

13. Рожков А.О., Пузік В. К., Каленська С.М. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 2 кн. – Кн.1. Теоретичні аспекти дослідної справи; за ред. А.О. Рожкова. Х.: Майдан, 2016. 316 с.

14. Бушуляк О.В. Каталог сортів та гібридів СГП-НЦНС. 2016. Одеса. С. 110–111.

UDC 633.11:631.527(477.7)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.135.1.7>

RESOURCE-SAVING (ENVIRONMENTAL) APPROACHES TO WINTER WHEAT GRAIN PRODUCTION IN THE SOUTHERN STEPPE ZONE OF UKRAINE

Gamajunova V.V. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Head of the Department of Agriculture, Geodesy and Land Management,
Mykolaiv National Agrarian University

Khonenko L.H. – PhD, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Plant Breeding and Horticulture,
Mykolaiv National Agrarian University

Baklanova T.V. – PhD, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Crop Production and Agricultural Engineering,
Kherson State Agrarian and Economic University

Ukraine is known in the world as a potential producer and exporter of grain crops. In addition, grain, especially winter wheat, is characterized by high quality indicators, which can be achieved by growing it mainly in the southern region. Grain yield levels can vary significantly from year to year, which depends on a number of factors: weather and climate conditions of the growing season, including the amount of atmospheric precipitation, precursor and agrobbackground of nutrition, weediness of the field, plant protection measures, soil cultivation, selection of varietal composition, crop care, other elements of technology. After all, it is the clear implementation of all technological measures that will allow us to obtain stable productivity not only of grain, but also of other agricultural crops. The article provides data on the results regarding the influence of resource-saving elements of the technology, namely, the selection of the predecessor and the variety itself in terms of ecotypes. The research was carried out on southern chernozem during the years 2016-2023, which differed slightly in terms of temperature and to a greater extent in the amount and distribution of precipitation during the growing season of plants of winter wheat varieties. All studies were conducted according to zonal methodological recommendations. Of course, the higher productivity of grain plants will be formed on fertile soils, which, in addition to the necessary available nutrients, accumulate and retain a greater amount of moisture. This, in turn, again depends on the selection of agricultural crops in the crop rotation, the main measures of their cultivation and the amount of post-harvest root residues that remain after the end of the growing season and their incorporation into the soil after harvesting. Our long-term research has established that it is quite possible to significantly increase the grain productivity of winter wheat even on the basis of saving resources. This can be provided completely free of charge by component technologies – the selection of the predecessor and variety. If it is possible to apply mineral fertilizers, then grain yield increases by 35-40%. The ability of winter wheat varieties of different ecotypes to form close levels of grain yields in the Southern Steppe zone of Ukraine in recent decades under changes in climatic conditions has also been determined.

Key words: winter wheat, varieties, predecessor, mineral fertilizers, ecotype, grain yield, vegetation conditions.

Гамаюнова В.В., Хоненко Л.Г., Бакланова Т.В. Ресурсозберігаючі (екологічні) підходи до виробництва зерна пшениці озимої в зоні Південного Степу України

Україну знають у світі як потенційного виробника та експортера зернових культур. До того ж зерно й особливо пшениця озима характеризуються високими показниками якості, чого можливо досягти за вирощування його переважно в південному регіоні. Рівні врожайності зернових за роками можуть істотно різнитися, що залежить від ряду чинників: погодно-кліматичних умов вегетаційного періоду у т. ч. кількості атмосферних опадів, попередника і агрофону живлення, забур'яненості поля, заходів захисту рослин, обробітку ґрунту, добору сортового складу, догляду за посівами, інших елементів технології. Адже саме чітке виконання усіх технологічних заходів дозволить отримувати стагу продуктивність не лише зернових, а й інших сільськогосподарських культур. У статті наведено дані результатів щодо впливу ресурсоощадних елементів технології, а саме добору попередника та безпосередньо сорту у розрізі екотипів. Дослідження проведено на чорноземі південному впродовж 2016-2023 років, які децю різнились за температурним режимом і більшою мірою за кількістю та розподілом опадів впродовж вегетаційного періоду рослин сортів пшениці озимої. усі дослідження проводили згідно зональних методичних рекомендацій. Звісно ж вищою продуктивність зернових рослин буде формуватись на родючих ґрунтах, які окрім необхідних доступних елементів живлення, накопичують і утримують більшу кількість вологи. Це в свою чергу, знову ж залежить від добору сільськогосподарських культур у сівозміні, основних заходів їх вирощування й кількості післяжнивнино-кореневих рештків, що залишається по закінченні вегетації та заробки їх в ґрунт після збирання. Нашими тривалими дослідженнями встановлено, що істотно підвищити зернову продуктивність пшениці озимої навіть на засадах заощадження ресурсів, цілком можливо. Це здатні забезпечити зовсім безкоштовно складові технології – добір попередника та сорту. Якщо ж є можливість внести мінеральні добрива, то врожайність зерна зростає на 35-40%. Також визначено здатність сортів пшениці озимої різних екотипів формувати близькі рівні врожайів зерна у зоні Південного Степу України за зміни кліматичних умов в останні десятиріччя.

