

УДК 631:551.50 +633.1

Л.Ю.Божко, к.г.н, І.В. Бурдейна

Одеський державний екологічний університет

ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ НА ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНА ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ В ПОЛІССІ

Наводяться результати досліджень впливу погодних умов Полісся на вміст білка в зерні озимої пшениці. Встановлені статистичні залежності вмісту білка з основними агрометеорологічними показниками

Ключові слова: *погодні умови, озима пшениця якість зерна, вміст білка.*

Вступ. В умовах ринкової економіки важливим є повне використання різноманітності споживчих властивостей сільськогосподарської продукції польових культур. При адаптації сільськогосподарського виробництва України до ринку слід мати на увазі, що за сучасних економічних засад обсяг урожаю не завжди є позитивним фактором. Надмірне виробництво може спричинити зниження цін і зменшення рентабельності сільськогосподарської продукції, особливо у експортному варіанті. Якість же врожаю завжди є важливим показником конкурентоспроможності і визначається, зокрема, хімічним складом продукції.

Озима пшениця належить до числа провідних зернових культур в нашій країні. Якість продовольчого зерна пшениці є суттєвим показником і не компенсується кількістю врожаю. Середній хімічний склад зерна пшениці має 12 % води, 14 % білків, 2,0 % жирів, 65 % вуглеводів без клейковини, 2,5 % клітковини та 1,8 % золи. Як кількість, так і якість зерна озимої пшениці залежить від властивостей вирощуваних сортів та умов, в яких вони вирощуються.

Технологічна, борошномельна та товарна цінність зерна озимої пшениці визначається головним чином такими показниками якості зерна, як вміст в ньому білка та клейковини.

Як вміст білка в зерні, так і вміст клейковини спадкоємні і значною мірою залежать від сорту культури. Але ці показники не втримуються на рівні сорту-моделі, вони мають значну мінливість, в тому числі і в географічному розрізі в залежності від клімату, властивостей ґрунтів та агротехніки [1].

Сучасний стан проблеми. Якість зерна досліджувалась В.М. Страшним, Г.В. Дегтярьовою, А.М. Дерев'янко та І.Т. Левенко. Дослідженнями цих авторів встановлено, що продуктивність озимої пшениці залежить від чинників, пов'язаних з біологічними властивостями її, родючістю ґрунту, погодою та агротехнікою. В цілому вплив кліматичних умов на якість зерна значно перевищує вплив агротехнічних заходів [2,3,4,5,6].

Дослідженнями В.М. Страшного [5] встановлено, що накопичення білка в зерні злакових рослин відбувається за рахунок двох джерел: використання азотистих речовин, які накопичуються у вегетативних органах до початку наливу зерна, та поглинання азоту з ґрунту в період наливу зерна. Тому агрометеорологічні умови вже на ранніх стадіях розвитку рослин впливають на якість зерна. Встановлено, що найвища якість зерна спостерігається за середніх дефіцитів насичення повітря 11–13 мб за період від стійкого переходу температури повітря через 10°C до колосіння, густоти рослин менше 900 штук на м², середньої температури повітря в межах 21-24 °С, запасів

продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту на дату переходу температури повітря через 10°C - 120 -140 мм.

При загущених посівах зменшується кількість пагонів та листя, що формується на них. Зменшення площі листя обумовлює зменшення кількості азоту, що надходить в зерно. Із зменшенням густоти посівів на кожні 100 штук колосоносних стебел кількість білка зростає на 0,4 – 0,5 %, клейковини – на 1 – 2 %.

Дослідженнями А.М. Дерев'янка [4] встановлено, що кількість білка та клейковини знаходиться в прямій залежності від значень гідротермічного коефіцієнта (ГТК) за період червень- липень для південних областей і червень – липень - серпень для північних областей, кількості колосоносних стебел і запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту.

В дослідженнях залежності якості врожаю від агрометеорологічних показників також використовуються розрахункові моделі [6]. Проблема математичного моделювання формування якості врожаю в системі « навколишнє середовище – рослина» вперше запропоновано М.А. Строгановою.

