

УДК 631.816.11:633.11

## ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА ДОВГОТРИВАЛОГО ВИКОРИСТАННЯ ДОБРИВ

**Кривенко А.І.** – к. с-г. н.,

доцент, заступник директора з наукової роботи,

Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція

Національної академії аграрних наук України

**Бурикiна С.І.** – к. с-г. н.,

Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція

Національної академії аграрних наук України

У статті відображені результати досліджень впливу довготривалого використання добрив на чорноземі південному в польовій сівозміні в умовах Причорноморського степу України на урожайність, біохімічні та фізичні показники якості зерна м'якої пшениці озимої, попередниками якої в перших чотирьох ротаціях були чорний пар, горох, кукурудза МВС, у п'ятій та шостій – чорний пар, пар сидеральний, ріпак озимий, пшениця озима.

Добрива та попередники є найважливішими елементами технології вирощування пшениці озимої, на ефективність яких впливають погодні умови конкретних ґрунтово-кліматичних зон. Результати, отримані в тривалих стаціонарних дослідях, забезпечують найбільш об'єктивну інформацію із цих питань. Мета – встановити вплив тривалого застосування різних систем удобрення на врожайність і якість зерна пшениці озимої.

Польовий дослід закладено в 1972 році на чорноземах південних відповідно до методик дослідної справи. Вивчалися 17 систем удобрення, які протягом чотирьох ротацій включали нульовий варіант, органічний, мінеральний та органо-мінеральний із різним співвідношенням поживних речовин. Гній вносився двічі за ротацію (під чорний пар та кукурудзу МВС). З п'ятої ротації в сівозміні введено сидеральний пар. Вивчали послідовно зростаючі дози мінерального азоту в складі повного мінерального добрива: з першої по третю ротації –  $N_{60}, N_{90}, N_{120}$  на тлі  $P_{40}K_{40}$  та  $P_{60}K_{60}$  у четвертій ротації –  $N_{30}, N_{45}, N_{60}$  на тлі  $P_{20}K_{20}$  та  $P_{30}K_{30}$  в останніх двох –  $N_{60}, N_{120}, N_{180}$  що вносились як у чистому вигляді, так і в складі повного мінерального добрива (на тлі  $P_{30}K_{30}$  та  $P_{60}K_{60}$ ).

Агротехніка в досліді, окрім факторів, що вивчаються, загальноприйнята для умов півдня України.

Встановлено, що прирости урожаю за вирощування пшениці озимої по чорному пару протягом перших 34 років були на рівні 12,7%, наступних 11 років – 32,9%, з погіршенням якості попередника абсолютні величини урожайності зменшуються щодо чорного пару, проте прирости щодо нульового варіанта зростають у ряду «сидеральний пар → горох → кукурудза МВС → стерновий попередник» від 34,2% до 71,9%.

Мінеральні добрива поліпшують масу 1 000 зерен, натуру зерна та скловидність на 7,2%, 8,8% та 7,9% при ГТК >1 і незалежно від погодних умов, підвищують вміст білка в зерні та клейковини, однак при цьому немає однозначного впливу на якість клейковини зерна пшениці озимої.

Кореляційний аналіз масиву багаторічних даних виявив залежності на рівні високих між урожайністю й масою 1 000 зерен ( $r=0,81$ ), між урожайністю та вмістом білка й клейковини ( $r=0,66-0,68$ ) та білка й клейковини між собою (парний коефіцієнт кореляції дорівнював 0,88, детермінації – 0,79).

Таким чином, на високому рівні родючості чорнозему південного за вмістом доступних форм фосфору та калію економічно вигідними є норми внесення  $N_{60}$  та  $N_{90}P_{30}K_{30}$ , які лише за рахунок приростів урожайності дають додатково 1350–1800 грн/га. Окупність 1 кг азоту приростом зерна за дози внесення  $N_{60}$  складає 14,3 кг/кг, при  $N_{120}$  – 14,0 кг/кг та  $N_{180}$  – 10,7 кг/кг; агрономічна ефективність практично однакова за внесення одного азоту в чистому вигляді та на тлі  $P_{30}K_{30}$ , а на тлі  $P_{60}K_{60}$  вища на 71,4%, 14,3 та 8,8%. Мінеральна та органо-мінеральна системи удобрення за довготривалого використання забезпечують вміст білка й клейковини в зерні, що відповідає вимогам 2 класу. У середньому за 2007–2017 роки досліджень мінеральні добрива сприяли підвищенню білковості зерна на 1,11–3,25 абсолютних відсотка за НСР=0,67, а вмісту клейковини – на 3,0–10,5% за НСР=2,2; спостерігається достовірне поліпшення показника скловидності за максимальних доз азоту  $N_{180}$ ;  $N_{180}P_{30}K_{30}$  та  $N_{180}P_{60}K_{60}$  на 11,3%, 14,1% та 11,1% за НСР=10,0.

**Ключові слова:** попередник, погода, урожай, якість, окупність.

### **Кривенко А.И., Бурькина С.И. Продуктивность и качество пшеницы озимой при длительном использовании удобрений**

В статье отражены результаты исследований влияния длительного использования удобрений на черноземе южном в полевом севообороте в условиях Причерноморской степи Украины на урожайность, биохимические и физические показатели качества зерна мягкой пшеницы озимой, предшественниками которой в первых четырех ротациях были черный пар, горох, кукуруза МВС, в пятой и шестой – черный пар, пар сидеральный, рапс озимый, пшеница озимая.

Удобрения и предшественники – наиболее важные элементы технологии выращивания пшеницы озимой, на эффективность которых влияют погодные условия конкретных почвенно-климатических зон. Результаты, полученные в длительных стационарных опытах, обеспечивают наиболее объективную информацию по данным вопросам. Цель – установить влияние длительного применения различных систем удобрений на урожайность и качество зерна пшеницы озимой.

Полевой опыт заложен в 1972 году на черноземах южных в соответствии с методикой опытного дела. Изучались 17 систем удобрений, которые в течение четырех ротаций включали нулевой вариант, органический, минеральный и органо-минеральный с разным соотношением питательных элементов. Навоз вносился дважды за ротацию (под черный пар и кукурузу МВС). С пятой ротации в севооборот введен сидеральный пар.

