

lines is positive and ranges from weak to strong depending on the year of research and traits ($r = 0.33-0.81$).

These data confirm that length of cob is closely related to the number of grains in the rows ($r = 0.74-0.81$). Since this indicator significantly influence to yield capacity than selection of lines with forks of larger size and diameter, and accordingly a large number of grains in the rows is important.

The height of attachment of the cob and the number of leaves on the main stem was observed slightly lower, but positive relationship ($r = 0.65-0.61$). Yield capacity and mass of cob was related by strong positive relation $r = 0,74$ in 2018 and medium – $r = 0,47$ – in 2017.

Reliable and stable connections of medium strength were found between the number of days from germination to flowering of cobs and full maturity ($r = 0,52-0,77$). This proves that in breeding for early ripeness, preference should be given to lines with early periods of flowering cobs. Attention deserve indicator of the height of attachment of the cob, this trait is associated with resistance to lodging of stem and suitability of corn for mechanized harvesting. Literature data points that optimal height of attachment of cob is 50–70 cm. It was established that height of attachment of low cob has significant medium correlation with quantity of leaves on main stem ($r = 0,65-0,61$) and yield capacity ($r = 0,54-0,60$).

One of important characteristic of yield considers mass of 1000 grains. Conducted research points on presence positive but not significant correlation (on 95% level) and in 2017–2018 reached an average ($r = 0,49-0,43$) level.

It was established that lines which were involved in scheme of dialeal crosses has strong differed from each other both on specific combination ability and it stability in different years. Most stable and high manifestation of specific combination ability on yield capacity provides lines Um 331 and Um 337 that give us possibility to use them as valuable components for creation of single high productive hybrids. Lowest indicators was fixed in Co125 (from -0,58 to -0,79). That is higher or lower value of specific combination ability in largely dependent from genotype of inbred lines and their specific reaction on condition of growing.

Key words: corn, inbred lines, mass of 1000 grains, yield, stability, adaptability

УДК631.559:[633.11:631.8]

DOI 10.31395/2415-8240-2019-94-1-71-83

ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИДІВ ДОБРИВ, ЇХ ПОЄДНАННЯ ТА СТРОКІВ ЗАСТОСУВАННЯ АЗОТНИХ ДОБРИВ

В. В. Любич, доктор сільськогосподарських наук

С. П. Коцюба, кандидат сільськогосподарських наук

Я. В. Євчук, кандидат технічних наук

Уманський національний університет садівництва

Встановлено, що продуктивність пшениці спельти змінюється залежно від погодних умов, сорту та особливостей удобрення. Поліпшення умов азотного живлення найбільше підвищує врожайність, вміст клейковини, при цьому ефективність азотних добрив істотно залежить від особливостей сорту. Кулінарна оцінка хліба у сорту Європа дуже висока – 8,4 бала, а Зоря України – 8,0 бала і майже не змінюється від удобрення.

Ключові слова: пшениця спельта, врожайність, клейковина, якість хліба, добрива.

Постановка проблеми. Національна безпека країни тісно пов'язана зі збереженням та раціональним використанням ґрунтів, а відсутність об'єктивної інформації про їхню родючість, у тому числі поживний стан, призводить до неправильних управлінських рішень у сфері землекористування та сільського господарства, помилок у меліорації земель, нераціонального застосування добрив тощо. У зв'язку з новими соціальними, економічними та екологічними викликами функції агрохімічної складової в аграрному секторі нині є більш широкими, а її значення у вирішенні продовольчої проблеми зростає [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нині близько половини приросту врожаю в світі одержують завдяки мінеральним добривам [18]. За оцінками американських учених, добрива забезпечують його підвищення на 41 %, гербіциди – на 13–20, сівозміна і обробіток ґрунту – на 11–18, кліматичний чинник – до 15, гібридне насіння – 8, водна меліорація – до 5 %. Вчені Німеччини відносять половину приросту врожаю за рахунок добрив, а Франції – навіть до 70%. Подібні закономірності з деякими відхиленнями стосовно різних ґрунтово-кліматичних умов спостерігаються і в Україні [2].

Раціональне застосування добрив створює передумови для збільшення врожайності, поліпшення якості зерна, отримання економічної вигоди від вирощування пшениці озимої [1, 14]. Майже на всіх ґрунтах пшениця потребує сумісного застосування азотних, фосфорних і калійних добрив, проте в різних співвідношеннях. У Лісостепу на сірих лісових ґрунтах і чорноземах опідзолених спостерігається висока ефективність азотних, потім фосфорних добрив у зв'язку з дуже незначною рухомістю фосфатів ґрунту. Ефективність калійних добрив порівняно невисока, проте нині значення калійних добрив зростає, оскільки тривале насичення сівозмін технічними культурами призвело до збіднення калійного фонду орних земель [9, 12].

Ефективність застосування азотних добрив також залежить від кількості опадів і їх розподілення впродовж вегетації пшениці [7]. Застосування азотних добрив напровесні ефективно за умови достатнього забезпечення рослин вологою. Запізнення з цим заходом або нестача вологи у ґрунті зменшують урожайність зерна. За посушливих умов навесні осіннє внесення азотних добрив найефективніше порівняно з весняним [4].