Концепція моделювання, полягає в тому, що якість врожаю формується впродовж всього життя рослини і визначається її генотипом та умовами навколишнього середовища. Головна увага при цьому приділяється моделюванню життєдіяльності рослин в різних умовах навколишнього середовища. Моделювання виконується з врахуванням фізіології пшениці, ґрунтових та агрометеорологічних умов. Це дозволяє досліджувати процес в комплексі.

Результати дослідження моделі в чисельних експериментах показали, що модель адекватно описує систему – оригінал і може використовуватись для теоретичних досліджень впливу агрометеорологічних умов та рівня живлення ґрунту азотом на процес формування якості врожаю [6].

В розрахунковій моделі І.Т. Левенка дослідження впливу погоди на якість врожаю засновується на принципах екології та агроєкології. В ній використовуються екологічні функції відгуку на основні та вторинні , а також лімітуючі чинники середовища, що дозволяє визначати оптимальні і порогові значення їх для рослин [2].

На разі без достатньої уваги залишається два не вирішених питання, які виникають із проблем сумісності умов формування врожаю і його якості.

1. Якість рослини (хімічний склад), сприятлива для людей, не обов'язково сприятлива для самої рослини. Рослині енергетично вигідніше накопичувати в зерні вуглеводи, обмежуючись лише мінімумом вмісту білків (8-12 %). Тому існує від ємна кореляція між якістю врожаю та його кількістю.

2. Хімічний склад урожаю залежить від мінерального живлення рослин та метеорологічних умов. Існує суттєвий вплив основних чинників погоди (сонячна радіація, тепло та волога), а також додаткових (ультрафіолетова радіація, дефіцит насичення, кількість днів з опадами влітку) на показники якості зерна озимої пшениці як у часовому, так і в географічному розрізах.

При цьому коливання показників виходу білка під впливом агрометеорологічних умов за своїм рівнем є більшим, ніж під впливом інших умов вирощування – у порівнянні з дією агротехніки у 5 разів, добрив – у три рази [1].

Мета роботи та методи досліджень. Мета роботи полягає в дослідженні процесу формування врожаю озимої пшениці і його якості в часі і просторі в залежності від впливу агрометеорологічних умов Полісся. Для дослідження використані матеріали багаторічних агрометеорологічних спостережень по станціях Полісся та даних лабораторних досліджень якості зерна озимої пшениці за період з 1990 по 2006 р.р.

Результати досліджень. Для виявлення тенденції вмісту білка в залежності від кліматичних особливостей території і агротехніки, а також для виявлення коливання цих значень в залежності від агрометеорологічних умов проведено аналіз постійної та змінної складової часового ряду вмісту білка. З цією метою були побудовані та проаналізовані графіки динаміки вмісту білка, розраховані рівняння ліній трендів для кожної із областей Полісся (табл. 1) та відхилення вмісту білка від ліній трендів. Відхилення вмісту білка від лінії трендів – це змінна складова часового ряду, обумовлена впливом метеорологічних умов.

Погода кожного конкретного року значною мірою визначає якість зерна. Загалом більш тепла, суха погода весняно-літнього періоду сприяє більшому накопиченню білка, ніж прохолодна та дощова.

Таблиця 1 - Рівняння ліній трендів вмісту білку в зерні озимої пшениці в Поліссі

Області	Рівняння ліній трендів
Волинська	$Y = -0,034x + 11,15$
Рівненська	$Y = 9,84 + 0,024x$
Житомирська	$Y = 9,85 + 0,037x$
Київська	$Y = 10,17 - 0,005x$
Чернігівська	$Y = 0,289x + 7,62$
Тернопільська	$Y = -0,027x + 12,57$

Це пов'язано з кращими умовами накопичення азоту в ґрунті та з більшим його засвоєнням в посушливих умовах. В посушливі роки, коли врожайність по області була нижче значень за трендом на 6 – 8 ц/га, вміст білка в зерні озимої пшениці був вищим на 1 – 1,5%. Навпаки, у зволожені роки, коли врожай був вище лінії тренда на 3-5 ц/га, вміст білка в зерні був нижчим, ніж за лінією тренда, на 0,5 – 1%.