Ключові слова: пшениця озима, сорти, попередник, мінеральні добрива, екотип, урожайність зерна, умови вегетації.

Formulation of the problem. The task of sustainable grain production in Ukraine has been and remains a priority. However, during wartime and post-war periods, due to the weakening of the economic situation, the main approaches to the technology of growing grain crops need to be rethought. In most cases, it is advisable to introduce resource-saving elements that would ensure stable production while simultaneously forming high-quality grain. To achieve this, it is necessary to move away from intensive measures towards well-known and previously tested low-cost elements in agriculture and crop production. The introduction of modern varieties of grain crops adapted to the conditions of the zone and the return to crop rotation in agricultural systems should become the most important reserves for increasing grain production. This, under the same costs of cultivation, ensures yields of different levels and grain quality [1, 2].

Also, the total cost of grain production varies slightly, and one of the important elements in technology, such as the sowing period and other factors, plays a role. The yield of grain and economic indicators can vary significantly depending on the correctly selected variety, nutrient background, and optimal sowing period [3-5]. At the same time as determining the sowing period, it is necessary to correctly determine the seeding rate, which in recent years, due to changes in climatic conditions and soil moisture, should be reduced [6, 7]. The characteristics of the variety, specifically its ability to tiller, should be given special attention when considering reducing the seeding rate. Modern varieties have the ability to form 12-17 tillers per plant [1, 5]. By reducing the seeding rate, the cost of cultivation will also be lower, and at the same time, the same amount of seed material can be used to sow a larger area. This is especially important for sowing scarce varieties of winter crops and with the increasing cost of seeds.

By reducing the seeding rate and optimizing plant nutrition, more stems and nodal roots are formed on the plants [7]. It is known that sowing periods significantly affect grain yields and key indicators of its quality. Early sowing causes plants to accumulate significant above-ground biomass from autumn, which leads to unproductive water consumption from the soil. Additionally, due to overgrowth and a decrease in sugar formation in tillering nodes, winter hardiness is reduced. Furthermore, early sowings are significantly damaged by cereal flies and aphids [9, 10].

It is crucial to protect the seed and young plants from damage by pathogenic microflora and soil pests during autumn vegetation. This will lead to a decrease in field uniformity of seeds, uneven emergence, and ultimately to weed infestation and yield loss. An effective and cost-effective measure against these phenomena is pre-sowing treatment of seed material [11-14]. Accordingly, this studied factor has a positive effect on the field uniformity of seeds, enhances cold acclimatization of plants, and increases sugar accumulation [15, 16].

All growth processes of winter grain crops are largely determined by optimizing their nutrition. The different availability of nutrients in the soil directly determines the indicators of fertility and predecessors [2, 17]. After growing a specific crop in the field, there is a different amount of available NPK, moisture, weed seeds, etc. However, even by placing winter wheat after sunflower and selecting the variety composition and technological elements in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine, it is possible to achieve stable grain productivity [18].

Productivity of all plants, including winter grain crops, is significantly influenced by weather and climatic conditions during the growing season, particularly the amount of precipitation. This dependence has been practically determined for all regions of Ukraine [19-23].