Дія добрив тісно пов'язана із забезпеченням вологою в період максимальної потреби рослин в елементах живлення. Якщо в цей період у ґрунті вологи недостатньо, то внесені добрива, в зв'язку з низькою інтенсивністю їх надходження в рослини та ослабленням через дефіцит вологи всіх фізіологічних процесів, зменшують свою ефективність. Через відсутність вологи у більш пізній період, добрива можуть вплинути негативно в зв'язку з тим, що рослини мають більший габітус на удобрених фонах і сильніше страждають від нестачі вологи. Добрива також можуть негативно впливати на продуктивність за надлишку вологи, коли на удобрених ділянках пшениця сильно вилягає. При цьому якість зерна формується низькою, оскільки процес наливання відбувається за несприятливих умов [13].

Вважається [10, 11, 17], що для формування оптимального вмісту білка в

зерні пшениці в умовах достатнього забезпечення вологою необхідно поліпшувати азотний режим живлення. Так, за теплих умов з достатньою забезпеченістю вологою вміст білка в зерні пшениці озимої зростає від 9,7 % до 13,2 % у варіанті застосування 150 кг/га д. р. азотних добрив, за прохолодніших умов з достатнім зволоженням – від 12,2 до 13,9, а за холодних з дефіцитом води – від 12,5 до 14,9 %. Подібно змінювався амінокислотний склад зерна [6]. Отже, застосування азотних добрив знижує негативний вплив елементів погоди на вміст білка в зерні пшениці озимої.

Зазвичай погодні умови впливають на висоту рослин, площу листової поверхні та стійкість до ураження хворобами, що по-різному змінює біохімічний склад зерна пшениці. Високорослі сорти пшениці (понад 100 см) здатні формувати високий вміст білка (понад 15 %) за умов високої стійкості до вилягання. Рослини сортів з висотою менш як 95 см не завжди формують достатній вміст білка, оскільки мають або низьку реутилізаційну здатність, або менше накопичують азоту в надземній масі [8]. Впровадження у виробництво нових сортів пшениці спелти вимагає проведення додаткових досліджень з метою визначення ефективних доз і строків застосування добрив.

Методика досліджень. Досліджували сорти пшениці спелти озимої Зоря України, отриманого методом індивідуально-родинного добору з місцевого сорту Буковинський 1 і Європа – гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. Пшеницю спелту вирощували за системами удобрення, представленими у табл. 1.

Табл. 1. Схема застосування добрив під пшеницю спелту в короткотерміновому польовому досліді

Варіант досліді	Доза мінеральних добрив, кг/га д. р.			
	N		P ₂ O ₅	K ₂ O
	1	2		
Без добрив (контроль)	–	–	–	–
P ₆₀ + N ₁₂₀	120	–	60	–
K ₆₀ + N ₁₂₀	120	–	–	60
P ₆₀ K ₆₀ – фон	–	–	60	60
фон + N ₁₂₀	120	–	60	60
фон + N ₆₀ + N ₆₀	60	60	60	60
фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	60	60	60	60

Примітка. Підживлення: 1 – наповесні, 2 – у фазу початку виходу рослин у трубку.

Добрива вносили у вигляді аміачної селітри, сульфату амонію, суперфосфату гранульованого та калію хлористого. Загальна площа дослідної ділянки становила 72 м², облікової – 40 м², повторність досліді триразова, розміщення ділянок послідовне. Попередник – викоовес на зелений корм. Закладання польових досліді, проведення спостережень і досліджень проводили відповідно методичних рекомендацій [5].

Урожайність зерна визначали поділяночно, вміст клейковини – за ДСТУ

ISO 21415–1:2009. Виготовляли та кулінарно оцінювали хліб за вдосконаленою методикою, описаною в патенті на корисну модель «Спосіб оцінки якості хліба зі спельти» (пат. №12030) [16], «Спосіб лабораторного випікання хліба із пшеничного борошна зі спельти» (пат. №109225) [15]. Результати досліджень узагальнювали методами математичної статистики із застосуванням програми «Microsoft Office 2010». Щільність зв'язку між показниками оцінювали коефіцієнтом кореляції за шкалою R. E. Chaddock: 0,1–0,3 – незначний зв'язок; 0,3–0,5 – помірний; 0,5–0,7 – істотний; 0,7–0,9 – високий; 0,9–0,99 – дуже високий; 1,00 – функціональний.

Результати досліджень. У середньому за три роки досліджень врожайність зерна пшениці спельти сорту Зоря України на неудобрених ділянках становила 4,55 т/га (табл. 2). Одноразове підживлення азотними добривами дозою 120 кг/га д. р. збільшувало її до 5,28 т/га або на 16 %. Роздрібне внесення азотних добрив ($N_{60} + N_{60}$) на тлі фосфорних і калійних добрив підвищувало врожайність зерна до 5,34 т/га або на 17 %, а у варіанті фон + $N_{60} S_{35} + N_{60}$ – до 5,44 т/га або на 20 % порівняно з контролем.

Парні комбінації фосфорних і азотних чи калійних і азотних добрив забезпечило збільшення врожайності до 5,14–5,20 т/га або менше на 0,08–0,14 пунктів порівняно з повним мінеральним добривом ($P_{60}K_{60} + N_{120}$).