Для виявлення основних закономірностей зв'язку вмісту білка в зерні з агрометеорологічними умовами досліджувався вплив на вміст білка суми опадів, температури повітря за серпень – грудень минулого та січень - липень поточного року, дефіциту насичення повітря за травень, червень поточного року, гідротермічного коефіцієнта Г.Т. Селянінова (ГТК) за період вегетації озимої пшениці та коефіцієнтів зволоження Н.В. Гулінової за травень та червень, які розраховуються за формулою

$$K_2 = W + R_5 / 0,1 \sum T_5 \quad , \quad (1)$$

де W – запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-100 см на початок травня, якщо коефіцієнт розраховується за травень і на початок червня, якщо коефіцієнт розраховується за червень, мм; R_5 – сума опадів за травень або червень; $0,1 \sum T$ – сума температур вище 5 °C за травень або червень, °C.

За період осінньої вегетації найбільш інформативними стали опади і середня температура повітря за серпень – жовтень.

З сумою опадів вміст білка має зворотний зв'язок і характеризується коефіцієнтом кореляції - 0,53. З температурою повітря – прямий. Особливо це проявляється в жовтні в період куціння – припинення вегетації.

Умови зимового періоду також впливають на формування властивостей зерна озимої пшениці і в подальшому на вміст білка. Температура повітря впродовж зими до -7°C і вище не впливає на якість зерна. Більш низька температура (до -17°C) в середньому за місяць сприяє покращанню якості зерна. Зв'язок характеризується коефіцієнтом кореляції - 0,51 і має зворотний характер. В зими, коли снігу буває мало,

низькі температури лютого сприяють вимерзанню. Густота рослин зменшується, площа живлення зростає і зростає вміст білка в зерні..

Весняно-літній період найбільш важливий у формуванні кількості білка. Між температурою повітря та вмістом білка за літній період існує прямий зв'язок. Коефіцієнти кореляції зв'язку вмісту білка з різними показниками наводяться в табл.2. З підвищенням температури повітря прискорюється ріст та розвиток рослин, підсилюється енергія дихання та витрата вуглеводів. В результаті цього відношення азоту до вуглеводів у вегетативних та генеративних органах збільшується. При знижених температурах спостерігається зворотна картина.

З сумою опадів вміст білка має зворотний зв'язок. Починаючи з 30 – 40 мм за місяць, подальше їх збільшення погіршує умови накопичення білка в зерні, що пов'язано з погіршенням умов нітрифікації в ґрунті та зменшенням концентрації азоту в ґрунтовому розчині через підвищену вологість ґрунту, особливо верхніх шарів.

З дефіцитом вологості повітря вміст білка в зерні має прямий зв'язок, який характеризується коефіцієнтом кореляції 0,57.

Дослідження впливу зволоження на вміст білка в зерні озимої пшениці показало, що між значеннями ГТК та вмістом білка існує зворотний зв'язок.

Таблиця 2 - Зв'язок вмісту білка (%) в зерні озимої пшениці з метеорологічними показниками

Місяці	Метеорологічні показники				
	температура повітря, °С	коефіцієнт зволоження Гулінової, K_r	дефіцит зволоження, мм	сума опадів, мм	ГТК
лютий	- 0,51	-	-	-	-
березень	- 0,24	-	-	- 0,46	-
квітень	- 0,24	-	-	- 0,28	-
травень	0,52	-0,57	0,57	- 0,53	- 0,55
червень	0,56	- 0,53	0,39	0,26	- 0,52
липень	0,18	0,15	0,23	0,10	- 0,24
серпень	0,21	0,13	0,18	0,10	-0,24

Найбільшу роль у формуванні кількості білка в зерні озимої пшениці відіграють гідрометеорологічні показники в період наливання зерна, коли відбувається перетікання азоту з листків та стебел в зерно та перетворення його на білкові структури.

Результати графічного та кореляційного аналізу розрахунків дозволили встановити значення основних метеорологічних величин для формування вмісту білка в зерні озимої пшениці в Поліссі. З великої кількості парних коефіцієнтів були вибрані найбільш значущі, що дозволило отримати багатофакторні рівняння з високими коефіцієнтами регресії, які можна використовувати для складання прогнозу вмісту білка в зерні озимої пшениці з різною завчасністю: тримісячною, двомісячною та місячною. Для розрахунку з тримісячною завчасністю використовувались : середня за

