

АГРАРНІ ІННОВАЦІЇ

№ 1



Видавничий дім
«Гельветика»
2020

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
КВ № 24400-14240Р від 16.04.2020 р.

Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту зрошуваного землеробства НААН
(протокол № 11 від 22.06.2020 року).

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор:

Вожегова Раїса Анатоліївна, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН,
Заслужений діяч науки і техніки України, директор, Інститут зрошуваного землеробства НААН.

Члени редакційної колегії:

Грановська Л.М., доктор економічних наук, професор;
Лавриненко Ю.О., доктор сільськогосподарських наук, професор;
Базалій В.В., доктор сільськогосподарських наук, професор;
Вожегов С.Г., доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
Жуйков О.Г., доктор сільськогосподарських наук, професор;
Балашова Г.С., доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
Біляєва І.М., доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
Марковська О.Є., доктор сільськогосподарських наук, професор;
Khandakar Rafiq Islam, доктор філософії, старший науковий співробітник, професор (Огайо, США);
Сидоренко С.Г., кандидат сільськогосподарських наук;
Лиховид П.В., кандидат сільськогосподарських наук;
Мельник А.В., доктор сільськогосподарських наук;
Стефан Петрзак, доктор наук, професор (Рашин, Польща);
Писаренко П.В., доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
Гашимов А.Д., доктор сільськогосподарських наук, професор (Азербайджан);
Малярчук М.П., доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
Кюрчев В.М., доктор технічних наук, професор, член-кореспондент НААН;
Пілярська О.О., кандидат сільськогосподарських наук (відповідальна за випуск);
Власов В.В., доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН;
Яковенко Р.В., кандидат сільськогосподарських наук;
Вдовиченко Ю.В., кандидат сільськогосподарських наук.

У збірнику подаються результати наукових досліджень теоретичного та практичного характеру з питань зрошуваного землеробства. Висвітлено елементи системи землеробства, обробіток ґрунту, удобрення, раціональне використання поливної води, особливості ґрунтоутворних процесів. Приділено увагу питанням кормовиробництва, вирощування зернових, картоплі та інших культур, створення нових сортів і гібридів, біотехнології, економіці виробництва.

Міжвідомчий тематичний науковий збірник розрахований на науковців, аспірантів, спеціалістів сільськогосподарства.

Адреса редакційної колегії:

73483, м. Херсон, сел. Наддніпрянське,
Інститут зрошуваного землеробства НААН
Тел. (0552) 36-11-96, факс: (0552) 36-24-40
e-mail: info@agrarian-innovations.izpr.ks.ua
www. agrarian-innovations.izpr.ks.ua

© Інститут зрошуваного землеробства Національної
академії аграрних наук України, 2020

ЗМІСТ

МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО.....	5
Вожегова Р.А., Малярчук М.П., Біляєва І.М., Лиховид П.В., Малярчук А.С. Прогнозування врожайності ярих просапних культур за даними дистанційного зондування.....	5
Вожегова Р.А., Боровик В.О., Рубцов Д.К., Біднина І.О., Клубук В.В. Сучасні аспекти вирішення проблеми економії азотних добрив під час вирощування сої в умовах зрошення.....	11
Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Димов О.М., Гальченко Н.М. Землеробство Південного Степу України: історичний розвиток і сучасний стан (1796–2019 рр.).....	17
Вожегова Р.А. Наукові основи адаптування систем зрошуваного землеробства до кліматичних змін – селекція та сортові технології	26
Грановська Л.М., Малярчук А.С., Булігін Д.О. Продуктивність просапної сівозміни за різних систем обробітку ґрунту та удобрення на зрошенні півдня України	33
Дробітько А.В., Коковіхін С.В. Вплив передпосівної інокуляції насіння на продуктивність сортів сої в умовах Степу України	40
Жуйков О.Г., Бурдюг О.О. Формування біометричних показників та фенологічних ознак сучасних гібридів соняшнику за конвенціональної та органічної технологій вирощування в умовах Південного Степу України	46
Коваленко А.М., Коваленко О.А., Пілярський В.Г. Урожайність культур короткоротаційної сівозміни за умов застосування мікробних препаратів у Південному Степу України.....	52
Малярчук М.П., Томницький А.В., Лужанський І.Ю. Вплив систем основного обробітку і удобрення на продуктивність сорго зернового в сівозміні на зрошенні.....	57
Писаренко П.В., Мишукова Л.С. Водоспоживання пшениці озимої.....	63
Рудік О.Л., Засць С.О., Онуфран Л.І. Особливості споживання елементів живлення льону олійного за різних умов вологозабезпечення в зоні сухого Степу України.....	69
СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО.....	74
Балашова Г.С., Котова О.І., Котов Б.С., Юзюк С.М., Юзюк О.О., Нетіс В.І. Індукція бульбоутворення картоплі в культурі <i>in vitro</i> залежно від тривалості фотоперіоду та рівня азотного живлення	74
Вожегова Р.А., Балашова Г.С., Бояркіна Л.В. Продуктивність насінневої картоплі за раннього збирання в умовах півдня України.....	79
Вожегова Р.А., Влащук А.М., Дробіт О.С., Шебанін В.С., Дробітько А.В. Удосконалення елементів технології виробництва насіння високих репродукцій зернових культур на зрошуваних землях півдня України.....	84
Косенко Н.П. Урожайність і якість насіння буряку столового за різних способів насінництва на півдні України.....	91
Лавриненко Ю.О., Базалій Г.Г., Усик Л.О., Жупина А.Ю. Адаптивна здатність сортів пшениці озимої в умовах Південного Степу України.....	97
Марченко Т.Ю., Лавриненко Ю.О., Забара П.П. Ефективність селекції кукурудзи в умовах зрошення Південного Степу.....	103
Тищенко О.Д., Тищенко А.В., Пілярська О.О., Куц Г.М. Мінливість симбіотичних ознак у генотипів люцерни.....	109

CONTENTS

MELIORATION, ARABLE FARMING, HORTICULTURE.....	5
Vozhehova R.A., Maliarchuk M.P., Biliaieva I.M., Lykhovyd P.V., Maliarchuk A.S. Forecasting the yields of spring row crops by the remote sensing data.....	5
Vozhehova R.A., Borovik V.O., Rubtsov D.K., Bidnyna I.O., Klubuk V.V. Modern aspects of solving the problem of saving nitrogen fertilizers when growing soybeans under irrigation.....	11
Vozhehova R.A., Holoborodko S.P., Dymov O.M., Halchenko N.M. Agriculture of the Southern Steppe of Ukraine: historical development and current state (1796–2019).....	17
Vozhehova R.A. Scientific bases of adaptation of irrigated agriculture systems to climatic changes – selection and varietal technologies.....	26
Hranovska L.M., Maliarchuk A.S., Bulyhin D.A. Productivity of the cultivated crop rotation at the different systems of tillage of soil and fertilizer on irrigation of south of Ukraine	33
Drobitko A.V., Kokovikhin S.V. Effect of pre-sowing seed inoculation on the productivity of soybean varieties in the Steppe of Ukraine.....	40
Zhuykov O.G., Burdiug O.O. Formation of biometric indicators and phenological characteristics of modern sunflower hybrids with conventional and organic growing technology in the Southern Steppe of Ukraine.....	46
Kovalenko A.M., Kovalenko O.A., Piliarskyi V.G. Yield of crops of short-rotation crop rotation under conditions of application of microbial preparations in the Southern Steppe of Ukraine.....	52
Maliarchuk M.P., Tomnitskiy A.V., Luzhanskyi I.Y. Influence of the systems of basic tillage and fertilizer on the productivity of sorghum in a crop rotation on irrigation.....	57
Pisarenko P.V., Mishukova L.S. Water consumption of winter wheat.....	63
Rudik O.L., Zaiets S.O., Onufrii L.I. Specifics of nutrient consumption by common flax under different moisture conditions in the area of the dry Steppe of Ukraine.....	69
BREEDING, SEED PRODUCTION.....	74
Balashova G.S., Kotova E.I., Kotov B.S., Yuzyuk S.M., Yuzyuk O.O., Netis V.I. The intensity of potato tuberization <i>in vitro</i> depending on the duration of the photoperiod and level of nitrogen nutrition	74
Vozhehova R.A., Balashova G.S., Boiarkina L.V. Productivity of seed potatoes at early harvesting depending on fertilizer norms and planting density in the conditions of the south of Ukraine.....	79
Vozhehova G.A., Vlashchuk A.M., Drobit A.S., Shebanin V.S., Drobitko A.V. Improvement of technology elements for the production of seeds of high reproductions of grain crops on the irrigated lands of Southern Ukraine.....	84
Kosenko N.P. The productivity and quality of seed of red beet at different seed production methods on Southern Ukraine.....	91
Lavrynenko Y.O., Bazalii G.G., Usyk L.O., Zhupyna A.Yu. Adaptive ability of winter wheat varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine.....	97
Lavrinenko Y.A., Marchenko T.Yu., Zabara P.P. Efficiency of maize breeding under irrigation conditions of the Southern Steppe.....	103
Tishchenko O.D., Tishchenko A.V., Piliarska O.O., Kuts G.M. Variability of symbiotic characters in alfalfa genotypes.....	109

МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО

UDC 528.8:519.2:633.1

DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.1.1>FORECASTING THE YIELDS OF SPRING ROW CROPS
BY THE REMOTE SENSING DATA

VOZHEHOVA R.A. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Corresponding Member of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-3895-5633>
Institute of Irrigated Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

MALIARCHUK M.P. – Doctor of Agricultural Sciences
<https://orcid.org/0000-0002-0150-6121>
Institute of Irrigated Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

BILIAIEVA I.M. – Doctor of Agricultural Sciences
<https://orcid.org/0000-0003-0688-4209>
Institute of Irrigated Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

LYKHOVYD P.V. – Candidate (Ph.D.) of Agricultural Sciences
<https://orcid.org/0000-0002-0314-7644>
Institute of Irrigated Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

MALIARCHUK A.S. – Candidate (Ph.D.) of Agricultural Sciences
<https://orcid.org/0000-0001-7119-269X>
Institute of Irrigated Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Problem statement. Remote sensing is a developing branch of modern science and technology, which is used in GIS for mapping, land surface management, water and environmental management, ecological monitoring, modeling and forecasting of natural ecosystems conditions, etc. Besides, it is an important part of modern systems of precise agriculture, where remote sensing provides the data that is further integrated with various decision support systems to improve agricultural management [12; 15; 27]. The technique provides great opportunities for fast and precise evaluation of crops vegetation conditions for making reasonable amendments to cultivation technology and obtain the maximum crops productivity [16; 22]. To perform mentioned functions, a number of vegetation indices, which are calculated by the remote sensing imagery, are used.

One of the most widely spread vegetation indices is Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), which was first introduced by Rouse et al. (1974) [29]. The index was the first, which was derived from the satellite imagery data and applied to distinguish vegetation cover and get information about its conditions. It is calculated by the Eq. (1):

$$NDVI = \frac{(a_{nir} - a_{vis})}{(a_{nir} + a_{vis})} \quad (1)$$

where: a_{nir} is the reflective infrared range of the spectrum, a_{vis} is the visible red range of the spectrum [3].

Analysis of the last studies and publications. NDVI applications are not limited just to detection of vegetation and description of its conditions. Moreover, it is an indirect indicator that testifies about potential photosynthetic activity of flora, and, as a result, it could be used to obtain information on the potential productivity of crops. The connection between NDVI and volumes of absorbed photosynthetic

active radiation (PAR) is direct and linear [10]. The strong connection between NDVI and PAR makes it possible to find out a relationship between NDVI and yields, as the latter depends directly on the volumes of PAR, which is efficiently used by crops [26, 31].

Purpose. The goal of the study was to determine the connection between the values of NDVI and yields of the major spring row crops for early predictions of their productivity.

Materials and methods. Finding the connection between NDVI values and yields was performed using polynomial regression analysis under by the Cramer's rule [11]. True values of spring row crops (corn, sorghum and soybean) were the inputs and corresponding values of NDVI obtained from the Sentinel-2 and Sentinel-1 combined imagery at critical stages of the crops growth, namely: V2 (second trifoliate) and R2 (full bloom) for soybean [19]; S3 (growing point differentiation) and S6 (half bloom) for sorghum [28]; VT (tasselling) and R1 (silking) for corn [23]. True yields of the studied crops were obtained during the harvesting of the studied crops at the experimental field of the Institute of Irrigated Agriculture of NAAS in 2017–2018. The yields were calculated for the standard moisture content in grain (14 % for corn, 13.5 % for sorghum and 12 % for soybean). Coefficient of yields variation (CV) was calculated as a ratio of the standard deviation (SD) to the mean [6]. The yields were connected to the corresponding NDVI and the data were processed using Microsoft Excel at the probability level of 95 % ($p < 0.05$) with further approximation and calculation of mean absolute percentage errors (MAPE) for yield predictions [4].

Results. Analyzing NDVI values at the stages of corn growth we observed the regulation that the values of the index at the stages of the crop growth (VT and R1) were similar (Figure 1).

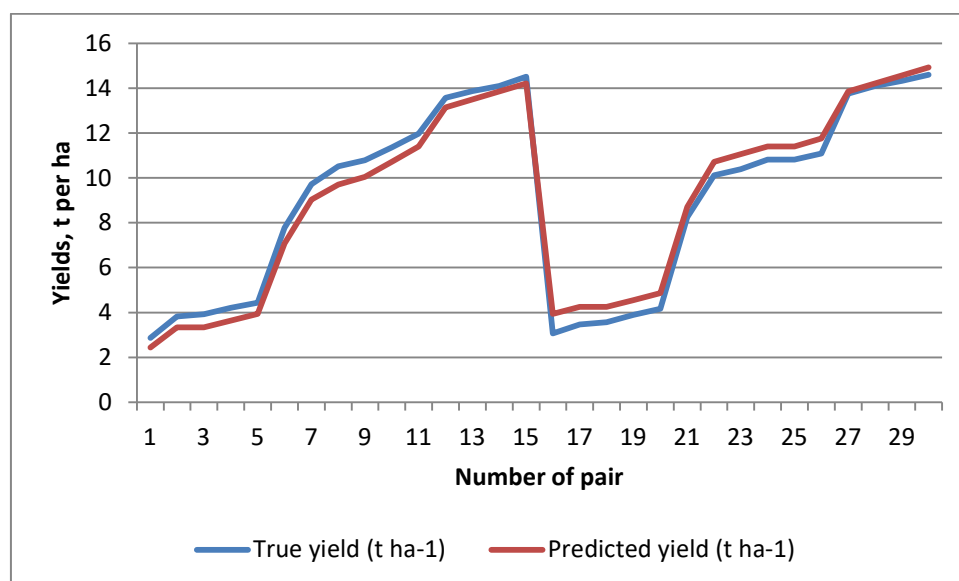


Figure 1. True and predicted by the NDVI-based model yields of corn

Regression analysis determined the connection of NDVI and corn yields by the rule of thumb, which is very high and positive: coefficient of correlation $R=0.9906$, and coefficient of determination $R^2=0.9813$ [21]. Quadratic Eq. (2) describes the relationship between the index values and yield of the crop:

$$y = 8.571 \times x^2 + 22.755 \times x - 8.035 \quad (2)$$

where: y is the yield of maize in $t\ ha^{-1}$, and x is the value of NDVI at VT or R1 stage.

Approximation of the regression model and calculation of MAPE, that is less than 10 %, proved high accuracy and reliability of the prediction model [20].

As for other studied crops, NDVI corresponding to different stages of their growth differed providing unequal accuracy for the yield predictions.

Thus, the least accuracy of the regression model for the yield forecasting was for sorghum (Figure 2).

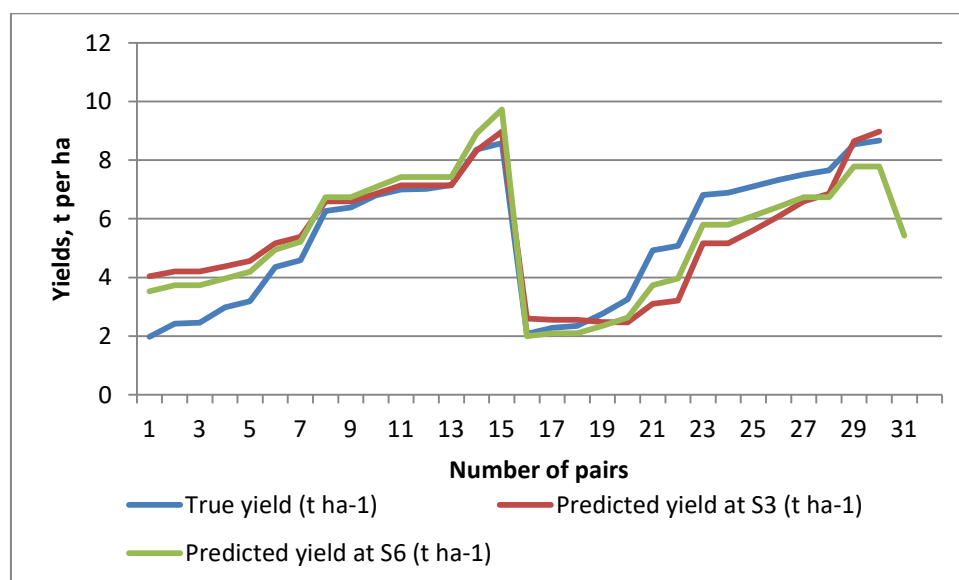


Figure 2. True and predicted by the NDVI-based model yields of sorghum

The most inequality in the yields assessment was observed at S3 stage, where it averaged to 22.01 %. The model at this stage provides reasonable forecasting [20]. The regression Eq. for S3 stage is as follows (3):

$$y = 42.311 \times x^2 - 30.065 \times x + 7.833 \quad (3)$$

where: y is the yield of sorghum in $t\ ha^{-1}$, and x is the value of NDVI at S3 stage.

The coefficient of correlation R for the model is 0.8809, the coefficient of determination is 0.7760, showing a high positive correlation according to the rule of thumb [21].

Sorghum yield prediction using NDVI at S6 stage has greater accuracy with an average MAPE of 17.62 % that is a good forecasting [20]. The regression Eq. for the model is as follows (4):

$$y = 52.193 \times x^2 - 42.126 \times x + 10.014 \quad (4)$$

where: y is the yield of sorghum in $t \text{ ha}^{-1}$, and x is the value of NDVI at S6 stage.

The coefficient of correlation for the model R is 0.9298, and the coefficient of determination is 0.8645, that testifies about a high positive correlation according to the rule of thumb [21].

Regression analysis of NDVI and soybean yields testified that the highest level of correspondence between the inputs and outputs was at V2 stage of the crop, when MAPE averaged to 3.75% testifying about very high accuracy of the forecast [20] (Figure 3).

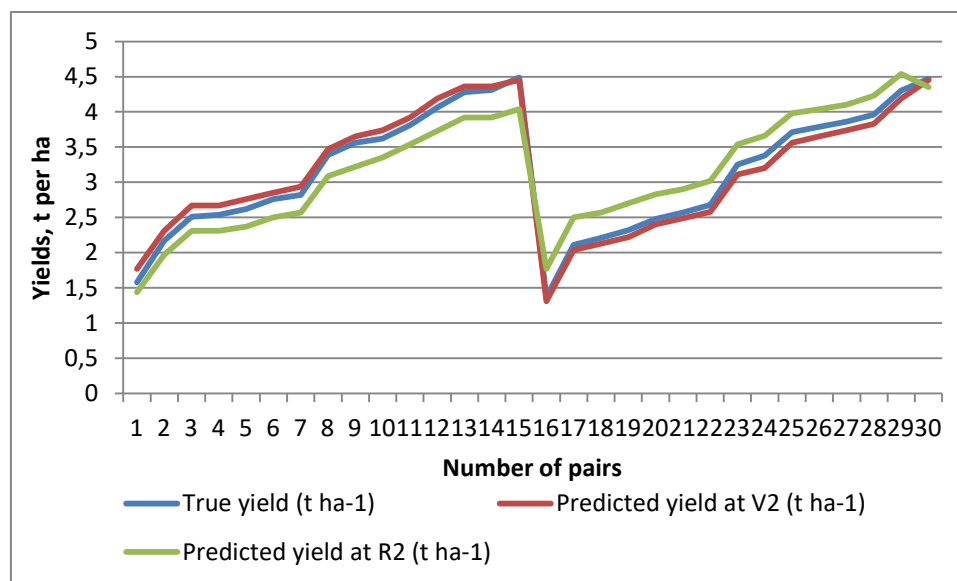


Figure 3. True and predicted by the NDVI-based model yields of soybean

The forecasting model could be expressed as Eq. (5):

$$y = -0.221 \times x^2 + 9.220 \times x - 2.338 \quad (5)$$

where: y is the yield of soybean in $t \text{ ha}^{-1}$, and x is the value of NDVI at V2 stage.

The coefficient of correlation R for this model is 0.9914, the coefficient of determination is 0.9829, which is an extremely high positive correlation [21].

The polynomial regression model for soybean yield at R2 stage is less accurate with MAPE that is 10.16 %, however, this value also certifies about the possibility of precise productivity prediction for the crop [20]. The model for the yield prediction is as follows in the Eq. (6):

$$y = -0.221 \times x^2 + 9.220 \times x - 2.338 \quad (6)$$

where: y is the yield of soybean in $t \text{ ha}^{-1}$, and x is the value of NDVI at R2 stage.

The coefficient of correlation R for the model is 0.9377, the coefficient of determination is 0.8793, testifying about a very high positive correlation [21].

Our results testify that it is possible to forecast the crop yields by NDVI with a reasonably high accuracy exceeding 90 % for corn and soybean, while the model accuracy for sorghum is just about 80 %. Lower accuracy in the sorghum yield prediction could be put on higher variation in the input data set used in the study: CV for S3 stage was the highest among the studied crops and reached 23 %, while we observed the tendency to an increase of the forecasting model performance under lower fluctuations of the input index (the closest prediction was obtained at the lowest CV – 16 % at V2 stage of soybean).

Another study on soybean yield prediction by the NDVI has approved that there is a strong non-linear relationship between the crop productivity and NDVI with the value of adjusted R^2 of 0.721 under the implementation of flexible Fourier transform model [35]. Very close to our results concerning soybean yield prediction were obtained in the work of Bolton & Friedl (2013), where the accuracy of soybean yield prediction by the MODIS NDVI data had a reasonable accuracy with the coefficient of determination averaging to 0.69 [2]. Another recent study discovered that NDVI values have a positive correlation with corn and soybean yields and are good for the yield prediction [13]. NDVI has also been proved to be efficient for a large-scale corn yield prediction

by the means of regression models on the basis of long-term data providing reliable results 6–8 weeks before the harvesting period [24]. Regression analysis of corn yield and NDVI time series discovered a strong dependence of the harvest on the NDVI at pre-silking period allowing to predict yield losses due to unfavourable conditions in this period [34]. There is a study on the very high reliability of an empirical model “corn yield – NDVI at flowering stage” that provided just 3 % difference from the true yields [9]. The study devoted to the determination of corn yields depending on the NDVI at different stages of the crop growth showed that the best yield prediction performance was obtained under the implementation of R2 stage NDVI inputs [18], while our study showed that the model performance is best at R1 stage. Some scientists claimed about strong dependence of the “NDVI – corn yield” prediction model on the plant density [5], while we did not take this factor into account in our study. As for sorghum, there are a few findings related to the yield prediction based on the NDVI. There is a report stated about high accuracy (MAPE < 20 %) of sorghum biomass prediction using NDVI data 6 months before harvesting [32]. A comprehensive large-scale study, which was performed in the US with different crops, including sorghum, corn, soybean, on the establishment of the connections between the yields and NDVI showed positive correlation between these indices for all the studied crops testifying about the possibility for the use of remote sensing data in yield prediction [13]. Another big study devoted to the determination of corn, soybean and sorghum yields through the multivariate regression analysis of satellite imagery and computed vegetation indices testified on the reasonable correlation between the indices and yields (the coefficient of correlation figures were 0.86, 0.74 and 0.65 for corn, soybean and sorghum, respectively) [25]. These results agree with our study, namely, that the least relationship with the coefficient of determination of 0.42 was recorded for sorghum.

Besides pure NDVI-based models, scientists developed combined models using additional indices related to crop productivity, namely, PAR, leaf area index (LAI), enhanced vegetation index (EVI), etc. [1; 7; 17]. This is reasonable in many cases when it is difficult to obtain reasonable prediction performance using vegetation index as the only input, because introduction of additional indices usually significantly improves the accuracy. Besides, using better computation techniques can also be valuable step for the enhancement of yield forecasting [30; 33]. However, sometimes complicated computations, for example, such as using artificial neural networks (ANN), do not guarantee the performance, which is significantly better than of regression analysis: the ANN NDVI-based model of sugarcane yield prediction had the coefficient of determination equal to 0.61 that cannot be considered as a good forecast [8].

Conclusions. Statistical analysis of the yields of three spring row crops, namely, corn, sorghum and soybean, in the connection to NDVI obtained from the Sentinel-2 imagery at the critical stages of the studied crops growth testified about a high positive correlation between the index and the yields. Polynomial regression NDVI-based models for early yield prediction are good for early yield prediction at the probability level of 95 % ($p < 0.05$). The val-

ues of MAPE for the best prediction models are: 8.75 % for corn, 17.62 % for sorghum, 3.75 % for soybean. Thus, the NDVI could be used as a tool for early yield prediction both for scientific and practical needs.

Notwithstanding the fact that a huge number of studies are devoted to yield simulation by remote sensing indices it is necessary to obtain more knowledge on the technique of their implementation in the systems of precision agriculture for giving reasonable advice to agricultural producers.

REFERENCES:

1. Báez-González, A.D., Chen, P.Y., Tiscareño-López, M., & Srinivasan, R. (2002). Using satellite and field data with crop growth modeling to monitor and estimate corn yield in Mexico. *Crop Science*, 42, 1943–1949.
2. Bolton, D.K., & Friedl, M.A. (2013). Forecasting crop yield using remotely sensed vegetation indices and crop phenology metrics. *Agricultural and Forest Meteorology*, 173, 74–84.
3. Carlson, T.N., & Ripley, D.A. (1997). On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index. *Remote sensing of Environment*, 62, 241–252.
4. De Myttenaere, A., Golden, B., Le Grand, B., & Rossi, F. (2016). Mean absolute percentage error for regression models. *Neurocomputing*, 192, 38–48.
5. de Oliveira, M.F., Ormond, A.T.S., de Freitas Noronha, R.H., dos Santos, A.F., Zerbato, C., & Furlani, C.E.A. (2019). Prediction Models of Corn Yield by NDVI in Function of the Spacing Arrangement. *Journal of Agricultural Science*, 11, 493–500.
6. Everitt, B.S., & Skrondal, A. (2010). *The Cambridge Dictionary of Statistics*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.
7. Fang, H., Liang, S., & Hoogenboom, G. (2011). Integration of MODIS LAI and vegetation index products with the CSM-CERES-Maize model for corn yield estimation. *International Journal of Remote Sensing*, 32, 1039–1065.
8. Fernandes, J.L., Ebecken, N.F.F., & Esquerdo, J.C.D.M. (2017). Sugarcane yield prediction in Brazil using NDVI time series and neural networks ensemble. *International Journal of Remote Sensing*, 38(16), 4631–4644.
9. Fernandez-Ordoñez, Y.M., & Soria-Ruiz, J. (2017). Maize crop yield estimation with remote sensing and empirical models. In: *2017 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*. IEEE, pp. 3035–3038.
10. Gamon, J.A., Field, C.B., Goulden, M.L., Griffin, K.L., Hartley, A.E., Joel, G., Penuelas, J., & Valentini, R. (1995). Relationships between NDVI, canopy structure, and photosynthesis in three Californian vegetation types. *Ecological Applications*, 5, 28–41.
11. Gong, Z., Aldeen, M., & Elsner, L. (2002). A note on a generalized Cramer's rule. *Linear Algebra and its Applications*, 340, 253–254.
12. Herold, M., Scepan, J., & Clarke, K.C. (2002). The use of remote sensing and landscape metrics to describe structures and changes in urban land uses. *Environment and Planning A*, 34, 1443–1458.

13. Johnson, D.M. (2014). An assessment of pre-and within-season remotely sensed variables for forecasting corn and soybean yields in the United States. *Remote Sensing of Environment*, 141, 116–128.
 14. Johnson, D.M. (2016). A comprehensive assessment of the correlations between field crop yields and commonly used MODIS products. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 52, 65–81.
 15. Kustas, W.P., & Norman, J.M. (1996). Use of remote sensing for evapotranspiration monitoring over land surfaces. *Hydrological Sciences Journal*, 41, 495–516.
 16. Liaghat, S., & Balasundram, S.K. (2010). A review: The role of remote sensing in precision agriculture. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 5, 50–55.
 17. Lykhovyd, P.V. (2020). Sweet corn yield simulation using normalized difference vegetation index and leaf area index. *Journal of Ecological Engineering*, 21, 228–236.
 18. Maresma, A., Chamberlain, L., Tagarakis, A., Kharel, T., Godwin, G., Czymmek, K.J., Shields, E., & Ketterings, Q.M. (2020). Accuracy of NDVI-derived corn yield predictions is impacted by time of sensing. *Computers and Electronics in Agriculture*, 169, 105236.
 19. McWilliams, D.A., Berglund, D.R., & Endres, G.J. (1999). *Soybean growth and management quick guide*.
 20. Moreno, J.J.M., Pol, A.P., Abad, A.S., & Blasco, B.C. (2013). Using the R-MAPE index as a resistant measure of forecast accuracy. *Psicothema*, 25, 500–506.
 21. Mukaka, M. (2012). Statistics Corner: A guide to appropriate use of. *Malawi Medical Journal*, 24, 69–71.
 22. Mulla, D.J. (2013). Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps. *Biosystems Engineering*, 114, 358–371.
 23. Nafziger, E. (2013). *Corn. Illinois Agronomy Handbook*. Crop Science Extension and Outreach, Urbana IL, USA.
 24. Nagy, A., Fehér, J., & Tamás, J. (2018). Wheat and maize yield forecasting for the Tisza river catchment using MODIS NDVI time series and reported crop statistics. *Computers and Electronics in Agriculture*, 151, 41–49.
 25. Petersen, L.K. (2018). Real-time prediction of crop yields from MODIS relative vegetation health: A continent-wide analysis of Africa. *Remote Sensing*, 10, 1726.
 26. Raines, C.A. (2011). Increasing photosynthetic carbon assimilation in C3 plants to improve crop yield: current and future strategies. *Plant Physiology*, 155, 36–42.
 27. Rogan, J., & Chen, D. (2004). Remote sensing technology for mapping and monitoring land-cover and land-use change. *Progress in Planning*, 61, 301–325.
 28. Roozeboom, K.L., & Prasad, P.V. (2019). Sorghum growth and development In: *Sorghum: State of the Art and Future Perspectives*. American Society of Agronomy and Crop Science Society of America, Inc.
 29. Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A., & Deering, D.W. (1974). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. *NASA Special Publication*, 351, 309.
 30. Stas, M., Van Orshoven, J., Dong, Q., Heremans, S., & Zhang, B. 2016. A comparison of machine learning algorithms for regional wheat yield prediction using NDVI time series of SPOT-VGT. In *2016 Fifth International Conference on Agro-Geoinformatics (Agro-Geoinformatics)* (pp. 1–5). IEEE.
 31. Zhu, X.G., Long, S.P., & Ort, D.R. (2010). Improving photosynthetic efficiency for greater yield. *Annual review of Plant Biology*, 61, 235–261.
 32. Zinke-Wehlmann, C., De Franceschi, P., Catellani, M., & Dall'Agata, M. (2019). Early within-season yield prediction and disease detection using Sentinel satellite imageries and machine learning technologies in biomass sorghum. In *Software Technology: Methods and Tools: 51st International Conference, TOOLS 2019, Innopolis, Russia, October 15–17, 2019, Proceedings*. Springer Nature, pp. 227–234.
 33. Tiwari, P., & Shukla, P. (2020). Artificial neural network-based crop yield prediction using NDVI, SPI, VCI feature vectors. In *Information and Communication Technology for Sustainable Development* (pp. 585–594). Springer, Singapore.
 34. Wang, R., Cherkauer, K., & Bowling, L. (2016). Corn response to climate stress detected with satellite-based NDVI time series. *Remote Sensing*, 8, 269.
 35. Xu, C., & Katchova, A.L. (2019). Predicting soybean yield with NDVI using a flexible Fourier transform model. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 51, 402–416.
- Vozhehova R.A., Maliarchuk M.P., Biliaieva I.M., Lykhovyd P.V., Maliarchuk A.S. Forecasting the yields of spring row crops by the remote sensing data**
- Purpose:** to develop statistical models to forecast the yields of major spring row crops, namely, corn, sorghum and soybean, depending on the data of remote sensing – normalized difference vegetation index (NDVI), recorded at the critical stages of the crops growth. **Methods.** We used analytical, statistical, GIS-technologies methods to conduct the study. Remote sensing data for the NDVI computation was obtained from the satellite Sentinel-2 imagery. Regression analysis of a polynomial type was applied to work out forecasting models on the basis of true yielding data, which were recorded during the harvesting of the studied crops in the period of 2017–2018 at the experimental field of the Institute of Irrigated Agriculture of NAAS. **Results.** Statistical processing of the data revealed that regression models are suitable for accurate forecasting of the crops' yields. The best performance of the regression models was under the use of NDVI values, which were recorded at the stage of tasselling (VT) and silking (R1) for corn (the coefficient of determination is 0.9813), at the stage of second trifoliate (V2) for soybean (the coefficient of determination is 0.9829), and at the stage of half bloom (S6) for sorghum (the coefficient of determination is 0.8645). NDVI assumption in other studied stages of the crops growth led to a decrease in the accuracy of the forecasting models. **Conclusions.** NDVI is a convenient and flexible, easy-in-use tool for early yield prediction of major spring row crops. Further investigations in this field and enhancement of the performance of the developed models through the introduction of additional data and use of better computation techniques is needed to improve the quality of yield predictions.
- Key words:** NDVI, regression analysis, precise agriculture, corn, sorghum, soybean.

Вожегова Р.А., Малярчук М.П., Біляєва І.М., Лиховид П.В., Малярчук А.С. Прогнозування врожайності ярих просапних культур за даними дистанційного зондування

Мета: розробити статистичні моделі прогнозування врожайності основних ярих просапних культур, а саме: кукурудзи, сорго та сої залежно від даних супутникового зондування – нормалізованого диференційного вегетаційного індексу (NDVI), отриманого в критичні фази розвитку культур. **Методи.** Аналітичний, статистичний, ГІС-технологічний методи були застосовані для виконання дослідження. Дані супутникового зондування для розрахунку NDVI було отримано за зображеннями із супутника Sentinel-2. Поліноміальний регресійний аналіз було застосовано в розробленні прогностичних моделей із використанням фактичних величин урожайності, які було отримано під час збирання досліджуваних культур у період 2017–2018 рр. на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН. **Результати.**

Статистична обробка даних показала, що регресійні моделі добре підходять для точного прогнозування врожайності культур. Найкраща точність регресійних моделей була за використання величин NDVI, отриманих у фазу викидання волоті (VT) та цвітіння качанів (R1) у кукурудзи (коефіцієнт детермінації 0.9813), у фазу другого трійчастого листка (V2) у сої (коефіцієнт детермінації 0.9829) та в першу половину фази цвітіння (S6) сорго (коефіцієнт детермінації 0.8645). Величини NDVI, отримані в інші фази росту культур, приводили до зниження точності моделей. **Висновки.** NDVI є зручним і гнучким, простим у використанні інструментом раннього прогнозування врожайності основних ярих просапних культур. Подальші дослідження в цій і підвищення точності розроблених моделей шляхом введення додаткових даних і використання поліпшеної техніки обчислень необхідні для поліпшення якості прогнозування врожайності.

Ключові слова: NDVI, регресійний аналіз, точне землеробство, кукурудза, сорго, соя.

СУЧАСНІ АСПЕКТИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ЕКОНОМІЇ АЗОТНИХ ДОБРИВ ПІД ЧАС ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ

Вожегова Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент Національної академії аграрних наук України

<https://orcid.org/0000-0002-3895-5633>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

Боровик В.О. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0003-0705-2105>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

Рубцов Д.К. – науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0002-9776-0844>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

Біднина І.О. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0001-8351-2519>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

Клубук В.В. – науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0002-6507-4006>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. В сучасних умовах господарювання залишається відкритим питання ресурсозбереження, а саме – пошуки шляхів зменшення витратнішої складової технології на придбання та внесення мінеральних добрив під посіви сої [1; 2]. Висока вартість виробництва азотних добрив призвела до зацікавленості сільськогосподарських виробників біологічним азотом [3]. У цьому сенсі значення зернобобових культур у сучасному землеробстві важко переоцінити. Як азотфіксуючі культури вони збагачують ґрунт симбіотичним, практично безкоштовним азотом, що дає можливість істотно скоротити витрати мінеральних добрив [4]. Акумуляований у процесі симбіозу бобових рослин із бульбочковими бактеріями біологічний азот є одним із шляхів поповнення його запасів [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Симбіотична азотфіксація – це економічно привабливий та екологічно безпечний засіб скорочення використання мінеральних азотних добрив у сільськогосподарському виробництві [6]. Завдяки циклічному поєднанню у рослинах сої двох найважливіших фізіологічних процесів фотосинтезу і біологічної фіксації азоту – значною мірою забезпечується потреба в азоті, покращуються азотний баланс ґрунту, забезпечується синтез чистої продукції і поліпшується екологія [7]. При цьому соя задовольняє свою потребу в азоті на 25 – 75% від загальних витрат залежно від умов вирощування [8]. Рослини сої як азотфіксатори, збагачують ґрунти азотом, покращують його структуру. Підвищення врожайності зернових, вирощених після сої, становить 3 – 4 ц/га. Адже відомо, що найважливіша особливість екологічного землеробства полягає в активізації природних азотфіксуючих систем, завдяки яким забезпечується живлення вирощуваних культур переважно за рахунок біологічного азоту [9].

Одним із важливих зовнішніх факторів, які впливають на утворення й розвиток кореневих бульбочок сої та їхню азотфіксуючу активність, є мінеральний азот. Одні вчені стверджують, що високий вміст його в ґрунті

призводить до затримки появи бульбочок і знижує інтенсивність азотфіксації, тому рослини сої «переходять» на мінералізований азот, водночас інші науковці доводять, що невеликі дози азоту її стимулюють [10; 11]. Використання азотних добрив забезпечує збільшення маси, висоти рослин, площі листової поверхні та врожайності, однак може негативно впливати на активність симбіотичної азотфіксації [12–14].

Трапляються різні рекомендації щодо доз і строків внесення азотного удобрення, не до кінця вивчено азотфіксуючу здатність бульбочкових бактерій і їхню взаємодію з мінеральними добривами. Сільськогосподарська практика вимагає дати однозначну відповідь на запитання: чи варто застосовувати на бобових культурах мінеральний азот, який пригнічує їхню симбіотичну азотфіксацію, чи економічно вигідніше обмежити підживлення азотом таких рослин?

Вивчення цього питання є також важливим через необхідність часткової заміни мінерального азоту біологічним [15].

Мета досліджень. Метою наших досліджень було визначити особливості формування бульбочок на коренях сої в шарі ґрунту 0–20 см та вплив їх на врожайність насіння залежно від густоти стояння рослин на фоні різних доз азотних добрив.

Матеріали та методика досліджень. Об'єкт дослідження – накопичення рослинами біологічного азоту в ґрунті, формування врожаю кондиційного насіння. Предмет вивчення – особливості азотфіксації рослин сої середньостиглого сорту за оптимізації елементів технології вирощування в умовах зрошення Південного Степу України. Методи досліджень: польовий, лабораторний, статистичний.

Досліди проводились впродовж 2016–2018 рр. в зоні Південного Степу України згідно методики польових досліджень [8]. Дослід двофакторний: фактор А – норми висіву (300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 (тис.), 1 млн. шт./га); фактор В – дози азотних добрив (без удобрення, N_{30} , N_{60}).

Норму висіву визначали з урахуванням маси 1000 насінин і їх посівної придатності. Вагова норма висіву насіння середньостиглого сорту сої Святогор за 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 тис. /га, 1 млн. шт./га становила, відповідно 51, 68, 85, 102, 119, 136, 153, 170 кг/га. В якості добрива використовували аміачну селітру – 34,6 % л. р. (ГОСТ 2-85Е). У ваговому відношенні доза добрива N_{30} складала 0,87 ц/га, N_{60} – 1,7 ц/га.

Повторення чотириразове з розміщенням варіантів методом рендомізованих розщеплених ділянок.

Площа посівних ділянок – 22 м², облікова – 18,5 м². Агротехніка вирощування середньостиглого сорту сої Святогор у досліді – загальноприйнята для зони Степу України. Попередником під дану культуру слугувала пшениця озима. Аміачну селітру вносили під передпосівну культивування, згідно схеми дослідів вручну врозкид (табл. 1).

Сівбу проводили сівалкою СКС-6-10 широкорядним способом, з міжряддями 45 см 2 травня у 2016 році, 6-го – у 2017 р., 26 квітня – у 2018 р.

Таблиця 1 – Схема дослідів

Рівні мінерального живлення (фактор А)	Густота стояння рослин (фактор В)							
	300	400	500	600	700	800	900	1000
Без добрив	1	2	3	4	5	6	7	8
N_{30}	9	10	11	12	13	14	15	16
N_{60}	17	18	19	20	21	22	23	24

Насіння сої в день сівби обробляли препаратом азотфіксувальних бактерій на основі штаму *Bradyrhizobium japonicum* 634 b; захист його від шкідників проведено шляхом протруювання препаратом Максим XL (1 л/т). На посівах сої вологість шару ґрунту 0–50 см підтримувалась поливами не нижче ніж 70 % НВ. За період вегетації у 2016 році було проведено 7, у 2017 році – 9, у 2018 – 8 поливів дощувальною машиною ДДА-100 МА нормами 400–500 м³/га.

Боротьбу з бур'янами проводили шляхом внесення ґрунтового гербіциду Харнес (2 л/га) зразу після сівби з послідовним коткуванням, у червні – обробкою посівів страховим гербіцидом Пікадор (1 л/га). Урожай збирали подільночно селекційним комбайном «Сампо-130» при повному дозріванні насіння (вологість – 14–16 %).

Досліди проводились на темно-каштанових середньосуглинкових слабо солонцюватих ґрунтах. Для всебічної характеристики погодних умов використовували дані Херсонської агрометеорологічної станції, розташованої поблизу дослідного поля. Роки досліджень за градацією сумарного випаровування відносились до сухих, з сильною ґрунтовою і повітряною посухою. ГТК знаходився в межах 0,5–0,7, тому вирощування сої в зоні Південного Степу України можливо було тільки за проведення 8–9 поливів за вегетаційний період. Метеорологічні умови

в роки проведення досліджень достатньою мірою відобразили характеристику Південного Степу України, що дало можливість одержати достовірні експериментальні дані, сформулювати висновки й дати рекомендації виробництву для цих умов.

Матеріалом для проведення досліджень використане базове насіння (еліта) середньостиглого сорту сої Святогор, агротехніка вирощування якого була загальноприйнятою для зони Степу України, окрім досліджуваних факторів. Кількість і масу бульбочок сої визначали під час цвітіння – формування бобів – у період максимальної активності симбіотичної азотфіксації.

Збільшення густоти посіву з 300 тис. шт. до 1 млн схожих насінин на 1 га супроводжувалося зменшенням кількості бульбочок на 1 рослину щодо неудообрених ділянок на фоні N_{30} – на 13, а на фоні N_{60} – на 14 шт. Щодо їхньої маси спостерігалась аналогічна залежність. Так, у варіантах, де не вносили добриво, за густоти стояння рослин 300 тис./га маса бульбочок становила 0,33 г, за 600 тис. шт./га – 0,29 г, за 900 – 0,25 г. Тобто, зі збільшенням густоти посіву спостерігалась тенденція до зменшення маси бульбочок на одну рослину. На фоні добрив (N_{30} та N_{60}) маса бульбочок також зменшувалась, залежно від збільшення норми висіву, на 0,05–0,07 одиниць, відповідно (табл. 2).

Таблиця 2 – Вплив різних доз азотного добрива та густоти стояння рослин середньостиглого сорту сої Святогор на його азотфіксувальну здатність (середнє за 2016–2018 рр.)

Рівні мінерального живлення (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Кількість бульбочок, шт./рослину	Суха маса бульбочок, г/рослину	Маса бульбочок, кг/га
Без добрив	300	47	0,33	99
	600	49	0,29	174
	900	39	0,25	225
N_{30}	300	53	0,34	102
	600	58	0,36	216
	900	35	0,29	261
N_{60}	300	55	0,35	105
	600	56	0,37	222
	900	41	0,28	252
HIP_{05}		2	0,01	7

Отже, підвищення дози азотного добрива з N_{30} до N_{60} істотно не впливало на симбіотичний процес. Дещо підвищені показники кількості і маси бульбочок на рослині, сформованих на фоні N_{60} , математично не доведено. У свою чергу, зі збільшенням густоти посіву відбувалось підвищення цих показників на одиницю площі. На ділянці без добрив за щільності стояння рослин 300 шт./га сформувалась маса бульбочок 99 кг/га, а за 900 тис. шт./га – 225 кг/га. Подібна залежність існувала за внесення N_{30} та N_{60} . Маса бульбочок на цих фонах азотного живлення складала 102, 261; 105, 252 кг/га, відповідно. Отже, за загущеного посіву сої формувалась менша кількість бульбочок на рослині з меншою їх масою. Але за рахунок збільшення густоти стояння рослин, підвищувалось утворення бульбочок на 1 га посіву і їх маси (225 г, 261 г, 252 г) на різних фонах живлення, відповідно. Майже однакова маса бульбочок – 0,36 та 0,37 г/рослину, яка становила 216 та 222 кг/га сформувалась у варіантах із внесенням N_{30} та N_{60} за густоти стояння рослин 600 тис. шт./га. Внесення невеликої кількості N_{30} у стартовому добриві забезпечує ним рослини до початку утворення бульбочок, тому що фіксація азоту бульбочковими бактеріями розпочинається лише через 3–4 тижні після посіву сої [16]. Цей агроприйом дає змогу зменшити витрати на внесення мінеральних азотних добрив, поліпшити екологію навколишнього природного середовища. Також нашими дослідженнями встановлено, що підвищення вмісту розчинних азотовмісних сполук у польових умовах із внесенням N_{60} не перешкоджає їхньому симбіозу з бульбочковими бактеріями. Зниження частки атмосферного азоту, засвоюваного рослинами при підвищеній забезпеченості мінеральним азотом, має тільки відносний характер. Абсолютна кількість азоту, засвоєного бактеріями

з атмосфери, збільшується, в порівнянні з рослинами, які вирощуються за використання бульбочкових бактерій, але без внесення в ґрунт азоту. Це пояснюється тим, що азотні добрива не можуть замінити інокулянти, тому що їх дія на рослину різна. Мінеральний азот засвоюється, в основному, в першій половині вегетації. У період цвітіння і наливу насіння, коли соя потребує великої кількості цього елементу, інокульовані рослини мають суттєву перевагу перед підготовленими мінеральним азотом [17; 18].

Перевагою фіксованого азоту, який утворюється в результаті симбіозу рослин і ризобактерій, є рівномірне його постачання рослинам сої протягом усього періоду вегетації і, особливо, під час цвітіння і наливу бобів [19].

Показники кращої активності симбіотичного процесу отримано за густоти стояння рослин 600 тис. шт./га. При цьому сформована максимальна врожайність насіння сої. Це можна пояснити тим, що за густоти стояння 600 тис. шт./га рослини рівномірно розміщуються на ділянці і кожна має оптимальну площу живлення, порівняно із загущеними, або з варіантами із зрідженими посівами. При цьому створюються більш сприятливі умови для фотосинтезу, з яким тісно пов'язаний азотфіксувальний симбіотичний процес та формування бульбочкових бактерій.

Кореляційно-регресійний аналіз азотфіксувальної здатності рослин залежно від густоти посіву дав можливість отримати рівняння: $y = -1E-04x^2 + 0,0876x + 35,888$ $R^2 = 0,87$, яке підтверджує тісну залежність між цими показниками та свідчить про те, що регулюванням густоти стояння можна суттєво впливати на формування азотфіксувальної здатності рослин (рис. 1).

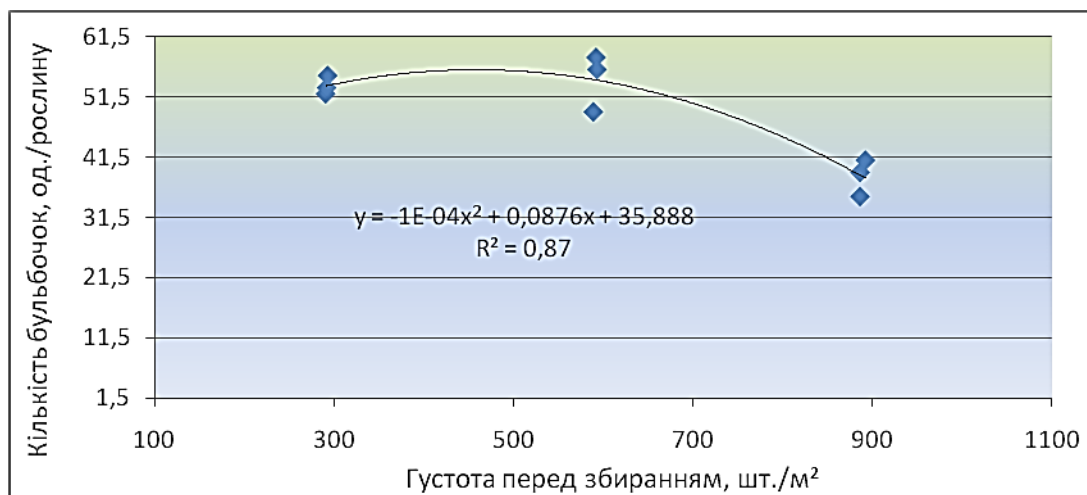


Рис. 1. Кореляційно-регресійна модель стану азотфіксувальної здатності рослин залежно від густоти посіву сої (середнє за 2016–2018 р.)

Необхідно зауважити, що для симбіозу, який забезпечує добрий розвиток рослин, необхідний певний комплекс умов середовища. За несприятливої умови навколишнього середовища, навіть незважаючи на високу вірулентність, конкурентну здатність і актив-

ність мікросимбіонта, ефективність симбіозу буде низькою.

Важливу роль у взаємовідносинах бульбочкових бактерій і бобових рослин відіграє температурний фактор. Зона південного Степу розташована в континентальній

області кліматичного поясу помірних широт, і характеризується помірно-континентальним кліматом зі спекотним посушливим літом [21].

Результати наших досліджень показали, що здатність засвоювати азот рослинами сої обернено пропорційна високим річним температурам повітря. Максимальна азотфіксація спостерігалася за 20–25°C. Температура вище 30°C негативно впливала на процес накопичення

азоту. Ефективніше азотфіксація відбувалась у 2016 році, який характеризувався найбільш сприятливими умовами для вирощування сої, у який температура й опади наближалися до середньобогаторічних значень. Цього року сформувалася максимальна суха маса бульбочок на рослину – 0,48 г. 2017 та 2018 роки були менш сприятливі для посівів сої: надзвичайна літня спека й тривала посуха негативно вплинули на процеси азотфіксації (рис. 2).

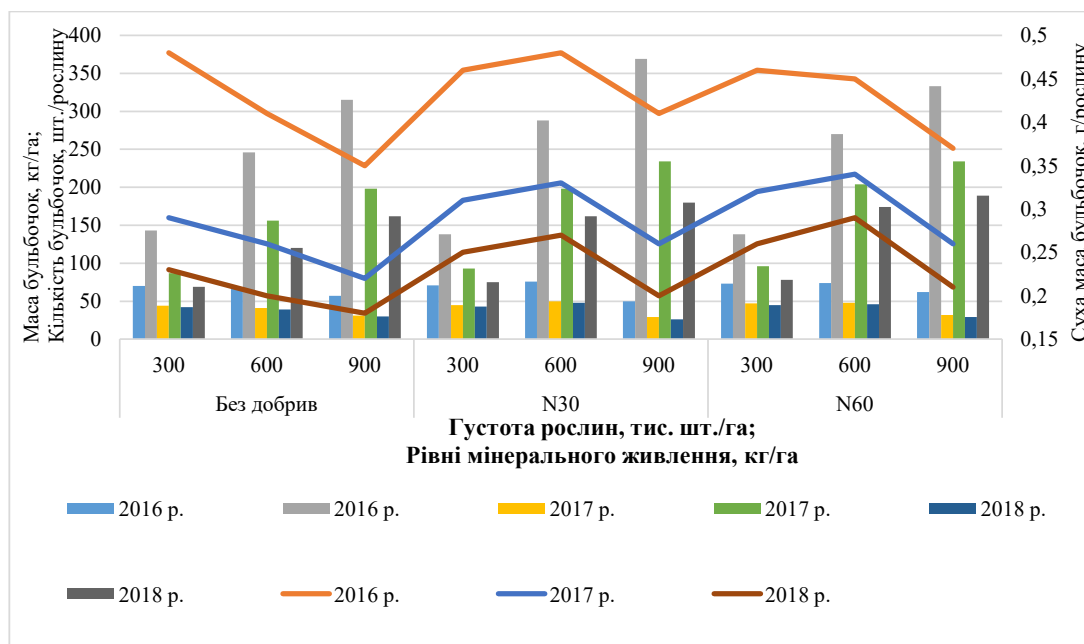


Рисунок 2. Вплив різних доз азотного живлення та густоти стояння рослин середньостиглого сорту сої Святогор на азотфіксуючу здатність

Особливо були жорстокі погодні умови в серпні. Сума опадів, що випали в цей період, була значно нижче за середньобогаторічні показники: 1,8 мм у 2017 р. та 0 мм у 2018 р. (середньобогаторічні 38,0 мм). А середньодобова температура повітря перевищувала багаторічну на 4,1–4,2°C. У 2017 році максимальна суха маса бульбочок складала 0,33–0,34, а у 2018 році – 0,27–0,29 г/рослину.

Висновки. З підвищенням густоти посіву сої формується менша кількість бульбочок на рослині з меншою їх масою. Але за рахунок більшої густоти стояння рослин підвищувалось формування кількості бульбочок на гектарі та їх маси – 225 г, 261 г – на фоні N_{30} та N_{60} , відповідно.

Максимальна маса бульбочок, 0,36 та 0,37 г/рослину, яка дорівнює 216–222 кг/га утворюється на варіантах з внесенням N_{30} та N_{60} за густоти стояння рослин 600 тис. шт./га. Регулюванням густоти стояння середньостиглого сорту сої Святогор можна суттєво впливати на формування азотфіксуючої здатності рослин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Синаговская В.Г. Биологический азот в формировании урожая семян сои. *Аграрна наука*. 2002. № 12. С. 18.

