

**ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ
ЗАЛЕЖНО ВІД МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ В УМОВАХ
ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

С. М. Крамарьов, доктор сільськогосподарських наук
Інститут сільського господарства степової зони НААН України
Г. П. Жемела, доктор сільськогосподарських наук;
С. М. Шакалій
Полтавська державна аграрна академія

Висвітлено результати досліджень впливу мінерального живлення на фізичні і технологічні показники якості зерна пшениці м'якої озимої (середнє за 2010–2013 рр.) в умовах лівобережного Лісостепу України. З'ясовано, що за рахунок добрив можливо підвищити врожайність культури і вміст білка в зерні. Встановлена тісна кореляційна залежність між кількістю клейковини і вмістом білка в зерні.

Ключові слова: пшениця озима, мінеральні добрива, натура зерна, клейковина, вміст білка, число падіння.

Одним з найважливіших завдань агропромислового комплексу України в сучасних умовах є істотне збільшення та стабілізація виробництва зерна, оскільки ця продукція стратегічний запас продовольства будь-якої країни світу. У зерновому балансі нашої держави провідне місце посідає основна продовольча культура – пшениця озима, посівні площі якої залежно від року становлять 6,4–7,3 млн га. Пріоритет вирощування цієї культури в Україні і світі зумовлений доброю транспортабельністю, високою продовольчою та кормовою якістю зерна і можливістю зберігання зернопродукції упродовж кількох років. За рахунок збільшення виробництва високоякісного зерна пшениці м'якої озимої можна істотно поліпшити економічне становище сільгоспвиробників [2].

Роботами багатьох авторів встановлено, що в підвищенні якості зерна провідну роль відіграють азотні добрива [1–4]. Науковий досвід та виробнича практика [1–3] переконливо показали, що дефіцит в ґрунті мінеральних форм азоту призводить до зниження вмісту білка і клейковини в зерні пшениці. Однак слід відмітити, що при надмірному збільшенні вмісту мінерального азоту по відношенню до фосфору і калію рослини вилягають, внаслідок чого зменшується вміст білка та погіршується якість зерна. Відзначено, що внесення окремо фосфорних і калійних добрив або їх поєднання також знижує якість зерна пшениці м'якої озимої, зменшуючи тим самим у ньому вміст білка і клейковини. При додаванні азоту цей недолік можливо усунути. У даному випадку сумісне застосування фосфорних, калійних і азотних добривами позитивно впливає на якість зерна цієї важливої продовольчої культури [3].

Урожайність сільськогосподарських культур визначає ефективність технології вирощування та економічну доцільність виробництва, а її рівень залежить від впливу конкретних ґрунтово-кліматичних умов та елементів технології вирощування. Відомо, що отримання високих та стабільних показників урожайності забезпечується шляхом оптимізації умов вирощування, передусім за рахунок внесення мінеральних добрив [1] для створення сприятливих умов для успішного росту і розвитку рослин.

Вивчення особливостей формування урожаю дає можливість встановити залежність між елементами структури урожайності, факторами навколишнього середовища і технологічними елементами. Сучасні світові технології вирощування зернових культур являють собою низку заходів зі створення оптимальних умов для росту та розвитку рослин, формування високого урожаю. Слід зазначити, що кожний вжитий агротехнічний захід – шлях до оптимізації ростових процесів у рослин як на початку онтогенезу, так і в подальші фази розвитку.

Відомо, що одержати найвищий, генетично зумовлений рівень урожайності, навіть на високо окультурених ґрунтах, можливо лише шляхом спрямованого регулювання мінерального живлення рослин з урахуванням законів формування врожайності. При цьому необ-