Plants of almost all varieties, regardless of the cultivation zone, positively respond to optimized nutrition, especially on depleted soils and poorer predecessors [24]. The application of mineral fertilizers, especially in specific doses and during the most important periods of plant growth, contributes to a significant increase in grain yields of cereal crops, including winter wheat [25-28]. The productivity is further increased in fields with optimal NPK content, achieved through the combination of technological elements and fertilizer application, especially under favorable climatic conditions [29-33].

As we have mentioned, the productivity of winter and spring grain crops increases when fertilization is included in the technology. This is due to the enhancement of plant growth processes, increased leaf area, and intensified photosynthetic activity, which ensures efficient use of moisture by crops for grain formation with minimal losses due to evaporation [34-36]. This is primarily achieved through optimized nutrition and selection of suitable varieties of cereal crops, including winter barley [37, 38].

In recent years, deviations from the basic principles of agriculture, such as the disruption of crop rotation, reduction in areas under legumes that enrich the soil with organic matter and nitrogen, changes in climatic conditions, and the need for cost-effective measures for fertilizer application and optimized nutrition have become increasingly important [39]. Additionally, the combination of nutrition and other important technological components contributes to the production of high-quality grain in winter crops [40-42].

Overall, the yield and grain quality of winter wheat depend on the availability of essential nutrients, particularly nitrogen, the selection of suitable varieties (taking into account their biological characteristics), precipitation during the growing season and during the milk-wax maturity stage, air temperature from the beginning of spring

vegetation to the start of heading, the duration of the period from the beginning of spring vegetation to the start of intensive growth, and other factors. These details are crucial! Each measure should be implemented clearly and sequentially, according to zonal recommendations and considering the biological characteristics of the variety. Moreover, they should be resource-saving, as the economic condition of farms is weakened and requires the selection of cost-effective technological elements.

Materials and methods. The study on winter wheat varieties was conducted at the Experimental Field of the Educational-Scientific-Practical Center of Mykolaiv National Agrarian University. The soil is southern chernozem, with a humus content of 3.0-3.3% and optimal water-physical properties. It has a moderate supply of available nutrients (NPK). The weather conditions during the winter wheat growing years were typical for the Southern Steppe region of Ukraine but varied in terms of temperature regime, precipitation amounts, and winter survival conditions.

In a three-factor study conducted from 2015 to 2022, we determined the response of varieties (factor A) to their ability to produce grain yield depending on their placement in relation to the predecessor (factor B). The predecessors included fallow, corn, winter wheat (stubble), and sunflower. Regionalized varieties, namely Kuyalnyk (medium-early, registered in 2003), Odessa Dove (early-maturing, 2011), Blago (early-maturing, 2011), and Vidrada (medium-early, 2010), were grown under extensive predecessor conditions without the application of mineral fertilizers, except for $N_{30}P_{30}$ at sowing with early spring top-dressing of N_{30} (factor C).

During the period from 2016 to 2023, research was conducted on varieties of steppe ecotype to study the growth, development, and grain productivity. Eight varieties were selected: Blago, Kokhana, Khersonska 99, Ovidiy, Pylypivka, Lastivka Odeska, Sluzhnytsya Odeska, and Uzhynek. For the selection of winter wheat of the forest-steppe ecotype, six varieties were taken for study: Charodiika Bilotserkivska, Lisova Pisia, Vidrada, Shedra Niva, Poliska 90, and Artemida.

Regionalized varieties of winter wheat from well-known breeding institutions in Ukraine were used for the cultivation zone. The agronomy techniques for their cultivation were generally accepted for the southern region. The experiments were conducted according to the methods of experimental research [43-45].

Results and discussion. The three-factor study determined that regardless of the variety characteristics and conditions of the vegetation period, higher grain yield was formed with fallow as the predecessor (Table 1).

Of course, the productivity varied among the varieties and was even more influenced by the weather and climatic conditions of the cultivation years.

The level of grain yield of all studied varieties of winter wheat on all predecessors on fertilized backgrounds increased significantly, which is clearly illustrated in fig. 1.

Among the winter wheat varieties used in the study, Kuyalnik (the oldest variety included in the registry) and Vidrada stood out with slightly higher yields.