2. Нагорний В.І., Романько Ю.А. Агротехнічне значення та роль сої в екологізації сільськогосподарського виробництва. *Вісник Сумського НАУ*. 2009. Вип. 11 (18). С. 79–83.

3. Duke S., Collins M. Role of potassium in legume dinitrogen fixation. *Potassium in Agriculture*. Madison : American Society of Agronomy, 1985. P. 443–465.

4. Звездичев В.В., Шерстнев С.С. Без зернобобовых не обойтись, и без сои в частности. *Зерновое хозяйство*. 2002. № 3. С. 14–15.

5. Биологический азот : монография / за ред. В.П. Патики. Київ : Світ, 2003. 424 с.

6. Bohloul B., Ladha J., Garrity D., George T. Biological nitrogen fixation for sustainable agriculture: A perspective. *Plant and Soil*. 1992. Vol. 141. Iss. 1–2. P. 1–11.

7. Furseth B., Conle Sh., Ane J. Soybean Response to Soil Rhizobia and Seed-applied Rhizobia Inoculants in Wisconsin. *Crop Science*. 2012. Vol. 52. No. 1. P. 339–344.

8. Адамень Ф.Ф. Эффективность инокуляции сои. Симферополь : Таврида, 1995. 42 с.

9. Gan Y., Stulen I., van Keulen, Kuiper P. Low concentrations of nitrate and ammonium stimulate nodulation and N_2 fixation while inhibiting specific nodulation (nodule DWg-1 root dry weight) and specific N_2 fixation (N_2 fixed g1 root dry weight) in soybean. *Plant and Soil*. 2004. Vol. 258. Iss. 1. P. 281–292.

10. Бабаяров МХ. Влияние азотных удобрений и ризоторфина на урожайность сои. *Технические культуры*. 1991. № 5. С. 37–40.
11. Турин Е.Н., Сулима Н.А. Применение удобрений при выращивании сои. *Агроном*. 2008. № 2. С. 120–121.
12. Андрієць Д.В. Урожайність сої залежно від удобрення на чорноземах типових Лісостепу України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2013. Вип. 183 (2). С. 87–94.
13. Freeborn J., Holshouser D., Alley M., Powel N. & Orcutt D. Soybean Yield Response to Reproductive Stage Soil-Applied Nitrogen and Folial-Applied Boron. *Agronomy Journal*. 2001. Vol. 93. No. 6. P. 1200–1209.
14. Нагорний В.І., Романько Ю.А. Агротехнічне значення та роль сої в екологізації сільськогосподарського виробництва. *Вісник Сумського НАУ*. 2009. Вип. 11 (18). С. 79–83.
15. Шевніков М.Я. Вплив факторів інтенсифікації на продуктивність сої у лівобережному Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 77. С. 128–133.
16. Боровик В.А., Клубук В.В., Марченко Т.Ю. Регулирование процессов азотфиксации сои в условиях орошения. *Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сборник трудов по материалам Междунар. научн. конф. Тверь-Рязань*, 2014. Вип. 6. С. 186–190.
17. Гордійчук Н. Инокулянты для сои: екологічно безпечна та економічно вигідна технологія підвищення врожайності. *Агроном*. 2011. № 1. С. 150.
18. Андрієнко А.Л., Мащенко Ю.В. Вплив різного насичення сівозмін соєю на її продуктивність. *Агроном*. № 1. 2011. С. 140.
19. Боровик В.А. Азотфиксирующая способность растений сои в симбиозе с клубеньковыми бактериями в зависимости от условий внешней среды. *Проблемы комплексного обустройства техноприродных систем : материалы международной научно-практической конференции*. Москва, 2013. Ч. 1. С. 78–85.
5. Patyky, V.P. (2003). *Biologichnyi azot* [Biological nitrogen]. Kyiv: Svit [in Ukrainian].
6. Bohlool, B., Ladha, J., Garrity, D., & George, T. (1992). Biological nitrogen fixation for sustainable agriculture: A perspective. *Plant and Soil*, 141, 1–11 [in English].
7. Furseth, B., Conle, Sh., & Ane, J. (2012). Soybean Response to Soil Rhizobia and Seed-applied Rhizobia Inoculants in Wisconsin. *Crop Science*, 52, 1, 339–344 [in English].
8. Adamen', F.F. (1995). *Effektivnost' inokulyatsii soi* [The effectiveness of inoculation of soy]. Simferopol' : Tavrida [in Russian].
9. Gan, Y., Stulen, I., H. van Keulen, & Kuiper, P. Low (2004). Concentrations of nitrate and ammonium stimulate nodulation and N₂ fixation while inhibiting specific nodulation (nodule DWg-1 root dry weight) and specific N₂ fixation (N₂ fixed g1 root dry weight) in soybean. *Plant and Soil*, 258, 281–292 [in English].
10. Babayarov, M.Kh. (1991). Vliyanie azotnykh udobreniy i rizotorfina na urozhaynost' soi [The effect of nitrogen fertilizers and rhizotorfin on soybean productivity]. *Tekhnicheskie kul'tury – Industrial crops*, 5, 37-40 [in Russian].
11. Turin, E.N., & Sulima, N.A. (2008). Primenenie udobreniy pri vyrashchivanii soi [The use of fertilizers in soybean cultivation]. *Agronom – Agronomist*, 2, 120-121 [in Russian].
12. Andriets, D.V. (2013). Urozhainist soi zalezno vid udobrennia na chornozemakh typovykh Lisostepu Ukrainy [Productivity of fallow fertilizer on black soil typical of Lisostepu Ukraine]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy – Science newsletter of the National University of Natural Resources and Nature Protection of Ukraine*, 183(2), 87-94 [in Ukrainian].
13. Freeborn, J., Holshouser, D., Alley, M., Powel N., & Orcutt, D. (2001). Soybean Yield Response to Reproductive Stage Soil-Applied Nitrogen and Folial-Applied Boron. *Agronomy Journal*, 93, 6, 1200–1209 [in English].
14. Nahornyi, V.I., & Romanko, Yu.A. (2009). Ahrotekhnichne znachennia ta rol soi v ekolohizatsii silskohospodarskoho vyrobnytstva [Agrotechnical significance and role of soy in the greening of agricultural production]. *Visnyk Sumskoho NAU – Bulletin of Sumy NAU*, 11 (18), 79-83 [in Ukrainian].
15. Shevnikov, M.Ia. (2013). Vplyv faktoriv intensyfikatsii na produktyvnist soi u livoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [The effect of nitrogen fertilizers and rhizotorfin on soybean productivity]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Industrial crops*, 77, 128-133 [in Russian].
16. Borovik, V.A., Klubuk, V.V., & Marchenko T.Yu. (2014). Regulirovanie protsessov azotifikatsii soi v usloviyakh orosheniya [The regulation of the processes of nitrogen fixation of soybean in irrigation conditions]. *Ekologicheskoe sostoyanie prirodnoy sredy i nauchno-prakticheskie aspekty sovremennykh meliorativnykh tekhnologiy – The ecological state of the environment and scientific and practical aspects of modern land reclamation technologies*, 6, 186-190 [in Russian].
17. Hordiichuk, N. (2011). Inokulianty dla soi: ekolohichno bezpechna ta ekonomichno vyhidna tekhn-

REFERENCES:

1. Sinagovskaya, V.G. (2002). Biologicheskij azot v formirovanii urozhaya semyan soi [Biological nitrogen in the formation of a crop of soybean seeds]. *Agrarna nauka – Agricultural science*, 12, 18 [in Russian].
2. Nahornyi, V.I., & Romanko, Yu.A. (2009). Ahrotekhnichne znachennia ta rol soi v ekolohizatsii silskohospodarskoho vyrobnytstva [Agrotechnical significance is the role of the community in the ecology and social protection of virobnost]. *Visnyk Sumskoho NAU – News of Sumy NAU*, 11 (18), 79-83 [in Ukrainian].
3. Duke, S., & Collins, M. (1985). Role of potassium in legume dinitrogen fixation. *Potassium in Agriculture*. Madison: American Society of Agronomy, 443-465 [in English].
4. Zvezdichev, V.V., & Sherstnev S.S. (2002). Bez zernobobovykh ne oboytis', i bez soi v chastnosti [You can't do without legumes, and in particular without soy]. *Zernovoe khozyaystvo – Grain farming*, 3, 14-15 [in Russian].

nolohiia pidvyshchennia vrozhaivosti [Soybean inoculants: environmentally safe and cost-effective technology to increase yields]. *Ahronom – Agronomist*, 1, 02, 150 [in Ukrainian].

18. Andriienko, A.L., & Mashchenko Yu.V. (2011). Vplyv riznogo nasychennia sivozmin soieiu na yii produktyvnist [Influence of different saturation of soybean crop rotations on its productivity]. *Ahronom – Agronomist*, 1, 140 [in Ukrainian].

19. Borovik, V.A. (2013). Azotfiksiroyushchaya sposobnost' rasteniy soi v simbioze s kluben'kovymi bakteriyami v zavisimosti ot usloviy vneshney sredy [Nitrogen-fixing ability of soybean plants in symbiosis with nodule bacteria, depending on environmental conditions]. *Problemy kompleksnogo obustroystva tekhnoprirodnnykh sistem – Problems of the integrated arrangement of techno-natural systems*, 1, 78-85 [in Russian].

Вожегова Р.А., Боровик В.О., Рубцов Д.К., Біднина І.О., Клубук В.В. Сучасні аспекти вирішення проблеми економії азотних добрив під час вирощування сої в умовах зрошення

Мета досліджень – визначити особливості формування бульбочок на коренях сої в шарі ґрунту 0–20 см та вплив їх на врожайність насіння залежно від густоти стояння рослин на фоні різних доз азотних добрив.

Методи досліджень: польовий, лабораторний, статистичний. **Результати.** Встановлено, що за загущеного посіву сої формувалась менша кількість бульбочок на рослинах із меншою їхньою масою. Але завдяки збільшенню густоти стояння рослин підвищувалось утворення бульбочок на 1 га посіву і їх маси на різних фонах живлення. Також дослідженнями встановлено, що підвищення вмісту розчинних азотовмісних сполук у польових умовах із внесенням N_{60} не перешкоджає їхньому симбіозу з бульбочковими бактеріями. Показники кращої активності симбіотичного процесу отримано за густоти стояння рослин 600 тис. шт./га, при цьому сформована максимальна врожайність насіння сої. Визначено, що здатність засвоювати азот рослинами сої обернено пропорційна високим річним температурам повітря.

Висновки. З підвищенням густоти посіву сої формується менша кількість бульбочок на рослині з меншою їхньою масою. Але завдяки більшій густоті стояння рослин підвищувалось формування кількості бульбочок на гектарі та їхньої маси – 225 г, 261 г – на фоні

N_{30} та N_{60} , відповідно. Максимальна маса бульбочок, 0,36 та 0,37 г/рослину, яка дорівнює 216–222 кг/га утворюється на варіантах із внесенням N_{30} та N_{60} за густоти стояння рослин 600 тис. шт./га. Регулюванням густоти стояння рослин сої можна суттєво впливати на формування азотфіксуючої здатності рослин.

Ключові слова: соя, густота стояння рослин, дози азотного добрива, азотфіксація, бульбочкові бактерії.

Vozhegova R.A., Borovik V.O., Rubtsov D.K., Bidnina I.O., Klubuk V.V. Modern aspects of solving the problem of saving nitrogen fertilizers when growing soybeans under irrigation

Purpose: The aim of our research was to determine the peculiarity of the formation of bubbles on soybean roots in a layer of 0–20 cm and their effect on seed yield depending on the density of plant standing against the background of the use of various doses of nitrogen fertilizers.

Research methods: field, laboratory, statistical. **Results.** It was found that when soybean crops were thickened, fewer bubbles were formed on plants with a lower mass. But due to the increase in the density of standing plants, the formation of bubbles per 1 ha of seeding and their mass increased at different food backgrounds. Also, studies have found that increasing the content of soluble nitrogen-containing compounds in the field with the introduction of N_{60} does not prevent their symbiosis with nodule bacteria. Indicators of the best activity of the symbiotic process were obtained at a plant stand density of 600 thousand units/ha, while the maximum yield of soybean seeds was formed. It was determined that the ability of soybean plants to absorb nitrogen is inversely proportional to high summer air temperatures. **Findings.** As the density of soybean crops increases, fewer bubbles are formed on plants with a lower mass. But due to the higher density of plant standing, the formation of the number of bubbles per hectare and their mass increased – 225 g, 261 g-against the background of N_{30} and N_{60} , respectively. The maximum mass of bubbles, 0,36 and 0,37 g/plant, equal to 216–222 kg/ha is formed in variants with the introduction of N_{30} and N_{60} at a plant density of 600 thousand units/ha. By regulating the density of standing soybean plants, it is possible to significantly influence the formation of nitrogen-fixing capacity of plants.

Key words: soybean, plant density, doses of nitrogen fertilizer, nitrogen fixation, nodule bacteria.

ЗЕМЛЕРОБСТВО ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ: ІСТОРИЧНИЙ РОЗВИТОК І СУЧАСНИЙ СТАН (1796–2019 РР.)

Вожегова Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент Національної академії аграрних наук України

<https://orcid.org/0000-0002-3895-5633>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Голобородько С.П. – доктор сільськогосподарських наук, професор

<http://orcid.org/0000-0002-6968-985X>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Димов О.М. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0002-7839-0956>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Гальченко Н.М. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0002-1717-5101>

Асканійська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Структура землекористування степової зони України протягом XVIII–XX століть зазнавала ряду суттєвих змін й визначалася розвитком продуктивних сил та правових і виробничих відносин того часу. Після створення у 1802 році Таврійської губернії на величезних територіях південного Степу сталий розвиток отримало тонкорунне вівчарство. Маючи високу забезпеченість кормами для його утримання, Росія за виробництвом тонкорунної шерсті на світовому ринку вказаного періоду займала перше місце. У 1860 році її виробництво досягало 226,5 тис. тонн, у той час як Великобританія виробляла 63,4 тис. тонн, США – 49,8; Австралія – 27,2 і Аргентина – 19,5 тис. тонн [1].

За даними генерального межування, точного визначення меж земельних володінь: селянських общин, міст, церков, окремих громадян та інших власників землі, що було розпочате в 1766 році й завершене в середині XIX століття, степова зона України складалася з трьох губерній: Єкатеринославської, Херсонської і Таврійської загальною площею 19485 тис. га. Згідно обліку поземельної статистики кінця XVIII століття (1796 р.) сінокоси

й пасовища займали 10876,0 тис. га (55,8%) до загальної площі земельних угідь, відповідно, ліси – 583,0 (3,0) і 6061,0 тис. га (31,1%) – малородючі або непридатні землі. Орна земля на величезних просторах степового краю займала лише 1965,0 тис. га (10,1%).

Починаючи з середини XIX століття, структура землекористування південного Степу України зазнала суттєвих змін, що обумовлювалося великим попитом розвинутих країн Європи на зернові культури та падінням на світовому ринку цін на тонкорунну шерсть, оскільки виробництво її значно зросло в Австралії, Аргентині та ряді провінцій південної Африки (нині ПАР). У 1868 р. сінокоси і пасовища, до загальної площі земельних угідь, зменшилися до 8737,0 тис. га (44,8%), відповідно, ліси – 502,0 (2,6) і непридатні землі – до 3922,0 тис. га (20,1%). Загальна площа орної землі у трьох вказаних губерніях на той час не перевищувала 6324,0 тис. га (32,5%), тобто землеробство степової зони України в історичному аспекті починало тільки зароджуватися, а тому було ще вкрай відсталою галуззю народного господарства краю (табл. 1) [2].

Таблиця 1 – Розподіл земельних угідь степової зони України в XVIII–XIX століттях
(за даними поземельної статистики)

Губернія	Загальна площа, тис. га	Рілля		Сінокоси і пасовища		Ліс		Непридатні землі	
		тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%
1796 рік									
Єкатеринославська	6340	1021	16,1	1800	28,4	108	1,7	3411	53,8
Херсонська	7128	763	10,7	5153	72,3	114	1,6	1098	15,4
Таврійська	6017	181	3,0	3923	65,2	361	6,0	1552	25,8
Усього	19485	1965	10,1	10876	55,8	583	3,0	6061	31,1
1868 рік									
Єкатеринославська	6340	2041	32,2	2980	47,0	89	1,4	1230	19,4
Херсонська	7128	3200	44,9	2737	38,4	100	1,4	1091	15,3
Таврійська	6017	1083	18,0	3020	50,2	313	5,2	1601	26,6
Усього	19485	6324	32,5	8737	44,8	502	2,6	3922	20,1
1887 рік									
Єкатеринославська	6340	4343	68,5	1471	23,2	133	2,1	393	6,2
Херсонська	7128	5531	77,6	1205	16,9	86	1,2	306	4,3
Таврійська	6017	3821	63,5	1408	23,4	289	4,8	499	8,3
Усього	19485	13695	70,3	4084	21,0	508	2,6	1198	6,1

Якщо в структурі сільськогосподарських угідь площа сінокосів і пасовищ у 1868 році в колишній Єкатеринославській губернії складала 47,0%, а орної землі було лише 32,2%, відповідно, Херсонській – 38,4 і 44,9 й Таврійській – 50,2% і 18,0%, то в кінці XIX століття – у 1887 році, навпаки, площа орної землі у структурі сільськогосподарських угідь вказаних трьох губерній зросла до 70,3% (13695 тис. га), а площа сінокосів і пасовищ зменшилася до 21,0%. При цьому через значне розширення посівних площ зернових культур на початку XX століття розвиток тонкорунного вівчарства в степовій зоні України майже зовсім занепадає.

Перетворення старовікових природних ковило-типчакових степових ландшафтів південного Степу на антропогенні сільськогосподарські агроландшафти призвело до істотної зміни структури землекористування в Україні, негативні наслідки яких неможливо було передбачити як у минулому, так і повністю ліквідувати їх в сучасних умовах господарювання.

Передумови, які наприкінці XX і початку XXI століть недостатньо сприяли інтенсивному розвитку сільського господарства у південній частині зони Степу, пов'язані, насамперед, з вкрай високим розорюванням існуючих агроландшафтів та їх деградацією. Повернення до науково необґрунтованих систем землеробства, при скороченні величезних площ природних степових ландшафтів, у даний час призвело до створення нестійкого стану сільськогосподарських угідь, що пов'язано з негативним впливом регіональної зміни клімату в цілому. Систематичне розширення орних земель в Україні, в тому числі й у середині XX століття, стало початком істотного антропогенного впливу на існуючі сільськогосподарські ландшафти. Тому створені упродовж останніх двох століть передумови для інтенсивного розвитку галузі рослинництва, а також садівництва та виноградарства в зв'язку з інтенсивним розорюванням сільськогосподарських угідь призвели до формування антропогенних агроландшафтів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням теоретико-методологічних і практичних аспектів раціонального використання та охорони земельних ресурсів в умовах ринкової економіки в Україні протягом останніх років займалися науковці: М.В. Андрієшин, С.Ю. Булигін, А.П. Вервейко, А.О. Варламов, С.М. Волков, Ф. Вох, Д.І. Гнаткович, В.В. Горлачук, Г.Д. Гуцуляк, Д.С. Добряк, М.В. Дроздяк, П.П. Данн, І.П. Здоровцов, В.М. Кривов, О.М. Каштанов, М.І. Лопирев, Я.І. Лютий, І.Р. Михасюк, М.А. Мицай, Л.Я. Новаковський, С.І. Носов, І.А. Розумний, А.Я. Сохнич, М.Г. Ступень, Т. Стучинський, О.Г. Тараріко, В.М. Трегобчук, А.М. Третьак, В.П. Троїцький, С. Харасімович, А. Хопфер, Г.І. Швебс, Я. Ядчишин та інші. За використання ландшафтно-екологічного підходу по вдосконаленню сільськогосподарського землекористування вчені рекомендують значно більше уваги приділяти процесам та механізмам самоорганізації ландшафтних систем у просторі та часі. При цьому при обґрунтуванні функціонування оптимізованих агроландшафтів необхідно

залучати значно більше чинників, які безпосередньо впливають на продукційні, адаптивно-ценотичні та ґрунтово-екологічні процеси в існуючих агроландшафтах [3].

Мета досліджень – проаналізувати в динаміці процес використання земель сільськогосподарського призначення в Україні та в зоні південного Степу; обґрунтувати наукові та практичні засади формування врожаю основних сільськогосподарських культур в умовах регіональної зміни клімату; визначити напрями підвищення продуктивності сільськогосподарських культур за ефективного використання земельних ресурсів та енергоощадних технологій їх вирощування на неполивних землях південного Степу України.

Матеріали та методика досліджень. При написанні статті використані дані Державної служби статистики України, показники агрометеорологічної станції м. Херсон та результати власних досліджень авторів. Роль наукового забезпечення підвищення продуктивності сільськогосподарських культур визначено на основі аналізу й синтезу, а також абстрактно-логічного підходу. Емпіричні дослідження процесу підвищення врожаїв основних сільськогосподарських культур проведено за допомогою методів порівняльного, системного та графічного аналізу.

Результати досліджень. У ефективному розвитку сільського господарства України важливу роль відіграють зернові, зернобобові та технічні культури й, насамперед, пшениця озима, яка є основною продовольчою культурою усіх країн світу. Згідно Комплексної галузевої програми "Розвиток зерновиробництва в Україні" посівні площі зернових культур у 2008–2015 рр. планувалося довести до 14,5–15,0 млн га, у тому числі пшениці озимої – 5,5–6,0 млн га, жита озимого – 0,6–0,7; кукурудзи – 2,0–2,2; ячменю ярого – 3,2–3,5 млн га. При цьому в польових сівоzmінах зернові культури у господарствах степової зони повинні були займати 55–60% до загальної площі ріллі. За таких умов виробництво зерна за урожайності 3,6–3,7 т/га у 2015–2016 рр. повинно було становити 50 млн тонн [4, 5, 6].

Проте нові етапи реформування та розвитку земельних і соціально-економічних відносин на селі, з набуттям Україною політичної незалежності, не вирішили проблему сталого розвитку галузі землеробства, а навпаки, значно її поглибили. Успішне вирішення даної проблеми можливе лише за високорозвинутого агропромислового комплексу, розробки й впровадження найменш енерговитратних ландшафтно-екологічних систем землеробства з урахуванням впливу регіональної зміни клімату.

У теперішній час загальна площа земельних ресурсів зони Степу досягає 25019,8 тис. га, в тому числі 19131,1 сільськогосподарських угідь, із них 15528,7 тис. га орних земель. Згідно досліджень С.А. Балюка та ін. розораність сільськогосподарських угідь в Україні на початку XXI століття стала досягати найвищих показників у світі: Херсонська область – 90,2%, Кіровоградська – 86,4; Запорізька – 84,8; Миколаївська – 84,5; Дніпропетровська – 84,5; Донецька – 81,0; Одеська – 79,7 і Луганська область – 66,4% [7] (табл. 2).

Таблиця 2 – Сільськогосподарське використання земельних ресурсів зони Степу [7]

Області	Всього землі	У тому числі		Розораність, %
		с.-г. угідь	з них ріллі	
АР Крим	2694,5	1798,4	1265,6	70,4
Кіровоградська	2458,8	2039,9	1762,4	86,4
Дніпропетровська	3192,3	2514,3	2125,0	84,5
Запорізька	2718,3	2247,7	1906,7	84,8
Одеська	3331,3	2593,4	2067,6	79,7
Миколаївська	2458,5	2010,0	1698,1	84,5
Херсонська	2846,1	1971,1	1777,6	90,2
Донецька	2651,7	2045,2	1656,0	81,0
Луганська	2668,3	1911,1	1269,7	66,4
Усього	25019,8	19131,1	15528,7	81,2

Наслідки вказаних змін виявилися вкрай несприятливими для розвитку сільського господарства майже для всіх областей південного Степу України, що пов'язано як з високою розораністю агроландшафтів, так і з порушенням структури посівних площ сільськогосподарських культур, що вирощуються. Дослідженнями, проведеними в посушливих регіонах Поволжя Російської Федерації, встановлено, що розораність території, яка перевищує екологічно допустимі межі, суттєво сприяє підсиленню процесів деградації ґрунтів, погіршенню гідрологічного режиму водозбірних басейнів, зниженню здатності агроландшафтів

до їх саморегуляції, зменшенню формування високої продуктивності сільськогосподарських культур, що вирощуються [8]. Головним фактором, що забезпечує в розвинутих країнах світу сталий розвиток агроекологічних систем, як і біосфери в цілому, є оптимальне співвідношення орної землі до загальної площі сільськогосподарських угідь. За даними «FAO production» [9] відношення орних земель до площі сільськогосподарських угідь, у Республіці Казахстан складає 10,1%; США – 43,5; Італії – 53,6; Росії – 56,1; Франції – 59,5; Канаді – 61,9; Румунії – 63,5; Німеччині – 66,9; Польщі – 76,5 і в Україні – 79,7% (табл. 3).

Таблиця 3 – Площа сільськогосподарських угідь в окремих країнах світу, млн га [9]

Країни	Сільськогосподарські угіддя, млн га	У т.ч. сінокоси і пасовища		У т.ч. рілля	
		площа	у % до с.-г. угідь	площа	у % до с.-г. угідь
Казахстан	222,6	182,2	81,8	22,5	10,1
США	426,9	239,2	56,0	185,7	43,5
Італія	16,8	4,9	29,2	9,0	53,6
Росія	221,0	91,1	41,2	123,9	56,1
Франція	30,4	11,1	36,5	18,1	59,5
Канада	73,4	27,9	38,0	45,4	61,9
Румунія	14,8	4,8	32,4	9,4	63,5
Німеччина	17,2	5,2	30,2	11,5	66,9
Польща	18,7	4,0	21,4	14,3	76,5
Україна	41,9	7,5	17,9	33,4	79,7

Структура землекористування у більшості країн світу оптимізована, оскільки до 40,0–50,0% земель займають природоохоронні ландшафти, тобто луки та ліси. Найбільш яскравим прикладом неефективного використання земельних ресурсів у південній частині зони Степу, як і в Україні в цілому, може слугувати існуюча структура посівних площ, яка склалася протягом останніх 30 років.

За даними державного земельного обліку, проведеного в 1990 році, в Україні нараховувалося 60,3 млн га земель усіх категорій, у тому числі сільськогосподарських угідь 41,8 млн га, ріллі – 33,4; сінокосів і пасовищ – 7,5; лісів – 10,4 млн га [10]. За інтенсивного ведення сільськогосподарського виробництва зернові та зернобобові культури у структурі посівної площі займали 14583,0 тис. га (45,26%); технічні – 3751,0 (11,65); картопля та овоче-баш-

танні – 1885,0 (5,85) і кормові культури – 11999,0 тис. га (37,24 %) (табл. 4).

У 2019 р. загальна посівна площа сільськогосподарських культур в Україні складала 27688,0 тис. га, в тому числі зернові й зернобобові культури займали 14843,0 тис. га (53,61%), із них пшениця озима та яра – 6644,0 (24,00); ячмінь ярий та озимий – 2443,0 (8,82); кукурудза – 4625,0 (16,70) й інші зернові та зернобобові культури – 1131,0 тис. га (4,09 %). Із технічних культур найбільшу посівну площу стали займати соняшник – 5809,0 тис. га (20,98%), соя – 1823,0 (6,58%) і ріпак озимий та ярий – 1120,0 тис. га (4,05%). У порівнянні з 1990 р. посівні площі кормових культур, згідно Державної служби статистики України, суттєво зменшилися. Якщо загальна площа кормових культур у 1990 році у всіх категоріях господарств досягала 11999,0 тис. га (37,24%), то в 2019 році посівні площі їх становили

Таблиця 4 – Структура посівних площ сільськогосподарських культур в Україні
(за даними Державної служби статистики України)

Показники	1990 р.		2019 р.*	
	тис. га	%	тис. га	%
Посівна площа с.-г. культур, у т.ч.	32218,0	100,00	27688,0	100,00
1. Зернові та зернобобові культури	14583,0	45,26	14843,0	53,61
у т.ч.: пшениця озима та яра	5480,0	17,01	6644,0	24,00
кукурудза	1200,0	3,72	4625,0	16,70
ячмінь ярий та озимий	3003,0	9,32	2443,0	8,82
інші зернові та зернобобові	4900,0	15,21	1131,0	4,09
2. Технічні культури	3751,0	11,65	9320,0	33,66
у т.ч. соняшник	1636,0	5,08	5809,0	20,98
буряки цукрові	1607,0	4,99	261,0	0,94
соя	93,0	0,29	1823,0	6,58
ріпак озимий та ярий	90,0	0,28	1120,0	4,05
інші технічні	325,0	1,01	307,0	1,11
3. Картопля та овоче-баштанні	1885,0	5,85	1743,0	6,29
4. Кормові культури	11999,0	37,24	1782,0	6,44

* Примітка: Без урахування тимчасово окупованої території АР Крим, м. Севастополя та частини земель у зоні проведення операції об'єднаних сил

лише 1782,0 тис. га, або скоротилися на 10217,0 тис. га (85,1%). За рахунок суттєвого зменшення посівної площі кормових культур протягом останніх років в Україні відбувалося істотне збільшення посівних площ кукурудзи, соняшнику, сої та ріпаку озимого, тобто зернових і технічних культур, які користуються попитом на світовому ринку. Тваринництво ж галузь стала головним джерелом доходів лише у 9,5% сільгосп підприємств та в 7,3% фермерських господарств.

Основним напрямом збільшення виробництва зернових і технічних культур у господарствах усіх категорій у прийнятих польових сівозмінах підзони південного Степу в сучасних умовах господарювання є інтенсивні системи землеробства. Головними чинниками, що сприяють створенню й ефективному функціонуванню існуючих у даний час систем землеробства, є кількість орної землі, що обробляється, наявність у структурі посівних площ бобових багаторічних трав та їх продуктивність, забезпеченість основними засобами виробництва й трудовими ресурсами, а також погодні умови кожного року, протягом якого вирощуються сільськогосподарські культури в регіоні.

Виходячи з цього, ще на початку ХХ століття видатний вчений з ґрунтознавства В.В. Докучаєв встановив, що за інтенсивного використання орних земель повинно існувати оптимізоване співвідношення між складовими частинами сільськогосподарських угідь [11]. Як свідчать дослідження того часу, площа багаторічних трав, до загальної площі ріллі, повинна складати 20–25%, а площа лісосмуг – 2,5–3,0%. Більш пізніми науковими роботами Українського проектного інституту по землевпорядкуванню “Укрземпроект” встановлено оптимальне співвідношення сільськогосподарських угідь у зоні Степу: рілля – 55–60%, пасовища і сіножаті – 22–23%, багаторічні насадження і лісосмуги – 7,0–8,0%, рекреаційні зони й водні об'єкти – до 6,0%. Залежно від ступеня розподіленості території й бонітету ґрунтів

вказані співвідношення можуть дещо змінюватися, що суттєво залежить від погодних умов, що складаються у кожному регіоні.

Аналіз середньодобової температури повітря, проведений протягом вегетаційного періоду сільськогосподарських культур за останні 70 років у південній частині зони Степу, свідчить, що протягом 2012–2019 рр., у порівнянні з середньою багаторічною за 65 років (1945–2010 рр.), вона була суттєво різною. Підвищення середньої температури повітря протягом вегетаційного періоду 2012–2019 рр., за одночасно недостатньої кількості атмосферних опадів, порівняно з 1945–2010 рр., призводило до збільшення випаровуваності. Згідно спостережень агрометеорологічної станції м. Херсон найбільше підвищення середньомісячної температури повітря відбувалося в сухі (95%) за забезпеченістю опадами 2012 та 2018 рр. За середньої температури повітря в сухому (95%) за забезпеченістю 2012 році, рівної 21,1° С, й відносної вологості повітря 60% протягом вегетаційного періоду потенційне випаровування зростало до 944,0 мм, а дефіцит вологозабезпеченості досягав 757,4 мм (рис. 1).

Величини випаровуваності та дефіцит вологозабезпечення протягом вегетаційного періоду в 2012–2019 рр. істотно змінювалися й залежали від середньомісячної температури й відносної вологості повітря, а також кількості атмосферних опадів, які випадали протягом вегетаційного періоду сільськогосподарських культур.

У середньому за 65 років спостережень (1945–2010 рр.) випаровуваність, розрахована за Н.Н. Івановим [12], не перевищувала 722,0 мм, відповідно, дефіцит вологозабезпечення – 487,4 мм. У вологій (5%) за забезпеченістю опадами роки випаровуваність знижувалася до 608,6 мм, а дефіцит вологозабезпечення – до 243,6 мм. У середньовологій (25%) й середній (50%) за забезпеченістю опадами роки випаровуваність зростала до 645,7–746,3 мм, а дефіцит вологозабезпечення – відповідно до 406,7–507,7 мм.

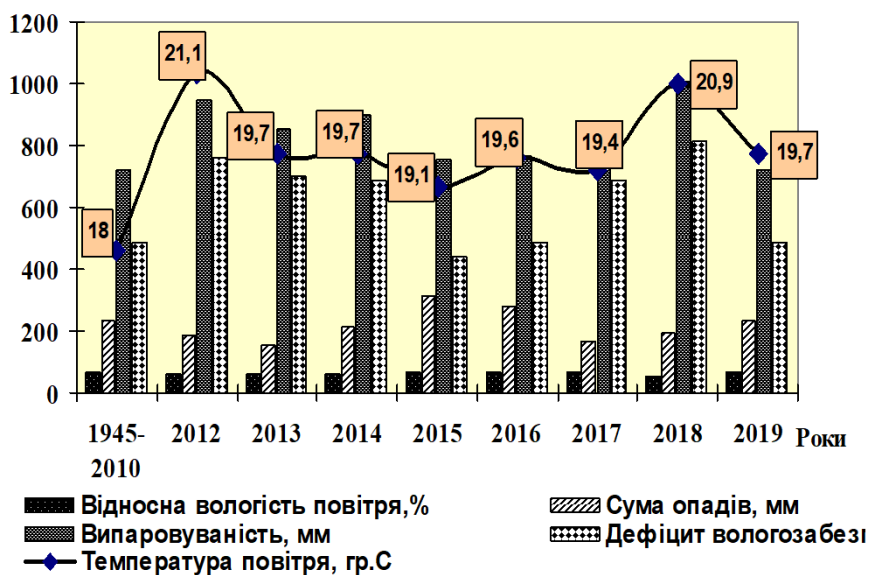


Рис. 1. Гідротермічні показники вегетаційних періодів (квітень – вересень) сільськогосподарських культур у південній частині зони Степу (за даними метеорологічної станції м. Херсон)

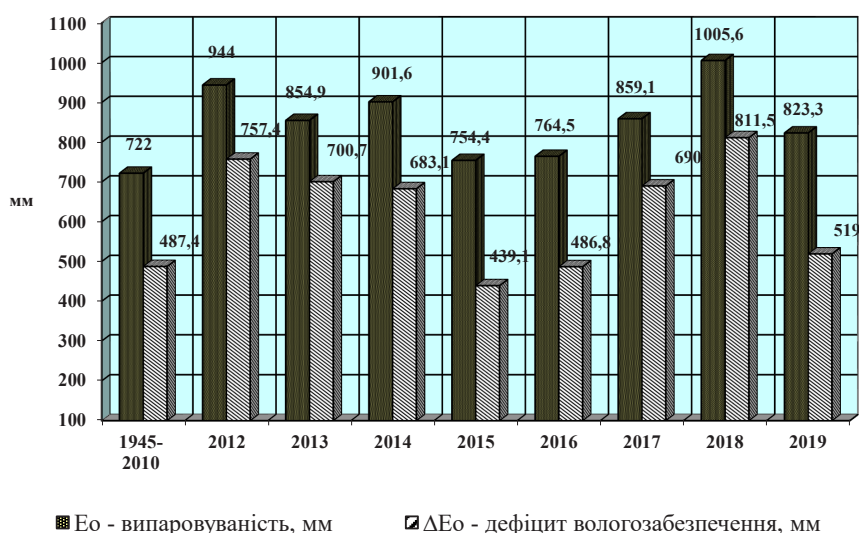


Рис. 2. Випаровуваність (Ео) і дефіцит вологозабезпечення (ΔЕо) протягом вегетаційного періоду 2012–2019 рр. (IV–IX місяці) сільськогосподарських культур у південному Степу (за даними агрометеорологічної станції м. Херсон)

Фактична кількість атмосферних опадів, які випадали протягом останніх років, свідчить про нестабільність надходження природної вологи в підзоні південного Степу, внаслідок чого відбувається поступова зміна існуючих агроландшафтів, що негативно позначається на продуктивності рослин, які вирощуються. Як наслідок, особливо в останні роки ХХІ століття, – майже через кожні 3–4 роки став зростати прояв середньосухих (75%) та сухих (95%) за забезпеченістю опадами років, дефіцит вологозабезпечення в які зростає до 500–550 мм та 650–680 мм.

Кількість опадів, що випадали у зимовий період (грудень–лютий) у середньому за 65 років спостережень

(1945–2010 рр.), не перевищувала 93,0 мм (22,4%), відповідно, у весняний (березень – травень) – 93,7 (22,5%); літній (червень – серпень) – 126,3 (30,4%) і осінній (вересень – листопад) – 102,7 мм (24,7%). Усього за вказані пори року випало 415,7 мм, у тому числі за вегетаційний період (квітень – вересень) – 232,6 мм.

У сухому (95%) за забезпеченістю опадами 2018 році протягом зими випало 113,7 мм (27,8%), відповідно, весни – 98,3 (24,0%), літа – 113,9 мм (27,8%) і осені – 83,5 мм (20,4%), усього – 409,4 мм, із яких 194,1 мм випало за вегетаційний період люцерни (квітень – вересень) (рис. 3).

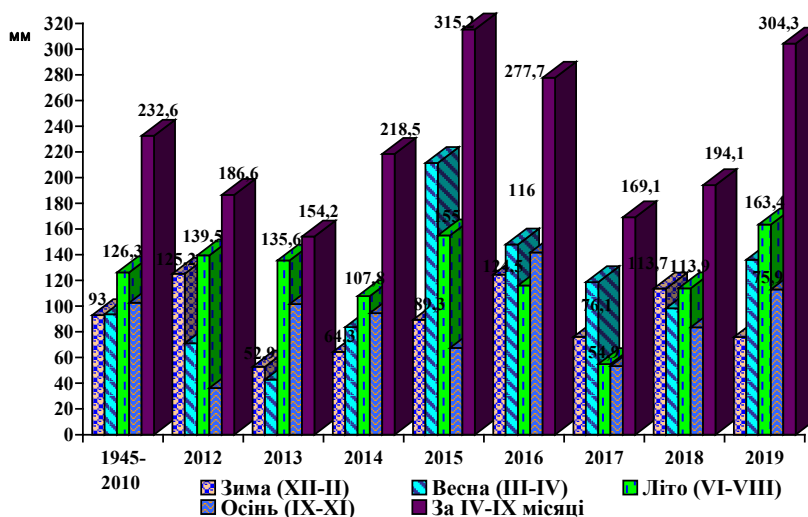


Рис. 3. Кількість атмосферних опадів за сезонами року й протягом вегетаційного періоду (квітень – вересень) у південному Степу України (за даними агрометеорологічної станції м. Херсон)

При цьому зменшення кількості атмосферних опадів у сухому (95%) за забезпеченістю опадами 2018 р. спостерігалось лише протягом літнього та осіннього періодів вегетації сільськогосподарських культур. Проте, поряд з дещо меншою кількістю атмосферних опадів, що випадали у сухі (95%) за забезпеченістю опадами роки, відбувалося істотне підвищення середньодобової температури й зниження відносної вологості повітря, внаслідок чого відбувалося зростання випаровуваності до 279,0 мм (38,4%) й дефіциту вологозабезпечення – до 317,5 мм (64,3%).

Відмітною особливістю посух, що спостерігалися протягом останніх років, стало також те, що вони охоплювали величезну територію Одеської, Миколаївської, Херсонської й Запорізької областей, степову частину АР Крим, а також значну територію північного Степу та південних областей зони Лісостепу України, які раніше відносилися до зони достатнього зволоження. У більшості вказаних областей підзони південного Степу регіональна зміна клімату, поряд з проявом посух та суховіїв, стала проявлятися також появою повеней, скороченням тривалості зимових періодів, а самі зими стали менш холодними.

За екстремальних погодних умов стали одночасно проявлятися ґрунтова й повітряна посухи, що призводило до істотного зниження запасів продуктивної вологи в 0–100 см шарі ґрунту та суттєво впливало на урожайність пшениці озимої в усіх областях південної частини зони Степу. Так, протягом весняно-літнього періоду вегетації пшениці озимої у 2012 році за кількості опадів, рівної 65,6 мм, також спостерігався істотний дефіцит вологозабезпечення, внаслідок чого формувалася край низький урожай пшениці озимої, а іноді він і повністю гинув (рис. 4).

Незадовільний екологічний стан сільськогосподарських угідь, що спостерігається протягом останніх років у підзоні південного Степу, пов'язаний із зміною

основних властивостей ландшафтів за тривалої трансформації природного біоценозу в агрофітоценоз, що перешкоджає в даний час отриманню стабільно високих врожаїв сільськогосподарських культур.



Рис. 4. Посіви пшениці озимої на неполивних землях ДП «ДГ «Копані» ІЗЗ НААН за умов повітряної й ґрунтової посух у 2012 році

Так, за даними Державної служби статистики України у 1990 р. урожайність зерна пшениці озимої, вирощуваної на площі понад 5,5 млн га, становила 4,0 т/га. У середньому за 2017–2019 рр. урожайність зерна пшениці озимої, за посівної площі 6,2 млн га, за інтенсивної технології її вирощування, складала 4,1 т/га (рис. 5).

Отримання протягом останніх років урожайності пшениці озимої в Україні в межах 3,9–4,2 т/га, тобто на рівні 1990 року (4,0 т/га), пов'язано, на наш погляд, з порушенням системи її удобрення, оскільки застосування органічних і мінеральних добрив, згідно досліджень наукових установ НААН та Державної служби статистики України, через високу їх вартість протягом останніх років у господарствах усіх категорій значно зменшилося.

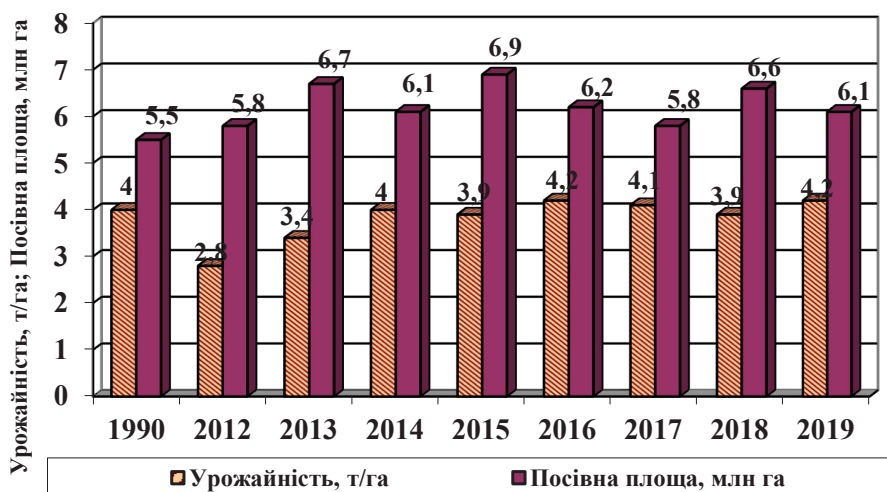


Рис. 5. Посівна площа і урожайність пшениці озимої в Україні у 1990 р. та 2012–2019 рр. (за даними Державної служби статистики України)

Висновки. Аналіз погодно-кліматичних умов, проведений на основі багаторічних спостережень агрометеорологічної станції м. Херсон, свідчить про істотну нестабільність надходження природної вологи й зростання випаровуваності та дефіциту вологозабезпечення, особливо в середньосухі (75%) та сухі (95%) за забезпеченістю опадами роки. Основним напрямом наукової й господарської діяльності, направлених на отримання в південній частині зони Степу стабільно високих урожаїв сільськогосподарських культур, є оптимізація структури посівних площ з оптимальною участю в них багаторічних трав. Останнє сприятиме істотному поліпшенню кормової бази для галузі тваринництва, зниженню мінералізації гумусу в ґрунтах й поліпшенню їх фізичних та фізико-хімічних властивостей і, передусім, суттєвому збільшенню вмісту в них вуглецю та мінеральних і легкогідролізуємих сполук азоту й підвищенню урожайності сільськогосподарських культур.

Визначення основних напрямів господарської діяльності в аграрному секторі та розробка й впровадження у південному регіоні ландшафтно-екологічних систем землеробства й повинно зумовити вибір фундаментальних і прикладних наукових досліджень, що сприятиме продовольчій безпеці не тільки нинішнього покоління, але й майбутнього населення України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Історичний шлях розвитку землеробства Південного Степу [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://yakovchuk.by.ru//notmiarticles009.html> (дата звернення 30.06.2020 р.)
2. Розподіл земельних угідь степової зони України в XVIII–XIX століттях [Електронний ресурс] Режим доступу: www.forestforum.ru/info/history/tchvet2.pdf (дата звернення 19.05.2020 р.)
3. Казьмір П. Г., Стойко Н. С., Дроздяк М. В. та ін. Організація сільськогосподарського використання

земель на ландшафтно-екологічній основі. Львів : ЛНАУ, 2009. 247 с.

4. Комплексна галузева програма “Розвиток зерновиробництва в Україні до 2015 року” [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.agro-business.com.ua/component/content/article/878.html?ed=55> (дата звернення 23.01.2020 р.)

5. Основні економічні показники виробництва продукції сільського господарства в сільгосп підприємствах за 2011 рік. *Статистичний бюлетень*. Київ : Державна служба статистики України, 2012. 88 с.

6. Державна служба статистики України у цифрах за 2016 рік. *Статистичний збірник. Сільське господарство*. Київ, 2017. С. 127–155.

7. Балюк С. А., Медведєв В. В., Тараріко О. Г. та ін. Національна доповідь “Про стан родючості ґрунтів України”. *Посібник українського хлібороба*. Київ, 2011. С. 41–69.

8. Трофимов И. А., Трофимова Л. С. Повышение устойчивости агроландшафтов к засухам и эрозии. *Поволжский экологический журнал*. 2002. № 3. С. 277–287.

9. FAO Statistical Yearbook 2012: World food and agriculture. Edited by A. Prakash and M. Stigler. Pp. 320–322.

10. Структура, динаміка та розподіл земельного фонду України (за станом на 01.01.2012 р.). Державне агентство земельних ресурсів України. Київ, 2012. 110 с.

11. Докучаев В. В. Наши степи прежде и теперь. Москва ; Ленинград : ОГИЗ – Сельхозгиз, 1936. 117 с.

12. Иванов Н. Н. Показатель биологической эффективности климата. *Известия Всесоюзного географического общества*. 1962. Т. 94. Вып. 1. С. 65–70.

REFERENCES:

1. Istorychny shliakh rozvytku zemlerobstva Pivdennoho Stepu [Historical development of agriculture in the Southern Steppe]. (n.d.) yakovchuk.by.ru. Retrieved from <http://yakovchuk.by.ru//notmiarticles009.html> [in Ukrainian].

2. Rozpodil zemelnykh uhid stepovoi zony Ukrainy v XVIII–XIX stolittiakh [Distribution of land in the steppe zone of Ukraine in the XVIII–XIX centuries]. (n.d.). *forestforum.ru*. Retrieved from www.forestforum.ru/info/history/tchvet2.pdf [in Ukrainian].

3. Kazmir, P.H., Stoiko, N.S., & Drozdak, M.V. et al. (2009). *Orhanizatsiia silskohospodarskoho vykorystannia zemel na landshaftno-ecolohichnyi osnovi [Organization of agricultural exploitation of land on landscape ecological basis]*. Lviv: LNAU [in Ukrainian].

4. Kompleksna haluzeva prohrama "Rozvytok zernovyrobnystva v Ukraini do 2015 roku" [Comprehensive industry program "Development of grain production in Ukraine until 2015"] (n.d.). *agro-business.com.ua*. Retrieved from <http://www.agro-business.com.ua/component/content/article/878.html?ed=55> [in Ukrainian].

5. Osnovni ekonomichni pokaznyky vyrobnytstva produktii silskoho hospodarstva v silhospidpriemstvakh za 2011 rik. Statystychnyi biuleten [Main economic indicators of agricultural production in agricultural enterprises in 2011. Statistical Yearbook] (2011). Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky [in Ukrainian].

6. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy u tsyfrakh za 2016 rik [State statistics service of Ukraine in figures for 2016]. (2016). *Statistical Yearbook. Agriculture*. Kyiv [in Ukrainian].

7. Baliuk, S.A., Medvediev, V.V., & Tarariko, O.H. et al. (2011). Natsionalna dopovid "Pro stan rodiuchosti hruntiv Ukrainy" [National report "on the state of soil fertility in Ukraine"]. *Posibnyk ukrainskoho hliboroba – Ukrainian grain grower's manual*. Kyiv, 41–69 [in Ukrainian].

8. Trofimov, I.A., & Trofimova, L.S. (2002). Povysheniie ustoichivosti ahrolandshaftov k zasukham i erozii [Increasing the resilience of agricultural landscapes to droughts and erosion]. *Povolzhskiy ekologicheskii zhurnal – Povolzhskiy journal of ecology*, 3, 277–287 [in Russian].

9. FAO Statistical Yearbook. (2012). World food and agriculture. Edited by A. Prakash and M. Stigler. Pp. 320–322 [in English].

10. Struktura, dynamika ta rozpodil zemelnogo fondu Ukrainy (za stanom na 01.01.2012 r.) [Structure, dynamics and distribution of the land fund of Ukraine (as of 01.01.2012)]. (2012). *Derzhavne ahentstvo zemelnykh resursiv Ukrainy [State agency of land resources of Ukraine]*. Kyiv [in Ukrainian].

11. Dokuchaiev, V.V. (1936). *Nashy stepi prezhde i teper [Our steppes before and now]*. Moscow–Leningrad: OGIZ–Selkhozgiz [in Russian].

12. Ivanov, N.N. (1962). Pokazatel biologicheskoy effektivnosti klimata [The index of biological effectiveness of climate]. *Izvestiia Vsesoiuznogo geograficheskogo obshchestva – News of the all-Union geographical society*, 94, 1 [in Russian].

Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Димов О.М., Гальченко Н.М. Землеробство південного Степу України: історичний розвиток і сучасний стан (1796–2019 pp.)

Мета. Провести аналіз історичного розвитку й сучасного стану галузі землеробства південного Степу України й згідно його результатів встановити умови, що сприяють

створенню стійких до регіональних змін клімату сільськогосподарських агроландшафтів. **Методи.** Функціонування та підвищення ефективності існуючих систем землеробства визначено на основі аналізу й синтезу, а також абстрактно-логічного методу. Емпіричні дослідження інтенсивних та ландшафтно-екологічних систем землеробства проведено за допомогою порівняльного, системного та графічного аналізу. **Результати.** Показано шлях перетворення старовікових природних ковило-типчакових степових ландшафтів південного Степу на антропогенні сільськогосподарські агроландшафти, що призвело до істотної зміни структури землекористування в Україні. За рахунок суттєвого зменшення посівної площі кормових культур протягом останніх років відбулося збільшення посівних площ кукурудзи, соняшнику, сої та ріпаку озимого, тобто зернових і технічних культур, які користуються попитом на світовому ринку. Передумови, які наприкінці XX і початку XXI століть не сприяли інтенсивному розвитку сільського господарства у південній частині зони Степу, пов'язані з вкрай високим розорюванням існуючих агроландшафтів та їх деградацією. Повернення до науково необґрунтованих систем землеробства, при скороченні площ природних степових ландшафтів, призвело до створення нестійкого стану сільськогосподарських угідь. Останнє пов'язано також з негативним впливом регіональної зміни клімату. Систематичне розширення орних земель стало початком істотного антропогенного впливу на існуючі сільськогосподарські ландшафти. Тому створені упродовж останніх двох століть передумови для інтенсивного розвитку галузей рослинництва, садівництва та виноградарства призвели до формування антропогенних агроландшафтів. **Висновки.** Основним напрямом наукової й господарської діяльності сільськогосподарських підприємств південного регіону повинна бути оптимізація структури посівних площ з оптимальною участю в них багаторічних трав. Це сприятиме зміцненню кормової бази для галузі тваринництва, зниженню мінералізації гумусу в ґрунтах й поліпшенню їх фізичних та фізико-хімічних властивостей, передусім, суттєвому збільшенню вмісту вуглецю та мінеральних і легкогідролізуємих сполук азоту й підвищенню урожайності сільськогосподарських культур. Погодно-кліматичні умови зони Степу свідчать про істотну нестабільність надходження природної вологи й зростання випаровуваності та дефіциту вологозабезпечення, особливо в середньосухі та сухі за забезпеченістю опадами роки. Тому розробка та впровадження у південному регіоні ландшафтно-екологічних систем землеробства сприятиме забезпеченню продовольчої безпеки України.

Ключові слова: землеробство, агроландшафт, структура посівних площ, урожайність, пшениця озима, кукурудза, соняшник.

Vozhehova R.A., Holoborodko S.P., Dymov O.M., Halchenko N.M. Agriculture of the southern Steppe of Ukraine: historical development and current state (1796–2019)

Purpose. To analyze the historical development and current state of the agricultural sector of the south-

ern Steppe of Ukraine and, according to its results, to establish conditions that contribute to the creation of agricultural landscapes that are resistant to regional climate changes. **Methods.** Functioning and increasing the efficiency of existing farming systems is determined based on analysis and synthesis, as well as abstract logical method. Empirical studies of intensive and landscape-ecological systems of agriculture were conducted using comparative, systematic and graphical analysis. **Results.** The way of transformation of old-age natural grasslands of the southern Steppe into anthropogenic agricultural landscapes is shown, which led to a significant change in the structure of land use in Ukraine. Due to a significant decrease in the acreage of forage crops in recent years, there has been an increase in the acreage of corn, sunflower, soybean and winter rape, that is, cereals and industrial crops that are in demand on the world market. Prerequisites that did not contribute to the intensive development of agriculture in the southern part of the Steppe zone at the end of the XX and early XXI centuries are associated with extremely high plowing of existing agricultural landscapes and their degradation. The return to no science-based farming systems, while reducing the area of natural steppe landscapes, has led to the creation of an unstable state of agricultural lands. This is also due to the negative impact of regional

climate change. The systematic expansion of arable land was the beginning of a significant anthropogenic impact on existing agricultural landscapes. Therefore, the prerequisites created over the past two centuries for the intensive development of crop production, horticulture and viticulture have led to the formation of anthropogenic agricultural landscapes. **Conclusions.** The main direction of scientific and economic activity of agricultural enterprises in the southern region should be to optimize the structure of sown areas with optimal participation of perennial grasses. This will help to strengthen the feed base for livestock, reduce the mineralization of humus in the soil and improve their physical and physico-chemical properties, first of all, a significant increase in the content of carbon and mineral and light-hydrolyzed nitrogen compounds and increase crop yields. Weather and climatic conditions of the Steppe zone indicate a significant instability of natural moisture intake and the growth of evaporation and lack of moisture supply, especially in mid-dry and dry years with precipitation. Therefore, the development and implementation of landscape and ecological farming systems in the southern region will contribute to ensuring food security in Ukraine.

