування врожайності зерна проса бувають, якщо в цей період випадає 100-120 мм опадів.

Аналізуючи залежність врожайності проса від кількості опадів у наших дослідженнях, можна констатувати, що в зоні південного Степу України умови для формування врожайності зерна поліпшуються із збільшенням кількості опадів за період *вихід в трубку-дозрівання*. Так, найбільшу врожайність зерна 3,10-4,27 т/га було отримано у 2010 році, коли за період *вихід в трубку-дозрівання* випало близько 203 мм атмосферних опадів. Нижчу врожайність (2,67-3,79 т/га) було отримано у 2009 році при кількості опадів за вказаний період 110 мм. Найменша врожайність (2,17-2,73 т/га) зафіксована у 2008 році, коли за *період вихід в трубку-дозрівання* випало 60 мм опадів.

Дані рис. 3.1 показують, як різнилася вологість посівного і метрового шарів ґрунту за роками досліджень.



*Рис. 3.1. Кількість продуктивної вологи у посівах проса по роках досліджень*

Найбільші вологозапаси у метровому шарі ґрунту (від 43 до 141 мм залежно від періоду визначення) спостерігалися в 2010 році, найменші – у 2008 році (від 5 до 138 мм). У 2009 році вологозапаси ґрунту становили від 19 до 122 мм залежно від періоду визначення.

Максимальну кількість продуктивної вологи фіксували на період сівби проса. Надалі через велику потребу проса в доступній волозі і незначній кількості опадів протягом вегетаційного періоду (окрім 2010 року) сезонна зміна кількості продуктивної вологи в ґрунті здійснюється в поступовому зниженні його від початку до кінця вегетації. Але відмінності у кількості вологи в ґрунті по роках зберігалися в усі періоди визначення. Кількість опадів, що випали за період вихід в трубку-дозрівання, характеризує умови не тільки накопичення зеленої маси, але і формування врожайності зерна. Від фази викидання волоті і до повної стиглості рослин в 2008 році як в орному, так і в метровому шарах ґрунту вологи практично не було (5-15 мм). У 2009 році на час викидання волоті у рослин проса кількість вологи в орному шарі ґрунту була більшою на 52 мм, а на період збирання цей показник був також низьким (19 мм). Тільки в 2010 році за рахунок інтенсивних опадів у літній період вологозапаси в ґрунті були більш вирівняними протягом усіх періодів визначення. Зокрема, за проходження критичних фаз виходу рослин у трубку та викидання волоті вологозапаси у орному шарі ґрунту були більшими на 10-29 та 7-59 мм відповідно порівняно з 2008-2009 рр.

У посушливих умовах півдня України, де гідротермічний коефіцієнт є значно нижчим за одиницю, за вирощування сільськогосподарських культур без зрошення необхідно агротехнічні умови спрямовувати, в першу чергу, на накопичення вологи в ґрунті. Проаналізувавши дані наших досліджень, ми пересвідчилися, що строк сівби в цьому плані має неабияке значення.

Так, найбільші запаси продуктивної вологи у шарі 0-30 см відмічено на час сівби культури у першій строк, після стійкого прогрівання ґрунту на глибині 10 см до 10-12° С (табл. 3.1). Вміст вологи у цьому варіанті складав 16 мм, що на 20-75 % вище за сівби через 10 та 20 днів відповідно (середнє за

2008-2010 pp.).

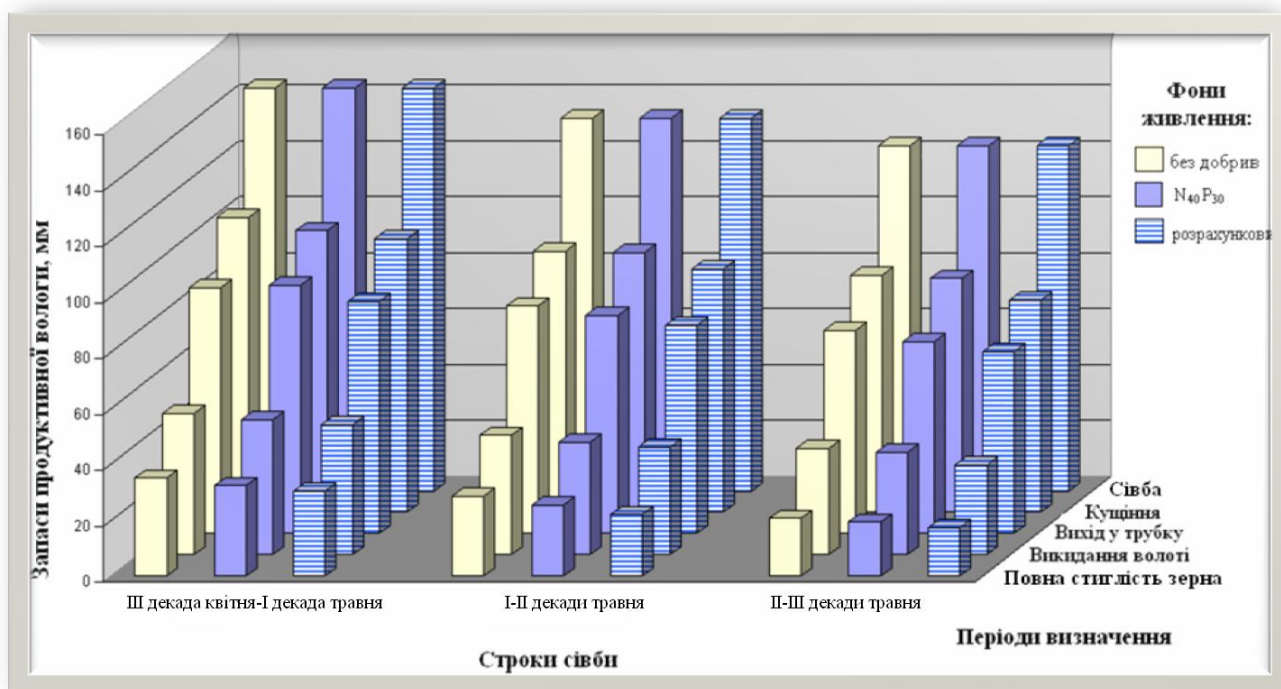
Таблиця 3.1

**Запаси продуктивної вологи у орному шарі ґрунту залежно від строків сівби та фонів живлення проса, мм (середнє за 2008-2010 pp.)**

Строк сівби	Фон живлення	Періоди визначення				
		Посів	Кущіння	Вихід у трубку	Викидання волоті	Повна стиглість
Перший	Без добрив	16	11	9	9	6
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	16	10	9	9	6
	Розрахунковий	16	10	8	8	5
Другий	Без добрив	14	9	7	7	4
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	14	9	7	7	4
	Розрахунковий	14	8	7	6	4
Третій	Без добрив	9	6	6	6	3
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	9	6	5	5	2
	Розрахунковий	9	5	4	4	2
<i>НІР<sub>05</sub> (2008-2010 pp.)</i>		<i>1,5</i>	<i>1,0</i>	<i>0,8</i>	<i>0,6</i>	<i>0,5</i>

Зниження вологозапасів ґрунту за сівби на 10-20 день після першого спостерігалось і у метровому шарі (рис. 3.1). 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<sub>40</sub>P<sub>30</sub> 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. 3.2. Кількість продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-100 см залежно від строків сівби та фонів живлення проса (середнє за 2008-2010 рр.)**

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 [181]. 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. 3.2). Досліди показали, що в середньому за роки досліджень сумарне водоспоживання проса з шару ґрунту 0-100 см становило

3037 м<sup>3</sup>/га і залежало від строків його сівби та фонів живлення. Більшу частину у загальному водоспоживанні культури склали опади (64 %), частка ґрунтової вологи відповідно становила 36 % від загального водоспоживання. Ґрунтові вологозапаси за сівби у ранньовесняний строк використовувалися на 37-77 м<sup>3</sup>/га більше, ніж за сівби через 10-20 днів відповідно.

З даних таблиці 3.2 видно, що найменше сумарне водоспоживання посівів проса виявилось у варіанті неудобреного контролю – 3011 м<sup>3</sup>/га, що нижче за цей показник у порівнянні з фоном N<sub>40</sub>P<sub>30</sub> та розрахунковим на 27-50 м<sup>3</sup>/га відповідно (середнє по строках сівби). Найбільшим сумарне водоспоживання рослин виявилось за першого строку сівби на фоні розрахункової дози добрив – 3210 м<sup>3</sup>/га.

Таблиця 3.2

**Структура сумарного водоспоживання проса залежно від строків сівби та фонів живлення (середнє за 2008-2010 рр.)**

Фон живлення	Використання вологи				Сумарне водоспоживання, м <sup>3</sup> /га
	з ґрунтових запасів		з опадів		
	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	
<b>Строк сівби – перший</b>					
Без добрив	1090	34	2070	66	3160
N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	1120	35	2070	65	3190
Розрахунковий	1140	36	2070	64	3210
<b>Строк сівби – другий</b>					
Без добрив	1050	35	1944	65	2994
N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	1080	36	1944	64	3024
Розрахунковий	1110	36	1944	64	3054
<b>Строк сівби – третій</b>					
Без добрив	1020	35	1860	65	2880
N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	1040	36	1860	64	2900
Розрахунковий	1060	36	1860	64	2920

Примітка. \* - % від загального водоспоживання.

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. 3.3-3.5).

Таблиця 3.3

**Водний баланс метрового шару ґрунту залежно від строків сівби та фонів живлення сорту проса Константинівське (середнє за 2008-2010 рр.)**

Строк сівби	Фон живлення	Сумарне водоспоживання, м <sup>3</sup> /га	Урожайність, т/га	Коефіцієнт водоспоживання, м <sup>3</sup> /га
Перший	Без добрив	3160	2,40	1317
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	3190	3,20	997
	Розрахунковий	3210	4,12	779
Другий	Без добрив	2994	2,21	1355
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	3024	2,94	1029
	Розрахунковий	3054	3,95	773
Третій	Без добрив	2880	1,96	1469
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2900	2,66	1090
	Розрахунковий	2920	3,63	804

Цей показник знаходиться у зворотній залежності з урожайністю культури – чим вища врожайність, тим менше води витрачається на кожен тону зерна [182, 183]. Сорти проса для незрошуваних умов південного Степу України повинні мати високу посухостійкість та здатність до ефективного використання ґрунтових вологозапасів. Наші дослідження показали, що цей показник залежно від сорту проса коливався в межах 910-1217 м<sup>3</sup>/т (у середньому по строкам сівби та фонам живлення). Рослини сорту Східне споживали на 149-307 м<sup>3</sup>/т або 14-34 % більше води для створення одиниці

врожаю у порівнянні з сортами Константинівське й Таврійське відповідно.

Таблиця 3.4

**Водний баланс метрового шару ґрунту залежно від строків сівби та фонів живлення сорту проса Східне (середнє за 2008-2010 рр.)**

Строк сівби	Фон живлення	Сумарне водоспоживання, м <sup>3</sup> /га	Урожайність, т/га	Коефіцієнт водоспоживання, м <sup>3</sup> /га
Перший	Без добрив	3160	2,14	1477
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	3190	3,03	1053
	Розрахунковий	3210	3,79	847
Другий	Без добрив	2994	1,91	1568
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	3024	2,68	1128
	Розрахунковий	3054	3,35	912
Третій	Без добрив	2880	1,67	1725
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2900	2,32	1250
	Розрахунковий	2920	2,94	993

В середньому за три роки на утворення 1 т зерна сорт Константинівське витрачав 1068 м<sup>3</sup> води, а сорт Таврійське – 910 м<sup>3</sup>/т. Найменші витрати загальної кількості води на 1 т зерна відзначалися при вирощуванні проса сорту Таврійське на розрахунковому фоні живлення рослин – від 607 до 636 м<sup>3</sup>/т. Це пов'язано з формуванням більшого врожаю зерна – так, у середньому по досліді врожайність сорту Таврійське склала 3,6 т/га, що на 5,9-9,5 т/га або 20-36 % вище в порівнянні із сортами Константинівське та Східне.

Зміною рівня урожайності можна пояснити і зміни коефіцієнту водоспоживання на різних фонах живлення рослин. Найбільшим коефіцієнт водоспоживання у сортів проса був на неудобреному контролі – 1392 м<sup>3</sup>/т (у



середньому по сортах та строках сівби).

Таблиця 3.4

**Водний баланс метрового шару ґрунту залежно від строків сівби та фонів живлення сорту проса Таврійське (середнє за 2008-2010 рр.)**

Строк сівби	Фон живлення	Сумарне водоспоживання, м <sup>3</sup> /га	Урожайність, т/га	Коефіцієнт водоспоживання, м <sup>3</sup> /га
Перший	Без добрив	3160	2,66	1188
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	3190	3,54	901
	Розрахунковий	3210	5,29	607
Другий	Без добрив	2994	2,47	1212
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	3024	3,38	895
	Розрахунковий	3054	4,93	619
Третій	Без добрив	2880	2,37	1215
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2900	3,16	918
	Розрахунковий	2920	4,59	636

Удобрення зменшувало коефіцієнт водоспоживання культури на 363-617 м<sup>3</sup>/т (залежно від фону живлення), тобто рослини проса споживали на 35-80 % менше води для створення 1 т насіння, що свідчить про більш ефективне використання поливної води 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 насіння. Так, найменше води сорти проса споживали за посіву у перший строк, а сівба на 10 та 20 днів пізніше спричинила збільшення споживання води відповідно на 36 та 104 м<sup>3</sup>/т зерна. Отже, пізніші строки сівби підвищують коефіцієнт водоспоживання культури на 4-10 %.

### 3.2. 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 [76, 84, 185, 186] встановлено прямий зв'язок між кількістю внесених добрив, вмістом поживних речовин у ґрунті і врожайністю сільськогосподарських культур. Існує думка [187, 188], що нагромадження у ґрунтах рухомих сполук азоту, фосфору і калію зменшує негативний вплив погодних умов і сприяє стабілізації врожаїв. Підвищення врожаю сільськогосподарських культур від внесення добрив в чорноземній зоні становить 40-50 % [189]. 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 ( $\text{NO}_3^-$  та обмінного  $\text{NH}_4^+$ ) [190].

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 рештків

і природних гумусових речовин. Накопичення доступного для рослин азоту залежить від запасів органічних сполук в ґрунті.

На думку П.І. Крупкіна та ін. [191] найбільш достовірні значення з впливу на врожайність сільськогосподарських культур мають форми поживних речовин. Нітратний азот характеризує запаси найбільш засвоюваної частини азоту. Регулярне внесення добрив у сівозміні призводить до помітного збагачення ґрунту азотом і під різними культурами процес нітрифікації відбувається з різною інтенсивністю. Специфічний вплив на азотний режим ґрунту чинять рослинні ферменти і мікроорганізми ризосфери.

В літературних джерелах зустрічаються суперечливі думки з приводу азотного живлення проса. Так, М.І. Драган [116] вказує, що одноразове внесення помірних доз (60-90 кг/га д.р.) аміачної селітри під просо не забезпечує бездефіцитного живлення рослин протягом онтогенезу, а високі дози азотних добрив (150-180 кг/га д.р.) призводять до накопичення нітратів у вегетативній масі рослин та нагромадження у зерні небілкових форм азоту.

Інші вчені [181, 186] повідомляють, що добрива – першочерговий і найбільш ефективний засіб зростання врожайності та якості зерна проса. Норми добрив та їх співвідношення під просо необхідно коригувати з урахуванням біологічних особливостей сорту, вмісту поживних елементів у ґрунті, попередників і мети використання його зерна.

М.А. Жабин [150] стверджує про найбільшу вимогу проса до азоту на перших етапах вегетації, а інші автори [192] повідомляють, що найбільша потреба рослин проса в азоті спостерігається в період *викидання волоті-цвітіння*.

Поповнення запасів фосфору в ґрунті проходить тільки за рахунок внесення добрив. При використанні фосфорних добрив підвищується вміст рухомих фосфатів в ґрунті, збільшується ступінь їх рухомості і досяжності для рослин [193]. Значна частина чорноземів України відноситься до категорії середньої забезпеченості за фосфором.

Потенційна родючість чорноземів характеризується високим вмістом обмінного калію по причині його значних запасів в ґрунтоутворюючій породі, представленій в більшості своїй лесовидними суглинками [159]. Хімічні сполуки калію в ґрунті не мають високу рухливість і, як правило, діюча речовина внесених калійних добрив локалізується в зоні внесення, причому розподіл його по ґрунтовому профілю часто визначається інтенсивністю і глибиною механічного обробітку.

Під впливом мінеральних добрив в орному шарі ґрунту збільшується вміст рухомих форм азоту, фосфору і калію, що забезпечує можливість збільшити природну родючість ґрунтів і врожайність сільськогосподарських культур. Система удобрення виконує функції регулювання балансу речовин в агроекосистемах, впливаючи як на окремі показники, так і на загальний рівень родючості ґрунту [191].

Нами вивчалась ефективність мінеральних добрив при внесенні в дозах:  $N_{40}P_{30}$  (згідно рекомендацій МДСДС ІЗЗ НААН України), розрахована 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 елемента 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 дослідів (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

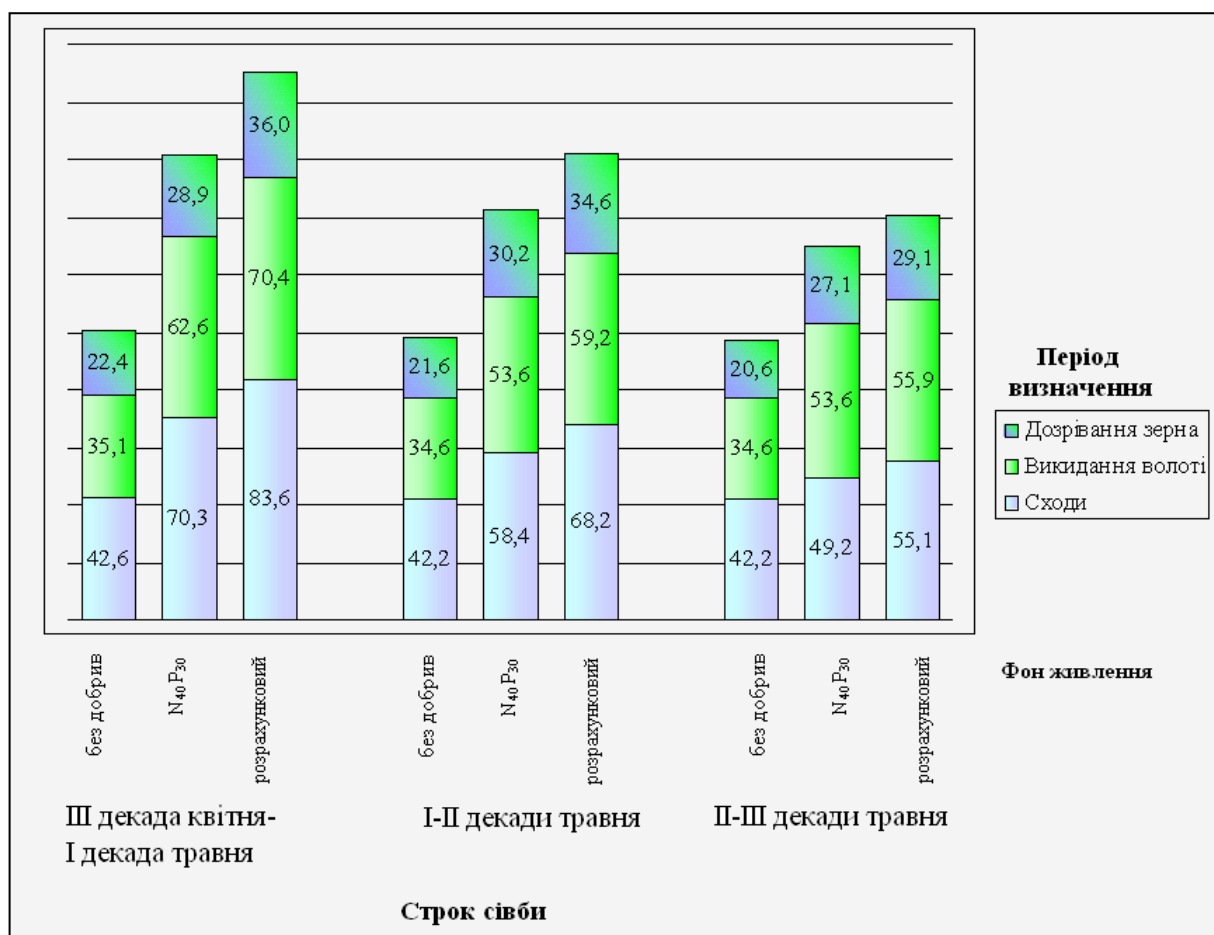
**Вміст легкогідролізованого азоту в шарі ґрунту 0-30 см по фазам росту  
проса, мг/кг (середнє по сортам за 2008-2010 рр.)**

Строк сівби	Фон живлення	Періоди визначення		
		Сходи	Викидання волоті	Дозрівання зерна
Перший	Без добрив	42,6	35,1	22,4
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	70,3	62,6	28,9
	Розрахунковий	83,6	70,4	36,0
Другий	Без добрив	42,2	34,6	21,6
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	58,4	53,6	30,2
	Розрахунковий	68,2	59,2	34,6
Третій	Без добрив	42,2	34,6	20,6
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	49,2	53,6	27,1
	Розрахунковий	55,1	55,9	29,1
<i>Стандартне відхилення</i>		13,8	12,5	5,2
<i>Стандартна похибка</i>		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<sub>40</sub>P<sub>30</sub> 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 елемента 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 варіанті N<sub>40</sub>P<sub>30</sub> цей показник був на 41 %, а у

варіанті розрахункової дози добрива – на 78 % вищим порівняно з контролем.

Деякі 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 варіанті внесення  $N_{40}P_{30}$  вміст азоту був на 33 %, а у варіанті розрахункової дози – на 54 % вищим порівняно з контролем.



*Рис. 3.3.* Динаміка вмісту легкогідролізованого азоту в орному шарі ґрунту при вирощуванні проса, мг/кг ґрунту (середнє по сортах за 2008-2010 рр.)

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 сходів 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.

В різні за кліматичними умовами роки вміст легкогідролізованого азоту в ґрунті залежно від фону живлення був неоднаковий. У 2008 р., який був дуже посушливим, через зрідженість сходів і посуху, добрива найменше впливали на зміну вмісту азоту в ґрунті. Кількість азоту від фази сходів до досягання зерна зменшувалася на 7,5-31,7 мг/кг або в середньому по варіантах на 48 % із різницею в 45 % на неудобрених та 49-51 % та удобрених варіантах. Ці дані свідчать про те, що додаткова частина азоту при внесенні добрив через посушливі умови практично не засвоювалася рослинами проса.

В умовах 2009 р., який за кліматичними умовами наближався до середньобагаторічних показників і був посушливим, динаміка зміни кількості азоту в ґрунті найбільшою була на ділянках, де вносили  $N_{40}P_{30}$  та розрахункову дозу добрив – кількість азоту від фази сходів до досягання зерна зменшувалася на 29,4 мг/кг та 34,9 мг/кг відповідно (або на 90 та 93 %). На неудобреному варіанті ця різниця склала у середньому 20,5 мг/кг (або 84 %).

Найоптимальнішим за кліматичними умовами видався 2010 р., протягом вегетаційного періоду якого була тепла погода та випала достатня кількість опадів, що вдвічі перевищила середньобагаторічні показники. Саме цього року спостерігається найбільша зміна вмісту азоту в ґрунті, особливо

від внесення мінеральних добрив. Так, кількість азоту від фази сходів до досягання зерна зменшувалася на удобрених варіантах на 41,9-50,9 мг/кг, а на неудобреному контролі – на 29,7 мг/кг. Отже, внесення азотних добрив у сприятливі для вирощування проса погодні умови сприяє більшому накопиченню його в ґрунті, що пояснюється кращими умовами роботи мікроорганізмів і посиленням процесу нітрифікації.

У середньому за роки досліджень 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 днів.

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. 3.6). З табл. 3.6 видно, 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.



**Вміст рухомого фосфору в шарі ґрунту 0-30 см по фазам росту проса,  
мг/кг (середнє по сортам за 2008-2010 рр.)**

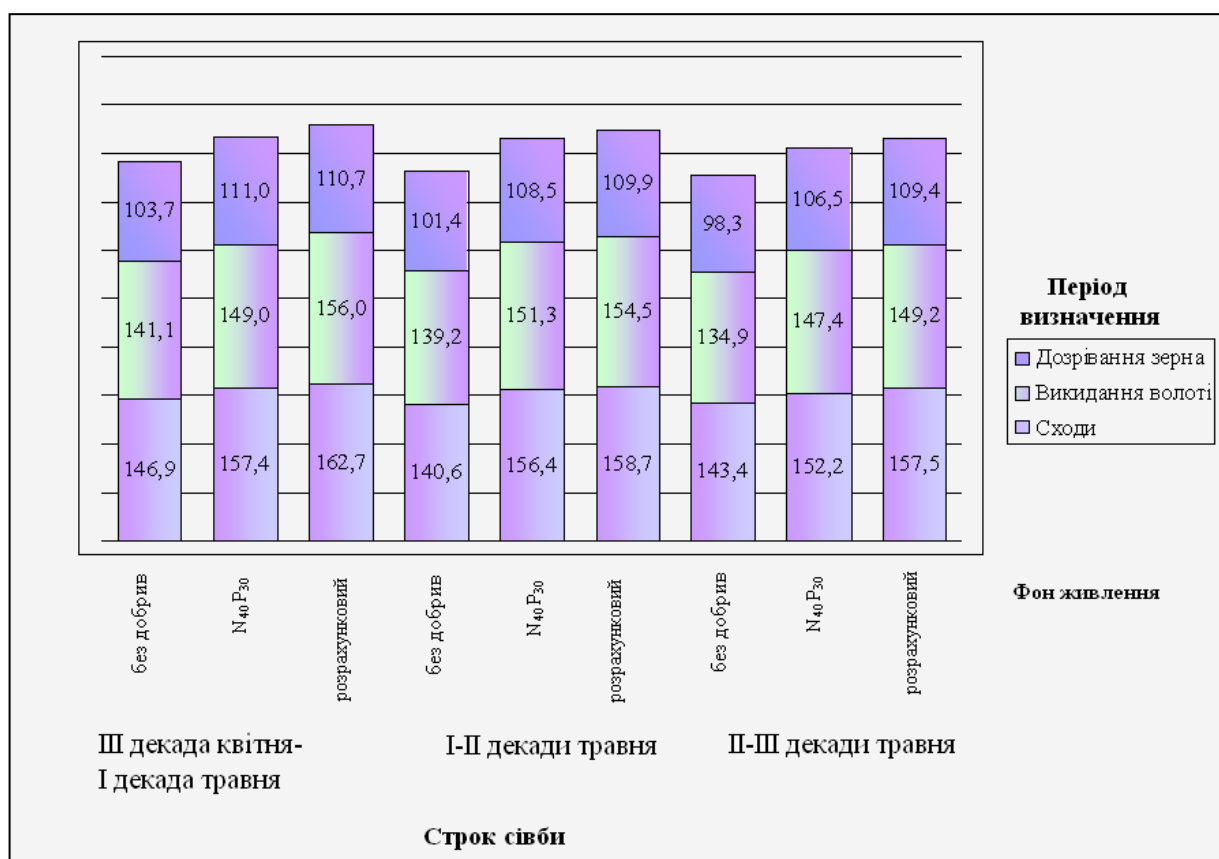
Строк сівби	Фон живлення	Періоди визначення		
		Сходи	Викидання волоті	Дозрівання зерна
Перший	Без добрив	146,9	141,1	103,7
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	157,4	149,0	111,0
	Розрахунковий	162,7	156,0	110,7
Другий	Без добрив	140,6	139,2	101,4
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	156,4	151,3	108,5
	Розрахунковий	158,7	154,5	109,9
Третій	Без добрив	143,4	134,9	98,3
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	152,2	147,4	106,5
	Розрахунковий	157,5	149,2	109,4
<i>Стандартне відхилення</i>		7,2	6,7	4,3
<i>Стандартна похибка</i>		2,4	2,2	1,4

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<sub>40</sub>P<sub>30</sub> 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.

В середньому за три роки 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.

В середньому за три роки 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 елемента 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 (рис. 3.4).



**Рис. 3.4. Динаміка вмісту рухомого фосфору в орному шарі ґрунту при вирощуванні проса, мг/кг ґрунту (середнє по сортах за 2008-2010 рр.)**

Динаміка рухомого фосфору в ґрунті по роках досліджень виявилася подібною. Окремо по роках споживання фосфору та вміст його в ґрунті суттєво не відрізнялись. Деяке збільшення цих показників спостерігалось в умовах 2010 р., який був найсприятливішим для вирощування проса за роки досліджень.

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 Степової зони цим елементом є підвищеною або високою (за Чириковим) (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

**Вміст обмінного калію в шарі ґрунту 0-30 см по фазам росту проса, мг/кг  
(середнє по сортам за 2008-2010 рр.)**

Строк сівби	Фон живлення	Періоди визначення		
		Сходи	Викидання волоті	Дозрівання зерна
Перший	Без добрив	179,3	173,7	173,0
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	186,3	185,3	181,4
	Розрахунковий	189,2	187,4	182,1
Другий	Без добрив	175,3	159,8	170,8
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	186,2	178,7	177,9
	Розрахунковий	186,6	183,5	179,9
Третій	Без добрив	173,2	157,8	162,4
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	181,6	171,4	171,1
	Розрахунковий	184,9	178,9	174,8
<i>Стандартне відхилення</i>		5,2	10,0	6,0
<i>Стандартна похибка</i>		1,7	3,3	2,0

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 2008-2010 рр. 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.

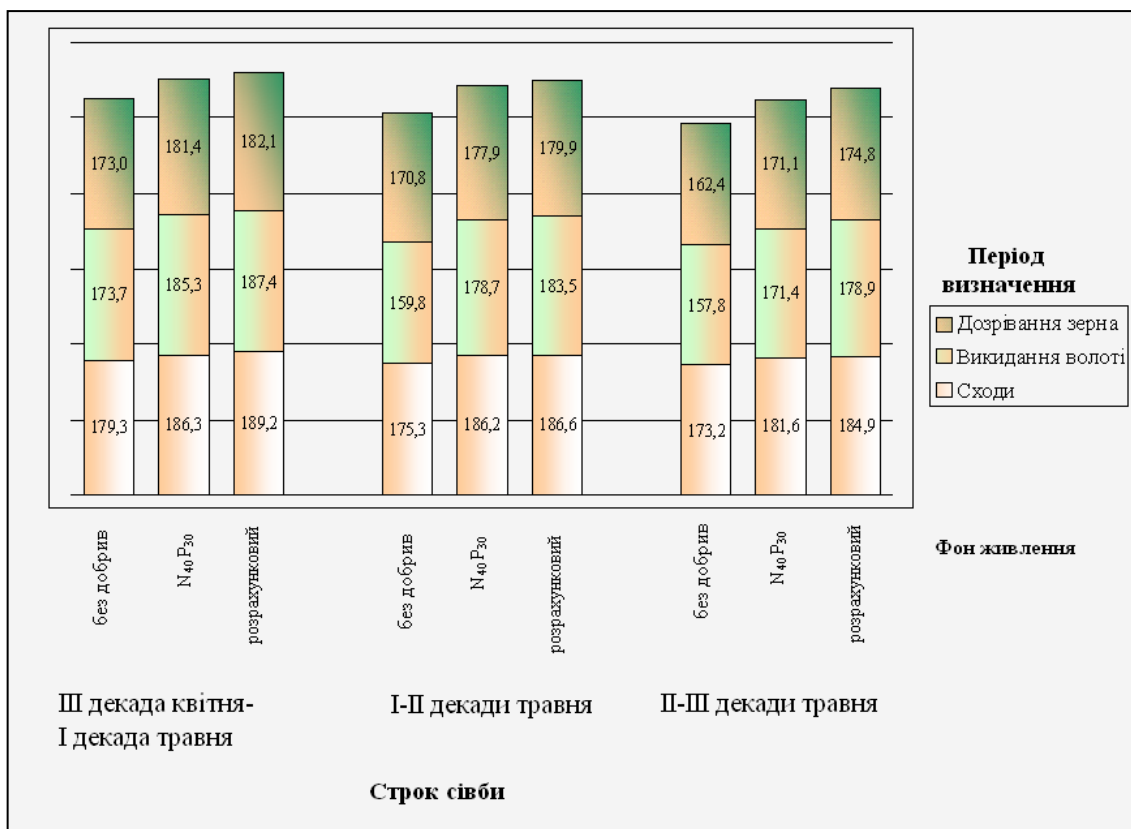
В середньому за три роки на початку вегетації проса найбільші запаси обмінного калію в шарі 0-30 см спостерігалися при внесенні розрахункової дози добрива. Перевагу цього варіанту для верхнього шару ґрунту відмічено і в кінці вегетації, при цьому різниця між фоном  $N_{40}P_{30}$  була невеликою та нижчою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

У посівах першого строку сівби кількість обмінного калію була на 2,0-12,7 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 елемента 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 днів – 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 (рис. 3.5).

У варіанті першого строку сівби на час дозрівання зерна кількість обмінного калію складає 178,8 мг/кг, при запізненні з сівбою на 10-20 днів –

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.



**Рис. 3.5. Динаміка вмісту обмінного калію в орному шарі ґрунту при вирощуванні проса, мг/кг ґрунту (середнє по сортах за 2008-2010 рр.)**

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.

### 3.3. Забур'яненість посівів проса

Посіви проса значно знижують урожайність зерна через високу

забур'яненість. Низька конкурентна спроможність рослин проса протистояти бур'янам викликана різними причинами і однією із них є повільний ріст і розвиток у період від сходів до фази виходу у трубку [194]. Якщо хвороб у рослин проса не так уже й багато, то забур'яненість посівів призводить до великих втрат врожаю, оскільки видовий склад бур'янів досить великий і для прийняття ефективних заходів захисту від них необхідні знання їх біологічних особливостей.

Згідно даних [195, 196], у початковій фазі розвитку, а особливо у період проростання – досягнення рослинами висоти 15-20 см, через повільний ріст просо сильно пригнічується бур'янами, зокрема просом курячим, осотом польовим, березкою польовою, ромашкою непахучою.

Деякі дослідники повідомляють, що найбільш часто на посівах проса зустрічаються такі бур'яни: лобода біла, пирій повзучий, фіалка польова, просо куряче, горець пташиний, зірочник середній, грицики звичайні. Домінують малолітні бур'яни (близько 100 шт. на м<sup>2</sup> або 70%), чисельність багаторічних бур'янів становить в межах 30-35%. Основна маса посівів (більше 80%) вимагає застосування гербіцидів [77].

Іншою причиною є те, що посіви проса засмічуються як бур'янами, що характерні для посівів усіх зернових культур, так і спеціалізованими, які мають подібні просу біологічні й деякі морфологічні властивості. До них відносяться: півняче просо, мишій сизий, мишій зелений [197, 198]. Це, в свою чергу, викликане тим, що просо, як теплолюбну культуру, висівають в такі строки, коли відбувається швидкий ріст рослин різних видів і біологічних груп бур'янів. Тому від правильного вибору строку сівби багато в чому залежить створення сприятливих умов не тільки для початкового росту рослин, але і можливість знищення бур'янів в допосівний період.

У дослідженнях Н.О. Костікової, що проводилися в лісостепній чорноземних ґрунтів, облік засміченості посівів проса в дослідках показав, що ранні посіви проса засмічувалися сильніше, ніж більш пізні. В середньому за три роки кількість бур'янів за вегетацію змінювалося у посівах першого

строку сівби від 32 до 80 шт./м<sup>2</sup>, другого – від 25 до 62 шт./м<sup>2</sup>, третього – від 15 до 34 шт./м<sup>2</sup> [199].

За даними дослідників [200], засміченість посівів тісно корелює з запасами вологи в ґрунті. Для двох сортів проса коефіцієнт кореляції варіював від 0,71 до 0,96 при високому рівні значущості.

L.A. Nelson [201] вказує, що засміченість посівів проса сильно змінюється по роках. У роки зі сприятливими погодними умовами в початковий період розвитку засміченість сортів проса за фазами росту змінюється в межах від 2 до 50 шт./м<sup>2</sup> залежно від строків сівби. В умовах прохолодної і дощової погоди на початку росту рослин цей показник становив 39-188 шт./м<sup>2</sup>.

Наші дослідження також свідчать (рис. 3.6), що забур'яненість посівів проса значною мірою залежала від гідротермічних умов років вирощування.

Так, у посушливому 2008 році спостерігали відставання у розвитку культурних рослин, та значне поширення бур'янів. Через те, що квітень та перша декада травня були дощовими, вологозабезпеченість ґрунту була достатньою для проростання насіння проса та насіння бур'янів, тому на початку вегетації їх було від 34,1 до 44,0 шт./м<sup>2</sup> залежно від варіантів досліду. Надалі настала жорстка посуха і кількість бур'янів у посівах проса перед збиранням врожаю була меншою порівняно з 2009 та 2010 рр. на 0,6-7,8 шт./м<sup>2</sup>. У середньосухому 2009 році кількість бур'янів була від 29,9 до 35,3 шт./м<sup>2</sup> на початку вегетації та від 3,7 до 7,0 шт./м<sup>2</sup> наприкінці вегетації культури. Початок 2010 року характеризувався дефіцитом опадів, тому на початку вегетації бур'янів налічувалося від 20,5 до 26,2 шт./м<sup>2</sup>, але у другій половині літа ефективні опади спричинили інтенсивний ріст не тільки рослин проса, але й бур'янів у його посівах, їх нараховувалося від 7,3 до 13,7 шт./м<sup>2</sup> наприкінці вегетації культури.