хідно дози поживних речовин, їхні поєднання і співвідношення визначати не тільки залежно від ґрунтово-кліматичних умов, а й з урахуванням біологічних властивостей сорту [2]. Як відомо, індикатором родючості ґрунтів є врожайність зернових культур і особливо якість зерна, яка, на превеликий жаль, в умовах сьогодення поступово погіршується. Щоб підтвердити це, наведемо конкретні факти. Так, у передвоєнні роки вміст білка у зерні пшениці в Дніпропетровській, Харківській, Полтавській, Запорізькій областях дорівнював 18,5 %, у 1998 р. він вже становив 15,5 %, а пізніше знизився до 13,4 %. В Україні середня білковість пшениці м'якої озимої становить 11–14 %. Однак на сьогодні мають місце непоодинокі випадки, коли він коливається в межах 8,0–9,5 %, звідси і відносно низька якість зернопродукції. До того ж сучасні високоврожайні сорти пшениці озимої з меншим вмістом білка в зерні, ніж екстенсивного типу. Тобто цей показник може варіювати в широких межах. Генотипова детермінована різниця у білковості не перевищує 1 %, однак при зміні умов вирощування в межах одного генотипу вона може досягати 10 %. Це свідчить про те, що на величину цього показника можна впливати за рахунок агротехнічних заходів. Аналіз результатів наших досліджень свідчить, що на рівень врожайності та якість зерна пшениці озимої м'якої суттєво впливають фони удобрення, способи хімічного захисту рослин і метеорологічні фактори, тому вивчення даного питання в умовах лісостепової зони України є актуальним.

Дослідження були проведені в умовах лівобережного Лісостепу України на базі дослідного поля Полтавського інституту агропромислового виробництва ім. М. І. Вавилова (2010–2013 рр.) і виконані за методикою польового досвіду Б. А. Доспехова [6]. Агротехніка вирощування пшениці озимої – загальноприйнята для лісостепової зони України.

Ґрунт земельної ділянки – чорнозем типовий малогумусний. Вміст гумусу в ґрунті становить 4,9 % (метод Тюріна), рухомих форм фосфору – 10–15 мг/100 г ґрунту, обмінного калію – 16–20 мг/100 г ґрунту (метод Маслової). Механічний склад чорноземів – важкосуглинковий, порівняно однорідний, вміст грубого пилу 37–43 %, мулуватих часток 25–38 %. Загальна пористість ґрунту до глибини 120 см становить 59,8–55,9 %. Такий склад досить сприятливий для нормального протікання ґрунтових процесів і розвитку кореневої системи рослин пшениці озимої. Реакція ґрунтового розчину нейтральна, $pH_{\text{водн.}} = 6,9$.

Об'єктом дослідження був сорт пшениці м'якої озимої Вдала. Технологічні показники якості зерна визначали за методиками діючих стандартів в лабораторії якості зерна Полтавської державної аграрної академії. Число падіння визначали за допомогою приладу Хагберга-Пертена ПЧП-99, якість клейковини встановлювали вимірювачем індексу деформації клейковини (ВДК-1). Математичну обробку результатів здійснювали на основі програми STATISTICA 6.0. Площа посівної ділянки 100 м², облікової – 50 м². Повторність польового досвіду – триразова. Попередник – горох. Норма висіву становила 5,0 млн схожих насінин/га, глибина загортання насіння – 4–6 см.

Фони удобрення в польовому досліді:

- без хімічного захисту рослин;
- повний захист (гербіциди, інсектициди, фунгіциди в рекомендованих нормах);
- повний захист + мікродобриво в хелатній формі басфоліар 36 екстра (позакореневе підживлення в фазі кущення в рекомендованих дозах).

Варіанти удобрення: 1. Без добрив. 2. N₅₀P₅₀K₅₀. 3. N₁₁₅P₉₆K₅₁. 4. N₈₅P₉₆K₅₁ + N₃₀. 5. N₅₈P₄₅K₂₅. 6. N₁₀ на 1 т соломи.

Варіанти удобрення розміщували за єдиною схемою на трьох фонах удобрення без використання та з використанням засобів хімічного захисту рослин від шкідників та хвороб.

Збалансоване мінеральне живлення пшениці озимої впродовж вегетаційного періоду є важливим фактором формування майбутнього врожаю зерна цієї культури. Дози внесення мінеральних добрив встановлюють з урахуванням запланованої урожайності, вмісту в ґрунті рухомих форм елементів живлення та інших чинників. При розробці схеми удобрення спиралися на розрахункові методи, рекомендовані науково-дослідними установами, оптимальні дози внесення мінеральних добрив для лісостепової зони України та нормативи витрат елементів живлення, з урахуванням забезпеченості ґрунту елементами живлення. Так, у друго-