місяць температура лютого (T_2) та березня (T_3), опади за вересень (X_9) минулого року і опади за квітень (X_4) поточного року. Рівняння має вигляд

$$Y = 11.32 - 0,09 T_2 - 0,123 T_3 + 0,09X_9 - 0,011X_4 \quad (2)$$

Для розрахунків вмісту білка з двомісячною завчасністю одержано багатофакторне рівняння, в якому використовуються середня температура повітря за лютий (T_2), опади за серпень минулого року (X_8), опади за січень поточного року (X_1), та коефіцієнт зволоження Н.В. Гулінової за травень (K_5), дефіцит насичення за червень (D_6). В рівняння також вводиться порядковий номер року (n), починаючи з 1991р. Рівняння має вигляд

$$Y = 12,96 + 0,047T_2 + 0,008 X_9 + 0,008X_1 - 0,466K_5 \quad (3)$$

$$R = 0.60 ; S_y = 0,51\%$$

Для розрахунку вмісту білку в зерні озимої пшениці із завчасністю один місяць одержано рівняння

$$Y = 14.1 - 0,041T_2 - 0.020 X_8 + 0.013X_1 - 0.007 D_6 - 0.038 K_5 - 0.072 n, \quad (4)$$

$$R = 0,61 ; S_y = 1,1 .$$

Перевірка прогнозу вмісту білка, складеного за рівнянням з місячною завчасністю на незалежному матеріалі 2007 року показала, що за розрахунками за рівнянням слід було очікувати вміст білка 11,3% . Фактичний вміст білку в зерні був 11,1%. Абсолютна похибка прогнозу становила 0,2%, відносна -8% при допустимій похибці 20%.

Розрахунок рівнянь регресії для складання прогнозу вмісту білка проводився за двома варіантами: 1) з врахуванням абсолютного вмісту білка в зерні; 2) відхилень вмісту білка від тренда. В табл. 3 приводяться рівняння , розраховані з врахуванням відхилень вмісту білка від лінії тренда, та коефіцієнти множинної регресії. Рівняння також розраховані з тримісячною, двомісячною та місячною завчасністю. Для одержання цих рівнянь використовувались ті ж складові, що і для рівнянь в абсолютних одиницях.

Як видно із табл. 3 зв'язки, одержані при розв'язанні рівнянь з врахуванням відхилень вмісту білка, тісніші ніж з врахуванням абсолютного вмісту.

Таблиця 3 - Рівняння для розрахунку вмісту білка з врахуванням лінії тренда

Рівняння	R	Sy
$Y = -1,542 - 0,156T_2 + 0,124T_3 - 0,001X_9 + 0,014X_4$	0,67	0,77
$Y = -0,428 - 0,002T_2 + 0,005X_1 - 0,58K_5$	0,68	0,76
$Y = -0,579 + 0,005T_9 + 0,002T_2 + 0,009X_1 + 0,148D_6 - 0,207K_5$	0,69	0,57

Проведений кореляційний та графічний аналізи дозволили встановити кількісні значення факторів, які забезпечують високий вміст білка в зерні (більше 12 %). В табл. 4 представлені значення параметрів, які забезпечують середній вміст білка в зерні озимої пшениці, а також коливання цих параметрів.

Із табл.4 видно, що при достатньо високій амплітуді коливань агрометеорологічних показників по місяцях, діапазон значень, при яких формується високий вміст білка , досить вузький. При цьому для сум опадів та коефіцієнта

Н.В. Гулінової значення посуваються в бік зменшення.

Оптимальні середні температури літнього періоду зсунуті в бік більш високих значень в порівнянні з середніми. Найкращими для формування високого вмісту білка будуть температури вище 6 °С навесні, більше 12 °С - в період від виходу у трубку до колосіння, вище 18 °С в період від колосіння до воскової стиглості. Те ж спострігається і з дефіцитом вологості повітря.