Изучали последовательно возрастающие дозы минерального азота в составе полного минерального удобрения: с первой по третью ротации –  $N_{60}^{60}$ ,  $N_{90}^{90}$ ,  $N_{120}^{120}$  на фоне  $P_{40}K_{40}$  и  $P_{60}K_{60}$ , в четвертой ротации –  $N_{30}$ ,  $N_{45}$ ,  $N_{60}$  на фоне  $P_{20}K_{20}$  и  $P_{30}K_{30}$  в последних двух –  $N_{60}^{60}$ ,  $N_{120}^{120}$ ,  $N_{180}^{180}$ , которые вносили как в чистом виде, так и в составе полного минерального удобрения (на фоне  $P_{30}K_{30}$  и  $P_{60}K_{60}$ ).

Агротехника в опыте, кроме изучаемых факторов, общепринятая для условий юга Украины.

Определено, что приросты урожая при выращивании пшеницы озимой по черному пару в течение первых 34 лет были на уровне 12,7%, последующих 11 лет – 32,9%, с ухудшением качества предшественника абсолютные величины урожая уменьшаются по отношению к черному пару, но приросты в сравнении с нулевым вариантом растут в ряду «сидеральный пар → горох → кукуруза МВС → стерновой предшественник» от 34,2% до 71,9%.

Минеральные удобрения улучшают массу 1 000 зерен, натуру зерна и стекловидность на 7,2%, 8,8% и 7,9% при ГТК > 1 и независимо от погодных условий, повышают содержание белка и клейковины в зерне, но при этом их влияние на качество клейковины неоднозначно.

Корреляционный анализ массива многолетних данных обнаружил зависимость на уровне высокой: урожайность – масса 1 000 зерен ( $r=0,81$ ), урожайность – содержание белка и клейковины ( $r=0,66-0,68$ ), концентрация белка – содержание клейковины ( $r=0,88$ ; детерминация – 0,79).

Таким образом, на высоком уровне плодородия чернозема южного по содержанию доступных форм фосфора и калия экономично выгодным является внесение  $N_{60}$  и  $N_{60}P_{30}K_{30}$ , которые только за счет прибавки урожая дают дополнительно 1350–1800 зрн/га. Окупаемость 1 кг азота приростом зерна при дозе внесения  $N_{60}$  составляет 14,3 кг/кг, при  $N_{120}$  – 14,0 кг/кг и  $N_{180}$  – 10,7 кг/кг; агрономическая эффективность практически одинаковая при внесении только азота в чистом виде и на фоне  $P_{30}K_{30}$ , а на фоне  $P_{60}K_{60}$  выше на 71,4%, 14,3 и 8,8%. Минеральная и органо-минеральная системы удобрений при длительном использовании обеспечивают содержание белка и клейковины в зерне, отвечающее требованиям 2 класса. В среднем за 2007–2017 годы исследований минеральные удобрения способствовали повышению белковости зерна на 1,11–3,25 абсолютных процента при НСР=0,67, а содержанию клейковины – на 3,0–10,5% при НСР=2,2; наблюдается достоверное улучшение показателя стекловидности при максимальных дозах азота  $N_{180}^{180}$ ;  $N_{180}^{180}P_{30}K_{30}$  и  $N_{180}^{180}P_{60}K_{60}$  на 11,3%, 14,1% и 11,1% при НСР=10,0.

**Ключевые слова:** предшественник, погода, урожай, качество, окупаемость.

### **Kryvenko A.I., Burykina S.I. Productivity and quality of winter wheat for long-term use of fertilizers**

The article presents the results of studies of the effects of prolonged use of fertilizers on southern black soil in field crop rotation in conditions of the black sea steppes of Ukraine on yield, biochemical and physical indicators of grain quality of soft winter wheat, predecessors of which the first four rotations were fallow, peas, corn MVD, in five and the sixth – fallow, green manure couples, winter rape, winter wheat.

Fertilizers and predecessors are the most important elements of technology of cultivation of winter wheat, the effectiveness of which is affected by weather conditions specific soil and climatic zones. The results obtained in long-term stationary experiments, provide the most obstinate information on these issues. Purpose – establish the influence of continuous application of different fertilization systems on yield and grain quality of winter wheat.

Field experience founded in 1972, on the southern chernozems in accordance with the techniques of experimental work. Studied 17 systems of fertilizers during the four rotations included a zero option, organic, mineral and organo-mineral with different ratio of nutrients. The manure was applied twice in the rotation under fallow and maize of the Ministry of interior; with the 5th turnover in the rotation introduced siderale pairs.

Studied sequentially increasing doses of mineral nitrogen in complete fertilizers: the first to the third rotation  $N_{60}$ ,  $N_{90}$ ,  $N_{120}$  in the background  $P_{40}K_{40}$  and  $P_{60}K_{60}$  in the fourth rotation –  $N_{30}$ ,  $N_{45}$ ,  $N_{60}$  amid  $P_{20}K_{20}$  and  $P_{30}K_{30}$  and in the last two –  $N_{60}$ ,  $N_{120}$ ,  $N_{180}$  which was made both in pure form and in the composition of complete fertilizer on the background  $P_{30}K_{30}$  and  $P_{60}K_{60}$ .

Agrotechnics in the experiment, except vecvani factors, common for the conditions of South of Ukraine.

It is established that the gain of a crop when growing winter wheat on the black pair for the first 34 years were at the level of 12,7%, following 11 – 32,9%, with the deterioration of the predecessor absolute value of yield decrease in relation to the black pair; but a growth regarding zero increase in the number of "pairs siderale → peas → corn MIA → stubble predecessor" from 34,2% to 71,9%.

Mineral fertilizers improve the weight of 1 000 grains, nature of grain and hardness of 7,2% to 8,8% and 7,9% at SCC of >1 and regardless of weather conditions, increase the content of protein in grain and gluten, but there is a definite impact on the quality of gluten the grain of winter wheat.

The correlation analysis of an array of long-term data revealed a dependence on the level of high between yield and mass of 1 000 grains ( $r=0,81$ ) between the yield and content of protein and gluten ( $r=0,66-0,68$ ), and protein and gluten among themselves (pair correlation coefficient of 0,88; determination – of 0,79).