За період проведення дослідів ми проводили облік забур'яненості посівів. У посівах проса було виявлено наступні види бур'янів:

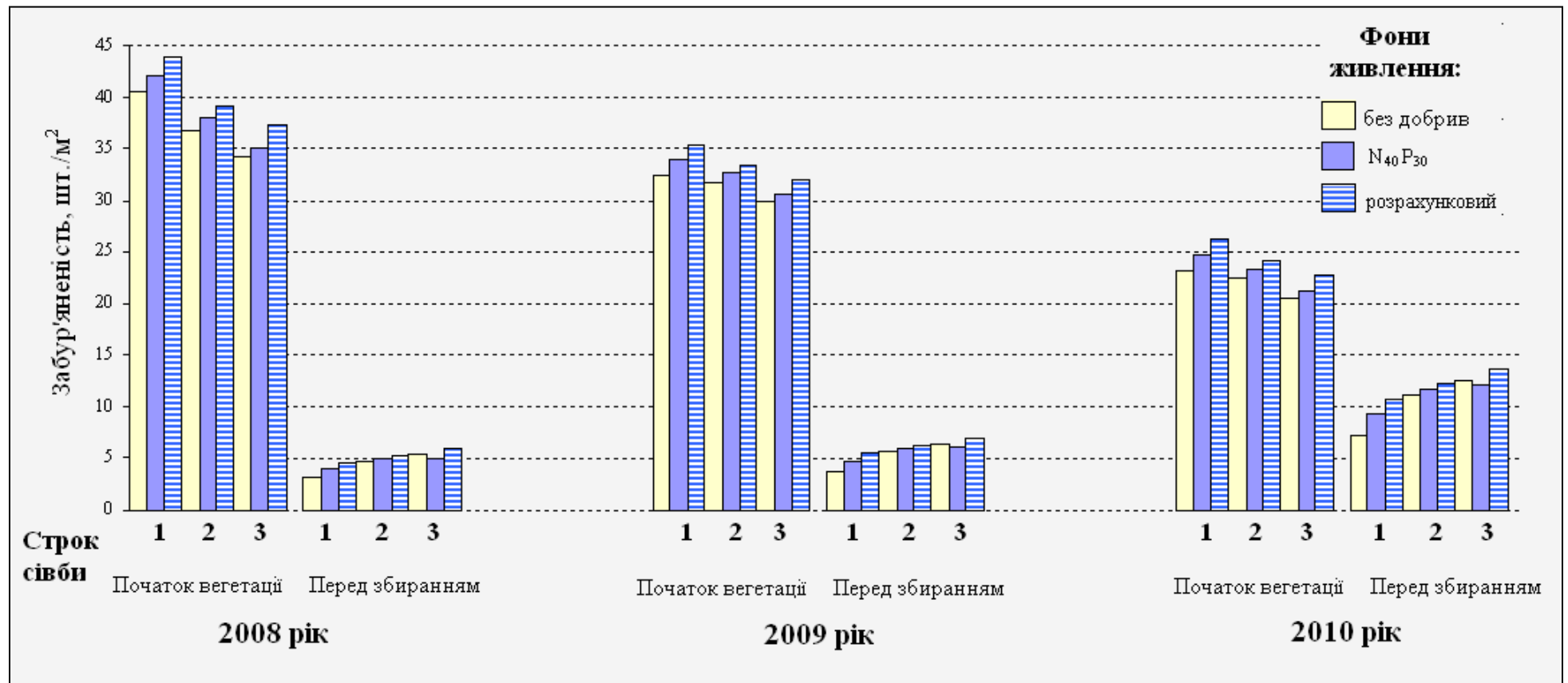
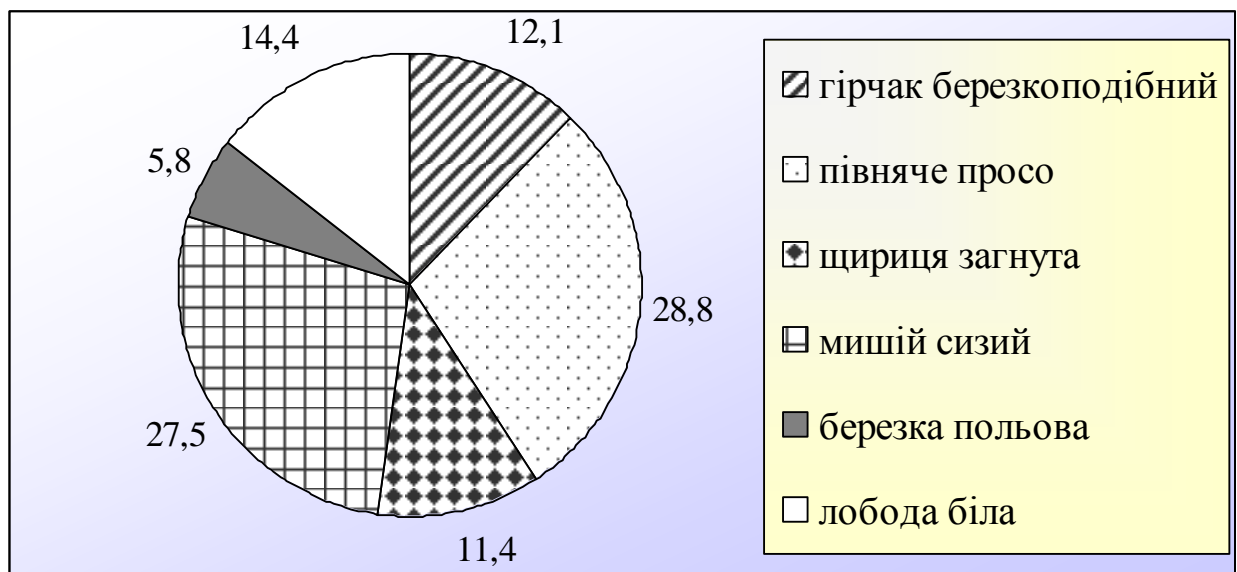


Рис. 3.6. Забур'яненість посівів проса по роках вирощування (середнє по сортах)



- ранні ярі: гірчак березкоподібний (*Polygonum convolvulus*), гірчиця польова (*Sinapis arvensis*);
- пізні ярі: лобода біла (*Chenopodium album*), просо півняче (*Echinochloa crus-galli*), осот городній (*Sonchus oleraceus*), мишій сизий (*Setaria glauca*), щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.);
- багаторічні коренепаросткові: осот щетинистий (*Cirsium setosum*), березка польова (*Convolvulus arvensis*), латук татарський (*Lactuca tatarica*), молочай лозяний (*Euphorbia virgata*), осот жовтий польовий (*Sonchus arvensis*).

Бур'яни в посівах проса були представлені переважно ярими ранніми й пізніми біологічними видами, які ростуть і розвиваються одночасно з культурною рослиною. Отже, тип забур'яненості дослідної ділянки у середньому за 2008-2010 рр. – малорічно-коренепаростковий. Середня забур'яненість посівів у роки досліджень (2008-2010 рр.) становила на початку вегетації 31,4 шт./м<sup>2</sup>, у кінці вегетації – 5,3 шт./м<sup>2</sup>. Серед них найпоширенішими були: просо півняче, гірчак березкоподібний, лобода біла, щириця загнута, мишій сизий та березка польова. Осередками у посівах проса зустрічалися осот жовтий польовий, латук татарський, осот щетинистий (рис. 3.7).



**Рис. 3.7. Видовий склад бур'янів (в %) у посівах проса у фазу кушіння (середнє за 2008-2010 рр.)**

В своїх дослідях ми застосовували хімічний метод боротьби з бур'янами – обприскування посівів проса у фазу кушіння препаратами Агрітокс, 50% в.р. + Лонтрел, 300 в.р. з нормами внесення відповідно 0,3 і 0,5 л/га. Відзначаємо 80 відсоткове знищення бур'янів при внесенні даних хімічних препаратів у фазі кушіння. Дана бакова суміш майже повністю знищувала гірчак березкоподібний, гірчицю польову, лободу білу, осоти рожевий і жовтий, щирицю звичайну та не діяла на мишій сизий і півняче просо.

Результати наших досліджень також свідчать (табл. 3.8), що забур'яненість посівів проса значно залежить від строку сівби. У середньому за три роки перед проведенням хімічного прополювання посівів загальна кількість бур'янів за варіантами дослідів складала від 28,2 до 35,2 шт. залежно від строку сівби та фону живлення.

Таблиця 3.8

**Забур'яненість посівів проса залежно від варіантів дослідів  
(середнє за 2008-2010 рр.)**

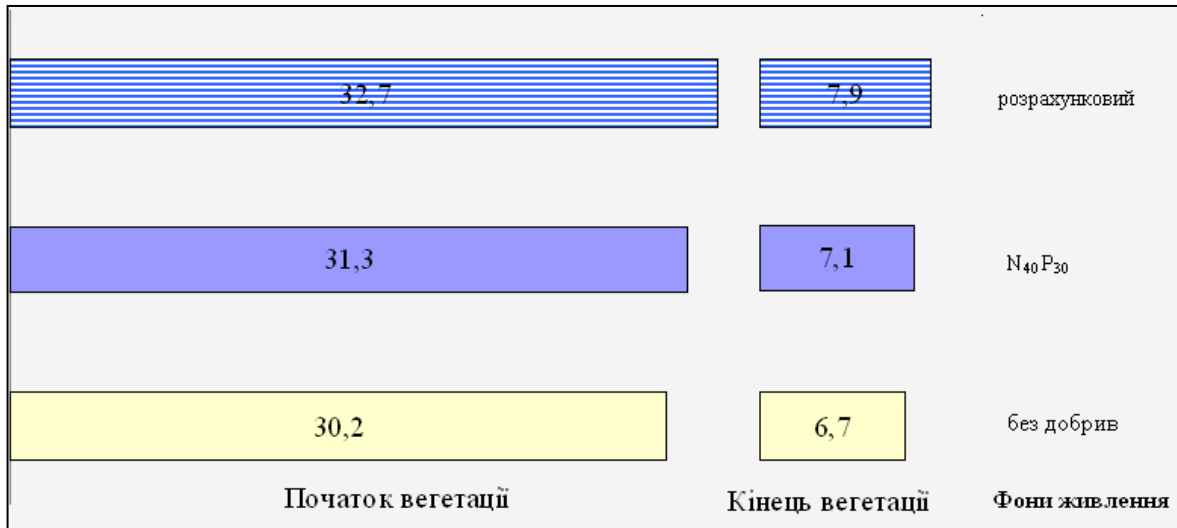
Строк сівби	Фон живлення	Періоди визначення	
		Початок вегетації	Перед збиранням
Перший	Без добрив	32,1	4,7
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	33,6	6,1
	Розрахунковий	35,2	7,0
Другий	Без добрив	30,4	7,2
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	31,3	7,6
	Розрахунковий	32,3	7,9
Третій	Без добрив	28,2	8,1
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	28,9	7,7
	Розрахунковий	30,7	8,9
<i>Стандартне відхилення</i>		2,1	1,2
<i>Стандартна похибка</i>		0,7	0,4

Найбільше їх налічувалось у посівах першого строку сівби – 32,1-35,2 шт./м<sup>2</sup>, у посівах пізніших строків кількість бур'янів була меншою на 6-16 % (середнє за фонами живлення та сортами). Після хімічного та ручного прополювання посівів бур'яни, як показали спостереження, вже не мали такого сильного впливу на ростові процеси проса.

На період збирання проса забур'яненість посівів зменшилася у 3,5-6,8 раз, посіви проса характеризувалися низькою забур'яненістю. В основному бур'яни були представлені мишієм сизим та зеленим. В це час посіви першого строку сівби були менш забур'янені, що можна пояснити вищою конкурентною здатністю рослин внаслідок більшої висоти та площі листової поверхні. Бур'яни виявились під покривом рослин проса. Так, кількість бур'янів у цьому варіанті була меншою на 0,9-3,4 шт./м<sup>2</sup> або на 11-42 % порівняно з другим та третім строками сівби (середнє за 2008-2010 рр.).

За пізніших строків сівби бур'яни в посівах проса були потужними конкурентами за доступні запаси вологи й мінеральне живлення. З цього приводу О.І. Рудник-Іващенко [197] зазначає, що рослини проса активно формують надземну частину на 25-30 добу після появи сходів. Така стратегія росту дозволяє рослинам культури гарантовано виживати навіть за умов значного дефіциту вологи у верхньому шарі ґрунту та підвищених температур повітря. Проте затримка у формуванні надземних частин — висоти рослин і площі листків призводить до низької конкурентної спроможності ювенільних рослин і заростання посівів бур'янами.

Вираженого впливу фону живлення на засміченість посівів проса не спостерігали (рис. 3.8). Згідно з отриманими даними за 2008-2010 рр. різниця у кількості бур'янів між досліджуваними фонами живлення у середньому по строках сівби була незначною. Спостерігалася тенденція до більшої кількості бур'янів на удобрених варіантах. Так, дані обліку забур'яненості, проведені перед хімічним прополюванням свідчать, що за внесення рекомендованої дози добрива кількість бур'янів була на 8 %, а у варіанті з внесенням N<sub>40</sub>P<sub>30</sub> – на 3 % вищою порівняно з неудобреним варіантом.



**Рис. 3.8. Кількість бур'янів (шт./м<sup>2</sup>) у посівах проса залежно від фону живлення (середнє за 2008-2010 рр. по строкам сівби)**

Наприкінці вегетації диференціація кількості бур'янів між варіантами удобрення та неудобреного контролю була більш вираженою (у межах 7-18%). У посівах третього строку сівби на фоні внесення рекомендованої дози добрива бур'яни знаходили для своєї життєдіяльності найкращі умови – їх налічувалося на 10-89% більше порівняно з іншими варіантами досліджу. Найменше бур'янів зафіксовано на неудобреному контролі за першого строку сівби культури.

### **Висновки з розділу 3**

1. Головним фактором, що лімітує сприятливі умови росту й розвитку рослин проса за пізнішої сівби, є менші запаси продуктивної вологи в ґрунті та їх інтенсивне зменшення протягом вегетації. Вологість у метровому шарі ґрунту за сівби на 10-20 день після першого знижується відповідно на 8-17 %, а протягом вегетаційного періоду цей показник є меншим на 11-70 % (у середньому за 2008-2010 рр.). Відзначена перевага неудобреного фону над удобреними по величині ґрунтових вологозапасів.

У середньому за роки досліджень, сумарне водоспоживання проса з

метрового шару ґрунту складало від 2880 м<sup>3</sup>/га до 3210 м<sup>3</sup>/га і найбільшим було у посівах першого строку сівби за використання розрахункової дози добрив. Більшу частину у загальному водоспоживанні культури складають атмосферні опади (64 %), зі збільшенням їх кількості у період *вихід в трубку-дозрівання* урожайність зерна проса підвищується.

Невисокі витрати загальної води на формування 1 т зерна визначено при вирощуванні проса сорту Таврійське за першого строку сівби. У варіанті з внесенням розрахункової дози добрив був отриманий найменший коефіцієнт водоспоживання по даному сорту – 607 м<sup>3</sup>/т.

2. Протягом вегетаційного періоду проса по мірі росту й розвитку рослин спостерігається зниження вмісту основних поживних речовин у ґрунті. Внесення мінеральних добрив покращує поживний режим ґрунту, створює оптимальні умови для життєдіяльності рослин і збільшує їх витрати із ґрунту. Найкраща забезпеченість рослин проса доступними азотом, фосфором і калієм спостерігалась за внесення розрахункової дози добрива за сівби культури у перший строк. Відмічено тенденцію до зниження кількості поживних речовин при запізненні з сівбою внаслідок погіршення вологозабезпеченості посівів.

3. Найбільше бур'янів у фазу куціння проса налічувалось у посівах першого строку сівби – на 6-16 % порівняно з другим та третім строками (середнє за фонами живлення та сортами). Наприкінці вегетації внаслідок вищою конкурентної здатності посіви першого строку сівби були забур'янені менше на 11-42 % порівняно з другим та третім строками сівби. Спостерігалася тенденція до більшої кількості бур'янів на удобрених варіантах. Однорічні злаки (півняче просо та мишій сизий), які мали високу частку чисельності, залишались неушкодженими до кінця вегетації проса. Коливання чисельності бур'янів у посівах проса були і за роками досліджень. Середня кількість бур'янів за 2008-2010 рр. у фазі куціння проса становила 31,4 шт./м<sup>2</sup>, проте найменше їх було у 2010 р. (23,2 шт. /м<sup>2</sup>), а найбільше — у 2008 р. (38,6 шт./м<sup>2</sup>).

## РОЗДІЛ 4

### ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ Й РОЗВИТКУ РОСЛИН ПРОСА ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ АГРОТЕХНІКИ

#### 4.1. Фенологічні спостереження

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 погодні умови в період формування і наливу зерна, а також різна тривалість даного періоду можуть впливати і на якість продукції [76].

В період вегетації рослини проса проходять такі фази розвитку: сходи, кушіння, вихід у трубку, викидання волоті, цвітіння, молочну, молочно-воскову (МВС), воскову і повну стиглість. Вивчення темпів росту і розвитку сортів 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 [149].

Отримані нами протягом 2008-2010 рр. експериментальні дані свідчать, що сорти проса відрізнялися між собою за тривалістю міжфазних періодів та величиною вегетаційного періоду в цілому (рис. 4.1). У середньому за три роки тривалість вегетаційного періоду проса становила 83 дні. Більш скоростиглим був сорт Константи́нівське, який досягав на 7-8 днів раніше порівняно із іншими сортами, на сім днів пізніше досягав сорт Східне, і на 8 днів пізніше досягав сорт Таврійське.

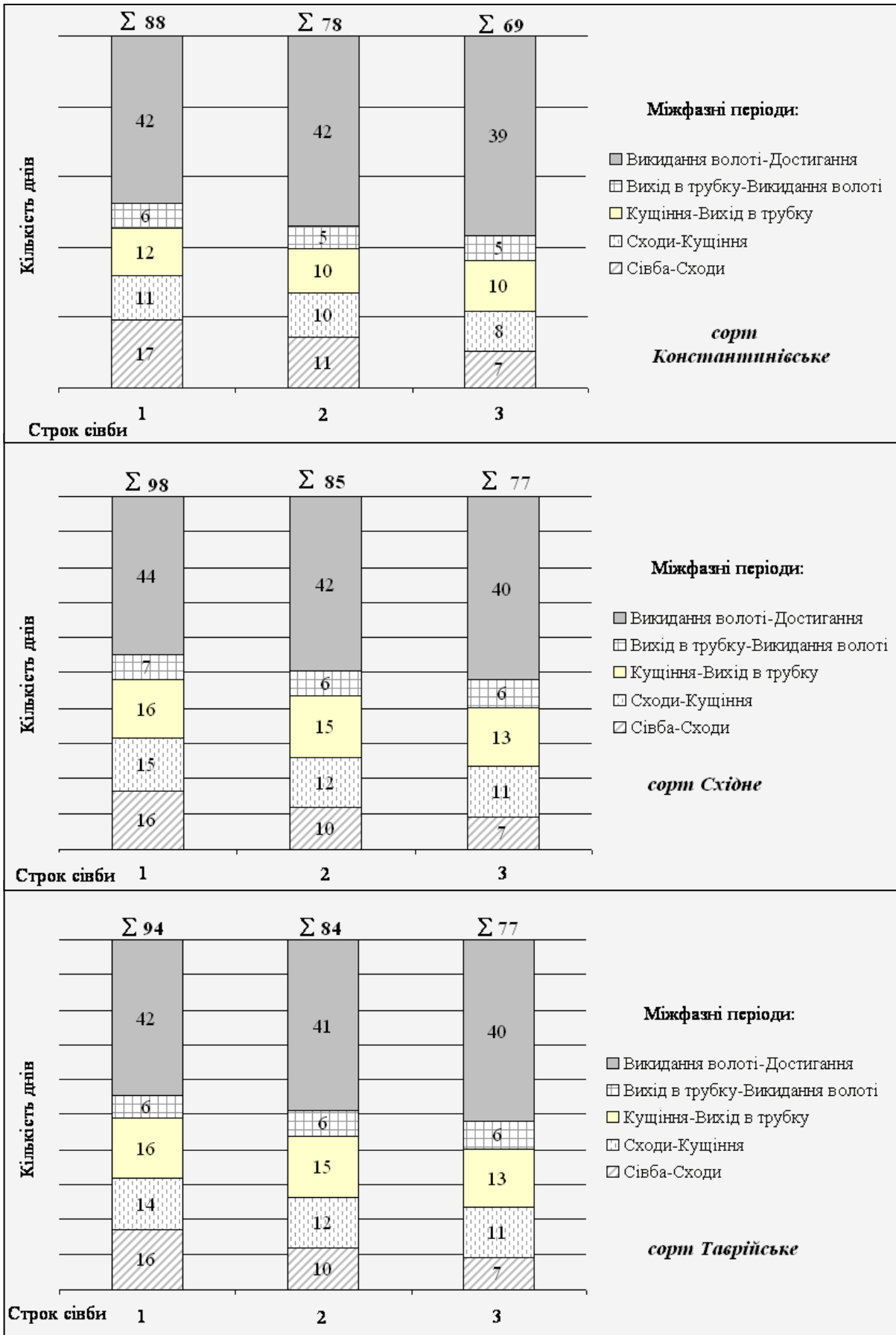


Рис. 4.1. Структура вегетаційного періоду сортів проса залежно від строків сівби (середнє за 2008-2010 рр.)

Динаміка проходження фенологічних фаз від сходів до кущіння у всіх досліджуваних сортів практично є однаковою. Сортіві відмінності починають більше проявлятися з фази кущіння і посилюються в більш пізніх фазах. Так, сорти Східне і Таврійське мають більш тривалий міжфазний період *кущіння-вихід у трубку* та *вихід у трубку–викидання волоті*. Ці міжфазні періоди суттєво вплинули на загальну тривалість вегетації проса.

У 2008 р. тривалість вегетаційного періоду була більш короткою і становила 62-88 дні (залежно від сорту та строку сівби), також міжфазний період *сівба – сходи* в цей рік був менш сприятливішим. Внаслідок нестачі вологи в ґрунті та дефіциту атмосферних опадів сходи з'явилися через 20 днів. В другій половині вегетації відмічались дні з високим температурним режимом повітря, а саме спекотною була погода в період з 1-7 та 17-18 серпня, коли максимальна температура повітря досягала 34-38° С. В цілому, за сезон, протягом 8-15 днів максимальна температура повітря піднімалася вище 30° С позначки. В окремих рослинах проса відмічалось скручування листків у трубочку, а рослини покривалися білим восковим нальотом. Просо пристосоване до повітряних посух і при несприятливих умовах впадає в анабіотичний стан до появи більш сприятливих умов, що є виключно важливим при вирощуванні культури в умовах посушливого Степу України.

У 2009 році вегетаційний період залежно від сорту проса варіював у межах 68-97 днів. Тривалість періоду *сівба – сходи* становила в середньому 11 днів. Після фази виходу у трубку спостерігалися значні атмосферні опади і інтенсивне наростання зеленої маси, але максимального значення ці показники набували у міжфазний період *кущіння – викидання волоті*. В подальший період вегетації у зв'язку з підсиханням верхніх та відмиранням нижніх листків, а також накопичення в рослині сухих речовин, темпи наростання зеленої маси скорочувалися.

У 2010 році тривалість міжфазних періодів була довшою порівняно з 2008 та 2009 рр. Період *сівба-сходи* у 2010 році був коротким внаслідок достатньої вологозабезпеченості й достатній кількості тепла, а період



достигання був тривалішим на 7-10 днів внаслідок інтенсивних дощів. При цьому, різниця між строками сівби проса була мінімальною, тобто нівелювалася з причини задовільного вологозабезпечення рослин.

Таблиця 4.1

**Строки проходження фенологічних фаз та періодів рослинами проса  
залежно від сорту та строку сівби (середнє 2008-2010 рр.)**

Строк сівби	Сорт	Фенологічні фази					
		Посів	Сходи	Кущіння	Вихід у трубку	Викидання волоті	Достигання
1	Константинівське	1 V	17 V	28 V	8 VI	14 VI	26 VII
	Східне	1 V	16 V	31 V	12 VI	19 VI	1 VIII
	Таврійське	1 V	16 V	30 V	12 VI	18 VI	30 VIII
2	Константинівське	10 V	21 V	31 V	10 VI	15 VI	27 VII
	Східне	10 V	20 V	1 VI	16 VI	22 VI	3 VIII
	Таврійське	10 V	20 V	1 VI	16 VI	22 VI	2 VIII
3	Константинівське	20 V	27 V	5 VI	15 VI	20 VI	29 VII
	Східне	20 V	27 V	7 VI	20 VI	26 VI	5 VIII
	Таврійське	20 V	27 V	7 VI	20 VI	25 VI	4 VIII

Вегетаційний період проса розподілявся наступним чином: період *сівба-сходи* займав 14 % від всієї тривалості вегетаційного періоду культури, *сходи-кущіння* – 14 %, *кущіння-вихід у трубку* – 16 %, *вихід у трубку-викидання волоті* – 7 % і найбільшим міжфазним періодом характеризувався період від *викидання волоті до дозрівання* – 50 % від загальної кількості днів (середнє по сортах та строках сівби).

Гідротермічні умови вегетації, що змінюються залежно від строків сівби, впливають на хід фенологічних фаз та етапів органогенезу рослини

[187]. Нашими дослідженнями доведено скорочення тривалості вегетаційного періоду проса за пізніших строків його сівби (табл. 4.1). Так, час від сходів до повної стиглості зменшувався у сортів другого строку сівби на 11 днів, а третього на 19 днів порівняно з першим (середнє по сортах). Строки сівби найбільше впливали на тривалість періоду від часу сівби до появи сходів, він зменшувався від першого до третього строку на 6-9 днів. Різниця у днях при проходженні інших фенологічних фаз залежно від строку сівби була меншою (1-3 дні).

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, досліджувані сорти проса показали себе в наших умовах вирощування як середньостиглі за сівби у перший строк (тривалість вегетації становила від 88 до 98 днів), а за сівби у другий та третій строки – як скоростиглі (тривалість вегетації становила від 69 до 85 днів).

#### **4.2. Повнота сходів та збереженість рослин до збирання**

Одним з найважливіших показників, що визначає майбутню продуктивність будь-якої сільськогосподарської культури – це густота стояння рослин на одиниці площі. Опубліковані результати досліджень свідчать про те, що і зменшення, і збільшення густоти стеблостою проса порівняно з оптимальною призводять зниження врожайності насіння [28, 60]. Просо відрізняється від інших зернових культур низькою продуктивною куцистістю. 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 проса.

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.

Автори [190] висловлюють думку про те, що розмах мінливості величини польової схожості в залежності від застосовуваного прийому, знаходиться в одних межах. У той же час, на розмах мінливості зберігання рослин до збирання істотно впливає строк сівби. При цьому найбільш стабільним стеблостій зберігається у варіантах з раннім строком сівби і, як наслідок, величина врожайності тут складає 28,8 ц/га, що на 6,1 ц/га, або на 21,2-24,3%, вище, ніж при запізненні із сівбою на 7-10 днів.

А.В. Соловьев [191] відмічає, що кількість рослин проса на одиниці площі до збирання була значно нижчою, ніж у період сходів. В середньому за чотири роки досліджень у сорту-стандарту збереженість рослин до збирання становила 154 шт./м<sup>2</sup>, що було більше, ніж по сорту Саратовское 3 на 5 шт./м<sup>2</sup>, сортів Саратовское 6, Ильиновское і Саратовское 10 – на 2 шт./м<sup>2</sup>, сортів Волгоградское 4 і Камышинское 98 – на 1 шт./м<sup>2</sup>, сорту Золотистое – на 11 шт./м<sup>2</sup>. Але в польових умовах не завжди вдається повністю зберегти ту кількість рослин, яку отримано після сходів – протягом вегетації частина їх відмирає внаслідок нестачі вологи, поживних речовин, ураження шкідниками та ін. Не слід забувати й про агрометеорологічні особливості самого року вирощування.

Аналіз проведених нами досліджень також свідчить про вплив метеорологічних умов років на формування густоти стояння посівів. Так, кількість рослин проса у фазу повних сходів у 2009 та 2010 роках становила 145 шт/м<sup>2</sup>, а у 2008 році – 135 рослина на 1м<sup>2</sup> у середньому за строками сівби та дозами добрив (табл. 4.2). До збирання врожаю найбільше рослин збереглося в умовах досить сприятливого 2010 року – 111 шт./м<sup>2</sup> (77%), найменше – у 2008 році (94 шт./м<sup>2</sup>, або 70%). Такий низький рівень виживаності у 2008 році пов'язаний з відмиранням рослин унаслідок повітряної посухи.

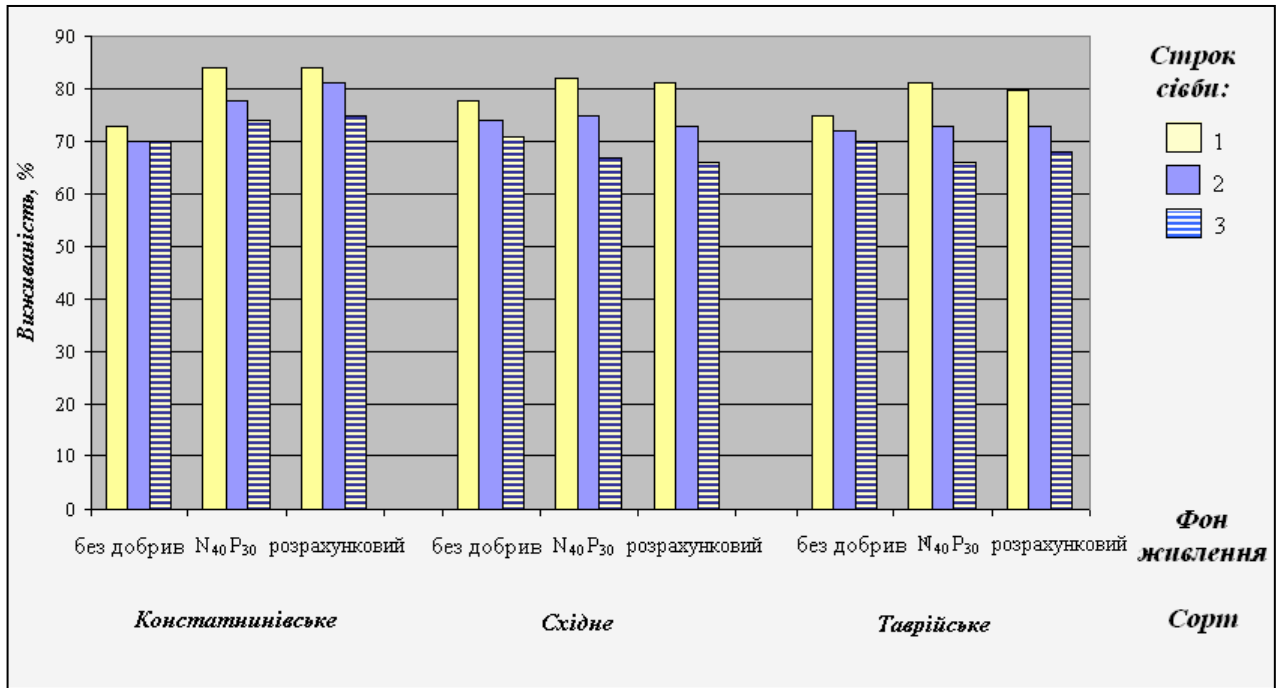
## Вплив строків сівби та фонів живлення на виживаність сортів проса

Рік	Строк сівби	Кількість рослин у фазу сходів, шт/м <sup>2</sup>			Кількість рослин перед збиранням, шт/м <sup>2</sup>			Виживаність рослин за вегетаційний період, %		
		Без добрив	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	Роз-рахунковий	Без добрив	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	Роз-рахунковий	Без добрив	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	Роз-рахунковий
<b>Сорт Константинівське</b>										
2008	1	131	136	145	89	106	121	68	78	83
2009		139	146	152	109	126	127	78	86	84
2010		142	150	158	104	133	135	73	89	85
2008	2	128	135	145	85	100	115	66	74	79
2009		136	144	150	103	113	121	76	78	81
2010		143	146	151	95	121	125	66	83	83
2008	3	123	137	143	85	89	103	69	65	72
2009		136	141	148	101	107	109	74	76	74
2010		143	141	150	95	113	119	66	80	79
<b>Сорт Східне</b>										
2008	1	123	137	142	88	105	114	72	77	80
2009		131	145	148	110	122	122	84	84	82
2010		136	149	156	107	125	127	79	84	81
2008	2	121	134	145	86	98	103	71	73	71
2009		131	145	146	106	110	109	81	76	75
2010		139	143	150	99	108	112	71	76	75
2008	3	121	136	146	83	87	92	69	64	63
2009		129	146	148	96	102	101	74	70	68
2010		133	143	145	94	98	97	71	69	67
<b>Сорт Таврійське</b>										
2008	1	125	138	143	81	98	102	65	71	71
2009		133	147	149	104	126	126	78	86	85
2010		138	151	157	111	129	131	80	86	84
2008	2	123	135	136	83	87	87	68	64	64
2009		133	147	147	99	114	113	75	77	77
2010		141	145	151	102	111	116	73	77	77
2008	3	123	137	147	76	80	95	62	58	65
2009		131	148	149	99	105	105	76	71	70
2010		135	145	146	97	101	100	72	70	69

Режим живлення – один з вирішальних факторів, що впливає на формування врожаю проса. Висока відзивність його на добрива багато в чому обумовлена особливостями розвитку кореневої системи і здатністю за короткий період вегетації створювати високий урожай. У дослідях В.Н. Васильєвої, О.Г. Инжечика, Л.Н. Матюшевської [192] також відзначено значний вплив доз мінеральних добрив на виживання рослин проса. Автори вказують, що виживаність рослин на неудобрених ділянках була на 8-17% нижчою, ніж на удобреному фоні.

Результати наших досліджень також свідчать, що на удобрених варіантах спостерігалася тенденція до збільшення виживаності рослин проса. Так, вже у період повних сходів густина рослин на одиниці площі була неоднаковою – на неудобреному варіанті їх налічувалося до 132 шт./м<sup>2</sup>, на удобрених ділянках рослин було на 10-16 шт./м<sup>2</sup> більше. У період повної стиглості кількість рослин проса зі зростанням рівня мінерального живлення також була вищою на 12-16 рослин/м<sup>2</sup> (у середньому за роками та сортами), тобто виживало на 3,2-3,3 % більше рослин порівняно з неудобреним фоном. Найвищу густоту відзначили за внесення розрахункової дози добрив дозою, яка в умовах 2009 і 2010 рр. становила відповідно 115 і 118 шт./м<sup>2</sup> на період збирання рослин, а у 2008 році ця величина становила 104 шт./м<sup>2</sup>, що пов'язано з більш жорсткими агрометеорологічними умовами вегетації, які склались у даному році.

Нами також була відзначена тенденція зниження коефіцієнта виживання рослин із пізніми строками сівби. Так, за сівби у перший строк цей показник становив по сортах Константинівське, Східне і Таврійське відповідно 81, 80 та 78 % (середнє за фонами удобрення та роками) або в середньому 80 %; за сівби через 10 днів після першого строку – відповідно 76, 74 та 72 % з середнім значенням 74 %, що на 6 % менше порівняно з ранньою сівбою. Сівба через 20 днів після першого строку спричинила зниження коефіцієнту виживаності ще більше – на 10 %, або відповідно по сортах цей показник у третій строк сівби становив 73, 68 та 68 % (рис. 4.1).



**Рис. 4.2. Вживаність сортів проса залежно від строків сівби та фону живлення (середнє за 2008-2010 рр.)**

Таким чином, максимальний відсоток виживаності рослин проса – 75 % отримано за сівби його у перший строк. Збереженість рослин збільшується на 4 % за оптимізації фону живлення проса. Найвищий показник густоти стояння рослин на період збирання проса – 102-117 шт./м<sup>2</sup> (залежно від строку сівби та фону живлення), було зафіксовано у посівах сорту Константинівське, що на 3-8 шт./м<sup>2</sup> більше порівняно з сортом Східне та на 5-7 шт./м<sup>2</sup> більше порівняно з сортом Таврійське.

### 4.3. Динаміка лінійного росту рослин

Висота рослин, як і їх облистяність та загальна площа листової поверхні, є важливими морфологічними ознаками у вирощуванні проса. Вона залежить від особливостей сорту, рівня вологозабезпеченості, фону мінерального живлення, температури повітря та інших факторів зовнішнього середовища. Аналіз висоти стебла дає можливість з'ясувати найбільш

оптимальні умови для формування високопродуктивних агрофітоценозів проса посівного [193].