In terms of predecessors, all the winter wheat varieties included in the study achieved higher grain yields regardless of their variety characteristics and vegetation period conditions when grown after fallow (Fig. 2). On average, the studied varieties yielded 4.51 t/ha when grown after fallow. The yields after maize, barley, and sunflower were 3.34, 3.24, and 3.21 t/ha, respectively. The application of mineral fertilizers for winter wheat ($N_{30}P_{30}$ before sowing and N_{30} as early spring top-dressing at the beginning of vegetation recovery) significantly contributed to the increase in grain yield. Over the years of the study, the average grain yields for the accepted predecessors were: 6.12, 4.54, 4.41, and 4.42 t/ha, respectively.

Table 1

**Impact of cultivation conditions on grain yield of winter wheat varieties
(average for 2016-2021), t/ha**

Predecessor (Factor B)	Sort (Factor A)	No fertilizers (predecessor background) (Factor C)		N ₃₀ P ₃₀ +N ₃₀ (Factor C)	
		average yield	fluctuations over the years	average yield	fluctuations over the years
Black steam	Kuyalnik	4.65	3.28-5.47	6.24	4.48-7.43
	Golubka Odeska	4.44	3.09-5.55	5.90	4.26-7.54
	Blago	4.18	3.12-5.08	5.81	4.24-6.92
	Vidrada	4.76	3.77-5.78	6.49	5.15-7.88
Corn	Kuyalnik	3.39	2.76-4.89	4.65	3.78-6.71
	Golubka Odeska	3.25	2.54-4.53	4.44	3.49-6.23
	Blago	3.22	2.31-4.60	4.38	3.27-6.32
	Vidrada	3.49	2.67-4.94	4.68	3.69-6.78
Winter wheat	Kuyalnik	3.26	2.73-4.78	4.45	3.75-6.56
	Golubka Odeska	3.14	2.49-4.58	4.27	3.42-6.29
	Blago	3.17	2.43-4.57	4.31	3.33-6.27
	Vidrada	3.38	2.85-4.91	4.60	3.91-6.78
Sunflower	Kuyalnik	3.23	2.28-3.83	4.48	3.15-5.26
	Golubka Odeska	3.11	2.23-3.91	4.32	3.08-5.37
	Blago	3.08	2.21-3.74	4.28	3.04-5.15
	Vidrada	3.31	2.54-4.93	4.60	3.40-6.71

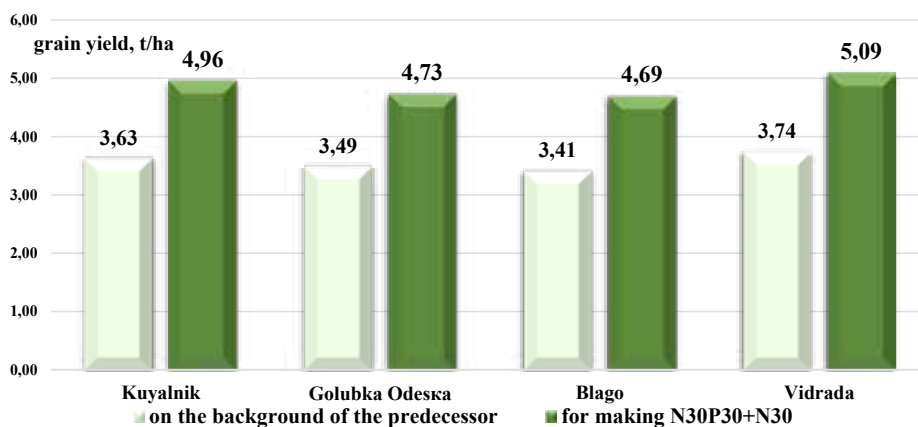


Fig. 1. Response of studied winter wheat varieties to grain yield optimization through nutrition (average for predecessors from 2016-2022), t/ha

It should be noted that the yield increases from the application of mineral fertilizers varied slightly depending on the predecessors and averaged: after fallow – 35.2%, after maize – 35.9%, after barley – 36.1%, and after sunflower – 37.7%. This indicates a slight tendency for an increase in grain yield increase after a predecessor that depletes the soil more in terms of mobile nutrient elements due to their higher removal by the crop. Additionally, when winter wheat was sown on fertilized backgrounds, the difference in yield levels between non-fallow predecessors was noticeably leveled out. It practically disappeared, as clearly illustrated in Fig. 2.