Key words: agriculture, agricultural landscape, structure of acreage, yield, winter wheat, corn, sunflower.

НАУКОВІ ОСНОВИ АДАПТУВАННЯ СИСТЕМ ЗРОШУВАНОВОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ДО КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН – СЕЛЕКЦІЯ ТА СОРТОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Вожегова Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент Національної академії аграрних наук України
<https://orcid.org/0000-0002-3895-5633>
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. На підставі моделювання процесів змін клімату проведеного вченими-кліматологами Кембриджської групи з різних країн світу під егідою ФАО ООН, прогнозується і подальше підвищення температури повітря в діапазоні від 2 до 6 °C у період до 2100 року [1]. Таке зростання температури та концентрації CO₂ в повітрі матимуть безпосередній вплив на біосферу Землі, в тому числі й на продуктивність агропромислового комплексу, врожайність і якість продукції сільськогосподарських культур. До негативних змін клімату на найближчу перспективу можна віднести підвищення температури повітря, посилення дії посух, скорочення сніжного покриву, порушення рівномірності надходження атмосферних опадів, що в комплексі призводить до активізації ерозійних процесів та деградації ґрунтів. Підвищення посушливості клімату викликало необхідність зміни підходів до формування систем ведення землеробства особливо в умовах Південного Степу України. За останні 45 років сума ефективних і позитивних температур за вегетаційний період у цьому регіоні зросла майже на 700°C, що подовжило його тривалість на 12–14 днів [2]. При цьому, слід зазначити, що продуктивність рослинницької галузі, як і сільського господарства в цілому, значною мірою залежить від впливу кліматичних чинників [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зрошення в умовах гострого дефіциту природної вологи є одним з головних чинників протидії негативним наслідкам глобального потепління та підвищення продуктивності рослинницької галузі. Оптимальна взаємодія зрошення з іншими складовими елементами землеробства та комплексної механізації сприяє інтенсивному використанню рослинами тепла, світла, поживних речовин, вологи, що в комплексі забезпечує ефективне використання земельних ресурсів, сприяє отриманню високих та сталих урожаїв різних за біологічними властивостями та генетичним потенціалом культур [4].

Протягом XX століття зрошення набуло широкого розповсюдження в світі, в теперішній час на планеті зрошується понад 345 млн га, що становить 21 % від загальної площі ріллі, на якій виробляється понад 40 % усієї сільськогосподарської продукції, тобто продуктивність одного зрошуваного гектара більше, ніж удвічі перевищує вихід рослинницької продукції з неполивної площі. Висока ефективність штучного зволоження обумовила вирішення продовольчої безпеки людства, оскільки стрімке зростання площ зрошуваних земель призвело до суттєвого зменшення світового індексу цін на продовольство з 2,2% у 1971-1980 рр. до 0,8% – у 2000-2005 рр. [5].

В теперішній час внаслідок глобальних змін клімату, яке проявляється у зростанні температур повітря, зменшенні його відносної вологості, зниженні кількості та порушенні рівномірності надходження атмосферних опадів, зростанні дефіциту якісної поливної води, що обумовлює необхідність використання нових методологічних підходів до організації штучного зволоження як на регіональному, так і на мікролокальному рівнях [6].

У багатьох країнах світу в невеликих фермерських господарствах не вистачає коштів, часу, енергії або води, оскільки існуючі технології зрошення є надзвичайно ресурсномісткими. Обробіток ґрунту, внесення добрив, сівба, догляд за посівами, збирання врожаю вимагають великих витрат трудових ресурсів і часу, дизельні насоси потребують палива, електричні – підключення до мереж та електроенергії, проте іноді поливна вода не потрапляє в прикореневу зону рослин, а, наприклад, випаровується в повітря (при поливах дощуванням), стікає за межі полів (при поливах поверхневим способом), переміщується в глибокі прошарки ґрунту й стає недоступною (поливи затопленням) [7].

Інтенсивні технології вирощування обумовлюють необхідність застосування великих обсягів ресурсів для отримання оптимальних рівнів врожайності сільськогосподарських культур. Тому важливе наукове й практичне значення має застосування інноваційних підходів до формування систем землеробства на зрошуваних землях, які базуються на принципах водо- й ресурсоощадження, нормування витрат поливної води, добрив, пестицидів і біопрепаратів, враховують розташування кореневої системи культур, використання альтернативних джерел енергії тощо [8].

В усьому світі на сільське господарство припадає близько 70 % споживання води і 30 % споживання енергії. Тому стратегічними є питаннями зниження витрат як поливної води, так і енергії при проведенні поливів. Розуміючи, що багато сільгосптоваровиробників обмежені за ресурсним забезпеченням вчені аграрної науки повинні запропонувати комплекс заходів з економії та мінімізації витрат води, енергії, праці та коштів шляхом розробки і відпрацювання новітніх технологій, існуючих на врахуванні витрат цих чотирьох ресурсів, які можуть мати важливе значення та підвищити економічну ефективність ведення зрошуваного землеробства [9].

Краплинне зрошення в 2-3 рази зменшує витрати поливної води на одиницю посівної площі, підвищує врожайність і покращує якість рослинницької продукції. Проте найголовнішою перевагою цього способу штучного зволоження є економія ресурсів та підвищення їх

окупності одиницею приросту врожаю. Краплинне зрошення завдяки його багатьом перевагам було вперше використання вже понад 100 років, але до сьогоднішнього дня воно вимагає вдосконалення та підвищення його ресурсоощадного спрямування. Тому ресурсоощадні технології штучного зволоження необхідно адаптувати до унікальних особливостей кожного господарства та регіону [10].

Матеріал і методика досліджень. Метою проведення досліджень було науково обґрунтувати головні напрями формування адаптованих до змін клімату систем зрошувального землеробства до кліматичних змін на основі поєднання селекційних розробок вітчизняних вчених і розробки сортових технологій їх вирощування.

Вихідними матеріалами для моделювання й прогнозування були експериментальні дані польових дослідів з польовими культурами, проведених на дослідних ділянках Інституту зрошувального землеробства НААН за період 1970–2019 рр. Агротехніка вирощування досліджуваних культур в досліді була загально визнаною для зони зрошення півдня України. Для встановлення математичних моделей використовували показники Херсонської агрометеорологічної станції [11], яка розташована поряд з дослідним полем Інституту зрошувального землеробства НААН. Дослідження з цього напрямку проведені з використанням спеціальних методик із застосування інформаційних технологій в сільському господарстві [12].

Результати досліджень. Умови зрошення значно пом'якшують негативний вплив основного обмежуючого чинника в умовах Південного Степу – посухи. Проте, ефективне використання поливних земель можливе за умов розробки моделей та створення нових генотипів сортів та гібридів, які здатні поєднувати високий урожайний потенціал та високу адаптивну здатність.

Селекційні напрями дослідження для умов південного регіону України були розпочаті професором П.І. Підгорним у 20-ті роки ХХ століття з зерновими культурами – кукурудза, пшениця, ячмінь. Проте, широкомасштабна наукова селекція розпочалася Інститутом з розбудовою зрошувальних систем та необхідністю створення сортів, що пристосовані до інтенсивних технологій.

Інститут зрошувального землеробства НААН – це єдина наукова-дослідна установа в Україні, де створюються сорти і гібриди для зрошуваних умов, адаптовані до агроєкологічних чинників степової зони вирощування, здатні ефективно використовувати поливну воду, мінеральні добрива на формування одиниці врожаю. На сьогодні в Інституті створено понад 80 високопродуктивних сортів і гібридів зернових, бобових, овочевих, кормових культур які займають площі понад півмільйона гектарів сільськогосподарських угідь в Україні.

З 1964 року в інституті проводяться селекційні дослідження з пшениці м'якої і твердої озимої для зрошувального землеробства степової зони України. Розроблено та вдосконалено методи селекції пшениці з новими інноваційними компонентами, які захищені патентами та авторськими свідоцтвами. Удосконалена модель сортів озимої пшениці для зрошувального землеробства, теоретично обґрунтовано розвиток і практичну реалізацію програми селекції сортів універсального типу.

На сьогодні в Державний реєстр сортів і гібридів рослин України внесено 12 сортів пшениці м'якої озимої (Херсонська безоста, Херсонська 99, Росинка, Кохана, Овідій, Благо, Марія, Конка, Бургунка, Анатолія, Леда, Кошова) і 3 сорти пшениці твердої озимої (Дніпряна, Кассіопея, Андромеда) селекції Інституту, крім того в державному сорто випробуванні знаходяться сорти Соборна, Перлина Степу, Фортеця, Акварель, які в умовах зрошення на кожному гектарі забезпечують збори зерна по 8,5–12,0 т/га і не вилягають. При вирощуванні на неполивних ділянках урожайність цих сортів по пару 7,0–7,5 т/га, по непарових попередниках – 4,0–5,0 т/га. Створені інтенсивні сорти пшениці озимої характеризуються особливо цінними ознаками: короткостебловістю, посухостійкістю, толерантністю до хвороб, продуктивністю та якістю зерна в умовах змін клімату півдня України. Сорти селекції інституту рекомендовані для всіх еколого-географічних зон України (Степ, Лісостеп, Полісся) і займають щорічно 200–250 тис. га. Сорт пшениці Марія внесено в Реєстр сортів Туреччини, проходять реєстрацію ще два сорти.

Селекція кукурудзи для умов зрошення пройшла в Україні історичний шлях за 50 років від постановки задач до створення конкретних гібридів.

За результатами багаторічних досліджень розроблені методи ідентифікації селекційного матеріалу за ознаками адаптивності до вимог зрошення, методи підбору батьківських пар для схрещувань з метою отримання гібридів кукурудзи з широким адаптивним потенціалом, методи оцінки середовищ як фонів інтенсивного добору селекційного матеріалу за ознаками адаптивності. У стадії розробки знаходяться такі важливі питання, як розробка методів створення самозапилених ліній, адаптивних до конкретних екологічних умов, удосконалення методів добору вихідного матеріалу для умов зрошення з урахуванням особливостей південно-степового клімату, з'ясування оптимальних параметрів морфобіологічних та гетерозисних моделей гібридів різних груп стиглості, адаптованих до зрошення. Практичним результатом реалізації розроблених методик є створення гібридів, які здатні стабільно реалізовувати генетичний потенціал зернової продуктивності в умовах жорсткого коливання факторів зовнішнього середовища, та придатних для вирощування при водозберігальних технологіях. Використання в селекції нового вихідного матеріалу дозволяє отримувати гібриди кукурудзи ФАО 190-600 з високою специфічною адаптивністю до агроєкологічних та технологічних умов вирощування при зрошенні. Створено понад 50 високопродуктивних гібридів різних груп стиглості, 11 з яких занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні з урожайністю зерна 14-16 т/га.

Селекційна робота по створенню насіннєвих і кормових сортів сої в Інституті розпочата в 1959 році. З 1967 року розпочинається новий етап селекційної роботи: створення сортів проводиться шляхом гібридизації з послідовним багаторазовим індивідуальним добором. Було створено 26 сортів з яких на сьогодні 13 у Реєстрі сортів рослин України. Сорти сої Юг 40, Юг 30, Витязь 50, Деймос, Фаєтон, Аполлон, Діона, Монарх,

Аратта, Софія, Даная, Святого, що створені для умов зрошення, характеризуються високою стійкістю до вилягання, до ураження пероноспорозом, бактеріальним опіком, відрізняються технологічністю і забезпечують урожайність насіння 4,5–5,2 т/га. Колекція зразків включені до Європейського каталогу генетичних ресурсів рослин EURISCO. Впровадження скоростиглих сортів відбувається у зонах Степу, Лісостепу, Полісся, середньоранніх та скоростиглих – у зоні Степу на площі 120–150 тис. га щорічно.

Робота по селекції люцерни в Інституті, розпочата з 1946 року шляхом отримання перших колекційних зразків люцерни з Кубанської дослідної станції ВІРа. За період з 1946 року по теперішній час, у колекційних розсадниках першого і другого етапів вивчення оцінювалось більше 6 тисяч зразків.

Починаючи з середини вісімдесятих років минулого століття розвивається якісно новий етап у селекційній роботі з люцерною. Створено сорти Надєжда, Сінська інтенсивного типу, що поєднують високу насінєву (6–9 ц/га) та кормову (700–800 ц/га) продуктивність. Зусилля селекціонерів на сьогодні спрямовані на створення сортів люцерни з потужною кореневою системою, підвищеною азотфіксувальною здатністю. Цей напрям набуває особливої актуальності на сучасному етапі при глобальній деградації гумусу і ґрунтів з відсутністю можливостей застосування хіміко-технічних ресурсів у повному обсязі. Виконані дослідження дали можливість розробити теоретичні основи селекції люцерни, розробити методику селекції люцерни на підвищений рівень накопичення кореневої маси, що дозволило з використанням великого колекційного матеріалу люцерни зі всього світу, створити в Інституті зрошуваного землеробства сорти люцерни Серафіма, Унітро, Веселка, Зоряна, Донечка, Анжеліка, Елегія з різними важливими господарсько-цінними ознаками та властивостями.

Селекційна робота з культурою томата по створенню нових інтенсивних сортів була розпочата у 1981 році. Починаючи з 2001 року усі наукові дослідження проводяться за умов краплинного зрошення. В процесі селекційної роботи особлива увага приділяється створенню конкурентоздатних сортів з високим потенціалом урожайності, показниками якості продукції, придатних до механізованого збирання плодів. Промислова переробка плодів з високим вмістом сухої речовини, цукру, аскорбінової кислоти дає можливість отримати томатну продукцію високої якості. Генетичні та селекційні здобутки знайшли практичне застосування при створенні нових сортів томата, 7 із яких занесені до Реєстру сортів рослин України: Наддніпрянський 1, Кіммерієць, Сармат, Інгалецький, Тайм, Легінь, Кумач з потенційною врожайністю при зрошенні – 110–150 т/га. Усі сорти інтенсивного типу, чутливі до високого рівня агротехніки, зрошення.

Розроблена та впроваджена технологія вирощування маточних коренеплодів моркви столової за краплинного зрошення (червневий строк сівби, розрахункова доза добрив, густота рослин 1 млн шт./га). Технологія забезпечує отримання врожайності маточних коренеплодів сорту Яскрава 60,0 т/га, що на 49,2% більше базової. За використання маточників-штеклінгів одержано максималь-

ний рівень рентабельності вирощування насіння моркви 120,3% та найнижчу собівартість 68,1 грн/кг.

Розробка є результатом багаторічної роботи в галузі біотехнології та насінництва картоплі, зокрема, теоретичного обґрунтування та розробки принципів створення системи насінництва картоплі для умов зрошення півдня України шляхом одержання вихідного матеріалу, отриманого поєднанням біотехнологічних методів оздоровлення та методу двоврожайної культури при подальшому його польовому репродукуванні. Були виконані глибокі фундаментальні дослідження: вперше для умов регіону була розроблена принципово нова схема відтворення еліти; багаторічні конкурсно-екологічні випробування та введення у практику сільськогосподарського виробництва високопродуктивних конкурентоспроможних сортів з високою адаптацією до ґрунтово-кліматичних умов півдня та вирощування двоврожайною культурою; детальна розробка основних елементів технології вирощування картоплі в культурі *in vitro*, використання при відтворенні насіннєвої картоплі вищих категорій унікального поєднання біотехнологічних методів оздоровлення вихідного матеріалу (термо- і хемотерапії, апікальної меристеми) та методу двоврожайної культури при польовому репродукуванні.

Вирощування сільськогосподарських культур пов'язано з дією та взаємодією багатьох факторів, про що свідчить вплив природних та антропогенних умов. На рівні кожного господарства з метою підвищення екологічності агротехнічних і меліоративних заходів та способів ведення сільського господарства необхідно оцінювати їх вплив на ґрунти та агроєкосистеми. На півдні України найбільш дієвим заходом покращення водного режиму ґрунту є штучне зволоження, яке дає змогу істотно підвищити продуктивність сільського господарства. Багаторічними польовими дослідженнями Інституту зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України та інших наукових установ доведено, що за рахунок штучного зволоження є можливість створювати сприятливі умови для реалізації потенційних можливостей сортів і гібридів, а також забезпечити істотне зростання обсягів виробництва валової продукції рослинництва з одиниці посівної площі.

Підвищення ефективності наукових досліджень та конкурентоспроможності наукових розробок в галузі зрошуваного землеробства в південному регіоні України є вагомим важелем стабілізації виробництва аграрної продукції в умовах посушливого клімату та одним з пріоритетних напрямів державної політики. Інститутом зрошуваного землеробства НААН було розроблено та постійно вдосконалюються системи зрошуваного землеробства в областях степової зони, які дозволяють отримувати в 3–5 разів вищу урожайність сільськогосподарських культур, порівняно з неполивними умовами, а режими зрошення зорієнтовані на біологічні та генетичні особливості сучасних сортів і гібридів дозволяють економити 15–40 % поливної води фактично без втрат урожаю.

Теоретичні розробки щодо оптимізації ґрунтових процесів на зрошуваних землях обґрунтовують наукові основи раціонального та екологічно-безпечного застосування добрив і меліорантів. Широкого розпов-

сюдження набула нова ресурсозберігаюча система удобрення сільськогосподарських культур, яка щорічно впроваджувалася в районах Херсонської, Миколаївської, Дніпропетровської областей на площі 50 тис. га і забезпечила зниження витрат мінеральних добрив на 24–72 % порівняно із прийнятими нормами. Розробки Інституту увійшли складовою частиною до «Перспективного плану збереження і підвищення родючості ґрунтів Херсонської області».

Впровадження, розробленої Інститутом зрошувального землеробства НААН «Методики визначення окупності поливної води та відшкодування витрат на її подачу» дозволить підвищити ефективність функціонування водогосподарського комплексу і зрошувального землеробства південного регіону в цілому, більш раціонально розподіляти кошти.

Розробки Інституту становлять науково-технічну базу ведення землеробства на зрошуваних землях в південному регіоні. У сівозмін з короткою ротацією широкого поширення в регіоні набула розроблена система ґрунтозахисного енергозберігаючого обробітку ґрунту, яка забезпечує економію паливно-мастильних матеріалів (на 20 %), із зниженням енергоємності процесу (на 40 %). Удосконалені в Інституті технології вирощування сільськогосподарських культур впроваджуються на зрошуваних землях у Херсонській, Миколаївській, Одеській та Дніпропетровській областях на площі (тис. га): пшениця озима – 150, соя – 35, овочеві культури – 25. Водозберігальні режими зрошення сільськогосподарських культур, що забезпечують економію поливної води, енергоресурсів та отримання 4,5–5,5 млн грн чистого прибутку, використовуються у господарствах Херсонської, Миколаївської, Дніпропетровської, Запорізької областей на площі 300 тис. га.

У польових дослідках Інститут зрошувального землеробства встановлено, що завдяки кращим показникам щільності складення, пористості та водопроникності запаси вологи на час відновлення весняної вегетації озимих і появи сходів ярих культур за різноглибинних систем полицевого і безполцевого обробітку були на 3,5–7% вищими ніж за мілкого одноглибинного. Витрати води на формування однієї тони продукції у всіх сівозміннах найбільш низькими були за різноглибинної оранки коливалися від 723 м³/т у сівозміні з 75 % насиченням зерновими до 973 м³/т при зменшенні питомої ваги зернових культур до 50 % та до 1100 м³/т – до 25 %. Подібна закономірність відзначається і за систем різноглибинного та одноглибинного мілкого безполцевого зі зменшенням відповідно на 5–10 % та 50–60 %.

Більш сприятливі умови для накопичення поживних речовин в шарі ґрунту 0–40 см створювалися на початку весняної вегетації сільськогосподарських культур у сівозміні з 75% насиченням зерновими культурами і на фоні різноглибинного основного обробітку з обертанням скиби.

Заміна оранки на безполцевий глибокий основний обробіток призводила до зниження вмісту нітратів, рухомого фосфору та обмінного калію відповідно на 10; 17 та 8 %, а під час застосування мілкого безполцевого розпушування ці показники були нижчими відповідно на 27; 23; та 13 %. Подібна закономірність відмічалася і у сівозміннах № 1 з 25 та № 2 з 50 % насиченням зерновими культурами водночас показники вмісту поживних речовин були істотно нижчими.

Найвищу урожайність культур і продуктивність сівозмін забезпечила сівозміна № 3 з 75 % насиченням зерновими і 25 % технічними культурами за різноглибинного обробітку з обертанням скиби, де її показники склали 10,3 т/га, з прибутком 37,9 тис. грн. і рівнем рентабельності 187 % (рис. 1).

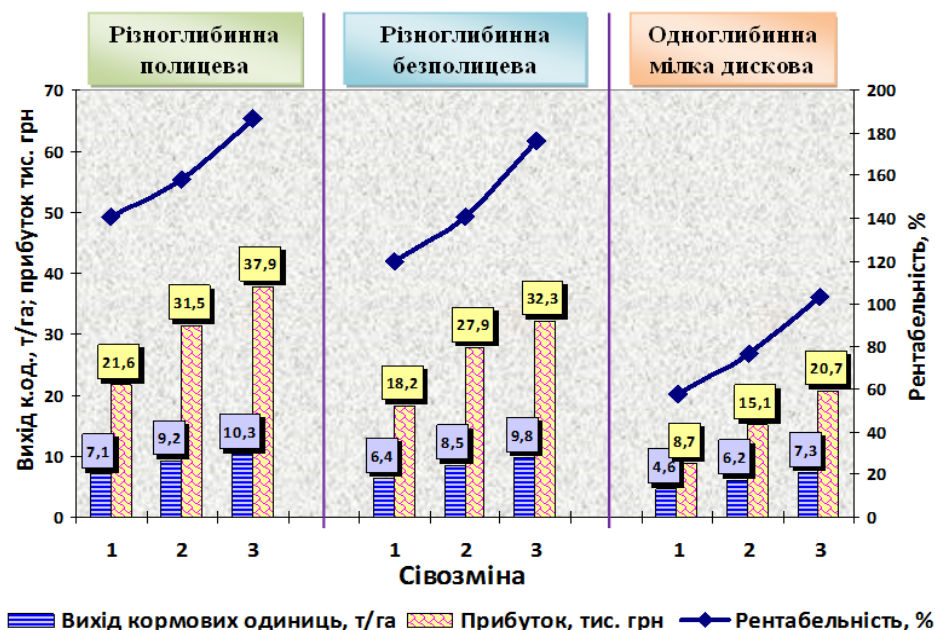


Рис. 1. Показники продуктивності та економічної ефективності функціонування сівозмін за різних систем обробітку ґрунту

Водночас за одноглибинної мілкої рівень рентабельності знизився до 103 %. У першій і другій сівозмінах прибуток та рівень рентабельності були істотно нижчими водночас закономірність відносно способів і глибини основного обробітку збереглася.

У польових дослідях за напрямом оптимізації технології вирощування нових гібридів кукурудзи різних груп ФАО за різних способів поливу та якості поливної води визначено рівень мінералізації, іонно-сольовий склад

зрошувальної води та зроблено її іригаційну оцінку згідно ДСТУ-2730-2015. Отримано базову інформацію щодо економічної ефективності комплексної дії нових гібридів кукурудзи, різних способів поливу в умовах Інгулецької та Каховської зрошувальних систем.

З'ясовано, що за поливу водою II класу з Інгулецької зрошувальної системи урожайність гібридів кукурудзи знизувалась на 5–10 % порівняно з результатами досліджень отриманих на Каховському зрошуваному масиві (табл. 1).

Таблиця 1 – Урожайність зерна гібридів кукурудзи за різних способів поливу та режиму зрошення, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)

№	Гібрид	ФАО	Полив дощуванням ДДА 100МА, Інгулецький зрошувальний масив, перед- поливна вологість 80% НВ	Полив краплинним зрошенням, Інгулецький зрошувальний масив, перед- поливна вологість 85% НВ	Полив краплинним зрошенням, Каховський зрошувальний масив, перед- поливна вологість 85% НВ	Полив дощуванням Зематік, Каховський зрошувальний масив, перед- поливна вологість 80% НВ
1	ДН Пивиха	190	9,75	10,10	10,76	10,57
2	Оберіг	190	10,61	11,00	12,10	11,54
3	Хотин	250	12,61	12,29	13,41	13,97
4	Галатея	250	12,21	11,91	13,46	12,71
5	Корунд	280	12,38	12,64	12,54	12,42
6	Росток	300	12,93	14,81	15,65	12,85
7	Збруч	350	12,77	14,87	15,20	12,81
8	Візир	350	10,61	11,43	11,72	11,48
9	Каховський	350	11,23	13,72	13,28	11,37
10	Азов	380	14,09	14,25	15,34	14,57
11	Рава	420	14,65	15,81	16,27	14,38
12	Арабат	430	14,30	18,71	18,95	14,83
НІР ₀₅			0,37	0,56	0,42	0,44

Під час дощування найвищу врожайність зерна на рівні 14,1–18,8 т/га формували гібриди з ФАО 380–430 Азов і Арабат, а за краплинного зрошення абсолютну перевагу мав гібрид Арабат, урожайність зерна якого підвищилася до 18,7–19,0 т/га.

Одним із головних чинників інтенсифікації виробництва продукції в зрошуваному землеробстві є селекційні розробки. В Інституті зрошуваного землеробства створюються новітні сорти і гібриди з генетично зумовленою адаптивністю до умов зрошення. Створено понад 70 сортів і гібридів пшениці озимої, сої, кукурудзи, люцерни, томатів та інших культур.

Сорти пшениці озимої мають потенціал урожайності 8–11 т/га зерна, та високу адаптивну здатність. Нові сорти люцерни поєднують в собі високі потенціали кормової, насіннєвої та азотфіксувальної продуктивності з широкими адаптаційними властивостями до біотичних та абіотичних умов довкілля, здатні накопичувати у ґрунті до 2,7 ц/га біологічного азоту. Створено високопродуктивні сорти сої різних груп стиглості, з рівнем урожайності 3,7–5,6 т/га насіння, високим вмістом білка 39–42 % та жиру 20–23 %. Нові сорти і гібриди окрім цього мають перевагу по стійкості до хвороб і вилягання.

Ефективність агротехнологій на зрошуваних землях підтверджена їх масштабним впровадженням. В умовах півдня України розроблена система обробітку ґрунту застосовується на площі 200–215 тис. га.

Ресурсозберігаюча система удобрення сільськогосподарських культур з використанням оптимальних параметрів вмісту елементів живлення у ґрунті впроваджена на площі 57,5 тис. га. При цьому економія ресурсів у середньому складала 150 грн/га. У Херсонській області впроваджується технологія вирощування томатів із застосуванням в технологічному процесі сортів власної селекції. Вона забезпечила максимальну врожайність 115 т/га плодів, з вмістом сухих речовин у плодах до 7 %. Обсяг впровадження – 1600–2500 га з перспективою розширення до 10 тис. га.

Висновки. За умов змін клімату селекційні розробки Інституту зрошуваного землеробства НААН мають важливе наукове й практичне значення, оскільки спрямовані на забезпечення агропромислових підприємств Херсонської, Миколаївської, Одеської та інших областей України високоякісним насіннєвим матеріалом. Вітчизняні сорти і гібриди за потенціалом продуктивності не поступаються закордонним сортозразкам, а за адаптивністю та стійкістю до несприятливих погодних чинників – істотно переважають їх. Крім того, сорти і гібриди Інституту зрошуваного землеробства НААН створені у зрошуваних умовах і тому характеризуються найкращою реакцією на зрошення, мають високі показники окупності поливної води та добрив на одиницю врожаю, а значить – максимальну економічну ефективність. Крім того, кліматичні зміни потребують використання в зрошуваному землеробстві

України інтенсивних технологій вирощування сільсько-господарських культур, які базуються на використанні інноваційних засадах з оптимізацією різних способів поливу та режимів зрошення, системи удобрення, обробітку ґрунту та захисту рослин. Запропоновано структуру посівних площ і сівозмін на зрошуваних землях України для раціонального використання зрошуваних земель та запобігання негативного впливу зовнішніх чинників природного та антропогенного характеру. Розроблено методологічні та методичні підходи інтегральної оцінки зрошуваних земель для їх раціонального використання, запобігання розвитку деградаційних процесів, охорону та відтворення родючості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель / за наук. ред. С. А. Балюка, М. І. Ромащенко, В. А. Сташука. Київ: Аграрна наук, 2009. 624 с.
2. Сніговий В. С. Проблеми землеробства й ефективність сучасного виробництва. *Таврійський науковий вісник*. 2003. Вип. 27. С. 29–33.
3. Бабич А. О. Світові земельні, продовольчі і кормові ресурси. Київ: Аграрна наука, 1996. 133 с.
4. Силва Ж. Г., Нвазе К. Ф., Казин Э. Достижение нулевого голода. Критическая роль инвестиций в социальную защиту и сельское хозяйство. *ФАО ООН*. Рим, 2016. С. 12–14.
5. Gathala M. K., Timsina J., Islam Md. S. Conservation agriculture based tillage and crop establishment options can maintain farmers' yields and increase profits in South Asia's rice-maize systems. *Evidence from Bangladesh. Field Crops Research*. 2014. P. 85–98.
6. Asfaw S., Maggio G. Gender integration into climate-smart agriculture. Tools for data collection and analysis for policy and research. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Rome, 2016. 20 p.
7. McCarthy N. Understanding agricultural households' adaptation to climate change and implications for mitigation: land management and investment options. *Integrated Surveys on Agriculture*. Washington D.C., USA: LEAD Analytics Inc. 2011. P. 42–47.
8. Снеговой В. С., Гаврилица А. О. Орошение: от древнего искусства до современной науки. Кишинев: Штипца, 1989. 135 с.
9. Нетіс І. Т. Зміна клімату в зоні зрошення. *Зрошуване землеробство*. 1994. Вип. 39. С. 7–12.
10. Сніговий В. С., Жуйков Г. С., Димов О. М. Економічні важелі еколого-безпечного ведення землеробства на зрошуваних землях Південного Степу. *Агроекологічний журнал*. Київ, 2003. С. 32–37.
11. Погода в Херсоні. Архів погоди на метеостанції. URL: https://rp5.ua/%D0%9F%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B0_%D0%B2_%D0%A5%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%BE%D0%BD%D0%B5 (дата звернення 07.02.2020 р.).
12. Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навч. посіб. Херсон: Айлант, 2008. 272 с.

REFERENCES:

1. Balyuk, S.A., Romashchenko, M.I., & Stashuk, V.A. (2009). *Naukovi osnovy okhorony ta ratsional'noho vykorystannya zroshuvanykh zemel* [Scientific bases of protection and rational use of irrigated lands]. Kyiv: Agrarian Sciences [in Ukrainian].
2. Snihovyy, V.S. (2003). Problemy zemlerobstva y efektyvnist' suchasnoho vyrobnytstva [Problems of agriculture and efficiency of modern production]. *Tavriyskiy naukovy visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 27, 29–33 [in Ukrainian].
3. Babych, A.A. (1996). *Svitovi zemel'ni, prodovol'chi i kormovi resursy* [World land, food and feed resources]. Kyiv: Agrarian Science [in Ukrainian].
4. Silva, J.G., Nwaze, K.F., & Kazin, E. (2016). *Dostyazhenye nulevogo holoda. Krytycheskaya rol ynvestytsyy v sotsyalnuyu zashchytu y selskoe khozyaystvo* [Achieving zero hunger. The critical role of investment in social protection and agriculture]. FAO UN. Rome, 12–14 [in Russian].
5. Gathala, M.K., Timsina, J., & Islam, Md. S. (2014). Conservation agriculture based tillage and crop establishment options can maintain farmers' yields and increase profits in South Asia's rice-maize systems. *Evidence from Bangladesh. Field Crops Research*, 85–98 [in English].
6. Asfaw, S., & Maggio, G. (2016). Gender integration into climate-smart agriculture. Tools for data collection and analysis for policy and research. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Rome [in English].
7. McCarthy, N. (2011). Understanding agricultural households' adaptation to climate change and implications for mitigation: land management and investment options. *Integrated Surveys on Agriculture*. Washington D.C., USA: LEAD Analytics Inc., 42–47 [in English].
8. Snegovoy, V.S., & Gavrilita, A.O. (1989). *Oroshenye: ot drevneho yskusstva do sovremennoy nauky* [Irrigation: from ancient art to modern science]. Chisinau: Stiptsa [in Russian].
9. Netis, I.T. (1994). *Zmina klimatu v zoni zroshennya* [Climate change in the irrigation zone]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*. 39, 7–12 [in Ukrainian].
10. Snow, V.S., Zhuikov, G.E., & Dimov, O.M. (2003). Ekonomichni vazheli ekoloho-bezpechnoho vedennya zemlerobstva na zroshuvanykh zemlyakh Pivdennoho Stepu [Economic levers of ecologically safe farming on irrigated lands of the Southern Steppe]. *Ahroekolohichnyy zhurnal – Agroecological journal*. Kyiv, 32–37 [in Ukrainian].
11. Weather in Kherson. Weather archive at the weather station. URL: https://rp5.ua/%D0%9F%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B0_%D0%B2_%D0%A5%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%BE%D0%BD%D0%B5 [in English].
12. Ushkarenko, V. O., Nikishenko, V. L., Holoborodko, S. P., & Kokovikhin, S. V. (2008). *Dyspersiynyy i korelyatsiynyy analiz u zemlerobstvi ta roslynnnytstvi: navch. posib*. [Analysis of variance and correlation in agriculture and crop production: a textbook]. Kherson: Ailant [in Ukrainian].

Вожегова Р.А. Наукові основи адаптування систем зрошувального землеробства до кліматичних змін – селекція та сортові технології

Мета – обґрунтувати головні напрями формування адаптованих до змін клімату систем зрошувального землеробства на основі поєднання селекційних розробок вітчизняних вчених і розробки сортових технологій їх вирощування.

Методи. Вихідними матеріалами для моделювання й прогнозування були експериментальні дані польових дослідів з польовими культурами, проведених на дослідних ділянках Інституту зрошувального землеробства НААН. Дослідження з цього напрямку проведені з використанням спеціальних методик із застосування інформаційних технологій в сільському господарстві.

Результати. За результатами узагальнення багаторічних даних вставлено, що за умов змін клімату селекційні розробки Інституту зрошувального землеробства НААН мають важливе наукове й практичне значення, оскільки спрямовані на забезпечення агропромислових підприємств Херсонської, Миколаївської, Одеської та інших областей України високоякісним насіннєвим матеріалом. Вітчизняні сорти і гібриди за потенціалом продуктивності не поступаються закордонним сортозразкам, а за адаптивністю та стійкістю до несприятливих погодних чинників – істотно переважають їх. Крім того, сорти і гібриди Інституту зрошувального землеробства НААН створені у зрошуваних умовах і тому характеризуються найкращою реакцією на зрошення, мають високі показники окупності поливної води та добрив на одиницю врожаю, а значить – максимальну економічну ефективність.

Висновки. Кліматичні зміни потребують використання в зрошувальному землеробстві України інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур, які базуються на використанні інноваційних засадах з оптимізацією різних способів поливу та режимів зрошення, системи удобрення, обробітку ґрунту та захисту рослин. Запропоновано структуру посівних площ і сівозмін на зрошуваних землях України для раціонального використання зрошуваних земель та запобігання негативного впливу зовнішніх чинників природного та антропогенного характеру. Розроблено методологічні та методичні підходи інтегральної оцінки зрошуваних земель для їх раціонального використання, запобігання розвитку деградаційних процесів, охорону та відтворення родючості.

Ключові слова: системи землеробства, зрошення, зміни клімату, селекція, агротехнології, продуктивність, економічна ефективність.

Vozhehova R.A. Scientific bases of adaptation of irrigated agriculture systems to climatic changes – selection and varietal technologies

The goal is to substantiate the main directions of the formation of irrigated farming systems adapted to climate change on the basis of a combination of breeding developments of domestic scientists and the development of varietal technologies for their cultivation.

Methods. The initial materials for modeling and forecasting were experimental data of field experiments with field crops carried out on the experimental plots of the Institute of Irrigated Agriculture of the NAAS. Research in this area was carried out using special methods for the application of information technologies in agriculture.

Results. Based on the results of generalization of long-term data, it was found that in conditions of climate change, the selection developments of the Institute of Irrigated Agriculture of the NAAS are of great scientific and practical importance, since they are aimed at providing agricultural producers in Kherson, Nikolaev, Odessa and other regions of Ukraine with high-quality seed material. Domestic varieties and hybrids in terms of productivity potential are not inferior to foreign varieties, and in terms of adaptability and resistance to unfavorable weather factors, they significantly surpass them. In addition, varieties and hybrids of the Institute of Irrigated Agriculture of the NAAS created in irrigated conditions and therefore are characterized by a better response to irrigation, have high rates of return on irrigation water and fertilizers per crop unit, which means maximum economic efficiency.

Conclusions. Climate change requires the use of intensive technologies for growing crops in irrigated agriculture in Ukraine, based on the use of innovative approaches with the optimization of various methods of irrigation and irrigation regimes, fertilization systems, processing and plant protection. The structure of sown areas and crop rotations on the irrigated lands of Ukraine is proposed for the rational use of irrigated lands and preventing the negative impact of external factors of natural and anthropogenic nature. Methodological and methodological approaches have been developed for the integral assessment of irrigated lands for their rational use, prevention of the development of degradation processes, protection and reproduction of fertility.

Key words: farming systems, irrigation, climate change, breeding, agricultural technologies, productivity, efficiency.

ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРОСАПНОЇ СІВОЗМІНИ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА УДОБРЕННЯ НА ЗРОШЕННІ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Грановська Л.М. – доктор економічних наук, професор

<https://orcid.org/0000-0001-7021-3093>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Малярчук А.С. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0001-5845-269X>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Булигін Д.О. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0002-4810-965x>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Збереження і покращення родючості та меліоративного стану ґрунтів у польових сівозмінах на зрошуваних землях України залежить від надходження органічної речовини, післяжнивних (листо-стеблових і кореневих) решток, сидератів та гною, які є енергетичним матеріалом для мікробіологічних процесів, формування поживного режиму та накопичення гумусу в ґрунті. Органічна речовина є найважливішою складовою частиною ґрунту, роль її у процесах ґрунтоутворення та формування родючості дуже важлива й багатогранна.

Серед агротехнічних заходів, як свідчить аналіз літературних джерел, недостатньо вивченим є вплив систем удобрення і обробітку ґрунту на динаміку накопичення органічної речовини. У зв'язку з цим викликає підвищений інтерес подальше експериментальне дослідження спрямованості процесів мінералізації та гуміфікації, а також темпів перетворення та перерозподілу органічної речовини за різних систем удобрення і основного обробітку ґрунту та формування урожайності сільськогосподарських культур і продуктивності польових сівозмін на зрошуваних землях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Системи удобрення й обробітку ґрунту істотно впливають на ґрунтове середовище, змінюючи інтенсивність перетворення свіжої органічної речовини рослинних решток та гумусу, про що свідчать результати експериментальних досліджень, проведених у різних природно-кліматичних зонах. Водночас у роботах багатьох вчених також вказується на недостатню вивченість впливу систем удобрення та основного обробітку ґрунту на кількісні і якісні зміни органічної речовини за використання на добриво листо-стеблової та кореневої маси сільськогосподарських культур польових сівозмін [1, 2, 3, 4]. Різні системи основного обробітку ґрунту неоднаково впливають на його родючість. Якщо ґрунт беззмінно обробляти без обертання скиби на глибину до 14 см, то нижня частина орного горизонту залишається тривалий час без обробітку, що різко знижує біологічну активність шару 15–30 см і, відповідно, вміст основних елементів мінерального живлення. За беззмінного мілкого обробітку без обертання скиби, порівняно з різноглибинним полицевим та диференційованими системами основного обробітку, зменшується інтенсивність гуміфікації органічної речовини в поверх-

невому шарі ґрунту та знижується вміст гумусу в нижче розташованих шарах [5, 6, 7].

В умовах зрошення збереження та підвищення родючості тісно пов'язане з розробкою систем удобрення і основного обробітку ґрунту, спрямованих на створення потужного, збагаченого органічною речовиною шару з оптимальними, для вирощування культур агрофізичними властивостями, які сприяють підвищенню інтенсивності хімічних і біологічних процесів формування органічної речовини [8, 9].

Відомо, що механічний обробіток впливає на ґрунтове середовище, змінює інтенсивність перетворення свіжої органічної речовини післяжнивних решток на гумус. Найбільш раціональними способами основного обробітку, що забезпечують покращення ефективної родючості ґрунтів, є комбіновані, які виконуються на фоні орґано-мінеральної системи удобрення [10].

Мета дослідження. Наукове обґрунтування оптимальних параметрів способів і глибини основного обробітку темно-каштанового ґрунту під сільськогосподарські культури за різних систем основного обробітку та застосування органічної і орґано-мінеральних систем удобрення у просапній сівозміні на зрошенні.

Завдання дослідження полягало у визначенні гумусового стану, поживного режиму ґрунту та продуктивності сільськогосподарських культур за різних доз внесення мінеральних добрив на фоні загорання в ґрунт листостеблової та кореневої маси сільськогосподарських культур сівозміни знаряддями з різною конструкцією робочих органів.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проводили в стаціонарному досліді відділу зрошуваного землеробства ІЗЗ НААН України протягом 2010–2018 років у 4-пільній просапній сівозміні на зрошенні в зоні дії Інгuleцької зрошувальної системи. До складу сівозміни включено кукурудзу на зерно, сою, пшеницю озиму та сорго зернове.

У сівозміні досліджували п'ять систем основного обробітку ґрунту (Фактор А) з різними способами та глибиною розпушування на фоні трьох орґано-мінеральних систем удобрення (Фактор В).

Фактор А (система обробітку ґрунту):

1. Полицева різноглибинна з оранкою на глибину від 20–22 до 28–30 см;

2. Безполицева різноглибинна з чизельним обробітком на таку саму глибину;

3. Безполицева одноглибинна з дисковим обробітком на 12–14 см;

4. Диференційована-1, за якої протягом ротації сівозміни чергували дисковий та чизельний обробіток з одним щільюванням за ротацію на глибину 38–40 см;

5. Диференційована-2, за якої мілкий дисковий обробіток чергували з однією оранкою за ротацію на глибину 18–20 см.

Фактор В (системи удобрення):

1. Неудобрений фон + післяжнивні рештки (органічна);

2. Внесення $N_{82,5}P_{60}$ + післяжнивні рештки (органомінеральна);

3. Внесення $N_{120}P_{60}$ + післяжнивні рештки (органомінеральна).

Ґрунт дослідного поля темно-каштановий середньосуглинковий з низькою забезпеченістю нітратами та середньою – рухомим фосфором і обмінним калієм. Вміст гумусу у шарі 0–40 см становить 2,15 %.

Для закладання дослідів використовували ґрунтообробні знаряддя: плуг лемішний начіпний ПЛН -5-35, чизель-глибокорозпушувач ЧГ-40-02, борону дискову легку причіпну БДЛП-4 та диско-чизельну борону БДВП-3,0-01. Висівали районовані сорти і гібриди сільськогосподарських культур та застосовували загально-

визнані для зрошуваних умов технології вирощування. Режим зрошення забезпечував підтримання передпосівного порогу зволоження під посівами культур сівозміни на рівні 70 % НВ в шарі ґрунту 0–50 см.

Під час експерименту використовували польовий, кількісно-ваговий, візуальний, лабораторний, розрахунково-порівняльний, математично-статистичний методи та загально визнані в Україні методики і методичні рекомендації [11, 12]. Розрахунок балансу гумусу проводили за допомогою рівнянь лінійної регресії для визначення маси рослинних решток за врожайністю основної продукції, розроблених вченими ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії НААН» [13].

Результати досліджень. Листостеблові та кореневі післяжнивні рештки сільськогосподарських культур на сьогоднішній день стали основним джерелом надходження свіжої органічної речовини в ґрунт, яка під дією мікроорганізмів, процесів окислення та полімеризації перетворюються в нові речовини, що не містяться у вихідних органічних рештках та продуктах мікробіологічної діяльності.

За результатами досліджень встановлено, що на неодобреному фоні було зароблено в ґрунт післяжнивних решток (листостеблових та корневих) сільськогосподарських культур в середньому на 1 гектар сівозмінної площі у варіанті різноглибинної системи основного обробітку ґрунту з обертанням скиби 4,71 тонни (табл. 1).

Таблиця 1 – Надходження рослинних решток с.-г культур у ґрунт за різних систем удобрення та основного обробітку у сівозміні на зрошенні

Система обробітку ґрунту	Маса рослинних решток, т/га				
	кукурудза на зерно	пшениця озима	сорго	соя	сівозмінної площі
Без добрив					
Полицева	5,27	5,59	5,02	2,94	4,71
Безполицева	4,81	5,45	4,65	2,78	4,42
Безполицева мілка	4,03	5,20	4,18	2,37	3,95
Диференційована -1	5,48	5,69	5,34	2,97	4,87
Диференційована -2	4,43	5,35	4,61	2,78	4,29
$N_{82,5}P_{60}$					
Полицева	12,65	9,15	9,26	3,48	8,64
Безполицева	12,01	8,05	8,97	3,27	8,08
Безполицева мілка	10,06	7,77	6,91	2,76	6,88
Диференційована -1	12,74	8,61	10,27	3,52	8,79
Диференційована -2	11,47	7,85	8,61	3,28	7,80
$N_{120}P_{60}$					
Полицева	15,93	9,36	9,46	3,86	9,65
Безполицева	14,93	8,79	9,20	3,65	9,14
Безполицева мілка	11,26	8,44	7,09	2,98	7,44
Диференційована -1	16,15	9,24	10,50	3,84	9,93
Диференційована -2	14,28	8,47	8,78	3,69	8,81

Застосування різноглибинного безполицевого розпушування призвело до зниження маси післяжнивних решток до 4,42 тонни, або на 6,2 %. У варіанті тривалого застосування одноглибинного мілкового (12–14 см) дискового розпушування надходження післяжнивних

решток, порівняно з контролем, зменшилося на 16,1 %. Лише у варіанті диференційованої-1 системи основного обробітку з одним щільюванням за ротацію сівозміни на глибину 38–40 см виявлено підвищення надходження в ґрунт післяжнивних решток на 3,4 %.

За диференційованої-2 системи основного обробітку з однією оранкою на 20–22 см на фоні мілкого дискового розпушування під інші культури сівозміни вихід післяжнивних решток склав 4,29 тонни, або знизився, порівняно з контролем, на 8,9 %.

Застосування під культури сівозміни рекомендованих доз внесення мінеральних добрив забезпечило внесення на 1 гектар сівозміної площі $N_{82,5}P_{60}$ та сприяло підвищенню урожайності основної і побічної продукції, водночас закономірність, що визначена на неудобреному фоні, збереглася. Так, за одноглібинного мілкого дискового розпушування в ґрунт було зароблено 6,88 тонн післяжнивних решток, що менше ніж на контролі на 20,4 %, а за диференційованого-1 урожайність культур зросла і вихід післяжнивних решток, склав 8,79 тонн тобто підвищився порівняно з контролем на 1,7 %.

Підвищення дози внесення мінеральних добрив до $N_{120}P_{60}$ забезпечило подальше зростання продуктивності культур і виходу листостеблової та кореневої маси, водночас темпи зростання продуктивності були значно нижчими ніж за дози добрив $N_{82,5}P_{60}$.

Розрахунок надходження гумусу в ґрунт від загорнених післяжнивних решток за різних систем основного

обробітку та доз внесення мінеральних добрив свідчить, що на неудобреному фоні формується від'ємний баланс гумусу за всіх систем основного обробітку. Водночас, найвищі від'ємні показники були за безполіцевого одноглібинного мілкого обробітку і становили – 0,35 т/га, а найменші – 0,16 т/га, за диференційованого-1 обробітку ґрунту із щільюванням на глибину 38–40 см один раз за ротацію сівозміни. На удобреному фоні з внесенням у розрахунок на один гектар сівозміної площі $N_{82,5}P_{60}$ відзначено приріст гумусу за всіх систем основного обробітку. Водночас у варіанті диференційованої-1 системи основного обробітку середньорічний розрахунковий приріст гумусу досяг +0,66 т/га, тоді як за різноглібинного поліцевого (контроль) він був нижчим на 6,1% і становив +0,62 т/га. За систем одноглібинного мілкого безполіцевого обробітку та диференційованого-2 приріст гумусу також був позитивним, водночас, порівняно з контролем (різноглібинною оранкою), він був нижчим відповідно на 59,7 та 27,4% і становив +0,25 та +0,45 т/га. Позитивний баланс гумусу формувався також за внесення в розрахунок на один гектар сівозміної площі $N_{120}P_{60}$ (табл. 2).

Таблиця 2 – Розрахунковий прихід гумусу в орний шар ґрунту з рослинними рештками с.-г культур за різних систем удобрення та основного обробітку в сівозміні на зрошенні, в середньому за 2016–2018 рр.

Показник	Приріст гумусу за системами обробітку ґрунту, т/га				
	1	2	3	4	5
Без добрив					
Маса решток	4,71	4,42	3,95	4,87	4,29
Приріст гумусу	0,99	0,93	0,83	1,02	0,90
Мінералізація гумусу	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Баланс гумусу	-0,19	-0,25	-0,35	-0,16	0,28
$N_{82,5}P_{60}$					
Маса решток	8,64	8,08	6,88	8,79	7,80
Приріст гумусу	1,80	1,68	1,43	1,84	1,63
Мінералізація гумусу	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Баланс гумусу	+0,62	+0,50	+0,25	+0,66	+0,45
$N_{120}P_{60}$					
Маса решток	9,65	9,14	7,44	9,93	8,81
Приріст гумусу	2,01	1,90	1,55	2,07	1,83
Мінералізація гумусу	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Баланс гумусу	+0,83	+0,72	+0,37	+0,89	+0,65

З метою компенсації виносу елементів мінерального живлення з урожаєм сільськогосподарських культур, ми розраховували кількість загального азоту, фосфору та калію, що надходять у ґрунт з кореневими і листостебловими рештками сільськогосподарських культур сівозміни. Так, на неудобреному фоні за різноглібинного основного обробітку ґрунту з обертанням скиби (контроль) у ґрунт надійшло $N - 21,5$; $P_2O_5 - 10,8$; $K_2O - 25,8$ кг, а за диференційованого – 1 з одним щільюванням на 38–40 см за ротацію сівозміни – $N - 22,3$ кг; $P_2O_5 - 11,2$; $K_2O - 26,7$ кг в розрахунок на 1 гектар сівозміної площі. Подібна закономірність визначена і на удобреному фоні, водночас показники надходження

елементів мінерального живлення були істотно вищими. При внесенні дози $N_{82,5}P_{60}$ з рослинними рештками в ґрунт надійшло азоту, фосфору та калію на 72,2–81,9% більше, ніж на неудобреному фоні. Найбільша кількість елементів мінерального живлення – ($N - 39,9$ кг/га; $P_2O_5 - 20,0$ та $K_2O - 47,9$ кг/га) надійшла в ґрунт за диференційованої -1 системи основного обробітку ґрунту з одним щільюванням за ротацію. Надходження азоту, фосфору та калію в ґрунт за дози внесення $N_{120}P_{60}$ було найвищим за диференційованого-1 обробітку ґрунту і становило відповідно: $N - 44,9$ кг/га; $P_2O_5 - 22,5$ та $K_2O - 53,9$ кг/га, що вище за контроль на 2,7–2,9 відсотних відсотка (табл. 3).

Таблиця 3 – Надходження в ґрунт НРК з післяжнивними рештками с.-г культур за різних доз мінеральних добрив та систем основного обробітку в сівозміні на зрошенні, кг/га

Система основного обробітку	Маса решток, т/га	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без добрив				
Полицева різноглибинна	4,71	21,5	10,8	25,8
Безполицева різноглибинна	4,42	20,2	10,1	24,2
Безполицева одноглибинна	3,95	18,0	9,0	21,6
Диференційована-1	4,87	22,3	11,2	26,7
Диференційована-2	4,29	19,7	9,8	23,6
N _{82,5} P ₆₀				
Полицева різноглибинна	8,64	39,1	19,6	47,0
Безполицева різноглибинна	8,08	36,6	18,3	43,9
Безполицева одноглибинна	6,88	31,0	15,5	37,2
Диференційована-1	8,79	39,9	20,0	47,9
Диференційована-2	7,80	35,4	17,7	42,5
N ₁₂₀ P ₆₀				
Полицева різноглибинна	9,65	43,6	21,9	52,4
Безполицева різноглибинна	9,14	41,4	20,7	49,6
Безполицева одноглибинна	7,44	33,7	16,9	40,4
Диференційована-1	9,93	44,9	22,5	53,9
Диференційована-2	8,81	39,9	19,9	47,8

Лише за системи одноглибинного мілкого безполицевого обробітку та її тривалого застосування в сівозміні на всіх фонах удобрення відзначено істотне зниження надходження всіх елементів мінерального живлення, порівняно з контролем та диференційованою -1 системою обробітку ґрунту.

У цілому внесення мінеральних добрив на фоні використання післяжнивних (листочеслових і кореневих) решток сільськогосподарських культур на добриво сприяло створенню різних рівнів вмісту доступних форм елементів мінерального живлення на початку віднов-

лення весняної вегетації озимих та появи сходів ярих зернових і технічних культур.

Так, на фоні без внесення мінеральних добрив з використанням на удобрення післяжнивних решток на початку вегетації сільськогосподарських культур сівозміни вміст рухомих сполук мінерального живлення найвищим був у варіанті різноглибинної системи основного обробітку з обертанням скиби та диференційованої-1 і становив: нітратів 29,6–27,5 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору 31,6–29,8 та обмінного калію 282–274 мг/кг ґрунту (табл. 4).

Таблиця 4 – Вміст поживних речовин у шарі ґрунту 0–40 см за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення в сівозміні на зрошенні, початок вегетації, мг/кг ґрунту, середнє 2016–2018 рік

Система основного обробітку ґрунту	Неудобрений фон (контроль)			Доза добрив N _{82,5} P ₆₀			Доза добрив N ₁₂₀ P ₆₀		
	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Полицева різноглибинна	29,6	31,6	282,0	58,9	43,4	325,0	68,6	45,3	344,0
Безполицева різноглибинна	26,9	29,9	271,0	51,1	44,8	309,0	62,5	42,2	324,0
Безполицева мілка	23,1	27,2	252,0	46,2	35,7	290,0	54,0	36,5	304,0
Диференційована-1	27,5	29,8	274,0	55,4	40,2	308,0	67,4	41,7	320,0
Диференційована-2	24,7	28,1	266,0	50,0	37,9	301,0	57,2	38,7	311,0

Внесення мінеральних добрив дозами N_{82,5}P₆₀ та N₁₂₀P₆₀ забезпечило зростання вмісту всіх елементів мінерального живлення.