So, at a high level of fertility of southern black soil the content of available forms of phosphorus and potassium are economically advantageous rates of application and  $N_{60}$  and  $N_{60}P_{30}K_{30}$  that only at the expense of yield gains provide additional 1350–1800 UAH/ha. Return 1 kg of nitrogen to the growth of grain at the application dose of  $N_{60}$  is 14,3 kg/kg,  $N_{120}$  – 14,0 kg/kg and  $N_{180}$  – 10,7 kg/kg; agronomic efficiency is almost the same for introducing one nitrogen in pure form and in the background  $P_{30}K_{30}$  and in the background  $P_{60}K_{60}$  above 71,4%, 14,3 8,8%. Mineral and organic-mineral fertilizer system with long-term use to provide the protein and gluten contents in grain that meets the requirements of class 2. The average for 2007–2017 years of research of mineral fertilizer increased the grain belkovoї by 1,11 to 3,25% absolute at SNR=0,67, and the content of gluten – 3,0 to 10,5% at SNR=2,2; observed a significant improvement in the rate of glassiness at the maximum dose of nitrogen  $N_{180}$ ;  $N_{180}P_{30}K_{30}$  and  $N_{180}P_{60}K_{60}$  11,3% to 14,1% and 11,1% at SNR=10,0.

**Key words:** predecessor, weather, yield, quality, profitability.

**Постановка проблеми.** Озима пшениця займає великі посівні площі в Україні – 5,5–6,7 млн га, з них у степовій зоні висівається 48,8% [1, с. 308, 313, 315]. За валових зборів зерна до 30 млн т фуражне зерно (шостий клас якості, вміст білка менше 10,5%) стабільно складає третину. За прогнозами спеціалістів, Україна може збільшити валове виробництво зерна до 80–90 млн т і стати основним його експортером [2, с. 121]. Для цього необхідно підвищити урожайність та поліпшити якість, оскільки продовольча цінність зерна озимої пшениці на ринку України визначається насамперед вмістом білка, кількістю та якістю клейковини, а на світовому ринку ціна прямо пропорційна концентрації білка. Вирішення проблеми лежить у сфері управління процесами формування продуктивності та якості продукції агротехнічними прийомами. Результати, отримані в тривалих стаціонарних дослідках, забезпечують найбільш об'єктивну інформацію із цих питань.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Відомо, що межі мінливості господарсько важливих показників визначаються генотипом сорту, технологією та природно-кліматичними умовами регіону вирощування. Серед технологічних чинників великий вплив мають попередники та добрива. Дослідженнями Г.М. Господаренко та О.Д. Черно в умовах Правобережного лісоstepу встановлено, що за мінеральної системи удобрення можна підвищити урожайність пшениці озимої на 31–71%, органічної – на 26–60%, органо-мінеральної – на 35–73%. За даними вчених, найвищі показники якості забезпечує внесення на 1 га сівозмінної площі  $N_{135}P_{135}K_{135}$  – 14,2–14,4% білка та 28,2–28,6% клейковини першої групи якості

[3, с. 14]. Досліди, проведені в цих же ґрунтово-кліматичних умовах, проте на кукурудзі, показали недоцільність збільшення норм мінеральних добрив вище за  $N_{90} P_{90} K_{90}$  [4, с. 63].

На чорноземах південно-західної частини ЦЧР оптимальні показники продуктивності пшениці озимої отримали за систематичного основного внесення  $N_{60-90} P_{60-90} K_{60-90}$ , що забезпечило прирости на рівні 1,13–1,45 т/га; при цьому спостерігалася тенденція до поліпшення технологічних показників якості зерна на тлі органічних і мінеральних добрив [5, с. 186]. У дослідях на дерново-підзолистих середньосуглинкових ґрунтах встановлена залежність якості зерна жита озимого від доз азотних добрив і погодних умов: з підвищенням дози азоту до  $N_{160}$  вміст білка зростає в 1,4 раза, а в роки з підвищеною вологістю в липні зростає активність ферменту амілази, що значно погіршувало хлібопекарські якості зерна [6, с. 25].

Для богарних умов Причорноморського степу практично відсутні дані з впливу довготривалого використання мінеральних та органічних добрив на продуктивність і параметри якості пшениці озимої.

**Постановка завдання.** Мета статті – встановити вплив тривалого застосування різних систем удобрення на врожайність та якість зерна пшениці озимої.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Результати досліджень отримані на базі довготривалого стаціонарного польового досліду, який закладався в 1971 році на чорноземі південному малогумусному важкосуглинковому на лесовій породі з вмістом у шарі 0–20 та 20–40 см гумусу 2,99–2,67%, рухомого фосфору та обмінного калію (за Чириковим) – 10,7–9,2 і 16,9–14,0 мг/100 г ґрунту,  $pH_{\text{сольове}}$  – 6,7–6,5 відповідно.

Посівна площа ділянки становить 240 м<sup>2</sup>, облікова – 100 м<sup>2</sup>; повторність у досліді триразова із систематичним розміщенням повторень і варіантів; повторність у часі – чотириразова з послідовним входженням за одним полем у сівозміну. У перших чотирьох ротаціях озима пшениця вирощувалася за попередниками чорний пар, горох, кукурудза МВС, у п'ятій і шостій – чорний пар, пар сидеральний, ріпак озимий, пшениця озима.

У досліді вивчалися 17 систем удобрення, які протягом чотирьох ротацій включали нульовий варіант, органічний, мінеральний та органо-мінеральний із різним співвідношенням поживних речовин. Гній вносився двічі за ротацію (під чорний пар та кукурудзу МВС). З п'ятої ротації в сівозміну введено сидеральний пар. Як сидеральну культуру використовували вику озиму сорту Приморка, зелена маса якої зароблялась у ґрунт у фазі цвітіння, як правило, у другій декаді травня.

Вивчали послідовно зростаючі дози мінерального азоту в складі повного мінерального добрива: з першої по третю ротації –  $N_{60}, N_{90}, N_{120}$  на тлі  $P_{40} K_{40}$  та  $P_{60} K_{60}$ , у четвертій ротації –  $N_{30}, N_{45}, N_{60}$  на тлі  $P_{20} K_{20}$  та  $P_{30} K_{30}$ , в останніх двох –  $N_{60}, N_{120}, N_{180}$ , що вносились як у чистому вигляді, так і в складі повного мінерального добрива (на тлі  $P_{30} K_{30}$  та  $P_{60} K_{60}$ ).

Мінеральні добрива у вигляді аміачної селітри, суперфосфату гранульованого та калійної солі вносили під основний обробіток. Обробіток ґрунту – різноглибинний, загальноприйнятий для богарних умов південного степу Одеської області. Збирання врожаю проводили комбайном «Samro-500» із відбором зразків зерна для аналізу.

У перших чотирьох ротаціях висівали сорти пшениці озимої: по чорному пару – Кавказ, Ерітроспермум 127, Альбатрос одеський, Українка одеська; по гороху – Ерітроспермум 127, Альбатрос одеський, Одеська 267; по кукурудзі МВС – Одеська 51, Фантазія, Одеська 267. У наступних двох ротаціях висівали сорт Кнопа за всіма попередниками.