Автори [76, 91] зазначають, що висота рослин у період збирання є результатом не тільки впливу погоди, але і в деякій мірі відображає рівень агротехніки обробітку посівів. Тому використання результатів з фактичної висоти рослин з розрахунку врожайності зерна дозволяє побічно враховувати також рівень агротехніки. Високоросле просо є, як правило, показником високої урожайності зерна. Так, за висоти рослин 90-100 см в цей період урожайність зерна в експериментальних дослідженнях склала 2,0-2,5 т/га. Середня врожайність зерна (1,0-1,5 т/га) була за висоти рослин 60-70 см.

Нами також встановлено вплив погодних умов на лінійний ріст рослин проса (табл. 4.3). Порівнюючи висоту рослин проса за роками досліджень, слід відзначити, що найвищі рослини сформувались у 2010 році – середня висота становила 88,9 см. У середньопосушливому 2009 р. висота рослин проса складала відповідно 83,3 см, а за несприятливих погодних умов 2008 року рослини сформували висоту 78,8 см (у середньому по сортах, фонах живлення і строках сівби).

Згідно з отриманими результатами, ростові процеси проса істотно змінювались і від варіантів досліду. Так, оптимізація живлення сприяла збільшенню висоти рослин на 46-74 % (середнє за 2008-2010 рр.). У середньому по досліджуваних сортах та строках сівби за три роки вирощування без добрив у фазу повної стиглості зерна рослини досягли висоти 59,6 см, на фоні  $N_{40}P_{30}$  лінійна висота збільшилася до 87,3 см. Найбільшу висоту мали рослини у варіанті з внесенням розрахункової дози мінерального добрива – у середньому за сортами та строками сівби вона складала 104,1 см. Аналогічну закономірність у своїх дослідках спостерігали ряд авторів [16, 33, 35, 45, 47], які відзначають, що підвищення дози мінеральних добрив, особливо азотних, позитивно впливає на ріст рослин проса посівного.

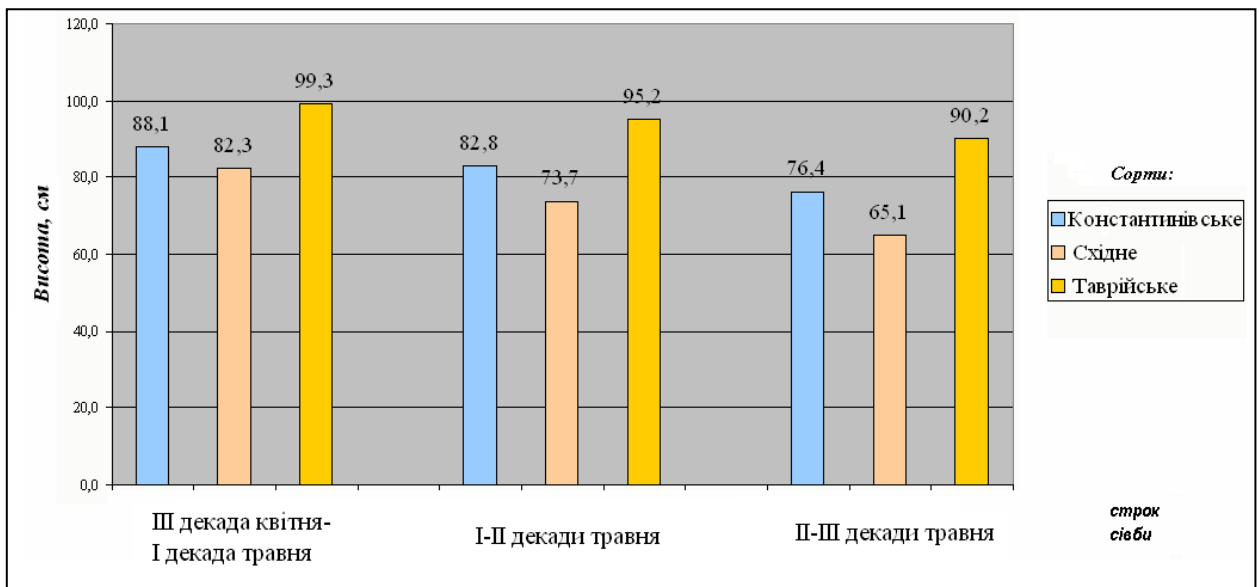
Спостереження, проведені нами, також засвідчили, що на лінійний ріст

## Висота рослин проса за варіантами дослідів по роках, см

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Роки		
		2008	2009	2010
Перший	Сорт Константинівське			
	Без добрив	63,4	72,8	49,6
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	88,2	93,5	100,2
	Розрахунковий	92,6	103,6	129,1
	Сорт Східне			
	Без добрив	55,2	59,2	58,2
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	87,2	89,8	90,6
	Розрахунковий	93,6	94,2	112,8
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	63,3	70,5	78,4
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	97,1	98,6	105,3
	Розрахунковий	122,2	122,0	135,8
Другий	Сорт Константинівське			
	Без добрив	58,8	68,0	48,4
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	82,6	85,3	91,5
	Розрахунковий	87,9	100,2	122,9
	Сорт Східне			
	Без добрив	51,5	56,6	52,5
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	80,5	78,3	78,6
	Розрахунковий	81,0	82,6	101,6
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	58,3	64,9	76,4
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	93,5	95,3	102,9
	Розрахунковий	113,1	120,6	131,7
Третій	Сорт Константинівське			
	Без добрив	55,8	64,2	46,8
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	76,7	79,0	78,6
	Розрахунковий	80,6	90,5	115,4
	Сорт Східне			
	Без добрив	47,3	52,5	46,8
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	73,2	64,5	68,7
	Розрахунковий	72,8	72,0	88,5
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	55,4	62,3	73,3
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	89,7	93,0	95,7
	Розрахунковий	107,1	114,6	120,8
Стандартне відхилення		19,2	19,0	27,2
Стандартна похибка		3,7	3,7	5,2



рослин проса значною мірою впливають агротехнічні фактори, такі як строк сівби та сорт (рис 4.3). Найбільшою вона була у сортів Таврійське і Константинівське, порівняно з рослинами сорту Східне і ця закономірність спостерігалася в усі строки сівби. Найбільш високими були рослини, що висівалися у перший строк сівби, тобто на початку травня, після стійкого прогрівання ґрунту на глибині 10 см до 10-12° С. Так, висота рослин сорту Таврійське за першого строку сівби у фазі повної стиглості зерна становила 99,3 см, а сорту Константинівське – 88,1 см; тоді як висота рослин сорту Східне досягла 82,3 см (середнє по фонам живлення). Друге місце по висоті займали рослини проса, що висівалися через десять днів після першого строку сівби, коли температурний режим встановлювався в межах 12-14 °С – від 73,7 см до 95,2 см залежно від сорту. Більш низькорослими були сорти третього строку сівби (при встановленні температури до 14-16 °С) – від 65,1 см до 90,2 см залежно від сорту [194].



**Рис. 4.3. Висота сортів проса залежно від строків сівби  
(середнє за 2008-2010 рр.)**

Таким чином, на висоту рослин проса мали вплив погодні умови, строк сівби та фон удобрення культури, а також сортова специфічність. Найвищі

рослини були зафіксовані у сорту Таврійське за сівби у перший строк на фоні рекомендованої дози удобрення.

#### 4.4. 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.

К.А. Тимирязев писав, що «...зеленый лист или, вернее, микроскопическое зеленое зерно хлорофилла является фокусом, точкой в мировом пространстве, в которую с одного конца притекает энергия солнца, а с другого – берут начало все проявления жизни на Земле. Растения – настоящий Прометей, похитивший огонь с неба. Каждый луч солнца, не уловленный зеленой поверхностью поля, луга и леса, - это богатство, потерянное навсегда» [195].

Дослідження показують, що високим запланованим врожаєм відповідають значні показники площі листя, фотосинтетичного потенціалу, чистої продуктивності фотосинтезу і біологічної маси. У дослідженнях М.К. Каюмова дані фітOMETричні параметри посівів проса з програмованим врожаєм від 2 до 5 т/га зерна. Середня площа листя посіву з урожайністю 5 т/га зерна повинна становити 25,0 тис. м<sup>2</sup>/га, максимальна площа листя – 45,7 тис. м<sup>2</sup>/га, коефіцієнт співвідношення між максимальною і середньою площею листя – 1,828, фотосинтетичний потенціал такого посіву – 2500 тис. м<sup>2</sup>/га на добу. Ці показники покладені в основу управління формуванням запрограмованих врожаїв.

Порівнюючи рівні врожайності з максимальними площами листків у посівах, О.О. Нічіпорович прийшов до висновку, що площа листків близько 30-40 тис. м<sup>2</sup>/га достатня для отримання високих врожаїв сільсько-господарських культур. Подальше її збільшення негативно впливатиме на фотосинтез, тому що, в першу чергу, погіршиться освітленість листків,

рослини нераціонально будуть використовувати вологу та поживні речовини, отже, рівень урожаю буде зменшуватися [196]. Просо як типовий представник культур типу  $C_4$  має здатність ефективніше використовувати азот з ґрунту і накопичувати значну суху масу на одиницю засвоєння азоту. Саме тому рослини цієї культури є дуже продуктивними з високою стійкістю до несприятливих умов вирощування, що представляє безсумнівний інтерес у вивченні фотосинтетичної діяльності [197, 198].

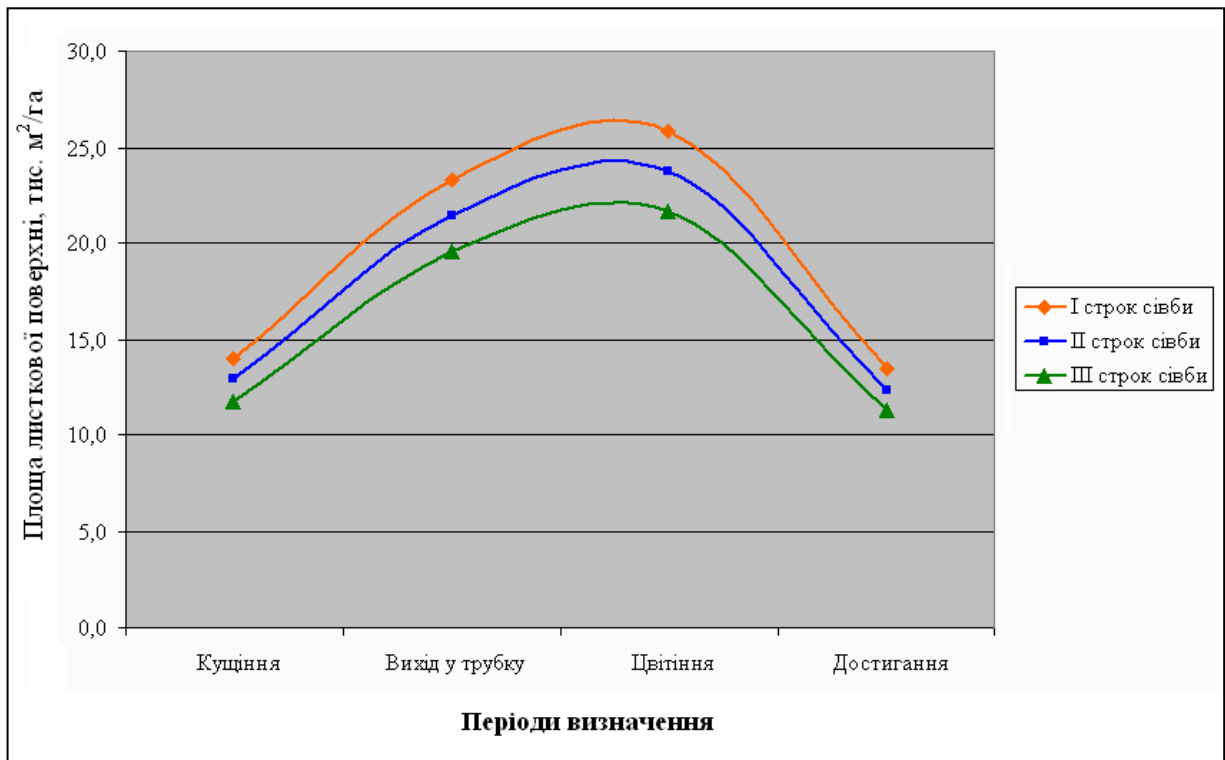
Нами протягом 2008-2010 рр. вивчалася площа листя сортів проса при внесенні добрив та сівби у різні строки. Поглинання і акумулювання фотосинтетичний активній радіації, а також продуктивність посіву знаходяться в прямій залежності від величини асиміляційної поверхні та тривалості її роботи. Однак за дуже великої площі асиміляційної поверхні посіву можливе зниження загальної та зернової продуктивності, внаслідок зниження інтенсивності фотосинтезу і погіршення умов для формування і дозрівання зерна. Задана продуктивність посіву досягається при певній площі листя, зелених стебел і волоті.

Результати наших досліджень показали, що площа листової поверхні проса варіює в широких межах і залежить від фази розвитку, сорту, строку сівби і фону живлення. Своєї максимальної величини фотосинтезуюча поверхня проса досягає у фазу цвітіння – 21,6-25,8 тис.  $m^2/га$  в залежності від строку сівби в середньому по сортам і фонам живлення (рис. 4.4).

Таким чином, аналіз показує, що в порівнянні з фазою куштиння площа асиміляційної поверхні проса збільшується у 1,8 разів, 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.

Основна фізіологічна властивість у рослин проса полягає в тому, що фотосинтез у його рослин здійснюється за типом  $C_4$  (подібно до рослин сорго і кукурудзи та інших рослин тропічного кліматичного поясу), тоді як у більшості культур помірної кліматичної зони – за типом  $C_3$ . Дослідниками

[199] встановлено, що головною відмінністю між ними є те, що рослини типу  $C_4$  менш вимогливі до насичення повітря  $CO_2$  (насичення наближене до природної концентрації - 0,03%), і досить високе його засвоєння відбувається за рахунок низького виділення під час фотодихання.



**Рис. 4.4. Наростання площі листкової поверхні проса за періодами вегетації (середнє за 2008-2010 рр.)**

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. По сорту *Константинівське* в роки досліджень середня площа листя за строками сівби змінювалася від 16,0 до 18,8 тис. м²/га

(середнє по періодам вегетації). По сорту Східне площа листя за строками сівби варіювала від 13,4 до 17,3 тис. м<sup>2</sup>/га (середнє по періодам вегетації). По сорту Таврійське вона перевищувала середню площу листя сортів Константинівське та Східне за першого строку сівби на 3,4-4,9 тис. м<sup>2</sup>/га або на 18-28 %; за другого строку сівби – на 3,3-5,6 тис. м<sup>2</sup>/га або на 19-36 %; за третього строку сівби – на 3,6-6,2 тис. м<sup>2</sup>/га або на 22-46 % [200].

Максимальна площа листя у середньому по сортах спостерігалася за сівби у перший строк – 19,5 тис. м<sup>2</sup>/га. За сівби у другий строк цей показник зменшувався на 1,6 тис. м<sup>2</sup>/га або 9 %, за сівби у третій строк – на 3,2 тис. м<sup>2</sup>/га або 20 % порівняно з першим.

Реалізація потенційної продуктивності сортів висуває вимоги до формування оптимальної площі листя як основного органу фотосинтезу, при якій рослини проявляють свою максимальну здатність вловлювати вуглекислоту з повітря і фотосинтетичний активну радіацію (ФАР).

За даними А.Г. Просвіркіної [91], кількість листків у різних сортів проса варіює від 8 до 12, а індекс листової поверхні в період максимального розвитку (викидання волоті). У дослідженнях А.В. Соловьева максимальна площа листя в середньому за чотири роки по сорту-стандарту становила 35,0 тис. м<sup>2</sup>/га, а по сортах Саратовское 3, Саратовское 6, Саратовское 8, Волгоградское 4, Ильиновское, Камышинское 95, Саратовское 10, Камышинское 98 и Золотистое вона була вищою відповідно на 0,9; 1,1; 4,1; 4,4; 6,1; 1,8; 3,7; 1,3 і 1,1 тис. м<sup>2</sup>/га [201]. Максимальна площа була сформована до фази викидання волоті і «працювала» на урожай в середньому 23 дні.

Аналіз результатів наших досліджень показав, що середня площа листя за вегетацію змінювалася як у часі, так і у розрізі сортів. В середньому за 2008-2010 рр. в середня площа листя у сорту Східне становила 15,4 тис. м<sup>2</sup>/га, що було нижче, ніж у сорту Константинівське на 2,1 тис. м<sup>2</sup>/га, та порівняно з сортом Таврійське на 5,5 тис. м<sup>2</sup>/га.

Відомо, що розвиток листової поверхні залежить від активності

меристеми, що забезпечує утворення листів і клітинні процеси, що обумовлюють її ріст [202]. Визначальна роль у цьому належить поживним елементам. Адже процес формування листової поверхні може бути також показником ступеня забезпеченості посівів елементами мінерального живлення. Найвищі та найкращі за якістю врожаї можна отримати тільки в посівах, які мають оптимальну за розмірами площу листя і оптимальним ходом її формування, що буде забезпечуватись раціональним використанням елементів мінерального живлення [203].

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 по сорту Константинівське в залежності від строку сівби на 4,0-4,6 тис.  $m^2/га$  у порівнянні з неудобреним варіантом, внесення ж розрахункової дози добрив сприяло підвищенню цього показника на 9,6-10,1 тис.  $m^2/га$ .

По сорту Східне відзначали аналогічну закономірність: внесення  $N_{40}P_{30}$  збільшувало площу листків на 3,6-5,1 тис.  $m^2/га$  у порівнянні з неудобреним контролем, а внесення розрахункової дози добрив сприяло підвищенню цього показника на 7,3-9,5 тис.  $m^2/га$ .

По сорту Таврійське спостерігали ту саму тенденцію: удобрення  $N_{40}P_{30}$  збільшувало площу листків на 4,5-5,3 тис.  $m^2/га$  у порівнянні з неудобреним контролем, а внесення розрахункової дози добрив на запланований врожай 4 т/га сприяло підвищенню цього показника на 12,8-15,2 тис.  $m^2/га$  (табл. 4.4).

Таким чином, інтенсивніше наростала площа асиміляційної поверхні у рослин сорту Таврійське, що говорить про більшу відзивність цього на добрива навіть у посушливих умовах півдня України. В середньому за вегетацію найбільш потужний листовий апарат формували рослини саме цього сорту у варіанті з внесенням розрахункової дози мінерального добрива за сівби культури у перший строк – 42,7 тис.  $m^2/га$  у фазу цвітіння.

**Площа листків сортів проса залежно від варіантів досліду, тис. м<sup>2</sup>/га  
(середнє за 2008-2010 рр.)**

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Період відбирання			
		Кущіння	Вихід у трубку	Цвітіння	Достигання
Перший	Сорт Константинівське				
	Без добрив	10,1	16,7	19,5	9,6
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	13,3	22,2	25,9	12,8
	Розрахунковий	17,2	28,7	33,4	16,5
	Сорт Східне				
	Без добрив	9,0	14,8	17,4	8,6
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	12,7	21,0	24,6	12,2
	Розрахунковий	15,8	26,3	30,6	15,2
	Сорт Таврійське				
	Без добрив	11,2	18,5	21,6	10,6
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	14,9	24,6	28,7	14,1
	Розрахунковий	22,0	36,8	42,7	21,2
Другий	Сорт Константинівське				
	Без добрив	9,3	15,3	17,9	8,8
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	12,3	20,4	23,8	11,7
	Розрахунковий	16,5	27,5	31,9	15,8
	Сорт Східне				
	Без добрив	8,1	13,2	15,5	7,6
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	11,2	18,5	21,7	10,7
	Розрахунковий	13,9	23,2	27,0	13,4
	Сорт Таврійське				
	Без добрив	10,4	17,2	20,1	9,9
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	14,2	23,5	27,4	13,5
	Розрахунковий	20,6	34,3	39,9	19,7
Третій	Сорт Константинівське				
	Без добрив	8,4	13,7	15,9	7,9
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	11,2	18,4	21,5	10,6
	Розрахунковий	15,1	25,3	29,3	14,5
	Сорт Східне				
	Без добрив	7,1	11,6	13,6	6,7
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	9,6	16,0	18,7	9,3
	Розрахунковий	12,2	20,4	23,7	11,7
	Сорт Таврійське				
	Без добрив	10,0	16,5	19,2	9,5
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	13,2	21,9	25,5	12,7
	Розрахунковий	19,1	31,9	37,1	18,3
<i>Стандартне відхилення</i>		3,8	6,4	7,4	3,7
<i>Стандартна похибка</i>		0,7	1,2	1,4	0,7

Як зазначалось у розділі 2, погодні умови в роки досліджень були контрастними, а тому розмір асиміляційної поверхні проса посівного по роках різнився досить значно. У сприятливому за вологозабезпеченістю 2010 році на період цвітіння рослини формували найбільшу площу листя: сорт Константинівське – 32,1 тис. м<sup>2</sup>/га, сорт Східне – 27,9 тис. м<sup>2</sup>/га та сорт Тарвійське 38,5 тис. м<sup>2</sup>/га в середньому по строках сівби та фонах живлення рослин. У 2008 році, внаслідок посушливих явищ, величина листкового апарату рослин проса у ту ж фазу була меншою у 1,7-1,9 разів: для сорту Константинівське вона становила 16,9, для сорту Східне – 16,3 тис. м<sup>2</sup>/га, а для сорту Таврійське – 20,5 тис. м<sup>2</sup>/га. Менш сприятливим, ніж 2010 рік для розвитку листкового апарату проса, виявився і 2009 рік – у фазу цвітіння сорти сформували площу листя відповідно 24,0, 20,0 та 28,4 тис. м<sup>2</sup>/га, що на 33-40 % менше, ніж у 2010 році (Додатки В.1-В.3).

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.

По-перше, нами було встановлено, що у початкові періоди росту і розвитку рослин проса (*кущіння-вихід в трубку*) ФП невисокий і коливається від 0,11 до 0,47 млн. м<sup>2</sup> у добу/га залежно від варіанту дослідження (табл. 4.5).

У наступні ж міжфазні періоди цей показник зростає, досягаючи максимальної величини у період *викидання волоті–достигання зерна* – 0,67-0,78 млн. м<sup>2</sup> у добу/га (середнє по сортах та фонах живлення).

Аналогічні результати отримали й інші дослідники [149, 204]. Їми відмічено позитивний взаємозв'язок фотосинтетичного потенціалу (ФП) рослин проса з площею листкової поверхні та з тривалістю міжфазних періодів, тобто чим довше листок перебуває у функціональному стані, тим вищі темпи продуктивних процесів у рослині.



**Фотосинтетичний потенціал посівів проса за варіантами дослідів, млн. м<sup>2</sup>  
за добу/га (середнє за 2008-2010 рр.)**

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Міжфазні періоди		
		Кущіння-Вихід у трубку	Вихід у трубку-Цвітіння	Цвітіння-Достигання
Перший	Сорт Константинівське			
	Без добрив	0,16	0,29	0,61
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,21	0,38	0,81
	Розрахунковий	0,28	0,50	1,05
	Сорт Східне			
	Без добрив	0,19	0,24	0,54
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,27	0,34	0,77
	Розрахунковий	0,34	0,42	0,96
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	0,24	0,31	0,71
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,32	0,42	0,94
	Розрахунковий	0,47	0,62	1,41
Другий	Сорт Константинівське			
	Без добрив	0,12	0,23	0,56
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,16	0,31	0,75
	Розрахунковий	0,22	0,41	1,00
	Сорт Східне			
	Без добрив	0,16	0,21	0,47
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,22	0,30	0,66
	Розрахунковий	0,28	0,37	0,83
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	0,21	0,27	0,63
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,28	0,37	0,86
	Розрахунковий	0,41	0,55	1,25
Третій	Сорт Константинівське			
	Без добрив	0,11	0,20	0,46
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,15	0,28	0,63
	Розрахунковий	0,20	0,38	0,86
	Сорт Східне			
	Без добрив	0,12	0,18	0,41
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,17	0,26	0,56
	Розрахунковий	0,21	0,33	0,71
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	0,17	0,26	0,57
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,23	0,35	0,76
	Розрахунковий	0,33	0,51	1,11
<i>Стандартне відхилення</i>		<i>0,09</i>	<i>0,11</i>	<i>0,24</i>
<i>Стандартна похибка</i>		<i>0,02</i>	<i>0,02</i>	<i>0,05</i>

На думку вчених-фізіологів, ФП повинен складати не менше 2 млн. м<sup>2</sup>/га на добу в розрахунку на кожні 100 діб фактичної вегетації. У дослідженнях В.Ф. Камінського та Глієвої [204] найбільшим абсолютним значенням ФП характеризувався сорт Омріяне – (1,91 млн. м<sup>2</sup>/га за добу), яке забезпечив варіант внесенням N<sub>60</sub>K<sub>90</sub>. У сорту проса Чабанівське відмічено найбільший показник ФП за внесення N<sub>60</sub>K<sub>30</sub> (1,67 млн м<sup>2</sup>/га за добу).

Наші дослідження також вказують, що збільшення асиміляційної поверхні у сорту Таврійське в порівнянні з сортами Костантинівське та Східне сприяло і підвищенню фотосинтетичного потенціалу посівів даного сорту – на 0,17-0,26 млн. м<sup>2</sup> у добу/га або 23-39 % у період *викидання волоті–достигання зерна* (середнє по фонах живлення і строках сівби). В інші міжфазні періоди спостерігали аналогічну закономірність (рис. 4.5).

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 0,06-0,08 млн. м<sup>2</sup> у добу/га на користь удобрених варіантів. В період *вихід у трубку-викидання волоті* спостерігали більш помітний вплив добрив – фотосинтетичний потенціал посівів проса збільшувався на 0,09-0,12 млн. м<sup>2</sup> за добу/га залежно від їх дози. У період *викидання волоті-достигання* ФП збільшувався на 0,20-0,27 млн. м<sup>2</sup> 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 він склав 1,02 млн. м<sup>2</sup> за добу/га (середнє по сортах та строках сівби), в тому числі у посівах сорту Костантинівське 0,97 млн. м<sup>2</sup> за добу/га, у посівах сорту Східне – 0,83 млн. м<sup>2</sup> за добу/га, у посівах сорту Таврійське – 1,26 млн. м<sup>2</sup> за добу/га.

Максимальний рівень фотосинтетичного потенціалу формувався у посівах проса за сівби у перший строк – 0,82 млн. м<sup>2</sup> за добу/га по сорту Костантинівське, 0,76 млн. м<sup>2</sup> за добу/га по сорту Східне, 1,02 млн. м<sup>2</sup> за добу/га по сорту Таврійське в період *викидання волоті-достигання* (середнє по фонам живлення). Сівба проса у пізніші строки призводила до зниження даного показника на 11-29 % порівняно із першим строком.

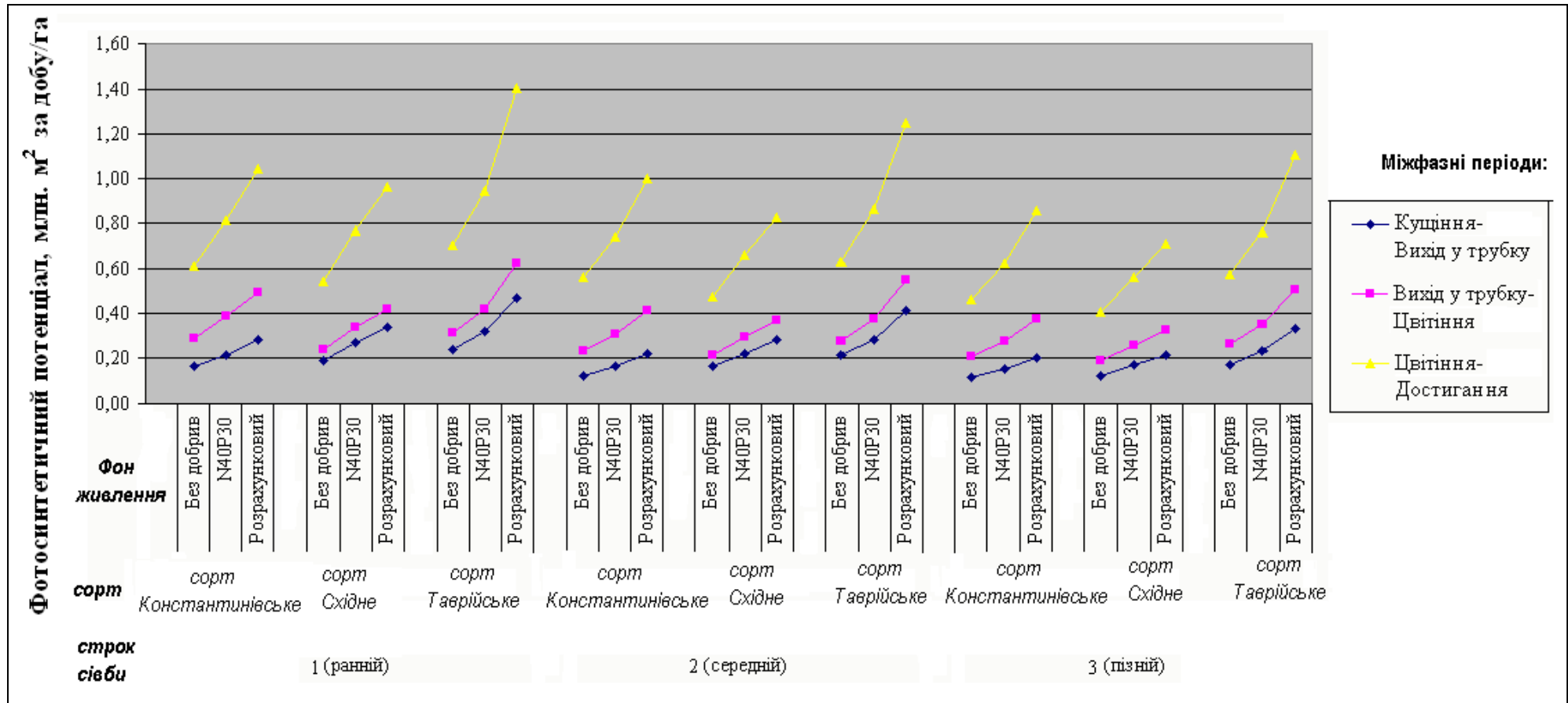


Рис. 4.5. Формування фотосинтетичного потенціалу посівів проса за періодами вегетації залежно від строку сівби, фону живлення та сорту (середнє за 2008-2010 рр.)

Як відомо, суха речовина рослин являє собою співвідношення органічної та мінеральної його частини. Не менше 90% сухої речовини представлено білками (інші азотисті сполуки), а також вуглеводами (крохмалем, цукрами, клітковиною і ін). Всі вони необхідні для нормальної життєдіяльності рослин. Тому в дослідженнях визначення сухої біомаси рослин проса є одним з основних питань [202]. Приріст сухої речовини рослинами визначали за основними періодами розвитку. Так, дослідження показали, що безперервне нагромадження сухої наземної біомаси проса посівного відбувається, починаючи від фази кушіння і закінчуючи початком дозрівання насіння. Наприкінці періоду досягання навіть проявляється тенденція до зменшення, що узгоджується з даними інших авторів [204, 205], які пояснюють це тим, що продукти фотосинтезу та частина поживних речовин вегетативних органів направляється у зерно. Найбільший приріст сухої маси спостерігали на початку викидання волоті – від 27,28 до 32,56 г/м<sup>2</sup> за добу в середньому по варіантах досліду.

У розрізі сортів найвищим приростом сухої маси у даний період характеризувався сорт Таврійське – від 23,05 до 51,26 г/м<sup>2</sup> за добу (залежно від строку сівби та фону живлення), тоді як у сорту Константинівське він становив від 19,13 до 40,00 г/м<sup>2</sup> за добу, а у сорту Східне – від 16,29 до 36,77 г/м<sup>2</sup> за добу, що на 20-41 % менше за сорт Таврійське (табл. 4.6).

Оптимізація строку сівби позитивно впливала на приріст сухої речовини у всі фази росту і розвитку проса посівного. Так, найбільший приріст абсолютно сухої біомаси відзначається у варіантах за сівби у перший строк (у середньому за вегетацію): у неудобреному варіанті – 13,22-16,43, при внесенні N<sub>40</sub>P<sub>30</sub> – 18,69-21,84, розрахункової дози – 23,35-32,58 г/м<sup>2</sup> за добу залежно від сорту. Запізнення з сівбою на 20 днів спричинювало зниженню приросту абсолютно сухої біомаси на 14-31 % у порівнянні із першим строком.

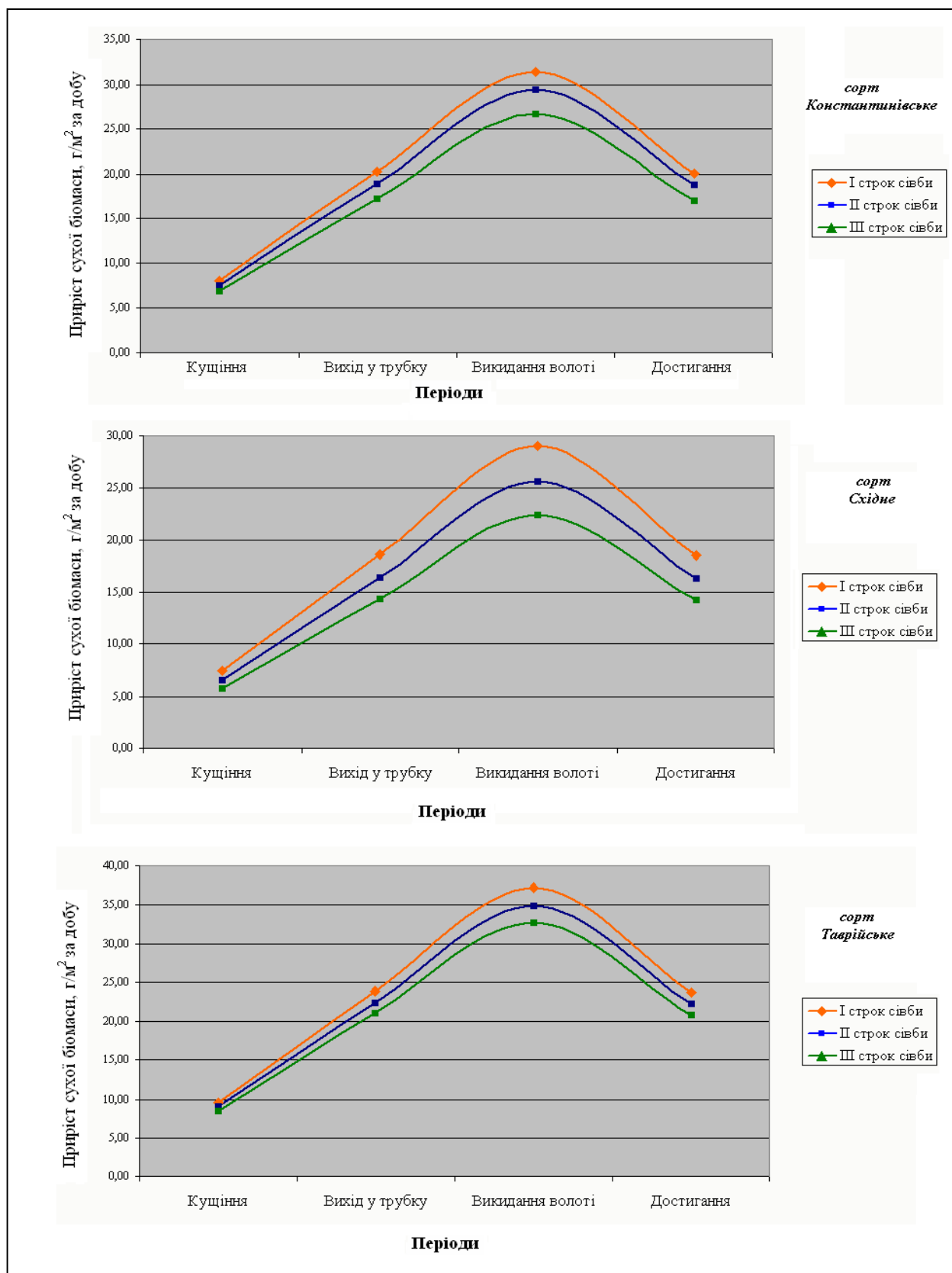
Посів проса із запізненням на 10 днів також знижував цей показник

Таблиця 4.6

**Добові прирости абсолютно-сухої біомаси проса за варіантами дослідів, г/м<sup>2</sup>  
(середнє за 2008-2010 рр.)**

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Період відбирання			
		Кущіння	Вихід у трубку	Викидання волоті	Достигання
Перший	Сорт Константинівське				
	Без добрив	6,07	15,01	23,35	14,88
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	8,00	19,97	31,04	19,84
	Розрахунковий	10,31	25,82	40,00	25,56
	Сорт Східне				
	Без добрив	5,44	13,33	20,84	13,27
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	7,61	18,90	29,45	18,81
	Розрахунковий	9,46	23,66	36,77	23,52
	Сорт Таврійське				
	Без добрив	6,75	16,63	25,88	16,47
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	8,92	22,08	34,41	21,95
	Розрахунковий	13,20	33,06	51,26	32,78
Другий	Сорт Константинівське				
	Без добрив	5,60	13,81	21,49	13,68
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	7,34	18,33	28,51	18,23
	Розрахунковий	9,90	24,73	38,32	24,47
	Сорт Східне				
	Без добрив	4,82	11,87	18,55	11,82
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	6,71	16,68	26,03	16,64
	Розрахунковий	8,33	20,88	32,42	20,74
	Сорт Таврійське				
	Без добрив	6,26	15,47	24,06	15,33
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	8,52	21,12	32,88	20,98
	Розрахунковий	12,32	30,84	47,82	30,57
Третій	Сорт Константинівське				
	Без добрив	5,00	12,30	19,13	12,17
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	6,68	16,55	25,81	16,47
	Розрахунковий	9,06	22,73	35,20	22,51
	Сорт Східне				
	Без добрив	4,27	10,43	16,29	10,35
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	5,72	14,38	22,43	14,38
	Розрахунковий	7,30	18,33	28,47	18,23
	Сорт Таврійське				
	Без добрив	6,00	14,82	23,05	14,68
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	7,92	19,68	30,65	19,58
	Розрахунковий	11,45	28,68	44,48	28,44
<i>Стандартне відхилення</i>		<i>2,25</i>	<i>5,70</i>	<i>8,80</i>	<i>5,64</i>
<i>Стандартна похибка</i>		<i>0,43</i>	<i>1,10</i>	<i>1,69</i>	<i>1,09</i>

порівняно із першим строком сівби, але на меншу величину – 4-13 % залежно від сорту та фону живлення (рис. 4.6).