му варіанті використана помірна доза внесення добрив; у *третьому* – доза добрив розрахована балансовим методом на запланований врожай зерна 6 т/га, у *четвертому* – з метою зниження непродуктивних втрат азоту частина його була внесена по мерзлоталому ґрунті навесні в рекомендованій дозі – N₃₀; у *п'ятому* варіанті була розрахована оптимально-мінімальна доза внесення мінеральних добрив з урахування вмісту в ґрунті рухомих форм поживних речовин та коефіцієнта їх використання з ґрунту та добрив. Враховуючи те, що мінералізація зрілої соломи протікає значно повільніше, ніж біомаси зелених рослин, у п'ятому варіанті польового дослідження на кожен тону соломи вносили 10 кг азоту за діючою речовиною. Справа в тому, що солома має високий вміст вуглецю, тому удобрення соломною стимулює діяльність мікроорганізмів, а це в свою чергу зумовлює часткову фіксацію азоту ґрунту. До того ж у соломистих рослинних рештках відношення вуглецю до азоту (C:N) становить 50–100:1. При такому співвідношенні мінералізація (розкладання) соломи може тривати до двох років. Мінералізація буде повноцінною й проходитиме швидше лише тоді, коли співвідношення C:N становитиме 20:1. Досягти цього можливо шляхом внесення азотних добрив з наступним загортанням їх у ґрунт разом з соломною. Тому в даному випадку пріоритетності соломи без азотних добрив призводить до різкого зменшення мінерального азоту в ґрунті та зниження врожаю наступних культур.

Згідно з отриманими даними найменша врожайність зерна була у варіанті без засобів хімічного захисту рослин та добрив – 3,53 т/га, найвища середня врожайність – 5,69 т/га – у варіанті, де передбачений повний захист рослин від шкідників та хвороб і внесення мікродобрива басфоліар 36 екстра під час проведення позакореневого підживлення рослин (табл. 1). За результатами дисперсійного аналізу, частка впливу внесених мінеральних добрив на формування врожайності зерна пшениці м'якої озимої в середньому за 2010–2013 рр. становила 41,0 %, засобів захисту рослин – 58,7 %, взаємодії добрив та системи захисту – 0,27 %, інших факторів – 0,08 % (рис. 1, 2).

1. Урожайність та фізичні показники зерна пшениці озимої м'якої (середнє за 2010–2013 рр.)

Варіант дослідження (А)	Варіант удобрення (В)	Урожайність зерна, т/га	Натура зерна, г/л	Маса 1000 зерен, г
Без захисту	Без добрив	3,53	695	36,7
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	4,32	724	37,1
	N ₁₁₅ P ₉₆ K ₅₁	4,61	734	37,2
	N ₈₅ P ₉₆ K ₅₁ + N ₃₀	4,94	748	37,9
	N ₅₈ P ₄₅ K ₂₅	4,49	742	37,2
	N ₁₀ на 1 т рослинних решток	4,22	727	36,9
Повний захист	Без добрив	3,99	704	37,4
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	4,86	739	38,2
	N ₁₁₅ P ₉₆ K ₅₁	5,11	743	38,4
	N ₈₅ P ₉₆ K ₅₁ + N ₃₀	5,34	771	39,2
	N ₅₈ P ₄₅ K ₂₅	4,97	753	38,4
	N ₁₀ на 1 т рослинних решток	4,85	735	37,8
Повний захист + басфоліар 36 екстра	Без добрив	4,18	734	38,5
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	5,02	747	39,3
	N ₁₁₅ P ₉₆ K ₅₁	5,28	756	39,6
	N ₈₅ P ₉₆ K ₅₁ + N ₃₀	5,69	787	40,7
	N ₅₈ P ₄₅ K ₂₅	5,19	759	38,9
	N ₁₀ на 1 т рослинних решток	5,00	739	38,7
НІР _{0,95}		0,18–0,25		

Натура зерна – найбільш широко характеризує щуплість, виповненість, шорсткість й опушеність зерна. Цей показник можливо розглядати як ознаку, що вказує на борошномельні якості зерна. Зерно з високою натурою – це потенційно більший вихід борошна. Для зерна пшениці озимої даний показник коливається від 725 (іноді нижче) до 785 г/л. У випадку,

коли натура не перевищує 750 г/л, зерно характеризується зниженим виходом борошна, коли ж маємо більші значення натури, то цього не простежується. Якщо натура зерна менша за 700 г/л, значно погіршуються хлібопекарські властивості борошна – м'якуш набуває сірого кольору, а смак хліба стає гіршим. Одночасно від натури залежать і технологічні властивості зерна. За роки проведення досліджень значення цього показника у зерна сорту пшениці озимої Вдала варіювали у значних межах – від 680 до 823 г/л. Найменша натура зерна була в 2010 р. у варіанті досліду без хімічного захисту рослин та внесення добрив – 680 г/л, а найбільша – в 2011 р. у варіанті повний захист + басфоліар 36 екстра, N₈₅P₉₆K₅₁ + N₃₀ – 823 г/л.