Відбір дослідних зразків зерна та визначення показників якості виконували за стандартними методиками: кількість і якість клейковини – за ГОСТ 13586.1-68 [7],



вміст білка – методом інфрачервоної спектроскопії на приборі Спектран-119М (ДСТУ 4117:2007 [8]), масу 1 000 насінин – за ДСТУ 4138-2002 [9], натуру зерна – за ГОСТ 10840-64 [10], вміст вологи – термо-гравіметричним методом (ГОСТ 13586.5-93 [11]).

Статистична обробка отриманих результатів виконувалася з використанням пакету прикладних програм Excel та Statistika, методами дисперсійного, кореляційного й регресійного аналізів [12].

Таблиця 1

**Відносні частоти кількості опадів весняного періоду  
для озимої пшениці за ротаціями та попередниками**

Попередник	Інтервали кількості опадів, мм						
	30–55	55–75	76–100	100–120	121–145	145–170	>170
	Відносні частоти, %						
1973–2006 роки, ротації 1–4							
Чорний пар	11,3	3,0	22,6	15,1	37,7	0	9,5
Горох	4,8	6,3	14,3	6,3	15,9	19,1	33,3
Кукурудза МВС	3,0	6,1	9,1	0	30,3	27,3	21,2
2007–2017 роки, ротації п'ята та шоста							
Чорний пар	0	25,0	25,0	12,5	25,0	0	12,5
Сидеральний пар	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	0	0
Ріпак озимий	0	40,0	20,0	0	40,0	0	0
Пшениця озима	50,0	0	0	25,0	25,0	0	0

Варто зауважити, що перебіг озимої пшениці в часі й просторі за схемою сівозмін стаціонарного дослідження супроводжувався різним співвідношенням між посушливими та вологими роками за кожним із попередників. Як видно з даних таблиці 1, на посіви пшениці по попередникам горох і кукурудза МВС частіше, ніж по чорному пару, припадали весни з високим рівнем опадів у перших чотирьох ротаціях польової сівозміни, у наступні найгірші погодні умови навесні спостерігалися в роки, коли озима пшениця йшла після стерньового попередника, і в цей період були відсутні весни з високою вологозабезпеченістю. Загалом із 36 років спостережень 1–4 ротацій упродовж 14 років кількість весняних опадів перевищувала середньобогаторічний значення, проте протягом 19 років не досягала їх. У 2007–2017 роки лише три роки мали вологозабезпеченість весняного періоду на 20,5–41,9% нижче за середньобогаторічний показник, а в інші роки вона була на рівні або значно перевищувала його.

Проведений нами аналіз погодних умов показав, що за 1971–2006 роки середньорічна середньодобова температура зросла на 0,34°C, а в 2006–2017 роки – на 1,29°C, що підтверджує факт підвищення температур повітря не тільки в глобальному плані, а й на регіональному рівні. Аналогічну тенденцію щодо температурного режиму за 1971–2014 роки зазначають дослідники Херсонщини [13, с. 115], Поволжя [14, с. 4], де в 1979–2009 роки середньодобова температура повітря збільшилась на 1,2–1,3°C, США [15, с. 367] та багатьох інших країн і регіонів.

На тлі підвищення температур повітря ми спостерігаємо з 2006 року збільшення кількості опадів за сільськогосподарський рік, однак при цьому розподіл їх по

вегетації озимих культур є дуже несприятливим. Так, відсутність у більшості випадків продуктивних опадів у період посів – сходи, зливовий характер опадів у третій декаді травня та в червні також не свідчить про їх продуктивну дію, навпаки, негативно впливає на продуктивність і якість зерна – викликає полягання посівів, оскільки супроводжується сильними вітрами, і приводить до проростання насіння та втрати ним скловидності. Такі явища спостерігалися, наприклад, у 2010, 2011, 2013 роках, коли опади за сільськогосподарський рік перевищували середньобагаторічний показник на 47,9%, 27,2% та 45,9% відповідно, при цьому опади у вигляді зливи наприкінці травня 2010 року становили 61,8%, у травні 2011 року – 93,0%, у червні 2011 року – 70,2%, у червні 2013 року – 37,1%. 2012 сільськогосподарський рік був дуже посушливим (середнє значення ГТК теплої періоду посів – сходи дорівнювало 0,48 та 0,56 весни, зокрема червня – 0,38), а між тим за наявності 74,4 мм травневих опадів 93% випали в один день у вигляді зливи.

Коефіцієнт варіації опадів за сільськогосподарський рік склав 24,4%, осінніх опадів – 51,5, зимових – 73,5; від часу відновлення вегетації до кущення – 72,5; весняних – 40,8; від початку наливу до технічної стиглості – 39,8. Максимальна варіабельність середньодобових температур повітря (45,1%) спостерігалася в період від відновлення вегетації до кущення, а в інші коливалася в інтервалі 10,7...16,8%. Кореляційно-регресійний аналіз погодних умов досліджуваного періоду показав, що ефективність органо-мінеральної системи удобрення на 51,2% та мінеральної на 63,2% зумовлена гідротермічними умовами вегетації, причому ефективність мінерального азоту на 79,2% детермінують весняні опади, а фосфору та калію – високий температурний режим навесні (на 77,4 та 67,7% відповідно).

Аналіз даних за весь період дослідження підтвердив високу ефективність використання систем удобрення на посівах пшениці озимої: прирости урожаю проти неудобреного варіанта коливалися в широких межах від 20,6% до 1,21–1,55 раза та залежали від погодних умов вегетаційного періоду, попередника й дози внесення добрив.

Таблиця 2

**Урожайність пшениці озимої за попередниками (середнє за 1973–2017 роки)**

Попередник	Роки	т/га		± до контролю	
		без добрив	середнє за варіантами добрив	т/га	%
пар чорний	1973–2002	4,11	4,63	0,52	12,7
	2007–2017	4,50	5,98	1,48	32,9
пар сидеральний	2011–2017	4,07	5,46	1,39	34,2
горох	1976–2005	3,18	4,21	1,03	32,4
кукурудза МВС	1978–2007	2,26	3,83	1,57	69,5
пшениця озима	2012–2015	2,10	3,61	1,51	71,9

Урожай зерна за попередниками на контрольному варіанті та в середньому за варіантами систем добрив наведені в таблиці 2, з даних якої постає, що прирости урожаю під час вирощування пшениці озимої по чорному пару незалежно від тривалості використання добрив, виду добрив і співвідношення елементів живлення всередині кожної з ротацій сівозміни протягом перших чотирьох ротацій були на рівні 12,7%, наступних двох – 32,9%, з погіршенням якості попередника абсолютні величини урожайності зменшувались щодо чорного пару, проте прирости урожаю щодо нульового варіанта зростали в ряду «сидеральний пар → горох → кукурудза МВС → стерньовий попередник» від 34,2% до 71,9%.