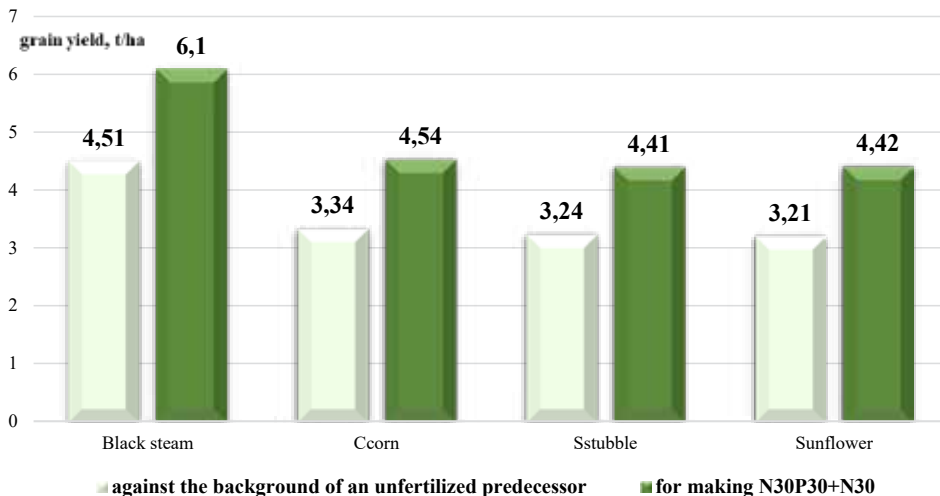


Fig. 2. The significance of predecessor and nutrition optimization on the grain yield of winter wheat (average for varieties from 2016-2022), t/ha

At the experimental site of the National Scientific Center “MNAU”, demonstration crops of grain crops are annually planted for testing and determining the most adapted high-yielding varieties, including winter wheat. On the International Field Day of MNAU on June 1-3, participants were presented with 240 varieties and hybrids of winter and spring cereals, rapeseed, and other crops of Ukrainian and foreign breeding. Taking into account significant climate changes that have occurred in recent decades, we have determined and compared the grain productivity of winter wheat varieties of steppe and forest-steppe ecotypes.

The studies have shown that in years of cultivation, winter wheat varieties of both ecotypes formed grain yields at similar levels. The difference in the variety composition was within the margin of error in most years of the study. However, the grain yield varied significantly over the years of cultivation. It was significantly higher in years favorable for moisture and significantly lower in drought years. Nevertheless, no significant difference in average grain yield values between ecotypes was observed (Fig. 3).

In our opinion, the equalization of grain yield levels between varieties of different ecotypes is associated with practically identical, or at least very similar, conditions of the vegetative period of winter wheat plants due to changes in climatic factors that have occurred in recent decades. This requires further research to determine the most productive and adapted varieties of winter wheat for specific growing conditions.

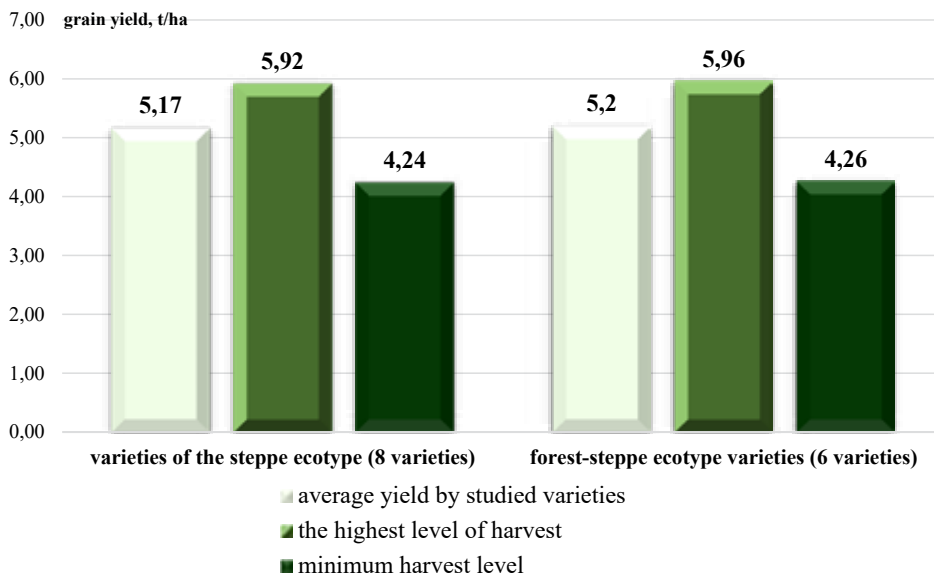


Fig. 3. Grain yield and its fluctuations in years of cultivation depending on the ecotype of varieties (average for 2017-2023), t/ha