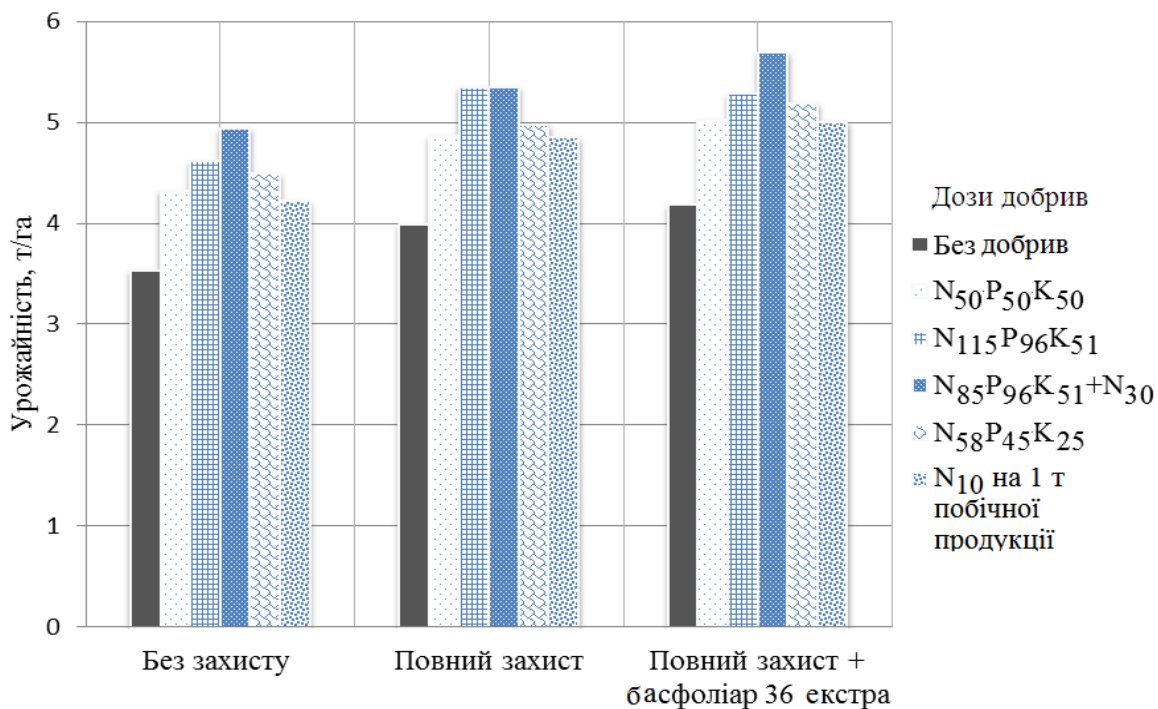


Рис. 1. Середня урожайність зерна пшениці м'якої озимої за роки досліджень, т/га.