Табл. 2. Урожайність зерна пшениці спельти за різного удобрення, т/га

Варіант досліду (чинник А)	Рік			Середнє за три роки	
	2013	2014	2015		
Сорт Зоря України (чинник В)					
Без добрив (контроль)	4,97	4,42	4,27	4,55	
$P_{60} + N_{120}$	5,64	5,12	4,85	5,20	
$K_{60} + N_{120}$	5,55	5,08	4,80	5,14	
$P_{60}K_{60}$ – фон	4,60	4,51	4,31	4,47	
Фон + N_{120}	5,72	5,20	4,93	5,28	
Фон + $N_{60} + N_{60}$	5,77	5,29	4,97	5,34	
Фон + $N_{60} S_{35} + N_{60}$	5,91	5,34	5,06	5,44	
Сорт Європа					
Без добрив (контроль)	3,22	2,89	3,69	3,27	
$P_{60} + N_{120}$	4,35	4,22	4,82	4,46	
$K_{60} + N_{120}$	4,24	4,05	4,77	4,35	
$P_{60}K_{60}$ – фон	3,31	3,03	3,83	3,39	
Фон + N_{120}	4,61	4,55	5,13	4,76	
Фон + $N_{60} + N_{60}$	4,76	4,61	5,24	4,87	
Фон + $N_{60} S_{35} + N_{60}$	4,80	4,73	5,31	4,95	
HIP_{05}	A	0,11	0,10	0,11	–
	B	0,10	0,10	0,11	–

Урожайність зерна пшениці спельти сорту Європа була істотно меншою порівняно з сортом Зоря України, проте реакція на застосування азотних добрив була більшою. Так, у середньому за три роки досліджень вона

збільшувалась з 3,27 т/га до 4,95 т/га у варіанті фон + N₆₀ S₃₅ + N₆₀ або на 1,68 т/га порівняно з варіантом без добрив, а в сорту Зоря України – на 0,89 т/га.

Урожайність по різному змінювалась залежно від погодних умов років досліджень. Погодні умови 2014 і 2015 рр. були сприятливішими порівняно з 2013 р., проте рослини пшениці спельти сорту Зоря України вилягали у 2014 і 2015 рр., а сорту Європа – у 2014 р. Тому врожайність зерна сорту Зоря України була найбільшою в 2013 р., а сорту Європа – в 2015 р.

На вміст клейковини у зерні пшениці спельти сорту Зоря України також найбільше впливало застосування азотних добрив. Так, у середньому за три роки досліджень на неудобрених ділянках вміст клейковини становив 44,2 % (табл. 3). Проте застосування фосфорних і азотних, калійних і азотних та повного мінерального добрива підвищувало цей показник на 8,9–10,3 пунктів порівняно з ділянками без добрив. Роздрібне внесення азотних добрив було найефективніше порівняно з одноразовим підживленням. Встановлено високу ефективність проведення першого підживлення сульфатом амонію, оскільки вміст клейковини був найбільшим – 56,5 % або більше на 0,7 пункти порівняно з аміачною селітрою. Впродовж років проведення досліджень вміст клейковини також змінювався.

Табл. 3. Вміст клейковини у зерні пшениці спельти за різного удобрення, %

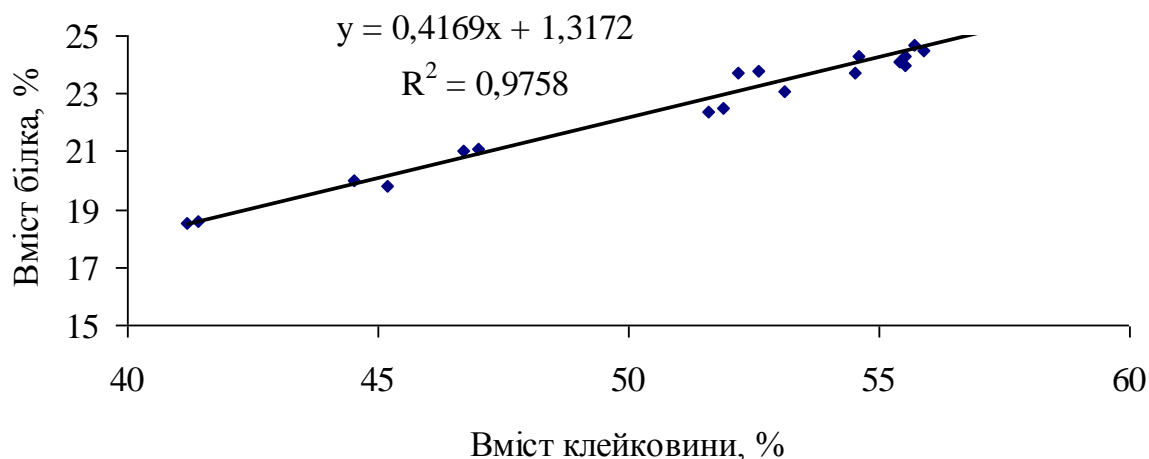
Варіант досліду (чинник А)	Рік			Середнє за три роки	
	2013	2014	2015		
Сорт Зоря України (чинник В)					
Без добрив (контроль)	44,5	47,0	41,2	44,2	
P ₆₀ + N ₁₂₀	55,4	52,2	51,6	53,1	
K ₆₀ + N ₁₂₀	55,5	52,6	51,9	53,3	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	45,2	46,7	41,4	44,4	
Фон + N ₁₂₀	55,9	54,6	53,1	54,5	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	57,1	55,7	54,5	55,8	
Фон + N ₆₀ S ₃₅ + N ₆₀	57,9	56,0	55,5	56,5	
Сорт Європа					
Без добрив (контроль)	43,0	43,9	35,3	40,7	
P ₆₀ + N ₁₂₀	51,8	50,2	41,4	47,8	
K ₆₀ + N ₁₂₀	51,7	50,4	41,2	47,8	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	43,1	43,3	36,8	41,1	
Фон + N ₁₂₀	52,0	52,8	42,2	49,0	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	51,5	53,8	42,6	49,3	
Фон + N ₆₀ S ₃₅ + N ₆₀	53,3	54,0	42,9	50,1	
HIP ₀₅	A	1,2	1,3	1,1	–
	B	1,3	1,4	1,2	–