Під впливом змін гумусного стану і поживного режиму ґрунту створилися відповідні умови для росту і розвитку с.-г культур та формування врожаю. Внаслідок цього урожайність культур та продуктивність сівозміни за системами основного обробітку і удобрення формувалася різною.

Найвищу урожайність культур сівозміни забезпечувало внесення мінеральних добрив дозою N₁₂₀P₆₀ на фоні післяжнивних решток культур сівозміни за диференційованої-1 системи основного обробітку ґрунту. Так, урожайність кукурудзи на зерно складала 14,82 т/га, сої – 4,31, пшениці озимої – 6,90, сорго зернового – 7,70 т/га з продуктивністю сівозміни 8,43 т/га, що вище за контроль на 3,2 %. Лише посіви сої забезпечили рівень урожайності нижчий на 0,7 % за контроль (табл. 5).

Таблиця 5 – Урожайність сільськогосподарських культур сівозміни за різних систем основного обробітку ґрунту та доз внесення добрив, т/га, середнє за 2016–2018 рр.

Система обробітку ґрунту (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Культура сівозміни				Середнє по фактору	
		пшениця озима	кукурудза на зерно	соя	сорго зернове	А	В
Полицева різноглибинна (контроль)	без добрив	3,15	4,26	2,70	2,89	6,15	2,98
	$N_{82,5}P_{60}$	6,01	11,43	3,68	6,90		6,46
	$N_{120}P_{60}$	6,81	14,44	4,34	7,09		7,51
Безполицева різноглибинна	без добрив	3,01	3,81	2,48	2,51	5,73	
	$N_{82,5}P_{60}$	5,53	10,81	3,34	6,58		
	$N_{120}P_{60}$	6,25	13,64	3,98	6,81		
Безполицева однострижкова мілка	без добрив	2,70	3,05	1,77	2,04	4,46	
	$N_{82,5}P_{60}$	5,26	8,16	2,41	4,59		
	$N_{120}P_{60}$	5,91	10,08	2,83	4,76		
Диференційована-1	без добрив	3,24	4,46	2,81	3,03	6,37	
	$N_{82,5}P_{60}$	6,08	11,81	3,79	7,51		
	$N_{120}P_{60}$	6,90	14,82	4,31	7,70		
Диференційована-2	без добрив	2,89	3,73	2,40	2,54	5,53	
	$N_{82,5}P_{60}$	5,34	10,28	3,37	6,28		
	$N_{120}P_{60}$	6,13	13,01	3,94	6,43		

Застосування диференційованої-2 та різноглибинної і однострижкової мілкої безполицевих систем основного обробітку ґрунту (варіанти 5, 2, 3,) за органічної та двох органо-мінеральних систем удобрення призводили до істотного зниження урожайності, особливо просапних культур і продуктивності сівозміни в цілому. Мілке (12-14 см) дискове розпушування в системі тривалого застосування однострижкової безполицевої обробки на фоні органічної системи удобрення призвело до формування найменшої врожайності культур сівозміни.

Висновки. На зрошуваних землях в південній частині Степової зони в просапних сівозмінах доцільно застосовувати органо-мінеральні системи удобрення з використанням на добриво післязбираних решток сільськогосподарських культур та внесенням мінеральних добрив дозою $N_{120}P_{60}$ у розрахунок на один гектар сівозміної площі на фоні різноглибинної системи основного обробітку з обертанням скиби або диференційованої з одним щільуванням за ротацією, що створює сприятливий поживний і водний режим ґрунту та сприяє формуванню продуктивності сівозміни на рівні 8,17–8,43 т/га зерна, прибутку – 25,7–27,6 тис.грн/га та рівня рентабельності – 170,5–185,0%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні : монографія / за ред. Я. М. Гадзала, В. Ф. Камінського. Київ : Аграрна наука, 2016. С. 127-345.
2. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / під заг. ред. М. В. Зубця. Київ : Аграрна наука, 2010. С. 108-238.
3. Система землеробства на зрошуваних землях України / за ред. Р. А. Вожегової. Київ : Аграрна наука, 2014. 360 с.
4. Наукові засади розвитку аграрного сектора економіки південного регіону України / за ред. М. І. Ромащенко, Р. А. Вожегової, А. П. Шатковського. Херсон : ОЛДІ – ПЛЮС, 2017. 438 с.

5. Циков В. С. Состояние и перспективы развития системы обработки почвы. Днепрпетровск : ООО «ЭНЭМ», 2008. 168 с.

6. Технология двухфазной обработки почвы: вопросы теории и практики / А. М. Малиенко та ін. Киев : Аграрна наука, 2018. 102 с.

7. Вожегов С. Г. Эффективность различных ресурсосберегающих систем обработки южного чернозема в орошаемом севообороте степной зоны Крыма: дис... канд. с.-х. наук: 06.01.02 / Херсонський сільськогосподарський інститут. Херсон, 1997. 134 с.

8. Балюк С. А., Ромащенко М. І., Трускавецький Р. С. Меліорація ґрунтів систематика, перспективи, інновації. Херсон : Грін Д. С., 2015. 668 с.

9. Полупан Н. И., Коваль В. Г. Темпы и прогноз развития осолонцевания в орошаемых почвах юга Украины. *Почвоведение*. 1993. №5. С.75-83.

10. Kovalenko A. Increasing aridity climate of southern steppe of Ukraine. *Its effects and remedies*: 3rd UNCCD Scientific Conference (Cancun, 9-12 March 2015). Mexico : Book of Abstracts, 2015. P. 293-294.

11. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / за ред. Р. А. Вожегової. Херсон : Грін Д. С., 2014. 286 с.

12. Ушкаренко В. О., Вожегової Р. А. та ін. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві: монографія. Херсон : Айлант, 2013. 410 с.

13. Чесняк Г. Я., Зинченко М. М., Серокуров Ю. И. Расчет баланса гумуса в почве и доз внесения органических удобрений для его бездефицитного содержания. *Совершенствование агрохимического обслуживания колхозов и совхозов*. Київ : Урожай, 1988. 144 с.

REFERENCES:

1. Hadzalo, Ya.M. (Ed.). (2016). *Scientific bases of production of organic goods in Ukraine*. Kyiv: Agrarna nauka.

2. Zubets, M.V. (Ed.). (2010). *Scientific bases of agroindustrial production are in the area of Steppe of Ukraine*. Kyiv: Ahrarna nauka.

3. Vozhehova, R.A. (Ed.). (2014). *The system of agriculture is on the irrigated earths of Ukraine*. Kyiv: Ahrarna nauka.

4. Romashchenko, M.I., Vozhehova, R.A., & Shatkovskii, A.P. (Eds.). (2017). *Scientific principles of development of agrarian sector of economy of south region of Ukraine*.

5. Tsykov, V.S. (2008). *Sostoyanie i perspektivy razvitiya sistemy obrabotki pochvy [State and prospects of development of the system of treatment of soil]*. Dnepropetrovsk: ООО «ЭНЭМ» [in Russian].

6. Malyenko, A.M. et. al. (2018). *Tekhnologiya dvukhfaznoj obrabotki pochvy: voprosy teorii i praktiki [Technology of diphasic tillage of soil: questions of theory and practice]*. Kyiv: Ahrarna nauka [in Russian].

7. Vozhehov, S.H. (1997). *E'fektivnost' razlichnykh resursoberegayushchikh sistem obrabotki yuzhnogo chernozema v oroshaemom sevooborote stepnoj zony Kry'ma [Efficiency of the different pecypocbeperaющих systems of tillage of south black earth is in the irrigated crop rotation of steppe area of Crimea]*. Candidate's thesis. Kherson [in Russian].

8. Baliuk, S.A., Romashchenko, M.I., & Truskavetskyi, R.S. (2015). *Meioratsiia gruntiv systematyka, perspektyvy, innovatsii [Soil melioration of taxonomy, prospects, innovations]*. Kherson: Hrin D.S. [in Ukrainian].

9. Polupan, N.Y., & Koval, V.H. (1993). *Tempy y prohnos razvytiya osolontsevaniya v oroshaemykh pochvakh yuha Ukrainy [Rates and prognosis of development of alcalination in the irrigated soils of south of Ukraine]*. *Pochvovedenye – Soil science*, 5, 75–83 [in Russian].

10. Kovalenko, A. (2015). Increasing aridity climate of southern steppe of Ukraine. Its effects and remedies: 3rd UNCCD Scintific Conference (Cancun, 9-12 March 2015). (pp. 293-294). Mexico: Book of Abstracts [in English].

11. Vozhehova, R.A., & Lavrynenko, Yu.O. (2014). *Metodyka pol'ovyykh i laboratornykh doslidzhen' na zroshuvanykh zemlyakh [Methods of field and laboratory research on irrigated lands]*. Kherson: Hrin' D.S. [in Ukrainian].

12. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., & Holoborod'ko, S.P., Kokovikhin, S.V. (2013). *Statystychnyy analiz rezul'tativ pol'ovyykh doslidiv u zemlerobstvi [Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture]*. Kherson: Aylant [in Ukrainian].

13. Chesniak, H.Ya., Zynchenko, M.M., & Serokurov, Yu.Y. (1988). *Raschet balansa humusa v pochve y doz vneseniya orhanycheskykh udobreniy dlia ego bezdefitsynohogo soderzhaniya [Calculation of balance of humus in soil and doses of bringing of organic fertilizers for his self-supporting maintenance]*. Kyiv: Urozhai [in Russian].

Грановська Л.М., Малярчук А.С., Булігін Д.О. Продуктивність просапної сівозміни за різних систем обробітку ґрунту та удобрення на зрошенні півдня України

Через обмежене використання органічних добрив у сучасних системах землеробства важливим джере-

лом надходження поживних речовин у ґрунт є післяжнивні рештки сільськогосподарських культур. У статті наведено результати експериментального дослідження з обґрунтування оптимальних параметрів способів і глибини основного обробітку темно-каштанового ґрунту під сільськогосподарські культури за різних систем обробітку і удобрення у просапній сівозміні на зрошенні.

Мета – визначення гумусового стану, поживного режиму ґрунту та продуктивності сільськогосподарських культур за різних доз внесення мінеральних добрив на фоні загорання в ґрунт листостеблової та кореневої маси рослин знаряддями з різною конструкцією робочих органів. **Методи:** польовий, кількісно-ваговий, візуальний, лабораторний, розрахунково-порівняльний та математично-статистичний методи з використанням загально-визнаних в Україні методик і методичних рекомендацій. Дослідження проводили в стаціонарному досліді відділу зрошувального землеробства ІЗЗ НААН України впродовж 2010–2018 років в зоні дії Інгулецької зрошувальної системи. **Результати дослідження.** Розрахунок надходження гумусу в ґрунт від загорнених післяжнивних решток за різних систем основного обробітку та доз внесення мінеральних добрив свідчить, що на неудо-бреному фоні формується від'ємний баланс гумусу за всіх систем основного обробітку. **Висновки.** Доцільно застосовувати орґано-мінеральну систему удобрення з використанням на добриво післяжнивних решток кукурудзи на зерно, сої, пшениці озимої, сорго зернового та внесення мінеральних добрив дозою $N_{120}P_{60}$ на фоні різноглибинної системи основного обробітку з обертанням скиби та диференційованої-1 з одним щільюванням за ротацію, що створює сприятливий поживний і водний режими ґрунту та сприяє формуванню продуктивності сівозміни на рівні 8,17–8,43 т/га зерна.

Ключові слова: сівозміна, спосіб, система, обробіток, гумус, кукурудза, сорго, соя, пшениця озима.

Hranovska L.M., Maliarchuk A.S., Bulyhin D.A. Productivity of the cultivated crop rotation at the different systems of tillage of soil and fertilizer on irrigation of south of Ukraine

From the limited use of organic fertilizers in the modern systems of agriculture the important source of receipt of organic matters in soil are the yellowed bits and pieces of agricultural cultures. In the article results over of experimental research are brought on the ground of optimal parameters of methods and depth of basic tillage of livery soil under agricultural cultures at the different systems of basic tillage and organic and organic and mineral systems of fertilizer in the cultivated crop rotation on irrigation. **Purpose** is determination of the humus state, nourishing mode of soil and productivity of agricultural cultures at the different doses of bringing of mineral fertilizers on a background a sealing-off in soil of листостебельной and root mass of plants by instruments with the different construction of working organs. **Methods:** the field, in-gravimetric, visual, laboratory, calculation-comparative and mathematically-statistical methods with the use of confessedly in Ukraine methods and methodical recommendations. Researches were conducted in station-

ary experience of department of the irrigated agriculture of IIA NAAS of Ukraine during 2010–2018 in the area of action of Ingulets irrigatory system. **Results.** The calculation of the humus input to the soil from the planted crop residues for various systems of the main processing and the doses of mineral fertilizers indicates that a negative humus balance is formed against all the main processing systems against an unfertilized background. **Conclusions.** Application of the organic and mineral system of fertilizer is expedient with the use on the ferti-

lizer of the yellowed bits and pieces of corn on grain, soy, wheat winter, sorghum and bringing of mineral fertilizers the dose of $N_{120}P_{60}$ on a background the different depth system of basic tillage with the turn of layer and differentiated – 1 with one subsoiling for a rotary press, that creates the favourable nourishing and aquatic modes of soil and assists forming of the productivity of crop rotation at the level of 8,17–8,43 t/ha of grain.

Key words: crop rotation, method, system, tillage, humus, corn, sorghum, soy, wheat winter.

ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ

Дробітько А.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-6492-4558>

Миколаївський національний аграрний університет

Коковіхін С.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор

<https://orcid.org/0000-0002-1687-6889>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Важливою запорукою одержання високого рівня продуктивності різних за генетичним потенціалом сортів сої є якісне насіння та сортова агротехніка вирощування, які дозволяють рослинам сформувати дружні сходи, нормально розвиватись протягом усього вегетаційного періоду, сформувати в кінцевому результаті високі, якісні та економічно обґрунтовані врожаї. Біологи стверджують, що соя перебуває на вершині піраміди рослинного білка та олій у світі. Привабливості їй додають ще й біологічні особливості Насіння, багате на білки, вуглеводи і мінеральні речовини, завдяки унікальному поєднанню у рослинах сої двох найважливіших процесів фотосинтезу і біологічної фіксації азоту вона значною мірою забезпечує свою потребу в азоті, покращує родючість і азотний баланс ґрунту, забезпечує одержання чистої продукції, поліпшує екологію [1, 2].

В сучасних умовах важливе наукове й практичне значення має розробка елементів біологізації агротехнологій вирощування сої, зокрема шляхом застосування інокулянтів для підсилення процесів азотфіксації, підвищення продуктивності і якості зерна культури (Polyakov OI, 2015). Тому актуальним є вивчення ефективності застосування біопрепаратів при вирощуванні різних за біологічним потенціалом сортів з врахуванням особливостей погодних умов у роки з різним рівнем природного вологозабезпечення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Протягом останніх років значно розширився сортовий склад і зріс потенціал урожайності сої. Проте реалізація генетичного потенціалу сучасних сортів культури у виробництві залишається доволі низькою, а середня урожайність в Україні за останні роки становить (1,2–1,9 т/га). Особливо в умовах недостатнього зволоження потрібно досить відповідально, з особливою уважністю підійти до вибору найбільш продуктивних сортів сої, які можуть реалізувати весь свій генетичний потенціал віддати можливу максимальну урожайність навіть в умовах з низькою кількістю опадів, звичайно це дуже добре, але не треба забувати і про якість вирощеного зерна. На якість і урожай впливає багато факторів, особливо роль мають і агротехнічні прийоми (Polyakov OI, 2015).

Дослідженнями вітчизняних (Nichiporovich AA, 1967; Adamen FF, 2006) і закордонних (Lambers H, 2006) учених встановлено, що поглинання та розміри використання сонячної енергії (фотосинтетично-активної радіації – ФАР) значною мірою залежать від технології вирощування сільськогосподарських культур, у тому числі й сої. Доведено, що оптимізація агрозаходів вирощування сої створює найкращі умови для використання сонячної енергії та підвищують коефіцієнт використання ФАР (Kokovikhin SV, 2010).

Метою досліджень було встановити особливостей формування продуктивності сортів сої залежно від інокуляції в умовах Степу України.

Матеріал і методи досліджень. Метою досліджень було встановити особливостей формування продуктивності сортів сої залежно від інокуляції в умовах Степу України.

Дослідження були проведені впродовж 2013–2015 рр. на полях Фермерського господарства «Аркадія» Братського району Миколаївської області.

Ґрунт дослідних ділянок типовий для зони Степу – чорнозем звичайний. Вміст гумусу в орному шарі складав 4,5% (за Тюрнімом); загального азоту – 0,23–0,26% (за К'ельдалем); рухомого фосфору – 0,11–0,16% (за Чириковим); обмінного калію – майже 2% (за Чириковим). Структура орного шару – пилувато-грудкувата, підорного – грудкувата-зерниста.

Дослідження проводили у польовому двофакторному досліді. В схему досліді були включені такі фактори і варіанти:

Фактор А (сорт сої): Аполлон; Валюта.

Фактор В (інокуляція): без обробки інокулянтом (контроль); інокулянт INTEX PEAT; інокулянт Оптімайз.

Площа посівних ділянок складала 84 м²; облікових – 50,4 м². Повторність в досліді 4-х разова. Розміщення ділянок – розщеплених ділянок.

Технологія вирощування сої була загальноприйнятою для фермерського господарства та відповідала умовам Степу України.

Попередником сої була озима пшениця. Після збирання пшениці здійснювали дискування стерні в два сліди дисковими боронами АГД 2.5 що забезпечило рівномірне перемішування післяжнивних решток з ґрунтом. На початку вересня провели обприскування гербіцидом Ураган в дозі 2,5 л/га для знищення багаторічних коренепазосткових бур'янів.

Навесні, як тільки ґрунт набував фізичної стиглості, проводили боронування легкими боронами, що запобігло зайвим витратам вологи. При проростанні бур'янів проводили культивування, з метою вирівнювання поверхні ґрунту, знищення бур'янів і створення умов для рівномірної заробки насіння. Передпосівну культивування проводили на глибину 6–8 см, під яку вносили гербіцид Харнес у дозі 2 л/га препарату.

Сівбу сої проводили сівалкою John Deere 750 в оптимальні строки при настанні температури посівного шару ґрунту +10–12 °С. До і після посіву було проведено прикочування кільчато-зубовими котками.

Протягом вегетаційного періоду рослин сої проводили рихлення міжрядь.

Збирали урожай за допомогою комбайну «Джон Дір» шляхом подільного обмолоту усіх варіантів.

Дисперсійний аналіз здійснювали з використанням програми Агостат та Microsoft Excel. Закладку польових

дослідів та проведення досліджень здійснювали відповідно до загальноприйнятих методик польових дослідів у землеробстві та рослинництві [7].

Результати досліджень. Дослідження впливу інокуляції на висоту сортів сої в основні фази вегетації дозволили встановити суттєві відмінності за факторами і варіантами (табл. 1).

Таблиця 1 – Вплив інокуляції на висоту (см) рослин сої залежно від сортового складу та інокуляції насіння в роки проведення досліджень

Сорт (фактор А)	Інокулянт (фактор В)	Фази росту и розвитку				
		2 пари трійчастих листіків	бутоні- зація	кінець цвітін-ня	налив зерна	повний стиглість
2013 р.						
Аполлон	Контроль	17,6	41,1	52,2	60,1	63,0
	INTEX PEAT	19,0	43,9	53,2	64,9	66,0
	Оптімайз	20,0	44,2	55,3	67,0	70,0
Валюта	Контроль	16,6	36,0	43,9	53,0	53,6
	INTEX PEAT	17,9	38,0	44,9	56,0	58,0
	Оптімайз	18,4	39,5	49,0	58,7	59,4
2014 р.						
Аполлон	Контроль	17,2	40,7	51,4	61,7	61,8
	INTEX PEAT	18,6	41,9	53,8	62,9	65,6
	Оптімайз	19,4	44,0	54,9	67,8	69,4
Валюта	Контроль	16,2	35,8	43,7	52,8	53,2
	INTEX PEAT	17,7	37,8	44,1	55,8	57,6
	Оптімайз	19,0	38,7	48,4	57,3	60,0
2015 р.						
Аполлон	Контроль	19,7	43,2	54,1	63,2	64,7
	INTEX PEAT	21,4	45,5	56,1	66,5	68,4
	Оптімайз	22,5	46,9	57,9	70,2	72,5
Валюта	Контроль	18,7	38,2	46,1	55,2	55,7
	INTEX PEAT	20,4	40,5	47,1	58,5	60,4
	Оптімайз	21,7	42,1	51,7	61,0	62,7
Середнє за 2013-2015 рр.						
Аполлон	Контроль	18,2	41,7	52,6	61,7	63,2
	INTEX PEAT	19,7	43,8	54,4	64,8	66,7
	Оптімайз	20,6	45,0	56,0	68,3	70,6
Валюта	Контроль	17,2	36,7	44,6	53,7	54,2
	INTEX PEAT	18,7	38,8	45,4	56,8	58,7
	Оптімайз	19,7	40,1	49,7	59,0	60,7
Середнє		19,0	41,0	50,5	60,7	62,4
НІР ₀₅ , см	А	0,11-0,23	0,34-0,51	0,47-0,62	0,53-0,78	0,65-0,84
	В	0,09-0,15	0,24-0,43	0,37-0,50	0,39-0,64	0,49-0,61

Слід відзначити, що у 2013 і 2015 рр. висота рослин сої була значно більшою, ніж у 2014 році, що пов'язано з гідротермічними умовами, які в 2014 році були посушливими й негативно позначилися на рості й розвитку рослин. Максимальні показники висоти рослин – 72,5 см зафіксовані у 2015 р. у сорту Аполлон при застосуванні препарату Оптімайз. Також в усі роки досліджень проявилось найбільше зростання цього показника в 2,0-2,2 рази у міжфазний період від 2 пари трійчастих листків до бутонізації, а найменші (2,5-2,9%) – у період від наливу насіння до повної стиглості зерна.

Аналізуючи одержані експериментальні дані у середньому за роки проведення досліджень можна

зробити висновок, що у сортів сої Аполлон і Валюта під впливом інокулянтів сформувалась оптимальна висота, характерна для досліджуваних сортів. Звичайно, вплив інокулянтів був помітний. Так, у фазі повного наливу насіння, висота центрального стебла у сорту Аполлон складала 70,6 см на ділянках за обробки інокулянтом Оптімайз та 66,7 см на ділянках за обробки INTEX PEAT. На контролі висота рослин сої сорту Аполлон становила 63,2 см. На сорті Валюта висота рослин була меншою порівняно з першим сортом на – . На контролі цей показник становив 54,2 см, а при застосуванні інокулянтів – зріс до 58,7-60,7 см або на 8,3-11,9%.

Дослідження впливу інокуляції на симбіотичну азот-фіксацію та динаміку кількості та маси бульбочок у сор-

тів сої Аполлон та Валюта у фазі цвітіння дозволили встановити (табл. 2).

Таблиця 2 – Вплив інокуляції на динаміку кількості та маси бульбочок у сортів сої у фазу цвітіння в роки проведення досліджень

Сорт (фактор А)	Інокулянти (фактор В)	2013 р.		2014 р.		2015 р.		Середнє за 2013-2015 рр.	
		кількість бульбочок на 1 рослині, шт.	маса сирих бульбочок, г	кількість бульбочок на 1 рослині, шт.	маса сирих бульбочок, г	кількість бульбочок на 1 рослині, шт.	маса сирих бульбочок, г	кількість бульбочок на 1 рослині, шт.	маса сирих бульбочок, г
Аполлон	Контроль	46	1,10	44	1,14	48	1,37	46	1,20
	INTEX PEAT	57	1,29	53	1,26	58	1,51	56	1,35
	Оптімайз	60	1,28	58	1,27	62	1,57	60	1,37
Валюта	Контроль	47	1,10	45	1,15	49	1,28	47	1,18
	INTEX PEAT	63	1,30	59	1,25	64	1,54	62	1,36
	Оптімайз	62	1,32	60	1,27	66	1,64	63	1,41
НІР ₀₅	А	1,5	0,09	1,2	0,04	1,9	0,11	1,2-1,9	0,04-0,11
	В	1,1	0,07	0,9	0,03	1,5	0,08	0,9-1,5	0,03-0,09

Визначено, що зміна кількості бульбочок на кореневій системі залежала від впливу застосованих інокулянтів та умов вегетації, точніше від умов зволоження, також змінювалася і їх маса на одній рослині. Мінімальна кількість бульбочок на 1 рослину була на контрольному варіанті у 2013 році – 44-45 шт., а максимального значення одержано в 2015 році, коли цей показник зріс у варіантах із застосуванням препарату Оптімайз до 62 шт. на сорті Аполлон і до 66 шт. – у сорту Валюта.

У 2013 році внаслідок підвищеної кількості опадів на початку вегетації сої та достатніх стартових вологозапасів у ґрунті, відповідно і маса бульбочок була більша і по сортах коливалася від 1,10-1,32 г. В 2014 році показники маси бульбочок були меншими і коливалися

в межах 1,14-1,27 г, а в 2015 році – зросли у варіантах із застосуванням препарату Оптімайз до 1,57 г на сорті Аполлон і до 1,64 г – у сорту Валюта. В середньому за роки проведення досліджень найбільша маса бульбочок на одній рослині сої відмічена за використання інокулянта Оптімайз: у сорту Валюта – 1,41 г, а у сорту Аполлон – 1,37 г. При застосуванні інокулянта INTEX PEAT цей показник становив відповідно 1,27 г у обох сортів. На контрольних ділянках маса бульбочок становила: у сорту Аполлон – 1,20 г, у сорту Валюта – 1,18 г.

Однією з головних умов отримання високих врожаїв є підбір сорту, та передпосівна обробка насіння інокулянтами. Вплив застосування інокулянтів INTEX PEAT та Оптімайз на врожайність насіння сої дозволило встановити перевагу вирощування сорту Валюта (табл. 3).

Таблиця 3 – Вплив досліджуваних інокулянтів на врожайність насіння сортів сої

Сорти (фактор А)	Інокулянт (фактор В)	Роки досліджень			Середнє, т/га	Приріст до контролю	
		2013	2014	2015		т/га	%
Аполлон	Контроль	1,76	1,11	2,02	1,63	–	–
	INTEX PEAT	1,88	1,19	2,16	1,74	0,11	7,0
	Оптімайз	1,94	1,28	2,26	1,83	0,20	12,2
Валюта	Контроль	1,67	1,52	2,17	1,79	–	–
	INTEX PEAT	1,76	1,64	2,42	1,94	0,16	8,7
	Оптімайз	1,89	1,77	2,58	2,08	0,30	16,5
НІР ₀₅ , т/га	А	0,015	0,025	0,045	0,015-0,045		
	В	0,026	0,021	0,034	0,021-0,034		

Встановлено, що за роками проведення досліджень найбільша врожайність зерна сої в межах 2,42-2,58 т/га була у сприятливому за погодними умовами 2015 р. у варіантах з сортом Валюта та застосуванням

інокулянтів. Найменша продуктивність (1,11 т/га) проявилася у посушливому 2014 р. на ділянках з сортом Аполлон у контрольному варіанті без застосування інокулянтів.

Досліджуваний препарат INTEX PEAT збільшив урожайність насіння сої сорту Аполлон на 0,11 т/га або 7,0 %. У сорту Валюта приріст урожаю зерна сої за інокуляції його насіння цим препаратом склала 0,16 т/га (8,7%) порівняно з ділянками контрольного варіанту. У сорту Аполлон приріст врожайності в середньому за

роки досліджень становив 0,20 т/га (12,2 %), а у сорту сої Валюта – підвищився до 0,30 т/га (16,5 %).

Результати наших досліджень показали, що передпосівна обробка посівного матеріалу інокулянтами позитивно впливала на вміст білка в зерні сої порівняно з ділянками контрольного варіанту (табл. 4).

Таблиця 4 – Вплив інокулянтів на показники вмісту білка і жиру в зерні сої залежно від досліджуваних факторів

Сорти (фактор А)	Інокулянт (фактор В)	Показники в роки проведення досліджень				Приріст (зменшення) до контролю ±%
		2013	2014	2015	(середнє)	
Вміст білка, %						
Аполлон	Контроль	32,4	31,0	32,9	32,1	–
	INTEX PEAT	33,1	32,1	34,2	33,1	+3,1
	Оптімайз	34,2	33,2	35,1	34,2	+6,5
Валюта	Контроль	32,0	31,6	31,9	31,9	–
	INTEX PEAT	33,3	32,2	33,0	32,8	+2,8
	Оптімайз	33,9	33,7	34,3	34,0	+6,6
НІР ₀₅ , %	А	0,32	0,24	0,55	0,24-0,55	
	В	0,27	0,29	0,47	0,21-0,47	
Вміст жиру, %						
Аполлон	Контроль	20,2	20,5	19,8	20,2	–
	INTEX PEAT	19,1	19,5	19,4	19,3	–4,3
	Оптімайз	18,6	18,7	18,6	18,6	–8,2
Валюта	Контроль	20,7	19,5	20,0	20,0	–
	INTEX PEAT	19,6	18,8	19,2	19,2	–4,3
	Оптімайз	18,9	18,6	18,5	18,7	–7,2
НІР ₀₅ , %	А	0,19	0,29	0,33	0,19-0,33	
	В	0,30	0,21	0,25	0,21-0,30	

У роки проведення досліджень вміст білка слабо коливався залежно від погодних умов в окремі роки, проте відзначено істотні коливання за варіантами застосування інокулянтів. У середньому за роки проведення досліджень вміст білка в зерні сортів сої коливався в межах 31,9-34,2%. Найвищі показники вмісту білка відмічено при обробці інокулянтом Оптімайз: у сорту Валюта – 34,0, у сорту Аполлон – 34,2%. Дещо менші значення вмісту білка отримано у варіанті за внесення інокулянтом INTEX PEAT: у Валюти – 32,8, у сорту Аполлон – 33,1 %.

В наших дослідженнях цей показник змінювався різною мірою залежно від досліджуваних інокулянтів та біологічних особливостей сортів. Між вмістом білка і олії в зерні сої проявився тісний зворотний зв'язок, на що вказують результати наших досліджень. Так, найбільший вміст олії в зерні сої був отриманий у варіантах, де вміст білка був найменший. На контролі сорти Аполлон і Валюта мали вміст олії 20,2 та 20,0 %, відповідно.

На першому сорті (Аполлон), продуктивність якового вивчалась, обробка насіння препаратом INTEX PEAT обумовила зменшення цього показника на 4,3%, а препаратом Оптімайз – на 8,2. На сорті сої валюта таке зменшення на показники вмісту жиру в насінні становило відповідно: 4,3 і 7,2%.

Висновки. В польовому досліді визначено, що застосування інокулянта Оптімайз підвищувало в середньому за 2013-2015 рр. висоту рослин сої сорту Аполлон на 7,4 см, а застосування інокулянта INTEX

PEAT збільшувало цей показник на 3,5 см. Найбільша висота рослин сої була у сорту Валюта під впливом інокулянтом Оптімайз. У фазі повного наливу рослини досягали у висоту 59,7 см, що порівняно з контролем (54,2 см) більше на 4,3 см. На нашу думку, висота рослин була характерною для даних сортів. Звичайно, вплив інокулянтів був помітний впродовж вегетації, тому досліджувані сорти були дещо вищі, у порівнянні з контролем. В ході вегетації найкраще відреагував на інокуляцію сорт Аполлон, так як висота рослин збільшувалась на 3,4-7,3 см. Найменша кількість бульбочок на 1 рослину сформувалась на контрольному варіанті у посушливому 2013 році – 44-45 шт., а максимального значення одержано в 2015 році – 62-66 шт. У середньому за роки проведення досліджень найбільша маса бульбочок на одній рослині сої відмічена за використання інокулянта Оптімайз: у сорту Валюта – 1,41 г, а у сорту Аполлон – 1,37 г, а без внесення досліджуваних 1,18-1,20 г. Встановлено, що найбільшу продуктивність забезпечує застосування препарату Оптімайз – приріст врожайності становив на сорті Аполлон 0,2 т/га, а на сорті Валюта сягнув найвищого рівня – 0,3 т/га. Наші дослідження підтвердили, що інокуляція насіння сої в умовах Степу може давати відчутні результати приросту врожайності. Одержання за рахунок інокуляції приросту урожайності на 7,0-16,5% вказує на досить значну ефективність цього технологічного заходу. Крім того, такий агротехнологічний захід має перевагу з точки зору екологічної безпечності. Визначено, що застосування

інокулянтів не тільки збільшує урожайність сої в цілому, а й підвищує вміст білку в зерні. Найвищий приріст вмісту білку був отриманий за використання інокулянту Оптімайз при вирощуванні сорту Аполлон – 34,2%, що на 2,1% більше порівняно з контролем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Борисоник З. Б., Михайлов В. Г., Погорлецкий Б. К. Справочник по масличным культурам. Киев : Урожай, 1988. 65 с.
2. Поляков О. І., Нікітенко О. В., Григорчук Н. Ф. Беззмінне вирощування сої. *The Ukrainian Farmer*. 2015. № 3 (63) березень. С. 102–105.
3. Бабич А. О. Світові земельні, продовольчі і кормові ресурси. Київ: Аграрна наука, 1996. 133 с.
4. Ничипорович А. А. Энергетическая эффективность и продуктивность фотосинтезирующих систем как интегральная проблема. *Физиология растений*. 1978. Т. 25. Вып. 5. С. 922–937.
5. Коковіхін С. В., Ларченко О.В., Донець А.О. Моделювання складових елементів технологій вирощування сільськогосподарських культур з використанням інформаційних засобів. *Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний збірник наукових праць*. Херсон: Грін Д.С., 2013. Вип. 59. С. 191-193.
6. Вожегова Р.А., Коковіхін С.В., Заєць С.О., Нетіс В.І., Онуфран Л. І. Ефективність використання сонячної енергії посівами сої в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний збірник наукових праць*. Херсон: Грін Д.С., 2018. Вип. 71. С. 23-27.
7. Ушкарєнко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навч. посіб. Херсон : Айлант, 2008. 272 с.

REFERENCES:

1. Borisonic, Z.B., Mikhailov, V.G., & Pogorletsky, B.C. (1988). *Spravochnik po maslichnym kul'turam [Handbook of oilseeds]*. Kiev: Harvest [in Russian].
2. Polyakov, O.I., Nikitenko, O.V., & Grigorchuk, N.F. (2015). Bezzminne vyroshchuvannya soyi [Constant soybean cultivation]. *The Ukrainian Farmer*, 3(63), 102-105 [in Ukrainian].
3. Babych, A.A. (1996). *Svitovi zemelni, prodovolchi i kormovi resursy [World land, food and feed resources]*. Kyiv: Agrarian Science [in Ukrainian].
4. Nychiporovich, A.A. (1978). Energeticheskaya effektivnost i produktivnost fotosinteziruyushchikh sistem kak integralnaya problema [Ways to control photosynthetic activity of plants in order to increase their productivity]. *Plant physiology – Plant physiology*, 5, 922–937 [in Russian].
5. Kokovikhin, S.V. (2010). Modeling of constituent elements of technologies of cultivation of agricultural crops with use of information means [Theoretical bases and agro-ecological substantiation of measures of optimization of plant production processes in irrigated agrophytocenoses of the Southern Steppe of Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, Kherson: Ailant, 59, 191-193 [in Ukrainian].

6. Vozhegova, R.A., Kokovikhin, S.V., Zayets, S.O., Netis, V.I., & Onufra, L.I. (2018). Efektyvnist' vykorystannya sonyachnoyi enerhiyi posivamy soyi v umovakh zroshennya pivdnya Ukrainy [Efficiency of using solar energy by soybean crops in irrigation of southern Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 71, 23–27 [in Ukrainian].

7. Ushkarenko, V.O., Nikishenko, V.L., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2008). *Dyspersiynny i korelyatsiynnyy analiz u zemlerobstvi ta roslynnytstvi: navch. posib. [Analysis of variance and correlation in agriculture and crop production: a textbook]*. Kherson: Ailant [in Ukrainian].

Дробітько А.В., Коковіхін С.В. Вплив передпосівної інокуляції насіння на продуктивність сортів сої в умовах Степу України

Мета – встановити особливостей формування продуктивності сортів сої залежно від інокуляції в умовах Степу України. **Методи**. Дослідження були проведені впродовж 2013-2015 рр. на полях Фермерського господарства «Аркадія» Братського району Миколаївської області. Дослідження проведено з використанням методики дослідної справи. **Результати**. Найбільша висота рослин сої була у сорту Валюта під впливом інокулянта Оптімайз. У фазі повного наливу рослини досягали у висоту 59,7 см, що порівняно з контролем (54,2 см) більше на 4,3 см. На нашу думку, висота рослин була характерною для даних сортів. Вплив інокулянтів був помітний впродовж вегетації, тому досліджувані сорти були дещо вищі, у порівнянні з контролем. В ході вегетації найкраще відреагував на інокуляцію сорт Аполлон, так як висота рослин збільшувалась на 3,4-7,3 см. У середньому за роки проведення досліджень найбільша маса бульбочок на одній рослині сої відмічена за використання інокулянта Оптімайз: у сорту Валюта – 1,41 г, а у сорту Аполлон – 1,37 г, а без внесення досліджуваних 1,18-1,20 г. Встановлено, що найбільшу продуктивність забезпечує застосування препарату Оптімайз – приріст врожайності становив на сорті Аполлон 0,2 т/га, а на сорті Валюта сягнув найвищого рівня – 0,3 т/га. **Висновки**. Інокуляція насіння сої в умовах Степу може давати відчутні результати приросту врожайності. Одержання за рахунок інокуляції приросту урожайності на 7,0-16,5% вказує на досить значну ефективність цього технологічного заходу. Крім того, такий агротехнологічний захід має перевагу з точки зору екологічної безпечності. Визначено, що застосування інокулянтів не тільки збільшує урожайність сої в цілому, а й підвищує вміст білку в зерні. Найвищий приріст вмісту білку був отриманий за використання інокулянту Оптімайз при вирощуванні сорту Аполлон – 34,2 %, що на 2,1 % більше порівняно з контролем.

Ключові слова: соя, сорт, інокулянт, елементи продуктивності, врожайність, якість.

Drobitko A.V., Kokovikhin S.V. Effect of pre-sowing seed inoculation on the productivity of soybean varieties in the Steppe of Ukraine

Purpose – to establish the features of the formation of productivity of soybean varieties depending on inoculation in the Steppe of Ukraine. **Methods**. The studies were carried out during 2013-2015. on the fields of the "Arcadia"

farm in the Bratsk region of the Mykolaiv Region. The research was carried out using the method of experimental work. **Results.** The highest height of soybean plants was in the Currency variety under the influence of the Optimize inoculant. In the phase of full filling, the plants reached a height of 59.7 cm, which is 4.3 cm more than in the control (54.2 cm). In our opinion, the plant height was typical for these varieties. The influence of inoculants was noticeable during the growing season; therefore, the studied varieties were slightly higher compared to the control. During the growing season, the Apollo variety reacted better to inoculation, since the plant height increased by 3.4-7.3 cm. On average, over the years of research, the largest mass of nodules on one soybean plant was observed when using the Optimize inoculant: in the Valyuta variety – 1.41 g, and in the Apollo variety - 1.37 g, and without the introduction of the test subjects – 1.18-1.20 g. It was found that

the use of the Optimize preparation provides the highest productivity - the yield increase was 0.2 t/ha on the Apollo variety, and on the variety Currency it reached the highest level - 0.3 t/ha. **Conclusions.** Inoculation of soybean seeds in the Steppe conditions can give tangible results in an increase in yield. Obtaining a 7.0-16.5% increase in yield due to inoculation indicates a rather significant efficiency of this technological measure. In addition, such an agro-technological event has an advantage in terms of environmental safety. It has been established that the use of inoculants not only increases the yield of soybeans in general, but also increases the protein content in the grain. The highest increase in the protein content was obtained when using the Optimize inoculant when growing the Apollo variety – 34.2%, which is 2.1% more than in the control.

Key words: soybeans, variety, inoculant, elements of productivity, productivity, quality.

ФОРМУВАННЯ БІОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА ФЕНОЛОГІЧНИХ ОЗНАК СУЧАСНИХ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ЗА КОНВЕНЦІОНАЛЬНОЇ ТА ОРГАНІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Жуйков О.Г. – доктор сільськогосподарських наук, професор
<https://orcid.org/0000-0002-5762-7934>
ДВНЗ «Херсонський державний аграрно-економічний університет»
Бурдюг О.О. – аспірант
<https://orcid.org/0000-0001-6069-7012>
ДВНЗ «Херсонський державний аграрно-економічний університет»

Постановка проблеми. На сьогодні соняшник є не лише ведучою олійною культурою вітчизняних агроценозів, а й нерідко займає чільне місце в загальній структурі посівних площ середньосільськогосподарського підприємства [1]. До комплексу причин, що зумовлюють зазначене явище, належать об'єктивні та суб'єктивні чинники економічного, соціального, технологічного характеру, а питання оптимальної насиченості польових сівозмін даною культурою, наразі, є чи не найбільш дискусійним як серед науковців, так і практиків сільськогосподарського виробництва [1]. Втім, все більша частина і наукової спільноти, і агровиробників сходяться на спільній думці, що сучасний стан справ із надмірною експансією соняшника та, водночас, системними відхиленнями від науково обґрунтованих зональних технологій його вирощування давно зумовили перехід проблеми до «червоної зони», передусім – в екологічному аспекті зазначеного питання [2]. Додають гостроти окресленій проблемі і систематичні намагання переважної більшості сільгоспвиробників певним чином нівелювати недобори товарного насіння, зумовлені несприятливими абіотичними чи біотичними факторами агроценозу, недотриманням технологій вирощування, застосуванням технологічних прийомів за залишковим принципом виключно за екстенсивним сценарієм – банально розширюючи посівні площі культури [3]. Певна частина аграріїв також схильна до «впадання у крайнощі», застосовуючи з метою максимальної реалізації генетичного потенціалу сорту чи гібриду синтетичні речовини (мінеральні добрива, пестициди, рістрегулюючі препарати) з порушенням регламентних рекомендацій щодо норм витрати, кратності обробітку, умов застосування тощо. Як результат – на поверхні є лише «видима верхівка айсбергу»: Україна вже котрий рік поспіль є європейським лідером з виробництва насіння соняшнику та продуктів його переробки, проте комплекс пов'язаних з цим фактом проблем (розбалансування систем сівозмін аж до скочування до примітивної «трьохполки», прогресуюче зниження бонітету ґрунтів, фітосанітарні негаразди тощо) більшість намагається «не помічати». В світлі вищенаведеного, будь-які намагання біологізації процесу вирощування соняшнику в Україні (фрагментарна, часткова чи навіть повна відмова від речовин синтетичної природи) слід сприймати як важливі вектори приведення процесу виробництва цієї високомаржинальної культури до екологічних рамок без шкоди для комп-

лексу економічних критеріїв, особливої ж актуальності набуває вирощування культури за органічною технологією, адже на світовому ринку щороку спостерігається істотний дефіцит сировини, отриманої без застосування пестицидів та мінеральних макродобрив [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Треба відзначити, що проблемі екологізації та біологізації технології вирощування соняшника як в цілому в Україні, так і в Південному Степу зокрема, останнім часом приділяється достатньо уваги з боку науковців [4]. Однак концептуально абсолютну більшість наукових праць можна ідентифікувати як такі, що розглядають процес виробництва культури крізь призму оптимізації (рідше – мінімізації) застосування дозволених засобів інтенсифікації (насамперед, мінеральних добрив і ЗХЗР) [4], значно менша кількість в науковій періодиці згадувань про позитивний досвід вилучення із зональних технологій вирощування найбільш екологічно шкідливих агроприймів або ж їх підміна альтернативними елементами біологізації [5]. Стосовно ж теоретичного обґрунтування та практики отримання органічної продукції соняшника та продуктів його переробки, то таких наукових праць відверто небагато, а ті ж, що зустрічаються у фахових часописах, або ж мають фрагментарний характер (здебільшого – застосування органічних пестицидів чи поліфункціональних препаратів) [6], або ж мають зарубіжне авторство [7].

Мета. Метою дослідження є порівняльний аналіз комплексу основних фенологічних (насамперед, дата настання основних фенологічних фаз і тривалість міжфазних періодів, загального періоду вегетації) та формування найбільш принципових біометричних показників (висота рослин, довжина міжвузлів, площа та форма листових пластинок, параметри асиміляційного апарату та кореневої системи культури) за традиційної інтенсивної (зональної) та органічної технології вирощування.

Матеріали та методика досліджень. Реалізація поставленої мети здійснювалася шляхом закладання двохфакторного польового досліду в умовах ПАПФ «Вера» Голопристанського району Херсонської області (с. Чулаківка) на площі 2 га впродовж 2018-2019 рр. із проведенням в ньому відповідних спостережень та досліджень згідно завдань з урахуванням вимог загальноприйнятих методик. Фактор А (гібрид соняшнику) був представлений двома варіантами:

PR64F66 F1 селекції компанії Pioneer і Tunca F1 селекції компанії Limagrain, фактор В (технологія вирощування) п'ятьма варіантами: традиційна (інтенсивна) – контроль та чотири модифікації органічної технології (обробіток органічними препаратами посівного матеріалу, обробіток ґрунту перед сівбою, вегетаційні обробітки рослин і комплексна, що поєднувала попередні обробітки). Всі варіанти органічної технології виключали основне і стартове внесення мінеральних туків, інсекто-фунгіцидну інкрустацію насіннєвого матеріалу і вегетаційні фунгіцидні й інсектицидні обробітки. Натомість, були застосовані органічне бактеріальне добриво та хелатні комплекси макро, мезо та мікроелементів ТМ «Гілея»®. Захист від бур'янів реалізовувався шляхом проведення досходового боронування і вегетаційних міжрядних культивувань. Спосіб закладання досліду – розщепленими ділянками, повторність досліду – чотириразова, всі спостереження та дослідження проводилися на двох несуміжних повтореннях. Фенологічні спостереження і динаміка ростових процесів надземної та кореневої частин реалізовувалися на закріплених облікових ділянках (10 м.п. на двох сусідніх рядках кожна), за початок фази приймали час її настання у 10%, а за повну фазу – у 75% рослин. Обов'язково відмічалися дати проходження основних фаз розвитку культури: сходи, перша пара справжніх листків, 2-4 пари, утворення кошика, цвітіння, молочно-воскова стиглість насіння, повна стиглість насіння. Лінійний приріст визначали шляхом виміру 20 рослин від поверхні ґрунту до верхньої частини рослини (до стеблуння – від поверхні ґрунту до верхівки верхнього листка; після настання фази стеблуння – від поверхні ґрунту до верхівки суцвіття) на закріплених площадках у двох несуміжних повтореннях за основними фазами росту та розвитку. Висоту рослин досліджували шляхом виміру

мірною лінійкою на 10 типових рослинах у кожній повторності. Площа листової поверхні культури визначалася способом висічок за методикою Нечипорович А.А. і, паралельно, методом експрес-сканування. Товщина листової пластинки вимірювалася за допомогою електронного ноніусного штангенрейсмаса Mitutoyo, насиченість зеленого забарвлення – бальною (відсотковою) оцінкою з порівнянням із штучним еталонним зразком. Облік коефіцієнту виживання рослин впродовж вегетаційного періоду проводили шляхом підрахунку густоти стояння рослин на заздалегідь закріплених площадках в трьох місцях ділянки. Коренева система культури досліджувалася за методикою Станкова М.З.

Результати досліджень. Аналіз фенологічних показників дає зробити висновок, що застосування органічної технології вирощування на фоні обох гібридів зумовлював скорочення тривалості міжфазних періодів в першу половину онтогенезу соняшника (від фази повних сходів і до фази утворення кошика). Аналогічно, застосування біологічного добрива і хелатних форм макро, мезо та мікроелементів суттєво скорочувало тривалість періоду «сівба-сходи» в порівнянні із традиційною технологією вирощування культури (в середньому, на 1,5-2 доби). Починаючи з другої половини вегетаційного періоду (від фази цвітіння і до припинення вегетації), характер залежності, за нашими спостереженнями, змінився на протилежний: так, за традиційної технології вирощування швидкість настання чергової фази розвитку і тривалість основних міжфазних періодів скоротилися, порівняно з варіантом органічної технології в якому реалізовувався комплекс заходів із обробітку ґрунту, насіннєвого матеріалу і вегетуючих рослин, на 3, а в окремих випадках і на 5 діб, що зумовило в підсумку збільшення загальної тривалості вегетації за варіантом гібриду PR64F66 та Tunca на 5 діб (табл. 1).

Таблиця 1 – Тривалість основних міжфазних періодів соняшнику в залежності від технології вирощування (середнє за 2018-2019 рр.), діб

Гібрид (фактор А)	Технологія вирощування (фактор В)	Міжфазний період							Загальна тривалість вегетації
		«сівба – сходи»	«сходи – III пара листків»	«III-VI пара листків»	«VI пара листків – утворення кошику»	«утворення кошику – цвітіння»	«цвітіння – формування насіння»	«формування насіння – повна стиглість»	
PR64F66	Інтенсивна – контроль	7	18	28	25	14	14	17	123
	Органічна (ґрунт)	7	18	28	25	14	14	17	123
	Органічна (насіння)	6	18	28	25	14	14	17	124
	Органічна (вегетація)	6	18	28	24	16	16	19	126
	Органічна (комплекс)	5	16	27	24	18	17	22	128
Tunca	Інтенсивна – контроль	7	16	27	25	13	14	17	119
	Органічна (ґрунт)	6	16	27	25	12	14	17	117
	Органічна (насіння)	6	16	26	24	13	14	18	117
	Органічна (вегетація)	5	14	26	24	15	16	20	120
	Органічна (комплекс)	5	14	25	24	18	16	22	124

Як свідчать результати наших досліджень, різні технології вирощування зумовлювали диференційований характер ростових процесів рослин соняшнику. За застосування комплексної органічної технології нами відмічена чітка тенденція суттєвого зменшення показника середньої висоти рослин (особливо в першу половину вегетації культури), котрий був меншим за аналогічний показник за тра-

диційної технології вирощування, в середньому, на 4,5 см. Загальний габітус рослин соняшнику на фоні інтенсивної технології вирощування характеризувався збільшенням показника середньої довжини міжвузлів, зменшенням діаметру стебла, видовженими та стоншеними листовими пластинками з меншою інтенсивністю забарвлення через менший вміст у них зеленого пігменту (рис. 1, табл. 2).



Рис. 1. Загальний вигляд рослин (а) й архітектоніка листової пластинки (б) соняшнику гібриду PR64F66 за інтенсивної та органічної технології вирощування

Таблиця 2 – Основні біометричні показники рослин соняшнику залежно від технології вирощування (середнє за 2018-2019 рр.)

Гібрид (фактор А)	Технологія вирощування (фактор В)	Показник (середній)					
		Висота рослин в фазу утворення кошику, см	Довжина міжвузлів у фазу утворення кошику, см	Площа листової пластинки, см ²	Індекс облистяності посіву у фазу цвітіння	Товщина листової пластинки, мм	Інтенсивність зеленого забарвлення, %
PR64F66	Інтенсивна – контроль	82	11,7	65,1	3,15	0,47	57
	Органічна (комплекс)	77	8,2	89,8	3,69	0,65	75
Tunca	Інтенсивна – контроль	79	10,4	60,4	3,22	0,44	66
	Органічна (комплекс)	75	7,5	78,0	3,71	0,62	79

Найбільш принциповий із наведених вище показників, що на пряму зумовлює характер перебігу й інтенсивність продукційних процесів у рослинному організмі – загальна облистяність посіву, за обома варіантами гібридів культури був істотно вищим на фоні застосування органічної технології вирощування. Так, за гібридом PR64F66 індекс облистяності посіву був вищим на 14,6%, за гібридом Tunca – на 15,2%.

В якості робочої гіпотези нами розглядалися потенційно кращі умови для формування кореневої системи соняшника на фоні застосування органічного добрива за рахунок утворення мікоризних комплексів та стимуляції кореневої маси до розгалуження і більш глибокого проникнення за ґрунтовим профілем під дією мікроорганізмів біологічного добрива і за рахунок зменшення пестицидного пресингу на природну ґрунтотеш-

каючу біоту. Зазначена теорія знайшла підтвердження результатами експериментальних даних, наведених на рис. 2.

Вирощування гібриду PR64F66 за органічною технологією зумовило збільшення маси кореневої системи на одиниці посівної площі на 2,0 т/га або 26%, гібриду Tunca – на 2,3 т/га і 18,1% відповідно. Треба також відмітити, що основна маса активної кореневої системи культури за інтенсивної технології вирощування була локалізована в шарі 0-14 см, за органічної – в шарі 0-27 см.

Одним із стримуючих факторів популярності органічної технології будь-якої польової культури і соняшника зокрема, є той факт, що в арсеналі сільгосптоваровиробників на сьогодні відсутні гербіциди природного походження, і вся система захисту культури від бур'янів базується виключно на агротехнічних засобах [7]. Відтак, головним аргументом скептиків є побоювання надмірного пошкодження культурних рослин в процесі міжрядних культиваций, і, як наслідок, зрідження стеблостою. Відповідно, нами був проаналізований коефіцієнт виживання рослин соняшнику за вегетацію за варіантами досліду (табл. 3).

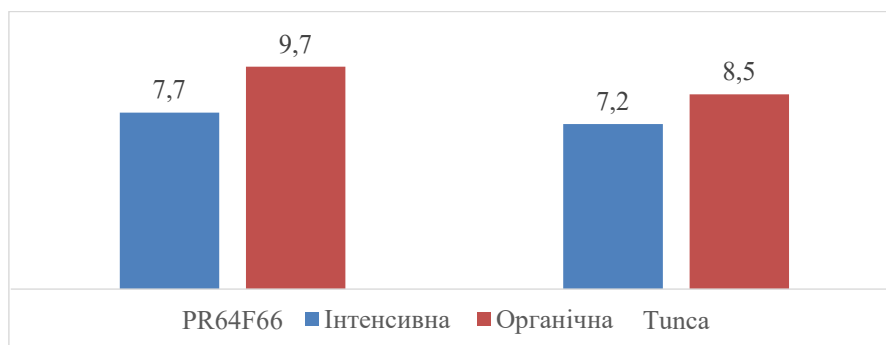


Рис. 2. Маса кореневої системи соняшника в орному шарі ґрунту 0-30 см за різних технологій вирощування (в повітряно-сухому стані), т/га

Таблиця 3 – Коефіцієнт виживання гібридів соняшнику в залежності від технології вирощування (середнє за 2018-2019 рр.)

Гібрид (фактор А)	Технологія вирощування (фактор В)	Густота стояння рослин у фазу, тис. шт./га		Коефіцієнт виживання
		сходи	повна стиглість насіння	
PR64F66	Інтенсивна – контроль	55,7	52,9	0,95
	Органічна (комплекс)	55,7	52,5	0,94
Tunca	Інтенсивна – контроль	56,2	51,5	0,92
	Органічна (комплекс)	56,2	52,8	0,94

В досліді нами не зафіксовано переваги жодного із гібридів чи технологій вирощування за показником коефіцієнту виживання рослин впродовж вегетаційного періоду: за роки проведення досліджень за всіма варіантами, що вивчалися, до фази повної стиглості насіння в агроценозі зберігалось 92-95% рослин.