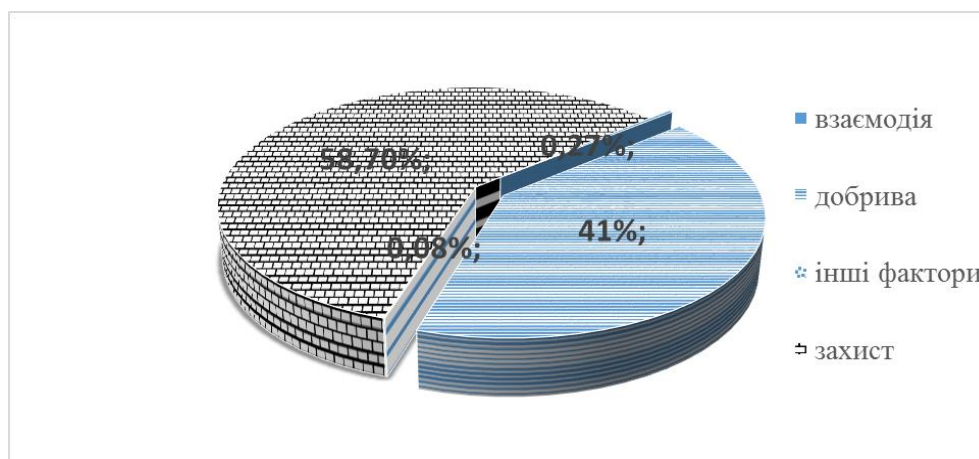


Рис. 2. Частка впливу факторів на врожайність зерна пшениці м'якої озимої (у середньому за 2010–2013 рр.).

Також важливим технологічним показником якості зерна є маса 1000 зерен. Він характеризує виповненість зерна та його розміри. Крупніше зерно відзначається більшою масою 1000 зерен. Вважається, якщо цей показник вищий, зерно має кращі технологічні властивості і відповідно вихід готової продукції зростає (борошна або крупи). Однак окремі дрібнозерні партії пшениці можуть мати високу натуру, але низький вихід борошна. Також

від крупності зерна значною мірою залежать борошномельні та хлібопекарські властивості пшениці. Чим крупніше зерно, тим більший ендосперм, а отже, вищий вихід борошна. Показник маса 1000 зерен у досліді коливався від 35,8 до 42,5 г. Найбільша маса 1000 зерен, за середніми даними, була у 2013 р. (42,5 г), найменша – у 2012 р. (35,8 г).

До технологічних належать ще й показники якості зерна пшениці – вміст білка, «сирої» клейковини та її якості. Вони відповідають за отримання високого, пористого та м'якого хліба з однорідною структурою м'якуша зі специфічним ароматом, приємним смаком і кольором. У зерні пшениці озимої м'якої, вирощеної в умовах України, у середньому міститься від 20 до 35 % «сирої» клейковини. Її вміст підвищує харчову цінність, хлібопекарські властивості й товарний вигляд хліба. Від клейковини залежать: газоутримуюча здатність тіста та об'ємний вихід хліба, відношення висоти подового хліба до його діаметра, пористість, характерний колір, смак і аромат. Збільшений вміст клейковини не тільки покращує харчову цінність хліба, а й свідчить про добрі хлібопекарські якості борошна і зумовлює значною мірою об'ємний вихід хліба [5].

Вміст клейковини в зерні змінюється аналогічно вмісту білка. Особливе значення клейковина має в макаронному виробництві, оскільки є пластифікатором і сполучною речовиною, що з'єднує крохмальні зерна в єдину масу: перша властивість відповідає за формування тіста, інша – за збереження тістом наданої форми [3].

У середньому за роки проведення досліджень вміст клейковини в зерні у варіанті без добрив становив 22,0 % і зростав до 27,9 % у варіанті з дозою добрив $N_{85}P_{96}K_{51} + N_{30}$. Однак вміст клейковини значно змінювався по роках досліджень і у варіантах. Так, у 2010 р. її вміст в зерні був у межах 21,0–25,9 % залежно від варіантів досліду; в 2011 р. – 20,8–25,3 %; 2012 р. – 21,0–26,7 %; 2013 р. – 25,2–33,6 %. Вміст білка у зерні за середніми даними був у межах 8,9–12,6 %: найбільший в 2013 р. у варіанті з дозою добрив $N_{85}P_{96}K_{51} + N_{30}$ і становив 14,0 %. Дещо менше його було в 2011 р. у варіанті без добрив – 8,0 %. Слід також відмітити, що якість тіста залежить не стільки від вмісту «сирої» клейковини, як від її якості. Якість клейковини визначає пружність, еластичність, розтяжність, в'язкість, зв'язність тіста та здатність його зберігати ці властивості в процесі випікання хліба. Середня якість клейковини коливалася в межах 97–101 од. ВДК-1 (табл. 2). Встановлено, що вміст білка та клейковини в зерні значною мірою залежить від погодних умов впродовж вегетаційного періоду. Низька вологість повітря, висока температура і дефіцит вологи в ґрунті протягом вегетації сприяють підвищенню вмісту білка та клейковини в зерні порівняно з більш вологим періодом вегетації [3, 4]. Справа в тому, що за умов підвищеної вологості повітря та ґрунту порушується взаємозв'язок білкового та вуглеводного обміну. У такому випадку цукор витрачається на енергетичний обмін речовин та інтенсивне наростання листостеблової маси. При зменшенні вологості основним шляхом використання цукрів є утворення амінокислот, а потім поліпептидів та білків. За умов високої вологості та низької температури повітря зменшується відтік цукрів у кореневу систему й гальмується процес зв'язування в амінокислоти поглинутого азоту, як результат – у зерні накопичується незначна кількість білка та клейковини.