Вміст клейковини у зерні пшениці спельти сорту Європа був істотно меншим порівняно з сортом Зоря України. У середньому за три роки

досліджень він збільшувався від 40,7 до 49,0 % за одноразового застосування азотних добрив у підживлення одноразово дозою 120 кг/га д. р., а у варіанті фон + N₆₀ S₃₅ + N₆₀ – до 50,1 %.

Вміст білка в зерні досліджуваних сортів пшениці спельти можна визначати за вмістом клейковини, оскільки між цими показниками встановлено прямий дуже високий кореляційний зв'язок ($r = 0,9758 \pm 0,008$), який описується рівнянням регресії: $y = 0,4169x + 1,3172$ для сорту Зоря України; $y = 0,4105x + 2,2008$ для сорту Європа, де y – вміст білка, %; x – вміст клейковини, % (рис.).

Сорт Зоря України



Сорт Європа

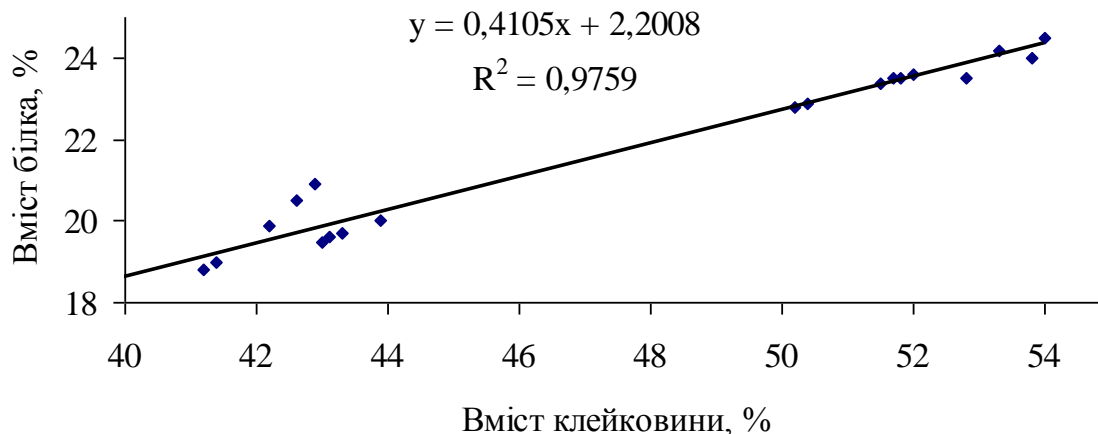


Рис. Кореляційна залежність між вмістом білка та клейковини у зерні сортів пшениці спельти залежно від удобрення, 2013–2015 рр.

У середньому за три роки досліджень об'єм хліба із зерна пшениці спельти з поліпшенням азотного живлення зменшувався з 470 см³ на контролі до 454–459 см³ за одноразового підживлення азотними добривами дозою 120 кг/га д. р. і до 447–449 см³ за роздрібного їх застосування (табл. 4).

Об'єм хліба з борошна сорту Європа був істотно меншим порівняно з сортом Зоря України ($HIP_{05}=12-14$) і також зменшувався від 366 см³ на контролі до 352 см³ у варіанті фон + N₆₀ S₃₅ + N₆₀.

Табл. 4. Об'єм хліба з борошна пшениці спельти, вирощеної за різного удобрення, см³

Варіант досліджу (чинник А)	Рік			Середнє за три роки	
	2013	2014	2015		
Сорт Зоря України (чинник В)					
Без добрив (контроль)	465	460	486	470	
P ₆₀ + N ₁₂₀	450	447	476	458	
K ₆₀ + N ₁₂₀	451	448	477	459	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	466	458	485	470	
Фон + N ₁₂₀	447	445	470	454	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	440	443	464	449	
Фон + N ₆₀ S ₃₅ + N ₆₀	440	440	462	447	
Сорт Європа					
Без добрив (контроль)	346	340	413	366	
P ₆₀ + N ₁₂₀	325	331	428	361	
K ₆₀ + N ₁₂₀	323	330	430	361	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	345	342	415	367	
Фон + N ₁₂₀	320	324	432	359	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	320	320	424	355	
Фон + N ₆₀ S ₃₅ + N ₆₀	315	320	422	352	
HIP ₀₅	A	11	11	12	–
	B	12	13	14	–

У 2015 р. об'єм хліба з борошна пшениці спельти був більшим порівняно з 2013 і 2014 рр. Об'єм хліба зменшувався з підвищенням вмісту білка та клейковини, оскільки між цими показниками встановлено обернений дуже високий кореляційний зв'язок – $r = -0,91 \dots -0,98$. Очевидно, що зниження вмісту крохмалю зменшувало кількість диоксиду вуглецю, який утворювався під час бродіння тіста і гірше утримувався його клейковинним каркасом, оскільки індекс деформації клейковини був понад 100 од. п. [12].