Висновки. Аналіз наведеного вище експериментального матеріалу дозволяє зробити наступні висновки:

- застосування органічної технології вирощування гібридів середньоранньої групи стиглості дозволило, порівняно із традиційною інтенсивною технологією, дозволило пролонгувати тривалість основних фаз росту і розвитку, а також основних міжфазних періодів другої половини вегетації, що напряду зумовлюють продуктивність культури (від цвітіння до наливу насіння), на 4-5 діб за одночасного скорочення тривалості стартових етапів онтогенезу (сходи-формування кошика);

- відмова в технології вирощування культури від синтетичних мінеральних добрив і ЗХЗР позитивно вплинула на формування габітус рослин соняшника: зменшується показник середньої висоти рослин за одночасного збільшення їх облистяності, лінійних розмірів і площі листової пластинки, її товщини та пігментного наповнення, скорочується довжина міжвузлів і збільшується індекс облистяності агрофітоценозу;

- застосування в технології біологічних добрив і хелатних комплексів макро, мезо та мікроелементів стимулювало більш активний розвиток кореневої системи соняшника і диференціацію її активної маси за ґрунтовим профілем;

- організація захисту культури від бур'янів за допомогою виключно агротехнічних (механічних) заходів не позначилася негативним чином на показникові виживання рослин соняшника впродовж вегетаційного періоду: кількість рослин, що загинули на одиниці посівної площі, була на рівні аналогічного контрольного показника за інтенсивної технології вирощування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Базалій В. В., Добровольський А. В. Наукові можливості підвищення ефективності виробництва продукції соняшника. *Таврійський науковий вісник*. 2015. № 93. С. 3-6.
2. Ткаліч І. Д., Ткаліч І. Ю., Кохан П. О. Які культури виснажують ґрунт більше? *Пропозиція*. 2014. № 1. С. 30-34.
3. Андрієнко А., Семеняка І., Андрієнко О. Подсолнечник в Україні: мифы и сенсация. *Зерно*. 2011. № 4. С. 30-36.
4. Фадеев А. В. Точная агротехнология для подсолнечника. *Порада до часу*. 2016. №12. С. 16-20.
5. Базалій В. В., Домарацький Є. О., Добровольський А. В. Агротехнічний спосіб пролонгації фотосинтетичної діяльності рослин соняшника. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2016. № 4(92). С. 77-84.
6. Кадыров С. В., Силин А. В. Урожай и качество масла семян подсолнечника в зависимости от применения фунгицидов, стимуляторов роста и микроудобрений. *Вестник Воронежского ГАУ*. 2015. № 42(47). С. 19-25.
7. Добровольський А. В., Домарацький Є. О. Особливості реалізації стимулюючої дії комплексних препаратів рослинами соняшника на початкових етапах органогенезу. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2017. Вип. 84. С. 39-45.

REFERENCES:

1. Bazaliy, V.V., & Dobrovolskiy, A.V. (2015). Naukovi mozhlivosti pidvishennia efektyvnosti virobnictva produktsiyi soniashnika [Scientific opportunities to increase the efficiency of sunflower production]. *Tavriyskiy naukoviy visnik – Taurian Scientific Bulletin*, 93, 3-6. Kherson: FOP Grin [in Ukrainian].
2. Tkalych, I.D., Tkalych, I.Y., & Kokhan, P.O. (2014). Yaki kulturi visnazhuyut grunt bilshе? [Which crops deplete the soil more?]. *Propozitsiya – Offer*, 1, 30-34 [in Ukrainian].
3. Andriyenko, A., Semenyaka, I., & Andriyenko, O. (2011). Podsolnechnik v Ukraine: mifi i sensatsii [Sunflower in Ukraine: myths and sensations]. *Zerno – Grain*, 4, 30-36 [in Ukrainian].
4. Fadeev, A.V. (2016). *Tochnaya agrotehnologiya dlya podsolnechnika* [Precise agricultural technology for sunflower. *Porada do chasu – Advice on time*, 12, 16-20 [in Russian].
5. Bazaliy, V.V., Domaratskiy, E.O., & Dobrovolskiy, A.V. (2016). Agrotehnichniy sposib prolongatsiyi fotosintetichnoy diyalnosti roslin soniashnika [Agrotechnical method of prolongation of photosynthetic activity of sunflower plants]. *Visnik agrarnoyi nauki Prichornomorya – Bulletin of Agrarian Science of the Prichornomorya*, 4(92), 77-84 [in Ukrainian].
6. Kadirov, S.V., & Silin, A.V. (2015). Urozhay i kachestvo masla semyan podsolnechnika v zavisimosti ot primeneniya fungitsidov, stimulatorov rosta i mikroudobreniy [Harvest and quality of sunflower seed oil depending on

the use of fungicides, growth stimulants and micronutrients]. *Vestnik Vorontzhskogo GAU – Bulletin of the Voronezh State Agrarian University*, 42(47), 19-25 [in Russian].

7. Dobrovolskiy, A.V., & Domaratskiy, E.O. (2017). Osoblivosti realizatsiyi stimuluyuchoy diyi kompleksnih preparativ roslinami soniashnika na pochatkovih etapah ontogenezu [Features of realization of stimulating action of complex preparations by plants of sunflower at initial stages of ontogenesis]. *Visnik agrarnoyi nauki Prichornomorya – Agrarian Bulletin of the Prichornomorya*, 84, 39-45 [in Ukrainian].

Жуйков О.Г., Бурдюг О.О. Формування біометричних показників та фенологічних ознак сучасних гібридів соняшнику за конвенціональної та органічної технології вирощування в умовах Південного Степу України

У статті наведені результати аналізу комплексу базисних фенологічних (дата настання основних фенологічних фаз і тривалість міжфазних періодів, загального періоду вегетації) та формування найбільш принципових біометричних показників (висота рослин, довжина міжвузлів, площа, товщина та форма листових пластинок, їх пігментна наповненість, параметри асиміляційного апарату та диференціація кореневої системи культури за ґрунтовим профілем) за традиційної та органічної технології вирощування. **Мету** було реалізовано шляхом закладання двохфакторного польового досліду, в якому фактор А (гібрид соняшнику) був представлений двома варіантами: PR64F66 F1 і Tunca F1, фактор В (технологія вирощування) п'ятьма варіантами: традиційна (інтенсивна) – контроль та чотири модифікаціями органічної технології. Спосіб закладання досліду – розщепленими ділянками, повторність досліду – чотириразова, всі спостереження та дослідження проводилися на двох несуміжних повтореннях згідно загальноприйнятих методик. **Встановлено**, що органічна технологія, порівняно із інтенсивною, сприяла пролонгації тривалості основних фаз росту і розвитку і міжфазних періодів (від цвітіння до наливу насіння) на 4-5 діб за одночасного скорочення тривалості стартових етапів онтогенезу (сходи-формування кошика). Також зменшувався показник середньої висоти рослин за одночасного збільшення їх облистяності, лінійних розмірів і площі листової пластинки, її товщини та пігментного наповнення, скорочується довжина міжвузлів і збільшується індекс облистяності агрофітоценозу. Органічна технологія сприяла більш активному розвитку кореневої системи соняшника і диференціації її активної маси за ґрунтовим профілем. Організація захисту культури від бур'янів за допомогою агротехнічних заходів не зменшила показник виживання рослин соняшника: кількість рослин, що загинули на одиниці посівної площі за вегетацію, була на рівні аналогічного контрольного показника за інтенсивної технології вирощування.

Ключові слова: соняшник ранньостиглої групи, біологізація, тривалість міжфазних періодів, рабітус, індекс листової поверхні, коренева система, коефіцієнт виживання рослин.

Zhuykov O.G., Burdiug O.O. Formation of biometric indicators and phenological characteristics of modern sunflower hybrids with conventional and organic growing technology in the Southern Steppe of Ukraine

The article presents the results of the analysis of the complex of basic phenological (the date of occurrence of the main phenological phases and the duration of interfacial periods, the total duration of vegetation) and the formation of the most fundamental biometric indicators (plant height, length of internodes, area, thickness and shape of leaf blades, their pigment content, the parameters of the assimilation apparatus and differentiation of the root system of culture in the soil profile) with traditional and organic cultivation technology. The **goal** was achieved by laying down a two-factor field experiment in which factor A (sunflower hybrid) was presented in two variants: PR64F66 F1 and Tunca F1, factor B (cultivation technology) in five variants: traditional (intensive) control and four modifications of organic technology. The method of experience-split plots, repetition of experience – four-fold, all observations and studies were carried out on two non-adjacent repetitions according to conventional tech-

niques. It is established that organic technology compared to intensive, has contributed to prolongation of the duration of the main phases of growth and development, and interphase periods (from flowering to seed ripening) for 4-5 days while reducing the duration of the starting stages of ontogenesis (the germination-the formation of baskets). **Also**, the index of the average height of plants decreased while increasing their foliage, linear size and area of the leaf blade, its thickness and pigment filling, reducing the length of internodes and increasing the index of leafiness of agrophytocenosis. Organic technology contributed to the more active development of the root system of sunflower and differentiation of its active mass on the soil profile. The organization of crop protection from weeds with the help of agrotechnical measures did not reduce the survival rate of sunflower plants: the number of plants killed per unit of acreage during the growing season was at the level of a similar benchmark with intensive cultivation technology.

Key words: sunflower of early maturing group, biologization, duration of interphase periods, habitus, leaf surface index, root system, plant survival rate.

УРОЖАЙНІСТЬ КУЛЬТУР КОРОТКОРОТАЦІЙНОЇ СІВОЗМІНИ ЗА УМОВ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ У ПІВДЕННОМУ СТЕПУ

Коваленко А.М. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0003-1936-5942>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

Коваленко О.А. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0003-1936-5942>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

Пілярський В.Г. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0002-4757-7224>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Сучасні умови аграрного виробництва потребують заходів, які забезпечують найбільш реальний рівень продуктивності культур, високу якість продукції при одночасному зменшенні витрат на їх вирощування. Одним із дієвих напрямів підвищення інтенсивності землеробства може бути використання сучасних біологічних засобів відтворення родючості ґрунтів і підвищення врожайності культур [1, 2].

Потужним фактором підвищення продуктивності агроєкосистем є активізація мікробно-рослинних взаємодій. У зв'язку з цим виникла необхідність у застосуванні прийомів, спрямованих на збільшення чисельності та активності агрономічно-цінних мікроорганізмів у кореневій зоні рослин. З цієї метою розробляються і залучаються в систему необхідних агротехнічних заходів екологічно безпечні комплексні мікробні препарати [3, 4]. Практична зацікавленість біологічними препаратами зумовлена не тільки їх ефективністю, а й тим, що вони створюються на основі мікроорганізмів, виділених з природних біоценозів, що не забруднюють навколишнє середовище.

Використання біопрепаратів на основі ефективних мікроорганізмів є невід'ємним аспектом сучасного землеробства. Вони оптимізують живлення рослин, стимулюють ріст і розвиток, сприяють підвищенню продуктивності сільськогосподарських культур [5, 6].

Мікроорганізми являються одними з основних факторів ґрунтоутворюючого процесу, живлення рослин і фітосанітарного стану ґрунту. Тому, застосування сучасних мікробних препаратів повинно бути спрямовано на відновлення ґрунтової родючості, підвищення продуктивності та екологічної безпеки землеробства. Особливо важливо визначити роль мікроорганізмів і застосування мікробних препаратів в умовах мінімізованого обробітку ґрунту, який в останні роки значно поширився [7]. За його застосуванні верхній (0-10 см) шар ґрунту в літні місяці в степовій зоні пересихає і елементи живлення мінеральних добрив засвоюються повільно. Тому потрібно з'ясувати, які мікробні препарати найбільш адаптовані для таких умов і ефективні. Таких досліджень в Південному Степу раніше майже не проводили.

Мета досліджень – підвищення біологічної активності ґрунту за рахунок оптимізації застосування сучасних мікробних препаратів, які сприяють покращенню азотного та фосфатного живлення рослин в умовах

природного зволоження за застосування мінімізованого обробітку ґрунту.

Матеріали і методика досліджень. Дослідження проводились на дослідному полі Інституту зрошувального землеробства НААН. ґрунт дослідного поля темно-каштановий середньосуглинковий з вмістом гумусу в орному шарі 2,2%. Польова вологоємність однометрового шару ґрунту 22,4%, вологість в'янення – 9,5%.

Закладення дослідів та їх проведення здійснювалось за загальноприйнятими в землеробстві методиками і методичними вказівками [8 – 11]. Дослідження проводились у шестипільній сівозміні в стаціонарному двофакторному досліді, який складався за такою схемою: Фактор А – система обробітку ґрунту: 1. Оранка; 2. Безполіцевий глибокий обробіток; 3. Безполіцевий мілкий обробіток. Фактор В – мікробні препарати: 1. Контроль (без бактеризації); 2. Азотфіксувальні бактерії; 3. Фосфатмобілізувальні бактерії. В 2011-2013 роках на посівах соняшника застосовували такі мікробні препарати: 1. Діазофіт – мікробіологічний агент – азотфіксувальна бактерія *Rhizobium radiobacter* 204; 2. Поліміксобактерин – на основі рістстимулюючої бактерії *Paenibacillus polymyxa* KB. На посівах ячменю ярого (2011-2013 рр.) застосовувались: 1. Мікрогумін – азотфіксувальні бактерії; 2. Фосфоентерин – фосфатмобілізувальні бактерії. В 2013-2015 роках на посівах пшениці озимої застосовувались такі мікробні препарати для обробітку насіння: 1. Діазофіт – на основі азотфіксувальної бактерії *Rhizobium radiobacter* 204; 2. Поліміксобактерин – на основі ріст стимулюючої бактерії *Paenibacillus polymyxa* KB.

Для оцінки ефективності застосування цих препаратів було проведено визначення рухомих форм азоту та фосфору, а також чисельності основних груп мікроорганізмів в орному шарі ґрунту (0-30 см) в аналітичній лабораторії ІЗЗ, яка атестована в ДП «Херсон – стандартметрологія».

Результати досліджень. На півдні України землеробство ведеться в досить складних умовах недостатнього зволоження. Тут випаровування з полів перевищує надходження вологи від дощів. Єдиним природним джерелом надходження води на поле є атмосферні опади, які в значній мірі характеризують умови водного режиму ґрунту під певними культурами. За таких умов мікробіологічні процеси часто дуже пригнічені.

У роки досліджень умови зволоження ґрунту складались по різному, що впливало на інтенсивність мікробіологічних процесів – 2013 рік був дуже сухий, коли вже на початку сіви ячменю ярого в метровому шарі містилося лише 5,3 – 21,7 мм продуктивної води, а під соняшником 41,5 – 77,1 мм. Близьким до нього був і 2014 рік, у якому запаси води складали 40,1 – 41,7 мм та 61,2 – 71,6 мм відповідно. 2013 рік був середнім, а 2015 – вологим.

Спостереження у посівах соняшнику за загальною кількістю мікроорганізмів, які визначаються на ґрунтовому агарі, свідчать, що обробка насіння Діазофітом сприяла збільшенню чисельності мікроорганізмів цієї групи на початку його вегетації на 13,5-29,4 % порівняно з необробленим варіантом і за мілкого безполіцевого обробітку була на 10,9-21,4% вищою порівняно з глибокими обробками. Обробка насіння соняшнику цим препаратом підвищила кількість олігонітрофільних мікроорганізмів на початку вегетації порівняно з контрольним варіантом на 9,7-15,1% незалежно від обробітку ґрунту, а наприкінці вегетації найбільша кількість їх була за оранки.

Застосування препарату Діазофіт підвищувало чисельність амоніфікувальних мікроорганізмів порівняно з контролем протягом всього періоду вегетації на 5,0-25,0%, особливо за умов безполіцевого мілкого обробітку ґрунту, а кількість нітрифікувальних мікроорганізмів на 2,5-20,0% порівняно з контрольним варіантом, навпаки, за глибоких обробітків ґрунту.

Застосування препарату Поліміксобактерин практично не вплинуло на чисельність мікроорганізмів, що досліджували протягом всієї вегетації. Лише на її початку можна відмітити збільшення їх за умов оранки на 14,0-18,3%.

Змінення біологічного режиму ґрунту при застосуванні препарату Діазофіт сприяло підвищенню вмісту нитратного азоту вже з початку вегетації соняшника на 8,8-16,1% порівняно з контролем і найбільше – за глибоких обробітків ґрунту. Підвищився також на 9,4-26,8% і вміст рухомого фосфору.

Обробка насіння ячменю ярого препаратом Мікрогумін сприяло підвищенню загальної кількості мікроорганізмів в першій половині вегетації на 2,0-23,3% порівняно з контролем, особливо за безполіцевого глибокого обробітку ґрунту – на 23,3%. Чисельність олігонітрофільних мікроорганізмів також перевищувала контрольний варіант на 9,5-21,2% і найбільшим воно було за умов оранки.

Однак, застосування цього препарату сприяло і підвищенню чисельності амоніфікувальних мікроорганізмів

у другій половині його вегетації на 6,4-36,3% порівняно з контролем і перевага була за мілким безполіцевим обробітком ґрунту. Чисельність нітрифікувальних мікроорганізмів під впливом препарату Мікрогумін на початку вегетації ячменю підвищилась лише за умов оранки на 12,3%. За інших систем обробітку вона не змінилась.

Обробка насіння мікробним препаратом Фосфоентерин не мала переваги у загальній кількості мікроорганізмів порівняно з контролем, проте сприяла збільшенню чисельності амоніфікувальних мікроорганізмів у ґрунті у середині вегетації на 21,9-32,2%.

Підвищення кількості окремих груп мікроорганізмів у ґрунті при застосуванні препарату Мікрогумін на посівах ячменю ярого сприяло покращенню азотного живлення рослин. Так вміст нітрів уже на початку вегетації перевищував контрольний варіант на 20,0-56,9% і найбільшим він був за безполіцевих способів обробітку ґрунту. На вміст рухомого фосфору цей препарат не подіяв.

Обробка насіння пшениці озимої препаратом Діазофіт сприяла збільшенню загальної чисельності мікроорганізмів і найбільше їх зростання їх – на 22,2-26,5% відбулось за мілкого безполіцевого обробітку ґрунту. Аналогічно змінювалась і чисельність олігонітрофільних мікроорганізмів і найбільше зростання їх чисельності спостерігалось також за умов мілкого безполіцевого обробітку ґрунту – на 17,5 – 18,5%.

Застосування препарату Діазофіт для обробки насіння пшениці майже не вплинуло на чисельність амоніфікувальних мікроорганізмів за глибоких обробітків ґрунту, а за мілкого безполіцевого обробітку їх чисельність зросла на 25,6%. Збільшувалась також і чисельність нітрифікувальних мікроорганізмів, особливо за умов мілкого безполіцевого обробітку – на 28,2%.

Змінення чисельності мікроорганізмів під впливом препарату Діазофіт на посівах пшениці озимої сприяло підвищенню вмісту нітрів вже на початку її вегетації на 14,2-98,0%. порівняно з контрольним варіантом. При цьому в першій половині вегетації пшениці найбільше перевищення над контролем було за безполіцевого обробітку, а в кінці вегетації вже за умов оранки.

Покращення поживного режиму ґрунту при застосуванні препарату Діазофіт підвищило урожайність зерна пшениці озимої на 0,38-0,45 т/га залежно від способу і глибини обробітку ґрунту під її попередник (табл. 1). Найбільшою була прибавка врожаю при застосуванні оранки на глибину 23-25 см – 0,45 т/га.

Таблиця 1 – Урожайність культур сівозміни залежно від обробітку ґрунту та мікробних препаратів, т/га (середнє за три роки)

Варіант обробітку ґрунту (фактор А)	Пшениця озима			Ячмінь ярий			Соняшник		
	мікробні препарати* (фактор В)								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Оранка	4,25	4,70	4,37	1,87	2,01	1,90	2,37	2,65	2,50
Безполіцевий глибокий	3,96	4,34	4,10	1,73	1,86	1,76	2,24	2,31	2,26
Безполіцевий мілкий	3.57	3.97	3.66	1.42	1.63	1.55	1.96	2.09	2.08

Примітки: 1 – контроль; 2 – препарати азотфіксуючих бактерій; 3 – препарати фосфатмобілізувальних бактерій.

НІР₀₅ часткових відмінностей А – 0,30; 0,23; 0,17. В – 0,36; 0,27; 0,21

Покращення азотного режиму ґрунту при застосуванні мікробних препаратів призвело до формування і дещо вищого рівня врожаю ячменю ярого. Приріст його врожаю від застосування мікробного препарату Мікрогумін був найвищим – 0,21 т/га за мілкого безполицевого обробітку ґрунту, а найменшим 0,13 т/га – з безполицевим глибоким обробітком ґрунту.

Обробка насіння соняшнику препаратом Діазофит сприяє покращенню азотного режиму ґрунту, що сприяло підвищенню його врожаю на 0,07- 0,28 т/га і найвищим він був у варіанті з застосовуванням оранки. Досить помітною була прибавка врожаю соняшнику від застосування препарату і на фоні мілкого безполицевого обробітку ґрунту – 0,17 т/га.

Розрахунок ефективності застосування мікробних препаратів для передпосівного обробітку насіння показав, що найбільш прибутковим воно є за використання в якості агентів азотфіксувальних бактерій і складає 436,62 – 1803,62 грн/га залежно від культури і обробітку ґрунту. Препарати фосфатмобілізувальних бактерій у посушливих умовах мають значно меншу ефективність. Так, розрахунок ефективності застосування мікробних препаратів для передпосівного обробітку насіння соняшнику показав, що найбільш прибутковим був спосіб його вирощування з препаратом Діазофит. Максимальний прибуток від застосування препарату склав 1803,62 грн/га у варіанті з оранкою (28-30 см) (табл. 2).

Таблиця 2 – Ефективність застосування препарату Діазофит для обробки насіння соняшнику за різних способів обробітку ґрунту (середнє за три роки)

Показник	Обробіток ґрунту			Середнє
	П(о)	Б(ч)	Б(д)	
Вартість препарату, грн/га	45,00	45,00	45,00	45,00
Витрати на обробіток насіння, грн/га	71,38	71,38	71,38	71,38
Приріст урожаю, т/га	0,28	0,08	0,17	0,18
Ціна реалізації насіння, грн/т	7000,0	7000,0	7000,0	7000,0
Вартість приросту врожаю, грн/га	1960,00	560,00	1190,00	1260,00
Прибуток, грн/га	1803,62	403,62	1033,62	1103,62

Примітка: П(о) – Полицевий (оранка); Б(ч) – Безполицевий (чизелювання); Б(д) – Безполицевий (дискування)

Ефективність застосування препарату Поліміксобактерин була у двічі нижчою. Максимальний прибуток від застосування препарату склав 400,95 грн/га у варіанті з оранкою (28-30 см), а мінімальний – 48,95 грн/га у варіанті з безполицевим обробітком (28-30 см).

Розрахунок ефективності застосування мікробних препаратів для передпосівного обробітку насіння

ячменю ярого показав, що найбільш прибутковим був спосіб вирощування з препаратом Мікрогумін. Максимальний прибуток від застосування препарату склав 436,62 грн/га у варіанті з мілким безполицевим обробітком ґрунту (12-14 см), а мінімальний – 212,62 грн/га у варіанті з безполицевим глибоким обробітком (18-20 см) (табл. 3).

Таблиця 3 – Ефективність препарату Мікрогумін для обробки насіння ячменю ярого за різних способів обробітку ґрунту (середнє за три роки)

Показник	Обробіток ґрунту			Середнє
	П(о)	Б(ч)	Б(д)	
Вартість препарату, грн/га	45,00	45,00	45,00	45,00
Витрати на обробіток насіння, грн/га	71,38	71,38	71,38	71,38
Приріст урожаю, т/га	0,14	0,13	0,21	0,16
Ціна реалізації зерна, грн/т	2800,0	2800,0	2800,0	2800,0
Вартість приросту врожаю, грн/га	392,0	364,0	588,0	448,0
Прибуток, грн/га	240,62	212,62	436,62	296,62

Примітка: П(о) – Полицевий (оранка); Б(ч) – Безполицевий (чизелювання); Б(д) – Безполицевий (дискування)

Ефективність застосування препарату Фосфоентерін була дещо нижчою. Максимальний прибуток від застосування препарату склав 212,62 грн/га у варіанті з мілким безполицевим обробітком (12-14 см). На фоні глибоких обробітків ґрунту застосування препарату Фосфоентерін позитивного ефекту не дало.

Прибуток від застосування препарату Діазофит для обробки насіння пшениці озимої склав 1068,62-1278,62 грн/га, що дозволяє рекомендувати його для використання у виробництві (табл. 4).

Внаслідок того, що прибавка врожаю при застосуванні препарату Поліміксобактерин була невисокою, то і прибуток був незначним – 280,62-348,62 грн/га. За таких умов його застосування можливе на ґрунтах, які мають низький вміст рухомого фосфору.

Висновки. У посушливих умовах в господарствах південного Степу для покращення поживного режиму ґрунту та підвищення врожайності пшениці озимої необхідно застосовувати мікробний препарат Діазофит як за глибокого, так і мілкого обробітку ґрунту під попе-

Таблиця 4 – Ефективність застосування препарату Діазофіт для обробки насіння пшениці озимої за різних способів обробітку ґрунту (середнє за три роки)

Показник	Обробіток ґрунту			Середнє
	П(о)	Б(ч)	Б(д)	
Вартість препарату, грн/га	45,00	45,00	45,00	45,00
Витрати на обробіток насіння, грн/га	71,38	71,38	71,38	71,38
Приріст урожаю, т/га	0,45	0,38	0,40	0,41
Ціна реалізації зерна, грн/т	3000,0	3000,0	3000,0	3000,0
Вартість приросту врожаю, грн/га	1350,0	1140,0	1200,0	1230,0
Прибуток, грн/га	1278,62	1068,62	1128,62	1158,62

Примітка: П(о) – Полицевий (оранка); Б(ч) – Безполицевий (чизелювання); Б(д) – Безполицевий (дискування)

редник. Препаратом фосфатмобілізуючих бактерій Поліміксобактерин насіння пшениці необхідно обробляти лише за умов проведення мілкового безполицевого обробітку ґрунту під попередник.

При сівбі ячменю ярого його насіння необхідно обробляти мікробним препаратом азотфіксувальних бактерій Мікрогумін. Найбільш ефективне його застосування при мінімізованому обробітку ґрунту. Застосування мікробного препарату фосфатмобілізуючих бактерій Фосфоентерин в гостро посушливих умовах весни в регіоні стійкого позитивного ефекту не забезпечує.

У посівах соняшнику при сівбі насіння необхідно обробляти мікробним препаратом Діазофіт за умов проведення під нього глибокої оранки, або мілкового безполицевого обробітку. Препарат Поліміксобактерин можна застосовувати лише за умов проведення оранки під соняшник.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Берестецкий О. А. Биологические факторы повышения плодородия почв. *Вестн. с.-х. науки*. 1986. № 3. С. 29-38.
- Тихонович И. А., Круглов Ю. В. Микробиологические аспекты плодородия почвы и проблемы устойчивого земледелия. *Плодородие*. 2006. №5(32). С. 9-12.
- Комок М. С. Ефективність мікробних препаратів при вирощуванні сої. *Агрохімія і ґрунтознавство: міжвід. тем. наук. зб. Спец. випуск до V111 з'їзду УТГА*. Харків : ПП "Рута", 2010. Книга третя. С. 319-321.
- Бондарева О. Б., Вінюков О. О., Коноваленко Л. І. Ефективність мікробних препаратів при вирощуванні ячменю ярого в південно-східному промисловому регіоні. Матеріали V111 наук. конф. молод. вчен. "Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві". Чернівці, 2012. С. 31-33.
- Горшар В. І. Вплив біологічно активних речовин на врожайність ярого ячменю в північному Степу України. *Бюлетень Інст. с.-г. степової зони НААН України*. 2014. №6. С. 77-80.
- Ткаліч Ю. І., Ніценко М. П. Вплив біопрепаратів на врожайність гібридів соняшника. *Бюлетень Інст. с.-г. степової зони НААН України*. 2013. №5. С. 86-89.
- Сайко В. Ф., Малієнко А. М. Система обробітку ґрунту в Україні. Київ : ВД "ЕКМО", 2007. 44 с.
- Доспехов Б. А. Методика опытного дела. Москва : Агропромиздат, 1985. 616 с.

9. Лебідь Є. М., Шевченко М. С., Пашенко Ю. М. та ін. Методика проведення польових дослідів, виробничих випробувань і оцінки ефективності способів обробітку ґрунту. Дніпропетровськ : ІЗГ, 2009. 23 с.

10. Теппер Е. З., Шильнікова В. К., Переверзева Г. И. Практикум по микробиологии. Москва : Колос, 1979. 138 с.

11. Ушкаренко В. О., Нікіщенко В. Л., Голобородько С. П., Коковихін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві і рослинництві: навчальний посібник. Херсон : Айлант, 2008. 272 с.

REFERENCES:

- Berestetskiy, O.A. (1986). Biologicheskiye faktory povysheniya plodorodiya pochv [Biological factors of increasing soil fertility]. *Vestn. s.-kh. Nauki – Agricultural Bulletin. Science*, 3, 29-38 [in Russian].
- Tikhonovich, I.A., & Kruglov, Yu.V. (2006). Mikrobiologicheskiye aspekty plodorodiya pochvi i problemy ustoychivogo zemledeliya [Microbiological aspects of soil fertility and problems of sustainable agriculture]. *Plodorodiye – Fertility*, 5 (32), 9-12 [in Russian].
- Komok, M.S. (2010). Efektyvnist' mikrobykh preparativ pry vyroshchuvanni soyi [Efficacy of microbial drugs in soybean cultivation]. *Ahrokhimiya i hruntoznavstvo: mizhvid.tem.nauk.zb. Spets. vypusk do V111 z'yizdu UTHA – Agrochemistry and soil science: interdepartmental thematic scientific collection. Special. issue to the V111 Congress of the UTGA*. Kharkiv : PP "Ruta", 319-321 [in Ukrainian].
- Bondareva, O.B., Vinyukov, O.O., & Konovalenko, L.I. (2012). Efektyvnist' mikrobykh preparativ pry vyroshchuvanni yachmenyu yaroho v pivdenno-skhidnomu promyslovomu rehioni [Efficacy of microbial preparations in the cultivation of spring barley in the south-eastern industrial region]. *Materialy V111 nauk. konf. molod.vchen. "Mikrobiologiya v suchasnomu sil'skohospodars'komu vyrobnytstvi" – Materials V111 Sciences. conf. young scientist "Microbiology in modern agricultural production"*. Chernihiv [in Ukrainian].
- Horshar, V.I. (2014). Vplyv biolohichno aktyvnykh rehovyn na vrozhaunist' yaroho yachmenyuv pivnichnomu Stepu Ukrayiny [Influence of biologically active substances on spring barley yield in the northern steppe of Ukraine]. *Byuleten' Inst. s.-h. stepovoyi zony NAAN Ukrayiny – Bulletin of the Institute of Agriculture of the steppe zone of NAAS of Ukraine*, 6, 77-80 [in Ukrainian].

6. Tkach, Yu.I., & Nitsenko, M.P. (2013). Vplyv biopreparativ na vrozhaynist' hibrydiv sonyashnyka [Influence of biologicals on the yield of sunflower hybrids]. *Byuleten' Inst. s.-h. stepovoyi zony NAAN Ukrayiny – Bulletin of the Institute of Agriculture of the steppe zone of NAAS of Ukraine*, 5, 86-89 [in Ukrainian].

7. Sayko, V.F., & Maliyenko, A.M. (2007). *Systema obrobittu hruntu v Ukrayini [Tillage system in Ukraine]*. Kyiv : VD "EKMO", 44 p. [in Ukrainian].

8. Dospekhov, B.A. (1985). *Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results) [Methods of field experience (with the fundamentals of statistical processing of study results)]*. 5th ed. revised and enlarged. Moscow: Agropromizdat, 351 p. [in Russian].

9. Lebid', Ye.M., Shevchenko, M.S., & Pashchenko, Yu.M. et al. (2009). *Metodyka provedennya pol'ovyykh doslidiv, vyrobnychkh vyprobuvan' i otsinky efektyvnosti sposobiv obrobittu gruntu [Methods of field experiments, production tests and evaluation of the effectiveness of tillage methods]*. Dnipropetrovs'k, 23 p. [in Ukrainian].

10. Tepper, Ye.Z., Shil'nikova, V.K., & Pereverzeva, G.I. (1979). *Praktikum po mikrobiologii [Practical work on microbiology]*. Moskva: Kolos, 138 p. [in Russian].

11. Ushkarenko, V.O., Nikishenko, V.L., Holoborod'ko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2008). *Dyspersiynny i korelyatsiynny analiz u zemlerobstvi i roslinnytstvi: navchal'nyy: posibnyk [Dispersion and correlation analysis in agriculture and crop production: a textbook]*. Kherson: Aylant, 272 p. [in Ukrainian].

Коваленко А.М., Коваленко О.А., Пилирський В.Г. Урожайність культур короткоротаційної сівозміни за умов застосування мікробних препаратів у Південному Степу України

Потужним фактором підвищення продуктивності агроєкосистем є активізація мікробно-рослинних взаємодій. У зв'язку з цим виникла необхідність у застосуванні прийомів, спрямованих на збільшення чисельності та активності агрономічно-цінних мікроорганізмів. **Мета.** Підвищення біологічної активності ґрунту та урожайності за рахунок оптимізації застосування сучасних мікробних препаратів. **Методи.** Польовий стціонарний дослід та супутні лабораторні дослідження. **Результати.** Визначено вплив мікробних препаратів азотфіксуючих і фосфатмобілізуючих бактерій на біологічну активність, поживний режим ґрунту та врожайність пшениці озимої, ячменю ярого та соняшника за різних систем обробітку ґрунту. При застосуванні мікробних препаратів прослідковується покращення азотного режиму ґрунту, що призвело до формування і дещо вищого рівня врожаю зернових культур. Прибуток від застосування препарату Діазофіт для обробки насіння пшениці озимої склав 1068,62-1278,62 грн/га, що дозволяє рекомендувати його для використання у виробництві. **Висновки.** Для підвищення врожайності пшениці озимої та соняшника застосовувати препарат Діазофіт як за глибокого, так і мілкового обробітку ґрунту, а Мікрогумін

у ячменю ярого – лише за мілкового. При сівбі ячменю ярого його насіння необхідно обробляти мікробним препаратом азотфіксуючих бактерій Мікрогумін. Найбільш ефективне його застосування при мінімізованому обробітку ґрунту. Застосування мікробного препарату фосфатмобілізуючих бактерій Фосфоентерин в гостро посушливих умовах весни в регіоні стійкого позитивного ефекту не забезпечує. У посівах соняшника при сівбі насіння необхідно обробляти мікробним препаратом Діазофіт за умов проведення під нього глибокої оранки, або мілкового безпліцевого обробітку. Препарат Поліміксобактерин можна застосовувати лише за умов проведення оранки під соняшник.

Ключові слова: мікробні препарати, Діазофіт, Мікрогумін. Поліміксобактерин, Фосфоентерин, урожайність.

Kovalenko A.M., Kovalenko O.A., Piliarskyi V.G. Yield of crops of short-rotation crop rotation under conditions of application of microbial preparations in the Southern Steppe of Ukraine

A powerful factor in increasing the productivity of agroecosystems is the activation of microbial-plant interactions. Therefore, there is a need to use techniques aimed at increasing the number and activity of agronomically valuable microorganisms. **Goal.** Increasing the biological activity of the soil and yield by optimizing the use of modern microbial drugs. **Methods.** Field stationary experiment and related laboratory studies. **Results.** The influence of microbial preparations of nitrogen-fixing and phosphate-mobilizing bacteria on biological activity, soil nutrient regime and yield of winter wheat, spring barley and sunflower under different tillage systems was determined. The use of microbial preparations shows an improvement in the nitrogen regime of the soil, which led to the formation of a slightly higher level of grain yield. The profit from the use of the drug Diazophyte for the treatment of winter wheat seeds amounted to 1068.62-1278.62 UAH / ha, which allows us to recommend it for use in production. **Conclusions.** To increase the yield of winter wheat and sunflower, use the drug Diazophyte for both deep and shallow tillage, and Microgumin in spring barley – only for shallow. When sowing spring barley, its seeds must be treated with a microbial preparation of nitrogen-fixing bacteria Microgumin. Its most effective application with minimized tillage. The use of the microbial preparation of phosphate-mobilizing bacteria Phosphoenterin in the acute arid conditions of spring in the region does not provide a stable positive effect. In sunflower crops, when sowing seeds, it is necessary to treat with the microbial preparation Diazofit under the conditions of deep plowing under it, or shallow tillage. The drug Polymyxobacterin can be used only in the conditions of plowing under sunflower.

Key words: microbial preparations, Diazophyte, Microgumin. Polymyxobacterin, Phosphoenterin, yield.

ВПЛИВ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ І УДОБРЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРГО ЗЕРНОВОГО В СІВОЗМІНІ НА ЗРОШЕННІ

Малярчук М.П. – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
<https://orcid.org/0000-0002-0150-6121>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Томницький А.В. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0002-7820-4383>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Лужанський І.Ю. – науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0002-3832-6829>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Гумусовий стан ґрунтів є особливою ознакою їх потенційної родючості, тому його збереження, підтримання та відновлення є одним із найбільш важливих завдань аграрної науки України. Саме із вмістом гумусу пов'язані фізико-хімічні властивості ґрунту, його агрегатний стан, водний та поживний режими. Він визначає величину ферментативної активності, інтенсивність продукування вуглецевої кислоти у ґрунті і приземному шарі атмосфери та є найпотужнішим джерелом накопичення сонячної енергії. Реалізація продуктивного потенціалу сільськогосподарських культур насамперед залежить від потенційної родючості ґрунтів, яка формується під впливом гідротермічних умов та агротехнічних заходів, спрямованих на відтворення вмісту гумусу за рахунок збільшення надходження в ґрунт свіжої органічної речовини, покращення умов гуміфікації рослинних решток, зниження процесів мінералізації гумусу.

Листостеблові та кореневі післяжнивні рештки сільськогосподарських культур на сьогоднішній день стали основним джерелом надходження свіжої органічної речовини в ґрунт, яка під дією мікроорганізмів, процесів окислення та полімеризації перетворюється в нові речовини, які не містяться у вихідних органічних рештках та продуктах мікробіологічної діяльності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед агротехнічних заходів, як свідчить аналіз наукових літературних джерел, недостатньо вивченим є вплив способів і глибини основного обробітку ґрунту та доз внесення мінеральних добрив на динаміку накопичення органічної речовини, яка є найважливішою складовою частиною ґрунту, а її роль у процесах формування родючості дуже важлива й багатогранна [1, 3].

Відомо, що обробіток ґрунту має вплив на ґрунтове середовище, змінює інтенсивність перетворення свіжої органічної речовини рослинних решток та гумусу [2, 4, 5, 6].

Значна частина вчених вважає, якщо нижня частина орного шару залишається довгий час без обробітку, а ґрунт беззмінно обробляється без обертання скиби й на глибину до 14 см, то різко знижується біологічна активність шару 15-30 см і відповідно вміст основних елементів живлення [7].

У зв'язку з цим важливого значення набуває поглиблення досліджень із вивчення процесів перетворення

та перерозподілу свіжої органічної речовини післяжнивних решток за різних способів і глибини основного обробітку ґрунту та доз внесення мінеральних добрив.

Мета статті. Наукове обґрунтування систем основного обробітку ґрунту і удобрення при вирощуванні сорго зернового в сівозміні на зрошенні. Завдання дослідження полягало у встановленні впливу різних доз внесення мінеральних добрив із загортанням листостеблової маси сільськогосподарських культур сівозміни у ґрунт знаряддями з різною конструкцією робочих органів на гумусовий стан, поживний режим ґрунту й продуктивність сорго зернового.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили в стаціонарному досліді відділу зрошуваного землеробства ІЗЗ НААН України впродовж 2016-2018 років. Сорго зернове висівали після пшениці озимої у 4-пільній зернопросапній сівозміні на зрошенні в зоні дії Інгулецької зрошувальної системи.

У сівозміні досліджували п'ять систем основного обробітку ґрунту (Фактор А) з різними способами і глибиною розпушування на фоні трьох органо-мінеральних систем удобрення (Фактор В).

Фактор А (обробіток ґрунту):

1. Оранка на глибину 23-25 см в системі тривалого застосування обробітку ґрунту з обертанням скиби.
2. Чизельне розпушування на глибину 23-25 см в системі тривалого застосування різноглибинного безполицевого розпушування.
3. Дисковий обробіток на глибину 12-14 см в системі одноглибинного безполицевого обробітку.
4. Дисковий обробіток на глибину 12-14 см із щільуванням до 38-40 см у системі диференційованого-1 обробітку.
5. Чизельне розпушування на глибину 16-18 см в системі диференційованого-2 обробітку ґрунту в сівозміні.

Фактор В (система удобрення):

1. Система удобрення № 1. Без внесення мінеральних добрив на фоні використання на добриво соломи пшениці озимої.
2. Система удобрення № 2. Внесення мінеральних добрив під сорго зернове дозою $N_{90}P_{60}$ + побічна продукція пшениці озимої.
3. Система удобрення № 3. Внесення мінеральних добрив дозою $N_{120}P_{60}$ + солома пшениці озимої.

Ґрунт дослідного поля темно-каштановий середньосуглинковий з низькою забезпеченістю нітратами та середньою – рухомим фосфором і обмінним калієм, вміст гумусу у шарі 0-40 см – 2,15%.

Для закладання досліду використовували ґрунтообробні знаряддя: плуг лемішний начіпний ПЛН-5-35 та диско-чизельну борону БДВП-3,0-01. Висівали районований гібрид Прайм, густота стояння рослин 180 тис. шт./га.

Під час експерименту використовували польовий, кількісно-ваговий, візуальний, лабораторний, розрахунково-порівняльний, математично-статистичний методи з використанням загальноновизнаних в Україні методик та методичних рекомендацій [8].

Технології вирощування сільськогосподарських культур у сівозміні загальноновизнані для зрошуваних умов, крім факторів, що досліджували. Режим зрошення забезпечував підтримання передполивного порогу зволоження під посівами усіх культур сівозміни на рівні 70% НВ в шарі ґрунту 0-50 см.

Результати досліджень. Встановлено, що на неудобреному фоні з використанням на добриво соломи пшениці озимої та відповідної маси кореневих залишків після збирання врожаю, на ділянках за варіантами способів і глибини основного обробітку ґрунту у розрахунку на один гектар залишалось 5,67; 5,55; 5,15; 5,84; 5,35 тонн післяжнивних решток, які під впливом мікроорганізмів розкладалися та з часом перетворювалися в мінеральні сполуки, доступні для рослин.

Відбір зразків ґрунту та їх агрохімічний аналіз свідчить, що на початку вегетації сорго зернового вміст рухомих сполук мінерального живлення на неудобреному фоні найвищим був у варіанті комбінованого обробітку з дисковим розпушуванням на 12-14 см, поєднаним із щільюванням на 38-40 см у системі диференційованого-1 обробітку ґрунту в сівозміні і становив: нітратів 25,2 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору 29,7 та обмінного калію 256 мг/кг ґрунту. За чизельного розпушування на фоні безполицевої різноглибинної системи обробітку вміст нітратів знизився, порівняно з контролем,

на 10,3%, в той час як за дискового розпушування на 12-14 см на фоні тривалого його застосування в сівозміні зниження досягло 31,6%.

За вмістом рухомого фосфору і обмінного калію спостерігали подібну закономірність з перевагою комбінованого диско-чизельного розпушування.

Внесення мінеральних добрив дозою $N_{90}P_{60}$ з відповідним загортанням у ґрунт післяжнивних решток пшениці озимої (8,66; 8,13; 7,79; 8,84; 7,87 т/га) забезпечило зростання вмісту елементів мінерального живлення в 1,2-2,8 рази, водночас перевага залишилась за варіантом диско-чизельного обробітку, що поєднує дискове розпушування на 12-14 см із щільюванням на глибину 38-40 см.

Найвищий вміст елементів мінерального живлення формувалася за дози внесення мінеральних добрив $N_{120}P_{60}$ та загортання в ґрунт соломи і кореневих решток пшениці озимої, маса яких відповідно до варіантів основного обробітку ґрунту складала – 9,53; 8,83; 8,55; 9,67; 8,71 т/га. Так, за оранки на 23-25 см в системі різноглибинного обробітку ґрунту з обертанням скиби вміст нітратів, порівняно з дозою $N_{90}P_{60}$, зріс до 86,5 мг/кг, або на 29,2%, рухомого фосфору на 6,2 та обмінного калію на 13,7%. Подібне підвищення вмісту основних елементів мінерального живлення визначено в усіх варіантах систем основного обробітку ґрунту в сівозміні.

За системи диференційованого основного обробітку, де протягом ротації сівозміни чергувалися різні способи і глибина основного обробітку з одним щільюванням на 38-40 см під сорго зернове, на час утворення у рослин 4-5 листків, вміст поживних речовин у шарі ґрунту 0-40 см був найвищим, як на неудобреному фоні, так і за внесення доз добрив $N_{90}P_{60}$ та $N_{120}P_{60}$. Так, порівняно з оранкою на 23-25 см, підвищення вмісту нітратів на неудобреному фоні досягло 7,7%, при внесенні $N_{90}P_{60}$ – 10,0%, а при внесенні мінеральних добрив дозою $N_{120}P_{60}$ – лише 2,8%. Подібна закономірність визначена і по рухомому фосфору, де його приріст за фонами мінерального живлення відповідно склав – 4,9%, 7,2 і 4,5%, і по обмінному калію – 7,6%, 6,1 та 1,8% (табл.1).

Таблиця 1 – Вміст поживних речовин у шарі ґрунту 0-40 см під посівами сорго зернового за різних способів і глибини обробітку ґрунту та доз добрив у сівозміні на зрошенні, середнє 2016-2018 рр., початок вегетації, мг/кг ґрунту

Спосіб і глибина обробітку, см	Неудобрений фон (контроль)			Доза добрив $N_{90}P_{60}$			Доза добрив $N_{120}P_{60}$		
	NO_3	P_2O_5	K_2O	NO_3	P_2O_5	K_2O	NO_3	P_2O_5	K_2O
Оранка, 23-25	23,4	28,3	238	66,9	43,0	293	86,5	45,7	333
Чизельний, 23-25	21,0	26,7	227	53,0	39,8	279	77,2	42,0	307
Дисковий, 12-14	16,0	24,3	217	38,7	37,3	257	61,4	38,5	285
Комбінований, 12-14 (д) + 38-40 (щ)	25,2	29,7	256	73,6	46,1	311	88,9	47,8	339
Чизельний, 16-18	17,7	26,8	221	55,8	39,8	266	70,8	41,4	296

Формування поживного режиму ґрунту за різних способів і глибини основного обробітку та доз внесення мінеральних добрив під сорго зернове на фоні використання на добриво післяжнивних решток пшениці озимої у сівозміні на зрошенні підпорядковано загальній, чітко вираженій, закономірності зростання вмісту поживних

речовин у варіанті комбінованого обробітку, що створювало сприятливі умови для росту і розвитку рослин сорго зернового та забезпечувало в усі роки досліджень найвищий рівень урожайності зерна.

Так, на неудобреному фоні з використанням післяжнивних решток пшениці озимої на добриво у варіанті

оранки на глибину 23-25 см в системі тривалого застосування різноглибинного основного обробітку ґрунту з обертанням скиби в сівозміні урожайність зерна сорго склала 2,83 т/га. Проведення чизельного розпушування на таку саму глибину та її зменшення до 16-18 см у варіанті диференційованої-2 системи обробітку викликало зниження урожайності до 2,47 та 2,44 т/га, або на 12,7 та 13,8%. Застосування дискового обробітку на глибину 12-14 см призвело до подальшого зниження урожайності зерна на 28% і лише поєднання мілкого дискового розпушування із щільюванням на глибину 38-40 см у варіанті комбінованого обробітку забезпечило зростання урожайності до 3,12 т/га, або на 10,2%.

Внесення мінеральних добрив дозою $N_{90}P_{60}$ сприяло підвищенню урожайності зерна в усіх варіантах основного обробітку у 2,3-2,6 рази, водночас закономірність, що спостерігалась на неодобреному фоні збереглася з перевагою комбінованого обробітку, де рівень урожайності зерна досяг 7,72 т/га, що більше, ніж у контролі на 0,93 т/га, або на 13,7%.

Подальше підвищення дози внесення мінеральних добрив до $N_{120}P_{60}$ сприяло зростанню урожайності зерна, порівняно з дозою внесення $N_{90}P_{60}$, водночас за варіантами основного обробітку урожайність зростала лише на 1,0-3,7%, з середнім показником 3%, тобто зростання рівня урожайності від підвищення дози внесення мінерального добрива було неістотним.

Стосовно способів основного обробітку ґрунту безпосередньо під сорго зернове, то як за роками досліджень, так і в середньому за три роки, лише комбінований диско-чизельний обробіток (варіант 4) забезпечив істотне зростання рівня врожаю за всіма дозами мінеральних добрив на 10,2-13,9%.

Урожайність зерна сорго без внесення добрив, в середньому по фактору В, склала 2,58 т/га. Внесення дози добрив $N_{90}P_{60}$ сприяло її зростанню в 2,5 рази. Збільшення дози добрив до $N_{120}P_{60}$ під посіви сорго не забезпечило відповідного зростання врожаю. Прибавка, порівняно з дозою $N_{90}P_{60}$, склала 0,19 т/га, що знаходиться в межах помилки дослідів, $HIP_{0,5} = 0,25$ т/га (табл.2).

Таблиця 2 – Урожайність зерна гібриду сорго Прайм за різних систем обробітку та доз добрив, середнє 2016-2018 рр., т/га

№ п/п	Система основного обробітку ґрунту (фактор А)	Спосіб і глибина обробітку, см	Доза добрив (фактор В)			Середнє фактор (А), $HIP_{0,5} 0,19$
			без добрив	$N_{90}P_{60}$	$N_{120}P_{60}$	
1	Полицева різноглибинна (контроль)	23-25 (о)	2,83	6,79	6,97	5,53
2	Безполицева різноглибинна	23-25 (ч)	2,47	6,52	6,73	5,24
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	2,04	4,59	4,76	3,79
4	Диференційована-1	12-14 (д) + 38-40 (щ)	3,12	7,72	7,94	6,26
5	Диференційована-2	16-18 (ч)	2,44	6,18	6,33	4,98
Середнє фактор (В), $HIP_{0,5} 0,25$			2,58	6,36	6,55	

Примітка: о – оранка; ч – чизельний; д – дисковий; щільювання

Крім урожаю зерна, сорго формувало потужну листостеблову масу, яку після подрібнення мульчувачем, зароблено в ґрунт відповідними до схеми дослідів знаряддями на визначену глибину під посіви наступної культури експериментальної сівозміни – сої. За результатами обліку врожаю зерна і листостеблової маси сорго зернового встановлено, що на неодобреному фоні у варіанті оранки на 23-25 см було зароблено в ґрунт 5,44 т/га листостеблової маси; за різноглибинного безполицевого обробітку – 4,65; за безполицевого мілкого одноглибинного – 4,18; за диференційованого-1 та диференційованого-2 відповідно – 5,64 і 4,60 т/га. Внесення мінеральних добрив дозою $N_{90}P_{60}$ сприяло зростанню урожайності зерна і листостеблової маси, яка використовувалася на удобрення. За варіантами основного обробітку її було

зароблено в ґрунт: 9,26; 8,97; 6,91; 10,27 та 8,61 тонн на гектар.

За подальшого підвищення дози внесення мінеральних добрив до $N_{120}P_{60}$ маса післяжнивних решток зросла лише на 2,1-2,5% і становила відповідно до варіантів основного обробітку: 9,46; 9,20; 7,09; 10,50; 8,78 т/га. Проведенням розрахунків утворення гумусу із загорнених у ґрунт післяжнивних решток встановлено, що на неодобреному фоні відзначається від'ємний баланс гумусу, крім комбінованого диско-чизельного обробітку (варіант 4), де він становив +0,03 т/га, та полицевого обробітку ґрунту, в якому він був нульовим. У всіх інших варіантах систем основного обробітку ґрунту баланс гумусу був від'ємним і становив за одноглибинної мілкої безполицевої та диференційованої -2, відповідно – 0,28 та – 0,19 т/га (табл. 3).

Таблиця 3 – Надходження гумусу з рослинних решток сорго зернового за різних систем обробітку ґрунту та удобрення в сівозміні на зрошенні, в середньому за 2016-2018 рр., т/га

Показник	Спосіб і глибина основного обробітку ґрунту				
	оранка 23-25 см	чизельний 23-25 см	дисковий 12-14 см	комбінований 12-14 (д) + 38-40 (щ)	чизельний 16-18 см
Без добрив					
Маса решток, т/га	5,44	4,65	4,18	5,64	4,60
Приріст гумусу	1,20	1,02	0,92	1,23	1,01
Мінералізація гумусу	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Баланс гумусу	0	-0,18	-0,28	+0,03	-0,19
$N_{90}P_{60}$					
Маса решток	9,26	8,97	6,91	10,27	8,61
Приріст гумусу	2,04	1,97	1,52	2,26	1,89
Мінералізація гумусу	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Баланс гумусу	+0,84	+0,77	+0,32	+1,06	+0,69
$N_{120}P_{60}$					
Маса решток	9,46	9,20	7,09	10,50	8,78
Приріст гумусу	2,08	2,02	1,56	2,31	1,93
Мінералізація гумусу	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Баланс гумусу	+0,88	+0,82	+0,36	+1,11	+0,73

На удобрених фонах визначено приріст розрахункового вмісту гумусу. У варіанті оранки на глибину 23-25 см за внесення мінеральних добрив дозою $N_{90}P_{60}$ розрахунковий приріст гумусу склав + 0,84 т/га, за підвищеної дози внесення мінерального добрива $N_{120}P_{60}$, з відповідною кількістю загорненої у ґрунт листостеблової маси, він зріс до + 0,88 т/га.

За комбінованого обробітку, де мілке дискове розпушування поєднували із щількуванням до 38-40 розрахунковий приріст гумусу був вищим і склав за дози мінерального живлення $N_{90}P_{60}$ +1,06 т/га, а за дози $N_{120}P_{60}$ +1,11 т/га. Тобто зростання, порівняно з контролем (оранка), досягло, відповідно 26,2 та 26,1%.

За безполіцевого обробітку під сорго зернове у системах різноглибинного, одноглибинного мілкого і диференційованого-2 обробітку приріст гумусу також був позитивним, водночас, порівняно з контролем, він був істотно нижчим.