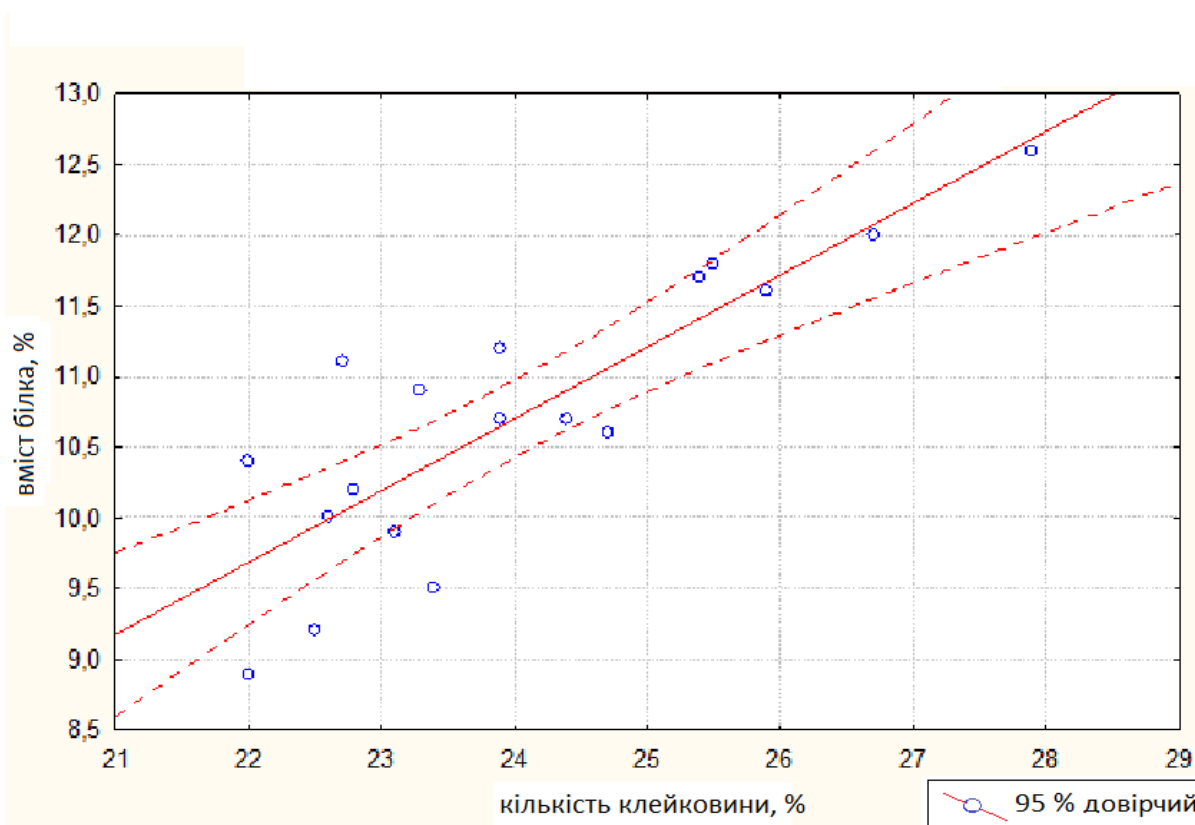
Поряд з білком та клейковиною при випіканні хліба важливу роль відіграє амілолітична активність зерна, яка характеризує число падіння. Даний показник у пшениці озимої за роками коливався від 260 до 449 с. Найбільше число падіння за середніми даними відмічено у варіанті з повним захистом рослин + басфоліар 36 екстра на фоні $N_{85}P_{96}K_{51} + N_{30}$ (323 та 328 с), а найменше – на фоні без добрив (285 с) (табл. 2).