Дані табл. 5 свідчать, що якість хліба більше залежала від особливостей сорту пшениці спельти, ніж від удобрення. Так, колір скоринки хліба з борошна пшениці спельти сорту Зоря України був темно-золотистим, глянець займав усю поверхню хліба, м'якуш дуже м'який, аромат і смак сильно виражений, пори були розміщені рівномірно, консистенція дуже ніжна, що відповідало 9 балам. Колір м'якуша був світло-жовтим (5 бала), середні та крупні пори займали до 50 % пор м'якуша (5 бала), поверхня скоринки – досить гладенька з одиничними пухирцями і тріщинами, що не проходять через усю поверхню (7 бала). Загальна кулінарна оцінка хліба була дуже високою і становила 8,0 бала незалежно від удобрення.

Кулінарна оцінка хліба пшениці спельти сорту Європа була вищою порівняно з сортом Зоря України на 0,4–0,5 пункти завдяки кольору м'якуша та крупності пор.

Табл. 5. Кулінарне оцінювання хліба з борошна пшениці спельти, вирощеної за різного удобрення (2013–2015 рр.), бал

Варіант дослід (чинник А)	Показник кулінарного оцінювання										
	Колір скоринки	Поверхня скоринки	Величина глянцевої поверхні	Колір м'якуша	Еластичність	Аромат	Смак	Крупність порів	Рівномірність розміщення	Консистенція	ЗКО*
Сорт Зоря України (чинник В)											
Без добрив (контроль)	9,0	7,0	9,0	5,0	9,0	9,0	9,0	5,0	9,0	9,0	8,0
P ₆₀ + N ₁₂₀	9,0	7,0	9,0	5,0	9,0	9,0	9,0	5,0	9,0	9,0	8,0
K ₆₀ + N ₁₂₀	9,0	7,0	9,0	5,0	9,0	9,0	9,0	5,0	9,0	9,0	8,0
P ₆₀ K ₆₀ – фон	9,0	7,0	9,0	5,0	9,0	9,0	9,0	5,0	9,0	9,0	8,0
Фон + N ₁₂₀	9,0	7,0	9,0	5,0	9,0	9,0	9,0	5,0	9,0	9,0	8,0
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	9,0	7,0	9,0	5,0	9,0	9,0	9,0	5,0	9,0	9,0	8,0
Фон + N ₆₀ S ₃₅ + N ₆₀	9,0	7,0	9,0	5,0	9,0	9,0	9,0	5,0	9,0	9,0	8,0
Сорт Європа											
Без добрив (контроль)	9,0	7,0	9,0	7,0	9,0	9,0	9,0	7,7	9,0	9,0	8,5
P ₆₀ + N ₁₂₀	9,0	7,0	9,0	7,0	9,0	9,0	9,0	7,0	9,0	9,0	8,4
K ₆₀ + N ₁₂₀	9,0	7,0	9,0	7,0	9,0	9,0	9,0	7,0	9,0	9,0	8,4
P ₆₀ K ₆₀ – фон	9,0	7,0	9,0	7,0	9,0	9,0	9,0	7,7	9,0	9,0	8,5
Фон + N ₁₂₀	9,0	7,0	9,0	7,0	9,0	9,0	9,0	7,0	9,0	9,0	8,4
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	9,0	7,0	9,0	7,0	9,0	9,0	9,0	7,0	9,0	9,0	8,4
Фон + N ₆₀ S ₃₅ + N ₆₀	9,0	7,0	9,0	7,0	9,0	9,0	9,0	7,0	9,0	9,0	8,4

Примітка. ЗКО – загальна кулінарна оцінка.

Висновки. Продуктивність пшениці спельти змінюється залежно від погодних умов, сорту та особливостей удобрення. Поліпшення умов азотного живлення найбільше підвищує врожайність і вміст клейковини, при цьому ефективність азотних добрив істотно залежить від особливостей сорту. Вміст клейковини у зерні пшениці спельти сорту Зоря України зростає від 44,2 % у варіанті без добрив до 56,5 % у варіанті фон + N₆₀ S₇₀ + N₆₀, а в сорту Європа відповідно від 40,7 до 50,1 %. Кулінарна оцінка хліба у сорту Європа дуже висока – 8,4 бала, а Зоря України – 8,0 бала і майже не змінюється від фону удобрення, на якому вирощувалася пшениця спельта.

Література

1. Габибов М. А. Последствие минеральных удобрений при выращивании озимой пшеницы. *Зерновое хозяйство*. 2001. №1. С.11–13.
2. Господаренко Г. М. Агрохімія. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА».

2015. 376 с.

3. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Нікітіна О. В. Вплив тривалого застосування добрив на вміст легкорозчинних сполук калію в чорноземі опідзоленому. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. 2015. № 1. С. 5–13.

4. Джон Харапьяк. Озимой пшенице необходим дополнительный азот. *Зерно*. 2007. №1. С.65–67.

5. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії. Вінниця: ПП ТД «Едельвейс і К». 2014. 332 с.

6. Иванова Т. И., Кожемякова Р. Н. Влияние погодных условий и удобрений на содержание белка в зерне озимой пшеницы и его аминокислотный состав в условиях нечерноземной зоны. *Агрехимия*. 1985. № 2. С. 37–46.