Для компенсації виносу елементів мінерального живлення з урожаєм сорго зернового, ми розраховували кількість загального азоту (N), рухомого фосфору (P_2O_5) і обмінного калію (K_2O), яка надходить із мінералізованих загорнених у ґрунт рослинних решток даної культури під урожай наступної. Так, на неудобреному фоні за різноглибинного основного обробітку з обертанням скиби (контроль) у ґрунт надійшло N – 26,1 кг, P_2O_5 – 13,1 та K_2O – 31,3 кг, а у варіанті диференційованого-1 із щількуванням на 38-40 см, відповідно, N – 25,7 кг, P_2O_5 – 12,8, K_2O – 30,8 кг на 1 гектар.

При внесенні дози $N_{90}P_{60}$ та $N_{120}P_{60}$ з рослинними рештками в ґрунт надійшло азоту, фосфору та калію на 70-80% більше, ніж на неудобреному фоні, з перевагою диференційованої-1 системи основного обробітку з комбінованим диско-чизельним розпушуванням під сорго зернове (табл.4).

Таблиця 4 – Надходження в ґрунт NPK з післяживних решток сорго зернового за різних систем основного обробітку та удобрення в сівозміні на зрошенні, в середньому за 2016-2018 рр., мг/кг ґрунту

Показники	Спосіб і глибина основного обробітку ґрунту				
	оранка 23-25 см	чизельний 23-25 см	дисковий 12-14 см	комбінований 12-14 (д) + 38-40 (щ)	чизельний 16-18 см
Неудобрений фон (контроль)					
N	26,1	22,2	20,0	25,7	22,0
P_2O_5	13,1	11,1	10,0	12,8	11,0
K_2O	31,3	26,6	24,0	30,8	26,4
$N_{90}P_{60}$					
N	44,4	42,9	33,1	49,2	41,1
P_2O_5	22,2	21,4	16,5	24,6	20,6
K_2O	53,2	51,4	39,7	59,0	49,3
На фоні $N_{120}P_{60}$					
N	45,2	44,0	33,9	50,2	42,0
P_2O_5	22,6	22,0	17,0	25,1	21,0
K_2O	54,2	52,8	40,7	60,2	50,3

Висновки. При вирощуванні сорго зернового в умовах Південного Степу України в зерно-просапній сівозміні на зрошенні доцільно:

1. Застосовувати комбінований обробіток, який поєднує мілке (12-14 см) дискове розпушування із щільуванням на 38-40 см та використовувати на добриво післяжнивні рештки попередника (пшениці озимої) на фоні внесення мінеральних добрив дозою $N_{90}P_{60}$, що створює сприятливий поживний режим і формує урожайність зерна, залежно від гідротермічних умов років досліджень, в межах 6,27-8,54 т/га, рівень рентабельності – 210-218%, проти 160-184% у контролі.

2. Підвищення дози внесення мінеральних добрив до $N_{120}P_{60}$ забезпечує підвищення урожайності зерна і, відповідно, післяжнивних решток у варіанті комбінованого обробітку, водночас рівень рентабельності, порівняно з дозою $N_{90}P_{60}$, зменшився на 10-12 відсоткових відсотків.

3. Використання на добриво післяжнивних решток (листочеслових і кореневих) сорго зернового (10,27 т/га) у варіанті диференційованої-1 системи основного обробітку забезпечило середньорічний розрахунковий приріст гумусу + 1,11 т/га та накопичення в шарі ґрунту 0-40 см $N - 49,2$ кг/га, $P_2O_5 - 24,6$, $K_2O - 59$ кг/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні: монографія / за ред. д-ра с.-г. наук, проф., акад. НААН Я. М. Гадзала, д-ра с.-г. наук, проф., чл.-кор. НААН В. Ф. Камінського. Київ : Аграрна наука, 2016. С. 127-345.
2. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / редкол.: М. В. Зубець (голова) та ін. Київ : Аграрна наука, 2010. С. 108-238.
3. Балюк С. А., Ромащенко М. І., Трускавецький Р. С. Меліорація ґрунтів систематика, перспективи, інновації. Херсон : Грін Д. С., 2015. 668 с.
4. Малиєнко А. М., Голодный И. М., Ворона Л. И., Кирилюк В. П., Кунычак Г. И. Технология двухфазной обработки почвы: вопросы теории и практики. Киев : Аграрна наука, 2018. 102 с.
5. Kovalenko A. Increasing aridity climate of southern steppe of Ukraine. Its effects and remedies, 3rd UNCCD Scientific Conference, 9-12 March 2015, Cancun. Mexico: Book of Abstracts. 2015. P. 293-294.
6. Наукові засади розвитку аграрного сектора економіки південного регіону України / за науковою редакцією: Ромащенко М. І., Вожегової Р. А., Шатковського А. П. Херсон : ОЛДІ – ПЛЮС, 2017. 438 с.
7. Система землеробства на зрошуваних землях України / за наук. ред. Р. А. Вожегової. Київ : Аграрна наука, 2014. 360 с.
8. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / за ред. Р. А. Вожегової. Херсон : Грін Д. С., 2014. 286 с.

REFERENCES:

1. Hadzalo, Ya.M. (2016). *Naukovi osnovy vyrobnytstva orhanichnoyi produktsiyi v Ukraini [Scientific bases of production of organic goods in Ukraine]*. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].

2. Zubets, M.V. (Ed). (2010). *Naukovi osnovy ahropromyslovoho vyrobnytstva v zoni Stepu Ukrayiny [Scientific bases of agroindustrial production are in the area of Steppe of Ukraine]*. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].

3. Baliuk, S.A., Romashchenko, M.I., & Truskavetskyi, R.S. (2015). *Meilioratsiia gruntiv systematyka, perspektyvy, innovatsii [Soil melioration of taxonomy, prospects, innovations]*. Kherson: Hrin D.S. [in Ukrainian].

2. Malyenko, A.M. et. al. (2018). *Tekhnolohiya dvukhfaznoi obrabotky pochvy: voprosy teoryi y praktyky [Technology of diphase tillage of soil : questions of theory and practice]*. Kyev: Ahrarna nauka [in Russian].

3. Kovalenko, A. (2015). Increasing aridity climate of southern steppe of Ukraine. Its effects and remedies: 3rd UNCCD Scitntific Conference (Cancun, 9-12 March 2015). (pp. 293-294). Mexico: Book of Abstracts [in English].

4. Romashchenko, M.I., Vozhehova, R.A., & Shatkovskii, A.P. (Eds.). (2017). *Naukovi zasady rozvytku ahrarnoho sektora ekonomiky pivdennoho rehionu Ukrayiny [Scientific principles of development of agrarian sector of economy of south region of Ukraine]*. Kherson: OLDI-PLUS [in Ukrainian].

5. Vozhehova, R.A. (Ed.). (2014). *Systema zemlerobstva na zroshuvanykh zemlyakh Ukrayiny [The system of agriculture on the irrigated lands of Ukraine]*. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].

6. Vozhehova, R.A., & Lavrynenko, Yu.O. (2014). *Metodyka pol'ovyykh i laboratornykh doslidzhen' na zroshuvanykh zemlyakh [Methods of field and laboratory research on irrigated lands]*. Kherson: Hrin' D.S. [in Ukrainian]

Малярчук М.П., Томницький А. В., Лужанський І.Ю.
Вплив систем основного обробітку і удобрення на продуктивність сорго зернового в сівозміні на зрошенні

У статті представлено результати дослідження впливу різних доз внесення мінеральних добрив із загортанням листостеблової маси сільськогосподарських культур сівозміни у ґрунт знаряддями з різною конструкцією робочих органів на гумусовий стан, поживний режим ґрунту й продуктивність сорго зернового.

Мета статті – наукове обґрунтування систем основного обробітку ґрунту і удобрення при вирощуванні сорго зернового в сівозміні на зрошенні. Завдання дослідження полягало у встановленні впливу різних доз внесення мінеральних добрив із загортанням листостеблової маси сільськогосподарських культур сівозміни у ґрунт знаряддями з різною конструкцією робочих органів на гумусовий стан, поживний режим ґрунту й продуктивність сорго зернового. Дослідження проводили в стаціонарному досліді відділу зрошувального землеробства ІЗЗ НААН України впродовж 2016-2018 років. У сівозміні досліджували п'ять систем основного обробітку ґрунту з різними способами і глибиною розпушування на фоні трьох органо-мінеральних систем удобрення. Встановлено, що при вирощуванні сорго зернового в умовах Південного Степу України в зерно-просапній сівозміні на зрошенні доцільно застосовувати комбінований обробіток (диференційована-1 система

обробітку), який поєднує мілке (12-14 см) дискове розпушування із щільуванням на 38-40 см та використовувати на добриво післяжнивні рештки попередника (пшениці озимої) на фоні внесення мінеральних добрив дозою $N_{90}P_{60}$, що створює сприятливий поживний режим і формує урожайність зерна, залежно від гідротермічних умов років досліджень, в межах 6,27-8,54 т/га, рівень рентабельності – 210-218%. **Висновки.** Використання на добриво післяжнивних решток (листочестеблових і кореневих) сорго зернового (10,27т/га) у варіанті диференційованої-1 системи основного обробітку забезпечило середньорічний розрахунковий приріст гумусу + 1,11 т/га та накопичення в шарі ґрунту 0-40 см N – 49,2 кг/га, P_2O_5 – 24,6, K_2O – 59 кг/га.

Ключові слова: основний обробіток ґрунту, поживний режим, післяжнивні рештки, гумус, сівозмінна, зрошення.

Maliarchuk M.P., Tomnitskiy A.V., Luzhanskyi I.Y.
Influence of the systems of basic tillage and fertilizer on the productivity of sorghum in a crop rotation on irrigation

In the article the results of research of influence of different doses of bringing of mineral fertilizers are presented with the sealing-off of листостебельной mass of agricultural cultures of crop rotation in soil by instruments with the different construction of working organs on the humus state, nourishing mode of soil and productivity of sorghum grain-growing. **A purpose** of the article is a scientific ground of the systems of basic tillage of soil and fertilizer at growing of sorghum in a crop rotation on irrigation. The task

of research consisted in establishment of influence of different doses of bringing of mineral fertilizers with the sealing-off of root and stem mass of agricultural cultures of crop rotation in soil by instruments with the different construction of working organs on the humus state, nourishing mode of soil and productivity of sorghum. Researches conducted in stationary experience of department of the irrigated agriculture of IIA NAAS of Ukraine during 2016-2018. In a crop rotation investigated five systems of basic tillage of soil with of different ways and in depth loosening on a background three organic and mineral systems of fertilizer. It is set that at growing of sorghum grain-growing in the conditions of South Steppe of Ukraine in a grain crop rotation on irrigation it is expedient to apply the combined tillage which combines the shallow (12-14 cm) disk loosening with subsoiling on a 38-40 cm and to use on a fertilizer the yellowed bits and pieces of predecessor (wheat winter) on a background bringing of mineral fertilizers the dose of $N_{90}P_{60}$, that creates the favourable nourishing mode and forms the productivity of grain, depending on the hydrothermal terms of years of researches, within the limits of 6,27-8,54 т/га, level of profitability – 210-218%. **Conclusions.** Use on the fertilizer of the yellowed bits (stem and root) and pieces of sorghum (10,27т/га) in the variant of differentiated – 1 system of basic tillage provided the average annual calculation increase of humus + of 1,11 т/га and accumulation in a layer a 0-40 cm of N - 49,2 kg/га, P_2O_5 - 24,6, K_2O are 59 kg/га.

Key words: basic tillage of soil, nourishing mode, yellowed bits and pieces, humus, crop rotation, irrigation.

ВОДОСПОЖИВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Писаренко П.В. – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
<https://orcid.org/0000-0002-2104-2301>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Мішукова Л.С. – науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0002-0287-7477>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Важливим елементом під час формування режиму зрошення сільськогосподарських культур є сумарне водоспоживання або та кількість води, яка необхідна рослинам протягом вегетаційного періоду для отримання запланованого врожаю в конкретних природних умовах за оптимізації всіх технологічних процесів. Вони складаються з витрат води на транспірацію рослин, випаровування з поверхні ґрунту і формування біологічної маси. Крім того, слід враховувати витрати вологи рослинами за окремі відрізки вегетаційного періоду. Витрати ґрунтової вологи за окремі відрізки вегетаційного періоду за меліоративною термінологією прийнято називати сумарним випаровуванням. Показник сумарного випаровування культури не є константною величиною і змінюється протягом вегетації залежно від темпів ростових процесів і розвитку рослин, погодних умов, водного режиму ґрунту та інших факторів. Різні вимоги рослин до обсягів води, необхідних для оптимального проходження ростових і продукційних процесів, а також формування високого врожаю, є результатом їхнього еволюційного розвитку, і їх необхідно визначати для конкретних культур і ґрунтово-кліматичних умов.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У зоні Степу водоспоживання рослин значною мірою зумовлюється погодними умовами вегетації рослин. На неpolивних землях зазначено сталу залежність зменшення показників сумарного водоспоживання від вологих до сухих років, що пояснюється різним температурним режимом і кількістю атмосферних опадів під час вегетації рослин. За даними І.Т. Нетіса, на півдні України водоспоживання озимої пшениці без поливів становить у середньому 70 % від оптимальних показників для формування високого врожаю, а в посушливі роки не

більш як 50–60 % [1; 2]. В окремих дослідженнях щодо водоспоживання озимої пшениці за зрошення також робиться висновок про пропорційну залежність його від прохолодних до посушливих років [3]. За даними вітчизняних дослідників, у конкретному агрокліматичному районі під час вирощування будь-якої культури в умовах оптимального водного режиму ґрунту на високому агротехнічному фоні сумарне водоспоживання залежить насамперед від радіаційного балансу приземного шару повітря та ґрунтової поверхні. В гостропосушливі роки сумарне водоспоживання за зрошення значно вище, ніж за помірних погодних умов [4; 5].

Мета досліджень. Встановити показники сумарного та середньодобового випаровування пшениці озимої за зрошення у різні за погодними умовами роки.

Матеріали і методика досліджень. Вихідним матеріалом слугували Звіти відділу зрошуваного землеробства Інституту зрошуваного землеробства НААН 1970–2019 рр., а також матеріали Херсонської гідрометеорологічної станції.

ґрунт дослідного поля темно-каштановий середньосуглинковий із низькою забезпеченістю нітратами та середньою – рухомим фосфором і обмінним калієм. Вміст гумусу у шарі 0–40 см становить 2,15 %.

Для встановлення сумарного та середньодобового випаровування пшениці озимої за зрошення використовували такі методи: польовий, системного аналізу, аналітичний, експериментальний, камеральний, моделювання, лабораторний, математично-статистичний.

Результати досліджень. Згідно з нашими багаторічними дослідженнями щодо особливостей водоспоживання зрошуваної озимої пшениці в різні за погодними умовами роки вищенаведена теза не підтверджується (табл. 1).

Таблиця 1 – Сумарне водоспоживання озимої пшениці за період весняно-літньої вегетації залежно від погодних умов, м³/га

Роки за погодними умовами та їхня кількість	Шари ґрунту			
	0–50	0–100	0–150	0–200
Вологи (17 років)	3543	3847	3941	3993
Середні (14 років)	3764	4088	4178	4263
Посушливі (18 років)	2916	3445	3567	3685
У середньому за 49 років	3396	3782	3882	3958
НІР ₀₅ , м ³ /га	150	167	168	188

Найвищі показники сумарного водоспоживання спостерігалися в середні за погодними умовами роки і становили у двометровому шарі ґрунту 4263 м³/га, у вологі роки, які характеризувалися помірними температурами, високою вологістю повітря та значною кількістю днів з опадами, середній показник водоспоживання з цього шару ґрунту дорівнював 3993 м³/га. У посушливі роки, які вирізнялися спекотливою погодою з низькою вологістю повітря і невеликою кількістю опадів, сумарне водоспоживання було найменшим і становило 3685 м³/га. Ці дані отримано у варіанті, в якому вегетаційні поливи призначалися за оптимальної вологості 0–50 см шару ґрунту – 70 % НВ.

Безумовно, неоднакова кількість років із різними погодними умовами (17, 14 і 18) може дати певну похибку в показниках сумарного водоспоживання, однак вона не може вплинути на наведені результати. Причиною зменшення показників сумарного водоспоживання озимої пшениці в посушливі роки за оптимального зрошення є суттєве скорочення періоду весняно-літньої вегетації.

Скорочення вегетаційного періоду відбувається наприкінці червня – на початку липня, коли спостерігаються високі температури повітря і низька його вологість, що і є основною причиною зменшення показників сумарного водоспоживання зрошуваної озимої пшениці.

Наведені експериментальні дані дають змогу проаналізувати процеси витрачання води з різних шарів

ґрунту у роки, що суттєво різняться за погодними умовами. В усі роки основний процес витрачання води проходить з першого метрового шару ґрунту. Вода з 2-го метру витрачається більш інтенсивно (240 м³/га) у посушливі роки.

Академік НААН О.О. Собко, аналізуючи результати багаторічних досліджень із режиму зрошення озимої пшениці в різних регіонах Степу України, дійшов висновку, що на показник сумарного водоспоживання впливають умови вологозабезпеченості рослин, рівень мінерального живлення, окремі агротехнічні заходи та погодні умови року [6].

В озимій пшениці виділяють два великих періоди щодо розвитку рослин і використання води: перший – від сходів до припинення вегетації рослин зимою; другий – від весняного поновлення вегетаційного періоду і до визрівання зерна. Під час визначення сумарного водоспоживання озимої пшениці окремі автори наводять об'єднані дані за осінній і весняно-літній цикли розвитку рослин (сходи – ухід у зиму та весняне відростання рослин – збирання врожаю) [7], а інші (переважна більшість) – тільки за весняно-літній цикл [8; 9; 10].

У наших дослідженнях встановлено, що сумарне випаровування озимої пшениці становить: від сходів до припинення вегетації рослин 533–608, від припинення вегетації до весняного відростання 566–874, від весняного відростання до повної стиглості 3605–4111 м³/га (табл. 2).

Таблиця 2 – Витрати води полем озимої пшениці в міжфазні періоди вегетації за оптимального зрошення, м³/га (середнє за 49 років)

Шар ґрунту, см	Період				НІР ₀₅
	сходи – припинення вегетації	припинення вегетації – весняне відростання	весняне відростання – повна стиглість зерна	всього витрат води	
0–50	608	874	3605	5087	122
0–100	561	779	3931	5271	121
0–150	533	672	4046	5251	125
0–200	554	566	4111	5231	116

При цьому спостерігається така закономірність – в осінній і зимовий періоди найбільші показники витрат води проходять у шарах ґрунту 0–50 сантиметрів. Це пояснюється тим, що в ці періоди частина води з верхніх шарів поповнює запаси її в глибоких шарах.

У роки спостережень середня кількість опадів по періодах була такою: сходи – припинення вегетації – 674 м³/га, припинення вегетації – весняне відростання – 988 м³/га, весняне відростання – повна стиглість зерна – 1852 м³/га, всього від сходів до повної стиглості зерна – 3524 м³/га (табл. 3).

Таблиця 3 – Витрати води полем озимої пшениці в міжфазні періоди вегетації за оптимального зрошення, м³/га

Шар ґрунту, см	Міжфазний період і показники							
	сходи – припинення вегетації		припинення вегетації – весняне відростання		весняне відростання – повна стиглість зерна		всього за вегетаційний період	
	опад	випаровування	опад	випаровування	опад	випаровування	опад	випаровування
0–50	674	608	998	874	1852	3605	3524	5087
50–100		-47		-95		326		184
100–150		-28		-107		115		-20
150–200		21		-106		65		-20

Аналіз даних використання вологи з різних шарів ґрунту свідчить про те, що в осінній період вегетації, а також під час зимівлі рослин проходить поповнення запасів вологи у глибоких шарах. Це видно з показників сумарного водоспоживання, які зменшуються від шару ґрунту 0–50 см до шару 0–200 см. Під час весняно-літньої вегетації, навпаки, показники сумарного водоспоживання в цих шарах збільшуються. Такі дані свідчать про те, що навесні та влітку рослини використовують воду переважно з метрового шару ґрунту. Тому всі розрахунки щодо сумарного випаровування рослин краще проводити з урахуванням показників у шарі ґрунту 0–100 сантиметрів.

Порівняння сумарних витрат води полем озимої пшениці та кількості опадів за період від сходів до повної стиглості зерна дає змогу встановити дефіцит вологи, який необхідно компенсувати вегетаційними поливами. За нашими даними, зважаючи на показники витрат вологи з метрового шару ґрунту, він становить 1747 м³/га. В середньому за роки досліджень зрошувальна норма в цьому досліді становила 1380 м³/га.

Наведені в таблиці матеріали дають змогу визначити і питому вагу витрат вологи з наведених періодів. Вони показують, що за період зимівлі рослин поле озимої пшениці втрачає близько 566 м³/га води (за показниками з шару ґрунту 0–200 см), а кількість опадів за цей же час становила в середньому 998 м³/га. Отже, завдяки зимовому періоді поле озимої пшениці накопичує близько 430 м³/га ґрунтової вологи. Стосовно періоду весняно-літньої вегетації, то в цей час диспропорція між витратами води, які, до речі, йдуть переважно на формування врожаю, і кількістю атмосферних опадів суттєва і становить у середньому 1753–2259 м³/га і у більшість років нестачу легкодоступної вологи необхідно ліквідувати вегетаційними поливами.

Загалом за вегетацію озимої пшениці, враховуючи і зимовий період, поле цієї культури під час зрошення витрачає в середньому за роки досліджень приблизно 5,2 тисяч кубічних метрів води, що вказує на необхідність ретельного підходу до її зрошення за умов Південного Степу.

Подібний аналіз зроблено нами і за 22-річний період, але за більш крупні періоди (сходи – весняне відростання і весняне відростання – повна стиглість зерна). Вони свідчать, що за період від з'явлення сходів і до весняного поновлення вегетації поле озимої пшениці витрачає з двометрового шару ґрунту в середньому 1175 м³/га води, а сумарне водоспоживання за період весняно-літньої вегетації дорівнює 3734 м³/га. Отже, в середньому поле озимої пшениці на півдні України за оптимального режиму зрошення потребує на формування високого врожаю (6,0–6,5 т/га і більше) приблизно 4900 м³/га води, значна частина якої подається завдяки вологозарядковому (передпосівному) і вегетаційному поливам.

Спостереження за показниками середньодобового випаровування рослин пшениці озимої в умовах природного та штучного зволоження свідчить про те, що воно має форму параболи, максимальна позначка якої припадає на міжфазний період колосіння – поча-

ток молочної стиглості зерна і дорівнює в середньому 59,3 м³/га в умовах оптимального режиму зрошення та 35,2 м³/га – у не поливних умовах (табл. 4).

Таблиця 4 – Середньодобове випаровування зрошуваної озимої пшениці за весняно-літній період вегетації, м³/га (середнє за 12 років)

Міжфазний період	Середньодобове випаровування	
	без поливів	оптимальний р/з
Поновлення вегетації навесні – вихід у трубку	20,3	23,5
Вихід у трубку – колосіння	30,9	42,4
Колосіння – початок молочної стиглості зерна	35,2	59,3
Початок молочної стиглості – повна стиглість зерна	13,1	30,5

Відразу після відростання рослин і до фази виходу рослин у трубку, а також від молочної і до повної стиглості зерна показники середньодобового випаровування незначні та становлять у середньому 23,5–30,5 м³/га в поливних умовах та 20,3–13,1 м³/га в богарних умовах відповідно.

За результатами багаторічних спостережень за динамікою витрат вологи рослинами озимої пшениці за оптимального режиму зрошення з метрового шару ґрунту нами було розраховано показники сумарного та середньодобового випаровування озимої пшениці за декадами весняно-літньої вегетації. Ці матеріали було систематизовано за різними щодо погодних умов роками і для них визначено конкретні показники випаровування (табл. 5).

Таблиця 5 – Сумарне (Е) і середньодобове (Е̄) випаровування озимої пшениці в різні за погодними умовами роки, м³/га

Місяць	Декада	Вологі		Середні		Посушливі	
		Е	Е̄	Е	Е̄	Е	Е̄
Березень	2	-	-	180	18,0	200	20,0
	3	227	20,6	239	21,7	263	23,9
Квітень	1	230	23,0	214	21,4	315	31,5
	2	312	31,2	276	27,6	276	27,6
	3	370	37,0	328	32,8	351	35,1
Травень	1	363	36,3	340	34,0	445	44,5
	2	365	36,5	352	35,2	51,2	51,2
	3	484	44,0	549	49,9	495	45,0
Червень	1	510	51,0	560	56,0	420	42,0
	2	390	39,0	344	34,4	322	32,2
	3	335	33,5	236	23,6	335	33,5
Липень	1	276	27,6	241	24,1	327	32,7
	2	316	31,6	257	25,7	-	-

Ці матеріали дають змогу прослідкувати динаміку поглинання вологи озимою пшеницею за оптимальних умов зволоження протягом весняно-літньої вегетації з урахуванням погодних відмінностей. Вони свідчать

про те, що в посушливі роки максимум витрат води рослинами озимої пшениці спостерігається у другій декаді травня, а у вологі та середні він зміщується на першу декаду червня. Крім того, з цих даних можна встановити початок і кінець вегетаційного періоду озимої пшениці, залежно від погодних умов весняно-літньої вегетації. Однак найбільш цінним у цих даних є те, що за їхньою допомогою можна встановлювати строки і норми вегетаційних поливів.

Однією з нагальних проблем у зрошуваному землеробстві є площі з різним рівнем залягання підґрунтових вод, які значно перевищують позначку в 3 м. Вони мають суттєвий вплив не тільки на ґрунтоутворні процеси, але й на водний режим рослин. У зв'язку з цим нами було проведено низку польових дослідів із метою встановлення показників середньодобового випаровування сільськогосподарських культур на площах із близьким рівнем залягання слабо мінералізованих підґрунтових вод (рис. 1).

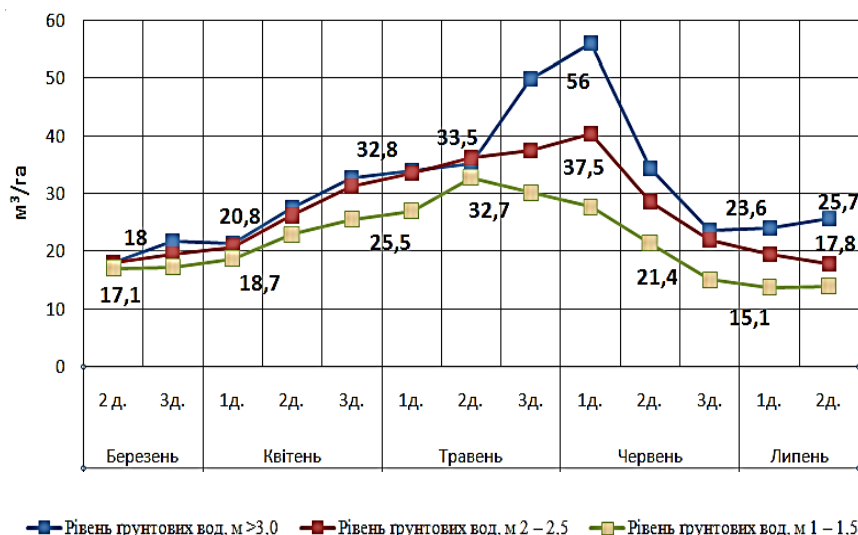


Рис. 1. Середньодобове випаровування озимої пшениці (враховане) залежно від рівня ґрунтових вод, м³/га

Встановлено, що показники середньодобового випаровування культури за рівня залягання підґрунтових вод більш як 3 м і не вище від 2 м практично однакові від другої декади березня до другої декади травня та коливається в межах 18,0–36,3 м³/га. Починаючи з третьої декади травня до другої декади червня середньодобове випаровування пшениці озимої за рівня залягання глибше ніж три метри значно збільшується порівняно з іншими рівнями та сягає свого максимуму (49,9–56,0 м³/га) у третій декаді травня – першій декаді червня, а за рівня залягання 2–2,5 м показники середньодобового випаровування рослин у цей період не перевищують 37,5–40,4 м³/га. Зовсім інакший вигляд має середньодобове випаровування рослин за рівня залягання підґрунтових вод не глибше, ніж 1,5–1 м, завдячуючи використанню вологи безпосередньо з дзеркала води воно значно знижується та сягає свого максимуму у другій декаді травня – 32,7 м³/га, що майже вдвічі нижче порівняно з варіантом залягання ґрунтових вод глибше, ніж на три метри.

Висновки. Загалом за вегетацію пшениці озимої, враховуючи і зимовий період, поле цієї культури за зрошення витрачає в середньому приблизно 5,2 тисяч кубічних метрів води.

Аналіз даних використання вологи з різних шарів ґрунту пшеницею озимою вказує на те, що в осінній період вегетації, а також під час зимівлі рослин, проходить поповнення запасів води у глибоких шарах. Під час

весняно-літньої вегетації, навпаки, показники сумарного водоспоживання в цих шарах збільшуються. Такі дані свідчать про те, що навесні та влітку рослини використовують воду переважно з метрового шару ґрунту. Тому всі розрахунки щодо сумарного випаровування рослин краще проводити з урахуванням показників в шарі ґрунту 0–100 сантиметрів.

Порівняння сумарних витрат води полем озимої пшениці та кількості опадів за період від сходів до повної стиглості зерна дає змогу встановити дефіцит вологи, який необхідно компенсувати вегетаційними поливами. За нашими даними, зважаючи на показники витрат вологи з метрового шару ґрунту, він становить 1747 м³/га. В середньому за роки досліджень зрошувальна норма в цьому досліді становила 1380 м³/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Нетіс І.Т. Водний режим ґрунту на посівах озимої пшениці в південному Степу України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2007. Вип. 53. С. 209–219.
2. Нетіс І.Т. Озима пшениця в зоні Степу. Херсон : Айлант, 2004. 95 с.
3. Животков Л.О., Бірюков С.В., Бабаянц Л.Т. та ін. Озимі зернові культури / за ред. Л.О. Животкова і С.В. Бірюкова. Київ : Урожай, 1993. 288 с.
4. Лапченков Г.Я., Николаенко А.Ф., Корпан В.С. Влияние послепосевного и вегетационных поливов на урожай озимой пшеницы. *Зерновые и кормовые*

культури на орошаемых землях. Кишинев : Штиница, 1972. С. 39–42.

5. Латифов Н.Л., Кобозев И.В., Парахин Н.В. Оптимизация режимов орошения сельскохозяйственных культур. Москва : МСХА, 1996. 94 с.

6. Собко А.А. Озимая пшеница на орошаемых землях. Киев : Урожай, 1976. 128 с.

7. Справочная книга по орошаемому земледелию / общая ред. Погребняк А.П., Калашников К.Г. Кишинев : Карта Молдовеняскэ, 1990. 134 с.

8. Федорченко М.Ф., Лисогоров С.Д., Фесенко Г.П. Влияние режима орошения и сортового состава на урожайность озимой пшеницы. *Зрошуване землеробство : міжвід. тем. наук. зб.* Київ : Урожай, 1982. Вип. 27. С. 21–23.

9. Хафизов А.Ш. Из опыта орошения озимой пшеницы в Алма-Атинской области. *Гидротехника и мелиорация*. 1968. № 11. С. 93–87.

10. Ярмизин Д.В., Лысоговор С.Д., Балан А.Г. Мелиоративное земледелие. Москва : Колос, 1966. 424 с.

REFERENCES:

1. Netis, I.T. (2007). Vodnyy rezhym gruntu na posivakh ozymoyi pshenytsi v pivdennomu Stepu Ukrayiny [Water regime of soil on winter wheat crops in the southern steppe of Ukraine]. *Tavriys'kyi naukovy visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 53, 209–219 [in Ukrainian].

2. Netis, I.T. (2004). *Ozyma pshenytsya v zoni Stepu [Winter wheat in the steppe zone]*. Kherson: Aylant, 95 [in Ukrainian].

3. Zhivotkov, L.O., Biryukov, S.V., & Babayants, L.T. (1993). *Ozymi zernovi kul'tury [Winter grain crops]*. Kyiv : Harvest, 288 [in Ukrainian].

4. Lapchenkov, G.Ya., Nikolaenko, A.F., & Korpan, V.S. (1972). *Vliyaniye posleposevnogo i vegetatsionnykh polivov na urozhay ozymoy pshenitsy. Zernovyye i kormovyye kul'tury na oroshayemykh zemlyakh [The effect of after-sowing and vegetation irrigation on the yield of winter wheat. Cereals and fodder crops on irrigated lands]*. Chisinau: Shtinita, 39–42 [in Russian].

5. Latifov, N.L. Kobozev, I.V., & Parakhin, N.V. (1996). *Optimizatsiya rezhimov orosheniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Optimization of irrigation regimes of crops]*. Moscow: ICCA, 94 [in Russian].

6. Sobko, A.A. (1976). *Ozimaya pshenitsa na oroshayemykh zemlyakh [Winter wheat on irrigated lands]*. Kiev: Harvest, 128 [in Russian].

7. Pogrebnyak, A.P., & Kalashnikov, K.G. (eds.) (1990). *Spravochnaya kniga po oroshayemomu zemledeliyu [A reference book on irrigated agriculture]*. Chisinau: Cartya Moldovenienasca, 134 [in Russian].

8. Fedorchenko, M.F., Lisogorov, S.D., & Fesenko, G.P. (1982). Vplyv rezhymu zroshennya i sortovoho skladu na vrozhaynist' ozymoyi pshenytsi [Having infused the regime of gross and varietal storage of winter wheat]. *Zroshuvane zemlerobstvo: mizhvid. tem. nauk. zb. – Influence of irrigation regime and varietal composition on winter wheat yield. Irrigated agriculture: interdepartmental thematic scientific collection*, 27, 21–23 [in Ukrainian].

9. Hafizov, A.Sh. (1968). Iz opyta orosheniya ozimoy pshenitsy v Alma-Atinskoy oblasti. [From the experience of irrigation of winter wheat in the Alma-Ata region]. *Gidrotekhnika i melioratsiya – Hydrotechnics and land reclamation*, 11, 93–87 [in Russian].

10. Yarmizin, D.V., Lysogorov, S.D., & Balan, A.G. (1966). *Meliorativnoye zemledeliye [Reclamation agriculture]*. Moscow: Kolos, 424 [in Russian].

Писаренко П.В., Мишукова Л.С. Водоспоживання пшениці озимої

Важливим елементом під час формування режиму зрошення сільськогосподарських культур є сумарне водоспоживання або та кількість води, яка необхідна рослинам протягом вегетаційного періоду для отримання запланованого врожаю в конкретних природних умовах під час оптимізації всіх технологічних процесів. Вони складаються з витрат води на транспірацію рослин, випаровування з поверхні ґрунту та формування біологічної маси. **Мета.** Встановити показники сумарного та середньодобового випаровування пшениці озимої під час зрошення у різні за погодними умовами роки. **Методи:** польовий, системного аналізу, аналітичний, експериментальний, камеральний, моделювання, лабораторний, математико-статистичний. **Висновки.** Загалом за вегетацію пшениці озимої, враховуючи і зимовий період, поле цієї культури за зрошення витрачає в середньому приблизно 5,2 тисяч кубічних метрів води. Аналіз даних використання вологи з різних шарів ґрунту пшеницею озимою вказує на те, що в осінній період вегетації, а також під час зимівлі рослин проходить поповнення запасів води у глибоких шарах. Під час весняно-літньої вегетації, навпаки, показники сумарного водоспоживання в цих шарах збільшуються. Такі дані свідчать про те, що навесні та влітку рослини використовують воду переважно з метрового шару ґрунту. Тому всі розрахунки щодо сумарного випаровування рослин краще проводити з урахуванням показників у шарі ґрунту 0–100 сантиметрів. Порівняння сумарних витрат води полем озимої пшениці та кількості опадів за період від сходів до повної стиглості зерна дає змогу встановити дефіцит вологи, який необхідно компенсувати вегетаційними поливами. За нашими даними, спираючись на показники витрат вологи з метрового шару ґрунту, він становить 1747 м³/га. У середньому за роки досліджень зрошувальна норма в цьому досліді становила 1380 м³/га.

Ключові слова: пшениця озима, сумарне водоспоживання, середньодобове випаровування, вегетаційні поливи, рівень залягання слабо мінералізованих підґрунтових вод.

Pisarenko P.V., Mishukova L.S. Water consumption of winter wheat

An important element in shaping the irrigation regime of crops is the total water consumption or the amount of water that plants need during the growing season to obtain the planned harvest in specific natural conditions while optimizing all technological processes. They consist of water consumption for transpiration of plants, evaporation

from the soil surface and the formation of biological mass.

Goal. Establish indicators of total and average daily evaporation of winter wheat under irrigation in different weather conditions. **Methods:** field, systems analysis, analytical, experimental, in-house, modeling, laboratory, mathematical and statistical. **Conclusions.** In general, for the vegetation of winter wheat, taking into account the winter period, the field of this crop during irrigation consumes an average of about 5.2 thousand cubic meters of water. Analysis of data on the use of moisture from different soil layers by winter wheat indicates that in the autumn growing season, as well as during the wintering of plants, there is a replenishment of water reserves in the deep layers. During the spring-summer vegetation, on the contrary, the indicators of total water consumption in these layers increase. Such data indicate that in

spring and summer the plants use water mainly from a meter layer of soil. Therefore, all calculations for the total evaporation of plants is better to take into account the indicators in the soil layer 0–100 centimeters. Comparison of the total water consumption of the winter wheat field and the amount of precipitation for the period from germination to full ripeness of the grain allows to establish the deficit of moisture, which must be compensated by vegetative irrigation. According to our data, based on the indicators of moisture consumption from a meter layer of soil, it is 1747 m³/ha. On average over the years of research, the irrigation rate in this experiment was 1380 m³/ha.

Key words: winter wheat, total water consumption, average daily evaporation, vegetative irrigation, level of weakly mineralized groundwater.

ОСОБЛИВОСТІ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ЗА РІЗНИХ УМОВ ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В ЗОНІ СУХОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Рудік О.Л. – доктор сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/orcid.org/0000-0003-1384-5523>

ДНБЗ «Херсонський державний аграрно-економічний університет»

Заєць С.О. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/orcid.org/0000-0001-7853-7922>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Онуфран Л.І. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/orcid.org/0000-0001-6247-4920>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Успішний розвиток вітчизняного аграрного сектору можливий лише за переходу на технології світового рівня та запровадження у виробництві нових наукових досягнень. Беззаперечно, що в системі сучасного землеробства вагома роль належить такому фактору інтенсифікації, як використання добрив [1]. За загальною оцінкою їхня частка у формуванні врожаю сільськогосподарських культур досягає 45–50 %, тоді як обробітку – 15–20 % [2].

Зважаючи на високу вартість мінеральних добрив і складні взаємні зв'язки системи живлення з іншими складниками технології вирощування, ефективність їх використання визначає рівень прибутковості всього технологічного комплексу. В сучасних наукових концепціях ключовою ланкою результативних агротехнологій є рослина з її біологічними потребами, що визначає необхідність дослідження динаміки ростових процесів і споживання елементів відповідно до конкретних умов зовнішнього середовища. Без їх урахування неможлива побудова ефективної системи мінерального живлення культури.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Льон олійний набув достатнього поширення в господарствах Степової зони України, що зумовило його активне наукове вивчення [3]. Дослідженню проблем мінерального живлення культури в окремих природно-сільськогосподарських районах присвячено досить наукових робіт. Ними встановлено реакцію льону олійного на головні елементи та визначено межі оптимального рівня мінерального живлення, запропоновано моделі розрахунку системи живлення на запланований урожай [4; 5]. Визначено вплив добрива на елементи структури, величину та якість урожаю й ефективність використання ресурсів [6; 7].

У зоні проведення досліджень систему мінерального живлення льону олійного розробляли в Інституті землеробства південного регіону НААН України [8]. У багатофакторному досліді було встановлено залежності елементів технології вирощування культури та фону мінерального живлення під час зрошення [9]. Проте, на жаль, у відкритому доступі відсутні дослідження щодо особливостей споживання елементів живлення упродовж окремих періодів росту та розвитку культури, а тому розроблення системи удобрення культури ґрунтується за аналогією на роботах, проведених із льо-

ном-довгунцем, що є безпідставним [10]. Такі відмінності зумовлені спрямуванням продукційного процесу та різною структурою врожаю основної та побічної продукції. Відтак динаміка поглинання елементів впродовж вегетації культури, встановлення потреби рослини під час вирощування в специфічних незрошуваних і зрошуваних умовах сухого Степу, на нашу думку, потребують опрацювання.

Мета. Робота мала на меті дослідження динаміки накопичення азоту, фосфору та калію наземною частиною рослин льону олійного в умовах природного й штучного зволоження та зв'язку цих процесів із формуванням біологічної маси культури.

Матеріали та методика досліджень. Системні польові дослідження виконано на виробничій базі Асканійської ДСГДС НААН, що розташована в зоні сухого степу України. Ґрунти дослідного поля темно-каштанові важкосуглинкові слабосолонцюваті. Гумусовий горизонт має потужність 42–51 см, вміст гумусу в орному шарі становить у середньому 2,15 %, легкогідролізованого азоту міститься 50 мг/кг, рухомого фосфору – 24 та обмінного калію – 400 мг/кг. Реакція ґрунтового розчину слабо лужна, ближча до нейтральної (рН 6,8–7).

Культуру вирощували відповідно до зональних рекомендацій. Об'єктом дослідження був вітчизняний стандарт, сорт Південна ніч (Pivdenna nich). Сівбу здійснювали з міжряддями 15 см нормою висіву 6 млн шт./га. Під час зрошення проводили поливи за зниження вологості шару ґрунту 0,7 м до 65–70 % НВ. Фази росту й розвитку льону визначали відповідно до ГОСТ 4511: 2006. Рослинні зразки відбирали з інтервалом у десять днів після фази «повні сходи» у двох несуміжних повтореннях із площі 0,1 м². Їх досушували за температури 105 °С до постійної маси.

Вміст азоту, фосфору і калію визначали в єдиній витяжці після мокрого спалювання за методом Гінзбурга з подальшим визначенням азоту за методом Кьельдаля, фосфору – за методом Мерфі-Райлі калориметрично на КФК-2, а калію – на полум'яному фотометрі [11]. Обліку й аналізу підлягала тільки наземна частина рослин, що необхідно враховувати під час трактування результатів.

Погодні умови періоду досліджень характеризувалися суттєвими перевищеннями температурного режиму та значними відхиленнями забезпеченості

опадками від середніх значень. Гідротермічний коефіцієнт періоду вегетації культури в роки дослідження становив 0,55; 0,95 та 0,85, за середніх значень 0,65.

Результати досліджень. Накопичення біологічної маси рослинами відбувалося адекватно до зміни асимілюючої площі, за моделлю «великої кривої зростання». Впродовж тридцяти днів після появи

сходів суха маса наростала повільно, а різниця між фонами живлення не проявлялася. З цього часу, що збігається з початком бутонізації, відбувалося швидке наростання наземної маси льону олійного, яке тривало до сьомої декади без зрошення та восьмої – за зрошення, коли посіви досягали фази зеленої стиглості (табл. 1).

Таблиця 1 – Динаміка накопичення сухої маси посівами льону олійного без зрошення та за зрошення, г/м²

Фон мінерального живлення (А)	Діб після повних сходів (В)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	Без зрошення									
Без добрив	47	68	88	218	323	391	445	442	437	
N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	50	73	96	258	396	488	549	540	530	
N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	51	76	104	274	424	526	596	588	579	
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	51	79	110	288	442	545	621	616	610	
НІР ₀₅	А – 0,08-0,12; В – 0,12-0,19; АВ – 0,24 – 0,37									
	За зрошення									
Без добрив	47	70	93	250	412	475	540	567	561	558
N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	50	76	106	287	476	562	661	697	692	686
N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	51	80	113	306	507	601	706	741	731	727
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	53	84	120	320	531	629	741	780	776	770
НІР ₀₅	А – 0,11-0,14; В – 0,17-0,22; АВ – 0,33 – 0,44									

При цьому маса рослин зросла в 5,6 та в 6,4 рази відповідно до умов зволоження. Найвищі темпи зростання встановлено без зрошення протягом четвертої декади (130–178 г/м²), а за зрошення – протягом п'ятої (162–211 г/м²). Найбільше сухої наземної маси було встановлено без зрошення через 70 діб, а за зрошення – через 80 діб після повних сходів. Надалі через активне відмирання нижнього ярусу листя спостерігалася втрата наземної маси, що характерно для пізнього генеративного періоду однорічних рослин. Вплив фону живлення на формування сухої наземної маси проявлявся після завершення двадцятиденного періоду, при цьому позитивний ефект застосування добрив зростав і зберігався в пізній генеративний період. Зрошення посилювало дію добрив і продовжувало період їхнього впливу. Найбільше накопичення сухої наземної маси зазначено на максимальному фоні живлення N₉₀P₆₀K₆₀, воно становило 621 та 780 г/м² відповідно без зрошення та за зрошення.

У літературі відображено нерівномірність як ростових процесів, так і поглинання рослинами елементів живлення впродовж життєвого циклу [12; 13]. Їхній вміст в окремих органах міняється протягом періоду вегетації культури відповідно до вікових фізіологічних змін [14; 15]. Відомі також особливості впливу ґрунтового середовища, погодних умов, окремих технологічних заходів на поглинання елементів живлення [4; 5; 12].

Накопичення азоту та калію наземною масою льону олійного мало динаміку синусоїди. Максимальну їхню

кількість посіви зосередили на сьому декаду від сходів культури. Надалі відбувалися втрати елементів живлення з опалим листям. Накопичення фосфору змінювалося подібно до логарифмічної функції. Його поглинання відбувалося впродовж усього періоду вегетації та було найбільш стабільним. Більший вплив на досліджуваний показник мало внесення мінеральних добрив порівняно зі зрошенням. Динаміка накопичення калію була подібною до споживання азоту. Внесення добрив і зрошення продовжувало періоди вегетації та інтенсивного споживання елементів на десять діб і спричиняло зростання кількості спожитих елементів.

Для оцінки динаміки надходження елементів живлення в рослини льону та побудови ефективних систем живлення проведено розрахунки їхнього добового споживання. Удобрення впливало на абсолютні значення кількості поглинутих елементів живлення, не змінюючи загальної динаміки їх надходження. Максимальне добове надходження відповідно для незрошуваних і зрошуваних умов відбувалося в проміжку 30–50 та 30–60 доби від сходів культури. Надалі споживання елементів живлення рослинами різко сповільнювалося, а на етапі дозрівання навіть переважали природні втрати.

Найбільш динамічно змінювалося споживання азоту й калію тоді, коли надходження фосфору впродовж вегетаційного періоду вирізнялося більшою стабільністю та рівномірністю. В період максимального

росту, на сорокову добу спостережень, без зрошення посіви льону споживали 3,07 кг/га азоту, 1,04 кг/га фосфору і 2,57 кг/га калію. За зрошення споживання було більше і становило, відповідно, 3,23; 1,59 та 3,67 кг/га.

За тривалішого вегетаційного періоду культури на фоні зрошення зазначається продовження періоду інтенсивного поглинання елементів живлення та зміщення часу настання від'ємного балансу (рис. 1).

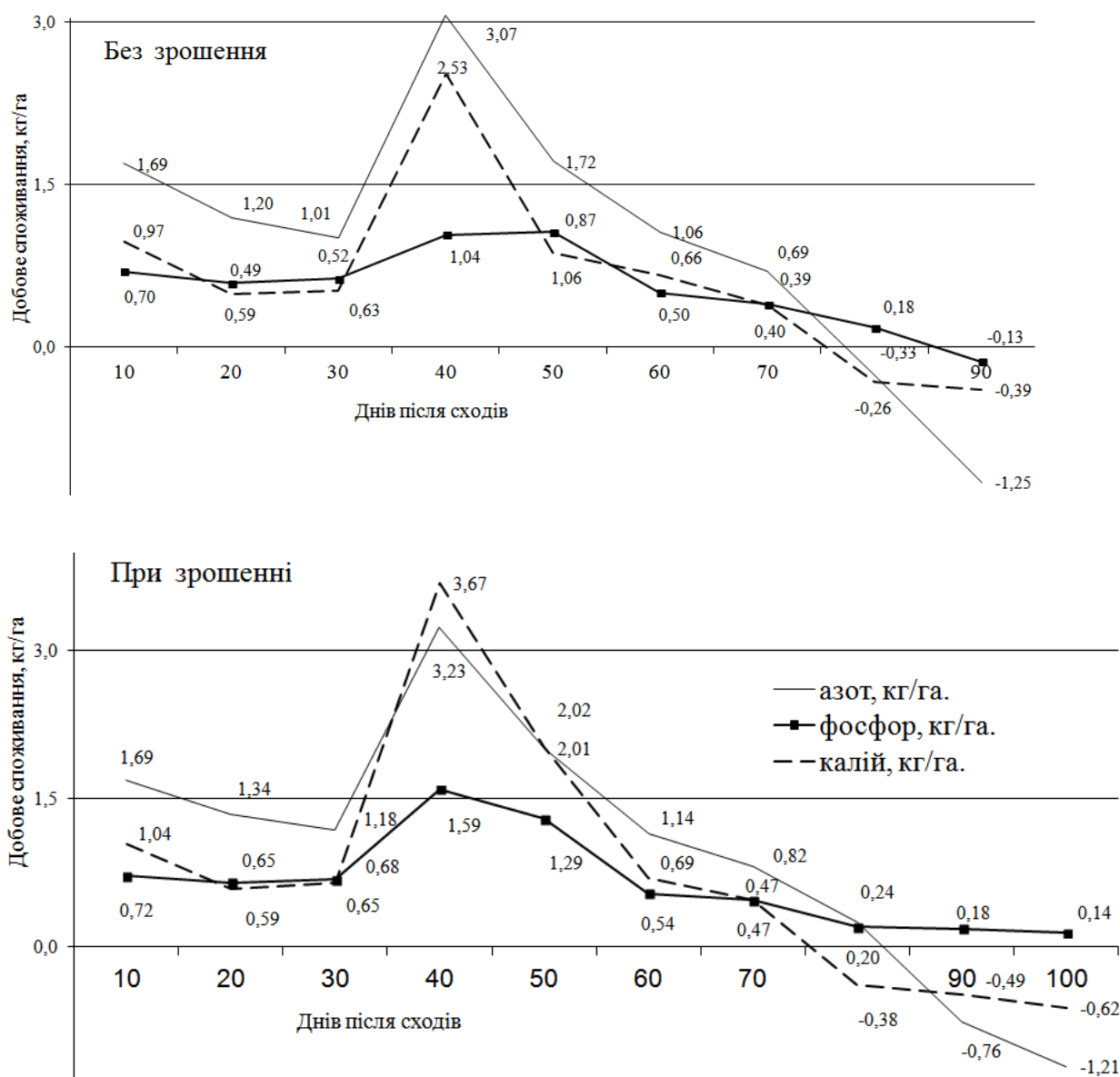


Рис. 1. Добове споживання елементів посівами льону олійного на фоні живлення $N_{60}P_{45}K_{45}$, кг/га

Льон олійний характеризується швидкими темпами споживання елементів живлення. На початок бутонізації наземною масою рослин було ужито, залежно від умов зволоження та фоні мінерального живлення, 36–41 % азоту, 32–43 % фосфору та 24–40 % калію від максимальної їхньої кількості. На початок фази зелена стиглість накопичення азоту та калію наближається до 100 %.

Кореляційний аналіз окреслив високий ступінь залежності між біологічним поглинанням елементів і кількістю сирови 0,79–0,9 та сухої 0,94–0,98 наземної маси рослин. Відсотковий вміст елементів у сухій масі був у тісній зворотній залежності від біологічної маси

рослин, що опосередковано свідчить про «ефект розбавлення» в період швидкого росту льону. Коефіцієнт кореляції становив 0,73 для азоту, 0,74 – для фосфору та 0,55 – для калію.