Conclusions. Winter wheat forms grain yield depending on the predecessor. This is primarily determined by the amount of moisture and the availability of nutrients remaining in the soil after its harvest for the next crop rotation.

Regardless of the predecessor and variety characteristics, winter wheat significantly increases grain productivity (by 35-40%) against the background of fertilizer application. Moreover, the use of fertilizers practically eliminates the significance of the predecessor.

In recent decades, breeding institutions in Ukraine have created a significant number of varieties with a stable grain yield potential (at the level of 5 t/ha or more) with simultaneously high indicators of its quality. Research has identified the most productive varieties for the Southern Steppe region of Ukraine.

It has been established that the direct selection of a predecessor and a high-yielding variety are the most resource-saving measures in the overall technology of winter wheat cultivation and can ensure stable yield levels and overall grain production in Ukraine without significant additional costs. This is especially important for the country during times of war and the post-war period.

REGERENCES:

1. Лавриненко Ю. О., Базалій Г. Г., Усик Л. О., Жупина А. Ю. Адаптивна здатність сортів пшениці озимої в умовах Південного Степу України. Аграрні інновації. 2020. № 1. С. 97-102.
2. Гамаюнова В. В., Литовченко А. О. Реакція сортів пшениці озимої на фактори та умови вирощування в зоні Степу України. «Вісник ХНАУ» (36. наук. праць Харківського НАУ. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодово-чвництво і зберігання»). № 1. 2017. С. 43-52.

3. Кривенко А. І., Почколіна С. В. Реалізація генетичного потенційного рівня урожайності різних сортів пшениці і ячменю озимих залежно від строків сівби в умовах Причорноморського степу України. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2019. Вип. 92. С. 44-52.
4. Клочан І. В., Мірошник В. О., Горковський О. П. Підвищення економічної ефективності виробництва зерна в аграрних підприємствах Миколаївської області. *Український журнал прикладної економіки*. 2018. Том 4. № 2. С. 76-86. ISSN 2415-8453.
5. Гамаюнова В. В., Смірнова І. В. Економічна ефективність вирощування сортів пшениці озимої залежно від оптимізації живлення. *Науковий журнал «Наукові горизонти» (Житомирський НАЕУ)*. № 1(64), 2018. С. 10-14.
6. Хоменко Л. Фізіологічні аспекти селекції пшениці озимої на адаптивність. *Вісник аграрної науки*. 2020. Том 98. № 10 (811). С. 5-11. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202010-05>
7. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Лозинський М. В., Дубова О. А. кушистість пшениці м'якої озимої різного екологічно-географічного походження та її зв'язок з елементами продуктивності. *Агробіологія*. 2013. Вип. 10 (100). С. 142-147.
8. Ярчук І. І., Мельник Т. В. Вплив норм висіву на врожайність пшениці твердої озимої в умовах Північного Степу. *Вісник ХНАУ. Серія : Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання*. 2018. № 1. С. 45-55.
9. Шелудько О. Д., Куценко С. В., Найд'юнов В. В. та ін. Комплексний захист зрошуваної пшениці озимої в осінній період. *Зрошуване землеробство*. 2011. Вип. 55. С. 191-196.
10. Гавей І. В., Чайка В. М. Вплив зміни клімату на шкідливість комах-фітофагів пшениці озимої у Лісостепу України. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2016. № 5.
11. Кліпакова Ю. О., Прісс О. П. Вплив передпосівної обробки насіння на осінньо-зимовий період вегетації рослин пшениці озимої. *Вісник ХНАУ. Серія : Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання*. 2018. № 1. С. 203-214.
12. Каленський В. П., Гончар Л. М. Морозостійкість сортів пшениці озимої в осінньо-зимовий період органогенезу залежно від удобрення та передпосівної обробки насіння. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер.: Агрономія*. 2012. Вип. 176. С. 33-40.
13. Akgul D. S., Erkilic A. Effect of wheat cultivars, fertilizers, and fungicides on Fusarium foot rot disease of wheat. *Turkish journal of Agriculture and Forestry*. 2016. Т. 40. № 1. Р. 101-108.
14. Калитка В. В., Кліпакова Ю. О. Інтенсивність перекисного окислення ліпідів при проростанні насіння пшениці озимої (*Triticum Aestivum L.*) за дії протруйників і регуляторів росту. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2016. Вип. 1. С. 81-91.
15. Yuanyuan M., Yali Z., Jiang L., Hongbo S. Roles of plant soluble sugars and their responses to plant cold stress. *African Journal of Biotechnology*. 2009. Т. 8. № 10. Р. 2004-2010.
16. Peshev D., Vergauwen R., Moglia A., Hideg E., Van den Ende W. Towards understanding vacuolar antioxidant mechanisms: a role for fructans? *Journal of Experimental Botany*. 2013. Т. 64. № 4. Р. 1025-1038.
17. Господаренко Г. М., Черно О. Д. (2015). Урожайність пшениці озимої після різних попередників на фоні тривалого застосування добрив у сівозміні. *Землеробство*. Вип. 1. С. 28-31.
18. Гамаюнова В., Хоненко Л., Корхова М., Смірнова І. Значення добору сортового складу в отриманні високої врожайності та якості зерна пшениці озимої за вирощування після соняшнику в умовах Південного Степу України. *Scientific bases*