Варто вказати на збереження закономірностей у зростанні урожаїв зерна пшениці і за внесення одинарних доз добрив, і за різних співвідношень основних елементів живлення, причому закономірності дії добрив зберігалися впродовж усіх ротацій. Тому ми робимо аналіз не за всіма варіантами удобрення, а об'єднуємо дію добрив у перших чотирьох ротаціях за видами систем удобрення: нульова (К), органічна (О), мінеральна (М) та органо-мінеральна (ОМ). Середньозважені норми внесення добрив за системами удобрення та ротаціями польової сівозміни були такими:

– перша ротація: органічна – 67,5 т/га; мінеральна –  $N_{90}P_{60}K_{60}$ ; органо-мінеральна –  $67,5+N_{90}P_{60}K_{60}$ ;

– друга та третя ротації: 50,0 т/га;  $N_{84}P_{52}K_{52}$  та  $50,0+N_{84}P_{52}K_{52}$ ;

– четверта ротація: 35,0 т/га;  $N_{45}P_{30}K_{30}$  та в середньому за чотири ротації норма внесення гною – 50,0; мінеральних добрив  $N_{75,8}P_{48,5}K_{48,5}$ .

У 2007–2017 роки виділяємо варіанти внесення різних доз азоту та повного мінерального добрива.

Величина урожаю культури є індикатором стану родючості ґрунтів. Очевидно, що природна родючість чорнозему південного за довготривалого його використання без удобрення погіршується в часі (див. табл. 3). Рівень урожайності пшениці на контрольному варіанті має тенденцію до зниження за всіма попередниками від першої до четвертої ротації: по чорному пару – від 6,4 до 20,3%, по гороху – 4,5–18,9%, по кукурудзі МВС – на 14,3–20,5%. Неплавний характер спаду продуктивної характеристики ґрунту чорнозему південного щодо пшениці озимої пояснюється різним співвідношенням років з оптимальними та поганими погодними умовами протягом кожної з ротацій (див. табл. 1).

Якщо урожай зерна по чорному пару прийняти за 100%, то під час вирощування по попереднику горох порівняльна ефективність органічної системи складала 79,3%, мінеральної та органо-мінеральної практично не відрізнялися (87,9–88,9%); по кукурудзі МВС ефективність систем удобрення зростала в ряду «О → М → ОМ» від 67,3 до 82,4%.

Ефективність систем мінеральних добрив різної інтенсивності впродовж 2007–2017 років наведено в таблиці 4.

Урожайність пшениці озимої визначалася нормами внесення добрив і метеорологічними умовами. Тіснота й спрямованість кореляції між рівнем урожаю, опадами й температурою мінчалася (іноді кардинально) за періодами вегетації та залежала від попередника: чим гірший попередник, тим сильніший прояв погодних умов. Так, збільшення кількості опадів у березні на тлі зниження середньодобових температур повітря негативно вплинуло на урожайність озимої пшениці: коефіцієнт кореляції коливався від -0,40 по парам до -0,79 по ріпаку озимому. Якщо опади квітня мали позитивний вплив від слабкого до помірного ( $r=0,17-0,54$ ) залежно від попередника, опади травня – від середнього до високого ( $r=0,49-0,84$ ), то опади, які випадають у період дозрівання зерна та збирання урожаю, чинять негативний вплив. Коефіцієнти кореляції урожаю пшениці озимої із сумою опадів від другої декади червня до другої декади липня дорівнювали від -0,74 до -0,82.

Зв'язок ефективності добрив з опадами травня позитивний ( $r=0,56$ ), а з температурами – негативний ( $r=-0,49$ ).

Внесення мінерального азоту змінювало врожайність пшениці озимої залежно від його дози та попередника з 3,11 до 6,37 т/га (див. табл. 4). Максимальні урожаї отримані по попередникам чорний пар і пар сидеральний: вони коливалися від 5,29 до 6,75 т/га та від 4,71 до 6,37 т/га відповідно, прирости складали від 17,6% до 50,0% та від 6,4 до 56,7% за варіабельності продуктивності 7,9–22,5% по чорному пару та 5,6–16,7% по пару сидеральному. Під час вирощування пшениці озимої по ріпаку

озимому та стерньовому попереднику варіабельність урожаїв за роками була значно більшою (24,8–34,0 та 43,6–60,0%), однак і надвишки щодо контрольного варіанта також вищі – 38,0–91,7% та 48,1–91,9%. За винятком мінімальної дози мінерального азоту ( $N_{60}$ ) всі інші системи удобрення дали суттєве зростання урожаїв щодо нульового варіанта, проте між системами удобрення різниця в збільшенні урожайності була математично недостовірна, окрім попередника пар сидеральний між внесенням  $N_{60}$  і  $N_{180}$  (1,66 т/га);  $N_{60} P_{30} K_{30} - N_{180} P_{30} K_{30}$  (1,08 т/га);  $N_{60} P_{60} K_{60} - N_{180} P_{60} K_{60}$  (1,17 т/га) при НСР=0,85; у середньому за 2007–2017 роки 1,07–0,90–0,85 т/га при НСР=0,79.

Таблиця 3

**Ефективність довготривалої дії систем удобрення під час вирощування пшениці озимої на чорноземі південному (середнє за 1973–2007 роки)**

Попередник	Ротація	т/га				у % до чорного пару			
		К	О	М	ОМ	К	О	М	ОМ
пар чорний	I	4,59	5,01	5,50	5,55	100	100	100	100
	II	3,66	4,45	4,44	4,63	100	100	100	100
	III	4,12	4,21	4,40	4,31	100	100	100	100
	IV	4,34	5,06	5,15	5,30	100	100	100	100
горох	I	3,34	3,36	5,36	5,42	72,8	67,1	97,4	97,7
	II	3,19	3,82	3,82	3,95	87,2	85,8	86,0	85,3
	III	3,48	4,62	4,37	4,49	84,5	109,7	99,3	104,2
	IV	2,71	3,04	3,58	3,75	62,4	60,1	69,5	70,8
кукурудза МВС	I	2,44	2,99	4,47	4,96	53,2	59,7	81,3	89,4
	II	2,76	3,84	4,45	4,46	75,4	86,3	100,2	96,3
	III	2,09	3,41	2,86	3,67	50,7	81,0	65,0	85,2
	IV	1,94	2,34	3,16	3,21	44,7	46,2	61,4	60,6
пар чорний	середнє	4,11	4,68	4,87	4,95	100	100	100	100
горох		3,18	3,71	4,28	4,40	77,4	79,3	87,9	88,9
кукурудза МВС		2,26	3,15	3,74	4,08	55,0	67,3	76,8	82,4