**Рис. 4.6.** Добовий приріст сухої речовини посівами проса за періодами вегетації залежно від сорту та строку сівби (середнє за 2008-2010 рр.)

Також було встановлено позитивну дію мінеральних добрив на накопичення сухої маси проса за основними періодами росту й розвитку. Так, внесення під культуру розрахункової дози добрив збільшувало прирости сухої маси рослин найбільш інтенсивно: у фазу кушіння – на 4,57, виходу в трубку – на 11,68, викидання волоті – на 18,01, початку досягання – на 11,57 г/м<sup>2</sup> порівняно з неудобреним контролем.

У середньому ж за вегетаційний період приріст надземної маси у неудобреному варіанті становив 10,34-16,43 г/м<sup>2</sup>, при внесенні N<sub>40</sub>P<sub>30</sub> – 14,23-21,84 г/м<sup>2</sup>, та розрахункової дози добрива – 18,08-32,58 г/м<sup>2</sup> за добу залежно від сорту та строку сівби. Таким чином, добре розвинена листостеблова маса рослин проса при оптимальному мінеральному живленні обумовлює високий приріст сухої речовини.

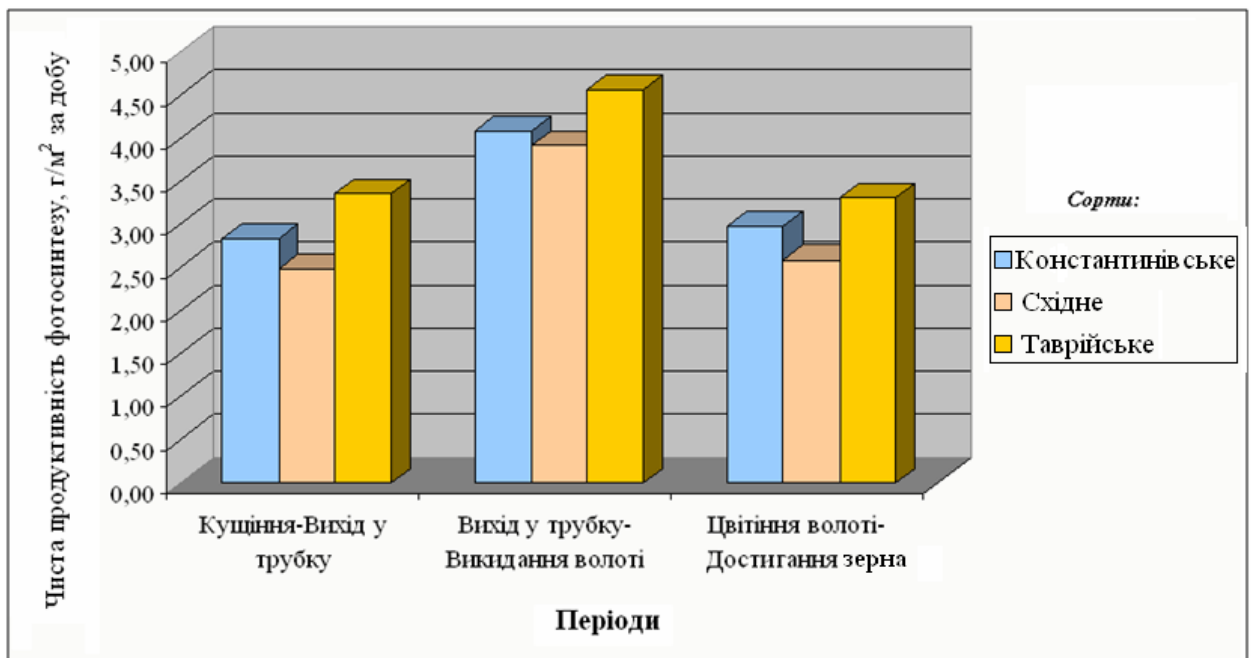
Так як накопичення 90-95 % сухої речовини йде у процесі фотосинтезу, який відбувається в листках, то очевидно, що розміри приросту сухої речовини, перш за все, повинні визначатися величиною площі листя і продуктивністю фотосинтезу. Аналізуючи величини приростів сухої речовини під впливом варіантів досліду, слід відзначити, що найвищими показниками характеризувалися посіви сорту Таврійське, у варіанті використання розрахункової дози мінеральних добрив із сівбою рослин у перший строк – їх абсолютні величини становили 13,20-51,26 г/м<sup>2</sup> за добу.

Одним із важливих показників, що характеризують динаміку формування врожаю, є чиста продуктивність фотосинтезу [196]. 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 дають урожай.

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

Результати досліджень О.І. Рудник-Іващенко [205] 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 (рис. 4.7).



**Рис. 4.7. Чиста продуктивність фотосинтезу сортів проса за періодами вегетації (середнє за 2008-2010 рр.)**

Так, за результатами наших розрахунків, найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу посіви проса формували у період *виходу у трубку-викидання волоті* – від 3,92 до 4,56 г/м<sup>2</sup> за добу у середньому за строками сівби та фонами живлення залежно від сорту. За періоди вегетації *кушiння-вихiд у трубку*, коли площа листкової поверхні була меншою, коефіцієнт ЧПФ не міг бути високим, тому цілком логічно, що він становив від 2,49 до 3,35 г/м<sup>2</sup> за



добу у середньому за строками сівби та фонами живлення залежно від сорту.

Найнижчим коефіцієнт ЧПФ за міжфазними періодами був у період *викидання волоті-дозрівання*, коли формування загальної площі листків рослин проса також було невеликим порівняно з попередніми фазами – від 2,59 до 3,30 г/м<sup>2</sup> за добу у середньому за строками сівби та фонами живлення залежно від сорту.

Як бачимо, ЧПФ — дуже пластичний показник, який змінюється під впливом багатьох факторів, але є специфічним для різних сортів. Коефіцієнт ЧПФ найвищим був по сортах Таврійське та Константинівське – 3,63-5,23 та 3,13-4,97 г/м<sup>2</sup> за добу у періоди *виходу у трубку-викидання волоті*, тоді як по сорту Східне він був меншим на 3-23 % залежно від строку сівби та фону мінерального живлення.

Нашими дослідженнями було встановлено, що чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) залежить від внесених добрив. Застосування мінеральних добрив дозволило сформувати більшу площу листової 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* – 3,12 г/м<sup>2</sup> за добу, *виходу у трубку-викидання волоті* – 4,59 г/м<sup>2</sup> за добу, *викидання волоті-дозрівання* – 3,26 г/м<sup>2</sup> за добу (середнє по сортах та фонах живлення). Близькі за значеннями ці показники були зафіксовані на фоні N<sub>40</sub>P<sub>30</sub>: у період *кущіння-вихід у трубку* – 2,90 г/м<sup>2</sup> за добу, *виходу у трубку-викидання волоті* – 4,30 г/м<sup>2</sup> за добу, *викидання волоті-дозрівання* – 2,93 г/м<sup>2</sup> за добу. Найнижчими показники ЧПФ спостерігалися у неудобренних варіантах: у період *кущіння-вихід у трубку* вони становили у середньому 2,64 г/м<sup>2</sup> за добу, *виходу у трубку-викидання волоті* – 3,69 г/м<sup>2</sup> за добу, *викидання волоті-дозрівання* – 2,69 г/м<sup>2</sup> 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 (табл. 4.7).

Таблиця 4.7

**Чиста продуктивність фотосинтезу посівів проса, г/м<sup>2</sup> за добу  
(середнє за 2008-2010 рр.)**

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Міжфазні періоди		
		Кущіння-Вихід у трубку	Вихід у трубку-Викидання волоті	Викидання волоті - Достигання
Перший	Сорт Константи́нівське			
	Без добрив	2,84	3,99	3,17
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	3,12	4,84	3,36
	Розрахунковий	3,60	4,97	3,71
	Сорт Східне			
	Без добрив	2,48	3,90	2,80
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,70	4,68	3,22
	Розрахунковий	2,70	4,82	3,55
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	3,43	4,53	3,23
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	3,72	5,02	3,38
	Розрахунковий	4,31	5,23	3,92
Другий	Сорт Константи́нівське			
	Без добрив	2,55	3,51	2,73
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,80	4,12	2,76
	Розрахунковий	2,97	4,53	2,91
	Сорт Східне			
	Без добрив	2,29	3,34	2,06
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,59	3,89	2,42
	Розрахунковий	2,62	4,33	2,74
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	3,09	4,19	2,99
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	3,26	4,68	3,24
	Розрахунковий	3,50	5,09	3,69
Третій	Сорт Константи́нівське			
	Без добрив	2,15	3,13	2,66
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,63	3,73	2,72
	Розрахунковий	2,80	3,96	2,75
	Сорт Східне			
	Без добрив	2,13	2,95	1,79
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,36	3,57	2,27
	Розрахунковий	2,54	3,81	2,48
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	2,85	3,63	2,75
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,96	4,14	3,00
	Розрахунковий	3,06	4,54	3,53
<i>Стандартне відхилення</i>		<i>0,50</i>	<i>0,61</i>	<i>0,50</i>
<i>Стандартна похибка</i>		<i>0,10</i>	<i>0,12</i>	<i>0,10</i>

За оптимального строку сівби проса складаються більш сприятливі умови зволоження, живлення та освітлення, що сприяє підвищенню даного показника на 11-27 %. Найбільші показники ЧПФ спостерігалися за сівби культури у перший строк: у період *кущіння-вихід у трубку* – 321 г/м<sup>2</sup> за добу, *виходу у трубку-викидання волоті* – 4,67 г/м<sup>2</sup> за добу, *викидання волоті-дозрівання* – 3,37 г/м<sup>2</sup> за добу (середнє по сортах та фонах живлення).

#### Висновки з розділу 4

1. Досліджувані сорти проса показали себе в наших умовах вирощування як середньостиглі за сівби у перший строк (тривалість вегетації становила від 88 до 98 днів), а за сівби у другий та третій строки – як скоростиглі (тривалість вегетації становила від 69 до 85 днів). У розрізі сортів найбільш скоростиглим виявився сорт *Константинівське* – 78 днів, на другому місці сорт *Східне* – 85, третьому – *Таврійське* – 87 днів.

2. Максимальний відсоток виживаності рослин проса – 75 % отримано за сівби його у перший строк. Збереженість рослин збільшується на 4 % за оптимізації фону живлення проса. Найвищий показник густоти стояння рослин на період збирання проса – 102-117 шт./м<sup>2</sup> (залежно від строку сівби та фону живлення), було зафіксовано у посівах сорту *Константинівське*, що на 3-8 шт./м<sup>2</sup> більше порівняно з сортом *Східне* та на 5-7 шт./м<sup>2</sup> більше порівняно з сортом *Таврійське*.

2. Середня по досліді висота рослин у 2010 році становила 88,9 см, у посушливих 2008 та 2009 рр. вона складала відповідно 78,8 та 83,3 см (у середньому по строках, фонах живлення та сортах). Найвищі рослини були зафіксовані у сорту *Таврійське* за сівби у перший строк на фоні рекомендованої дози удобрення.

3. У рослин проса посівного фотосинтезуюча поверхня досягає своєї максимальної величини проса у фазу цвітіння – 21,6-25,8 тис. м<sup>2</sup>/га в залежності від строку сівби в середньому по сортах і фонам живлення.

Запізнення із сівбою на 10-20 днів призводить до зменшення цього показника на 1,6-3,2 тис. м<sup>2</sup>/га або 9-20 %. В середньому за вегетацію найбільш потужний листковий апарат формували рослини сорту Таврійське у варіанті з внесенням розрахункової дози мінерального добрива за сівби культури у перший строк – 42,7 тис. м<sup>2</sup>/га у фазу цвітіння.

Максимальна величина фотосинтетичного потенціалу спостерігається у період *викидання волоті-достигання*, у варіанті з внесенням розрахункової дози добрив він був найвищим – 1,02 млн. м<sup>2</sup> за добу/га (середнє по сортах та строках сівби). Найбільшим рівень фотосинтетичного потенціалу формувався у посівах проса за сівби у перший строк – 0,82 млн. м<sup>2</sup> за добу/га по сорту Костантинівське, 0,76 млн. м<sup>2</sup> за добу/га по сорту Східне, 1,02 млн. м<sup>2</sup> за добу/га по сорту Таврійське.

Найбільший приріст сухої маси спостерігали на початку *викидання волоті* проса – від 27,28 до 32,56 г/м<sup>2</sup> за добу в середньому по варіантах досліду, що пов'язано з активним ростом і розвитком рослин у цей період. При цьому було встановлено позитивну дію мінеральних добрив та першого строку сівби на накопичення сухої маси проса за основними фазами росту. У розрізі сортів найвищим приростом сухої маси характеризувався сорт Таврійське. Найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу посіви проса формували у період *виходу у трубку-викидання волоті* – від 3,92 до 4,56 г/м<sup>2</sup> за добу у середньому за строками сівби та фонами живлення залежно від сорту. Максимальні величини ЧПФ спостерігалися за сівби сорту Таврійське у перший строк на фоні розрахункової дози удобрення – 5,23 г/м<sup>2</sup> за добу (середнє за 2008-2010 рр.).

## РОЗДІЛ 5

### УРОЖАЙ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА СОРТІВ ПРОСА ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ ТА ФОНІВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ

#### 5.1. Урожайність рослин проса та його структура

Зміна клімату, деградація ґрунтових і природних ресурсів, опустелювання, нестача води і часті посухи ставлять під загрозу продовольчу безпеку нашої країни. Однією з головних проблем для кормовиробництва і рослинництва є глобальне потепління, в результаті якого наслідки для рослинництва в прогнозованому зміні клімату, полягають у збільшенні посушливості в зв'язку з підвищенням температури повітря, погіршенням тепло- і вологозабезпечення рослин в період їх вегетації при сучасних строках сівби, зменшенні обсягів снігу за рахунок збільшення зимових температур, підвищення засоленості ґрунтів [183].

Якнайшвидше впровадження в сільськогосподарське виробництво посухостійких, високопродуктивних культур, здатних рости на всій території країни, і особливо на засолених землях, є найбільш ефективним вирішенням проблеми [204]. В умовах глобального потепління необхідно впроваджувати культури і сорти, які найбільш ефективно використовують вуглекислий газ атмосфери – це культури з  $C_4$  типом фотосинтезу, що здатні формувати оптимальний рослинний покрив на засолених ґрунтах в посушливих умовах, де, як відомо, збільшується емісія вуглекислого газу в атмосферу [167]. Такою культурою з  $C_4$  типом фотосинтезу, солестійкою і посухостійкою є просо посівне.

До завдань наших досліджень входило вивчення формування урожаю та якості зерна проса залежно від строків сівби, мінеральних добрив, сортів і погодних умов. Урожай є результатом цілої низки фізіолого-біохімічних процесів, що протікають у рослинах, спрямованість яких залежить як від генетичної природи самої рослини, так і від умов зовнішнього середовища.

Врожайність є показником інтегрованої взаємодії факторів життя рослини, спадкових ознак сортів та технологічних прийомів їх вирощування. Дослідження за багатофакторними схемами дозволяють більш предметно визначити вплив на врожайність окремих сортів, агрозаходів та їхньої взаємодії.

Так, проведені дослідження показали досить високу ефективність застосування мінеральних добрив, оптимізації строків сівби та сортів при вирощуванні проса посівного, але значна роль при цьому належала і метеорологічним умовам конкретного року. 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.

Зокрема, метеорологічні умови протягом вегетації 2008 року були мало сприятливі для рослин проса, за вегетаційний період якого у середньому випало 118,4 мм опадів, або 60 %, від середньої багаторічної норми. В третій декаді червня поля були охоплені ґрунтовою засухою, у цей момент рослини якраз перебували у фазі викидання волоті, що є критичною для проса. У першій декаді липня пройшли інтенсивні дощі, опади носили зливовий характер, і на фоні високих температур нагромаджені запаси вологи швидко витрачалися. У подальшому високий температурний режим (в окремі дні температура повітря підвищувалася до 39° С) та відсутність опадів помітно прискорили досягання проса. Збиральна стиглість культури настала в кінці другої декади липня, тобто на два тижні раніше звичайних термінів. Урожайність проса у середньому по сортах склала 2,39 т/га, в тому числі по сорту Константинівське – 2,26 т/га, Таврійське – 2,73 т/га, Східне – 2,17 т/га.

2009 рік був посушливим, за вегетаційний період проса випало 158,4 мм опадів або 80 %, від середньої багаторічної норми. У червні переважала

суха та спекотна погода з температурою повітря на 1,9 °С вищою за середню багаторічну. Дощів, які пройшли протягом другої та третьої декади, було недостатньо для поповнення волого запасів, тому фази кушіння та виходу в трубку рослини проходили у не досить сприятливих умовах. Викидання волотей відмічалось 15-25 липня, в цей час створилася помірно тепла погода із численними опадами (загалом за I-II декаду липня випало 81 мм опадів, що на 33 % більше за норму) – це позитивно вплинуло на стан рослин, покращило зволоженість ґрунту у посівах. Період дозрівання насіння проса був несприятливим – у кінці липня-на початку серпня переважала суха погода, опадів випало значно менше норми – все це спричинило повітряну посуху і прискорило досягання рослин. Середня урожайність проса була на рівні 3,22 т/га, а у розрізі сортів: Константинівське – 3,20 т/га, Таврійське – 3,79, Східне – 2,67 т/га.

У 2010 році агрометеорологічні умови для формування врожаю проса були відносно задовільними, за вегетаційний період культури випало 310,5 мм опадів, що у півтора рази вище за середню багаторічну норму. Однак опади протягом вегетаційного періоду випадали вкрай нерівномірно. Так, коли у рослин спостерігалися критичні періоди вихід в трубку та викидання волоті (до початку липня) погодні умови ускладнилися внаслідок відсутності ефективних опадів та підвищення температури до 31-34°. У період наливу насіння проса спека припинилася і погодні умови покращилися – пройшли сильні зливові дощі (кількість їх перебільшувала норму майже у 6 разів), що значно покращило стан посівів. Кількість опадів в липні склала 299 % від місячної норми. Збиральна стиглість культури наступила у середині серпня, тобто на тиждень пізніше звичайних термінів. Урожайність проса у 2010 році склала 3,65 т/га, в тому числі по сорту Константинівське – 3,56 т/га, Таврійське – 4,27 т/га, Східне – 3,10 т/га.

Отже, найвищий врожай проса у середньому по варіантах досліду сформований у 2010 році – 3,65 т/га, що на 1,26 т/га більше, ніж у 2008 році та на 0,43 т/га більше, ніж у 2009 році (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

## Врожайність зерна проса за варіантами дослідів по роках, т/га

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Роки		
		2008	2009	2010
Перший	Сорт Константинівське			
	Без добрив	1,81	2,48	2,91
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,52	3,34	3,74
	Розрахунковий	2,94	4,61	4,82
	Сорт Східне			
	Без добрив	1,84	1,94	2,64
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,49	3,02	3,59
	Розрахунковий	2,97	4,03	4,38
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	2,01	2,68	3,28
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,86	3,51	4,25
	Розрахунковий	3,88	5,84	6,14
Другий	Сорт Константинівське			
	Без добрив	1,68	2,22	2,72
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,36	3,05	3,41
	Розрахунковий	2,79	4,39	4,66
	Сорт Східне			
	Без добрив	1,65	1,75	2,32
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,30	2,62	3,13
	Розрахунковий	2,57	3,63	3,84
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	1,85	2,55	3,02
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,67	3,43	4,05
	Розрахунковий	3,59	5,45	5,75
Третій	Сорт Константинівське			
	Без добрив	1,45	1,99	2,45
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,19	2,62	3,16
	Розрахунковий	2,56	4,12	4,21
	Сорт Східне			
	Без добрив	1,35	1,56	2,10
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,09	2,29	2,58
	Розрахунковий	2,31	3,16	3,35
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	1,76	2,44	2,90
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,56	3,19	3,72
	Розрахунковий	3,40	5,03	5,33
NIP <sub>05</sub> , т/га		A – 0,02, B – 0,02, C – 0,02, AB – 0,03, AC – 0,03, BC – 0,03, ABC – 0,05.	A – 0,03, B – 0,03, C – 0,03, AB – 0,06, AC – 0,06, BC – 0,06, ABC – 0,10.	A – 0,03, B – 0,03, C – 0,03, AB – 0,05, AC – 0,05, BC – 0,05, ABC – 0,09.

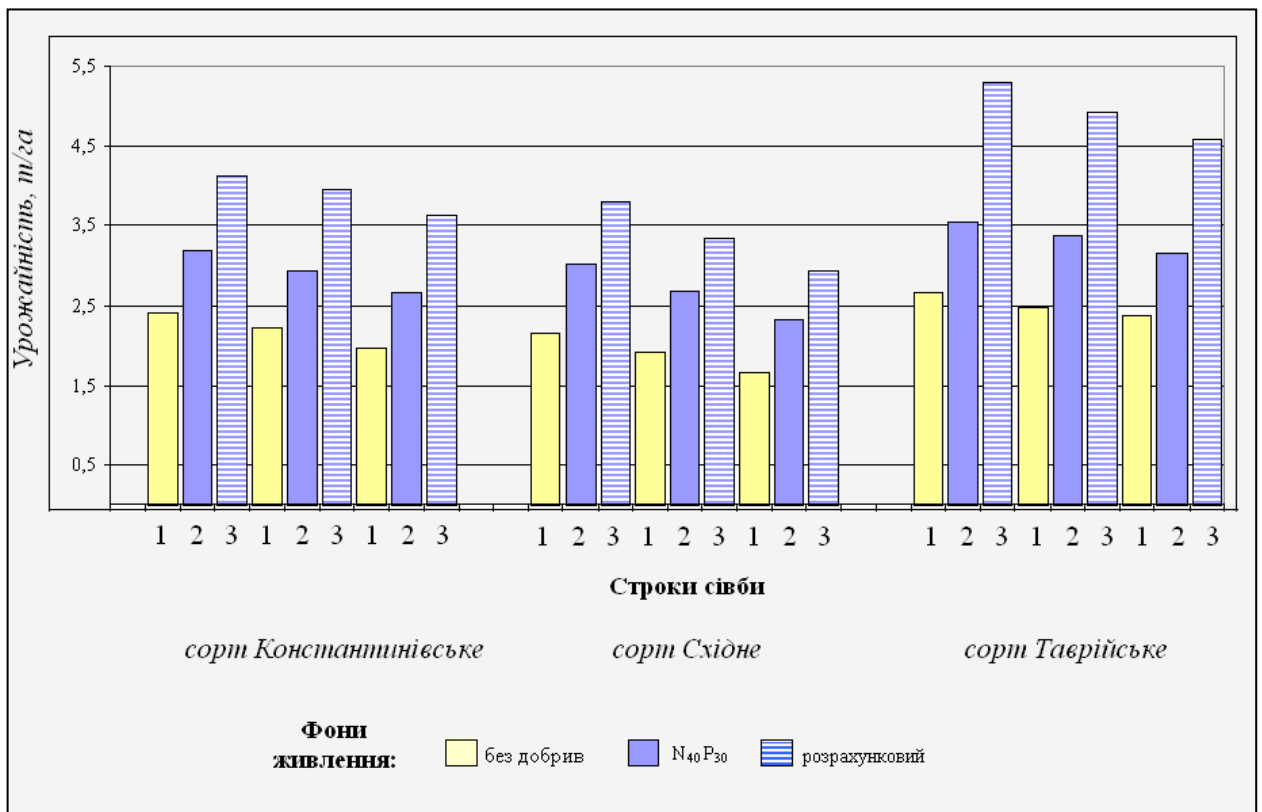


Чим гірші ґрунтово-кліматичні та погодні умови в тій чи іншій зоні землеробства, тим вищою є роль генетичної захищеності ознак потенційної продуктивності й екологічної стійкості сортів і гібридів, тобто адаптивної селекції [64]. Відомо, що екологічна пристосованість сорту, одним з найважливіших чинників якої є стійкість до несприятливих умов зовнішнього середовища, не гарантує успіх сорту, якщо вона не поєднується з іншими вирішальними для виробництва властивостями (врожайність, якість зерна і т.д.). Задача стабілізації врожаїв зернових культур у степовій зоні України повинна вирішуватися за рахунок вирощування більш адаптивних до умов зони сортів, стійких до дії абіотичних і біотичних стресорів, стабільною врожайністю, високою якістю зерна [66, 74].

Узагальнюючи урожайні дані за три роки досліджень, необхідно зазначити, що найбільш стабільну врожайність протягом таких контрастних за вологозабезпеченістю років мав сорт Таврійське. Отримані величини врожайності по сортах Константинівське та Східне не такі стабільні, ймовірною причиною чого є складна взаємообумовленість інтегрованих систем генетичних, біологічних, морфологічних, екологічних ознак, що визначають продуктивність рослин даного сорту. Відповідно до вищесказаного, сорт Таврійське переважав за врожайністю сорти Константинівське та Східне: у 2008 р. – на 0,47-0,56 т/га або 21-26 %, у 2009 р. – на 0,59-1,12 т/га або 18-42 %, у 2010 р. – на 0,71-1,17 т/га або 20-38 %. У середньому по досліді за 2008-2010 рр. сорт проса Таврійське забезпечив урожайність 3,6 т/га, що на 0,59-0,95 т/га або 20-36 % більше у порівнянні з сортами Константинівське та Східне.

На формуванні урожайності зерна проса посівного позначалися також строки сівби та фони живлення (рис. 5.1). Так, у наших дослідженнях простежувалась тенденція зниження урожайності зерна за пізнішої сівби. У розрізі років різниця між рівнями врожайності проса залежно від строків сівби була неоднаковою. У найсприятливішому 2010 році різниця між першим та другим строком за врожайністю склала 0,31 т/га або 8 %, а між першим і третім – 0,66 т/га або 20 %. Різниця між другим та третім строком також була суттєвою – 0,35 т/га. Як уже зазначалося у розділі, у 2008 році

склалися досить складні агрометеорологічні умови, що негативно вплинуло на врожайність культури. За сівби у перший строк просо сформувало урожай у середньому 2,59 т/га, а за сівби через 10 та 20 днів він був меншим на 0,21-0,41 т/га або 9-18 % відповідно. У 2009 р. різниця по врожайності між першим та другим строком сівби проса посівного становила 0,26 т/га, запізнення на 20 днів зумовило зниження врожаю на 0,56 т/га порівняно з ранньовесняним строком. Різниця між другим та третім строком була суттєвою та склала 0,30 т/га.

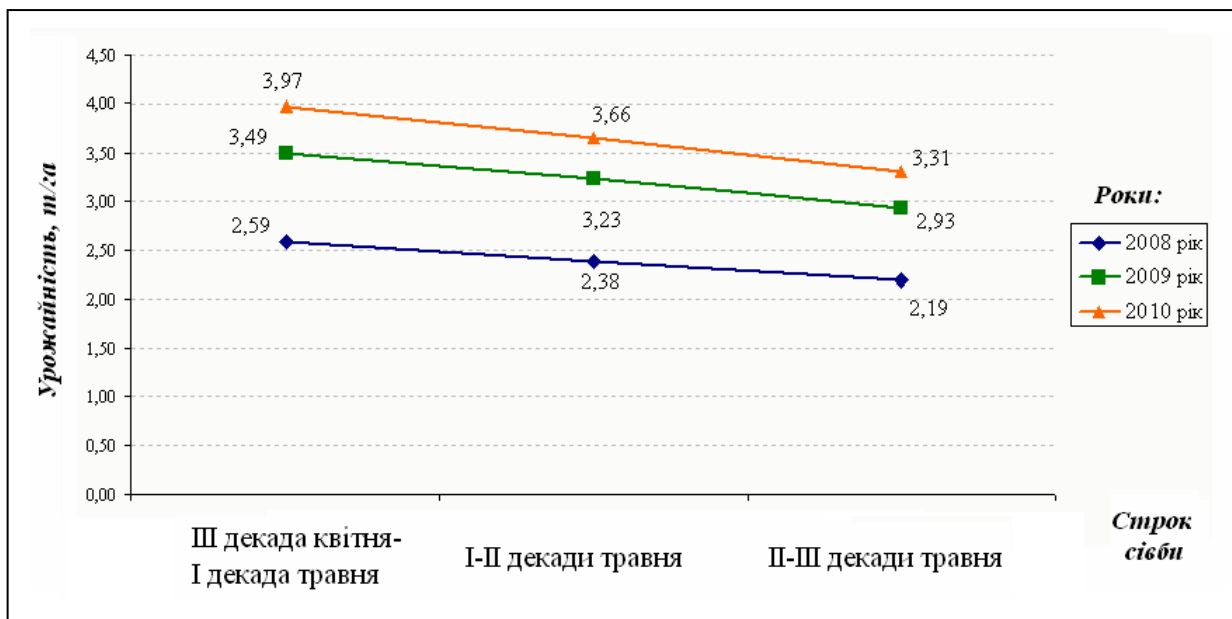


**Рис. 5.1. Урожайність сортів проса залежно від строків сівби та фонів мінерального живлення (середнє за 2008-2010 рр.)**

У середньому за три роки запізнення з сівбою на 10 днів зумовлювало зменшення врожайності культури на 0,26 т/га або 8 %, на 20 днів – знижувало врожайність на 0,54 т/га або 19 % (рис. 5.2). Втрати врожаю по сорту Східне внаслідок пізнішої сівби були дещо вищими, ніж по сортах Константинівське і Таврійське. Так, сівба на 11 та 21 день після ранньовесняного строку зменшувала врожайність зерна сорту Східне відповідно на 0,34-0,68 т/га, сорту

Константинівське – на 0,21-0,49 т/га, сорту Таврійське – на 0,23-0,46 т/га.

Таким чином, найбільша врожайність культури відмічалася за ранньої сівби (у I декаді травня) та залежала від сорту й погодних умов конкретного року.

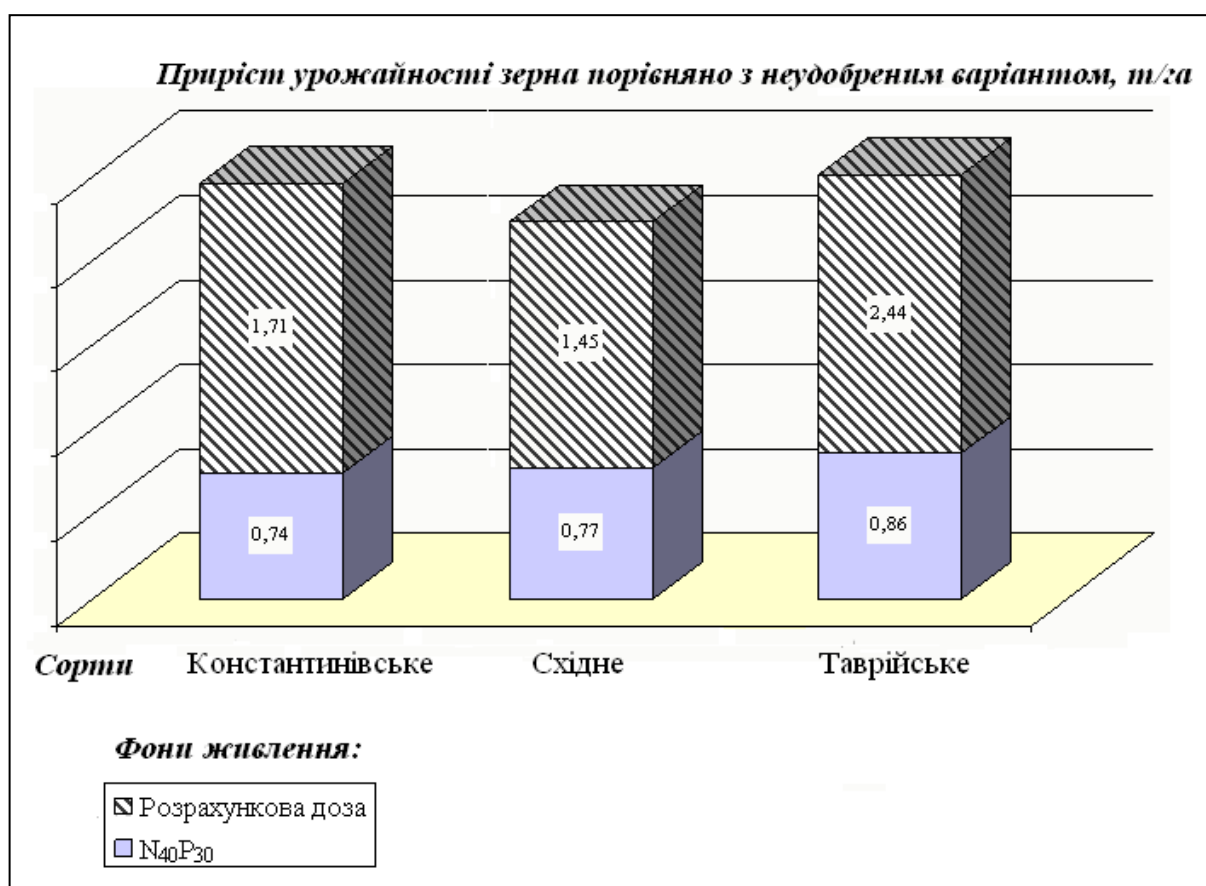


**Рис. 5.2. Врожайність сортів проса залежно від строків сівби по роках досліджень (середнє по сортам та фонам живлення)**

Важлива роль у формуванні врожаю проса належить системі удобрення [206, 207]. У різних зонах вирощування вона не однакова, і перш за все, залежить від кількості опадів, температури повітря, вологості ґрунту та багатьох інших факторів [208]. Отримані у наших дослідженнях дані свідчать, що найбільш ефективним у незрошуваних умовах півдня України є застосування розрахункової дози мінеральних добрив на запланований рівень урожайності 4 т/га. Так, у середньому за три роки досліджень у цьому варіанті була отримана найвища врожайність культури – 4,06 т/га, що на 1,86 т/га або у 2,2 рази більша за її рівень у неудобреному варіанті (середнє по сортам та строкам сівби). У варіанті з внесенням  $N_{40}P_{30}$  отримано врожайність 2,99 т/га, що забезпечило приріст у 0,79 т/га (у 1,3 рази) у порівнянні з неудобреним контролем (рис. 5.3).

Інша особливість використання елементів живлення витікає з того, що необхідно враховувати й сортову специфічність культури проса, яка на нових

сортах вивчена недостатньо. У середньому за всі роки досліджень при внесенні під культуру  $N_{40}P_{30}$  сортом проса Константинівське сформовано врожайність 2,93 т/га, сортом Східне – 2,68 т/га, а сортом Таврійське – 3,36 т/га зерна, тоді як за розрахункової дози добрив відповідно 3,90, 3,36 та 4,93 т/га. Аналіз отриманих даних дозволив встановити, що сорт Таврійське є більш відзивним на внесення мінеральних добрив, адже приріст його врожаю від застосування розрахункової дози становив 2,44 т/га, тоді як у сортах Константинівське та Східне дані показники були меншими та становили відповідно 1,71 та 1,45 т/га.