Висновки. Визначальне значення у формуванні величини виносу елементів має наростання біологічної маси льону олійного. Ефективна система мінерального живлення має передбачати високий рівень забезпеченості посівів елементами живлення в третю – шосту декаду після сходів культури завдяки сукупному впливу основного внесення добрив, прискорення біологічної активності ґрунту та проведення підживлення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Васюта В.Б., Мормуль В.В. Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва *Ефективна економіка*. 2013. № 11. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2453>.
2. Губенко Л.В. Вплив системи удобрення на продуктивність ріпаку озимого за різних способів обробітку ґрунту. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2018. Вип. 4. С. 3–10.
3. Рудик А., Рудик Н. Агроэкологические аспекты размещения и использования льна масличного двойного назначения в Украине. *Elimy News is the Researching of Natural Sciences*. Lankaran, 2019. Vol. 1. P. 114–121.
4. Кузнецова Г.Н. Оптимизация минерального питания льна масличного в Южной Лесостепи Западной Сибири : автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук : 06.01.04. Омск, 2004. 18 с.
5. Шваб С.Б., Мирончук В.П. Врожайність льону олійного залежно від норм висіву насіння та удобрення. *Землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. Київ : «ЕКМО», 2007. Вип. 79. С. 110–114.
6. Вешнівська Ю.С. Вплив системи удобрення на структуру та врожайність сортів льону олійного. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2011. № 3–4. С. 92–96.
7. Махова Т.В., Поляков О.І. Вплив агроприйомів вирощування на елементи продуктивності та врожайності льону олійного сорту Ківіка. *Науково-технічний бюлетень ІОК НААН*. Запоріжжя : Дніпровський металург, 2013. Вип. 18. С. 113–117.
8. Біднина І.О. Продуктивність і якість льону олійного залежно від рівня мінерального живлення в умовах півдня України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Херсон, 2010. 18 с.
9. Минкина Г.О. Агротехнічні прийоми вирощування льону олійного при зрошенні в умовах півдня України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.00.02. Херсон, 1996. 21 с.
10. Брагин А.М. Зависимость урожая льна и качества льнопродукции от системы удобрения в севообороте. *Агрохимия*. 1968. № 6. С. 61–65.
11. Гинзбург К.Е., Щеглова Г.М. Определение азота, фосфора и калия в растительном материале из одной навески. *Почвоведение*. 1960. № 5. С. 100–105.
12. Церлинг В.В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур : справочник. Москва : Агропромиздат, 1990. 235 с.
13. Кошкин Е.И., Гатаулина Г.Г., Дьяков А.Б. Частная физиология полевых культур. Москва : Колос, 2005. 344 с.
14. Мосолов И.В. Физиологическое обоснование питания растений по фазам роста и развития. Питание растений и применение удобрен. *Труды ВНИИ удобрения и агропочвоведения*. 1960. № 36. С. 5–18.
15. Белоухов С.Л. К вопросу об извлечении химических элементов льном из почвы. *Известия Тимирязевской с.-х. академии*. 2002. Вып. 4. С. 34–40.
2. Ghubenko, L.V. (2018). Vplyv systemy udobrennja na produktyvnistj ripaku ozymogho za riznykh sposobiv obrobittu gruntu [Influence of fertilizer system on productivity of winter rape by different methods of tillage]. *Zbirnyk naukovykh pracj NNC "Instytut zemlerobstva NAAN" – Collection of scientific works of NSC "Institute of Agriculture NAAS"*, 4, 3–10 [in Ukrainian].
3. Rudyk, A., & Rudyk, N. (2019). Aghroekologhycheskye aspekty razmeshheniya y yspoljzovanyja ljna maslychnogho dvojnogho naznachenija v Ukrayne [Agroecological aspects of placement and use of flaxseed oil for dual use in Ukraine] *Elimy News is the Researching of Natural Sciences*. Lankaran, 1, pp. 114–121 [in Azerbaijan].
4. Kuznecova, Gh.N. (2004). Optymyzacyja myneralnogho pytanyja ljna maslychnogho v Juzhnoj Lesostepy Zapadnoj Sybry [Optimization of mineral nutrition of oil flax in the Southern Forest-Steppe of Western Siberia]. Extended abstract of candidate's thesis Omsk, pp. 18 [in Russian].
5. Shvab, S.B., & Myronchuk, V.P. (2007). Vrozhajnistj ljonu oljnogho zalezno vid norm vysivu nasinnja ta udobrennja [Yield of flax oil depending on sowing rates and fertilizers]. *Zemlerobstvo: mizhvid. temat. nauk. zb. – Agriculture: interdepartmental thematic scientific collection*. Kyiv : EKMO, 79, 110–114 [in Ukrainian].
6. Veshnivsja, Ju.S. (2011). Vplyv systemy udobrennja na strukturu ta vrozhajnistj sortiv ljonu oljnogho [Influence of fertilizer system on the structure and yield of oilseed flax varieties]. *Zbirnyk naukovykh pracj NNC "Instytut zemlerobstva NAAN" – Collection of scientific works of NSC "Institute of Agriculture NAAS"*, 3–4, 92–96 [in Ukrainian].
7. Makhova, T.V., & Poljakov, O.I. (2013). Vplyv aghropyjomiv vyroshhuvnnja na elementy produktyvnosti ta vrozhajnistj ljonu oljnogho sortu kinik [Influence of cultivation methods on the elements of productivity and yield of Kivik oilseed flax]. *Naukovo-tehnichnyj bjuletenj IOK NAAN. Zaporizhzhja: Dniprovskyj metalurgh*, 18, 113–117 [in Ukrainian].
8. Bidnyna, I.O. (2010). Produktyvnistj i jakistj ljonu oljnogho zalezno vid rivnja mineralnogho zhyvlennja v umovakh pivdnja Ukrainy [Productivity and quality of oilseed flax depending on the level of mineral nutrition in the conditions of southern Ukraine]. Extended abstract of candidate's thesis. Kharkiv, pp. 18 [in Ukrainian].
9. Mynkina, Gh.O. (1996). Aghrotekhnichni pryjomy vyroshhuvannja ljonu oljnogho pry zroshenni v umovakh pivdnja Ukrainy [Agrotechnical methods of growing oilseed flax under irrigation in the south of Ukraine]. Extended abstract of candidate's thesis. Kherson, pp. 21 [in Ukrainian].
10. Braghyn, A.M. (1968). Zavysymostj urozhaja ljna y kachstva ljnoproducty ot systemy udobrenija v sevooborote [Dependence of flax yield and quality of flax products on the fertilizer system in crop rotation]. *Aghrokhymyja – Agrochemistry*, 6, 61–65 [in Ukrainian].
11. Ghynzburgh, K.E., & Shheghlova, Gh.M. (1960). Opredelenye azota, fosfora y kalyja v rastytelnom materiale yz odnoj navesky [Determination of nitrogen, phosphorus and potassium in plant material from one sample]. *Pochvovedenye – Soil science*, 5, 100–105 [in Ukrainian].

REFERENCES:

1. Vasjuta, V.B., & Mormulj, V.V. (2013). Intensyfikacija silsijkoghospodarskjogho vyrobnyctva [Intensification of agricultural production]. *Efektivna ekonomika – Efficient economy*, 11 [in Ukrainian].

12. Cerlyng, V.V. (1990). *Dyaghnostyka pytanyja seljskokhozjajstvennykh kul'tur [Diagnosis of crop nutrition]*. Moskva : Aghropromyzdat, pp. 235 [in Russian].

13. Koshkyn, E.Y., Ghataulya, Gh.Gh., & Djjakov, A.B. (2005). *Chastnaja fyzyologhyja polevykh kul'tur [Private physiology of field crops]*. Moskva: Kolos, pp. 344 [in Russian].

14. Mosolov, Y.V. (1960). Fyzyologhycheskoe obosnovanye pytanyja rastenyj po fazam rosta y razvytyja. Pytanye rastenyj y prymerenye udobren [Physiological substantiation of plant nutrition by phases of growth and development. Plant nutrition and fertilizer application]. *Trudy VNIY udobreniy y aghropochvovedenija – Proceedings of the All-Russian Research Institute of Fertilizers and Agrosoil Science*, 36, 5-18 [in Ukrainian].

15. Belopukhov, S.L. (2002). K voprosu ob yzвлеcheny khymycheskykh элементov l'nom yz pochvy [On the question of extracting the chemical elements of flax from the soil]. *Yzvestyja Tymyrjazevskej s.-kh. Akademyy – Bulletin of the Timiryazev Agricultural Academy*, 34–40 [in Russian].

Рудік О.Л., Засць С.О., Онуфран Л.І. Особливості споживання елементів живлення льону олійного за різних умов вологозабезпечення в зоні сухого степу України

Робота спрямована на дослідження динаміки споживання азоту, фосфору та калію посівами льону олійного в умовах природного й штучного зволоження та зв'язку цих процесів із формуванням біологічної маси культури. Дослідження проведено в зоні сухого степу України в умовах Асканійської ДСГДС НААН. Рослинні зразки відбирали з інтервалом у десять діб після фази «повні сходи» у двох несуміжних повтореннях із площі 0,1 м² та досушували до постійної маси за температури 105 °С. Вміст азоту, фосфору та калію визначали в єдиній витяжці після мокрого спалювання за методом Гінзбурга з подальшим визначенням азоту за методом Кьельдаля, фосфору – за методом Мерфі-Райлі калориметрично на КФК-2, а калію – на полум'яному фотометрі. Обліку й аналізу підлягала тільки наземна частина рослин. Кореляційним аналізом встановлено високий ступінь залежності між біологічним поглинанням елементів і кількістю сухої R=0,94–0,98 наземної маси. Зрошення та підвищення фону мінерального живлення збільшує наземну масу рослин, унаслідок чого кількість спожитих елементів живлення зростає. На фоні внесення мінеральних добрив і зрошення внаслідок подовження періоду вегетації відбувалося зміщення періоду максимального споживання азоту на декаду. Максимальне зростання добового поглинання елементів живлення посівами льону олійного, відпо-

відно для незрошуваних і зрошуваних умов, відбувалося в проміжку 30–50 та 30–60 доба після сходів культури. Найбільшу кількість азоту (3,07 кг/га), фосфору (1,04 кг/га) і калію (2,57 кг/га) в незрошуваних умовах посіви льону споживали протягом четвертої декади, а в умовах зрошення відповідно, 3,23; 1,59 та 3,67 кг/га впродовж п'ятої декади після фази повних сходів.

Ключові слова: льон олійний, суха наземна маса, мінеральне живлення, зрошення, азот, фосфор, калій, динаміка споживання.

Rudik O.L., Zaiets S.O., Onufra L.I. Specifics of nutritient consumption by common flax under different moisture conditions in the area of the dry steppe of Ukraine

The study is aimed at examining the dynamics of nitrogen, phosphorous and potassium consumption by common flax crops under conditions of natural and artificial moistening and the relation of these processes to the formation of the crop biomass. The research conducted in the area of the dry steppe of Ukraine under conditions of Askaniia SARS of the NAAS. Plant samples were selected with the interval of 10 days after the stage of "complete shooting" in two non-adjacents replications from the area of 0.1 m² and dried to permanent weight under the temperature of 105 °C. Nitrogen, phosphorus and potassium contents were determined in a single extract after wet burning by Ginsburg's method with further measurement of nitrogen by Kjeldahl's method, phosphorus by Murphy-Riley's colorimetric method with the Photoelectric Colorimeter-2, and potassium – with a flame photometer. Only aboveground plant parts underwent registration and analysis. Correlation analysis made it possible to determine a high degree of correlation between biological consumption of the nutrients and the amount dry R=0.94–0.98 aboveground weight. Irrigation and an increase in mineral nutrition cause a rise in aboveground plant weight resulting in an increase in the amount of nutrients consumed. There was a shift in the period of maximum nitrogen consumption to 10 days as a consequence of the extended vegetation period against the background of application of mineral fertilizers and irrigation. An increase in nutrient consumption by common flax crops per day, for non-irrigated and irrigated conditions respectively, was within 30–50 and 30–60 days after the crop germination. The largest amount of nitrogen – 3.07 kg/h, phosphorus – 1.04 kg/ha and pottassium 2.57 kg/ha under non-irrigated conditions was consumed by the common flax crops during the fourth decade and under irrigation – 3.23; 1.59 and 3.67 kg/ha respectively during the fifth decade after the stage of "complete shooting".

Key words: common flax, dry aboveground weight, mineral nutrition, irrigation, nitrogen, phosphorus, potassium, consumption dynamics.

СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО

УДК 631.53.01:633.491:631.811.98

DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.1.12>

ІНДУКЦІЯ БУЛЬБОУТВОРЕННЯ КАРТОПЛІ В КУЛЬТУРІ *IN VITRO* ЗАЛЕЖНО ВІД ТРИВАЛОСТІ ФОТОПЕРІОДУ ТА РІВНЯ АЗОТНОГО ЖИВЛЕННЯ

Балашова Г.С. – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
<https://orcid.org/0000-0001-7023-621X>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Котова О.І. – науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0001-8970-5071>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Котов Б.С. – молодший науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0003-2369-7288>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Юзюк С.М. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0001-8761-642X>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Юзюк О.О. – науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0001-7785-1055>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Нетіс В.І. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
<https://orcid.org/0000-0002-4403-083X>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Насінництво картоплі (*Solanum tuberosum* L.) на півдні України базується на оздоровленій основі. Через вегетативне розмноження культури в бульбах накопичуються бактеріальні, грибні та вірусні інфекції, внаслідок негативної дії яких насінний матеріал втрачає продуктивність і вироджується через інфікування наступних поколінь. Сортооновлення в південно-східній частині України рекомендовано проводити через кожні 1–2 роки, адже сприятливі для патогенів погодні умови степової зони лише пришвидшують процес виродження [1–4].

Отже, ведення насінництва на півдні України неможливе без застосування біотехнологічного методу оздоровлення насіннєвого матеріалу та постійного вдосконалення цього процесу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Оптимізація процесу отримання оздоровленого насіннєвого матеріалу в контрольованих умовах *in vitro* проводиться завдяки правильно підбраному комплексу головних факторів впливу, таких як інтенсивність освітлення, рівень рН, температурний і світловий режими [4–7]. Мікро- та макросолі, рістрегулятори, вітаміни та інші речовини, що входять до складу живильних середовищ, мають обов'язково відповідати фізіологічним потребам рослин *in vitro* [8–11].

Численні дослідження показують, що кожен окремий сорт картоплі в умовах *in vitro* має власну унікальну реакцію на зміну умов вирощування [7; 12; 13].

Мета статті. Визначити оптимальний режим культивування картоплі *in vitro* середньораннього сорту Невська залежно від тривалості фотоперіоду та рівня азотного живлення задля збільшення виходу оздоровленого насіннєвого матеріалу.

Матеріали та методика досліджень. Для визначення найбільш оптимального режиму бульбоутворення в культурі *in vitro* середньораннього сорту картоплі Невська було проведено лабораторний дослід відповідно до загальноприйнятих методик [14–18]. На вивчення було поставлено такі фактори: А – тривалість фотоперіоду (10 та 16 годин); В – вміст азоту в живильному середовищі (повна та половина норми, без азоту). Живці рослин середньораннього сорту картоплі Невська вирощували на рідкому живильному середовищі Murashige, Skoog (MS) [19] за 10 та 16 годин освітлення на добу за температури 18–20 °С. На 20-й день живці переносили з живильного середовища з вмістом азоту 868 мг/л на розчин з ½ норми азоту (434 мг/л) та без азоту. Фотоперіод і температура зберігалися попередні.

Результати досліджень. Спостереження за ростом рослин та інтенсивністю бульбоутворення засвідчили, що кількість рослин із мікробульбами на двадцятий день спостережень на фоні десятигодинного фотоперіоду становила 2,9 %, а за шістнадцятигодинного – 0,4 %. Але вже на 40-й день цей показник становив відповідно 34,8 та 12,5 %, а на 60-й – 73,3 та 54,0 %. Загальна кількість мікробульб за весь період вегетації за десятигодинного фотоперіоду становила 97,1 %, шістнадцятигодинного – 97,3 %.

Встановлено, що додавання до живильного середовища повної норми азоту сприяло збільшенню формування кількості міжвузлів рослинами *in vitro* в перші 20 днів росту та розвитку на 5,8 %, а в 40-й і 60-й дні – на 18,3 та 12,1%, відповідно. Висота рослин при цьому була на 11,3–17,4 % більшою протягом усього строку культивування, ніж за відсутності азоту у складі живильного

Таблиця 1 – Вплив умов культивування на ріст, розвиток рослин *in vitro* середньораннього сорту картоплі Невська

Фотоперіод, год (фактор А)	Вміст азоту (фактор В)	Показники на день живцювання									Інтенсивність бульбоутворення, %
		20-й			40-й			60-й			
		висота рослин, см	кількість міжвузлів, шт.	кількість рослин із мікробульбами, %	висота рослин, см	кількість міжвузлів, шт.	кількість рослин із мікробульбами, %	висота рослин, см	кількість міжвузлів, шт.	кількість рослин із мікробульбами, %	
10	повна норма	4,1	3,4	4,4	5,5	5,0	39,4	6,2	5,6	73,0	94,3
	½ норми	3,5	3,0	3,4	4,3	4,0	37,1	5,1	4,9	71,5	98,7
	без азоту	3,1	2,8	0,8	4,0	3,5	27,8	4,4	4,5	75,4	98,3
16	повна норма	3,9	3,6	1,1	6,0	5,4	16,1	6,2	6,0	52,1	92,7
	½ норми	4,2	3,8	0,0	5,9	5,4	10,9	6,1	5,6	56,1	100,0
	без азоту	4,0	3,6	0,0	5,5	5,0	10,6	6,1	5,7	53,7	99,2

середовища. На 40-й день культивування під час додавання до живильного середовища повної норми азоту кількість рослин із мікробульбами становила 27,8 %, що на 30,8 % вище, ніж за культивування на живильному середовищі без азоту. Проте інтенсивність бульбоутворення під час додавання ½ норми азоту була найбільшою і становила 99,4 %.

У результаті кореляційно-регресійного аналізу зазначено щільний позитивний зв'язок між середньою масою мікробульби, масою і кількістю мікробульб на одну рослину та досліджуваними факторами, при цьому

коефіцієнти множинної кореляції (R) становили 0,977; 0,961 та 0,826, відповідно.

Встановлено, що тривалість фотоперіоду чинить високий прямий вплив на середню масу мікробульби та масу мікробульб на одну рослину (парні коефіцієнти кореляції при цьому становлять $r = -0,880 \pm 0,237$ та $0,807 \pm 0,295$, відповідно).

Аналіз даних свідчить, що за шістнадцятигодинного освітлення порівняно з десятигодинним у середньому збільшувалася маса мікробульби на 21,1 %, а маса бульб з однієї рослини – на 26,0 % (табл. 2).

Таблиця 2 – Вплив тривалості фотоперіоду та рівня азотного живлення на продуктивність рослин картоплі середньораннього сорту Невська в культурі *in vitro*

Фотоперіод, год (фактор А)	Вміст азоту (фактор В)	Середня маса мікробульби, мг	Маса мікробульб, мг/рослину
10	повна норма	172,7	163,9
	½ норми	204,8	211,8
	без азоту	201,3	213,7
16	повна норма	226,7	227,0
	½ норми	247,6	283,2
	без азоту	259,0	286,4
Індекс множинної кореляції (R)		0,977	0,961
HIP ₀₅ , мг	А	11,3	9,7
	В	7,7	6,0

Варто зазначити, що між кількістю азоту в живильному середовищі та показниками продуктивності встановлено середній обернений парний зв'язок, тобто під час додавання до складу середовища повної норми азоту середня маса мікробульби, маса та кількість мікробульб на одну рослину знижувалась на 14,2; 23,3 та 18,2 % відповідно, при цьому коефіцієнти парної кореляції становили $-0,425 \pm 0,453$; $-0,521 \pm 0,427$ та $-0,640 \pm 0,384$.

Кількість утворених мікробульб на одну рослину у розрізі досліду коливалась у межах від 0,9 до 1,2 шт. із найбільшим значенням, зафіксованим під час куль-

тивування на живильному середовищі з додаванням ½ норми азоту за 16-ти годинного фотоперіоду (рис. 1).

Висновки. Максимальну продуктивність під час визначення оптимальних елементів технології вирощування мікробульб середньораннього сорту картоплі Невська в культурі *in vitro* отримано під час тривалості освітлення в 16 годин за культивування на середовищі з половинною нормою азоту. Кількість мікробульб на одну рослину при цьому становила 1,2 шт., маса середньої мікробульби – 247,6 мг, маса мікробульб на одну рослину – 283,2 мг.



Рис. 1. Формування мікробульб картоплі рослинами *in vitro* залежно від фотоперіоду та рівня азотного живлення, шт

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бондарчук А.А. Наукове забезпечення виробництва картоплі в Україні. *Картоплярство*. 2004. № 33. С. 3–9.
2. Балашова Г.С. Насінництво картоплі за дво-врожайної культури в умовах Степу України. *Картоплярство*. 2012. № 41. С. 64–69.
3. Бугаєва І.П., Сніговий В.С. Культура картоплі на півдні України : монографія. Херсон : Видавництво ХДПУ, 2002. 176 с.
4. Кушнір Г.П. Мікроклональне розмноження рослин : монографія. Київ : Наукова думка, 2005. 271 с.
5. Aksenova M. P., Konstantinova T.N., Lozhnikova V.N., Golyanovskaya S.A., Sergeeva L.I. Interaction between day length and phytohormones in the control of potato (*Solanum tuberosum* L.) tuberization in the *in vitro* culture. *Russian Journal of Plant Physiology*. 2009. Vol. 56 (4). P. 454–461.
6. Балашова Г.С. Влияние температуры, фотопериода и концентрации микросолей в питательной среде на продуктивность картофеля в культуре *in vitro*. *Молодой ученый*. 2015. № 14. С. 675–678.
7. Mahmoud O., Nazarian F., Struik P.C. Effects of temperature fluctuation during *in vitro* phase on *in vitro* microtuber production in different cultivars of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Plant cell, tissue and organ culture (PCTOC)*. 2009. Vol. 98 (2). P. 213–2018.
8. Shambhu P.D., Lim H.T. Microtuberization of potato (*Solanum tuberosum* L.) as Influenced by supplementary nutrients, plant growth regulators, and *in vitro* culture conditions. *Potato Research*. 2012. Vol. 55 (2). P. 97–108.
9. Khalil M.M., El Aal. Abd A.M.H., Samy M.M. Growth Improvement of Potato Plants Produced from Tissue Culture. *Middle East Journal of Agriculture Research*. 2016. Vol. 5 (4). P. 666–671.
10. Рябцева Т.В., Куликова В.И., Ходаева В.П. Оценка питательных сред при размножении сортов картофеля *in vitro*. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2017. № 12 (66). С. 134–137.
11. Gülsün E.V., Ozsan T., Gozen V., and Onus A.N. *In vitro* micro tuber formation in potato (*Solanum tuberosum*

L.): is there any Relation between Methyl Jasmonate, Sugars, and Explants. *International Journal of Biotech Trends and Technology*. 2018. Vol. 8 (1). P. 1–8.

12. Elkazzaz A. Micropropagation of four potato cultivars *in vitro*. *Academia Journal of Agricultural Research*. 2015. Vol. 3 (9). P. 184–188.

13. Salem J., Hassanein A.M. *In vitro* propagation, microtuberization, and molecular characterization of three potato cultivars. *Biologia Plantarum*. 2017. Vol. 61(3). P. 427–435.

14. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Балашова Г.С. та ін. Оздоровлення картоплі в культурі *in vitro* : науково-методичні рекомендації. Херсон, 2013. 20 с.

15. Куценко В.С., Осипчук А.А., Подгаєцький А.А. та ін. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею. Немішаєве, 2002. 183 с.

16. Трофимец Л.Н. Биотехнология в картофелеводстве. Москва, 1989. 45 с.

17. Оптимизация приемов оздоровления, размножения и защиты семенного картофеля от вирусной инфекции : метод. указания. Минск, 1996. 16 с.

18. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Мальячук М.П. та ін. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Херсон, 2014. 286 с.

19. Murashige T., Skoog F.A. Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiologia Plantarum*. 1962. Vol. 1 (3). P. 473–497.

REFERENCES:

1. Bondarchuk, A.A. (2004). Naukove zabezpechennia vyrobnytstva kartopli v Ukraini [Scientific support for potato production in Ukraine]. *Kartopliarstvo – Potato growing*, 33, 3-9 [in Ukrainian].
2. Balashova, H.S. (2012). Nasinnystvo kartopli za dvovrozhainoi kultury v umovakh Stepu Ukrainy [Seed production of potatoes in a double-crop culture under the conditions of the Ukrainian Steppe]. *Kartopliarstvo – Potatoes*, 41, 64-69 [in Ukrainian].
3. Buhaiieva, I.P., & Snihovyi, V.S. (2002). *Kultura kartopli na pivdni Ukrainy* [Culture of potato in the south of Ukraine]. Kherson: Kherson State Pedagogical University [in Ukrainian].

4. Kushnir, G.P., & Sarnatska, V.V. (2005). *Mikroklonalne rozmnozhenia roslyn [Microclonal propagation of plants]*. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].
 5. Aksenova, M.P., Konstantinova, T.N., Lozhnikova, V.N., Golyanovskaya, S.A., & Sergeeva, L.I. (2009). Interaction between day length and phytohormones in the control of potato (*Solanum tuberosum* L.) tuberization in the *in vitro* culture. *Russian Journal of Plant Physiology*, 56(4), 454-461 [in English].
 6. Balashova, H.S. (2015). Vliyanie temperatury, fotoperioda i kontsentratsii mikrosoley v pitatelnoy srede na produktivnost kartofelya v kulture in vitro [The effect of temperature, photoperiod and the concentration of micronized salts in the nutrient medium on the productivity of potatoes in *in vitro* culture]. *Kazan: Molodoy ucheniy – Young scientist*, 14, 675-678 [in Russian].
 7. Mahmoud, O., Nazarian, F., & Struik, P.C. (2009). Effects of temperature fluctuation during *in vitro* phase on *in vitro* microtuber production in different cultivars of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Plant cell, tissue and organ culture (PCTOC)*, 98(2), 213-2018 [in English].
 8. Shambhu, P.D., & Lim, H.T. (2012). Microtuberization of potato (*Solanum tuberosum* L.) as Influenced by supplementary nutrients, plant growth regulators, and *in vitro* culture conditions. *Potato Research*, 55(2), 97-108 [in English].
 9. Khalil, M.M., El Aal. Abd, A.M.H., & Samy, M.M. (2016). Growth Improvement of Potato Plants (*Solanum tuberosum* L.) Produced from Tissue Culture. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 5(4), 666-671 [in English].
 10. Riabtseva, T.V., Kulykova, V.Y., & Khodaeva, V.P. (2017). Otsenka pytatelnukh sred pry razmnzheniy sortov kartofelia in vitro [Assessment of nutrient media during the propagation of potato varieties in *in vitro* conditions]. *Mezhdunarodnui nauchno-yssledovatel'skiy zhurnal – International Research Journal*, 66, 134-137 [in Russian].
 11. Gülsün, E.V., Ozsan, T., Gozen, V., & Onus, A.N. (2018). *In vitro* micro tuber formation in potato (*Solanum tuberosum* L.): is there any Relation between Methyl Jasmonate, Sugars, and Explants. *International Journal of Biotech Trends and Technology*, 8(1), 1-8 [in English].
 12. Elkazzaz, A. (2015). Micropropagation of four potato cultivars *in vitro*. *Academia Journal of Agricultural Research*, 3(9), 184-188 [in English].
 13. Salem, J., Hassanein, A.M. (2017). *In vitro* propagation, microtuberization, and molecular characterization of three potato cultivars. *Biologia Plantarum*, 61(3), 427-435 [in English].
 14. Vozhehova, R.A., Lavrynenko, Yu.O., Balashova, H.S., Chernychenko, I.I., Chernychenko, O.O., & Kotova, O.I. (2013). *Ozdrovliennia kartopli v kulturi in vitro: naukovometodychni rekomendatsii [Improvement of potatoes in *in vitro* culture: scientific and methodological recommendations]*. Kherson: Institute of irrigated agriculture of NAAS [in Ukrainian].
 15. Kutsenko, V.S., Osypchuk, A.A., Podhaietskyi, A.A., Kononuchenko, V.V., Bugaeva, E.P., & Vermenko, Yu.Ya. et al. (2002). *Metodychni rekomendatsii shchodo provedennia doslidzhen z kartopleiu [Methodical recommendations for research with potatoes]*. Nemeshaevo [in Ukrainian].
 16. Trofymets, L.N. (1989). *Byotekhnolohiya v kartofelevodstve [Biotechnology in potato production]*. Moskva [in Russian].
 17. Optymyzatsiya pryemov ozdorovleniya, razmnzheniya y zashchytu semennoho kartofelia ot vyusnoi ynfektsyy. (1996). [Optimization of methods for improving, multiplying and protecting seed potatoes from viral infection]. Mynsk [in Russian].
 18. Vozhehova, R.A., Lavrynenko, Yu.O., Maliarchuk, M.P., Gusev, M.G., Netis, I.T., & Kokovihin, C.V. et al. (2014). *Metodyka polovykh i laboratornykh doslidzhen na zroshuvanykh zemliakh [Methods of field and laboratory research on irrigated lands]*. Kherson: Institute of irrigated agriculture of NAAS [in Ukrainian].
 19. Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiologia Plantarum*, 15(3), 473-497 [in English].
- Балашова Г.С., Котова О.І., Котов Б.С., Юзюк С.М., Юзюк О.О., Нетіс В.І. Індукція бульбоутворення картоплі в культурі *in vitro* залежно від тривалості фотоперіоду та рівня азотного живлення**
- Мета.** Визначити оптимальний режим культивування картоплі *in vitro* середньораннього сорту Невська залежно від тривалості фотоперіоду та рівня азотного живлення задля збільшення виходу оздоровленого насіннєвого матеріалу. **Методи:** комплексне використання лабораторного, математично-статистичного, розрахунково-порівняльного методів та системного аналізу. **Результати.** Наведено експериментальні дані щодо впливу тривалості фотоперіоду та рівня азотного живлення на ріст, розвиток і продуктивність картоплі *in vitro* середньораннього сорту Невська. Спостереження за ростом рослин та інтенсивністю бульбоутворення засвідчили, що кількість рослин із мікробульбами на двадцятий день спостережень на фоні десятигодинного фотоперіоду становила 2,9 %, а за шістнадцятигодинного – 0,4 %. Але вже на 40-й день цей показник становив відповідно 34,8 та 12,5 %, а на 60-й – 73,3 та 54,0 %. Встановлено, що додавання до живильного середовища повної норми азоту сприяло збільшенню формування кількості міжвузлів рослинами *in vitro* в перші 20 днів росту та розвитку на 5,8 %, а в 40-й і 60-й дні – на 18,3 та 12,1 %, відповідно. Висота рослин при цьому була на 11,3–17,4 % більшою протягом усього строку культивування, ніж за відсутності азоту у складі живильного середовища. Проте інтенсивність бульбоутворення під час додавання ½ норми азоту була найбільшою і становила 99,4 %. Аналіз даних свідчить, що за шістнадцятигодинного освітлення порівняно з десятигодинним у середньому збільшувалася маса мікробульби на 21,1 %, а маса бульб з однієї рослини – на 26,0 %. Кількість утворених мікробульб на одну рослину у розрізі досліду коливалась у межах від 0,9 до 1,2 шт. із найбільшим значенням, зафіксованим під час культивування на живильному середовищі з додаванням ½ норми азоту при 16-ти годинному фотоперіоді. **Висновки.** Максимальну продуктивність під час визначення оптимальних елементів технології вирощування мікробульб

середньораннього сорту картоплі Невська в культурі *in vitro* отримано за тривалості освітлення в 16 годин за культивування на середовищі із половинною нормою азоту. Кількість мікробульб на одну рослину при цьому становила 1,2 шт., маса середньої мікробульби – 247,6 мг, маса мікробульб на одну рослину – 283,2 мг.

Ключові слова: насіннєвий матеріал, мікробульба, продуктивність, режим культивування, живильне середовище.

Balashova G.S., Kotova E.I., Kotov B.S., Yuzyuk S.M., Yuzyuk O.O., Netis V.I. The intensity of potato tuberization *in vitro* depending on the duration of the photoperiod and level of nitrogen nutrition

Purpose. To determine the most optimal regime of the middle-ripening potato variety Nevskaya tuberization *in vitro* depending on the duration of the photoperiod and level of nitrogen nutrition to increase the yield of healthy seed material. **Methods:** comprehensive use of laboratory, mathematical-statistical, computational-comparative methods and system analysis. **Results.** The experimental data are presented the effect of the duration of the photoperiod and level of nitrogen nutrition on the growth, development and productivity of potatoes *in vitro* of the mid early-season variety Nevskaya. Observation of plant growth and tuberization rate showed that the number of plants with micro-tubers on the twentieth day of observations against the background of a ten-hour photoperiod was 2.9 %, and for a sixteen-hour period – 0.4 %. But already on

the 40th day, this figure was 34.8 and 12.5 %, respectively, and on the 60th – 73.3 and 54.0 %. It was established that the addition of a full norm of nitrogen to the nutrient medium contributed to an increase in the formation of the number of internodes by plants *in vitro* in the first 20 days of growth and development by 5.8 %, and in the 40th and 60th days – by 18.3 and 12.1 %, respectively. The plant height was 11.3–17.4 % greater during the entire cultivation period than in the absence of nitrogen in the nutrient medium. However, the intensity of tuberization with the addition of ½ norm of nitrogen was the highest and amounted to 99.4 %. An analysis of the data shows that under sixteen-hour illumination, on average, the weight of micro-tubers increased by 21.1 % compared to ten hours, and the weight of tubers from one plant increased by 26.0 %. The number of formed micro-tubers per plant in the context of the experiment ranged from 0.9 to 1.2 pcs. with the highest value recorded during cultivation on a nutrient medium with the addition of ½ norm of nitrogen at a 16-hour photoperiod. **Conclusions.** The maximum productivity of the investments at the determination of the optimum elements of growing technology of microtubers of the middle-ripening potato variety Nevskaya *in vitro* culture was obtained at the illumination of 16 hours, on the medium with a half of the norm of nitrogen. The number of microtubers per plant – 1.2 pc., the mass of an average microtuber – 247.6 mg, the mass of the microtubers per plant – 283.2 mg.

Key words: seed material, micro-tubers, productivity, cultivation mode, nutrient medium.

ПРОДУКТИВНІСТЬ НАСІННЄВОЇ КАРТОПЛІ ЗА РАНЬОГО ЗБИРАННЯ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Вожегова Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
член-кореспондент Національної академії аграрних наук України
<https://orcid.org/0000-0002-3895-5633>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

Балашова Г.С. – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
<https://orcid.org/0000-0001-7023-621X>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

Бояркіна Л.В. – кандидат сільськогосподарських наук
<https://orcid.org/0000-0002-6605-8411>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Картопля має тривалий вегетаційний період, протягом якого вона засвоює з ґрунту значно більше поживних речовин, ніж інші культури. На формування 10 т картоплі потрібно 40–60 кг д. р. азоту, 15–20 – фосфору, 70–90 – калію, 20–40 – сірки, 10–25 – магнію, 25–50 кг д. р. кальцію й низки мікроелементів. З урожаєм 20 т/га бульб і відповідною кількістю картоплиння вона виносить із ґрунту 100 кг азоту, 30 фосфору і 140 кг калію. Варто зазначити, що коренева система картоплі здатна засвоювати з ґрунту калію більше, ніж інші культури [9].

На сучасному етапі використовують переважно комбіновані комплексні тукоsumиші: нітрофоска, нітроаммофоска, амофос та інші. Важливим завданням у галузі картоплярства є розроблення способів підвищення ефективності дії мінеральних добрив за зменшених норм застосування. У підвищенні ефективності мінеральних добрив важливу роль відіграє також спосіб їх внесення у ґрунт [2]. Цього можливо досягти внесенням мінеральних добрив локальним способом. За локального способу внесення добрив також істотно знижується перехід поживних речовин добрив у ґрунті в недоступну для рослин форму [3; 4].

Дослідженнями, проведеними науковцями в різних ґрунтово-кліматичних умовах, доведено, що добрива, сприяючи підвищенню врожайності, одночасно можуть поліпшувати або погіршувати якість бульб. Велика частка вартості мінеральних добрив у структурі собівартості картоплі (19–21 %) потребує постійного пошуку нових способів здешевлення продукції. Відомо, що локальне внесення мінеральних добрив із дозою, зменшеною наполовину, дає змогу одержати практично такий самий урожай картоплі, що і за повної дози внесення з розкид добрив [1; 5; 9].

Однією з умов для отримання високих урожаїв насінневої картоплі є використання відповідної густоти рослин на одиниці площі. У степовій зоні на зрошенні бульби масою 50–80 г рекомендовано висаджувати з густотою 50–55 тис./га. Результатами попередніх досліджень встановлено, що оптимальна густота стеблостою, яка забезпечує максимальну урожайність, є індивідуальною для кожного окремо взятого сорту [6].

Метою статті – визначити оптимальний рівень мінерального живлення за локального внесення комп-

лексного добрива на продуктивність раннього сорту Кобза за весняного садіння і раннього збирання. Особливий інтерес був до визначення оптимальних умов живлення рослин картоплі в поєднанні з густотою садіння бульб.

Завдання і методика досліджень. Польові дослідження виконувались на зрошуваних землях Інституту зрошувального землеробства НААН у зоні дії Інгулецької зрошувальної системи. Ґрунт дослідної ділянки – темно-каштановий слабосолонцюватий середньосуглинковий, вміст гумусу в орному шарі – 2,1 %, рН водної витяжки – 7,3, найменша вологоємність (НВ) – 22,3 %, вологість в'янення – 9,7 %, щільність складення будови ґрунту – 1,41 т/м³. Проведення польового дослідження супроводжувалось комплексом супутніх досліджень – облік, вимірювань і спостережень за ростом і розвитком рослин, агрохімічними та агрофізичними аналізами зразків ґрунту і рослин із використанням загальнови-знаних в Україні методик і методичних рекомендацій [7; 8]. Досліджувались фактори: А – густота садіння – 42,8, 57,1 та 71,4 тис. шт./га, Б – фон живлення: контроль (без добрив), N₃₀P₃₀K₃₀, N₆₀P₆₀K₆₀, N₉₀P₉₀K₉₀, N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀. Агротехніка в досліді, крім досліджуваних факторів, загальноприйнята для зрошуваних земель півдня України. Ділянки дворядкові, в кожному рядку згідно зі схемою 13, 20, 26 бульб за площі живлення 70x35, 70x24, 70x18 см. Повторність чотириразова. Облік урожаю проводили за раннього збирання.

Результати досліджень. Аналіз обліку врожаю показав, що в середньому за три роки досліджень найменший урожай було зафіксовано на варіанті з найменшою густотою садіння (42,8 тис. шт./га) без добрив – 12,39 т/га. Найбільший економічно виправданий урожай бульб під час раннього збирання отримано під час застосування норми садіння 71,4 тис. шт./га і внесення 60 кг/га NPK – 21,42 т/га. Подальше підвищення дози внесення добрив істотно не збільшує урожай бульб.

Зі збільшенням густоти садіння бульб спостерігали підвищення врожаю. Якщо густоту садіння збільшували на 25 і 40 %, то середня різниця врожайності бульб між варіантами з найменшою (42,8 тис. шт./га) і найбільшою (71,4 тис. шт./га) густотою садіння становила 15,8 % (табл. 1).

Таблиця 1 – Урожайність бульб картоплі залежно від норм добрив і густоти садіння, т/га

Фон живлення (фактор В)	Густота садіння, тис. шт./га (фактор А)			Середнє за фактором В
	42,8	57,1	71,4	
	Урожайність, т/га			
Без добрив	12,39	12,69	13,66	12,91
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	15,51	16,91	18,33	16,87
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	17,65	18,74	21,42	19,29
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	18,05	19,24	21,47	19,56
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	16,71	17,08	20,50	18,07
Середнє за фактором А	16,04	16,88	19,09	

НІР₀₅ для окремих відмін, т/га: А 2,73; В 1,68

Простежується залежність урожайності бульб від фону живлення. За результатами досліджень визначено, що найменший урожай незалежно від густоти садіння був на контрольному варіанті (без добрив) і становив 12,91 т/га. Під час внесення добрив у дозі 60 кг/га NPK в середньому за фактором було одержано максимальний економічно виправданий уро-

жай – 19,29 т/га. Подальше підвищення дози внесення добрив істотно не впливає на продуктивність ранньої картоплі. Середня різниця з контролем (без добрив) та фоном удобрення N₉₀P₉₀K₉₀ становила 34 %. Подальше підвищення дози внесення добрив з 90 до 120 кг/га NPK зменшувало врожай бульб у середньому на 1,49 т/га (7,7 %).

Результати дисперсійного аналізу вказують на сильний зв'язок між показником урожайності картоплі сорту Кобза та досліджуваними факторами (R = 0,802). Коефіцієнт детермінації (R² = 0,644) свідчить про те, що врожайність картоплі залежить від впливу досліджуваних факторів на 64,4 %. Парні коефіцієнти кореляції підтверджують попереднє припущення стосовно значного впливу на формування врожаю фону живлення (r = 0,667±0,207). Густота садіння чинить помірний вплив (r = 0,445±0,248) на вказаний показник.

Кількість бульб під кущем була найбільшою за найменшої густоти садіння (42,8 тис. шт./га) та на фоні N₉₀P₉₀K₉₀ і становила 9,0 шт./кущ, а найменша їхня кількість – 4,5 шт./кущ була зафіксована на варіанті без добрив і найбільш загущеному фоні – 71,4 тис. шт./га (рис. 1).

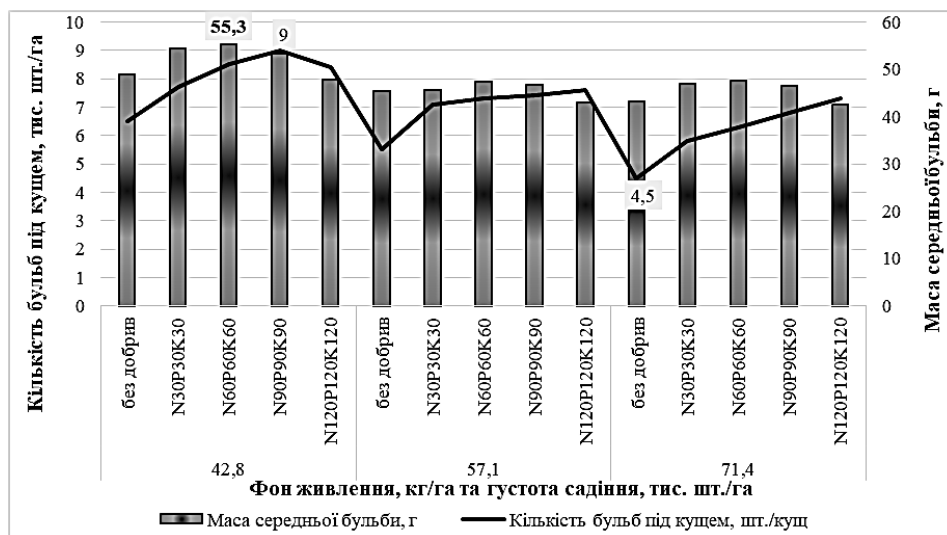


Рис. 1. Структура врожаю картоплі весняного садіння та раннього збирання залежно від густоти садіння і норм добрив

У міру збільшення густоти садіння формувалась менша кількість бульб під кущем. Кількість сформованих бульб від загущення посадки до 57,1 тис. шт./га та 71,4 тис. шт./га зменшилась на 13 і 23,4 %, відповідно.

Внесення добрив дало змогу підвищити продуктивність однієї рослини. Зокрема, порівняно з неудобреними варіантами за густоти садіння 42,8 тис. шт./га кількість бульб під кущем збільшувалася на 15,6 % під час внесення N₃₀P₃₀K₃₀ до 22,6 % на фоні N₉₀P₉₀K₉₀, а за густоти садіння 57,1 тис. шт./га кількість бульб під кущем збільшувалася на 22,5 % під час внесення N₃₀P₃₀K₃₀ до 26,6 % на фоні N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ та за густоти садіння 71,4 тис. шт./га різниця між варіантами без добрив і N₃₀P₃₀K₃₀ становила 22,4 %, а на фоні N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ зросла до 38,4 %.

Множинний коефіцієнт кореляції вказує на досить сильний зв'язок між досліджуваними факторами та формуванням загальної кількості бульб під кущем: R = 0,935. Висока залежність варіативності показників загальної кількості бульб під кущем від загущеності посадки виражена коефіцієнтом детермінації R² = 0,875. Обернено-пропорційний парний коефіцієнт кореляції залежності формування загальної кількості бульб під кущем від густоти садіння картоплі (r = -0,663±0,208) є додатковим підтвердженням тенденції до зменшення кількості бульб від збільшення густоти їх садіння. Парний коефіцієнт кореляції (r = 0,660±0,208) відображає високу прямо пропорційну залежність досліджуваного показника від фону живлення картоплі.

Відмінності показника маси бульб більшою мірою залежали від густоти садіння. Середній показник загальної маси бульб був найвищим за найменшої загущеності посадки (42,8 тис. шт./га) і становив 51,9 г. Під час збільшення густоти садіння до 57,1 та 71,4 тис. шт./га маса середньої бульби зменшилася на 14,3 та 13,9 % відповідно. Різниця між показниками маси бульб на варіантах із густотою садіння до 57,1 та 71,4 тис. шт./га вважається несуттєвою.

На фоні живлення $N_{60}P_{60}K_{60}$ було зафіксовано найбільшу масу середньої бульби на всіх варіантах густоти садіння (42,8 тис. шт./га – 55,3 г; 57,1–47,4 та 71,4 тис. шт./га – 47,6 г). За результатами кореляційно-регресійного аналізу зв'язок між показником маси бульб і досліджуваними факторами значний ($R = 0,568$). Залежність варіативності показників маси бульб, виражену коефіцієнтом детермінації, можна вважати помірною ($R^2 = 0,323$). Обернено-пропорційний парний коефіцієнт кореляції залежності формування маси бульб від густоти садіння картоплі ($r = -0,703 \pm 0,097$) є додатковим підтвердженням тенденції щодо зменшення маси бульб залежно від збільшення густоти їх садіння. Парний коефіцієнт кореляції ($r = -0,105 \pm 0,276$) відображає слабку обернено-пропорційну залежність досліджуваного показника від фону живлення картоплі.

Аналіз показників економічної ефективності за різної густоти садіння та застосування локального внесення різних доз добрив під картоплю раннього збирання показав, що вирощування насіннєвого матеріалу на всіх варіантах було рентабельним. Проте додаткові витрати на насіннєвий матеріал знизили прибутковість на варіантах без внесення добрив (табл. 2).

Так, під час збільшення норми садіння до 57,1 тис. бульб/га без застосування добрив було одержано найменший умовно чистий прибуток – 43,37 тис. грн/га, а збільшення норми до 71,4 тис. (20 %) не забезпечило суттєвого підвищення прибутку, який становив 44,59 тис. грн/га, або зріс на 2,7 %. Застосування добрив у дозі 30 кг/га NPK збільшує витрати на виробництво на 6,64 тис. грн/га, водночас ціна додаткової продукції становила 24,96 тис. грн, і чистий прибуток 20,92 тис. грн/га.

За рівнем чистого прибутку під час виробництва насіннєвого матеріалу вищих репродукцій найкращий результат отримано під час застосування норми садіння 71,4 тис. бульб на 1 га і норми внесення добрив 60 кг/га NPK – 97,8 тис. грн/га.

Висновки. Максимальну продуктивність і віддачу капіталовкладень під час визначення оптимальних елементів технології вирощування насіннєвої картоплі вищих категорій за весняного садіння і раннього збирання отримано під час застосування густоти садіння 71,4 тис. бульб на 1 га та локального внесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$. Урожайність при цьому становила 21,42 т/га, умовний чистий прибуток – 97,8 тис. грн/га, собівартість одиниці продукції – 3,43 тис. грн/т, рентабельність – 133 %.

Таблиця 2 – Економічна ефективність застосування норм садіння картоплі за різного фону інерального живлення картоплі за весняного садіння та раннього збирання

Густота садіння	Фон живлення	Урожайність, т/га	Середня собівартість, тис. грн/т	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Рентабельність, %
42,8	без добрив	12,39	4,19	47,16	91
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	15,51	3,61	68,08	122
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	17,65	3,37	81,69	137
	$N_{90}P_{90}K_{90}$	18,05	3,44	82,29	132
	$N_{120}P_{120}K_{120}$	16,71	3,82	69,90	110
57,1	без добрив	12,69	4,58	43,37	75
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	16,91	3,71	72,52	116
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	18,74	3,53	83,80	127
	$N_{90}P_{90}K_{90}$	19,24	3,57	85,16	124
	$N_{120}P_{120}K_{120}$	17,08	4,10	66,63	95
71,4	без добрив	13,66	4,74	44,59	69
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	18,33	3,54	70,67	93
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	21,42	3,43	97,80	133
	$N_{90}P_{90}K_{90}$	21,47	3,54	95,79	126
	$N_{120}P_{120}K_{120}$	20,50	3,80	86,16	111

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив і пестицидів: монографія / В.П. Патики, Н.А. Макаренко, Л.І. Моклячук та ін.; за ред. В.П. Патики. Київ : Основа, 2005. 300 с.
2. Бондарчук А.А. Наукові основи насінництва картоплі в Україні : монографія. Біла Церква, 2010. 400 с.
3. Вильдфлуш И.Р. Локальное внесение удобрений – одно из главных средств рационального и экономного использования минеральных удобрений : *Агрохимия*. 1996. Вып. 10. С. 132–141.
4. Власенко М.Ю., Руденко Г.С. Вплив різних норм мінеральних добрив на вміст на врожайність і якість нових сортів картоплі. *Картоплярство*. Вип. 18. Київ : Урожай, 1987. С. 40–42.
5. Вишневська О. Картопля: сортозаміна та сортооновлення. *Пропозиція*. Київ : ТОВ «Компанія «Юнівест Маркетинг», 2017. № 1. С. 126–128.
6. Куценко В. С. Формування оптимальної густоти насаджень картоплі різного господарського призначення. *Картоплярство*. Київ, 1997. Вип. 27. С. 34–39.
7. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / Р.А. Вожегова, Ю.О. Лавриненко, М.П. Малярчук та ін.; за ред. Р.А. Вожегової. Херсон, 2014. 286 с.
8. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / підгот. В.С. Куценко, А.А. Осипчук, А.А. Подгасцький та ін. Немішаєве, 2002. 183 с.
9. Рослинництво : підручник / В.В. Базалій, О.І. Зінченко, Ю.О. Лавриненко, В.Н. Салатенко,

С.В. Коковіхін, Є.О. Домарацький; за ред. В.В. Базалія, О.І. Зінченка, Ю.О. Лавриненка. Херсон : Гринь Д.С., 2014. 461 с.

10. Технологічний регламент вирощування картоплі : рекомендації. Мінагрополітики України, Ін-т картоплярства УААН. Немішаєве, 2007. 15 с.

REFERENCES:

1. Patyka, V.P., Makarenko, N.A., & Moklyachuk, L.I. et al. (2005). *Ahroekolohichna otsinka mineral'nykh dobryv i pestytsydiv [Agroecological assessment of mineral fertilizers and pesticides]*. Kyiv : Osnova [in Ukrainian].
2. Bondarchuk, A.A. (2010). *Naukovi osnovy nasynnystva kartopli v Ukrayini [Scientific bases of potato seed production in Ukraine]*. Bila Tserkva [in Ukrainian].
3. Vyl'dflush, Y.R. (1996). Lokal'noe vnesenye udobrenny – odno yz glavnykh sredstv ratsyonal'noho y ékonomnoho yspolzovanyya myneral'nykh udobrenny [Local application of fertilizers – one of the main means of rational and economical use of mineral fertilizers]. *Ahrokhimiya – Agrochemistry*, 10, 132-141. Moscow [in Russian].
4. Vlasenko, M.Yu., & Rudenko, H.S. (1987). Vplyv riznykh norm mineral'nykh dobryv na vmist na vrozhaynist' i yakist' novykh sortiv kartopli [Influence of different norms of mineral fertilizers on the content on the yield and quality of new varieties of potatoes]. *Kartoplyarstvo – Potato growing*, 18, 40-42. Kyiv : Urozhay [in Ukrainian].
5. Vyshnevs'ka, O. (2017). Kartoplya: sortozamina ta sortoonovlennya [Potatoes: variety replacement and variety update]. *Propozytsiya – Proposition*, 1, 126-128. Kyiv: TOV "Kompaniya "Yunivest Marketynh" [in Ukrainian].
6. Kutsenko, V.S. (1997). Formuvannya optymal'noyi hustoty nasadzen' kartopli riznoho hospodars'koho pryznachennya [Formation of optimal density of potato plantations for different economic purposes]. *Kartoplyarstvo – Potato growing*, 27, 34-39. Kyiv: Urozhay [in Ukrainian].
7. Vozhehova, R.A., Lavrynenko, Yu.O., & Malyarchuk, M.P. et al. (2014). *Metodyka pol'ovykh i laboratornykh doslidzhen' na zroshuvanykh zemlyakh [Methods of field and laboratory research on irrigated lands]*. Kherson. [in Ukrainian].
8. Kutsenko, V.S., Osypchuk, A.A., & Podhayets'kyi, A.A. et al. (2002). *Metodychni rekomendatsiyi shchodo provedennya doslidzhen' z kartopleyu [Methodical recommendations for research with potatoes]*. Nemishayeve. [in Ukrainian].
9. Bazaliy, V.V., Zinchenko, O.I., & Lavrynenko, Yu.O. et al. (2014). *Roslynnytstvo : pidruchnyk [Crop production: Textbook]*. Kherson : Hrin' D.S. [in Ukrainian].
10. *Tekhnolohichnyy rehlement vyroshchuvannya kartopli [Technological regulations for growing potatoes]*. (2007). Nemishayeve [in Ukrainian].

Вожегова Р.А., Балашова Г.С., Бояркіна Л.В.
Продуктивність насіннєвої картоплі за раннього збирання в умовах півдня України

Мета досліджень. Визначити оптимальний рівень мінерального живлення за локального внесення комп-

лексного добрива в поєднанні з густотою садіння бульб на продуктивність раннього сорту Кобза за весняного садіння і раннього збирання. **Матеріали та методика досліджень.** Польові дослідження виконувались на зрошуваних землях Інституту зрошувального землеробства НААН в зоні дії Інгулецької зрошувальної системи. Досліджувались фактори: А – густина садіння – 42,8, 57,1 та 71,4 тис. шт./га, Б – фон живлення: контроль (без добрив), $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$, $N_{120}P_{120}K_{120}$. Агротехніка в досліді, крім досліджуваних факторів, загальноприйнята для зрошуваних земель півдня України. **За результатами досліджень** із вирощування насіннєвої картоплі вищих категорій за весняного садіння і раннього збирання рекомендовано застосовувати густоту садіння 71,4 тис. бульб на 1 га та локальне внесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$. Урожайність при цьому становить 21,42 т/га, умовний чистий прибуток – 97,8 тис. грн/га, собівартість одиниці продукції – 3,43 тис. грн/т, рентабельність – 133 %. Вплив фону живлення для більшості показників продуктивності, згідно з результатами кореляційно-регресійного аналізу, виявився більш суттєвим, ніж густина садіння. **Висновки.** Максимальну продуктивність і віддачу капіталовкладень під час визначення оптимальних елементів технології вирощування насіннєвої картоплі вищих категорій за весняного садіння і раннього збирання отримано під час застосування густоти садіння 71,4 тис. бульб на 1 га та локального внесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$. Урожайність при цьому становила 21,42 т/га, умовний чистий прибуток – 97,8 тис. грн/га, собівартість одиниці продукції – 3,43 тис. грн/т, рентабельність – 133 %. Досліджувані фактори мали різний вплив на формування врожаю за роками.

Ключові слова: насіннєвий матеріал картоплі, весняне садіння, раннє збирання, густина садіння, локальне внесення мінеральних добрив, урожайність картоплі.

Vozhehova R.A., Balashova G.S., Boiarkina L.V.
Productivity of seed potatoes at early harvesting depending on fertilizer norms and planting density in the conditions of the south of Ukraine

Purpose of researches. Determine the optimal level of mineral nutrition with local application of complex fertilizers in combination with the density of planting tubers on the productivity of the early variety Kobza for spring planting and early harvesting. **Materials and methods of research.** Field studies were performed on irrigated lands of the Institute of Irrigated Agriculture of NAAS in the area of the Ingulets irrigation system. The following factors were studied: A – planting density – 42.8, 57.1 and 71.4 thousand units/ha, B – feeding background: control (without fertilizers), $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$, $N_{120}P_{120}K_{120}$. Agricultural techniques in the experiment, in addition to the studied factors, are generally accepted for irrigated lands of southern Ukraine. **According to the results of research** on the cultivation of seed potatoes of higher categories during spring planting and early harvesting, it is recommended to apply the planting density of 71.4 thousand tubers per 1 ha and local application of mineral fertilizers at a dose of $N_{60}P_{60}K_{60}$. Yield is 21.42 t/ha, conditional

net profit – 97.8 thousand UAH/ha, unit cost – 3.43 thousand UAH/t, profitability – 133 %. The influence of feeding background for most performance indicators, according to the results of correlation-regression analysis, was more significant than the planting density. **Conclusions.** Maximum productivity and return on investment in determining the optimal elements of the technology of growing seed potatoes of higher categories for spring planting and early harvesting

was obtained by applying a planting density of 71.4 thousand tubers per hectare and local application of mineral fertilizers at a dose of $N_{60}P_{60}K_{60}$. Yield was 21.42 t/ha, conditional net profit – 97.8 thousand UAH/ha, unit cost – 3.43 thousand UAH/t, profitability – 133 %. The studied factors had different effects on crop formation over the years.

Key words: potato seed material, spring planting, early harvesting, crop structure, mineral nutrition, potato yield.