7. Карманенко Н. М., Бухарева Н. С. Влияние осеннего и ранневесеннего внесения азотных удобрений на динамику использования азота озимой пшеницей. *Агрехимия*. 1991. №9. С.11–20.

8. Кириченко Ф. Г., Абакуменко А. В., Литвиненко Н. А. Урожай озимой мягкой пшеницы в зависимости от высоты растений. *Вестник ВАСХНИЛ*. 1982. № 6. С. 3–6.

9. Літвінова О. А. Вплив тривалого застосування добрив на калійний режим сірого лісового ґрунту. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. К. 2003. Вип.4. С.26–30.

10. Любич В. В. Вплив абіотичних та біотичних чинників на продуктивність сортів і ліній пшениці спельти. *Вісник Полтавської ДАА*. №3. 2017. С. 18–24.

11. Любич В. В. Продуктивність сортів і ліній пшениць залежно від абіотичних і біотичних чинників. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 95. С. 146–161.

12. Любич В. В. Хлібопекарські властивості зерна сортів пшениці озимої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив. *Вісник Дніпропетровського ДАЕУ*. №2. 2017. С. 35–41.

13. Носко Б.С., Медведев В.В., Непочатов О.П., Скороход В.І. Роль добрив у підвищенні ефективності землеробства у посушливих умовах. *Вісник аграрної науки*. 2000. №5. С. 11–15.

14. Смирнова Л. Г. Влияние удобрений на урожайность озимой пшеницы на выщелоченном эродированном черноземе. *Зерновое хозяйство*. 2006. №4. С. 23–24.

15. Спосіб лабораторного випікання хліба із пшеничного борошна зі спельти: пат. 109225 Україна МПК МПК А21D 8/00 / Господаренко Г. М., Осокіна Н. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Петренко В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. – № и 2015 11532; заявл. 23.11.2015; чинний з 10.08.2016, Бюл. № 15.

16. Спосіб оцінки якості хліба зі спельти: пат. 110269 Україна

МПК А21D 8/00 / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. – № и 2015 12030; заявл. 04.12.2015; чинний з 10.10.2016, Бюл. № 19.

17. Стародубцев В. Н., Срепанова Л. П., Коренькова Е. А. Сортовая вариабельность, продуктивный адаптивный потенциал и качество урожая сортов озимой пшеницы. *Земледелие*. 2011. № 6. С. 22–23.

18. Gyuga P., Demagante A. L., Paulsen G. M. Photosynthesis and grain growth of wheat under extreme nitrogen nutrition regimes during maturation. *J. Plant Nutr.* 2002. № 6. P. 1281–1290.

References:

1. Gabibov, M. A. (2011). The Aftereffect of Mineral Fertilizers in the Growth of Winter Wheat. *Grain Farming*, 2001, no. 1. pp. 11–13 (in Russian).

2. Hospodarenko, G. M. (2015). *Agrochemistry*. Kyiv: SIC UKRAINE LLC, 2015, 376 p. (in Ukrainian).

3. Hospodarenko, G. M., Prokopchuk, I. V., Nikitina, O. V. (2015). Influence of prolonged use of fertilizers on the content of readily soluble potassium compounds in podzolenium chernozem. *Collected Works of Vinnitsa National Agrarian University*. 2015. no. 1. pp. 5–13 (in Ukrainian).

4. John Harapyak (2007). Additional nitrogen is needed for winter wheat. *Grain*, 2007, no. 1, pp. 65–67 (in Russian).

5. Eshchenko, V.O., Kopytko, P.H., Opryshko, V.P. et al. (2005). *Basic scientific research in agronomy*. Kyiv: Diya, 2005, 286 p. (in Ukrainian).

6. Ivanova, T.I., Kozhemyakova, R.N. (1985). Influence of weather conditions and fertilizers on protein content in winter wheat grains and its amino acid composition in the non-chernozem zone. *Agrochemistry*, 1985, no. 2, pp. 37–46 (in Russian).

7. Karmanenko, N. M., Bukhareva, N. S. (1991). Effect of autumn and early-summer nitrogen fertilizer application on the dynamics of nitrogen use by winter wheat. *Agrochemistry*, 1991, no. 9, pp. 11–20 (in Russian).

8. Kirichenko, F. G., Abakumenko, AV, Litvinenko, N. A. (1982). Harvesting of winter soft wheat, depending on the height of plants. *Vestnik VASKHNIL*, 1982, no. 6, pp. 3–6 (in Russian).

9. Litvinova, O. A. (2003) The influence of long-term application of fertilizers on the potassium mode of gray forest soils. *Collected Works of the Institute of Agriculture of UAAS*, 2003, no. 4, pp. 26–30 (in Ukrainian).

10. Liubych, V. V. (2017). The influence of abiotic and biotic factors on the productivity of varieties and spelled wheat lines. *Bulletin of Poltava SAA*, 2017, no. 3, pp. 18–24 (in Ukrainian).

11. Liubych, V. V. (2017). Productivity of varieties and lines of wheat depending on abiotic and biotic factors. *Ukrainian Black Sea region agrarian science*, 2017, no. 95, pp. 146–161 (in Ukrainian).

12. Liubych, V. V. (2017). Bread properties of grain of wheat varieties of winter depending on types, norms and terms of nitrogen fertilizer application.