of agriculture, development of ways of its effective development: collective monograph. International Science Group. Boston : Primedia eLaunch, 2022. P. 144–161.

19. Волощук О. П., Гаврилюк М. М., Волощук І. С., Глива В. В. (2020). Сортові особливості продуктивності й втрат урожайності пшениці озимої залежно від впливу погодних чинників у західному Лісостепу. Фізіологія рослин і генетика. Т. 52. № 4. С. 320–330.

20. Bilousova Z, Klipakova Yu, Keneva V, Priss O. (2020). Forecasting of winter wheat (*Triticumaestivum* L.) yield for the Southern Steppe of Ukraine using meteorological indices. Ukrainian Journal of Ecology. Том 10. Вип. 3. С. 36–43.

21. Panchenko T., Lozinskiy M., Gamayunova V., Tsentilo L., Khakhula V., Fedoruk Y., Pokatylo I., Gorodetskiy O. (2019). Change of yield and baking qualities of winter wheat grain depending on the year of growing and predecessor in the Central Forestry of Ukraine. Plant Archives journal (ISSN: 0972-5210). (India). № 1 Plant archives vol. 19. P. 1107–1112.

22. Korchova M. M., Panfilova A. V., Kovalenko O. A. (2018). Water supply of soft winter wheat under dependent of it sorts features and sowing terms and their influence on grain yields in the conditions of the Southern Step of Ukraine. Ukrainian Journal of Ecology. № 8 (2). P. 33–38.

23. Кравченко В. Продуктивність зернових культур за зміни кліматичних умов. Пропозиція. 2020. № 6.

24. Гамаюнова В. В., Смірнова І. В., Євтушенко О. Т., Бакланова Т. В. Ресурсощадні елементи технології вирощування пшениці озимої як захід зерновиробництва. Зернові культури. Том 6. № 2. 2022. С. 135–143.

25. Панфілова А. В., Гамаюнова В. В. Вплив мінеральних добрив на поживний режим ґрунту при вирощуванні ячменю ярого. Таврійський науковий вісник. Херсон, 2012. Вип. 80. Частина 2. С. 294–297.

26. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Любич В. В., Рябовол Я. С., Крижанівський В. Г. (2020). Урожайність та хлібопекарські властивості зерна пшениці озимої при різних дозах і строках застосування азотних добрив. Вісник Полтавської державної аграрної академії. № 3. С. 21–31.