Таблиця 4

**Урожай зерна пшениці озимої за мінеральними системами добрив, т/га**

Дози внесення мінеральних добрив	Попередник та роки досліджень				Середнє за 2007–2017 роки		
	пар чорний	пар сидеральний	ріпак озимий	пшениця озима	урожай	± до контролю	
	2007–2017	2011–2014	2009–2017	2012–2015	т/га	т/га	%
без добрив	4,50	4,07	2,79	2,10	3,61	0	0
$N_{60}$	5,29	4,71	3,85	3,11	4,47	0,86	23,8
$N_{120}$	5,98	5,53	4,85	3,60	5,25	1,64	45,3
$N_{180}$	6,24	6,37	5,08	3,98	5,54	1,93	53,5
	5,58	4,93	4,19	3,39	4,75	1,14	31,8



$N_{120}P_{30}K_{30}$	6,13	5,55	4,70	3,76	5,29	1,68	46,6
$N_{180}P_{30}K_{30}$	6,56	6,01	4,96	4,03	5,65	2,04	56,7
$N_{60}P_{60}K_{60}$	5,75	5,20	4,69	3,63	5,05	1,44	39,9
$N_{120}P_{60}K_{60}$	6,38	5,78	5,05	3,78	5,53	1,92	53,2
$N_{180}P_{60}K_{60}$	6,75	6,37	5,34	3,98	5,90	2,29	63,6
НСР <sub>05</sub>	1,05	0,85	1,38	1,72	1,47	-	-
К варіації	7,9–22,5	5,6–16,7	24,8–34,0	43,4–60,0	24,3–30,6		
Середня – $N_{120}P_{30}K_{30}$	5,98	5,46	4,71	3,61	5,19	-	-
Чистий прибуток від приросту урожаю, \$/га*	83,8	70,3	149,7	85,4	-		
	39,4–207,2	59,3–156,4	69,5–260,8	0–146,3	-		

\* - в чисельнику – середнє значення, у знаменнику – інтервал коливання

Окупність 1 кг азоту приростом зерна коливалася від 8,2 до 17,7 кг/кг та в середньому за дози внесення  $N_{60}$  дорівнювала 14,3 кг/кг, за  $N_{120}$  – 14,0 кг/кг, за  $N_{180}$  – 10,7 кг/кг, тобто спостерігається закономірне зниження окупності за підвищення дози внесення. Аналогічна закономірність спостерігається за внесення цих норм азоту в складі повного мінерального добрива на тлі як  $P_{30}K_{30}$  (14,0–14,0–11,3), так і  $P_{60}K_{60}$  (24,0–16,0–12,7), причому агрономічна ефективність практично однакова за внесення одного азоту та на тлі  $P_{30}K_{30}$ , а на тлі  $P_{60}K_{60}$  вища на 71,4%, 14,3 та 8,8%.

Розрахунки показали, що під час вирощування пшениці озимої економічно вигідною є доза внесення  $N_{60}$ , прибуток за рахунок зростання урожайності складав 49,2 \$/га. Якщо вносити повне мінеральне добриво, то економічно виправданою нормою є та, що дає приріст не менше 0,77т/га, що також забезпечує мінімальна з представлених систем удобрення –  $N_{60}P_{30}K_{30}$ . Однак варто зауважити, що мінімальні норми мінеральних добрив економічно доцільними стали на високому тлі родючості чорнозему південного, який сформувався на дослідних ділянках до початку п'ятої ротації сівозміни (високий і дуже високий вміст доступних форм основних елементів живлення) у результаті систематичного внесення добрив протягом попередніх 34 років.

Для встановлення закономірностей впливу погодних умов вирощування на якість зерна озимої пшениці весь масив даних було скомпоновано за величиною гідротермічного коефіцієнту Г.Т. Селянинова (ГТК) – співвідношення між кількістю опадів за період, коли температура повітря була вищою за 10°C, та сумою активних температур за цей же період, зменшеною в 10 разів. Розраховували його за даними метеорологічного посту Одеської ДСГДС, який існує з 1968 року. Виділили дві градації (ГТК<1 та ГТК>1), які характеризували різні ступені посухи й вологості відповідно. При цьому ми не брали до уваги вплив попередників і різних систем удобрення.

Результати, представлені в таблиці 5, свідчать про те, що з погіршенням умов зволоження весняно-літнього періоду розвитку рослин пшениці озимої (ГТК<1) білковість зерна загалом підвищується: на варіанті без внесення добрив у середньому за всіма попередниками вміст білка в сухій речовині дорівнював 12,23% з коливанням в інтервалі 11,45...13,71, проте зерно при цьому утворювалося щупле – маса абсолютно сухих 1 000 зерен складала в середньому 36,53 г із коливанням у більш широкому інтервалі від 33,89 до 46,42. За використання мінеральних добрив ці тенденції зберігаються, однак абсолютний вміст білка на 25,4% перевищує контрольний варіант, параметри фізичних показників якості (маса 1 000 зерен, натура та скловидність) – лише на 1,5%, 1,03% та 2,6%.

Таблиця 5

**Параметри якості зерна пшениці озимої за умов зволоження  
(середнє за 45 років)**

Показник	ГТК<1	ГТК>1	ГТК<1	ГТК>1
	контроль без добрив		добрива	
Маса 1 л, г	755,3	754,2	763,1	760,8
Маса 1 000 зерен, г	36,53	41,69	37,08	41,99
Скловидність, %	93,8	84,4	96,4	92,3
Білок, %	12,23	11,14	15,34	14,19
Клейковина, %	21,9	19,4	32,2	29,7
Пружність клейковини, ум. од. ВДК	91,5	87,4	91,2	90,5

Мінеральні добрива поліпшують масу 1 000 зерен, натуру зерна й скловидність на 7,2%, 8,8% і 7,9% при ГТК>1 та незалежно від погодних умов підвищують вміст білка в зерні й клейковини, однак при цьому немає однозначного впливу на якість клейковини зерна пшениці озимої. Водночас якщо брати до уваги не вплив добрив, а лише вплив погодних умов, то за даними аналізу середньорічних показників якості в роки, які характеризувалися різкою посухою та надмірним зволоженням (ГТК 0,38–0,40 та 1,70–2,02), варто зазначити, що в найбільш посушливий із представлених рік (2012) середня за варіантами добрив маса 1 000 зерен у 1,9 раза нижча за вологий рік, а в середньому за сухі – на 14,6%. Рівень вмісту білка в дуже вологий рік на 18,9% нижча за середній показник за сухі роки; вміст клейковини – на 31,4; натомість якість клейковини краща, оскільки її середня пружність у дощовий рік складала в середньому 71,5 ум. од. ВДК проти 114,6; 86,0 та 91,6 за сухими роками відповідно.