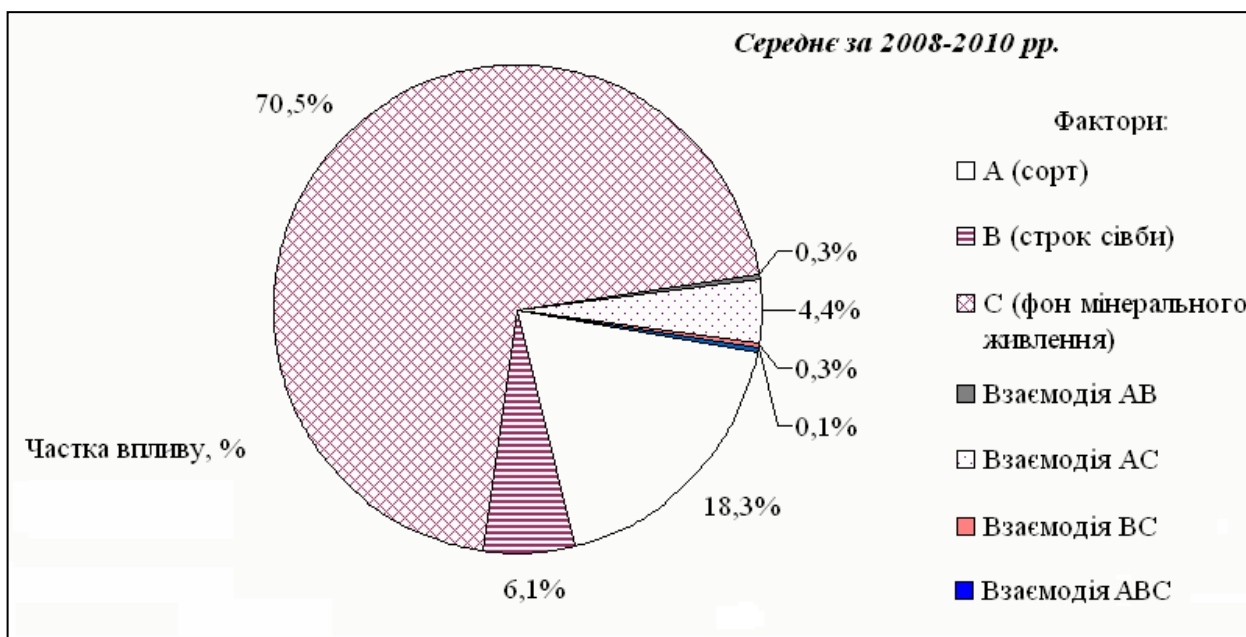


**Рис. 5.3. Приріст урожайності зерна проса за різних доз добрив та сортів (середнє за 2008-2010 рр.)**

Різниця у величині врожайності зерна між сортами проса за вирощування їх без добрив була не такою значною, як на удобрених фонах і особливо за розрахункової дози добрива. Збільшення зернової продуктивності культури залежно від значущості сорту на неудобреному фоні та фоні  $N_{40}P_{30}$  скало 14-31 і 15-25 % на користь сорту Таврійське. Із наведених результатів можемо

зазначити, що останній значно сильніше реагує на фон живлення і більшою мірою підвищує врожайність від однієї і тієї ж дози добрива. Сорт проса Таврійське в усі роки досліджень виявився і найбільш пластичним та стабільним у вирощуванні та в спроможності формувати високу врожайність.

Аналізуючи отримані показники урожайності, необхідно звернути увагу на участь досліджуваних факторів у формуванні продуктивності проса посівного (Рис. 5.4).



**Рис. 5.4. Частка участі факторів у формуванні врожаю проса (середнє за 2008-2010 рр.)**

Такий аналіз показав, що у середньому за роки досліджень частка участі доз добрив у формуванні продуктивності проса становила 70,5 %, сортів – 18,3 %, строків сівби – 6,1 %, а взаємодії факторів – від 0,1 до 4,4 %. Серед факторів взаємодії сорти та удобрення мали найвищу ступінь взаємовпливу на врожайність зерна проса – 4,4 %.

Таким чином, можна зробити висновок, що у формуванні продуктивності проса найбільший вплив мала взаємодія сортових особливостей та доз мінеральних добрив, застосованих при їх вирощуванні.

Величини цих показників дещо відрізнялись залежно від погодно-кліматичних умов року, але загальна тенденція зберігалася в усі роки

досліджень – найбільший вплив на формування продуктивності посівів проса мала взаємодія таких факторів, як добрива та сорти (Рис. 5.5).

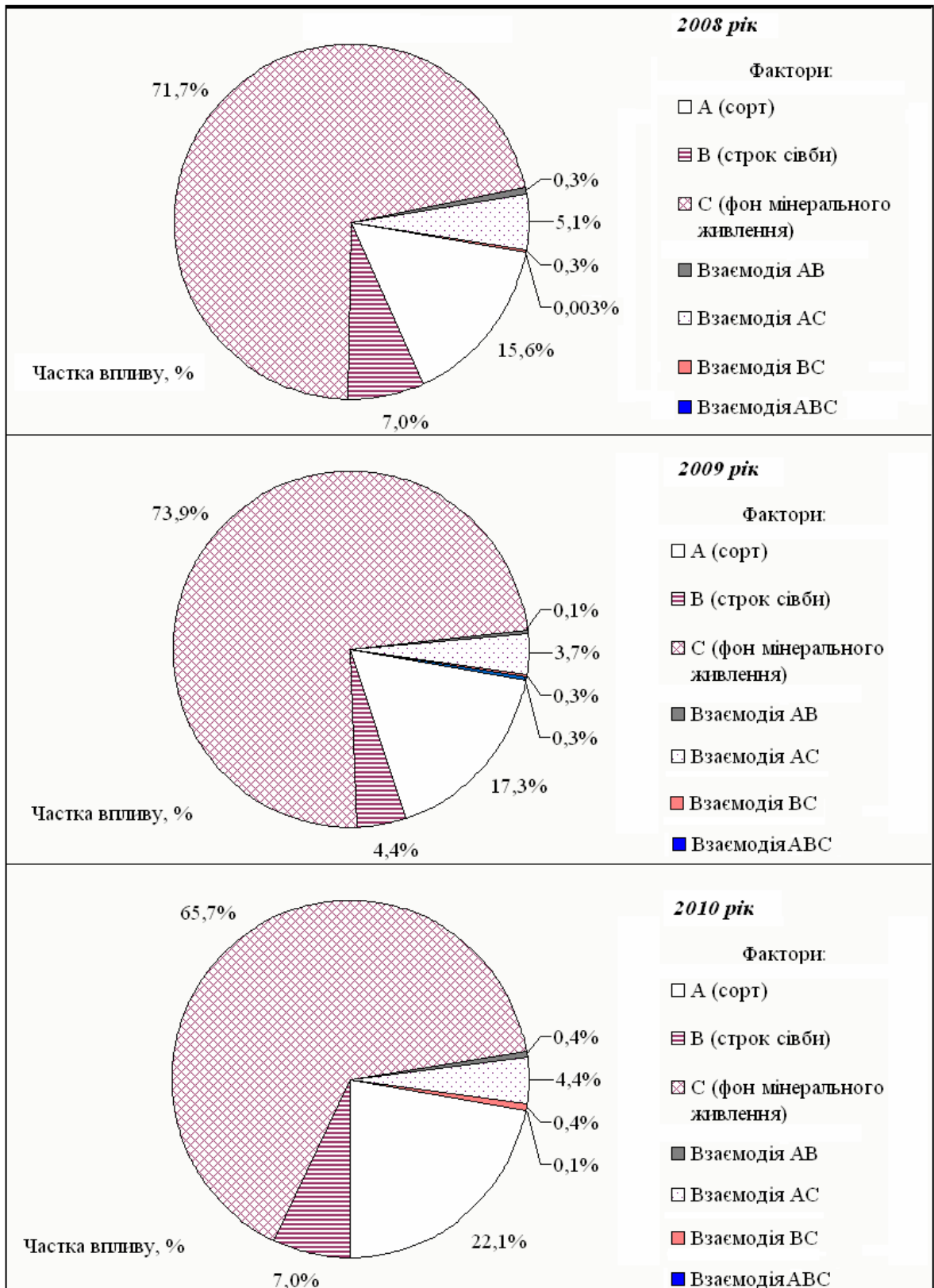


Рис. 5.5. Частка участі факторів у формуванні врожаю проса по роках досліджень

Під структурою врожаю прийнято розуміти сукупність елементів, що визначають продуктивність рослин [76]. К.А. Савицький [83] указує, що структура врожаю є якісне і кількісне відображення елементів і органів рослини, що визначають величину врожаю і взаємодію організму і середовища на окремих етапах росту і розвитку рослин. Вона показує, з чого складається величина врожаю. Структура врожаю зернових культур, як правило, характеризується трьома-п'ятьма господарсько-біологічними показниками, що відображають якісні і кількісні зміни, що спостерігаються в процесі онтогенезу рослин. Для зернових культур волотевого типу до елементів структури врожаю відносяться: кількість стебел з волоттю на одиницю площі, число зерен або їх маса в одній волоті, маса 1000 зерен [96, 209].

Показники структури врожаю є досить мінливими і залежать від конкретних умов, які формують кількісне вираження кожного з них. Вони залежать від ґрунтово-кліматичних умов, сортових особливостей, а також і від низки параметрів, що визначаються технологією вирощування даної культури. При недостатньому розвитку одного структурного елемента врожай сорго не може досягти максимального рівня, тому головною задачею технології вирощування є забезпечення рівномірного розподілу всіх компонентів структури врожаю та максимальна реалізація біологічного потенціалу культури [61, 85, 210].

З метою обґрунтування показників врожайності, які були одержані за умов, створених варіантами нашого дослідження, нами було проаналізовано структуру врожаю проса (табл. 5.2).

З наведених нами даних видно, що внесення мінеральних добрив також 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 шт. до 32,7 см (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

## Структура урожаю проса за варіантами досліду (середнє за 2008-2010 рр.)

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Довжина волоті, см	Маса волоті, г	Кількість зерен у волоті, шт.	Маса 1000 зерен, г
Перший	<i>Сорт Константинівське</i>				
	Без добрив	19,6	2,0	335	5,9
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	28,8	2,5	385	6,6
	Розрахунковий	34,1	3,2	470	6,8
	<i>Сорт Східне</i>				
	Без добрив	17,3	1,8	344	5,2
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	24,7	2,5	440	5,7
	Розрахунковий	31,8	3,1	491	6,4
	<i>Сорт Таврійське</i>				
	Без добрив	20,5	2,2	359	6,1
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	26,5	2,9	478	6,1
	Розрахунковий	38,7	4,3	560	7,7
Другий	<i>Сорт Константинівське</i>				
	Без добрив	17,4	2,1	404	5,2
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	26,0	2,5	427	6,0
	Розрахунковий	31,8	3,4	528	6,4
	<i>Сорт Східне</i>				
	Без добрив	18,4	1,8	323	5,5
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	27,1	2,5	395	6,2
	Розрахунковий	30,3	3,0	495	6,1
	<i>Сорт Таврійське</i>				
	Без добрив	19,7	2,3	389	5,9
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	28,5	3,1	473	6,5
	Розрахунковий	36,3	4,4	607	7,3
Третій	<i>Сорт Константинівське</i>				
	Без добрив	16,0	1,9	391	4,8
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	24,3	2,4	431	5,6
	Розрахунковий	30,2	3,2	528	6,0
	<i>Сорт Східне</i>				
	Без добрив	15,9	1,7	357	4,8
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	20,7	2,3	478	4,8
	Розрахунковий	26,7	2,9	536	5,3
	<i>Сорт Таврійське</i>				
	Без добрив	18,1	2,4	444	5,4
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	27,0	3,1	496	6,2
	Розрахунковий	34,8	4,5	640	7,0
<i>Стандартне відхилення S</i>		6,6	0,8	82,2	0,7
<i>Стандартна похибка Sx</i>		1,3	0,1	15,8	0,1



Найбільшу довжину волоті було зафіксовано у варіанті з внесенням розрахункової дози добрива, вона становила: по сорту Константинівське – 32,0, Східне – 29,6, Таврійське – 36,6 см, що у 1,7-1,8 рази вище за цей показник на контролі (середнє по строках сівби).

У середньому по фонам живлення найдовшою волоттю характеризувався сорт Таврійське, по цьому ж сорту відмічена найвища варіація цієї ознаки у варіантах удобрення – 27,2 % (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

**Формування елементів структури врожаю та коефіцієнти їх варіації по сортах (V) проса у середньому по строкам сівби та фонам живлення (середнє за 2008-2010 рр.)**

Сорт	Довжина волоті		Маса волоті		Кількість зерен у волоті, шт.		Маса 1000 зерен, г	
	см	V, %	г	V, %	шт.	V, %	г	V, %
Константинівське	25,4	25,7	2,6	21,8	433	15,0	5,9	10,9
Східне	23,7	24,5	2,4	22,5	429	17,9	5,5	10,6
Таврійське	27,8	27,2	3,3	28,6	494	19,1	6,5	11,3

Нижчий показник (на 21-34 % порівняно з розрахунковою дозою добрив) було отримано у варіанті з внесенням  $N_{40}P_{30}$ , він становив у залежно від сорту від 24,2 до 27,3 см.

Застосування різних строків сівби також мало вплив на формування довжини волоті на рослинах проса. Так, сівба у перший строк (III декада квітня-I декада травня) сприяла збільшенню цього показника на 3 та 13 % порівняно з сівбою через 10 та 20 днів (у середньому по сортах та фонах живлення).

Просо має низку біологічних особливостей, що зумовлюють значну

різномірність його зерна. Так, через нерівномірність викидання волоті та значну тривалість цвітіння, досягання 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 [62, 96].

Саме тому маса 1000 зерен є найважливішим показником повноцінності зернівок і найстабільнішим елементом структури врожаю. З.В. Пустова [61] у своїх дослідженнях встановила, що маса 1000 зерен не залежала від елементів технології вирощування проса, так як це генетично закріплена ознака, яка не дуже змінюється під впливом незначних коливань рівнів удобрення, способів сівби та забур'яненості посівів.

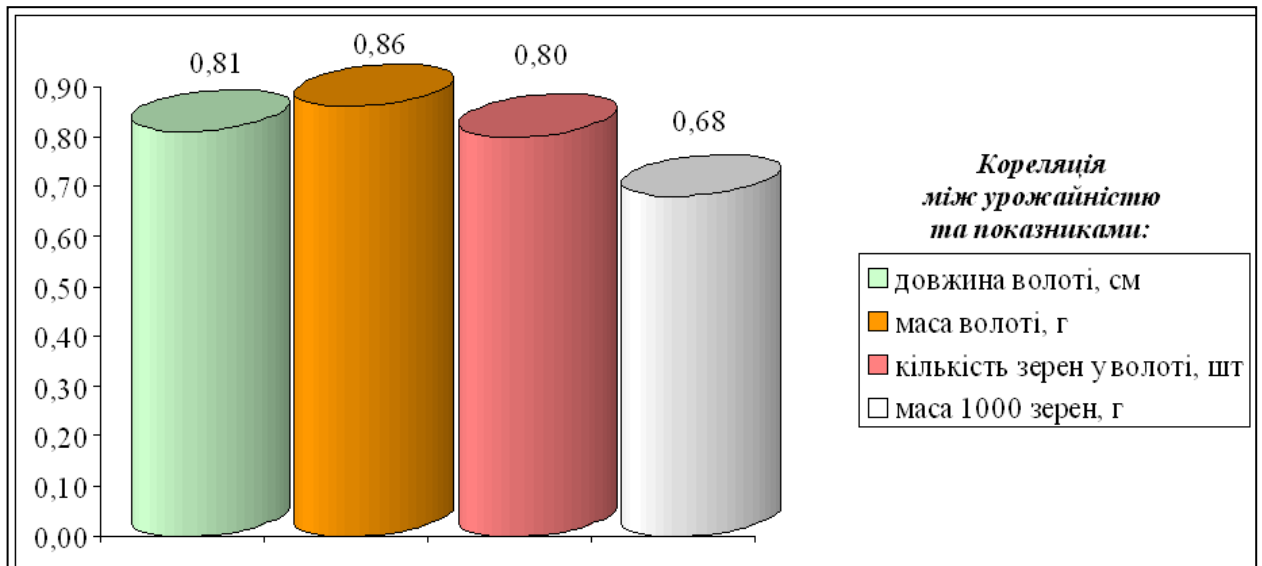
О.І. Рудник-Іващенко зазначає, що порівняно з контролем без добрив, азотні добрива сприяли збільшенню маси 1000 зерен проса на 0,06-0,08 г. Із збільшенням дози фосфорних і калійних добрив маса 1000 зерен зростала на 0,05-0,07 г. Позакореневе підживлення проса у фазі кушіння мідними і марганцевими добривами збільшувало масу 1000 зерен на 0,07-0,24 г. Найвищі показники були на фонах внесення мінеральних добрив  $N_{60}P_{40}K_{90}$  і  $N_{90}P_{40}K_{90}$  [211].

Наші дослідження показали, що мінеральні добрива підвищували масу 1000 зерен на 0,5-1,1 г або 10-20 % залежно від фону живлення (у середньому по сортах та строках сівби). Найвищий показник було отримано у варіанті з внесенням розрахункової дози добрива, він становив – 6,5 г, тоді як у контрольному варіанті він був 5,4 г, тобто на 20 % менше. Внесення  $N_{40}P_{30}$  дозволило збільшити масу 1000 зерен на 0,5 г або на 10 % порівняно з контролем. В цілому даний показник у варіантах удобрення варіював у невеликих межах (10,6-11,3 % залежно від сорту).

У розрізі сортів найбільшою масою 1000 зерен характеризувався сорт Таврійське (6,48 г у середньому по строках сівби та фонах живлення),

найменшим цей показник був у сорту Східне – 5,55 г, сорт Константинівське мав масу 1000 зерен 5,93 г.

Збільшена маса 1000 зерен свідчить про великий запас поживних речовин в ендоспермі. Такі зернівки мають поліпшені властивості та забезпечують більший вихід крупи. За строками сівби більша маса 1000 зерен спостерігалася у варіанті першого строку сівби. Кореляційний аналіз дозволив встановити середній позитивний зв'язок між біологічною врожайністю та масою 1000 зерен – кореляція між цими ознаками становила 0,68 (рис. 5.6). Високий ступінь кореляції спостерігався між цим показником та довжиною й масою волоті ( $r = 0,86$  та  $0,83$  відповідно).



**Рис. 5.6. Коефіцієнти кореляції між урожайністю зерна проса та структурними показниками (середнє по сортам, строкам сівби та фонам живлення)**

При визначенні маси зерна з однієї волоті максимальний показник знову ж таки було отримано на варіанті з внесенням розрахункової дози мінерального добрива, він становив 3,6 г/волоть, що вдвічі більше, ніж на контрольному варіанті (у середньому по сортах та строках сівби). 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 у середньому по сортах на фоні розрахункової дози добрив – 3,6 г, на контролі – лише 2,0 г або майже у 2 рази менше, застосування  $N_{40}P_{30}$  дозволило отримати волоть масою 2,7 г. У розрізі сортів найвищим цей показник був по сорту Таврійське (3,3 г), але саме по цьому сорту спостерігалася найвища варіабельність даного показника. Сорти Константинівське та Східне формували масу волоті на 26-36 % менше – відповідно 2,6 та 2,4 г (середнє по фонах живлення та строках сівби). Цей показник тісно корелював з довжиною волоті ( $r = 0,89$ ), кількістю зерен в ній ( $r = 0,90$ ) та масою 1000 зерен ( $r = 0,83$ ).

Кількість зерен у волоті є біологічною властивістю сорту, коли поживні речовини і вологозабезпеченість знаходяться в оптимумі, про це свідчать результати наших досліджень. При застосуванні  $N_{40}P_{30}$  та розрахункової дози добрива цей показник підвищувався на 20-45 % або по сортах: по сорту Константинівське – на 38-132 шт., Східне – на 96-166, по сорту Таврійське – на 85-205 шт. відповідно (середнє по строках сівби). Як бачимо, найбільша кількість зерен у волоті зростала у сорту Таврійське і на фоні розрахункової дози добрива досягала максимального значення – 602 шт./волоть, у решти сортів цей показник також був найвищим на даному фоні.

В середньому за 2008-2010 рр. за першого строку сівби у волоті нараховувалася менша кількість зерен, аніж за другого та третього строку сівби (на 20-49 шт.), яка складала по сорту Константинівське – 397, Східне – 425, Таврійське – 466 шт. (в середньому по фонах живлення). Варіація становила 15,0-19,1 % залежно від сорту. Цей показник тісно корелював з масою волоті ( $r = 0,90$ ).

Отже, в умовах південного Степу України кращі показники елементів структури врожаю було отримано серед досліджуваних сортів у варіанті з внесенням розрахункової дози добрива. Розвиток практично всіх

складових структури урожаю (окрім кількості зерна у волоті) мав напрям до зменшення від першого до третього строку сівби.

Аналізуючи силу зв'язку між урожайністю проса та іншими показниками структури врожаю за кореляційним відношенням, нами виявлено, що найвищою вона була у ознак «маса волоті» ( $r=0,86-0,88$  залежно від сорту) та «кількість зерен у волоті» ( $r=0,80-0,81$  залежно від сорту). Ці дві ознаки також тісно корелювали між собою ( $r=0,90-0,92$  залежно від сорту). Дещо нижчим був коефіцієнт кореляції, що характеризував взаємозв'язок між урожайністю та масою 1000 насінин, він становив від 0,67 до 0,69 в залежності від сорту проса. Звідси випливає, що найбільш вагомими показниками для підвищення врожайності проса – маса та кількість зерна у волоті.

## 5.2. Технологічні властивості зерна проса

Одне з основних напрямків використання проса – виробництво крупи. Тому загальним завданням селекції культури є виведення сортів, які найбільшою мірою задовольняли би запити сільськогосподарського виробництва та круп'яної промисловості, давали би високий і стабільний урожай зерна з відмінною якістю [143, 160, 212]. За існуючої технології виробництва крупи проса, яка полягає в основному у відокремленні ядер зернівок від квіткових плівок, що їх покривають, та наступного шліфування первинної крупи «дранцю», виготовляють пшоно вищого, першого та другого сортів. Зерно створюваних сортів повинно бути крупним, вирівняним, забезпечуючи в процесі перероблення високий вихід пшона відмінної якості і з невеликою кількістю битого ядра і необрушених зерен.

Літературні дані підтверджують, що якість зерна проса, зокрема, вміст у ньому білка, залежить від рівня агротехніки вирощування культури [23, 47, 51, 60, 89, 96, 100, 111, 131]. Наприклад, дослідження О.Г. Любича показують, що внесення азоту на III, VII і IX етапах органогенезу у рівних частках на фоні  $P_{60}K_{60}$  впливає на зростання вмісту білка в зародку насінини.

Вміст загального азоту і білка в зерні проса змінювався із збільшенням дози азоту від 45 до 90 кг/га д.р. [60].

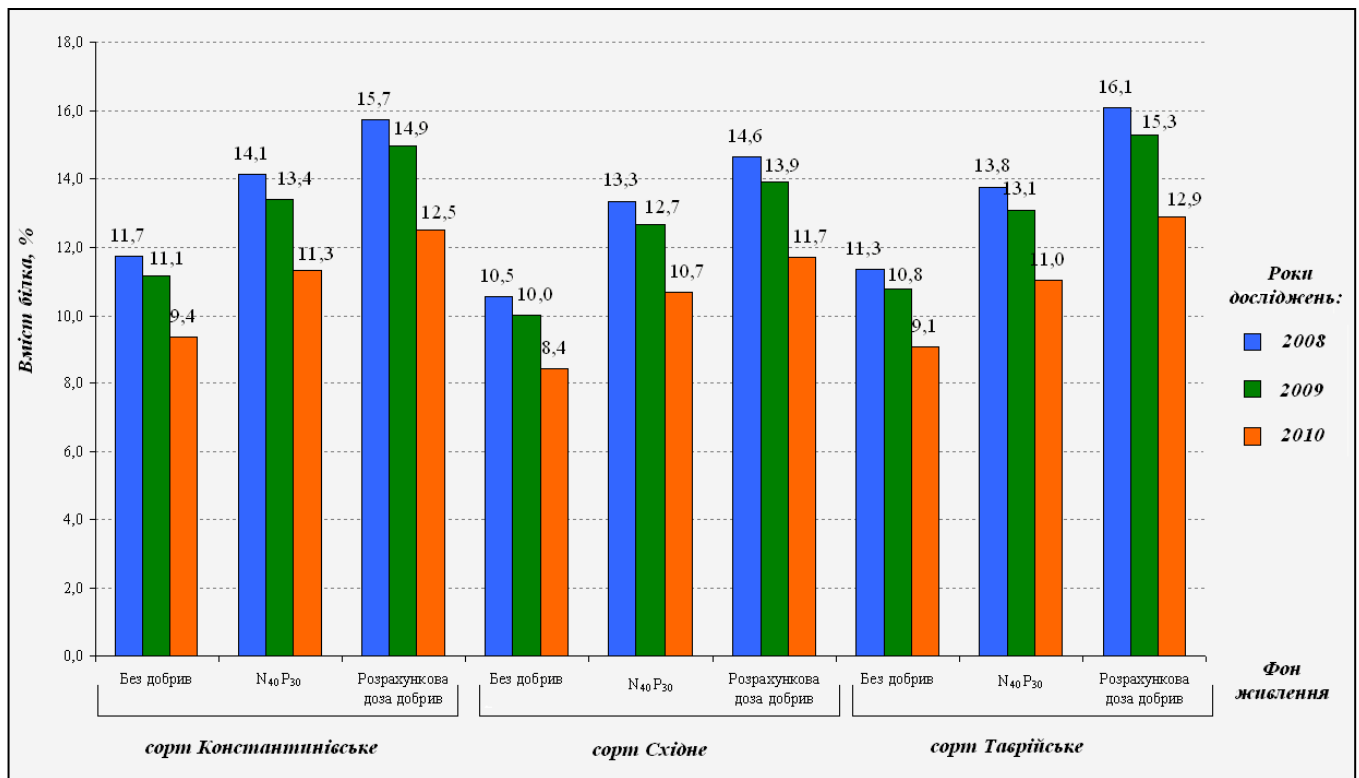
З.В. Пустова [61] вказує, що за вирощування культури в умовах південно-західного Лісостепу України вищий рівень білка в зерні одержано у сорту Веселоподолянське 176 при запланованій врожайності 5,0 т/га – 11,54-13,19 % (весняний строк сівби) та при запланованій врожайності 2,5 т/га – 11,00-12,68 % (літній строк сівби).

Наші дослідження також засвідчили, що на вміст білка в зерні проса істотно впливали мінеральні добрива (табл. 5.4). Так, при внесенні добрив вміст білка зростав порівняно з контролем на 2,3-3,9 %. Максимальним його вміст у зерні проса виявився при внесенні розрахункової дози добрив – 13,4-14,8 % залежно від сорту (середнє по строках сівби).

Ю.В. Колмаков зазначає, що вміст білка в зерні проса знижується в міру збільшення опадів у червні (-0,36) і особливо в липні (-0,47) або в цілому за травень - серпень (-0,46). Коефіцієнти кореляції білковості зерна з температурою (0,30-0,34) ілюструють тенденцію позитивного зв'язку, особливо з температурою повітря за липень і за період травень-серпень [213].

У наших досліджах вміст білка в зерні проса також різнився залежно від років досліджень (рис. 5.7). Так, у посушливому 2008 році цей показник був на 2,7 абсолютних, або на 25 відсотних відсотка вищим, ніж у найбільш вологому 2010 році. У 2009 році, який за опадами був наближений до норми, кількість білка в зерні проса у середньому по сортах був на рівні 12,8 %, що на 2,0 абсолютних відсотка вище, ніж у 2010 році. Ми пояснюємо це тим, що у період наливу зерна проса у 2009 році спостерігався гострий дефіцит опадів, що й спричинило деяке збільшення кількості білка в ньому, а у 2010 році в цей період якраз випадали зливові опади. Максимальним цей показник виявився у 2008 році за внесення розрахункової дози мінерального добрива – 15,5 % (у середньому по строках і сортах), що на 0,8 та 3,1 абсолютних відсотка більше, ніж у 2009 та 2010 роках, або на 5 та 25 % у відсотних відсотках

ВІДПОВІДНО.

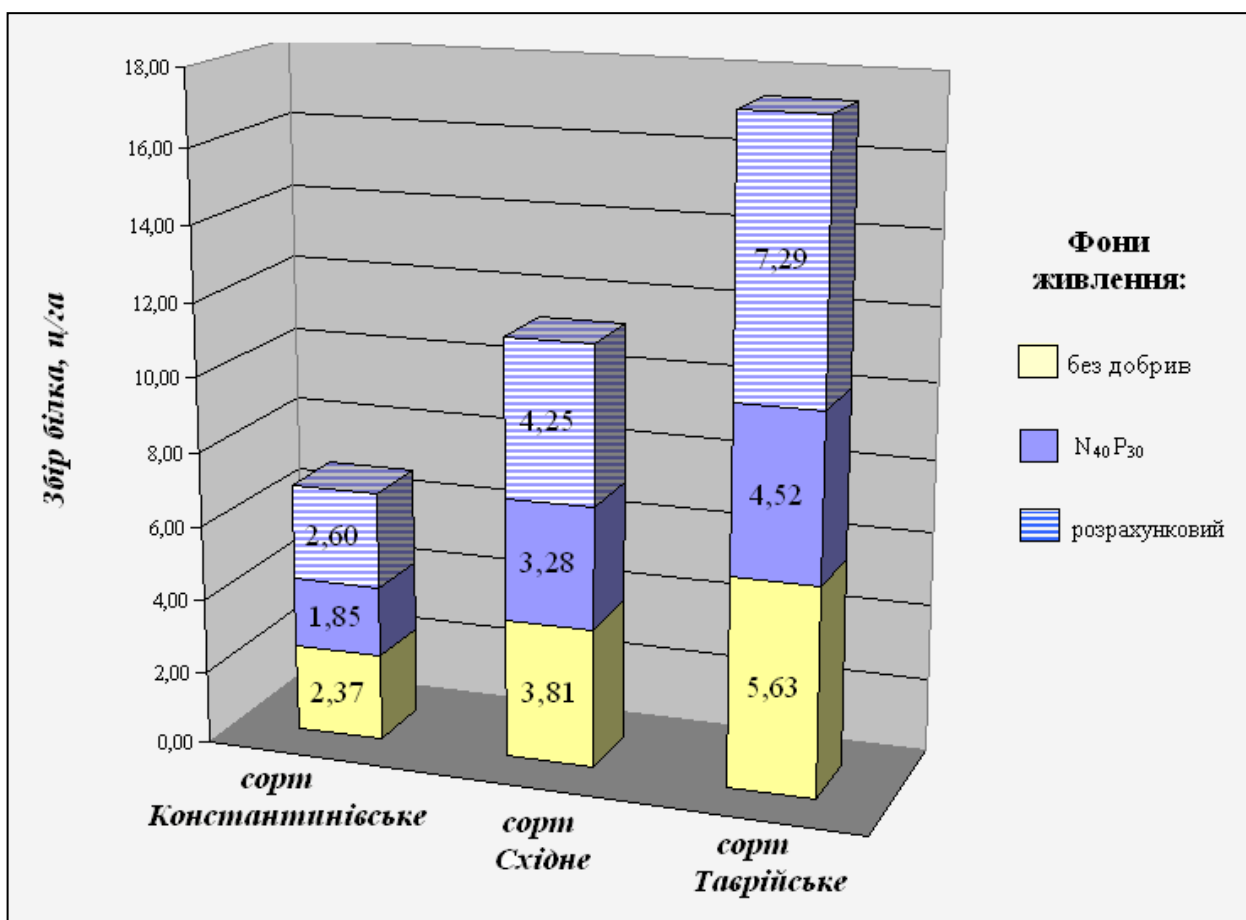


**Рис. 5.7. Вміст білка у зерні проса по роках досліджень (середнє по строкам сівби)**

В розрізі сортів кількість білка в зерні мала невелике розходження. Так, у середньому по строкам та фонам удобрення сорт Таврійське сформував 12,6 % білка, що на 0,6 % більше, ніж сорт Константинівське та на 0,4 % більше, ніж сорт Східне (середнє за 2008-2010 рр.). У розрізі строків сівби цей показник мав такі величини: за першого строку сівби – 12,9 %, за другого – 12,4 %, за третього – 11,8 %, тобто різниця також була невисокою та становила 0,4-1,1 % на користь першого строку сівби – у III декаду квітня-I декаду травня (середнє по сортах та фонах удобрення).

Дещо інакше змінювався умовний збір білка з одиниці площі, який найбільшим був при вирощуванні сорту Таврійське – 4,71 ц/га (у середньому по строках та фонах удобрення), що на що на 20 % більше, ніж по сорту Константинівське та на 47 % більше, ніж по сорту Східне (середнє за 2008-2010 рр.).

Внесення добрив збільшувало вихід білка у 1,6-2,8 рази (середнє за 2008-2010 рр.), із окремих досліджень за рахунок високої врожайності у 2009 році збір білка (у середньому по сортах та фонах удобрення) був найбільшим – 3,76 ц/га, що на 0,81 та 0,19 ц/га більше, ніж у 2008 та 2010 роках або відповідно на 25 та 5 %. Максимальним умовний збір білка виявився при внесенні розрахункової дози добрива на запланований рівень врожаю за сівби у перший строк сорту Таврійське – 7,29 ц/га (рис. 5.8).



**Рис. 5.8. Збір білка з одиниці площі залежно від сортів та фонів живлення (середнє по строкам сівби за 2009-2010 рр.)**

Якість зерна проса – складний комплекс фізіологічних, хімічних і технологічних показників. Одним з важливих технологічних показників при використанні зерна проса є плівчастість – маса плівок (лусок), виражена у відсотках від загальної маси зернівки. Плівчастість зерна – яскраво виражена сортова особливість, і вона формується в процесі адаптації рослин до умов



Таблиця 5.4

**Технологічні властивості зерна проса залежно від варіантів дослідів  
(середнє за 2008-2010 рр.)**

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Вміст білка, %	Плівчастість, %	Вихід крупи, %	Натурна маса, г/л
Перший	<i>Сорт Константинівське</i>				
	Без добрив	11,6	15,8	76,6	647
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	13,7	12,2	77,9	674
	Розрахунковий	15,0	13,3	82,1	682
	<i>Сорт Східне</i>				
	Без добрив	10,1	15,5	78,0	621
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	12,4	12,1	78,5	639
	Розрахунковий	13,8	9,8	83,7	664
	<i>Сорт Таврійське</i>				
	Без добрив	11,1	15,8	74,0	656
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	13,0	12,5	74,4	654
	Розрахунковий	15,0	9,8	79,7	716
Другий	<i>Сорт Константинівське</i>				
	Без добрив	11,1	16,0	75,9	622
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	13,0	13,7	76,6	650
	Розрахунковий	14,6	14,6	81,5	664
	<i>Сорт Східне</i>				
	Без добрив	9,7	15,7	77,9	633
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	12,3	13,4	77,9	660
	Розрахунковий	13,4	13,9	83,3	653
	<i>Сорт Таврійське</i>				
	Без добрив	10,4	17,6	72,7	648
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	12,7	15,0	74,4	671
	Розрахунковий	14,7	15,7	78,4	698
Третій	<i>Сорт Константинівське</i>				
	Без добрив	9,5	16,2	71,9	606
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	12,2	15,3	75,6	636
	Розрахунковий	13,6	13,2	80,1	652
	<i>Сорт Східне</i>				
	Без добрив	9,2	15,7	74,1	604
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	12,0	14,6	76,2	604
	Розрахунковий	13,0	14,2	81,6	626
	<i>Сорт Таврійське</i>				
	Без добрив	9,7	17,9	71,5	630
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	12,2	16,4	73,6	659
	Розрахунковий	14,6	14,2	77,7	687
<i>Стандартне відхилення S</i>					
<i>Стандартна похибка Sx</i>					

навколишнього середовища (при погіршенні метеоумов – збільшується товщина плівки). Чим більша плівчастість, тим менший вміст ядра, тому, як правило, плівчастість крупного зерна менша, ніж дрібного.

Результати лабораторних досліджень чітко вказують на сортову приналежність цієї ознаки. Нами також встановлено, що у розрізі сортів плівчастість зерна коливалася в незначних межах і найменшою була по сорту Східне, ніж по сортах Константинівське та Таврійське на 0,6-1,1 абсолютних відсотків відповідно (середнє за 2008-2010 рр. по строках сівби та фонах живлення). Найвища частка лусок у загальній масі зерна спостерігалася по сорту Таврійське (15,0 %).

Плівчастість зерна, яка в значній мірі визначає вихід крупи, залежить від прийомів агротехніки вирощування проса. Так, у середньому за 2008-2010 рр. без внесення добрив цей показник був найбільшим і становив залежно від сорту та строку сівби 15,5-17,9 %. Внесення добрив сприяло зменшенню плівчастості зерна на 2,3-3,1 %. На фоні  $N_{40}P_{30}$  плівчастість зерна зменшилася до 13,9 %, а на фоні розрахункової дози добрива – 13,2 % у середньому по сортах та строках сівби. Результати наших дослідів співпадають з дослідженнями, що проведені у зоні Лісостепу України у 2007-2009 рр. [212], де при внесенні мінеральних добрив плівчастість зерна проса сортів Омріяне та Миронівське 51 закономірно зменшувалась на 0,2-2,6 %.

Дані табл. 5.4 свідчать про позитивний вплив оптимального строку сівби на плівчастість зерна проса. У всі роки досліджень цей показник був мінімальним за сівби культури у перший, ранній строк – від 12,8 до 13,2 %, затримка з сівбою на 10-20 днів збільшувала цей показник на 2,1-2,3 %.

Натура зерна (об'ємна маса) є одним з основних показників його якості. Чим менше оболонки, тим більше в ньому ендосперму, а значить, і вищою є натура зерна. Досліди А.В. Солов'єва [191] доводять, що натура зерна коливалася як по роках, так і в залежності від сортів проса. Сорт Ильиновское мав значно вищу об'ємну масу, ніж інші сорти в середньому за

чотири роки (773 г/л), за виключенням сорту Камышинское 98 (він перевищив сорт Ильиновское на 5 г/л, або 0,6%).