27. Звонар А. М. (2020). Вплив погодних умов року та сортових особливостей на споживання азоту та формування якості зерна пшениці озимої. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Вип. 3. С. 87–95.

28. Кліпакова Ю. О., Білоусова З. В., Кенева В. А. (2021). Вплив системи живлення на урожайність та якість зерна пшениці озимої. Аграрні інновації. № 8. С. 41–46. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.8.6>

29. Вожегова Р. А., Мунтян Л. В. (2015). Вплив різних доз азотного добрива та норм висіву на елементи структури врожаю сортів пшениці озимої. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Вип. 3 (86). С. 107–115.

30. Korkhova M., Mykolaichuk V. (2022). Influence of weather conditions on the duration of interphysical periods and yield of durum winter wheat. Scientific Horizons, 25(2), 36-46. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(2\).2022.36-46](https://doi.org/10.48077/scihor.25(2).2022.36-46)

31. Олійник К. М., Давидюк Г. В., Клименко І. І., Дем'янюк О. С. (2020). Вплив технологій вирощування пшениці озимої на морфофізіологічні та агрохімічні аспекти формування врожаю. Агроекологічний журнал. № 4. С. 95–105.

32. Вирощування пшениці озимої на зрошенні на засадах біологізації: Наук.-практ. реком. / уклад. В. В. Гамаюнова та ін. (2019). Миколаїв: МНАУ. 40 с.

33. Gamayunova V., Kovalenko O., Smirnova I., Korkhova M. The formation of the productivity of winter wheat depends on the predecessor, doses of mineral fertilizers and bio preparations. *Scientific Horizons*. 2022. 25(6), P. 65–74.

34. Гамаюнова В. В., Кувшинова А. О. Фотосинтетична діяльність ячменю озимого залежно від особливостей сорту та біопрепаратів. Аграрні інновації. 2023. № 18. С. 156-162.

35. Гамаюнова В. В., Литовченко А. О. (2017). Особливості водоспоживання пшениці озимої залежно від сортів, місця в сівозміні та удобрення в південному Степу України. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. С. 17–21.
36. Гамаюнова В. В., Кувшинова А. О. Вплив біопрепаратів на формування врожайності сортів ячменю озимого в умовах Південного Степу України.
37. Гамаюнова В. В., Кувшинова А. О. Особливості водоспоживання ячменю озимого залежно від сорту й оптимізації живлення в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*. Меліорація, землеробство, рослинництво. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2020. № 4. С. 10-17.
38. Li W-G., Han M.-M., Pang D-W., Chen J., Wang Y-Y., Dong H-H., Chang Y-I., Jin M., Luo Y.-Li., & Wang Z-I. (2022). Characteristics of lodging resistance of high-yield winter wheat as affected by nitrogen rate and irrigation managements. *Journal of Integrative Agriculture*, 21(5), 1290-1309. doi: 10.1016/S2095-3119(20)63566-3.
39. Management of Soil Fertility in the Southern Steppe Zone of Ukraine / V. Gamajunova and other. (2021). *Soils Under Stress*. P. 163–171.
40. Литовченко А. О., Глушко Т. В., Сидякіна О. В. (2017). Якість зерна сортів пшениці озимої залежно від факторів та умов року вирощування на півдні Степу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Вип. 3. С. 101–110.
41. Демидов О. А., Гудзенко В. М., Правдзіва І. В. Диференціювання та виокремлення сортів пшениці м'якої озимої за комплексом показників хлібопекарської якості. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2021. № 17(3). С. 226-239. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.3.2021.242959>
42. Gamayunova V., Kuvshinova A. Formation of the main indicators of grain quality of winter barley varieties depending on biopreparations for growing under the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2021, 22(4). P. 86-92.
43. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового дослідження: навчальний посібник. Херсон: Грінь Д. С., 2014. 448 с.
44. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М., Пузік Л. М., Попов С. І., Музафаров Н. М., Бухало В. Я., Криштоп Є. А. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник: у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / за ред. Рожкова А. О. Харків, 2016. 316 с.
45. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М., Пузік Л. М., Попов С. І., Музафаров Н. М., Бухало В. Я., Криштоп Є. А. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник: у 2 кн. Кн. 2. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень / за ред. Рожкова А. О. Харків, 2016. 342 с.