Зниження концентрації білка в зерні озимої пшениці в надмірно дощові роки можна пояснити втратою легкорозчинних фракцій (альбумінів і глобулінів) під час проростання зародку та вимивання цих фракцій з інших частин зерна; підвищенням ферментативної активності під час проростання зерна, яка прямо пропорційно впливає на ступінь гідролізу білків; зменшенням відношення азоту до вуглеводів у вегетативних і генеративних органах рослини.

Клейковина – білковий комплекс та адсорбовані ним крохмаль, клітковина й інші речовини. Білки клейковини – це здебільшого проламіни (гліадини) та глютеїни (глютеїніни). За підвищеної вологості й температури повітря вони мають здатність набрякати, у результаті чого маса гідратованого глютеїну менше підлягає розтягуванню, а маса гліадини, навпаки, стає більш рідкою, липкою, втрачає пружність. Від їх співвідношення залежить пружність клейковини. Однак спрямованість впливу вологи (опадів) на співвідношення фракцій білків клейковини спрогнозувати важко без накопичення додаткової інформації, яку можна отримати лише в стаціонарних довготривалих дослідах. Сьогодні ми лише спостерігаємо та констатуємо результати цього впливу.

Результати аналізу багаторічних даних однозначно свідчать про те, що основним фактором, який здатний негативно вплинути на якість урожаю, залишається погода загалом упродовж вегетаційного періоду та особливо в період досягання й жнив. Проте внесення добрив знижує поріг залежності біохімічних показників якості від 23,9 до 53,1%, фізичних – від 7,2 до 15%.

Залежність якості врожаю від погодних умов підтверджується також дослідженнями інших авторів. Так, у досліджах М.О. Рябченка засушливі умови покращували скловидність зерна сорту Альбатрос одеський на 24%, вміст білка в дощовий рік знижувався за сортами пшениці озимої на 12,0–11,9% [16, с. 55]. Аналіз,

який провела Т.А. Адаменко, показав, що зі збільшенням опадів на кожні 100 мм білковість зменшується на 1%, а з підвищенням середньої температури повітря періоду вегетації на 1°C кількість білка в зерні пшениці збільшується на 1% [17, с. 13]. Б.П. Амонов зазначає, що кількість опадів – основний кліматичний показник, який визначає рівень накопичення білків зерна, і географічна спрямованість цього впливу визначена чітко; проте в межах кожної конкретної зони щорічні коливання якості від погодних умов року не менш вагомими, ніж мінливість урожайності, тому потребують додаткового вивчення [18, с. 18].

У середньому за 34 роки перших чотирьох ротацій найбільший вміст білка й клейковини в зерні, що відповідало вимогам другого класу, отримано на варіантах мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення (див. табл. 6). Органічна система удобрення забезпечила вміст клейковини на рівні вимог другого класу (фактично 24,5% проти необхідних 23,0%), проте концентрація білка в зерні була дещо нижчою за вимоги до другого класу (12,24% проти 12,50%). На виповненість зерна системи удобрення суттєво не вплинули, а об'ємна вага та скловидність суттєво відрізнялися від контрольного варіанта в бік підвищення за використання мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення.

У межах кожного з блоків мінеральних добрив (середнє за 2007–2017 роки) маса 1 000 зерен зменшується з підвищенням дози мінерального азоту, однак різниці між варіантами не була суттєвою. Спостерігалось достовірне поліпшення показника скловидності за максимальних доз азоту  $N_{180}$ ;  $N_{180}P_{30}K_{30}$  та  $N_{180}P_{60}K_{60}$  на 11,3%, 14,1% та 11,1% при НСР=0,0.

У середньому за роки досліджень мінеральні добрива сприяли підвищенню білковості зерна на 1,11–3,25 абсолютних відсотка при НСР=0,67, а вмісту клейковини – на 3,0–10,5% при НСР=2,2. За внесення дво- й трикратної норми азоту в чистому вигляді та в складі повного мінерального добрива спостерігалось суттєве зростання вмісту білка та клейковини в зерні не тільки порівняно з контролем, а й порівняно з одинарною дозою. За норми внесення  $N_{180}$ ;  $N_{180}P_{30}K_{30}$  та  $N_{180}P_{60}K_{60}$  біохімічні показники якості зерна пшениці озимої відповідали вимогам першого класу незалежно від погодних умов вегетаційного періоду, за зменшення норми азоту до 120 кг д.р/га клас зерна коливався між першим і другим, а за  $N_{60}$  у різних сполученнях – між другим і третім.

Кореляційний аналіз масиву багаторічних даних виявив залежності на рівні високих між урожайністю та масою 1 000 зерен ( $r=0,81$ ), між урожайністю та вмістом білка й клейковини ( $r=0,66$ – $0,68$ ), білка та клейковини між собою (парний коефіцієнт кореляції дорівнював 0,88, детермінації – 0,79). За вихідними даними було розраховано регресійне рівняння:

$$K=10,2 - 0,695 B + 0,138B^2,$$

де К – вміст сирової клейковини (%), Б – концентрація сирового білка (%) на абсолютно суху речовину.

За отриманим рівнянням ми порівняли фактичний і прогнозований вміст клейковини 890 зразків зерна пшениці озимої різних сортів. Відхилення розрахованої величини від фактичної склало по модулю 1,13%, а у відносних процентах – 6,3.