Bulletin of Dnipropetrovs'k State Technical University, 2017, no. 2, pp. 35–41 (in Ukrainian).

13. Nosko, B. S., Medvedev, V. V., Nepochatov, O. P., Skorohod, V. I. (2000). The role of fertilizers in improving the efficiency of agriculture in arid conditions. *News of agrarian sciences*, 2000, no. 5, pp. 11–15 (in Russian).

14. Smirnova, L. G. (2006). Influence of fertilizers on yield of winter wheat on leached eroded chernozem. *Grain economy*, 2006, no. 4, pp. 23–24 (in Russian).

15. Method of laboratory baking of wheat flour from spelled: pat. 109225 Ukraine MPC IPC A21D 8/00. Hospodarenko, H. M., Osokina, N. M., Liubych, V. V., Polyanetska, I. A., Petrenko, V. V., Vozian, V. V., 2016, Byul. no. 15 (in Ukrainian).

16. Method of evaluation of bread quality with spelled: pat. 110269 Ukraine MPK A21D 8/00. Hospodarenko, H. M., N. M., Liubych, V. V., Polyanetska, I. A., Vozian, V. V., 2016, Byul. no. 19 (in Ukrainian).

17. Starodubtsev, V. N., Srepanova, L. P., Korenkova, E. A. (2011). Variety, productive adaptive potential and quality of the harvest of winter wheat varieties. *Agriculture*, 2011, no. 6, pp. 22–23 (in Russian).

18. Gyuga, P., Demagante, A. L., Paulsen, G. M. (2002). Photosynthesis and grain growth of wheat under extreme nitrogen nutrition regimes during maturation. *J. Plant Nutr.*, 2002, no. 6, pp. 1281–1290 (in English).

Аннотация

Любич В. В., Коцюба С. П., Евчук Я. В.

Продуктивность пшеницы спельты в зависимости от видов удобрений, их сочетания и сроков применения азотных удобрений

В среднем за три года исследований урожайность зерна пшеницы спельты сорта Заря Украины на неудобренных участках составляла 4,55 т/га. Одноразовая подкормка азотными удобрениями дозой 120 кг/га д. в. увеличивало ее до 5,28 т/га или на 16 %. Дробное внесение азотных удобрений ($N_{60} + N_{60}$) на фоне фосфорных и калийных удобрений повышало урожайность зерна до 5,34 т/га или на 17 %, а в варианте фон + $N_{60} S_{35} + N_{60}$ – до 5,44 т/га или на 20 % по сравнению с контролем.

Парные комбинации фосфорных и азотных или калийных и азотных удобрений обеспечивали увеличение урожайности до 5,14–5,20 т/га, что меньше на 0,08–0,14 пункта по сравнению с полным минеральным удобрением ($P_{60}K_{60} + N_{120}$).

Урожайность зерна пшеницы спельты сорта Европа была существенно меньше по сравнению с сортом Заря Украины. Однако реакция растений этого сорта на применение азотных удобрений была больше. Так, в среднем за три года исследований она увеличивалась с 3,27 до 4,95 т/га на варианте фон + $N_{60} S_{35} + N_{60}$ или на 1,68 т/га по сравнению с вариантом без удобрений, а в сорта Заря Украины – на 0,89 т/га.

Урожайность зависела от погодных условий вегетационного периода. Погодные условия 2014 и 2015 гг. были благоприятными по сравнению с 2013 г., однако растения пшеницы спельты сорта Заря Украины полегли в 2014 и 2015 гг., а сорта Европа – в 2014 г., поэтому урожайность зерна сорта Заря Украина была самой большой в 2013 г., а сорта Европа – в 2015 г.

На содержание клейковины в зерне пшеницы спельты сорта Заря Украины наибольшее всего влияло применение азотных удобрений. Так, в среднем за три года исследований на неудобренных участках содержание клейковины составляло 44,2 %.

Однако применение фосфорных и азотных, калийных и азотных или полного минерального удобрения повышало этот показатель на 8,9–10,3 пунктов по сравнению с участками без удобрений. Дробное внесение азотных удобрений было эффективнее по сравнению с одноразовой подкормкой. Установлена высокая эффективность проведения первой подкормки сульфатом аммония, поскольку содержание клейковины был наибольшим – 56,5 % или больше на 0,7 пункта по сравнению с аммиачной селитрой.

Содержание клейковины в зерне пшеницы спельты сорта Европа был существенно меньшим по сравнению с сортом Заря Украины. В среднем за три года исследований оно увеличивалось от 40,7 до 49,0 % при однократном применении азотных удобрений в подкормку однократно в дозе 120 кг/га д. в., а в варианте фон + $N_{60} S_{35} + N_{60}$ – до 50,1 %.

В среднем за три года исследований объем хлеба из зерна пшеницы спельты, выращенного при улучшенном азотном питании уменьшался – с 470 см³ на контроле до 454–459 см³ при однократной подкормке азотными удобрениями дозой 120 кг/га д. в. и до 447–449 см³ при дробном их применении.

Установлено, что качество хлеба больше зависела от особенностей сорта пшеницы спельты, чем от особенностей ее удобрения. Так, цвет корки хлеба из муки пшеницы спельты сорта Заря Украине был темно-золотистым, глянец занимал всю поверхность хлеба, мякиши очень мягкий, аромат и вкус сильно выражен, поры были размещены равномерно, консистенция очень нежная, что соответствовало 9 баллам. Кулинарная оценка хлеба обоих сортов пшеницы спельты не менялась в зависимости от погодных условий выращивания, поскольку содержание белка и клейковины было высоким.