В наших дослідках також виявлена залежність натурної маси зерна проса від погодних умов, що склалися у роки вирощування. Зокрема, встановлено, що більшою натурна маса проса була в ті роки, коли формувалася висока врожайність зерна. Так, найвищою натурна маса зерна була у сприятливих 2009 та 2010 роках – відповідно 628 та 667 г/л (в середньому по сортах, строках сівби та фонах живлення). У 2008 році зерно проса сформувалося дрібним та щуплим внаслідок посухи впродовж усього періоду вегетації культури, натурна маса зерна склала 606 г/л, що на 4-10 % менше, ніж у 2009 та 2010 роках відповідно.

Поліпшення мінерального режиму живлення рослин сприяло збільшенню натурної маси зерна на 20-42 г або на 3-7 % (у середньому по строках сівби та сортах за 2008-2010 рр.). Найбільшою натурна маса зерна у середньому по сортах та строках сівби була на фоні внесення розрахункової дози мінерального добрива – 671 г/л. Сорти формували зерно, майже однакове за натурною масою. Але все ж таки дещо вищою вона була у сорту Таврійське, різниця у цьому показнику порівняно з сортами Константинівське та Східне складала 21-35 г або 3-5 % відповідно.

У розрізі строків сівби цей показник мав такі величини: за першого строку сівби – 662 г, за другого – 656 г, за третього – 634 г, тобто різниця також була невисокою та становила 6-28 г на користь першого строку сівби – у III декаду квітня-I декаду травня (середнє по сортах та фонах удобрення).

Основним продуктом переробки проса є пшоно шліфоване – ядро проса, повністю відокремлене від квіткових плівок та частково від плодових, насінневих оболонки та зародка. Як уже зазначалося вище, продукт одержують додатковим обробленням ядра - пшоно-дранця в шліфувальних машинах. Із чотирьох типів проса найбільш цінним у

технології вважають біле та кремове, які відрізняються плівкою та кулястою формою зерна. Найкращим для виробництва вважають просо крупне (схід із решета 1,8x20 мм понад 80 %) і вирівняне за розмірами.

На вихід і якість крупи впливають багато показників якості зерна проса. Перш за все, велике значення мають вміст плівок, крупність, вирівняність, вологість зерна і вміст домішок у ньому. Крім того, дрібне зерно зазвичай гірше лушиться. Особливо істотно впливає на ефективність переробки наявність самого дрібного зерна. Розміри такого зерна визначаються розмірами отворів сит 1,4x20 мм, проходом яких його отримують. Нормативний вихід крупів становить 65 % (вищий сорт – 5 %, перший – 58, другий – 2 %). Базовим за якістю вважають просо з вмістом чистого ядра 76 % відносно маси зерна, з домішками та лушпинням – 18 %.

Внесення добрив сприяло збільшенню виходу крупи на 1,4-6,2 абсолютних проценти (у середньому по строках сівби та сортах за 2008-2010 рр.). Найбільшим вихід крупи у середньому по строках сівби був на фоні внесення розрахункової дози мінерального добрива – 78,6-82,8 % залежно від сорту.

Найвищий вихід крупи серед сортів, що були в досліді, мав сорт Східне – 79,0 %, на рівні 77,6 % мав сорт Константинівське, по сорту Таврійське вихід крупи склав 75,2 % (середнє по строках сівби та фонах живлення за 2008-2010 рр.).

Застосування різних строків сівби також мало вплив на вихід крупи проса. Так, сівба у першій та другій строки сприяла формуванню цього показника на рівні 78,3 та 77,6 %, сівба ж у III декаді травня знижувала вихід крупи на 2,5 % (у середньому по сортах та фонах живлення). Отже, за сівби сортів проса у першій строк на фоні розрахункової дози мінерального добрива вихід зерна був максимальним складав: по сорту Константинівське – 82,1 %, Східне – 83,7 %, Таврійське – 79,7 %.

## Висновки з розділу 5

1. У середньому за три роки врожайність зерна проса була найвищою за сівби культури у I декаду травня (перший строк сівби) – 3,35 т/га. Запізнення з сівбою на 10 днів зумовлювало зменшення врожайності культури на 0,26 т/га або 8 %, на 20 днів – на 0,54 т/га або 19 % (середнє по фонам живлення та сортам). Втрати врожаю по сорту Східне внаслідок пізнішої сівби були дещо вищими, ніж по сортах Константинівське і Таврійське.

2. Найбільш ефективним у незрошуваних умовах півдня України є застосування розрахункової дози мінеральних добрив на запланований рівень урожайності проса 4 т/га – у цьому варіанті була отримана найвища врожайність культури – 4,06 т/га, що на 1,86 т/га або у 2,2 рази більша за її рівень у неудобреному варіанті (середнє по сортам та строкам сівби). У варіанті з внесенням  $N_{40}P_{30}$  отримано врожайність 2,99 т/га, що забезпечило приріст у 0,79 т/га (у 1,3 рази) порівняно з неудобреним контролем. Сорт проса Таврійське сильніше реагує на фон живлення і більшою мірою підвищував урожайність порівняно з іншими сортами.

3. Сорт проса Таврійське в усі роки досліджень виявився і найбільш пластичним та стабільним у вирощуванні та в спроможності формувати високу врожайність. У середньому по досліді за 2008-2010 рр. сорт Таврійське забезпечив урожайність 3,6 т/га, що на 0,59-0,95 т/га або 20-36 % більше у порівнянні з сортами Константинівське та Східне.

4. У середньому за 2008-2010 рр. найвища врожайність спостерігалася за сівби сорту Таврійське у I декаду травня на фоні розрахункової дози мінерального добрива (4,59 т/га). Частка участі фонів живлення у формуванні продуктивності проса становила 70,5 %, сортів – 18,3 %, строків сівби – 6,1 %, взаємодії факторів – від 0,1 до 4,4 %, серед яких взаємодія сорту й удобрення мала найвищу ступінь взаємовпливу (4,4 %).

5. Індивідуальна продуктивність рослин сортів проса оцінювалася за кількістю зернівок у волоті, масою 1000 зерен, масою зернівок з однієї волоті та її довжиною. Сорт проса Таврійське, порівняно з сортом Константинівське та сортом Східне, мав вищу довжину однієї волоті (відповідно на 2,4 і 4,1

см), масу та озерненість волоті (відповідно на 0,7-0,9 г і 61-65 шт.), масу 1000 зерен (на 0,6 і 0,9 г).

6. Внесення мінеральних добрив позитивно впливає на розвиток усіх елементів продуктивності проса. При цьому довжина волоті збільшується на 43-81 %, маса волоті на 31-75 %, кількість зерна у волоті на 20-45 %, маса 1000 зерен – на 10-20 % порівняно з неудобреним фоном. За першого строку сівби у волоті нараховувалася менша кількість зерна (на 20-49 шт.), але зерно було крупнішим (з масою 1000 зерен на 0,2-0,7 г вищою), а волоть була довшою на 0,7-3,1 см порівняно з другим та третім строком сівби (середнє по сортах та фонах живлення).

7. Результатами кореляційного аналізу виявлено, що показники структури урожаю проса позитивно корелювали між собою. Найвищою кореляція була між ознаками «маса зерен з однієї волоті» та «кількість зерен з однієї волоті» ( $r=0,90-0,92$ ). Дещо нижчим був коефіцієнт кореляції, що характеризував взаємозв'язок між врожайністю та масою зерна з волоті – 0,86-0,88, між кількістю зерен з волоті та врожайністю зерна (0,80-0,81). Показник врожайності також корелював з масою 1000 зерен – 0,67-0,69. Отже, найбільш вагомими показниками для підвищення врожайності зерна проса – маса та кількість зерен у волоті.

8. Мінеральні добрива мали вплив на технологічні властивості зерна проса. Плівчастість зерна знижувалася зі збільшенням дози добрива на 2,3-3,1 %, вихід крупи збільшувався на 1,4-6,2 %, натура зерна – на 20-22 г, білковість зерна зростала на 2,3-3,9 %. Зокрема, сорт Константинівське за першого строку сівби на фоні розрахункової дози добрива мав вміст білку в зерні на рівні 15,5 %, плівчастість – 13,3 %, вихід крупи – 82,1 %, натуру – 682 г. Сорт Східне, завдяки низькій плівчастості зерна (9,8 %) характеризувався вищим виходом крупи (83,7 %), але нижчим вмістом білка (13,8 %) та внаслідок низької маси 1000 зерен меншою натурою (664 г). Сорт Таврійське у даному варіанті характеризувався високим вмістом білка в зерні (15,0 %), внаслідок чого збір білка з одиниці площі по цьому сорту був найвищим – 7,29 ц/га, висока натура (716 г/л) була обумовлена високою масою 1000 зерен, плівчастість становила 13,6, вихід крупи на рівні 79,7 %.

## РОЗДІЛ 6

# ЕКОНОМІЧНА Й ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ ПРОСА ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ СІВБИ ТА ФОНІВ ЖИВЛЕННЯ

### 6.1. Економічна ефективність вирощування проса

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 [5, 10, 17].

Однією з наших задач було визначити економічну ефективність вивчаємих агроприйомів при вирощуванні сортів проса посівного. У розрахунках основними критеріями 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 і чинних методичних рекомендацій [214, 215] за нормативами і розцінками, діючими в підприємствах степової зони. Вартість продукції з 1 га визначена за середньоринковими цінами залежно станом на 1 січня 2016 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. 5.1). Запізнення із сівбою на 10-20 днів обумовлює недоотримання з кожного гектару продукції у вартісному виразі від 680 до 2160 грн. по сорту Константинівське, від 933 до 3413 грн. по сорту Східне, від 627 до 2800 грн. по сорту Таврійське (в середньому по фонах живлення).

По сорту Константинівське найвищий рівень рентабельності в середньому по фонах живлення спостерігали за сівби у перший строк – 64,4 %, запізнення із сівбою на 10-20 днів призводило до зниження цього показника на 2,5-6,3 %. По сорту Східне в міру запізнення із посівом економічна ефективність знижувалася більш інтенсивно. Так, за сівби у перший, ранній строк цей показник складав 61,4 % (у середньому по фонах живлення), у другий строк рівень рентабельності скоротився на 4,5 % порівняно з ранньою сівбою та дорівнював 56,9 %, а запізнення із сівбою на два тижні зумовило отримання рівня рентабельності 51,1 %, що на 10,3 % менше порівняно з рентабельністю у ранньовесняний строк сівби. По сорту Таврійське найвищий рівень рентабельності також отримали за сівби у перший строк – 68,5 %, запізнення із сівбою на 10-20 днів призводило до зниження цього показника на 1,8-3,6 %. Як бачимо, дотримання в технологічному регламенті вирощування проса оптимальних строків сівби є



Таблиця 5.1

**Економічна ефективність вирощування сортів проса  
за різних строків сівби і фонів живлення (середнє за 2008-2010 рр.)**

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 насіння			
<b>Сорт Константинівське</b>							
1	Без добрив	2,40	3315,00	190,00	1381,25	2618,75	79,0
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	3,20	4958,00	190,00	1549,38	2450,63	49,4
	Розрахунковий	4,12	4497,35	190,00	1090,71	2909,29	64,7
2	Без добрив	2,21	3315,00	190,00	1502,27	2497,73	75,3
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,94	4958,00	190,00	1686,39	2313,61	46,7
	Розрахунковий	3,95	4497,35	190,00	1139,53	2860,47	63,6
3	Без добрив	1,96	3315,00	190,00	1689,03	2310,97	69,7
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,66	4958,00	190,00	1866,25	2133,75	43,0
	Розрахунковий	3,63	4497,35	190,00	1238,94	2761,06	61,4
<b>Сорт Східне</b>							
1	Без добрив	2,14	3315,00	184,00	1549,07	2450,93	73,9
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	3,03	4958,00	184,00	1634,51	2365,49	47,7
	Розрахунковий	3,79	4497,35	184,00	1185,59	2814,41	62,6
2	Без добрив	1,91	3315,00	184,00	1738,64	2261,36	68,2
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,68	4958,00	184,00	1847,70	2152,30	43,4
	Розрахунковий	3,35	4497,35	184,00	1344,23	2655,77	59,1
3	Без добрив	1,67	3315,00	184,00	1985,03	2014,97	60,8
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,32	4958,00	184,00	2137,07	1862,93	37,6
	Розрахунковий	2,94	4497,35	184,00	1529,71	2470,29	54,9
<b>Сорт Таврійське</b>							
1	Без добрив	2,66	3315,00	192,00	1247,80	2752,20	83,0
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	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
2	Без добрив	2,47	3315,00	192,00	1341,02	2658,98	80,2
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	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
3	Без добрив	2,37	3315,00	192,00	1400,04	2599,96	78,4
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	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

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.

В ситуації, що нині склалася, у товаровиробників при вирощуванні проса фактор сорту та фактор фону мінерального живлення може дати не тільки збільшення врожаю насіння, але й підвищення економічної ефективності його виробництва.

В середньому за три роки чистий прибуток на 1 га посіву був найвищим за максимально раннього строку сівби на фоні розрахункової дози добрив. Так, за сівби сорту Константинівське цей показник складав 2908,41 грн./га, по сорту Східне – 2814,41 грн./га, а по сорту Таврійське – 3149,30 грн./га. Таким чином, за вирощування трьох сортів проса більш високі показники економічної ефективності були по сорту Таврійське, так як валова продукція урожаю даного сорту була більшою.

Встановлено, що врожайність зерна проса із застосуванням мінеральних добрив збільшувалася на 0,65-2,63 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 (у середньому по сортах та строках сівби). Розрахунки економічної ефективності вирощування різних сортів проса засвідчили, що найвищі показники умовно чистого прибутку – 2858,66 грн./га одержані при внесенні мінеральних добрив у розрахунку на урожайність 4 т/га (середнє по сортах та строках сівби).

Таким чином, проведені дослідження свідчать про економічну доцільність вирощування проса в умовах південного Степу України, особливо сорту Таврійське, при застосуванні удосконалених нами елементів технології вирощування.

## 6.2. Енергетична ефективність вирощування проса

В останній час у сільському господарстві все більше використовується сировини та енергії, що пояснюється зростаючим характером вкладень цих факторів у створення одиниці додаткової врожайності. Носіями цієї енергії є не тільки органічні та мінеральні добрива, паливно-мастильні матеріали і трудові ресурси, а і фактори родючості, які активно впливають на ріст і розвиток рослин. Не випадково за сьогоdnішнього рівня сільськогосподарського виробництва значно збільшуються енерговитрати на техніку, добрива, пестициди, поливну воду, набагато перевищуючи нормативи. А тому раціональне використання не поновлюваної і сонячної (поновлюваної) енергії розглядається як найважливіша умова для збільшення виробництва продукції рослинництва. Все це диктує необхідність всебічного розрахунку вироблених енерговитрат [216].

Біоенергетичний аналіз – це визначення співвідношення кількості енергії, акумульованої в урожаї культури в процесі фотосинтезу та витрат енергії, які вкладаються у виробництво продукції. В сучасних умовах витрати неоновлюваної енергії на виробництво одиниці продукції постійно зростають. Така тенденція може призвести в майбутньому до стану, коли сільське господарство стане споживачем енергії, функціонуючим за рахунок неоновлюваних джерел, запаси яких зменшуються. Енерго- і ресурсозбереження передбачає зниження витрат не тільки і не стільки на одиницю площі сівби, скільки на одиницю отримуваної рослинницької продукції [217].

Результати біоенергетичної оцінки елементів технології вирощування сортів проса посівного наведено в таблиці 5.2.

Величина приходу енергії у варіантах дослідження знаходиться в прямій залежності від урожайності зерна проса. Так, за різних строків сівби сортів Константинівське, Східне та Таврійське найбільший прихід енергії з урожаєм

**Енергетична ефективність вирощування сортів проса  
за різних строків сівби і фонів живлення (середнє за 2008-2010 рр.)**

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Урожайність, т/га	Прихід енергії з урожаєм, МДж/га	Енерговитрати, МДж/га	Енергоємність врожаю, МДж/т	Енергетичний коефіцієнт
<b>Сорт Константинівське</b>						
1	Без добрив	2,40	34557,6	11953,5	4980,6	2,9
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	3,20	46076,8	16186,3	5058,2	2,8
	Розрахунковий	4,12	59323,9	18151,9	4405,8	3,3
2	Без добрив	2,21	31821,8	11953,5	5408,8	2,7
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,94	42333,1	16186,3	5505,5	2,6
	Розрахунковий	3,95	56876,1	18151,9	4595,4	3,1
3	Без добрив	1,96	28222,0	11953,5	6098,7	2,4
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,66	38301,3	16186,3	6085,1	2,4
	Розрахунковий	3,63	52268,4	18151,9	5000,5	2,9
<b>Сорт Східне</b>						
1	Без добрив	2,14	30813,9	11953,5	5585,7	2,6
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	3,03	43629,0	16186,3	5342,0	2,7
	Розрахунковий	3,79	54572,2	18151,9	4789,4	3,0
2	Без добрив	1,91	27502,1	11953,5	6258,4	2,3
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,68	38589,3	16186,3	6039,7	2,4
	Розрахунковий	3,35	48236,7	18151,9	5418,5	2,7
3	Без добрив	1,67	24046,3	11953,5	7157,8	2,0
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,32	33405,7	16186,3	6976,9	2,1
	Розрахунковий	2,94	42333,1	18151,9	6174,1	2,3
<b>Сорт Таврійське</b>						
1	Без добрив	2,66	38301,3	11953,5	4493,8	3,2
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	3,54	50972,5	16186,3	4572,4	3,1
	Розрахунковий	5,29	76170,7	18151,9	3431,4	4,2
2	Без добрив	2,47	35565,5	11953,5	4839,5	3,0
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	3,38	48668,6	16186,3	4788,8	3,0
	Розрахунковий	4,93	70987,1	18151,9	3681,9	3,9
3	Без добрив	2,37	34125,6	11953,5	5043,7	2,9
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	3,16	45500,8	16186,3	5122,2	2,8
	Розрахунковий	4,59	66091,4	18151,9	3954,7	3,6

визначено за сівби культури у перший строк (відповідно 46652,8, 43005,0 та

55148,2 МДж/га в середньому по фонах живлення), відсунення терміну посіву на 10-20 днів спричинило зменшення цього показника відповідно на 6-15, 11-23 та 6-12 %.

Таким чином, заміна одного строку сівби на інший не потребує ніяких додаткових витрат, збільшення робочого часу або заміни технологічного обладнання, але значно впливала на врожайність культури та відповідно на кількість енергії, що містилася в основній продукції.

Енергетична ефективність технології вирощування зерна проса оцінюється енергетичним коефіцієнтом (ЕК). Так, за ранньовесняного строку сівби для сортів Константинівське, Східне та Таврійське він становив відповідно 3,0, 2,8 та 3,5 (у середньому по фонах живлення). В цілому, вирощування проса на зерно за сівби його у перший строк можна віднести до енергозберігаючого, оскільки коефіцієнт енергетичної ефективності був більший 1 незалежно від дози добрив. Із запізненням з посівом на 10 днів коефіцієнт зменшувався та становив відповідно 2,8, 2,4 та 3,3 (у середньому по фонах живлення), а за сівби у третій строк енергетичний коефіцієнт зменшився до 2,5, 2,1 та 3,1. Таким чином, найбільшим енергетичний коефіцієнт був за сівби культури у максимально ранній строк.

Розрахунок енергетичної ефективності від застосування різних доз мінеральних добрив посівами проса показав, що найбільше енергії на 1 га надходило за внесення розрахункової дози добрива на запланований урожай – 58539,9 МДж/га у середньому по сортах та строках сівби. У цьому варіанті найбільший прихід енергії мали посіви сортів Константинівське та Таврійське – відповідно 56156,1 та 71083,1 МДж/га, що пов'язано із вищою врожайністю зерна. У середньому по варіантах удобрення найбільше енергії з урожаєм надійшло по сорту Таврійське – 51820,4 МДж/га, що на 20 % більше, ніж по сорту Константинівське та на 36 % більше, ніж по сорту Східне.

Затрати повної енергії на процес виробництва зерна в розрахунку на 1

га збільшувались із використанням добрив і найвищими були на фоні розрахункової дози (18151,9 МДж/га), далі по убутанню – на фоні  $N_{40}P_{30}$  (16186,3 МДж/га), енергоємність врожаю у цих варіантах становила: на фоні розрахункової дози – 4605,7, а при внесенні  $N_{40}P_{30}$  – 5499,0 МДж/т. Менше всього сукупної енергії витрачалося посівами на варіанті без внесення добрив (11953,5 МДж/га), але внаслідок меншої врожайності енергоємність даного варіанту склала 5540,8 МДж/т у середньому по строках і сортах. При внесенні розрахункової дози добрива енерговитрати збільшувалися на 11-34 % у порівнянні із контролем та фоном  $N_{40}P_{30}$ , а енергоємність зерна була найменшою. Розрахунки енергетичної ефективності добрив при вирощуванні проса засвідчили, що в структурі загальних витрат на використання мінеральних добрив припадає від 24 до 32 % невідновлюваної енергії. При цьому витрати обумовлені, в першу чергу, зростаючими дозами азотних добрив як найбільш енергомісткими порівняно з фосфорними.

Максимальних значень енергетичний коефіцієнт досягав у варіанті розрахункової дози добрива на запланований рівень врожаю, що говорить про економію енергії при вирощуванні проса у даному варіанті дослідження та найвищий рівень врожайності зерна. Внесення добрив дозою  $N_{40}P_{30}$  знижувало енергетичний коефіцієнт в середньому по сортах на 17-20 % порівняно із цим варіантом залежно від строку сівби.

Як зазначалося вище, на всіх удобрених варіантах були отримані енергетичні коефіцієнти вищі за одиницю (2,1-4,2 залежно від сорту та строку сівби), а найбільші прирости енергії порівняно з контролем спостерігали при внесенні розрахункової дози добрива на запланований рівень врожаю – 40388,0 МДж/га, в тому числі у розрізі сортів по сорту Таврійське – 47939,5-58018,8 МДж на 1 га посіву.

Таким чином, найбільш енергетично ефективними є варіанти дослідів із сівбою проса посівного сорту Таврійське у максимально ранні строки на фоні

розрахункової дози добрива на запланований рівень врожаю 4 т/га. За внесення добрив  $N_{40}P_{30}$  внаслідок порівняно низького приросту врожайності зерна енергетичний коефіцієнт знижується, цей показник у середньому має однаковий рівень із неудобреним фоном. Найбільший приріст сукупної енергії спостерігали у варіанті першого, раннього строку сівби (III декада квітня-I декада травня, після стійкого прогрівання ґрунту на глибині 10 см до 10-12° С) при вирощуванні сорту Таврійське.

#### **Висновки з розділу 4**

1. Найбільш економічно виправданим сівба сорту проса Таврійське у перший строк з внесенням розрахункової дози мінерального добрива під запланований врожай 4 т/га. Вартість валової продукції у цьому варіанті була найвищою і досягла 21146,67 грн/га з чистим прибутком 3149,30 грн/га та рівнем рентабельності 70 %.

2. За сівби у перший строк енергетичний коефіцієнт був найбільшим за використання розрахункової дози мінерального добрива та складав по сорту Константинівське – 3,3, Східне – 3,0 та по сорту Таврійське – 4,2. Ці показники свідчать про енергетичну виправданість пропонованих елементів агротехніки вирощування сортів проса для отримання зерна.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукового завдання, що полягає в удосконаленні елементів технології вирощування проса з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов Південного Степу України, яка передбачає добір сучасних сортів, визначення для них оптимального строку сівби, доз мінерального добрива з метою підвищення врожайності та якості зерна. Отримані результати дозволили обґрунтувати такі висновки:

1. У середньому за 2008-2010 рр. сумарне водоспоживання проса з шару ґрунту 0-100 см становило 3037 м<sup>3</sup>/га. Більша частина у загальному водоспоживанні культури припадала на опади (64 %), а на частку ґрунтової вологи – 36 %. Ґрунтових вологозапасів за сівби у перший строк використовується на 37-77 м<sup>3</sup>/га більше, ніж за сівби у пізніший термін. Найбільшим сумарне водоспоживання рослин визначено за першого, раннього строку сівби (3187 м<sup>3</sup>/га), добрива його на 27-50 м<sup>3</sup>/га. Найменшими витрати води на формування 1 т зерна визначені у посівах проса сорту Таврійське у перший строк сівби і внесення розрахункової дози добрива – 607 м<sup>3</sup>/т.

2. Найкращою забезпеченість рослин проса доступними формами азоту і фосфору впродовж вегетації була за внесення розрахункової дози добрива за сівби культури у перший строк. Виявлено тенденцію до зниження кількості поживних речовин при запізненні з сівбою внаслідок погіршення вологозабезпеченості посівів. Внесення мінеральних добрив покращує азотний та фосфорний режими ґрунту, створює оптимальні умови для життєдіяльності рослин і збільшує витрати даних речовин із ґрунту. Істотного впливу мінеральних добрив на вміст обмінного калію в ґрунті виявлено не було, що пояснюється високою забезпеченістю ґрунтів Степової зони цим елементом.

3. Тип забур'яненості дослідної ділянки у середньому за 2008-2010 рр. – малорічно-коренепаростковий, високу частку чисельності у посівах проса мали просо півняче та мишій сизий (27,5 та 28,8 % відповідно). Середня



кількість бур'янів за 2008-2010 рр. у фазі кушіння проса склала 31,4 шт./м<sup>2</sup>, проте найменше їх було у 2010 р. (23,2 шт./м<sup>2</sup>), а найбільше — у 2008 р. (38,6 шт./м<sup>2</sup>). Найбільше бур'янів у фазу кушіння проса налічувалось у посівах першого строку сівби (на 6-16 % порівняно з іншими строками). Наприкінці вегетації, навпаки, внаслідок вищої конкурентної здатності посіви першого строку сівби були забур'янені на 11-42 % менше. Спостерігали тенденцію до більшої кількості бур'янів на удобрених ділянках.

6. Оптимізація строків сівби та живлення проса позитивно вплинула на продуктивність роботи фотосинтезуючого апарату рослин. Найкращі умови для фотосинтезу рослин створювалися у варіанті за поєднання сівби у перший строк та внесення розрахункової дози мінерального добрива – при цьому площа листків у фазу кушіння склала 18,3 тис. м<sup>2</sup>/га, у фазу виходу у трубку – 30,6, у фазу цвітіння – 35,6, у період досягання – 17,6 тис. м<sup>2</sup>/га у середньому по сортах. Коефіцієнт ЧПФ найвищим визначений у сортів Таврійське та Константинівське – 3,63-5,23 та 3,13-4,97 г/м<sup>2</sup> за добу у періоди *виходу у трубку-викидання волоті*, тоді як у сорту Східне він був меншим на 3-23 % залежно від строку сівби та фону мінерального живлення.

7. Найвища врожайність зерна сформована у 2010 році – 3,65 т/га, що на 1,26 т/га більше, ніж у 2008 році та на 0,43 т/га більше, ніж у 2009 році. Сорт проса Таврійське виявився найбільш пластичним та стабільним у вирощуванні та спроможності формувати високу врожайність – 3,60 т/га, що на 0,59-0,95 т/га або 20-36 % більше порівняно з сортами Константинівське та Східне (у середньому за 2008-2010 рр.). Сорт Таврійське за сівби у перший строк на фоні розрахункової дози мінерального добрива забезпечив максимальну врожайність зерна (5,29 т/га). Частка участі фону живлення у формуванні продуктивності проса склала 70,5 %, сорту – 18,3 %, строку сівби – 6,1 %, взаємодії факторів – від 0,1 до 4,4 %.

8. Із покращенням умов живлення довжина волоті проса збільшується на 43-81 %, маса волоті на 31-75 %, кількість зерен у волоті на 20-45 %, маса

1000 зерен – на 10-20 % порівняно з неудобреним фоном. Практично всі складові структури врожаю (окрім кількості зерен у волоті) мали тенденцію до зменшення від першого до третього строку сівби. Кореляційним аналізом визначено, що найбільш вагомими показниками у підвищенні врожайності проса, є формування оптимальної маси волоті та кількості зерен у ній.

9. Сівба проса у III декаді квітня-I декаді травня на фоні розрахункової дози мінерального добрива дозволяє сформувати високий вміст білка у зерні, максимальний його умовний збір 5,25-7,95 ц/га і, низьку плівчастість, максимальну натуру та вихід крупи. Найбільшим умовний збір білка визначений при вирощуванні сорту Таврійське – 4,71 ц/га (у середньому по строках сівби та фонах удобрення).

10. Найефективнішим у технології вирощування проса на богарі як за економічними, так і за енергетичними показниками є ранньовесняна сівба сорту Таврійське на фоні розрахункової дози мінерального добрива, що забезпечує умовно чистий прибуток на рівні 3149,30 грн./га, рівень рентабельності 70 %, прихід енергії з урожаєм 76,17 тис. МДж/га та енергетичний коефіцієнт 4,2. За внесення  $N_{40}P_{30}$  внаслідок порівняно низького приросту врожайності зерна енергетичний коефіцієнт знижується до 2,7 та має однаковий рівень із неудобреним варіантом (середнє по строках та сортах).

## **РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

Для отримання в умовах півдня України без зрошення врожайності зерна проса посівного на рівні 5,3 т/га, умовним виходом білка 7,95 ц/га, найнижчим коефіцієнтом водоспоживання – 607 м<sup>3</sup>/т, найвищим чистим прибутком і рівнем рентабельності 70 % сільгосптоваровиробникам рекомендується вирощувати сорт Таврійське, вносити мінеральні добрива у розрахунку на рівень врожаю 4-5 т/га, висівати його впродовж III декади квітня-I декади травня, після стійкого прогрівання ґрунту на глибині 10 см до 10-12° С.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Адаменко Т. Зміна агрокліматичних умов та їх вплив на зернове господарство / Т. Адаменко // Агроном – 2006. – № 3. – С. 12-15.
2. Дрижирук В.В. Глобальное потепление климата и мировое сельское хозяйство / В.В. Дрижирук // Агровісник. – 2008. – № 10. – С. 37-39.
3. Виробництво проса: підсумки та перспективи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.agro-business.com.ua/component/content/article/1301.html?ed=70>.
4. Ушкаренко В.О. Просо – на півдні України / В.О. Ушкаренко, О.В. Аверчев. – Херсон: Олді плюс, 2007. – 196 с.
5. Маласай В.М. Просо в Україні / В.М. Маласай, А.Є. Стрихар. //Насінництво. – 2011. – № 5. – С. 7-10.
6. Сеєм просо [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.agrofon.com.ua/news/seem\\_proso/2013-11-24-163](http://www.agrofon.com.ua/news/seem_proso/2013-11-24-163).
7. Eshraghi N.M. The effect of sowing date on yield of millet varieties by influencing phonological periods duration / N.M. Eshraghi, B. Kamkar, A. Soltani – Режим доступу: <http://www.Sid.ir/en/AdvanceJournal.asp>.
8. 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.
9. Arif M. Response of millet varieties to different planting methods / M. Arif, S. Ihsanullah, F. Khan // Sarhad J. Agric. – 2001. – № 17. – P. 159-163.
10. Просо: забуті переваги [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.agro-business.com.ua/component/content/article/732.html?ed=51>.
11. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин: [підр. для студ. вищ. навч. закл.] / М.Я. Молоцький, Л.П. Васильківський, В.І. Князюк, В.А. Власенко. – К.: Вища освіта, 2006. – 463 с.
12. Ильин В.А. Повышение продуктивности сортов проса / В.А. Ильин // Селекция, семеноводство и технология возделывания проса на Юго-Востоке.

Саратов, 1981. - С. 11-18.

13.Maman N. Variety and management level influence on pearl millet production in Niger / N. Maman, S.C. Mason, S. Sirifi. // African Crop Science Journal. – 2000. – № 8. – P. 25–34.

14.Титков В.И. Адаптивная технология выращивания крупяных культур на Южном Урале /В.И. Титков, А.В. Ряховский, В.В. Каракулев. — М., Колос, 2005. - 192 с.

15.Ritchie J.T. Cereal growth, development and yield. In Understanding Options for Agricultural Production / J.T. Ritchie, U. Singh, D.C. Godwid, W.T. Bowen. // Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. – 1998. – № 14. – P. 79–97.

16.Беленіхіна А.В. Адаптивність і екологічна пластичність сортів проса залежно від умов року / А.В. Беленіхіна, В.М. Костромітін, О.М. Глибокий // 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](http://nbuv.gov.ua/jpdf/Vcnzapv_2013_15_4.pdf).

17.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.

18.Каталог сортів рослин придатних для поширення в Україні у 2016 р. / Охорона прав на сорти рослин: офіц. бюл. / Мін. агрополітики України, Держ. служба з охорони прав на сорти рослин. – К. : ТОВ «Алефа», 2008. – 364 с.

19.Круп'яні культури / За ред. І.В. Яшовського.- К.: Урожай, 1982.- 160 с.

20.Елагин И.Н. Агротехника высоких урожаев проса / И.Н. Елагин. – М., 1963. – 138 с.

21.Лавров К.Ф. Просо и гречиха / К.Ф. Лавров. — Уфа: Башкнигоиздат, 1982. – 160 с.

22.Константинов С.И. Выведение сортов проса с высоким качеством зерна /

- С.И. Константинов // Селекция и семеноводство проса. — М., 1976. — С. 55-60.
- 23.Алексеєва О.С. Інтенсифікація виробництва круп'яних культур / О.С. Алексеєва, О.П. Якименко, М.Ф. Трифонова – К.: Урожай, 1988. – 160 с.
- 24.Соловьев А.В. О ценности зерна проса / А.В. Соловьев, М.К. Каюмов // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 1. – С. 7-9.
- 25.Шкумат В.П. Особенности селекции проса на юге Украины./ Совершенствование селекции, семеноводства и технологии возделывания проса. – Орёл, 1985. – С. 97-103.
- 26.Шкумат В.П. Методи оцінки вихідного матеріалу при селекції спеціалізованих і універсальних сортів проса/ В.П. Шкумат, Н.О. Шкумат // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – Миколаїв, 1997. – Вип. 1. – С. 92-99.
- 27.Ильин В.А. Селекция проса в Поволжье/ В.А. Ильин. – Саратов, 1984. – 345 с.
- 28.Шкумат В.П. Рекомендации по интенсивной технологии возделывания проса в условиях Николаевской области / В.П. Шкумат. – Николаев, 1987. – 20 с.
29. Корченко Я.Т. Селекция проса в СРСР / Я.Т. Корченко. – М.: Колос, 1967. – С. 203-211.
- 30.Результати науково-дослідних робіт з селекції проса // Основні результати науково-дослідних робіт Веселоподільської дослідно-селекційної станції за 1985-1990 рр. – К.: ЩБ УААН. – 1992. – С. 118-126.
- 31.Кривченко В.И. О путях селекции растений на иммунитет к инфекционным болезням / В.И. Кривченко // Селекция и семеноводство. – 1993. – № 4. – С. 2-5.
- 32.Константинов С.И. Методы и результаты селекции проса в Лесостепи Украины / С.И. Константинов, Л. Я. Шапина, В. М. Линник // Селекция и семеноводство. –1988. – Вып. 65. – С. 18-23.
- 33.Сурков А.Ю. Исходный материал проса для селекции сортов в условиях

Центрально-Черноземной зоны: дис. канд. с.-х. наук. – Каменная степь, 2005. – 173 с.

34.Горбачева С.Н. Создание исходного материала для селекции проса на повышенное содержание белка и незаменимых аминокислот в условиях Восточной Лесостепи Украины: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. с.-х. наук / ИР им. В.Я. Юрьева УААН / С.Н. Горбачева. – Х., 1994. – 17 с.

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

36.Курцева А.Ф. Источники устойчивости проса к грибным и бактериальным болезням / А.Ф. Курцева // Совершенствование селекции, семеноводства и технологии возделывания проса: сборник научных трудов. – Орел, 1985. – С. 62-65.

37.Константинов С.И. Создание устойчивых к головне мутантов проса / С.И. Константинов, Л.Я. Шапина, В.М. Линник // Химический мутагенез и задачи сельскохозяйственного производства. – Х., 1993. – С. 88-90.

38.Селекція польових культур: Збірник наукових праць. – Харків: ІР ім. В. Я. Юр'єва УААН, 2008. – 384 с.

39.Спеціальна селекція і насінництво польових культур / Навчальний посібник // За ред. В.В. Кириченка. – Харків, 2010. – С. 251-280.

40.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., 2008. – Вип. 95. – С.71-79.

41.Горбачова С.М. Результати і методи селекції зі створення нових конкурентоспроможних сортів проса / С.М. Горбачова// Селекція і насінництво: між від. темат. наук. зб. / НААН, Інститут рослинництва ім. В.Я.

Юр'єва. Х.: 2011. – Вип. 99.– С. 108-114.

42. 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., 2009. – С. 22-46.

43. Хангильдин В.В. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы / В.В. Хангильдин, Н.А. Литвиненко // Научн.-техн. бюл. ВСГИ. – Одесса, 1981. – Вып. 39. – С. 8-14.

44. Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях / Ю.П. Алтухов. – М.: Наука, 1983. – 279 с.

45. 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., 2004. – 18 с.

46. Драган М.І. Урожайність круп'яних культур та аналіз наукової роботи дослідних установ Лісостепу і Полісся / М.І. Драган, Р.Є. Грищенко // Вісн. Полтав. держ. аграр. акад. - 2007. - № 1. - С. 188-193.