**Висновки і пропозиції.** За результатами польових досліджень встановлено такі дані:

– прирости урожаю під час вирощування пшениці озимої по чорному пару протягом перших 34 років спостерігались на рівні 12,7%, наступних 11 років – 32,9%; з погіршенням якості попередника абсолютні величини урожайності зменшуються щодо чорного пару, проте прирости щодо нульового варіанта зростають у ряду «сидеральний пар → горох → кукурудза МВС → стерньовий попередник» від 34,2% до 71,9%;

Таблиця 6

## Вплив систем удобрення на якість зерна пшениці озимої

Система удобрення	Натура, г	Маса 1 000 зерен, г	Скловидність, %	Білок, %	Клейковина, %	Пружність клейковини, ум. од. ВДК
Середнє за 1973–2006 роки						
Контроль без добрив	748,2	39,00	91,8	11,55	20,9	87,0
Органічна	756,5	39,38	94,6	12,21	24,5	87,7
Мінеральна	763,1	39,52	95,8	13,47	28,8	86,3
Органо-мінеральна	763,7	39,51	96,3	13,97	30,2	86,9
НСР <sub>05</sub>	10,8	1,75	3,2	0,93	2,3	13,2
Середнє за 2007–2017 роки						
Контроль без добрив	771,1	40,02	76,5	11,65	19,6	83,6
N <sub>60</sub>	782,9	40,85	83,5	12,76	22,9	80,5
N <sub>120</sub>	777,5	40,60	81,7	13,77	26,7	85,5
N <sub>180</sub>	779,2	39,22	87,8	14,80	29,0	87,5
N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	783,3	40,83	83,3	13,07	23,8	82,8
N <sub>120</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	780,0	39,71	83,4	13,78	26,0	84,1
N <sub>180</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	776,2	39,96	90,6	14,54	28,3	83,7
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	777,4	39,86	84,3	13,71	25,6	83,6
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	775,6	39,46	82,4	14,90	27,1	85,9
N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	778,7	40,21	87,6	14,86	30,1	84,4
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	776,2	40,82	84,6	13,14	24,3	80,9
НСР <sub>05</sub>	25,7	2,40	10,0	0,67	2,2	6,0
К варіації	3,9–6,2	3,3–5,9	3,7–12,2	1,6–4,8	1,8–8,9	2,6–7,4

– на високому рівні родючості чорнозему південного за вмістом доступних форм фосфору та калію економічно вигідними є норми внесення N<sub>60</sub> та N<sub>60</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>, які лише за рахунок приростів урожайності дають додатково 1350–1800 грн/га;

– окупність 1 кг азоту приростом зерна за дози внесення N<sub>60</sub> складає 14,3 кг/кг, за N<sub>120</sub> – 14,0 кг/кг, за N<sub>180</sub> – 10,7 кг/кг; агрономічна ефективність практично однакова за внесення одного азоту в чистому вигляді та на тлі P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>, а на тлі P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> вища на 71,4%, 14,3 та 8,8%;

– мінеральна та органо-мінеральна системи удобрення за довготривалого використання забезпечують вміст білка й клейковини в зерні, що відповідає вимогам другого класу;

– у середньому за 2007–2017 роки досліджень мінеральні добрива сприяли підвищенню білковості зерна на 1,11–3,25 абсолютних відсотка при НСР=0,67, а вмісту клейковини – на 3,0–10,5% при НСР=2,2; спостерігається достовірне поліпшення показника скловидності за максимальних доз азоту N<sub>180</sub>; N<sub>180</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> та N<sub>180</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> на 11,3%, 14,1% та 11,1% при НСР=10,0.

З огляду на актуальність напряму дослідження планується подальше вивчення впливу довготривалого використання добрив і погодних умов на формування фракційного складу білків клейковини, а також ефективності застосування біопрепаратів під час вирощування пшениці озимої залежно від рівня інтенсифікації основної системи мінерального удобрення та рівня родючості чорнозему південного.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Статистичний щорічник України / за ред. І.М. Жук. К.: Державна служба статистики України, 2015. 574 с.
2. Компаниец Н.В. Украина должна кормить население планеты, выращивая 80–90 млн. тонн валового зерна. *Зерно*. 2007. № 6. С. 120–123.
3. Господаренко Г.М., Черно О.Д. Якість зерна пшениці озимої за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2016. № 1. С. 11–15.
4. Черно О.Д., Стасіневич О.Ю. Вплив тривалого застосування добрив у польовій сівозміні на продуктивність кукурудзи на зерно в умовах Правобережного лісостепу. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2012. № 1–2. С. 59–63.
5. Никитин В.В., Соловиченко В.Д., Карабутов А.П., Навальнов В.В. Влияние длительного применения удобрений на продуктивность и качество озимой пшеницы. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2016. Вып. 6-5(48). С. 184–187.
6. Конова А.М., Державин Л.М., Самойлов Л.Н. Урожайность и качество озимой ржи при длительном применении минеральных удобрений в севообороте на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. *Достижения науки и техники АПК*. 2011. № 5. С. 23–26.
7. ГОСТ 13586.1-68. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице (с изменениями 1, 2). М.: Стандартиформ, 2009. 6 с.
8. ДСТУ 4117:2007. Зерно та продукти його переробки. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії. К.: Держспоживстандарт України, 2007. 7 с.
9. ГОСТ 10842-89 (ИСО 520-77). Зерно зерновых и бобовых культур и семян масличных культур. Метод определения массы 1 000 зерен или 1 000 семян. М.: Стандартиформ, 2009. 4 с.
10. ГОСТ 10840-64. Зерно. Методы определения природы. М.: Стандартиформ, 2009. 4 с.
11. ГОСТ 13586.5-93. Зерно. Метод определения влажности. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1993. 8 с.
12. Доспехов Б.А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных. М.: Колос, 1971. 207 с.
13. Морозов О.В., Безніцька Н.В. Основні особливості кліматичних змін в Херсонській області. Актуальні питання ведення землеробства в умовах змін клімату: матер. міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених (Херсон, 24 квітня 2015 р.). Херсон, 2015. С. 112–115.
14. Перспективная ресурсосберегающая технология производства озимой пшеницы: методические рекомендации. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. 68 с.
15. De Vries G.E. Climate changes leads to unstable agriculture. *Trends in Plant Sci. USA*. 2000. № 5. P. 367.
16. Рябченко М.О., Михальова К.М. Порівняння якості зерна сортів озимої м'якої пшениці, вирощеної в засушливі й дощові роки. *Агроном*. 2009. № 3. С. 54–55.
17. Адаменко Т.А. Вплив ґрунтово-кліматичних і погодних умов на якість зерна. *Агроном*. 2007. № 2. С. 12–13.
18. Амонов Б.П. Биохимическая оценка зерна некоторых сортов пшеницы в зависимости от природно-климатических регионов выращивания: автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.12 «Физиология и биохимия растений». Душанбе, 2006. 20 с.