Коливання вищевказаного показника можливо пояснити особливостями погодних умов у період наливу – формування зерна та дозою внесених мінеральних добрив. На основі кореляційного аналізу нами встановлено тісний зв'язок між кількістю клейковини та вмістом білка в зерні пшениці озимої – $r = 0,84$ (рис. 3). Між білковістю та масою насіння також існує помірна, але достовірна обернена залежність. Щупле зерно з вищим вмістом білка має гірші харчові якості, оскільки білок в основному концентрується в периферійних частинах зерна, які видаляються при розмелюванні. Проте обернена залежність між масою 1000 зерен і вмістом клейковини не характерна для крупного зерна. Коли маса 1000 зерен менше 32–34 г,

вміст клейковини в дрібних зернах зростає.

2. Показники якості зерна пшениці м'якої озимої (середнє за 2010–2013 рр.)

Варіант досліджу (А)	Варіант удобрення (В)	Вміст клейковини, %	Якість клейковини, од. пр. ВДК	Вміст білка, %	Число падіння, с.
Без захисту	Без добрив	22,0	97	8,9	298
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	22,6	95	10,0	305
	N ₁₁₅ P ₉₆ K ₅₁	23,9	101	10,7	324
	N ₈₅ P ₉₆ K ₅₁ +N ₃₀	25,4	98	11,7	324
	N ₅₈ P ₄₅ K ₂₅	22,7	98	11,1	308
	N ₁₀ на 1 т поживних решток	22,0	94	10,4	312
Повний захист	Без добрив	22,5	86	9,2	296
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	23,4	88	9,5	319
	N ₁₁₅ P ₉₆ K ₅₁	24,7	89	10,6	322
	N ₈₅ P ₉₆ K ₅₁ +N ₃₀	26,7	91	12,0	319
	N ₅₈ P ₄₅ K ₂₅	23,9	88	11,2	328
	N ₁₀ на 1 т поживних решток	22,8	87	10,2	329
Повний захист + басфоліар 36 екстра	Без добрив	23,1	85	9,9	285
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	24,4	90	10,7	302
	N ₁₁₅ P ₉₆ K ₅₁	25,5	86	11,8	313
	N ₈₅ P ₉₆ K ₅₁ +N ₃₀	27,9	85	12,6	323
	N ₅₈ P ₄₅ K ₂₅	25,9	88	11,6	315
	N ₁₀ на 1 т поживних решток	23,3	86	10,9	302



Вміст білка, % – 1,48 + 0,50778*, кількість клітковини, %, r = 0,84865

Рис. 3. Кореляційна залежність між кількістю клейковини та вмістом білка в зерні пшениці м'якої озимої (середнє за 2010–2013 рр.).

Висновки. На основі отриманих експериментальних даних можна зробити такі

ВИСНОВКИ:

1. Встановлено закономірності формування врожайності зерна пшениці озимої залежно від мінерального живлення та тісний кореляційний зв'язок між кількістю клейковини і вмістом білка в зерні ($r = 0,84$).

2. Врожайність пшениці озимої істотно змінюється під впливом погодних умов вегетаційного періоду та мінерального живлення. Найкращі результати були одержані за повного захисту посівів та позакореневого підживлення рослин водним розчином хелатного мікродобрива басфоліар 36 екстра.

Бібліографічний список

1. Жемела Г. П. Добрива, урожай і якість зерна / Григорій Пимонович Жемела. – К.: Урожай, 1991. – 136 с.
2. Господаренко Г. М. Основи інтегрованого застосування добрив / Г. М. Господаренко. – М.: ЗАТ НІЧЛАВА, 2002. – 344 с.
3. Хохлов О. М. Співвідношення вмісту білка та сирі клейковини в зерні сортів м'якої пшениці різної хлібопекарської якості / О. М. Хохлов, Н. А. Литвиненко // Вісн. аграр. науки – 1999. – Вип. 1. – С. 22–27.
4. Лихочвор В. В. Шляхи підвищення якості зерна озимої пшениці в умовах Лісостепу західної України / Володимир Володимирович Лихочвор // Вісн. Львівського держ. аграр. ун-ту. (Агрономія). – Львів, 2001. – № 5. – С. 170–177.
5. Панасюк Н. Г. Урожай і якість зерна озимої пшениці залежно від удобрення та попередників у сівозміні / Н. Г. Панасюк // Вісн. аграр. науки. – 2005. – № 9. – С. 72–73.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 336 с.