47. Драган М.І. Роль агротехнічних заходів у технології вирощування проса / М.І. Драган, О.Г. Любчич // Вісник Донецького національного університету. – 2009. – Вип. 1. – С. 548-550.

48. 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, 2007. – С. 301-325.

49. Константинов С.І. Результати вивчення світової колекції проса в Лісостепу України / С.І. Константинов, С.М. Горбачова, О.В. Горлачова // Науковий

вісник національного аграрного університету. – Х., 2001. – Вип. 40. – С. 47-50.

50. Константинов С.И. Использование в селекции индуцированных мутантов проса /С.И. Константинов, Л.Я. Шапина, В.М. Линник// Химический мутагенез в селекционном процессе. – Х., 1987. – С. 124-126.

51. Єгоров Д.К. Успадкування деяких показників якості крупи та зерна у гібридів проса / Д.К. Єгоров, С.М. Горбачова, С.І. Константинов // Селекція і насінництво : міжвід. темат. наук. зб.– Х., 1997. – Вип. 81. – С. 17-22.

52. Шумилин П.И. Исследование технологических свойств проса в процессе селекции./ Селекция, семеноводство и технология возделывания проса. – Орел, 1982. – С. 54-59.

53. 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, МСГІ, 1995. – С. 12-15.

54. Туранский В.И. О возделывании проса на юге УССР / В.И. Туранский // Земледелие. 1954. - № 5. - С. 34-35.

55. 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, 1996. – С. 22-23.

56. Шкумат В.П. Основні прийоми технологій вирощування проса в південному степу України / В.П. Шкумат, Н.О. Шкумат // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – Миколаїв, 1997. – Вип. 2. – С. 30-33.

57. Шкумат В.П. Перспективи створення сортів проса універсального типу / В.П. Шкумат, Н.О. Шкумат // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – Миколаїв, 1998. – Вип. 4. – С. 39-44.

58. Шкумат В.П. Сортова специфічність проса до екологічно-безпечних



прийомів вирощування / В.П. Шкумат, Н.О. Шкумат, Л.М. Шевченко // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – Миколаїв, 2000. – Вип. 1(8). – С. 21-24.

59.А. с. №07151, Україна. Сорт рослин проса Таврійське / В.П. Шкумат, И.В. Шевель, В.И. Шевель. – Заявка №04006002.

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

61.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.

62.Колмаков Ю.В. Повышение качества зерна проса для эффективной его переработки в пшеничную крупу/ Ю.В. Колмаков и др.// Рекомендации.- Омск, 2014. – 33 с.

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

64.Савчук Д. Посухи, як їм заподіяти / Д. Савчук // Аграрний тиждень. Україна. – 2012. – № 1. – С. 10.

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

66.Сайко В. Ф. Устойчивость земледелия: проблемы и пути решения / В.Ф. Сайко. – К.: Урожай, 1993. – 320 с.

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

68.Luckwill L.C. Growth regulators in crop production. - Edward Arnold Ltd. -

London, 1981.- 59 p.

69.Савицький К.А. За високі врожаї гречки і проса / К.А. Савицький. – К.: Знання, 1968.- 45 с.

70.Kramer P.I. Water relations of plants / P.I. Kramer. – N.Y.: Acad, press, 1983. - 489 p.

71.Елагин И.Н. Рекомендации по возделыванию проса / И.Н. Елагин. — М.: Колос, 1965.- 11 с.

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

73.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.* – 1980. – V. 7. – № 3. – P. 299-313.

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

75.Растениеводство / С.М. Бугай, А.И. Зинченко, В.И. Моисеенко, Н.А. Горох. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1987. – 328 с.

76.Корнилов А. А. Просо / А.А. Корнилов. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 280 с.

77.Можаев Н.И. Растениеводство / Н.И. Можаев. – Акмола, 1996. – С. 130-137.

78.Лысов В.Н. Просо / В.Н. Лысов. – Л.: Колос, 1968. – 224 с.

79.Ильин В.А. Основы получения высокого урожая проса в засушливых условиях / В.А. Ильин, Е.Н. Золотухин // *Зерновое хозяйство.* – 1983. – № 5. – С. 32-34.

80.Титков В.И. Просо и гречиха в Оренбуржье / В.И. Титков, А.В. Ряховский, В.В. Каракулев. – 1994. – С. 16-71

81.Sinska J. Vplyv teplôt a zražo na priebeh rastovch fáz prosa siateho (*P. miliaceum* L.) / J. Sinska. – *Véd. Sकेpráce ÝURV, Piestanoch*, 1971. – № 9. – S.

35-42.

82. Craufurd P.Q. Effect of the duration of the vegetative phase on shoot growth, development and yield in pearl millet (*Pennisetum americanum* L.) / P.Q. Craufurd, F.R. Bidinger. // *Leeke. J. Exp. Bot.* – №38. – 1988. – P. 124–139.

83. Савицкий К.А. Просо – высокоурожайная культура / К.А. Савицкий, Е.Д. Хорошкова // *Зерновое хозяйство.* — 1976. – № 8. – С. 19.

84. Ильин В.А. Агротехника проса в Поволжье / В.А. Ильин. – М., Россельхозиздат. – 1979. – С. 61-62.

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

86. 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 1997. – 131 p.

87. Maas A.L. Planting date and row spacing affects grain yield and height 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). – 2007. – P. 1-4.

88. 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.* – 2003. – P. 11-15.

89. Малкандуев Х.А. Основы повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы и проса в центральной части Северного Кавказа / Малкандуев Х.А. – Нальчик, 1997. – С. 167-170 с.

90. Паршин Б.А. Практическое руководство по освоению интенсивной технологии возделывания проса / Б.А. Паршин, В.Е. Кузьминов, А.Г. Ишлин и др. – М.: Агропромиздат, 1986. – 70 с.

91. Просвиркина А.Г. Агрометеорологические условия и продуктивность проса. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – С. 31-37.
92. Елагин И.Н. Агротехника проса / И.Н. Елагин. — М.: Россельхозиздат, 1981.- 160 с.
93. Щербаков И.И. О сроках сева проса в южной степи Украины / Щербаков И.И., Добринская Л.Н. // Зерновые и масличные культуры. – № 3. 1969. - С. 27.
94. Нечипорчук И.Д. Управление длиной вегетационного периода, ростом и урожаем проса путем посева в разные сроки / Научные записки Львовского с.-х. инст-та. 1952. - Т. 3. - С. 43-49.
95. Костикова Н.О. Влияние сроков посева на урожайность проса в условиях Орловской области / Н.О. Костикова// Совершенствование технологии возделывания зерновых культур в Центрально-Черноземной зоне. - Воронеж, 1990. - С.119-124.
96. Костикова Н.О. Урожайность и технологические показатели качества зерна проса в связи со сроками посева/ Н.О. Костикова, Л.Н. Варлахова // Биологические основы интенсивного растениеводства. - Орел, 1993. - С.39.
97. Andrews D.J. Pearl millet: a new feed grain crop. In *New Crops* (Eds J. Janick & J. Simon). – New York: Wiley, 1993. – P. 198–208.
98. Vacchi L. Effects of sowing date and nitrogen fertilization on growth, development and yield of a short day cultivar of millet (*Pennisetum glaucum* L.) / L. Vacchi, C. Cantini, F. Pierini, G. Maracchi, F.N. Reyniers // *European Journal of Agronomy*. – 1999.– №10. – P. 9–21.
99. Возделывание гречихи и проса на зерно (рекомендации) / Р.М. Кадыров [и др.]; Национальная академия наук Беларуси. - Жодино: Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, 2010. - 26 с.
100. Сокуров М.Н. Пути повышения продуктивности и технологических свойств зерна проса для крупяной промышленности / Б.М. Князев, М.Н.

Сокуров //Достижения науки и инновации в производстве хранения и переработке сельскохозяйственной продукции. – Мичуринск: Мичуринск-наукоград, 2011. – С. 52-54.

101. Сокуров М.Н. Приемы технологии возделывания, повышающие продуктивность проса в степной зоне КБР / Б.М. Князев, М.Н. Сокуров // Экономика и управление: проблемы, опыт, решения. Сб. науч. тр. – Нальчик: Изд-во КБГСХА, 2012. – С. 130-134.

102. Вьюрков В.В. Севообороты, обработка и воспроизводство плодородия в почвозащитном земледелии Приуралья. / В.В. Вьюрков. – 2-е изд.- Западно-Казахстанский ЦНТИ. – Уральск, 2006. – 70 с.

103. Бочарова Т.А. Оценка потенциала адаптивности проса кормового на основе различных сроков посева и норм высева в Центральных районах колючей степи Алтайского края: Дис. на соиск. учен. степ. канд. с-х. наук: 06.01.09 / Т. А. Бочарова. - Барнаул, 1999. - 162 с.

104. 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, 2011. – 20 с.

105. 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.

106. Гамаюнова В. В. Застосування добрив – основа збереження родючості ґрунтів та формування продуктивності сільськогосподарських культур в умовах зрошення / В. В. Гамаюнова // Наукові праці : науково-методичний журнал. — Том 81. — Вип. 68. Екологія: Сучасний стан родючості ґрунтів та шляхи її збереження. — Миколаїв : Вид-во МДГУ ім. П. Могили, 2008. — С. 35-38.

107. Драган М.І. Круп'яний порятунок // М.І. Драган, Р.Є. Грищенко, О.Г.

Любич // Farmer/ – 2012. – Квітень. – С. 42-43.

108. Гамаюнова В.В. Сучасний стан родючості ґрунтів Степу України та шляхи її відтворення / В.В. Гамаюнова, О.В. Сидякіна // Наукові праці : науково-методичний журнал. — Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2009. — Вип. 94. Том 107. Екологія. — С. 34—36.

109. Гамаюнова В.В. Екологічний стан родючості ґрунту та шляхи її відтворення / В.В. Гамаюнова, О.В. Сидякіна // Третій міжнародний екологічний форум "Чисте місто. Чиста ріка. Чиста планета.": збірник матеріалів форуму (17-18 листопада 2011 р.) — Херсон, 2011. — С. 234—236.

110. Шкумат В.П. Просо / Справочник по интенсивному полеводству юга Украины /Под ред. А.О. Лымаря. - К.: Урожай, 1994. – С.129-130.

111. Обийкин П.П. Влияние минеральных удобрений на урожай и качество зерна проса на обыкновенных черноземах Луганской области / П.П. Обийкин // Химия в сельском хозяйстве. —1965. — С. 12-14.

112. Dendy D. Sorghum and Millets/ D. Dendy // Chemistry and Technology. Amer. Assor. Cereal Chemists, St. Paul, 1995. - №6. – P 23-34.

113. Mishra B. Effect of fertilizer phosphorus on transport of P and other ions through an undisturbed column of an acid brown earth /B. Mishra, P. Khanna. Z. Pflanzenernahr. Bodenk, 1979. - №3. – P. 562-569.

114. Lee D. Pearl Millet for Grain / D. Lee, W. Hanna, G.D. Buntin, W. Dozier, P. Timper and J.P. Wilson // Bulletin 1216. Cooperative Extension Service, University of Georgia and USDA-ARS. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://pubs.caes.uga.edu/caespubs/pubcd/B1216.htm>

115. ICRISAT. Pearl Millet [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.icrisat.org/pearlmillet/pearl\\_millet.htm](http://www.icrisat.org/pearlmillet/pearl_millet.htm)

116. Драган М.І. Оптимізація азотного живлення проса / М.І. Драган // Вісн. Полтав. держ. с.-г. ін-ту . - 2001. - № 14. - С. 77-79.

117. Колмыков А.Г. Удобрение проса на предкавказских карбонатных

черноземах / А.Г. Колмыков, Е.П. Нетбайлов, Ф.Ф. Шаталов // Химия в сельском хозяйстве. - 1968. - №10.-С. 14-15.

118. Greenwood E.A.N. Nitrogen stress in plants /E.A.N. Greenwood //Adv.Agron. –1976. – Vol. 28. – P. 1-35.

119. Драган, М. Удобрения проса / М. Драган, Р. Грищенко, О. Любич // Farmer. – 2010. – № 12. – С. 38–40.

120. Соловьев А.В. Вынос основных элементов минерального питания растениями проса / Соловьев А.В. // Зерновое хозяйство. - 2005. -№7. – С. 16-

18. Kathju S. Influence of nitrogen fertilization on water relations, photosynthesis, carbohydrate and nitrogen metabolism of diverse pearl millet genotypes under arid conditions / S. Kathju, U. Burman, B.K. Garg // Journal of Agricultural Science, Cambridge. – Vol.137. - 2001. – P. 307–318.

121. Sivakumar M.V.K. Effect of year and fertilizer on water-use efficiency of pearl millet (*Pennisetum glaucum*) in Niger / M.V.K. Sivakumar, S.A. Salaam //Journal of Agricultural Science, Cambridge – Vol.132. - 1999. - P.139–148.

122. Rockstrom J. Water, nutrients and slope position in on-farm millet cultivation in the Sahel / J. Rockstrom, A. Derouw // Plant and Soil. - Vol. 195. - 1997. - P. 311–327.

123. Janick J. Plant an introduction to world crops / Jules Janick, Robert W. Schery. – San Francisco, 1981. – 868 p.

124. Rabson R. Potential 1 for improving the protein content of pearl millet grain using induced mutations / R. Rabson et al. // Seed protein improve. Cereals legumes. –1979. – P. 367-376.

125. Корнилов А.А. Просо. Биология, селекция, семеноводство, агротехника. М.: Сельхозгиз, 1957. - 254 с.

126. Chrzanowska-Drozdz B. Response of two common millet cultivars to nitrogen fertilization / B. Chrzanowska-Drozdz, K. Kaczmarek // Biul.Inst.Hodowli Aklimat.Rosl. – 2007. – № 245. – P. 129-137.

127. Manivasakam P. Development of non-restorer pearl millet lines resistant to downy mildew / P. Manivasakam, S. Palanisamy, M.N. Prasad, G. Arjunan, and R. Appadurai / Madras Agricultural Journal. – №73. – 1986. – P. 258-262.
128. Andrews DJ. Pearl millet: New feed grain crop / D.J. Andrews, J.F. Rajewski, K.A.Kumar // In: Janick J, Simon JE, editors. – New Crops. John Wiley & Sons, Inc, New York, USA. 1993. – P. 198–208.
129. Савицький К.А. Просо / К.А. Савицький, І.В. Яшовський, І.П. Різниченко. – К.: Урожай, 1973. – 204 с.
130. Быстриков, Ф:В. Удобрение проса // Ф.В. Быстриков // Зерновые и масличные культуры. 1968. - № 4. — С. 17-19.
131. Вагапов В.И. Влияние минеральных удобрений на урожай и качество проса / В.И. Вагапов, Н. Асмус // Труды Новосибирского СХИ. — 1975. — Т.84. – С. 20-24.
132. Куликов С.В. Влияние минеральных удобрений на урожайность проса в условиях лесостепи Западной Сибири Текст. /С.В. Куликов // Науч. обеспечение АПК Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Башкортостана. Новосибирск, 2002. - С. 131-132.
133. Лапа В.В Интенсивность продукционных процессов растений проса в зависимости от условий минерального питания /В.В. Лапа, М.М. Ломонос. Весцц Нац.акад.наук Беларусь Сер. аграр. навук. – 2009. – № 2. – С. 45-51.
134. Ломонос М.М. Эффективность различных систем удобрения при возделывании проса на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве/ М.М. Ломонос // Почвоведение и агрохимия. 2007. - № 2. - С. 121-128.
135. Коробков С.Д. Применение удобрений под просо в условиях засушливой зоны / С.Д. Коробков // Совершенствование селекции, семеноводства и технологии возделывания проса. – Орел, 1985. - С. 131-135.
136. Куликов С.В. Применение удобрений под просо на черноземных почвах Заводной Сибири / С.В. Куликов, Н.А. Воронкова // Земледелие. -2004. – № 5.



– С. 25.

137. Bationo A. Rotation and nitrogen fertilizer effects on pearl millet, cowpea and groundnut yield and soil chemical properties in a sandy soil in the semi-arid tropics, West Africa. / A. Bationo, B.R. Ntare // *Journal of Agricultural Science, Cambridge*. №134. - 2000. – P. 277–284.

138. Bidinger F.R. Genetic and cultural improvement in the production of pearl millet. A comparative assessment for India and Sahelian/ Sudanian Africa. in *Proceedings of the International Congress of Plant Physiology, Vol. 1, June 1988, New Delhi, India*. New Delhi, India: Society for Plant Physiology and Biochemistry – P. 194–206.

139. Бакулова И.В. Изменение качественных показателей зерна при оптимизации технологии возделывания/ И.В. Бакулова, З.А. Кирасиров // *Нива Поволжья*. 2009. - № 3. - С. 6-7.

140. Вржнов А.В. Качество зерна и технология Текст. / Е.И. Шистый, А.Г. Медведев // *Зерновое хозяйство*. 2003. - № 5. - С. 2-5.

141. Bruck H. Effects of phosphorus and water supply on yield, transpirational water-use efficiency, and carbon isotope discrimination of pearl millet / H. Bruck, W.A. Payne, B. Sattelmacher // *Crop Science*. – 2000.– №40. – P.120–125.

142. Грищенко Р.Є. Рівень забезпеченості рослин проса мікроелементами залежно від системи удобрення / Р.Є. Грищенко, О.Г. Любчич, О.В. Глієва, Т.В. Мазуренко // *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. – Випуск 23. – 2015. – С. 14-18.

143. Камінський В.Ф. Продуктивність та якість зерна проса за різних рівнів удобрення / В.Ф. Камінський, О.В. Глієва // *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. – Випуск 1. – 2015. – С. 63-71.

144. Драган М.І. Особливості технології вирощування круп'яних культур / М.І. Драган, Р.Є. Грищенко, О.Г. Любчич, М.О. Вовкотруб // *Збірник наукових праць ІЗ УААН*. – Вип.2-3. – 2004. –С.3-6.

145. Беленіхіна А.В. Фактори підвищення урожайності проса: дослідження / А. Беленіхіна, В. Костромітін, І. Музафаров // Агробізнес сьогодні. – 2012. – Березень, № 6. – С. 28-30.
146. Зубець М.В. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / [М.В. Зубець та ін.] – К. : Аграрна наука, 2010. – 986 с.
147. Демиденко П.Н. Влияние удобрений на урожай проса в степной зоне Украины / П.Н. Демиденко // Труды Харьковского СХИ. 1971. - Т.153. - С. 301.
148. Абдрашитов, Р.Х. Влияние различных норм и соотношений минеральных удобрений на урожайность и качество проса / Р.Х. Абдрашитов, В.И. Елисеев // Технологические приемы возделывания зерновых культур на Южном Урале. - М., 2005.-С. 171-178
149. Рудник-Іващенко О.І. Просо. Особливості біології, фізіології, генетики: [монографія] / О.І. Рудник-Іващенко; УААН, Інститут цукрових буряків. - К. : Колобіг, 2009. - 160 с.
150. Жабин М.А. Влияние обеспеченности почвы элементами минерального питания и удобрений на урожайность и качество проса в условиях юго-востока ЦЧЗ/ Н.С. Беспалова, М.А. Жабин// ГНУ НИИСХ ЦЧП им. В.В.Докучаева РАСХН: Агротехнический вестник. – М., 2007. – №3. – С. 27-28.
151. Maman N. Hybrid and nitrogen influence on pearl millet production in Nebraska: yield, growth and nitrogen up-take, and nitrogen use efficiency/ N. Maman, S.C. Mason, T. Galusha, M.D. Clegg // Agronomy Journal. – 1999. – № 91. – P. 737–743.
152. Bodriguez I.B. Dry matter and nutrient accumulation and partitining by proso millet / I.B. Bodriguez, D.G. Westfall, G.A. Peterson // Agron. J. – 1990. - № 32. – P. 183-189.
153. Соколов О. А. Минеральное питание растений в почвенных условиях

- /О. А. Соколов. - М.: Наука. - 2000. - 193 с.
154. Ефимов В.Н. Система применения удобрений / В.Н. Ефимов, И.Н. Донских, Г.И. Синицин. – М.: Колос, 1984. — 272 с.
155. Журбицкий З.И. Физиологическое обоснование системы питания растений / З.И. Журбицкий. – М.: Наука, 1964. - С. 26-28.
156. Кулик Н.С. Погода и минеральные удобрения / Н.С. Кулик. – JL: Гидрометеиздат, 1966.- 139 с.
157. Городній М.М. Агрохімічний аналіз. / М.М. Городній, М.В. Козлов, М.І. Бідзіля. – К.: Вища школа, 1972. – 268 с.
158. Бука А.Я. Оптимізація доз застосування азотних добрив на основі рослинної і ґрунтової діагностики живлення рослин: Методичні рекомендації. / А.Я. Бука, М.В. Лісовий, А.В. Дружченко– Харків: 2000. – 30 с.
159. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України / Носко Б.С., Прістер Б.С., Лобода М.В. та ін. – К.: Урожай, 1994. – 336 с.
160. Дулов М.И. Формирование урожая и качества зерна различных сортов проса в зависимости от уровня минерального питания и применения биопрепарата «Альбит» в лесостепи Среднего Поволжья/ М.И. Дулов, А.В. Волкова, А.Н. Макушин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – Самара, 2010. – Выпуск 4. - С. 86 – 92.
161. Дулов М.И. Влияние уровня минерального питания и биопрепарата «Альбит» на урожайность и качество зерна сортов проса в лесостепи Среднего Поволжья/ М.И. Дулов, А.В. Волкова, А.Н. Макушин //Аграрная наука – сельскому хозяйству. Сборник научных трудов, посвященный 90-летию Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – Самара, 2010. - С. 217–225.
162. 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. – 1980. – V. 7. – № 3. – P. 299 – 313.

163. Гордієнко В.П. Загальне землеробство / За ред. В.П. Гордієнка. – К.: Вища шк., 1988. – 303 с.
164. Ломов С. Прогноз изменения климата и совершенствование экологических ресурсозберегающих технологий / С. Ломов, В. Барарайкин // Вестник БГАУ. – 2010. – № 2. – С. 18-23.
165. Свисюк И.В. Влияние метеорологических условий на урожайность проса / И.В. Свисюк // Метеорология и гидрология. – 1983. – №6. – С. 105-109.
166. Ильин В.А. Агротехника проса в Поволжье / В.А. Ильин. — М., Россельхозиздат. — 1979. — С. 61-62.
167. Яшовський І.В. Основні біологічні фактори інтенсифікації виробництва зерна // Наукові основи ведення зернового господарства / за ред. акад. В.Ф. Сайка. – 1994. – К. : Урожай, – С. 101-120.
168. Peter S.K. Agrotechnice prosa /S.K. Peter // Uroda. – 1987. – №35. – P. 208-209.
169. Rodriguez J.B. Calibration of nitrogen and phosphorous soil tests with yield of proso millet / J.B. Rodriguez, G.A. Peterson and D.G. Westfall // Soil Sci. Soc. Am. – № 53. – 1989. – P. 1737-1741.
170. Бекетов Ш. Влияние минеральных удобрений на урожай и качество зерна проса в Актюбинской области / Ш. Бекетов // Селекция и семеноводство проса. – М., 1976. – С. 199-203.
171. Елистратова В.Г. Отзывчивость сортов проса и гречихи на удобрение / В.Г. Елистратов. — Зерновое хозяйство. 1975. - № 3 . – С. 31-33.
172. Довідник агронома/ За ред. Зінкевича Л.Л. – К.: Урожай, 1985. – 672 с.
173. Чернявин А.С. О влиянии метеорологических условий на эффективность удобрений / А.С. Чернявин. – Агрохимия, 1971. – № 4. - С. 51-58.
174. Иванов В.К. Удобрение проса в условиях богары и орошения в Южной

степи України / В.К. Иванов, И.С. Щербакова, Е.В. Новицкий // Химия в сельском хозяйстве. 1968. - № 10. - С. 14-16.

175. Петербургский А.В. Практикум по агрономической химии / А.В. Петербургский. – М.: Колос, 1968. – 496 с.

176. Крупкин П.И. Удобрение и урожай / П.И. Крупкин, Т.М. Андропова. – Красноярск, 1971. – 144 с.

177. Перспективная ресурсосберегающая технология производства проса. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 52 с.

178. Минеев В. Биологическое земледелие и минеральные удобрения / В. Минеев, Б. Дебрецени, Т. Мазур – М.: Колос, 1993. – 410 с.

179. 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](http://nbuv.gov.ua/UJRN/zhpumus_2013_82_8).

180. Ушкаренко В.О. Вплив агрозаходів на забур'яненість пожнивних посівів проса в умовах Причорноморського степу України / В.О. Ушкаренко, О.В. Аверчев // Вісник аграрної науки : спец. випуск. – 2006. – №4(37). – Т.1. – С. 186-193.

181. Довідник з гербології / [І.Д. Примака, М.П. Косолап, П.У. Ковбасюк та ін.] ; за ред. І.Д. Примака. – К.: Кондор, 2006. – 370 с.

182. Рудник-Іващенко О.І. Як захистити посіви проса / О.І. Рудник-Іващенко. Зб. наук. пр. ІЦБ УААН. Рослини-буряни: особливості біології та раціональні системи їх контролювання в посівах сільськогосподарських культур. — К., 2010. — С. 286 – 293.

183. Яшовский И.В. Крупяные культуры / И.В. Яшовский // В кн. Культурная флора СССР. — М.: Колос, 1974. — С. 209 – 226.

184. Костикова Н.О. Изучение отдельных приемов технологии возделывания

проса // Научные основы создания моделей агроэкоотипов сортов и зональных технологий возделывания зернобобовых и крупяных культур для различных регионов России. - Орел, 1997. - С. 233-237.

185. Hulse J.H. Sorghum and the millets / J.H. Hulse, E.M. Laing, and O.E. Pearson. – New York.: Academic Press, 1980. – 226 p.

186. Nelson L.A. Influence of planting dates, seeding rates, and cultivars on grain yield and other agronomic traits of proso millet / L.A. Nelson // J. Prod. Agr. – № 3. – 1990. – P.184-189.

187. Божко М.Ф. Образование, налив и созревание зерна проса / М.Ф. Божко // Агробиология. 1964. - № 2. - С. 301.

188. Ильин В.А. Основы получения высокого урожая проса в засушливых условиях / В.А. Ильин, Е.Н. Золотухин // Зерновое хозяйство. 1983. - № 5. -С. 32-34.

189. Шевель В.І. Спека йому не страшна / В.І. Шевель, І.В. Шевель, Л.В. Андрійченко // The Ukrainian FARMER : партнер сучасного фермера. – 2016. – №6 (78). – С. 68-69.

190. Уогинтас В.Р. Влияние азотных удобрений на продуктивность кормового проса Днепровское в условиях разных сроков сева / В.Р. Уогинтас, Е.Э. Абарова // Земледелие и селекция в Беларуси : сборник научных трудов / Национальная академия наук Беларуси, РУП "Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию". - Минск, 2011. - Вып. 47. - С. 80-86.

191. Соловьев А.В. Просо на северо-западе Поволжья / А.В. Соловьев. - М.: ТОТ, 2006. – 202 с.

192. Васильев В.Н. Удобрение проса на обыкновенных малогумусных черноземах предгорной зоны Восточного Казахстана / В.Н. Васильева, О.Г. Инжечик, Л.Н. Матюшевская //Агрохимия. 1970. - № 5. - С. 57-59.

193. Варавва В.Н. Повышаем урожайность проса, совершенствуя приемы агротехники/ В.Н. Варавва, А.С. Берестова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2007. - № 4. - С. 41-44.

194. Шевель В.І. Висота рослин проса за різних строків сівби, фонів живлення та сортів / В.І. Шевель // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів «Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур» , — с. Центральне, 21 квітня, 2016 р. — С. 122-123.
195. Тимирязев К.А. Жизнь растений / К.А. Тимирязев. – М., 1949. - 283 с.
196. Ничипорович А.А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах / А.А. Ничипорович // Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 5-35.
197. Bidwell N.G.S. Plant physiology / Queen's Univ. Kingston, Ontario. N.Y., Macmillan Publ. Co., 1974. - 206 p.
198. Penning de Vries F.V.T. Use of assimilates in higher plants /In. Photosynthesis and productivity in different environment // J.P. Cooper (Ed.). Cambridge Univ. Press, 1975. – P. 459-480.
199. Бегишев А.Н. Работа листьев разных сельскохозяйственных растений в полевых условиях / А.Н. Бегишев // Труды инс-та физиологии им. К.А. Тимирязева. – 1953. – Т. 8. – Вып. 1. – С. 26-36.
200. Шевель В.І. Оцінка фотосинтетичної діяльності проса в умовах південного Степу України / В.І. Шевель // Таврійський науковий вісник. – Вип. 96. – Херсон: Грінь Д.С., 2016. – С.129-134.
201. Соловьев А.В. Площадь листьев и фотосинтетический потенциал проса / Соловьев А.В, Каюмов М.К. // Зерновое хозяйство. – 2004. - №7. – С. 14-16.
202. Добрунов Л.Г. Продуктивность фотосинтеза различных растений в связи с условиями возделывания растений / Л.Г. Добрунов // Проблемы фотосинтеза. Изд-во АН СССР, 1959. – С. 261-263.
203. Халитов Н.Г. Влияние удобрений и погодных условий на урожайность и качество проса и гречихи на черноземе южном в Оренбургской области / Н.Г. Халитов // Агрехимия. – 2006. - № 3. - С. 28-33.
204. Камінський В.Ф. Площа листкового апарату та фотосинтетична

продуктивність посівів проса за різних рівнів мінерального живлення / В.Ф. Камінський, О.В. Глієва // Збірник наукових праць ННЦ “Інститут землеробства НААН”. – 2014. - № 3. - С. 79-84.

205. Рудник-Іващенко О.І. Особливості фотосинтезу рослин проса посівного / О.І. Рудник-Іващенко, Л.В. Григоращенко // Вісник аграрної науки. – 2010. - № 7. - С. 35-38.

206. Алпатова Н. Удобрение проса в севообороте / Н. Алпатова, Л. Гнетиева // Зерновые и масличные культуры. – 1971. - № 2. — С. 12-13.

207. Гнетиева Л. Влияние доз и соотношений минеральных удобрений на урожай, вынос и использование N, P, K растениями проса / Л.Н. Гнетиева // Агрохимия. – 1971. - № 8. - С. 81-84.

208. Еремин С.В. Совершенствование технологии возделывания проса на южных черноземах Волгоградской области: дис. канд. с.-х. наук. – Волгоград, 2004. – 157 с.

209. Сокуров М.Н. Продуктивность проса в зависимости от предшественников и минерального питания / М.Н. Сокуров // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 2 (41). – С. 119-122.

210. Агафонов Н.П. Основные параметры модельных сортов проса для различных зон возделывания / Н.П. Агафонов // Совершенствование селекции, семеноводства и технологии возделывания проса: Сб. науч. тр. / ВНИИЗБК; редкол.: А.Н. Зеленов [и др.]. – Орел, 1985. – С. 9-13.

211. Рудник-Іващенко О.І. Залежність ознак урожайності проса від впливу кліматичних умов за фазами розвитку / О.І. Рудник-Іващенко, Л.В. Григоращенко. –Х.: Міжвідомчий темат. наук. зб. “Селекція і насінництво” ІР ім. В.Я. Юр’єва УААН, вип. 98, 2010. - С. 244-256.

212. Рудник-Іващенко О. І. Залежність якості зерна проса посівного фону мінерального живлення / О. І. Рудник-Іващенко // Цукрові буряки. - 2010. - № 5. - С. 10-11. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Cb\\_2010\\_5\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Cb_2010_5_5).



213. Колмаков Ю.В. Связь качества зерна проса с метеоусловиями вегетационного периода / Ю.В. Колмаков [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2014. - № 3 (47), ч. 1. - С. 35-37.
214. Філіна Г.І. Управління витратами та цінами : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Г.І. Філіна. – К. : ДП «Видавничий дім «Персонал», 2008. – 240 с/
215. Літвінов Ю.І. Ціноутворення в умовах ринку: навч. посіб. / Ю.І. Літвінов, Л.А . Останкова, О.В. Підгорна. – К. : Центр учбової літератури, 2010. – 400 с.
216. Посыпанов Г.С. Энергетическая оценка технологии возделывания полевых культур: Учеб. пособие для студентов с.-х. вузов / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов; Моск. с.-х. акад. им. К.А. Тимирязева, Каф. растениеводства. — М. : Изд-во МСХА, 1995. — 22 с.
217. Булаткин Г.А. Энергетическая эффективность применения удобрений в агроценозах / Г.А. Булаткин. — Пушино: НЦБИ, 1983. — 47 с.

## **ДОДАТКИ**

## Додаток А.1

Метеорологічні умови років досліджень за вегетаційний період проса у 2008-2010 рр.

Місяць	Температура повітря, °С				Відносна вологість повітря, %				Опади, мм				Кількість днів з суховіями			
	2008	2009	2010	Середня багаторічна	2008	2009	2010	Середня багаторічна	2008	2009	2010	Середня багаторічна	2008	2009	2010	Середня багаторічна
Травень	14,9	16,1	17,5	16,5	58,0	48,0	108,0	44	65	60	68	64	14,9	16,1	17,5	16,5
Червень	21,0	22,3	22,2	20,4	33,4	25,4	10,0	54	68	58	60	64	21,0	22,3	22,2	20,4
Липень	23,0	24,4	24,6	22,3	25,0	81,0	173,5	58	59	57	60	61	23,0	24,4	24,6	22,3
Серпень	24,5	22,2	25,4	21,8	2,0	4,0	19,0	41	60	59	65	61	24,5	22,2	25,4	21,8

## Додаток Б.1

Запаси продуктивної вологи у орному шарі ґрунту у посівах проса за  
варіантами дослідів (2008 р.)

Строк сівби	Фон живлення	Періоди визначення				
		Посів	Кущіння	Вихід у трубку	Викидання волоті	Повна стиглість
1 (ранній)	Без добрив	20	12	7	0	4
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	20	11	7	0	4
	Розрахунковий	20	11	6	0	3
2 (середній)	Без добрив	17	10	6	0	2
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	17	9	6	0	2
	Розрахунковий	17	8	6	0	2
3 (пізній)	Без добрив	12	7	5	0	0
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	12	7	5	0	0
	Розрахунковий	12	6	3	0	0

## Додаток Б.2

Запаси продуктивної вологи у орному шарі ґрунту у посівах проса за  
варіантами дослідів (2009 р.)

Строк сівби	Фон живлення	Періоди визначення				
		Посів	Кущіння	Вихід у трубку	Викидання волоті	Повна стиглість
1 (ранній)	Без добрив	10	8	10	8	5
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	10	8	9	8	5
	Розрахунковий	10	7	8	8	4
2 (середній)	Без добрив	8	7	8	6	3
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	8	6	8	6	3
	Розрахунковий	8	6	7	5	2
3 (пізній)	Без добрив	6	5	7	5	2
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	6	4	6	4	0
	Розрахунковий	6	4	6	3	0

## Додаток Б.3

Запаси продуктивної вологи у орному шарі ґрунту у посівах проса за  
варіантами дослідів (2010 р.)

Строк сівби	Фон живлення	Періоди визначення				
		Посів	Кущіння	Вихід у трубку	Викидання волоті	Повна стиглість
1 (ранній)	Без добрив	19	12	10	15	9
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	19	12	10	15	9
	Розрахунковий	19	11	10	10	8
2 (середній)	Без добрив	16	11	8	12	8
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	16	11	8	12	8
	Розрахунковий	16	10	7	10	8
3 (пізній)	Без добрив	10	6	5	11	8
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	10	6	5	10	7
	Розрахунковий	10	5	3	9	7

## Додаток Б.4

Запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту у посівах проса за  
варіантами дослідів (2008 р.)

Строк сівби	Фон живлення	Періоди визначення				
		Посів	Кущіння	Вихід у трубку	Викидання волоті	Повна стиглість
1 (ранній)	Без добрив	146	108	63	13	22
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	146	102	70	10	20
	Розрахунковий	146	98	67	7	19
2 (середній)	Без добрив	135	96	65	5	18
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	135	96	64	2	15
	Розрахунковий	135	87	60	0	13
3 (пізній)	Без добрив	132	82	60	2	12
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	132	80	55	2	10
	Розрахунковий	132	72	52	0	7

## Додаток Б.5

Запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту у посівах проса за  
варіантами дослідів (2009 р.)

Строк сівби	Фон живлення	Періоди визначення				
		Посів	Кущіння	Вихід у трубку	Викидання волоті	Повна стиглість
1 (ранній)	Без добрив	125	110	96	64	35
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	125	106	95	62	32
	Розрахунковий	125	103	88	62	27
2 (середній)	Без добрив	122	92	81	60	23
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	122	92	80	57	19
	Розрахунковий	122	91	75	55	12
3 (пізній)	Без добрив	119	90	72	52	10
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	119	90	71	50	8
	Розрахунковий	119	85	70	46	7

## Додаток Б.6

Запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту у посівах проса за  
варіантами дослідів (2010 р.)