Ключевые слова: пшеница спельта, урожайность, клейковина, качество хлеба, удобрения.

Annotation

Liubych, V. V., Kotsyuba S. P., Yevchuk Y. V.

Productivity of spelt depending on fertilizer types, their combination and terms of nitrogen fertilizers application

On the average over the three research years the yield capacity of spelt grain of Zoria Ukrainy variety on the unfertilized plots was 4.55 t/ha. The single-use fertilization with nitrogen fertilizers at a dose of 120 kg ha increased it to 5.28 t/ha or 16%. The distributed application of nitrogen fertilizers ($N_{60} + N_{60}$) on the ground of phosphoric and potash fertilizers increased the yield of grain to 5.34 t/ha or 17%, while in the variant: ground+ $N_{60} S_{35} + N_{60}$ – to 5.44 t/ha or 20 % compared to control.

The pair combinations of phosphoric and nitrogen and potash and nitrogen fertilizers provided the yield increase up to 5.14-5.20 t/ha or less by 0.08-0.14 points compared to complete mineral fertilizers.

The yield capacity of spelt grain of Europe variety was significantly lower in comparison with the Zoria Ukrainy variety. However, the reaction of plants of this variety to the nitrogen fertilizers application was the most significant. Thus, on the average over the three research years, it increased from 3.27 t/ha to 4.95 t/ha in the variant: ground+ $N_{60} S_{35} + N_{60}$ or by 1.68 t/ha compared to the variant without fertilizers, and in the Zoria Ukrainy variety – by 0.89 t/ha.

The yield capacity varied in different ways depending on the weather conditions during the research years. The weather conditions in 2014 and 2015 were more favorable than in 2013, but the spelt wheat plants of the Zoria Ukrainy variety lodged in 2014 and 2015, and the Europe variety – in 2014. Therefore, the yield capacity of the Zoria Ukrainy variety was the largest in 2013, and the Europe variety – in 2015

The gluten content in the grain of spelt of the Zoria Ukrainy variety was also mostly influenced by the nitrogen fertilizers application. Thus, on the average over the three research years on the unfertilized plots, the gluten content was 44.2%. However, the application of phosphoric and nitrogen, potassium and nitrogen and complete mineral fertilizers increased this

index by 8.9-10.3 points compared to the unfertilized plots. Distributed nitrogen fertilizer application was the most effective compared to the single-use one. The high efficiency of the first nutrition with the ammonium sulfate was established because the gluten content was the largest – 56.5% or 0.7 points more compared to the ammonium nitrate.

The gluten content in the spelt grain of the Europe variety was significantly lower than that of the Zoria Ukrainy variety. On the average over the three research years it increased from 40.7 to 49.0% under the single application of nitrogen fertilizers in a single dose of 120 kg/ha d. r., and in the variant: ground+N₆₀ S₃₅ + N₆₀ - up to 50.1%.

On the average over the three research years, the volume of bread made of spelt wheat grain with the nitrogen supply improvement decreased from 470 cm³ under control to 454-459 cm³ under the single nitrogen fertilizer application at a dose of 120 kg/ha d. r. and up to 447-449 cm³ under their divided application.

In 2015, the volume of bread made of spelt wheat grain was higher compared to 2013 and 2014. The bread volume decreased together with the increase of protein and gluten content, as between these indices a very high correlation relationship was established, namely: $-r = -0,91 - -0,98$. It is obvious that the starch content reduction decreased the amount of carbon dioxide, formed during the dough fermentation and was worse held by its gluten-free carcass, since the gluten deformation index was more than 100 units.

It was established that the bread quality was more dependent on the wheat variety characteristics than on fertilization. So, the color of the bread crust made of spelt flour of the Zoria Ukrainy variety was dark-golden, the gloss occupied the whole surface of the bread, the soft part of bread was very soft, the aroma and taste were very pronounced, the pores were evenly distributed, the texture was very fine, which corresponded to 9 points. The culinary appraisal of bread of both wheat varieties did not change much depending from the weather conditions, as the content of protein and gluten was high.

Key words: spelt, yield capacity, gluten, bread quality, fertilizer.

УДК577.112:664.71–11:631.526.3

DOI 10.31395/2415-8240-2019-94-1-83-100

БІЛКОВО-ПРОТЕЇНАЗНИЙ КОМПЛЕКС ЗЕРНА РІЗНИХ ВИДІВ, СОРТІВ І ЛІНІЙ ПШЕНИЦЬ

**В. В. Любич, доктор сільськогосподарських наук
Уманський національний університет садівництва**

Проаналізовано білково-протеїназний комплекс зерна різних видів (м'яка, щільноколоса, ефіопська), сортів і ліній пшениць. Визначено вміст білка, протеїну, клейковини і її гідратаційну здатність, ізоелектричну точку білка, його фракційний склад залежно від погодних умов і сорту. Вміст білка залежить від погодних умов у період досягання зернівок: оптимальна температура повітря та дефіцит вологи у ґрунті збільшує його вміст на 0,6–1,5 пункти. Крім цього, він залежить від ураження рослин збудниками листових хвороб.

Ключові слова: білково-протеїназний комплекс, пшениця м'яка, пшениця щільноколоса, пшениця ефіопська, сорт.