Таблиця 4 - Оцінка агрометеорологічних умов формування зерна пшениці з вмістом білка вище 12%

Агрометеорологічний показник	Місяць	Значення параметру	Межі коливання параметру	
Середня температура	Вересень	Більше 9 °С	9-14 °С	
	Жовтень	Більше 3 °С	3 – 7 °С	
	Січень	Менше -6 °С	-2...-19 °С	
	Лютий	Менше – 7 °С	-2 ... -19 °С	
	Березень	Від-3 до -5 °С	«	
	Квітень	Більше 6 °С	5 – 11 °С	
	Травень	Більше 12 °С	11 – 18 °С	
	Червень	Більше 14 °С	13 – 20 °С	
	Липень	Більше 18 °С	18 – 23 °С	
	Серпень	Більше 18 °С	18 – 20 °С	
	Сума опадів, мм	Січень	20 – 40	10 -60
		Лютий	20 – 50	10 – 90
Березень		10 – 30	10 – 40	
Квітень		30 – 60	20 – 70	
Травень		20 – 40	15 – 100	
Червень		20 – 60	15 – 100	
Липень		20 – 60	15 – 100	
Серпень		20 – 60	15 – 100	
ГТК	Травень	0,1 – 1,0	0,1 – 2,0	
	Червень	0,5 – 2,0	0,3 – 3,0	
	Липень	0,1 – 2,0	0,1 – 3,0	
Дефіцит вологи	Травень	Більше 4 мм		
	Червень	Більше 5 мм		
Коефіцієнт Н.В.Гулінової	Травень	Менше 1,5		
	Червень	менше 1,4		

Значення агрометеорологічних факторів, оптимальних для формування якості врожаю, не є обов'язковими для одержання високого врожаю зерна. Єдиним шляхом для одночасного підвищення врожайності та якості зерна є забезпечення збалансованого та достатнього азотного живлення, особливо в період наливу зерна. При цьому в роки достатньої вологозабезпеченості вносяться більші дози добрив, в посушливі роки - зменшені дози добрив через те, що в посушливі роки за рахунок посилення нітрифікації в ґрунті накопичується значно більше азоту [3].

Кожного конкретного року в залежності від агрометеорологічних умов норми та строки внесення добрив повинні бути диференційовані.

У будь-якому випадку щорічно дози внесення добрив необхідно диференціювати в залежності від агрометеорологічних умов вирощування.

На величину врожаїв та якість зерна також впливає технологія його вирощування. Інтенсивні технології підвищують як врожайність зерна, так і його якість з врахуванням агрометеорологічних умов при інтенсифікації агротехнічних заходів.

Висновки. Встановлено, що вплив погодних умов на білковість зерна озимої пшениці більш значний, ніж вплив агротехнічних заходів. Мінливість показника якості збільшується із заходу Полісся до південного сходу. Одержані рівняння залежності білка від різних метеорологічних показників можуть використовуватись для складання прогнозів вмісту білка в зерні з різною завчасністю.

Список літератури

1. Горелова Е.И., Сандлер Ж.Я. Качество зерна – второй урожай. – М.: Колос, 1984. – 221 с.
2. Левенко И.Т. Влияние факторов тепла и влаги на качество урожая озимой пшеницы // Труды УкрНИГМИ.- 1970. - Вып.94. –С.79 – 87.
3. Дегтярева Г.В. Погода, урожай и качество зерна яровой пшеницы. Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 216 с.
4. Дервянко А.Н. Методические указания по составлению прогноза показателей качества зерна озимой пшеницы в черноземной зоне СССР. – М.: Гидрометцентр СССР, 1986. – 36 с.
5. Страшный В.Н. Агрометеорологические условия и качество зерна озимой пшеницы в центрально-черноземной зоне. – Автореферат диссертации на соискание уч. степени к.г.н. – М.: Гидрометеиздат, 1977. – 25 с.
6. Строганова М.А. Математическое моделирование формирования качества урожая. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 151 с.

Влияние погодных условий на формирование качества зерна озимой пшеницы в Полесье.

Божко Л.Ю., Бурдейна И.В.

Приводятся результаты исследований влияния погодных условий Полесья на содержание белка в зерне озимой пшеницы. Установлены статистические зависимости содержания белка с основными агрометеорологическими показателями.

Ключевые слова: погодные условия, озимая пшеница, качество зерна, содержание белка.

Influence of weather conditions on the formation of the grain quality of winter wheat in Pelisse.

Bozhko L.Y., Burdeynaya I.V.

It is shown the results of studies of the influence of weather conditions on Pelisse protein content in grain of winter wheat. It is got the statistical dependence of protein content with the basic agrometeorological factors.

Keywords: weather, winter wheat, grain quality, protein content.