Строк сівби	Фон живлення	Періоди визначення				
		Посів	Кущіння	Вихід у трубку	Викидання волоті	Повна стиглість
1 (ранній)	Без добрив	161	98	105	75	48
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	161	94	101	73	45
	Розрахунковий	161	92	94	70	45
2 (середній)	Без добрив	143	92	98	63	44
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	143	90	90	62	42
	Розрахунковий	143	83	88	60	41
3 (пізній)	Без добрив	119	82	86	60	40
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	119	81	80	58	40
	Розрахунковий	119	70	73	50	38

Динаміка вмісту елементів живлення в орному шарі ґрунту при  
вирощуванні проса, мг/кг ґрунту (2008 рік)

Строк сівби	Фон живлення	Сходи			Викидання волоті			Дозрівання зерна		
		N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	Без добрив	40,0	146,4	175,8	35,0	139,0	173,6	28,0	109,2	164,3
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	65,0	150,1	182,0	56,0	140,4	180,6	36,0	116,9	174,3
	Розрахунковий	75,2	155,2	185,5	63,0	147,0	183,7	43,5	116,6	175,0
2	Без добрив	39,0	140,3	170,8	31,0	137,3	156,7	27,5	108,8	163,5
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	54,0	149,2	180,5	48,0	142,5	175,2	37,5	114,2	170,7
	Розрахунковий	63,1	151,4	182,5	53,0	145,5	179,8	41,5	115,7	172,9
3	Без добрив	39,0	139,9	169,8	31,0	133,3	154,7	26,0	106,7	153,0
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	48,0	145,2	178,0	48,0	138,9	168,0	35,5	112,1	164,5
	Розрахунковий	51,0	150,2	180,3	50,0	140,6	175,4	40,0	115,2	168,0

## Додаток Б.8

Динаміка вмісту елементів живлення в орному шарі ґрунту при  
вирощуванні проса, мг/кг ґрунту (2009 рік)

Строк сівби	Фон живлення	Сходи			Викидання волоті			Дозрівання зерна		
		N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	Без добрив	45,0	151,0	179,3	39,2	145,7	176,2	25,2	100,5	174,1
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	74,8	165,1	186,6	62,7	157,2	184,3	32,4	107,6	181,3
	Розрахунковий	85,5	170,8	189,2	70,6	164,6	186,4	41,5	107,3	182,0
2	Без добрив	44,9	144,3	174,2	34,7	143,8	159,0	24,8	100,1	173,3
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	62,1	164,1	187,2	53,8	159,6	177,8	33,8	105,1	177,5
	Розрахунковий	72,6	166,5	186,2	59,4	163,0	182,5	39,2	106,5	179,8
3	Без добрив	44,9	153,9	173,2	34,7	139,2	157,0	23,4	98,1	162,2
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	51,5	159,7	181,6	53,8	155,5	170,5	32,0	103,1	171,0
	Розрахунковий	58,7	165,2	183,9	56,0	157,5	178,0	31,2	106,0	174,7

## Додаток Б.9

Динаміка вмісту елементів живлення в орному шарі ґрунту при вирощуванні проса, мг/кг ґрунту (2010 рік)

Строк сівби	Фон живлення	Сходи			Викидання волоті			Дозрівання зерна		
		N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	Без добрив	42,8	143,5	182,9	31,1	138,4	171,4	13,9	101,5	180,6
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	71,0	156,9	190,3	69,0	149,4	190,8	18,2	108,6	188,5
	Розрахунковий	90,2	162,2	193,0	77,6	156,4	192,0	23,1	108,3	189,3
2	Без добрив	42,6	137,1	180,9	38,2	136,6	163,8	12,5	95,1	175,7
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	59,0	155,9	190,9	59,1	151,6	183,2	19,4	106,1	185,6
	Розрахунковий	68,9	158,2	191,0	65,3	154,8	188,0	23,0	107,5	187,0
3	Без добрив	42,6	136,2	176,7	38,2	132,3	161,7	12,4	90,1	171,9
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	48,0	151,7	185,2	59,1	147,8	175,6	13,8	104,2	177,9
	Розрахунковий	55,8	157,0	190,5	61,6	149,6	183,3	16,0	107,0	181,7

## Додаток Б.10

Забур'яненість посівів проса у 2008 р., шт./м<sup>2</sup>

Строк сівби	Фон живлення	Строк визначення	
		початок вегетації	кінець вегетації
1 (ранній)	Без добрив	40,6	3,1
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	42,0	4,0
	Розрахунковий	44,0	4,6
2 (середній)	Без добрив	36,8	4,8
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	38,0	5,0
	Розрахунковий	39,2	5,2
3 (пізній)	Без добрив	34,2	5,4
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	35,0	5,1
	Розрахунковий	37,3	5,9



Забур'яненість посівів проса у 2009 р., шт./м<sup>2</sup>

Строк сівби	Фон живлення	Строк визначення	
		початок вегетації	кінець вегетації
1 (ранній)	Без добрив	32,5	3,7
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	34,0	4,8
	Розрахунковий	35,3	5,5
2 (середній)	Без добрив	31,8	5,7
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	32,6	6,0
	Розрахунковий	33,4	6,2
3 (пізній)	Без добрив	29,9	6,4
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	30,5	6,1
	Розрахунковий	32,1	7,0

Забур'яненість посівів проса у 2010 р., шт./м<sup>2</sup>

Строк сівби	Фон живлення	Строк визначення	
		початок вегетації	кінець вегетації
1 (ранній)	Без добрив	23,3	7,3
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	24,8	9,4
	Розрахунковий	26,2	10,8
2 (середній)	Без добрив	22,5	11,2
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	23,4	11,8
	Розрахунковий	24,2	12,2
3 (пізній)	Без добрив	20,5	12,5
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	21,1	12,0
	Розрахунковий	22,8	13,7

Площа листя проса за варіантами досліду, тис. м<sup>2</sup>/га (2008 р.)

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Період відбирання			
		Кущіння	Вихід у трубку	Цвітіння	Достигання
1	Сорт Костянтинівське				
	Без добрив	5,4	10,9	13,6	7,2
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	7,6	15,1	18,9	10,1
	Розрахункова	8,8	17,6	22,1	11,8
	Сорт Східне				
	Без добрив	5,5	11,0	13,8	7,4
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	7,5	14,9	18,7	10,0
	Розрахункова	8,9	17,8	22,3	11,9
	Сорт Таврійське				
	Без добрив	6,0	12,1	15,1	8,0
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	8,6	17,2	21,5	11,4
	Розрахункова	11,6	23,3	29,1	15,5
2	Сорт Костянтинівське				
	Без добрив	5,0	10,1	12,6	6,7
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	7,1	14,2	17,7	9,4
	Розрахункова	8,4	16,7	20,9	11,2
	Сорт Східне				
	Без добрив	5,0	9,9	12,4	6,6
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	6,9	13,8	17,3	9,2
	Розрахункова	7,7	15,4	19,3	10,3
	Сорт Таврійське				
	Без добрив	5,6	11,1	13,9	7,4
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	8,0	16,0	20,0	10,7
	Розрахункова	10,8	21,5	26,9	14,4
3	Сорт Костянтинівське				
	Без добрив	4,4	8,7	10,9	5,8
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	6,6	13,1	16,4	8,8
	Розрахункова	7,7	15,4	19,2	10,2
	Сорт Східне				
	Без добрив	4,1	8,1	10,1	5,4
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	6,3	12,5	15,7	8,4
	Розрахункова	6,9	13,9	17,3	9,2
	Сорт Таврійське				
	Без добрив	5,3	10,6	13,2	7,0
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	7,7	15,4	19,2	10,3
	Розрахункова	10,2	20,4	25,5	13,6

Площа листя проса за варіантами досліду, тис. м<sup>2</sup>/га (2009 р.)

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Період відбирання			
		Кущіння	Вихід у трубку	Цвітіння	Достигання
1	Сорт Костянтинівське				
	Без добрив	7,4	17,4	18,6	9,9
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	10,0	23,4	25,1	13,4
	Розрахункова	13,8	32,3	34,6	18,4
	Сорт Східне				
	Без добрив	5,8	13,6	14,6	7,8
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	9,1	21,1	22,7	12,1
	Розрахункова	12,1	28,2	30,2	16,1
	Сорт Таврійське				
	Без добрив	8,0	18,8	20,1	10,7
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	10,5	24,6	26,3	14,0
	Розрахункова	17,5	40,9	43,8	23,4
2	Сорт Костянтинівське				
	Без добрив	6,7	15,5	16,7	8,9
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	9,2	21,4	22,9	12,2
	Розрахункова	13,2	30,7	32,9	17,6
	Сорт Східне				
	Без добрив	5,3	12,3	13,1	7,0
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	7,9	18,3	19,7	10,5
	Розрахункова	10,9	25,4	27,2	14,5
	Сорт Таврійське				
	Без добрив	7,6	17,8	19,1	10,2
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	10,3	24,0	25,7	13,7
	Розрахункова	16,4	38,2	40,9	21,8
3	Сорт Костянтинівське				
	Без добрив	6,0	13,9	14,9	8,0
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	7,9	18,3	19,7	10,5
	Розрахункова	12,4	28,8	30,9	16,5
	Сорт Східне				
	Без добрив	4,7	10,9	11,7	6,2
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	6,9	16,0	17,2	9,2
	Розрахункова	9,5	22,1	23,7	12,6
	Сорт Таврійське				
	Без добрив	7,3	17,1	18,3	9,8
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	9,6	22,3	23,9	12,8
	Розрахункова	15,1	35,2	37,7	20,1

Площа листя проса за варіантами досліду, тис. м<sup>2</sup>/га (2010 р.)

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Період відбирання			
		Кущіння	Вихід у трубку	Цвітіння	Достигання
1	Сорт Костянтинівське				
	Без добрив	17,5	21,8	26,2	11,6
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	22,4	28,1	33,7	15,0
	Розрахункова	28,9	36,2	43,4	19,3
	Сорт Східне				
	Без добрив	15,8	19,8	23,8	10,6
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	21,5	26,9	32,3	14,4
	Розрахункова	26,3	32,9	39,4	17,5
	Сорт Таврійське				
	Без добрив	19,7	24,6	29,5	13,1
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	25,5	31,9	38,3	17,0
	Розрахункова	36,8	46,1	55,3	24,6
2	Сорт Костянтинівське				
	Без добрив	16,3	20,4	24,5	10,9
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	20,5	25,6	30,7	13,6
	Розрахункова	28,0	35,0	41,9	18,6
	Сорт Східне				
	Без добрив	13,9	17,4	20,9	9,3
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	18,8	23,5	28,2	12,5
	Розрахункова	23,0	28,8	34,6	15,4
	Сорт Таврійське				
	Без добрив	18,1	22,7	27,2	12,1
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	24,3	30,4	36,5	16,2
	Розрахункова	34,5	43,1	51,8	23,0
3	Сорт Костянтинівське				
	Без добрив	14,7	18,4	22,0	9,8
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	19,0	23,7	28,4	12,6
	Розрахункова	25,3	31,6	37,9	16,8
	Сорт Східне				
	Без добрив	12,6	15,8	18,9	8,4
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	15,5	19,4	23,2	10,3
	Розрахункова	20,1	25,1	30,2	13,4
	Сорт Таврійське				
	Без добрив	17,4	21,7	26,1	11,6
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	22,3	27,9	33,5	14,9
	Розрахункова	32,0	40,0	48,0	21,3

Фотосинтетичний потенціал посівів проса за варіантами досліду, млн. м<sup>2</sup> за добу/га (2008 р.)

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Міжфазні періоди		
		Кущіння-Вихід у трубку	Вихід у трубку-Цвітіння	Цвітіння-Достигання
1	Сорт Костянтинівське			
	Без добрив	0,10	0,20	0,44
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,14	0,27	0,61
	Розрахунковий	0,16	0,32	0,71
	Сорт Східне			
	Без добрив	0,13	0,20	0,44
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,18	0,27	0,60
	Розрахунковий	0,21	0,32	0,72
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	0,14	0,23	0,51
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,21	0,33	0,72
	Розрахунковий	0,28	0,45	0,98
2	Сорт Костянтинівське			
	Без добрив	0,08	0,17	0,41
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,11	0,24	0,57
	Розрахунковий	0,13	0,28	0,67
	Сорт Східне			
	Без добрив	0,11	0,18	0,39
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,16	0,25	0,54
	Розрахунковий	0,17	0,28	0,61
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	0,12	0,20	0,45
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,18	0,29	0,64
	Розрахунковий	0,24	0,39	0,87
3	Сорт Костянтинівське			
	Без добрив	0,07	0,15	0,33
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,10	0,22	0,49
	Розрахунковий	0,12	0,26	0,57
	Сорт Східне			
	Без добрив	0,08	0,15	0,31
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,12	0,23	0,48
	Розрахунковий	0,14	0,25	0,53
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	0,10	0,19	0,40
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,15	0,28	0,59
	Розрахунковий	0,20	0,37	0,78

Фотосинтетичний потенціал посівів проса за варіантами досліду, млн. м<sup>2</sup> за добу/га (2009 р.)

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Міжфазні періоди		
		Кущіння-Вихід у трубку	Вихід у трубку-Цвітіння	Цвітіння-Достигання
1	Сорт Костянтинівське			
	Без добрив	0,15	0,29	0,60
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,20	0,39	0,81
	Розрахунковий	0,28	0,53	1,11
	Сорт Східне			
	Без добрив	0,16	0,23	0,47
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,24	0,35	0,73
	Розрахунковий	0,32	0,47	0,97
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	0,21	0,33	0,68
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,28	0,43	0,89
	Розрахунковий	0,47	0,72	1,48
2	Сорт Костянтинівське			
	Без добрив	0,11	0,24	0,54
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,15	0,33	0,74
	Розрахунковий	0,22	0,48	1,06
	Сорт Східне			
	Без добрив	0,13	0,20	0,41
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,20	0,30	0,62
	Розрахунковий	0,27	0,42	0,86
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	0,19	0,30	0,61
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,26	0,40	0,83
	Розрахунковий	0,41	0,63	1,32
3	Сорт Костянтинівське			
	Без добрив	0,10	0,22	0,45
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,13	0,28	0,59
	Розрахунковий	0,21	0,45	0,92
	Сорт Східне			
	Без добрив	0,10	0,18	0,36
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,15	0,27	0,53
	Розрахунковий	0,21	0,37	0,73
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	0,16	0,28	0,56
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,21	0,37	0,73
	Розрахунковий	0,33	0,58	1,16

Фотосинтетичний потенціал посівів проса за варіантами досліду, млн. м<sup>2</sup> за добу/га (2010 р.)

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Міжфазні періоди		
		Кущіння-Вихід у трубку	Вихід у трубку-Цвітіння	Цвітіння-Достигання
1	Сорт Костянтинівське			
	Без добрив	0,24	0,38	0,79
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,30	0,49	1,02
	Розрахунковий	0,39	0,64	1,32
	Сорт Східне			
	Без добрив	0,29	0,29	0,72
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,39	0,39	0,98
	Розрахунковий	0,47	0,47	1,20
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	0,35	0,38	0,94
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,46	0,49	1,22
	Розрахунковий	0,66	0,70	1,76
2	Сорт Костянтинівське			
	Без добрив	0,18	0,28	0,74
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,23	0,35	0,93
	Розрахунковий	0,31	0,47	1,27
	Сорт Східне			
	Без добрив	0,23	0,25	0,62
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,32	0,34	0,83
	Розрахунковий	0,39	0,41	1,02
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	0,31	0,33	0,82
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,41	0,44	1,11
	Розрахунковий	0,58	0,62	1,57
3	Сорт Костянтинівське			
	Без добрив	0,17	0,25	0,62
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,21	0,32	0,80
	Розрахунковий	0,28	0,43	1,07
	Сорт Східне			
	Без добрив	0,18	0,23	0,55
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,23	0,28	0,67
	Розрахунковий	0,29	0,36	0,87
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	0,25	0,31	0,75
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	0,33	0,40	0,97
	Розрахунковий	0,47	0,58	1,39

Приріст абсолютно-сухої біомаси проса за варіантами досліду, г/м<sup>2</sup> (2008 р.)

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Період відбирання			
		Кущіння	Вихід у трубку	Цвітіння	Достигання
1	Сорт Костянтинівське				
	Без добрив	3,26	9,77	16,29	11,22
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	4,54	13,61	22,68	15,62
	Розрахункова	5,29	15,88	26,46	18,23
	Сорт Східне				
	Без добрив	3,31	9,94	16,56	11,41
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	4,48	13,45	22,41	15,44
	Розрахункова	5,35	16,04	26,73	18,41
	Сорт Таврійське				
	Без добрив	3,62	10,85	18,09	12,46
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	5,15	15,44	25,74	17,73
	Розрахункова	6,98	20,95	34,92	24,06
2	Сорт Костянтинівське				
	Без добрив	3,02	9,07	15,12	10,42
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	4,25	12,74	21,24	14,63
	Розрахункова	5,02	15,07	25,11	17,30
	Сорт Східне				
	Без добрив	2,97	8,91	14,85	10,23
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	4,14	12,42	20,70	14,26
	Розрахункова	4,63	13,88	23,13	15,93
	Сорт Таврійське				
	Без добрив	3,34	9,93	16,65	11,47
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	4,81	14,42	24,03	16,55
	Розрахункова	6,46	19,39	32,31	22,26
3	Сорт Костянтинівське				
	Без добрив	2,61	7,83	13,05	8,99
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	3,94	11,83	19,71	13,58
	Розрахункова	4,61	13,82	23,04	15,87
	Сорт Східне				
	Без добрив	2,43	7,29	12,15	8,37
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	3,76	11,29	18,81	12,96
	Розрахункова	4,16	12,47	20,79	14,32
	Сорт Таврійське				
	Без добрив	3,17	9,50	15,84	10,91
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	4,61	13,84	23,07	15,89
	Розрахункова	6,12	18,36	30,60	21,08



Приріст абсолютно-сухої біомаси проса за варіантами досліду, г/м<sup>2</sup> (2009 р.)

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Період відбирання			
		Кущіння	Вихід у трубку	Цвітіння	Достигання
1	Сорт Костянтинівське				
	Без добрив	4,46	15,62	22,32	15,38
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	6,01	21,04	30,06	20,71
	Розрахункова	8,30	29,04	41,49	28,58
	Сорт Східне				
	Без добрив	3,49	12,22	17,46	12,03
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	5,44	19,03	27,18	18,72
	Розрахункова	7,25	25,39	36,27	24,99
	Сорт Таврійське				
	Без добрив	4,82	16,88	24,12	16,62
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	6,32	22,11	31,59	21,76
	Розрахункова	10,51	36,79	52,56	36,21
2	Сорт Костянтинівське				
	Без добрив	4,00	13,99	19,98	13,76
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	5,49	19,22	27,45	18,91
	Розрахункова	7,90	27,66	39,51	27,22
	Сорт Східне				
	Без добрив	3,15	11,03	15,75	10,85
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	4,72	16,51	23,58	16,24
	Розрахункова	6,53	22,85	32,64	22,49
	Сорт Таврійське				
	Без добрив	4,58	16,04	22,91	15,79
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	6,17	21,61	30,87	21,27
	Розрахункова	9,81	34,34	49,05	33,79
3	Сорт Костянтинівське				
	Без добрив	3,58	12,54	17,91	12,34
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	4,72	16,51	23,58	16,24
	Розрахункова	7,42	25,96	37,08	25,54
	Сорт Східне				
	Без добрив	2,81	9,83	14,04	9,67
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	4,12	14,43	20,61	14,20
	Розрахункова	5,69	19,91	28,44	19,59
	Сорт Таврійське				
	Без добрив	4,40	15,40	22,00	15,15
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	5,74	20,10	28,71	19,78
	Розрахункова	9,05	31,69	45,27	31,19

Приріст абсолютно-сухої біомаси проса за варіантами досліду, г/м<sup>2</sup> (2010 р.)

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Період відбирання			
		Кущіння	Вихід у трубку	Цвітіння	Достигання
1	Сорт Костянтинівське				
	Без добрив	10,48	19,64	31,43	18,04
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	13,46	25,25	40,39	23,19
	Розрахункова	17,35	32,54	52,06	29,88
	Сорт Східне				
	Без добрив	9,50	17,82	28,51	16,37
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	12,92	24,23	38,77	22,26
	Розрахункова	15,77	29,57	47,30	27,16
	Сорт Таврійське				
	Без добрив	11,81	22,14	35,42	20,34
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	15,30	28,69	45,90	26,35
	Розрахункова	22,10	41,45	66,31	38,07
2	Сорт Костянтинівське				
	Без добрив	9,79	18,36	29,38	16,86
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	12,28	23,02	36,83	21,14
	Розрахункова	16,78	31,46	50,33	28,89
	Сорт Східне				
	Без добрив	8,35	15,66	25,06	14,38
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	11,27	21,13	33,80	19,41
	Розрахункова	13,82	25,92	41,47	23,81
	Сорт Таврійське				
	Без добрив	10,87	20,39	32,62	18,72
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	14,58	27,34	43,74	25,11
	Розрахункова	20,70	38,81	62,10	35,65
3	Сорт Костянтинівське				
	Без добрив	8,81	16,52	26,44	15,18
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	11,38	21,33	34,13	19,59
	Розрахункова	15,16	28,42	45,47	26,10
	Сорт Східне				
	Без добрив	7,56	14,18	22,68	13,02
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	9,29	17,42	27,86	16,00
	Розрахункова	12,06	22,61	36,18	20,77
	Сорт Таврійське				
	Без добрив	10,44	19,57	31,31	17,98
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	13,39	25,11	40,18	23,06
	Розрахункова	19,19	35,98	57,56	33,05

Чиста продуктивність фотосинтезу посівів проса, г/м<sup>2</sup> за добу (2008 р.)

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Міжфазні періоди		
		Кущіння-Вихід у трубку	Вихід у трубку-Викидання волоті	Викидання волоті - Достигання
1	Сорт Костянтинівське			
	Без добрив	2,33	3,61	2,72
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,67	4,67	3,17
	Розрахунковий	3,07	4,85	3,44
	Сорт Східне			
	Без добрив	2,30	3,50	2,65
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,51	4,50	3,07
	Розрахунковий	2,50	4,56	3,40
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	2,78	3,76	2,85
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	3,00	4,65	3,20
	Розрахунковий	3,89	4,71	3,56
2	Сорт Костянтинівське			
	Без добрив	2,17	2,52	2,14
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,18	3,17	2,18
	Розрахунковий	2,37	3,72	2,21
	Сорт Східне			
	Без добрив	1,92	3,00	2,29
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,40	3,50	2,67
	Розрахунковий	2,43	4,06	3,05
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	2,43	3,56	2,65
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,45	4,06	3,03
	Розрахунковий	2,55	4,56	3,40
3	Сорт Костянтинівське			
	Без добрив	1,38	1,98	1,90
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	1,79	2,63	2,01
	Розрахунковий	1,97	2,65	2,05
	Сорт Східне			
	Без добрив	1,85	3,00	2,03
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,15	3,17	2,47
	Розрахунковий	2,48	3,61	2,71
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	2,15	3,06	2,43
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,22	3,60	2,79
	Розрахунковий	2,32	4,06	3,10

Чиста продуктивність фотосинтезу посівів проса, г/м<sup>2</sup> за добу (2009 р.)

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Міжфазні періоди		
		Кущіння- Вихід у трубку	Вихід у трубку- Викидання волоті	Викидання волоті - Достигання
1	Сорт Костянтинівське			
	Без добрив	2,67	3,92	3,29
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,70	5,08	3,35
	Розрахунковий	3,63	4,95	3,72
	Сорт Східне			
	Без добрив	2,07	3,81	2,95
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,25	4,89	3,33
	Розрахунковий	2,25	4,95	3,66
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	3,02	4,57	3,32
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	3,28	4,83	3,36
	Розрахунковий	4,05	5,11	3,98
2	Сорт Костянтинівське			
	Без добрив	2,44	3,89	2,94
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,56	4,57	2,98
	Розрахунковий	2,92	5,20	3,35
	Сорт Східне			
	Без добрив	2,00	3,26	2,33
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,16	3,80	2,76
	Розрахунковий	2,19	4,41	3,10
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	2,88	3,87	2,98
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,91	4,41	3,35
	Розрахунковий	3,14	4,95	3,72
3	Сорт Костянтинівське			
	Без добрив	2,04	3,29	2,72
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,42	3,93	2,77
	Розрахунковий	2,81	4,57	2,81
	Сорт Східне			
	Без добрив	1,94	2,72	2,00
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,06	3,80	2,74
	Розрахунковий	2,21	3,93	2,87
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	2,53	3,32	2,74
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,74	3,86	3,13
	Розрахунковий	2,77	4,41	3,52

Чиста продуктивність фотосинтезу посівів проса, г/м<sup>2</sup> за добу (2010 р.)

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Міжфазні періоди		
		Кущіння- Вихід у трубку	Вихід у трубку- Викидання волоті	Викидання волоті - Достигання
1	Сорт Костянтинівське			
	Без добрив	3,51	4,46	3,49
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	4,00	4,78	3,56
	Розрахунковий	4,09	5,11	3,95
	Сорт Східне			
	Без добрив	3,07	4,38	2,81
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	3,34	4,66	3,26
	Розрахунковий	3,34	4,95	3,61
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	4,48	5,26	3,53
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	4,86	5,56	3,57
	Розрахунковий	4,98	5,88	4,22
2	Сорт Костянтинівське			
	Без добрив	3,03	4,12	3,12
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	3,68	4,62	3,13
	Розрахунковий	3,62	4,67	3,16
	Сорт Східне			
	Без добрив	2,96	3,76	1,55
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	3,20	4,38	1,83
	Розрахунковий	3,24	4,52	2,05
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	3,96	5,14	3,34
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	4,43	5,57	3,35
	Розрахунковий	4,80	5,77	3,96
3	Сорт Костянтинівське			
	Без добрив	3,03	4,12	3,36
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	3,68	4,62	3,37
	Розрахунковий	3,62	4,67	3,41
	Сорт Східне			
	Без добрив	2,60	3,13	1,33
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	2,87	3,75	1,62
	Розрахунковий	2,92	3,89	1,85
	Сорт Таврійське			
	Без добрив	3,87	4,52	3,09
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	3,92	4,94	3,10
	Розрахунковий	4,08	5,14	3,97

Структура урожаю проса за варіантами досліду (2008 рік)

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Довжина волоті, см	Маса волоті, г	Кількість зерен у волоті, шт.	Маса 1000 зерен, г
1	<i>Сорт Костянтинівське</i>				
	Без добрив	17,9	1,7	309	5,4
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	26,2	2,2	360	6,0
	Розрахунковий	31,1	2,4	390	6,2
	<i>Сорт Східне</i>				
	Без добрив	15,8	1,7	354	4,7
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	22,5	2,2	419	5,2
	Розрахунковий	28,9	2,6	451	5,8
	<i>Сорт Таврійське</i>				
	Без добрив	18,6	1,8	328	5,6
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	24,0	2,5	451	5,5
	Розрахунковий	35,0	3,4	486	7,0
2	<i>Сорт Костянтинівське</i>				
	Без добрив	15,5	1,6	351	4,6
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	23,1	2,1	400	5,3
	Розрахунковий	28,3	2,4	426	5,7
	<i>Сорт Східне</i>				
	Без добрив	16,3	1,6	324	4,9
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	24,0	2,1	385	5,5
	Розрахунковий	26,8	2,3	424	5,4
	<i>Сорт Таврійське</i>				
	Без добрив	17,4	1,8	341	5,2
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	25,1	2,5	428	5,8
	Розрахунковий	32,0	3,2	496	6,4
3	<i>Сорт Костянтинівське</i>				
	Без добрив	14,0	1,4	330	4,2
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	21,2	2,0	412	4,9
	Розрахунковий	26,3	2,3	430	5,3
	<i>Сорт Східне</i>				
	Без добрив	13,8	1,3	317	4,1
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	18,0	2,0	472	4,1
	Розрахунковий	23,2	2,1	445	4,6
	<i>Сорт Таврійське</i>				
	Без добрив	15,7	1,7	363	4,7
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	23,4	2,4	445	5,4
	Розрахунковий	30,1	3,0	505	6,0

Структура урожаю проса за варіантами досліду (2009 рік)

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Маса 1000 зерен, г	Довжина волоті, см	Маса волоті, г	Кількість зерен у волоті, шт.
1	<i>Сорт Костянтинівське</i>				
	Без добрив	18,6	2,1	374	5,6
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	27,2	2,7	423	6,3
	Розрахунковий	32,3	3,6	562	6,5
	<i>Сорт Східне</i>				
	Без добрив	16,5	1,6	326	5,0
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	23,6	2,5	456	5,4
	Розрахунковий	30,3	3,3	545	6,1
	<i>Сорт Таврійське</i>				
	Без добрив	19,7	2,2	378	5,9
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	25,5	2,9	491	5,9
	Розрахунковий	37,2	4,8	643	7,4
2	<i>Сорт Костянтинівське</i>				
	Без добрив	16,7	2,2	431	5,0
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	24,9	2,7	471	5,7
	Розрахунковий	30,5	4,0	649	6,1
	<i>Сорт Східне</i>				
	Без добрив	17,8	1,7	309	5,3
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	26,2	2,4	395	6,0
	Розрахунковий	29,2	3,3	569	5,8
	<i>Сорт Таврійське</i>				
	Без добрив	19,2	2,4	417	5,8
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	27,7	3,1	489	6,4
	Розрахунковий	35,4	5,0	707	7,1
3	<i>Сорт Костянтинівське</i>				
	Без добрив	15,4	2,0	425	4,6
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	23,5	2,4	453	5,4
	Розрахунковий	29,1	3,8	649	5,8
	<i>Сорт Східне</i>				
	Без добрив	15,5	1,6	350	4,6
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	20,2	2,2	484	4,6
	Розрахунковий	26,0	3,1	603	5,2
	<i>Сорт Таврійське</i>				
	Без добрив	17,8	2,5	478	5,3
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	26,5	3,1	513	6,1
	Розрахунковий	34,1	5,0	731	6,8

## Структура урожаю проса за варіантами досліду (2010 рік)

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Маса 1000 зерен, г	Довжина волоті, см	Маса волоті, г	Кількість зерен у волоті, шт.
1	<i>Сорт Костянтинівське</i>				
	Без добрив	22,4	2,2	323	6,7
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	32,8	2,8	373	7,5
	Розрахунковий	38,9	3,6	459	7,8
	<i>Сорт Східне</i>				
	Без добрив	19,7	2,1	352	5,9
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	28,1	2,9	444	6,5
	Розрахунковий	36,1	3,4	478	7,2
	<i>Сорт Таврійське</i>				
	Без добрив	23,2	2,6	371	7,0
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	30,0	3,4	493	6,9
	Розрахунковий	43,8	4,8	552	8,8
2	<i>Сорт Костянтинівське</i>				
	Без добрив	20,1	2,6	430	6,0
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	30,0	2,8	408	6,9
	Розрахунковий	36,7	3,7	508	7,3
	<i>Сорт Східне</i>				
	Без добрив	21,2	2,1	335	6,4
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	31,2	2,9	404	7,2
	Розрахунковий	34,8	3,4	493	7,0
	<i>Сорт Таврійське</i>				
	Без добрив	22,6	2,8	409	6,8
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	32,6	3,8	500	7,5
	Розрахунковий	41,6	5,1	617	8,3
3	<i>Сорт Костянтинівське</i>				
	Без добрив	18,6	2,3	418	5,6
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	28,3	2,8	430	6,5
	Розрахунковий	35,1	3,5	504	7,0
	<i>Сорт Східне</i>				
	Без добрив	18,4	2,2	405	5,5
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	24,0	2,6	477	5,5
	Розрахунковий	30,9	3,5	559	6,2
	<i>Сорт Таврійське</i>				
	Без добрив	20,9	3,1	492	6,3
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	31,2	3,8	529	7,2
	Розрахунковий	40,1	5,5	685	8,0



## Технологічні властивості зерна проса у 2008 році

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Вміст білка, %	Плівчастість, %	Вихід крупи, %	Натурна маса, г/л
1	<i>Сорт Костянтинівське</i>				
	Без добрив	12,7	16,3	73,4	627
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	14,9	12,6	74,7	652
	Розрахунковий	16,4	10,3	78,7	659
	<i>Сорт Східне</i>				
	Без добрив	11,0	16,0	74,3	603
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	13,5	12,5	74,8	620
	Розрахунковий	15,1	10,1	79,7	642
	<i>Сорт Таврійське</i>				
	Без добрив	12,1	16,3	70,8	635
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	14,2	12,9	71,2	633
	Розрахунковий	16,4	10,1	76,3	689
2	<i>Сорт Костянтинівське</i>				
	Без добрив	12,1	16,5	72,7	600
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	14,2	14,2	73,4	625
	Розрахунковий	16,0	13,1	78,1	638
	<i>Сорт Східне</i>				
	Без добрив	10,6	16,2	74,2	609
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	13,4	13,8	74,2	633
	Розрахунковий	14,6	11,8	79,3	627
	<i>Сорт Таврійське</i>				
	Без добрив	11,3	18,1	69,6	622
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	13,8	15,5	71,2	642
	Розрахунковий	16,0	13,6	75,0	666
3	<i>Сорт Костянтинівське</i>				
	Без добрив	10,4	16,7	68,9	583
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	13,3	15,8	72,5	609
	Розрахунковий	14,8	13,6	76,8	623
	<i>Сорт Східне</i>				
	Без добрив	10,0	16,2	70,6	581
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	13,1	15,0	72,6	581
	Розрахунковий	14,2	12,9	77,7	600
	<i>Сорт Таврійське</i>				
	Без добрив	10,6	18,5	68,4	602
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	13,3	16,9	70,4	628
	Розрахунковий	15,9	14,6	74,4	651

## Технологічні властивості зерна проса у 2009 році

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Вміст білка, %	Плівчастість, %	Вихід крупи, %	Натурна маса, г/л
1	<i>Сорт Костянтинівське</i>				
	Без добрив	10,2	15,8	77,1	635
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	11,9	12,2	78,4	661
	Розрахунковий	13,1	15,0	82,6	668
	<i>Сорт Східне</i>				
	Без добрив	8,8	15,5	78,8	612
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	10,8	12,1	79,3	629
	Розрахунковий	12,1	9,8	84,5	653
	<i>Сорт Таврійське</i>				
	Без добрив	9,7	15,8	74,3	648
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	11,4	12,5	74,8	646
	Розрахунковий	13,1	9,8	80,1	705
2	<i>Сорт Костянтинівське</i>				
	Без добрив	9,7	16,0	76,3	613
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	11,4	13,7	77,1	641
	Розрахунковий	12,6	15,6	82,0	654
	<i>Сорт Східне</i>				
	Без добрив	8,5	15,7	78,7	626
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	10,7	13,4	78,7	652
	Розрахунковий	11,7	15,1	84,1	645
	<i>Сорт Таврійське</i>				
	Без добрив	9,0	17,6	73,1	642
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	11,0	15,0	74,8	665
	Розрахунковий	12,8	17,0	78,8	691
3	<i>Сорт Костянтинівське</i>				
	Без добрив	8,3	16,2	72,3	599
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	10,6	15,3	76,1	628
	Розрахунковий	11,8	13,2	80,6	644
	<i>Сорт Східне</i>				
	Без добрив	8,0	15,7	74,8	600
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	10,5	14,6	77,0	600
	Розрахунковий	11,4	15,1	82,4	620
	<i>Сорт Таврійське</i>				
	Без добрив	8,5	17,9	71,8	626
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	10,6	16,4	73,9	655
	Розрахунковий	12,7	14,2	78,1	682

## Технологічні властивості зерна проса у 2010 році

Строк сівби	Фон мінерального живлення	Вміст білка, %	Плівчастість, %	Вихід крупи, %	Натурна маса, г/л
1	<i>Сорт Костянтинівське</i>				
	Без добрив	11,6	15,3	79,3	678
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	13,7	11,9	80,7	709
	Розрахунковий	15,0	14,6	85,0	718
	<i>Сорт Східне</i>				
	Без добрив	10,1	15,1	81,0	647
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	12,4	11,7	81,5	668
	Розрахунковий	13,8	9,5	86,9	697
	<i>Сорт Таврійське</i>				
	Без добрив	11,1	15,3	76,8	687
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	13,0	12,1	77,3	685
	Розрахунковий	15,0	9,5	82,8	755
2	<i>Сорт Костянтинівське</i>				
	Без добрив	11,1	15,5	78,5	652
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	13,0	13,3	79,3	685
	Розрахунковий	14,6	15,1	84,3	701
	<i>Сорт Східне</i>				
	Без добрив	9,7	15,2	80,9	664
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	12,3	13,0	80,9	695
	Розрахунковий	13,4	14,6	86,4	687
	<i>Сорт Таврійське</i>				
	Без добрив	10,4	17,1	75,5	680
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	12,7	14,6	77,3	707
	Розрахунковий	14,7	16,5	81,4	738
3	<i>Сорт Костянтинівське</i>				
	Без добрив	9,5	15,7	74,4	635
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	12,2	14,8	78,3	670
	Розрахунковий	13,6	12,8	82,9	689
	<i>Сорт Східне</i>				
	Без добрив	9,2	15,2	77,0	633
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	12,0	14,2	79,1	633
	Розрахунковий	13,0	14,6	84,7	658
	<i>Сорт Таврійське</i>				
	Без добрив	9,7	17,4	74,2	661
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	12,2	15,9	76,4	695
	Розрахунковий	14,6	13,8	80,7	727