УДК 633.15:631.5:631.53.01:631.67:631.8 (477.7)
DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.1.14>

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА НАСІННЯ ВИСОКИХ РЕПРОДУКЦІЙ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР НА ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЛЯХ

Вожегова Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент Національної академії аграрних наук України

<https://orcid.org/0000-0002-3895-5633>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

Влашук А.М. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

<http://orcid.org/0000-0002-2818-8127>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

Дробіт О.С. – кандидат сільськогосподарських наук

<http://orcid.org/0000-0002-3633-5828>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

Шебанін В.С. – доктор технічних наук, професор, член-кореспондент

Національної академії аграрних наук України

<https://orcid.org/0000-0002-0391-396X>

Миколаївський національний аграрний університет

Дробітько А.В. – кандидат сільськогосподарських наук

<http://orcid.org/0000-0002-6492-4558>

Миколаївський національний аграрний університет

Постановка проблеми. В умовах півдня України головним лімітуючим фактором росту с.-г. культур є дефіцит вологи. Глобальне потепління, яке відбувається останніми десятиріччями ще більше посилює посуху клімату. Тому, зрошення набуває статусу гаранту соціально-економічного розвитку регіону. На терені проблеми нестачі прісної води постає питання максимально раціонального використання зрошення [1].

У цьому аспекті одним із головних факторів підвищення урожайності на зрошуваних землях є використання якісного насіння нових сортів і гібридів сільськогосподарських культур, що дає змогу підвищити врожайність товарної продукції на 10–20 %. До того ж такий шлях інтенсифікації виробництва значно дешевший від інших методів [2].

У свою чергу, зрошення на півдні України дає можливість оптимізувати процес вирощування насіннєвих посівів і одержати насіннєвий матеріал згідно вимогам ДСТУ. Під час використання нових сортів і гібридів необхідно враховувати сортові особливості. Сорти інтенсивного типу краще реалізують свій потенціал продуктивності тільки у сприятливих для росту і розвитку умовах, які створюють високим рівнем усього комплексу агротехнічних прийомів. Універсальних сортів, які б забезпечували сталі врожаї в будь-яких умовах немає. Вибір сорту та його повноцінне використання у виробництві є одним із головних резервів збільшення врожайності насіння. Разом з цим, на зрошуваних землях створюються умови для розвитку різних шкодочинних об'єктів, що призводить до набування стадії епітафії. Внаслідок цього знижується не тільки врожайність насіннєвих посівів, а саме головне – посівні якості насіння [3].

Насінництво є заключним етапом впровадження нових сортів і гібридів у виробництво і його основним завданням є розмноження генетично однорідного

насіннєвого матеріалу шляхом розробки та удосконалення елементів технології вирощування до відповідних біологічних вимог рослин. В зв'язку з цим, необхідно вивчити вплив основних регулюючих факторів – режимів зрошення, фону живлення та густоти посіву за вирощування гібридного насіння кукурудзи в зрошуваних умовах півдня України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У сучасній практиці зрошувального землеробства використовують три основних види режимів зрошення: біологічно-оптимальний – спрямований на забезпечення вологопотреби рослин протягом усього вегетаційного періоду з метою отримання максимально можливого врожаю культур і прибутку від зрошення; водозберігаючий – спрямований на мінімізацію витрат поливної води для одержання одиниці врожаю з розподілом періоду вегетації сільськогосподарських культур на окремі періоди, що обумовлює незначні втрати врожаю (до 6–12 %), які повністю компенсуються за рахунок економії до 20–30 % поливної води; ґрунтозахисний – застосовують в умовах незадовільного ґрунтового-екологічного стану земель, направлений разом з іншими агро меліоративними заходами на збереження та покращення родючості ґрунту за рахунок зниження кількості й норм поливів, а також подрібнення поливних норм на декілька частин [4; 5].

Розвиток насінництва кукурудзи на півдні України потребує науково-обґрунтованої технології вирощування насіння на основі оптимізації елементів цієї технології, нормування природних та антропогенних ресурсів, а також ретельного обліку економічних, енергетичних та екологічних показників [6; 7].

Мета досліджень. Розробити оптимальні параметри застосування режимів зрошення, фону живлення та густоти посіву за вирощування гібридного насіння кукурудзи в зрошуваних умовах півдня України.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили протягом 2011–2013 рр. на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН, розташованого на півдні України. Планування та проведення досліджень виконували згідно загальноприйнятих

методик проведення польового дослідів, методичних рекомендацій та посібників [8].

Закладали дослід з визначення оптимального поживного режиму ґрунту для вирощування насіння гібриду кукурудзи Сиваш (табл. 1).

Таблиця 1 – Схема польового дослідів

Батьківська форма	Режим зрошення (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Густота посіву (фактор С)
Сиваш (Крос 221 М х Х 466 МВ)	Без зрошення	1. Без добрив 2. Запланована норма добрив під урожай 2 т/га. 3. Рекомендована норма добрив $N_{60}P_{40}$.	1. 20 тис. шт./га 2. 30 тис. шт./га 3. 40 тис. шт./га
	Зрошення (біологічно оптимальний)	1. Без добрив 2. Запланована норма добрив під урожай 4 т/га. 3. Рекомендована норма добрив $N_{120}P_{90}$.	1. 40 тис. шт./га 2. 60 тис. шт./га 3. 80 тис. шт./га

Дослід трифакторний. У досліді вивчали оптимальні норми застосування добрив, норми висіву та зрошення, які сприяли отриманню максимального рівня урожайності насіння гібриду Сиваш і забезпечили приріст урожаю по відношенню до загальноприйнятої технології. Повторність дослідів чотириразова, посівна площа ділянок – 1125,0 м², облікова – 21,0 м². Мінеральні добрива – аміачну селітру та гранульований суперфосфат вносили

вразки вручну під основний обробіток ґрунту згідно схеми дослідів.

Результати досліджень. Згідно проведених дослідів по вивченню мінливості тривалості періоду «сходи – цвітіння» чоловічих і жіночих суцвіть у середньораннього гібриду Сиваш та його батьківських форм з'ясовано, що на строки цвітіння чоловічих суцвіть (волоті) дози добрив мають мінімальний вплив (табл. 2).

Таблиця 2 – Вплив доз мінеральних добрив на тривалість періоду «сходи–цвітіння» гібрида кукурудзи Сиваш та його батьківських форм, середнє за 2011–2013 рр.

Гібрид, лінія	Тривалість періоду у суцвіть	Тривалість періоду «сходи–цвітіння» за різних схем удобрення, діб		
		без добрив	розрахункова	рекомендована
Сиваш	жіночих	56,0	54,1	53,4
	чоловічих	52,4	52,8	53,0
Крос 221 М	жіночих	55,4	53,1	52,4
	чоловічих	–	–	–
Х 466 МВ	жіночих	59,2	57,4	57,4
	чоловічих	52,4	52,8	51,9
НІР ₀₅ діб – для гібрида Сиваш 1,09–1,79; для батьківських форм 1,38–1,48				

Жіночі суцвіття були більш чутливими до дії мінеральних добрив. Підвищення дози добрив прискорювало строки появи приймочок і сприяло синхронізації цвітіння материнської (Крос 221 М) та батьківської форми (Х 466 МВ) на ділянках гібридизації. Особливо чутливою до дефіциту живлення була лінія Х 466 МВ, у якої розрив у цвітінні волоті та качана складав майже 7 діб у варіанті без добрив. Проте, на запліднення материнської форми це не впливало, оскільки оптимальними параметрами початку цвітіння є: початок цвітіння батьківської лінії (чоловічого суцвіття) на 1–2 доби раніше за материнську форму (жіноче суцвіття). Більш ніж на 2 доби відставала за цвітінням качанів материнська форма від запилювача (Х 466 МВ) тільки у варіанті без добрив. Тому для синхронізації цвітіння батьківських форм даного гібриду бажано вносити на ділянках гібридизації мінеральні добрива в дозах $N_{60}P_{60}-N_{120}P_{120}$.

Оптимальна глибина заробки насіння самозапилюваних ліній складає 4–5 см, гібридів 5–8 см. Якщо глибину визначає лінія ґрунтової вологі, то допускається закладення насіння батьківських форм до 8 см, гібридів

до 10 см. На ділянках гібридизації трилінійних гібридів глибина висівання материнської і батьківської форм може бути різною (особливості регулювань сівалок серії СУПН це допускають). У будь-якому разі насіння має бути висіяне у вологий ґрунт.

Витримувати рекомендовану щільність посіву самозапилюваних ліній кукурудзи дуже важливо тому, що відхилення від оптимальних параметрів як у бік загущення, так і в бік зрідження, може призвести до значного недобору, а інколи і до повної втрати врожаю.

У практиці світового землеробства оптимальну густоту стояння рослин кукурудзи різної скоростиглості для кожної ґрунтово-кліматичної зони встановлюють з врахуванням запасів вологі на час сівби, даних про середньорічну кількість опадів за вегетаційний період, а також господарсько-біологічних особливостей гібридів та ліній, що вирощуються.

У посушливих умовах півдня України при природному зволоженні на ділянці гібридизації кукурудзи слід дотримуватись густоти стояння в межах 25–30 тис. шт./га. Збільшення густоти рослин навіть до 40 і 50 тис. шт./га

призводило до зниження врожаю. Проте, в умовах зрошення, внаслідок високого потенціалу продуктивності кукурудзи, максимального використання біокліматичного потенціалу регіону, родючості ґрунтів, мінеральних добрив і біологічних можливостей самозапилених ліній, є можливість значно збільшити щільність посіву (до 70–100 тис. шт./га). Підвищення густоти стояння за умов штучного зволоження та високого рівня мінерального живлення позитивно відображається на ростових процесах рослин і морфо-біологічних показниках, збільшуючи їх у 1,2–1,5 разів. І хоча під час загущення знижуються кількість продуктивних качанів на 100 рослин, їх довжина й діаметр, маса 1000 зерен та інші показники, внаслідок збільшення кількості качанів на одиницю площі спостерігається зростання насінневої продуктивності ділянок гібридизації кукурудзи. При вирощуванні

самозапилених ліній їх густоту стояння слід корегувати з обраною стратегією штучного зволоження.

Так, згідно зі статистичним моделюванням за нашими експериментальними даними врожайності насіння лінії ДК 437 М при водозберігаючому та біологічно оптимальному режимі зрошення встановлено, що оптимальна густота стояння рослин для першої схеми поливів складає 75–85 тис. шт./га, а для другої – 80–95 тис. шт./га (рис. 1).

У виробничих умовах, якщо оригінатори не дають конкретних рекомендацій із формування густоти стояння рослин на ділянці гібридизації, потрібно керуватися таким правилом – норма висіву схожого насіння батьківських форм дорівнює: рекомендована норма висіву для гібрида даної групи стиглості в даних умовах, плюс 15–20 % поправки на малий габітус ліній, а також

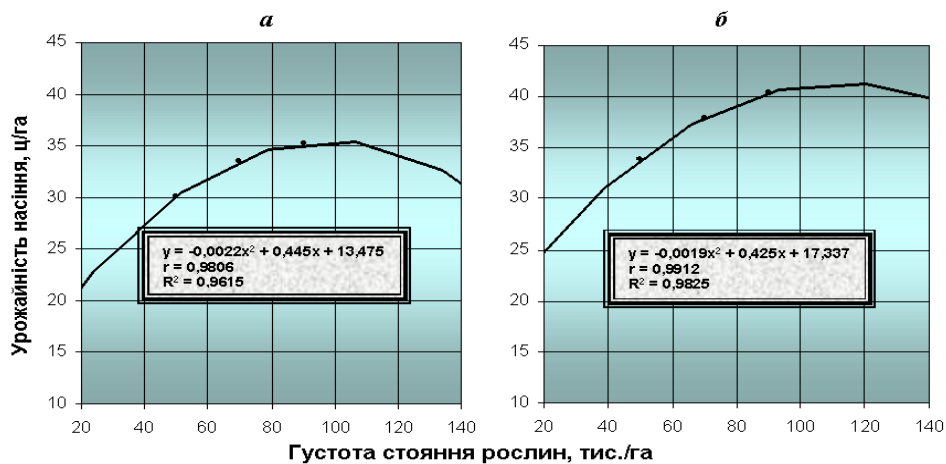


Рис. 1. Поліноміальна модель між врожайністю насіння лінії X 466 MB та густоти стояння рослин при водозберігаючому (а) та оптимальному (б) режимах зрошення

плюс 10–15 % поправки на слабку життєздатність паростків самозапилених ліній.

Підсумовуючи бачимо, що лінії слід висівати на 25–35 % густіше, ніж гібриди аналогічних груп стиглості. Це правило справедливе лише для простих і простих модифікованих гібридів. Батьківські форми

подвійних і материнські трилінійних, а також синтетичні популяції слід висівати нормою, що рекомендується для гібридів аналогічних груп стиглості. Загальна інформація щодо формування густоти стояння рослин на зрошуваних ділянках гібридизації наведена в таблиці 3.

Таблиця 3 – Рекомендовані норми висіву схожого насіння батьківських форм гібридів кукурудзи в умовах зрошування, тис. шт./га

Група стиглості	Південний Степ			Центральний Степ		
	с.л.	с.г.	п.г.	с.л.	с.г.	п.г.
Ранньостиглі	115	110	90	110	105	85
Середньоранньостиглі	110	105	85	105	100	80
Середньостиглі	100	95	80	95	90	75
Середньопізнньостиглі	85	80	70	80	75	65
Пізнньостиглі	75	70	60	70	65	55

Примітки: с.л. – самозапилена лінія; с.г. – сестринський гібрид; п.г. – простий гібрид

Диференційовані норми висіву для материнської і батьківської форм є ефективним способом зближення термінів їх цвітіння. Дослідженнями доведено, що густина стояння рослин істотно впливає на терміни цвітіння гібриду Сиваш та його батьківських форм (табл. 4). Оптимальні параметри періоду «сходи–цвітіння» жіночих і чоловічих суцвіть спостерігались при

зменшенні густоти стояння рослин. Для гібриду Сиваш збільшення густоти стояння до 100 тис. шт./га хоч і призвело до істотного розриву у цвітіння (3,2 доби), але для товарних посівів це не є загрозою, оскільки тривалість цвітіння волоті у гібрида значно більша, порівняно з лініями, і не це впливає на ступінь гібридності та повноту запилення.

Таблиця 4 – Вплив густоти стояння рослин на тривалість періоду «сходи–цвітіння» кукурудзи, середнє за 2011–2013 рр.

Гібрид, лінія	Тривалість періоду у суцвіть	Тривалість періоду «сходи–цвітіння» за густоти стояння рослин, діб			
		20 тис. шт./га	40 тис. шт./га	60 тис. шт./га	80 тис. шт./га
Сиваш	жіночих	53,2	54,1	55,2	56,9
	чоловічих	52,7	52,8	53,2	53,7
Крос 221 М	жіночих	52,6	53,1	54,2	55,7
	чоловічих	–	–	–	–
Х 466 МВ	жіночих	56,8	57,4	60,1	65,3
	чоловічих	53,1	52,8	52,7	53,1
НІР ₀₅ , діб – для гібриду Сиваш 1,09–1,42; для батьківських форм 1,68–2,03					

Материнська форма (Крос 221 М) збільшувала тривалість періоду «сходи–цвітіння качана» зі збільшенням густоти стояння рослин від 40 до 100 тис. шт./га на 3,1 доби. Запилювач (Х 466 МВ) майже не реагував на густоту стояння за показником «сходи–цвітіння волоті». Густина стояння від 60 до 100 тис. шт./га не призводила до погіршення синхронізації цвітіння батьківських форм на ділянках гібридизації.

Суттєво збільшилась тривалість періоду «сходи–цвітіння качана» у запилювача зі збільшенням густоти сто-

яння, і це необхідно враховувати під час розмноження батьківської форми у насінневих розсадниках. На ділянках гібридизації гібриду Сиваш ця залежність не є перешкодою для отримання високоякісного насіння, оскільки насіння запилювача у подальшому не використовується.

Аналіз структури сумарного водоспоживання ділянок гібридизації кукурудзи у 2011–2013 рр. показує, що питома вага ґрунтової вологи з шару ґрунту 0–100 см становила 22,3 %, опадів – 29,6 %, поливів – 48,1 % (табл. 5).

Таблиця 5 – Складники сумарного водоспоживання кукурудзи з різних шарів ґрунту залежно від умов зволоження, середнє за 2011–2013 рр.

Умови зволоження	Рік	Сумарне водоспоживання, м³/га	Використання вологи					
			з ґрунтових запасів		з опадів		з поливної води	
			м³/га	%	м³/га	%	м³/га	%
Без зрошення	2011	2420	1280	53,0	1140	47,0	–	–
	2012	3040	1250	41,1	1790	58,9	–	–
	2013	2400	1045	43,5	1355	56,5	–	–
	середнє	2620	1190	45,5	1430	54,5	–	–
Біологічно-оптимальний (70–80–70% НВ)	2011	4240	1140	27	1140	27	1960	46
	2012	5410	1120	20,7	1790	33,1	2500	46,2
	2013	4830	975	20,1	1355	28,1	2500	51,8
	середнє	4830	1080	22,3	1430	29,6	2320	48,1

Застосування добрив забезпечило приріст врожаю зерна материнської форми при 14 % вологості, порівняно з неудобреним варіантом, в середньому, по фактору на 1,42–1,59 т/га (табл. 6). Загущення посівів ділянок гібридизації з 40 тис. шт./га до 60 та 80 тис. шт./га, в середньому, по фактору С, сприяло приросту врожаю на 0,68–0,98 т/га. Проведення вегетаційних поливів при 70 % НВ забезпечило збільшення врожайності насіння на 3,56 т/га.

Найбільш високий врожай насіння батьківських форм гібриду кукурудзи – 8,53 т/га, сформовано за густоти 80 тис. рослин на гектар в умовах зрошення при внесенні рекомендованої норми добрив $N_{120}P_{90}K_0$

Встановлено, що найбільш високий врожай насіння кукурудзи самозапилених ліній був отриманий за рекомендованої норми добрив $N_{120}P_{90}$ та густоті 80 тис. рослин на гектарі. При цьому умовно чистий прибуток склав 57192,4 грн./га і рентабельність – 517,7%. На цьому ж варіанті було одержано найвищу окупність 1 м³ поливної води – 2,2 кг та 1 кг д. р. мінеральних добрив – 12,8 кг прибавки врожаю насіння кукурудзи (табл. 7).

Висновки. В умовах півдня України на показники урожайності насіння батьківських форм кукурудзи культури впливали режими зрошення, фон живлення та густина посіву.

Таблиця 6 – Врожайність кукурудзи з ділянок гібридизації залежно від досліджуваних факторів, т/га, середнє за 2011–2013 рр.

Умови зволоження, (фактор А)	Норми добрив, (фактор В)	Густота стояння, (фактор С), тис. шт./га			Середнє	
		40	60	80	за фактором А	за фактором В
Без зрошення	без добрив	2,86	3,02	3,12	3,88	3,32
	рекомендована	3,33	3,59	3,50	5,11	
	розрахункова	3,35	3,60	3,54	5,09	
Зрошення (при 70% НВ)	без добрив	4,46	4,78	5,05		6,06
	рекомендована	5,97	7,00	7,29		
	розрахункова	5,86	6,82	7,34		
Середнє по фактору С		4,31	4,80	4,97		

НІР₀₅, т/га А- 0,31; В – 0,24; С – 0,21

Таблиця 7 – Економічна ефективність вирощування батьківських форм кукурудзи залежно від досліджуваних факторів, середнє за 2011–2013 рр.

Умови зволоження, (фактор А)	Норма добрив, (фактор В)	Густота стояння, (фактор С), тис. шт./га	Окупність прибавкою врожаю		Виробничі витрати, грн./га	Умовний чистий прибуток, грн./га	Рентабельність, %
			1 м ³ води	1 кг д.р. добрив			
Без зрошення	без добрив	40	–	–	2644,7	18315,3	692,5
		60			2693,9	19626,1	728,5
		80			2743,1	19416,9	707,8
	рекомендована	40		2,3	4598,2	20281,8	441,1
		60			4647,4	22392,6	481,8
		80			4696,6	20263,4	431,4
	розрахункова	40		1,4	4947,0	18493,0	373,8
		60			4996,2	20043,8	401,2
		80			5045,4	19114,6	378,9
Зрошення (при 70% НВ)	без добрив	40	0,6	–	8995,7	24924,3	277,1
		60	0,8		9044,9	29115,1	321,9
		80	1,0		9094,1	34025,9	374,2
	рекомендована	40	1,2	12,8	10949,2	38490,8	351,5
		60	1,8		10998,4	51161,6	465,2
		80	2,2		11047,6	57192,4	517,7
	розрахункова	40	1,3	11,5	11298,0	38062,0	336,9
		60	1,8		11347,2	48732,8	429,5
		80	2,1		11396,4	55243,6	484,7

Зрошення на посівах батьківських форм кукурудзи сприяло зменшенню використання запасів ґрунтової вологи на 257 м³/га, або 22,7%, при цьому питома вага в сумарному водоспоживанні належить зрошувальній нормі – 51,8 %. За рахунок проведення вегетаційних поливів врожайність кукурудзи збільшували в 2,2 рази, що сприяло додатково отриманню 3,55 т/га гібридного насіння, або 22,1 тис. грн/га.

В умовах зрошення оптимізація окремих елементів технології вирощування батьківських форм кукурудзи, а саме, внесення рекомендованої дози добрив N₁₂₀P₉₀ при густоті стояння 80 тис. шт./га, забезпечила

одержання найвищого врожаю насіння – 8,53 т/га, при цьому умовно чистий прибуток склав 57,2 тис. грн/га і рентабельність – 517,7 %. Під час вирощування гібридного насіння кукурудзи окупність 1 м³ поливної води прибавкою врожаю складає – 0,6–2,2 кг та 1 кг д. р. мінеральних добрив – 12,8 кг.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Пашенко Ю.М., Борисов В.М., Шишкіна О.Ю. Адаптивні і ресурсозберіжні технології вирощування гібридів кукурудзи. Дніпропетровськ : АРТ-ПРЕС, 2009. 224 с.

2. Наукові основи інтенсифікації польового кормовиробництва в Україні / за ред. В.Ф. Петриченка. Вінниця : ФОП Данилюк В. Г., 2008. 280 с.

3. Кукурудза на зрошуваних землях півдня України / Ю.О. Лавриненко та ін. Херсон, 2011. 468 с.

4. Голосов О.О. Особливості формування конкурентної позиції виробника зерна на світовому товарному ринку. *Культура народів Причорномор'я*. 2004. Вип. 50. С. 54–56.

5. Михаленко І.В. Економіко-технологічні аспекти підвищення конкурентоспроможності виробництва зерна і насіння кукурудзи в умовах зрошення півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 78. С. 32–35.

6. Малік М.Й. Методичні підходи до організації маркетингу інновацій наукоємного ринку агропромислового виробництва. *Економіка АПК*. 2005. Вип. 8. С. 22–26.

7. Технології вирощування сільськогосподарських культур : навч. посіб. / В.Ф. Петриченко та ін. Львів, 2014. 1039 с.

8. Методика польового дослідження (зрошуване землеробство) / В.О. Ушкаренко та ін. Херсон : Гринь Д.С., 2014. 448 с.

REFERENCES:

1. Pashchenko, Yu.M., Borisov, V.M., & Shishkina, O.Yu. (2009). *Adaptivni i resursoberezni tekhnologiyi vyroshchuvannya gibrydiv kukurudzy* [Adaptive and resourceful crop growing technologies for corn hybrids]. Dnipropetrovsk: ART-PRES [in Ukrainian].

2. Petrychenko, V.F., Kvitko, H.P., & Tsarenko, M.K. (2008). *Naukovi osnovy intensyfikatsii polovoho kormovyrobnystva v Ukraini* [Scientific fundamentals of intensification of field fodder production in Ukraine]. Vinnytsia: FOP Danyliuk V.H. [in Ukrainian].

3. Lavrinenko, Yu.O., Vozhegova, R.A., & Kokovikhin, S.V. et al. (2011). *Kukurudza na zroshyvanykh zemliakh pivdnia Ukrainy* [Corn on irrigated lands of southern Ukraine]. Herson: Aylant [in Ukrainian].

4. Holosov, O.O. (2004). *Osoblyvosti formuvannya konkurentnoi pozytsii vyrobnyka zerna na svitovomu tovarnomu rynku* [Features of the formation of a competitive position of the grain manufacturer on the world commodity market]. *Kultura narodov Prychornomoria – Culture of the peoples of the Black Sea region*, 50, 54–56 [in Ukrainian].

5. Mykhalenko, I.V. (2012). *Ekonomiko-tekhnologichni aspekty pidvyshchennia konkurentospromozhnosti vyrobnystva zerna i nasinnia kukurudzy v umovakh zroshennia pivdnia Ukrainy* [Economic and technological aspects of increasing the competitiveness of grain and corn seed production under irrigated southern Ukraine]. *Tavriyskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 78, 32–35 [in Ukrainian].

6. Malik, M.I. (2005). *Metodychni pidkhody do orhanizatsii marketynhu innovatsii naukoiemnogo rynku ahropromysloвого vyrobnystva* [Methodical approaches to the organization of marketing of innovations in the knowledge-based market of agro-industrial production].

Ekonomika APK – Economy of agroindustrial complex, 8, 22–26 [in Ukrainian].

7. Petrichenko, V., & Lyhochvor, V. (2014). *Roslynnystvo Tekhnologiyi vyroshchuvannya sil'skogospodarskikh kul'tur* [Plant growing. Technology of cultivation of agricultural crops]. Lviv [in Ukrainian].

8. Ushkarenko, V.O., Vozhegova, R.A., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2014). *Metodyka polovoho doslidu (Zroshuvane zemlerobstvo)* [Method of field experiment]. Kherson: Hrin' D.S. [in Ukrainian].

Вожегова Р.А., Влащук А.М., Дробіт О.С., Шебанін В.С., Дробітько А.В. Удосконалення елементів технології виробництва насіння високих репродукцій зернових культур на зрошуваних землях півдня України

Мета. Розробити оптимальні параметри застосування режимів зрошення, фону живлення та густоти посіву за вирощування гібридного насіння кукурудзи в зрошуваних умовах півдня України. **Методи.** Дослідження проводили в умовах дослідного поля Інституту зрошеного землеробства НААН. Планування та проведення досліджень виконували згідно загальноприйнятих методик проведення польового дослідження, методичних рекомендацій та посібників. **Результати.** Застосування добрив забезпечило приріст врожаю зерна материнської форми при 14 % вологості, у порівнянні з неудобренням варіантом, в середньому, на 1,42–1,59 т/га. Загущення посівів ділянок гібридизації з 40 до 60 та 80 тис. шт./га, в середньому, по фактору С, сприяло приросту врожаю на 0,68–0,98 т/га. Проведення вегетаційних поливів за 70 % НВ забезпечило збільшення врожайності насіння на 3,56 т/га. Встановлено, що найбільш високий врожай насіння кукурудзи самозапилених ліній був отриманий за рекомендованої норми добрив $N_{120}P_{90}$ та густоті 80 тис. рослин на гектарі. При цьому умовно чистий прибуток склав 57 192,4 грн./га і рентабельність – 517,7%. На цьому ж варіанті було одержано найвищу окупність 1 м³ поливної води – 2,2 кг та 1 кг д. р. мінеральних добрив – 12,8 кг прибавки врожаю насіння кукурудзи. **Висновки.** Зрошення на посівах батьківських форм кукурудзи сприяло зменшенню використання запасів ґрунтової вологи на 257 м³/га, або 22,7 %, при цьому питома вага в сумарному водоспоживанні належить зрошувальній нормі – 51,8 %. За рахунок проведення вегетаційних поливів врожайність кукурудзи збільшували в 2,2 рази, що сприяло додатково отриманню 3,55 т/га гібридного насіння, або 22,1 тис. грн/га.

Внесення рекомендованої дози добрив $N_{120}P_{90}$ за густоти стояння 80 тис. шт./га, забезпечила одержання найвищого врожаю насіння – 8,53 т/га, при цьому умовно чистий прибуток склав 57,2 тис. грн./га і рентабельність – 517,7 %. За вирощування гібридного насіння кукурудзи окупність 1 м³ поливної води прибавкою врожаю становить – 0,6–2,2 кг та 1 кг д. р. мінеральних добрив – 12,8 кг.

Ключові слова: кукурудза, сорт, гібрид, батьківські форми, режим зрошення, фон живлення, густина посіву, врожайність.

Vozhegova G.A., Vlashchuk A.M., Drobit A.S., Shebanin V.S., Drobitko A.V. Improvement of technology elements for the production of seeds of high reproductions of grain crops on the irrigated lands of southern Ukraine

Purpose. To develop optimal parameters for the application of irrigation regimes, nutritional background and planting density when growing hybrid maize seeds in irrigated conditions in the south of Ukraine. **Methods.** The studies were carried out during the conditions of the experimental field of the Institute of Irrigated Agriculture of the NAAS. Planning and conducting research was carried out in accordance with generally accepted methods of conducting field experience, methodological recommendations and manuals. **Results.** The use of fertilizers ensured an increase in the yield of maternal grain at 14 % moisture, compared with an unfertilized version, on average, by 1,42–1,59 t/ha. Thickenings of crops of hybridization plots from 40 to 60 and 80 thousand pcs./ha, on average by factor C, contributed to a yield increase of 0,68–0,98 t/ha. Carrying out vegetative irrigation at 70 % HB ensured an increase in seed yield by 3,56 t/ha. It was established that the highest yield of corn seeds of self-

dusting lines was obtained by the recommended fertilizer norm $N_{120}P_{90}$ and a density of 80 thousand plants per hectare. At the same time, conditionally net profit amounted to 57 192,4 UAH/ha and profitability – 517,7 %. On the same option, the highest payback of 1 m³ of irrigation water was obtained – 2,2 kg and 1 kg d. mineral fertilizers – 12–8 kg increase in corn seed yield. **Findings.** Irrigation on crops of parental forms of corn contributed to a decrease in the use of soil moisture reserves by 257 m³/ha, or 22,7 %, while the share in total water consumption belongs to the irrigation norm – 51,8 %. Due to vegetative irrigation, the yield of corn increased 2,2 times, which contributed to the additional production of 3,55 t/ha of hybrid seeds, or 22.1 thousand UAH/ha. The introduction of the recommended dose of fertilizers $N_{120}P_{90}$ with a density of standing of 80 thousand pieces./ha, provided the highest seed yield – 8,53 t/ha, while the conditionally net profit amounted to 57,2 thousand UAH/ha and profitability – 517,7 %. When growing hybrid corn seeds, the payback of 1 m³ of irrigation water with a yield increase is 0,6–2,2 kg and 1 kg d. mineral fertilizers – 12,8 kg.

Key words: corn, variety, hybrid, parental forms, irrigation regime, nutrition background, planting density, yield.

УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ НАСІННЯ БУРЯКУ СТОЛОВОГО ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ НАСІННИЦТВА НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

Косенко Н.П. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
<https://orcid.org/0000-0002-0877-6116>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Основою ефективного впровадження перспективних сортів і гібридів у сучасне виробництво є його високоякісне насінництво. Насінництво вітчизняних сортів і гібридів овочевих рослин не відповідає сучасним вимогам. На даний час спостерігається значне посилення конкуренції з боку закордонних фірм на українському ринку насіння овочевих рослин [1]. Щорічно посіви буряку столового в Україні займають площу 37,9–42,8 тис. га, що складає 8,1–9,7% площі, зайнятої під овочами [2]. Для забезпечення насінням тільки товаровиробників необхідно 532 т сертифікованого насіння, елітного насіння для подальшого насінництва – 14 т [3]. Тому на даний час є актуальними розроблення і впровадження сучасних технологій вирощування насіння буряку столового.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Насіння коренеплідних рослин вирощують двома способами: висадковим та безвисадковим. За висадкового способу маточні коренеплоди після зимового зберігання та осіннього добору висаджують рано навесні [4]. За цього способу вирощують оригінальне, гібридне, сертифіковане насіння буряку столового. Урожайність насіння залежно від умов вирощування коливається з 0,5 до 2 т/га [5, 6]. За безвисадкового способу маточні коренеплоди літніх строків сівби не збирають, а залишають на зиму в полі. На другий рік маточні рослини формують квітконосні пагони, цвітуть і зав'язують насіння [7]. Американські вчені цей спосіб називають «насіння з насіння» [8]. В умовах півдня України, Молдови, в країнах Середньої Азії кліматичні умови є сприятливими для цього способу насінництва коренеплідних рослин [9]. В Україні сертифіковане насіння коренеплідних рослин (цукровий, кормовий буряк, морква столова) безвисадковим способом вирощують в південних районах Херсонської і Одеської областей. Вирощування насіння безвисадковим способом має ряд переваг: погодно-кліматичні умови є сприятливими для успішної перезимівлі маточних рослин; відпадає необхідність зимового зберігання і садіння маточників, що значно знижує загальні витрати на вирощування насіння; рослини краще використовують весняні запаси вологи та раніше відростають квітконосні пагони [10]. Однак в окремі роки можливе значне вимерзання маточників. Урожайність насіння, значною мірою, залежить від фази розвитку коренеплодів на кінець осінньої вегетації та перезимівлі рослин [7]. П'ятирічні дослідження в умовах Ташкентської області Узбекистану показали, що за сівби 10 вересня врожайність насіння буряку столового складала відповідно 2,71 т/га, з однієї рослини – 59,5 г [11]. Безвисадковий спосіб одноразово застосовують для вирощування сертифікованого

насіння, яке використовують для отримання товарної продукції. Оригінальне, добазове насіння вирощують тільки висадковим способом [6].

Мета досліджень – встановити насіннєву продуктивність буряку столового за різних способів вирощування насіння за краплинного зрошення на півдні України.

Матеріали і методика досліджень. Дослідження проводили у 2013–2015 рр. на типовому для південного Степу України темно-каштановому середньосуглинковому ґрунті в зоні Інгuleцької зрошуваної системи. Місце проведення досліджень – дослідне поле лабораторії овочівництва Інституту зрошуваного землеробства НААН (Херсонська обл.). Методи досліджень – польовий, лабораторний, математичний, статистичний та системний аналіз. Вміст гумусу в орному (0–30 см) шарі складає 2,3 %, загального азоту – 0,18 %, рухомого фосфору – 490 мг/кг, обмінного калію – 320 мг/кг абсолютно сухого ґрунту. Дослідження за висадкового способу насінництва буряку столового проводили шляхом постановки польового досліду за двох схем висаджування маточників (фактор А): 90+50 см і 160+50 см. Рівні мінерального живлення (фактор В) були наступними: без добрив (контроль), рекомендована доза внесення добрив $N_{90}P_{60}K_{60}$, розрахункова – $N_{120}P_{90}K_{90}$. Також у досліді вивчалися два варіанти густоти рослин (фактор С): 28 і 42 тис. шт./га. Розмір посівної ділянки 14 м², облікової – 10 м². Повторність досліду чотириразова.

Дослідження за безвисадкового способу вирощування проводили шляхом постановки польового досліду за схемою: фактор А – строк посіву: перша декада вересня, друга декада вересня; фактор В – передзимове укриття: без укриття (контроль), укриття пресованою соломною, укриття агроволокном; фактор С – густина рослин: 200 тис. шт./га, 300 тис. шт./га. Повторність досліду чотириразова, площа посівної ділянки – 7 м², облікової – 3 м². Схема посіву 24+24+24+69 см. Укриття маточних рослин проводили першого грудня (дата стійкого переходу середньодобової температури повітря через 0). Для укриття використовували пресовану соломну шаром 10–12 см, агроволокно товщиною 60 г/м². У досліді використовували сорт буряку столового 'Бордо харківський'. Обліки, виміри і спостереження в досліді проводили згідно методичних рекомендацій [12, 13]. При визначенні посівних властивостей насіння користувались нормативно-технічними державними стандартами: ДСТУ 7160:2010 та ДСТУ 4138–2002. Дисперсійний та кореляційний аналізи результатів досліджень проводили з використанням комп'ютерної програми «Agrostat new».

Метеорологічні умови впродовж вегетаційних періодів у роки досліджень відрізнялися за основними гідротермічними показниками (температура, опади) від багаторічних даних. Погодні умови за роки досліджень були, загалом, сприятливими для вирощування. За вегетаційний період (березень-липень) 2013 р. випало 520 мм опадів, у 2014 р. – 410 мм, у 2015 р. –

308 мм. Норма зрошення у 2013 р. становила 980 м³/га, у 2014 р. – 1120 м³/га, у 2015 р. – 1200 м³/га.

Результати досліджень. За висадкового способу насінництва врожайність насіння буряку столового на дослідних ділянках у 2013 р. складала 1,0–1,66 т/га, у 2014 р. – 1,37–2,31 т/га, у 2015 р. – 1,37–2,19 т/га, у середньому за роки досліджень – 1,24–2,05 т/га (табл. 1).

Таблиця 1 – Насіннєва продуктивність буряку столового за висадкового способу вирощування, 2013–2015 рр.

№ п/п	Схема висаджування (фактор А)	Удобрєння насіннєвих рослин (фактор В)	Густота рослин, тис. шт./га (фактор С)	Урожайність насіння за роками досліджень, т/га			
				2013	2014	2015	2013–2015
1	90+50 см	Без добрив	28,4 (к)	1,30	1,48	1,37	1,38
2			42,6	1,45	1,70	1,55	1,57
3		Рекомендована доза $N_{90}P_{60}K_{60}$	28,4	1,49	1,68	1,64	1,60
4			42,6	1,35	1,95	1,82	1,71
5		Розрахункова доза добрив	28,4	1,56	1,69	1,78	1,68
6			42,6	1,66	2,31	2,19	2,05
7	160+50 см	Без добрив	28,4	0,96	1,37	1,39	1,24
8			42,6	1,26	1,61	1,55	1,47
9		Рекомендована доза $N_{90}P_{60}K_{60}$	28,4	1,22	1,63	1,48	1,44
10			42,6	1,42	1,91	1,87	1,73
11		Розрахункова доза добрив	28,4	1,38	1,80	1,63	1,60
12			42,6	1,45	2,09	1,93	1,82
НІР ₀₅ часткових відмінностей за фактором А				0,18	0,23	0,60	
НІР ₀₅ часткових відмінностей за фактором В				0,16	0,20	0,51	
НІР ₀₅ часткових відмінностей за фактором С				0,19	0,15	0,39	
НІР ₀₅ головних ефектів за фактором А				0,07	0,09	0,25	
НІР ₀₅ головних ефектів за фактором В				0,19	0,08	0,26	
НІР ₀₅ головних ефектів по фактору С				0,10	0,06	0,16	

* Примітка: (к) – контрольний варіант

Дослідженнями встановлено, що за схеми висаджування маточних коренеплодів (фактор А) 90+50 см врожайність складала 1,66 т/га, за 160+50 см – 1,55 т/га. За широкорядної схеми садіння врожайність насіння була меншою на 0,11 т/га (7,1%). Найбільший вплив на формування врожайності насіння має удобрення насіннєвих рослин у період вегетації. Внесення розрахункової дози добрив $N_{120}P_{90}K_{60}$ (фактор В) збільшує врожайність насіння на 0,37 т/га, що становить 26,1%. Збільшення густоти вирощування насіннєвих рослин (фактор С) з 28 до 42 тис. шт./га сприяє збільшенню врожайності насіння на 0,24 т/га (16,1 %). Найбільшу врожайність насіння 2,05 т/га одержано за схеми висаджування маточників 90+50 см, внесенні розрахункової норми добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ і густоти вирощування насіннєвих рослин 42,6 тис./га, перевищення над контролем становить 0,67 т/га (48,6%).

Залежність урожайності насіння від схеми висаджування (для розрахунку використовували відстань між

рядками 70 см для схеми садіння 90+50 см і 105 см – за 50+160 см), дози внесення добрив, густоти рослин виражається рівнянням регресії: $Y = 1,16 - 0,004x_1 + 0,014x_2 + 1,672x_3$, де Y – урожайність насіння, т/га; x_1 – відстань між рядками, м; x_2 – доза внесення добрив, д.р.; x_3 – густота рослин, тис. шт./га.

За безвисадкового способу врожайність насіння буряку столового на дослідних ділянках у 2013 р. становила 0,10–1,17 т/га, у 2014 р. – 0,11–1,44 т/га, у 2015 р. – 0,33–1,85 т/га, у середньому за роки досліджень – 0,28–1,19 т/га (табл. 2). За посіву в першій декаді вересня врожайність у середньому по фактору становила 0,84 т/га, що на 189,0% більше, ніж за посіву у другій декаді вересня. Передзимове укриття соломкою та агроволокном сприяло збільшенню кількості рослин, що добре перезимували на 180,2% та 170,9%. За передзимового укриття маточних рослин пресованою соломкою врожайність складала 0,72 т/га, при застосуванні агроволокна – 0,73 т/га, що у два

рази більше, ніж без укриття. Загалом за укриття рослин соломною і агроволокном урожайність становила з 1,0 до 1,19 т/га. Збільшення густоти стояння рослин з 200 до 300 тис. шт./га сприяло підвищенню врожайності на 13,2 %. Найбільшу врожайність насіння 1,19 т/га одержано за посіву в першій декаді вересня, укриття

пресованою соломною і густоти стояння насіннєвих рослин восени 300 тис. шт./га. Таким чином, урожайність насіння за безвисадкового вирощування була менше у два рази, ніж за висадкового. Насіннєва продуктивність однієї рослини складала за висадкового способу з 43 до 64 г, за безвисадкового – 24–35 г/роsl.

Таблиця 2 – Насіннєва продуктивність буряку столового за безвисадкового способу вирощування, 2013-2015 рр.

№ п/п	Строк сівби (фактор А)	Передзимове укриття рослин (фактор В)	Густота рослин, тис. шт./га (фактор С)	Урожайність насіння, т/га			
				2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013-2015 рр.
1	Перша декада вересня	Без укриття	200 (к)	0,19	0,10	0,54	0,28
2			300	0,22	0,09	0,81	0,37
3		укриття соломною	200	1,17	1,44	0,62	1,08
4			300	1,03	1,37	0,88	1,09
5		укриття агроволокном	200	0,44	1,03	1,53	1,00
6			300	0,63	1,10	1,85	1,19
7	Друга декада вересня	без укриття (контроль)	200	0,05	0,16	0,20	0,14
8			300	0,06	0,17	0,26	0,16
9		укриття соломною	200	0,18	0,48	0,33	0,33
10			300	0,19	0,58	0,35	0,37
11		укриття агроволокном	200	0,11	0,29	0,57	0,32
12			300	0,17	0,47	0,60	0,41
НІР ₀₅ часткових відмінностей за фактором А				0,15	0,25	0,15	
НІР ₀₅ часткових відмінностей за фактором В				0,12	0,37	0,25	
НІР ₀₅ часткових відмінностей за фактором С				0,11	0,30	0,18	
НІР ₀₅ головних ефектів за фактором А				0,06	0,10	0,06	
НІР ₀₅ головних ефектів за фактором В				0,06	0,18	0,12	
НІР ₀₅ головних ефектів за фактором С				0,04	0,12	0,08	

* Примітка: (к) – контрольний варіант

Показники якості насіння буряку столового, отриманого за різних способів насінництва мають певну мінливість. Насіння від висадкового способу вирощування має масу 1000 шт. 19,0–20,6 г, енергію проростання – 71,0–76,0%, схожість – 90,0–97,0% (рис. 1). Схеми висаджування маточних коренеплодів не мають істотного впливу на масу 1000 насінин, енергію проростання і схожість. За широкорядної схеми садіння маса 1000 насінин складає 19,6 г, що на 0,5% більше, ніж за схеми 90+50 см. Енергія проростання насіння і схожість насіння за схеми 160+50 см збільшуються відповідно на 1,1 і 1,5%. Внесення розрахункової дози добрив підвищує енергію проростання насіння в середньому по досліді на 1,8% порівняно з контролем (без добрив) – 71,2%. За таких умов схожість насіння була 95,3% проти 92,2% на контролі. За збільшення густоти вирощування насіннєвих рослин маса 1000 насінин зменшується на 6,4%, енергія проро-

стання і лабораторна схожість підвищуються відповідно на 1,7 і 0,5%.

Насіння буряку столового, отримане за безвисадкового способу, має такі показники якості: маса 1000 шт. насіння – 17,9–19,4 г, енергія проростання – 68,0–75,0%, схожість – 90,0–96,0% (рис. 2).



Рис. 1. Посівні якості насіння буряку столового за висадкового способу вирощування



Рис. 2. Посівні якості насіння буряку столового за безвисадкового способу вирощування

У середньому за роки досліджень за сівби в першій декаді вересня маса 1000 шт. насіння збільшується на 1,0 г (5,5%) порівняно з посівом в другій декаді вересня (18,1 г). За умов укриття маточників агроволокном енергія проростання насіння була на 3,3% більшою, ніж без укриття (70,2%). Схожість насіння за сівби у першій декаді вересня становила 92,8%, що на 1,5% більше, ніж за другого строку сівби. Укриття маточних рослин соломкою сприяє збільшенню схожості насіння на 1,5%, агроволокном – 2,8% у порівнянні з варіантом без укриття (91,2%).

Оцінка посівних якостей насіння за різних способів насінництва показала, що маса 1000 шт. насіння була практично на одному рівні 19,58–19,60 г, схожість насіння – 93,26–93,30%. Значення показника енергії проростання насіння за висадкового способу було на 6,2% більше, ніж за безвисадкового (65,7 %). Насіння, одержане за різних способів насінництва відповідає вимогам ДСТУ 7160:2010 щодо сертифікованого насіння першої репродукції буряку столового ($CH_1=80\%$) [13].

Висновки. Урожайність насіння за висадкового вирощування у середньому за три роки досліджень становила 1,24–2,05 т/га, за безвисадкового – 1,0–1,19 т/га. Насіннева продуктивність однієї рослини складала за висадкового способу з 43 до 64 г, за безвисадкового – 24–35 г/росл. Порівняльна оцінка посівних якостей насіння за різних способів насінництва показала, що маса 1000 шт. насіння була практично на одному рівні 19,58–19,60 г, схожість насіння – 93,26–93,30%. Значення показника енергії проростання насіння за висадкового способу насінництва було на 6,2 більше, ніж за безвисадкового (65,7%). На посівні якості насіння буряку столового фактори, що вивчалися, не мали істотного впливу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кравченко В. А., Гуляк Н. В. Підвищення ефективності селекції і насінництва овочевих рослин. *Овочівництво і баштанництво : міжвід. темат. наук. зб.* Харків : ІОБ. 2014. Вип. 60. С. 15–19.
2. Рослинництво України. Статистичний бюлетень Київ: Держкомстат, 2019. 220 с.

3. Яровий Г. І., Гончаренко В. Ю., Могиляна О. М. Стан та перспективи розвитку насінництва овочевих і баштанних рослин. *Овочівництво і баштанництво : міжвід. темат. наук. зб.* Харків: ІОБ. 2005. Вип. 50. С. 25–31.

4. George R.A.T. Vegetable seed production. 3rd edition. CABI Publ. 2009. 320 p.

5. Jagosz B. Seed Plant Characteristics of Monogerm and Multigerm Red Beet. *Infrastructura Ekology of Rural Areas: Journal of the Polish Agrarian Academy of Sciences.* 2015. V. IV/3. P. 1351–1361. DOI: <http://dx.medra.org/10.14597/infraeco.2015.4.3.097>.

6. Горова Т. К., Гаврилюк М. М. Насінництво і насіннезнавство овочевих і баштанних культур / за ред. Т. К. Горової. Київ : Аграрна наука, 2003. 327 с.

7. Ashworth S. Whealy K. Seed to Seed: Seed Saving and Growing Techniques for Vegetable Gardeners, 2-nd Edition. Seed Saver Pub. 2002. 228 p.

8. Goodger R. A. Cardinal temperatures and vernalisation requirements for a selection of vegetables for seed production. Abstract of a Thesis for the Degree of Bachelor of Agr. Sci. USA, Lincoln University. 2013. 77 p.

9. Лудилев В. А. Кононыхина В. М. Выращивание семян двулетних овощных культур и редиса без пересадки маточников. Москва: Глобус. 2001. 111 с.

10. Корнієнко С. І. Агробіологічні й агротехнічні основи оптимізації продукційного процесу вирощування цукрових буряків першого і другого років життя у Східному Лісостепу України: монографія. Харків: ХНАУ, 2012. 296 с.

11. Адилов М. М. Эффективность способов семеноводства столовой свеклы в Узбекистане: Генофонд и селекция растений: материалы I Международной науч.-практ. конф. (9-13 апреля 2013 г., Краснообск): Сиб. НИИ растениеводства и селекции. Новосибирск. 2013. С. 78–82.

12. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. / За ред. Г. Л. Бондаренко, К. І. Яковенко. Харків: Основа, 2001. 378 с.

13. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Малярчук М. П. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / за ред. Р. А. Вожегової. Херсон : Гринь Д. С., 2014. 286 с.

REFERENCES:

1. Kravchenko, V. A. & Huliak, N. V. (2014). Pidvyshchennia efektyvnosti selektsii i nasinnytstva ovochevykh roslyn [Increase of efficiency of selection and seed production of vegetable plants]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo – Vegetable growing and melon growing. Kharkov: IVMC, 60, 15–19* [in Ukrainian].
 2. Roslynnytstvo Ukrainy (2019). *Statystychnyi biuletyn [Crop production of Ukraine. Statistical bulletin]*. Kyiv: Derzhkomstat [in Ukrainian].
 3. Yarovyi, H. I., Honcharenko, V. Yu. & Mohylina, O. M. (2005). Stan ta perspektyvy rozvytku nasinnytstva ovochevykh i bashtannykh roslyn. [State and prospects of development of seed production of vegetable and water-melon plants] *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo – Vegetable growing and melon growing. Kharkov, IVMC, 50, 25–31* [in Ukrainian].
 4. George, R. A. T. (2009). *Vegetable seed production*. 3rd edition. CABI Publ. [in English].
 5. Jagosz, B. (2015). Seed Plant Characteristics of Monogerm and Multigerm Red Beet. *Infrastructura Ekology of Rural Areas: Journal of the Polish Agrarian Academy of Sciences*. IV/3. 1351–1361. DOI: <http://dx.medra.org/10.14597/infraeco.2015.4.3.097> [in English].
 6. Gorova, T. K., Gavrilyuk, M. M. & Hodeeva, L. P. (2003). *Nasinnytstvo i nasinneznavstvo ovochevykh i bashtannykh kultur [Seed Production and Seed Farming of Vegetable and Melon Cultures]*. Kyiv: Agrarian Science [in Ukrainian].
 7. Ashworth, S. & Whealy, K. (2002). *Seed to Seed: Seed Saving and Growing Techniques for Vegetable Gardeners*, 2-nd Edition. Seed Saver Publ. [in English].
 8. Goodger, R. A. (2013). Cardinal temperatures and vernalisation requirements for a selection of vegetables for seed production. Abstract of a Thesis for the Degree of Bachelor of Agr. Sci. USA, Lincoln University [in English].
 9. Ludilov, V. A. & Kononykhina, V. M. (2011). *Vyrashchivanie semyan dvuletnih ovoshchnykh kul'tur i redisa bez peresadki matochnikov. [Growing seeds of two-year-old vegetable crops and radishes without transplanting uterus]*. Moscow: Globus [in Russian].
 10. Korniyenko, S. I. (2012). *Ahrobiolohichni y ahrotekhnichni osnovy optymizatsii produktsiinoho protsesu vyroshchuvannia tsukrovykh buriakiv pershoho i druhoho rokiv zhyttia u Skhidnomu Lisostepu [Agrobiological and agrotechnical bases of optimization of production process of cultivation of sugar beet of first and second of life in east forest-steppes of Ukraine]*. Kharkiv [in Ukrainian].
 11. Adilov, M. M. (2013). Effektivnost sposobov semenovodstva stolovoj svekly v Uzbekistane [Effectiveness of methods of seed production of table beets in Uzbekistan]. *Gene pool and plant breeding: materials of I International Scientific and Practical. konf. (April 9-13, 2013, Krasnoobsk)*. Sib. Research Institute of Crop Production and Breeding. Novosibirsk [in Russian].
 12. Bondarenko, H. L., & Yakovenko, K. I. (2001). *Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi [Methods of research in vegetable growing and melon growing]*. Kharkiv: Osnova [in Ukrainian].
 13. Vozhehova, R. A., Lavrinenko, Iu. O. & Maliarchuk, M. P. (2014). *Metodyka polovykh i laboratornykh doslidzhen na zroshuvanykh zemliakh [Methods of field and laboratory research on irrigated lands]*. Kherson: Hrin D.S. [in Ukrainian].
- Косенко Н.П. Урожайність і якість насіння буряку столового за різних способів насінництва на півдні України**
- Мета.** Встановити насіннєву продуктивність та якість насіння буряку столового за різних способів вирощування на півдні України. **Методи.** Використовували загальнонаукові методи: польовий, вимірювально-розрахунковий, порівняльний, математично-статистичний аналіз. **Результати.** Дослідженнями встановлено, що за висадкового способу схеми висадки не впливають на насіннєву продуктивність буряку столового сорту Бордо харківський. Внесення розрахункової норми добрив ($N_{120}P_{90}K_{60}$) збільшує врожайність насіння на 26,1%. Збільшення густоти вирощування насіннєвих рослин з 28 до 42 тис. шт./га сприяє збільшенню врожайності насіння на 16,1%. За безвисадкового способу врожайність насіння за сівби у першій декаді вересня була у 1,9 рази більше, ніж за сівби у другій декаді вересня. За передзимового укриття маточних рослин пресованою соломкою врожайність складала 0,72 т/га, при застосуванні агроволокна – 0,73 т/га, що у два рази більше, ніж без укриття. Порівняльна оцінка посівних якостей насіння за різних способів насінництва показала, що маса 1000 шт. насіння була практично на одному рівні 19,58–19,60 г, схожість насіння – 93,26–93,30%. Значення показника енергії проростання насіння за висадкового способу було на 6,2% більше, ніж за безвисадкового (65,7%). Для збереження оптимальної густоти рослин і формуванню високого врожаю насіння за безвисадкового способу вирощування необхідно застосовувати передзимове укриття маточних рослин. **Висновки.** Урожайність насіння за висадкового вирощування у середньому за три роки досліджень становила 1,24–2,05 т/га, за безвисадкового – 1,0–1,19 т/га. Насіннєва продуктивність однієї рослини складала за висадкового способу від 43 до 64 г, за безвисадкового – 24–35 г/роsl. На посівні якості насіння буряку столового фактори, що вивчалися, не мали істотного впливу.
- Ключові слова:** буряк столовий, насіння, схема висаджування, строк сівби, густина рослин, якість насіння.
- Kosenko N.P. The productivity and quality of seed of red beet at different seed production methods on Southern Ukraine**
- The purpose.** To set the productivity and quality of seed of beetroot at the different methods of growing on south of Ukraine is the purpose of researches. **Methods.** Experiment in the field, laboratory, mathematic and statistical analysis. **Results.** It is established that at the transplanting method of seed production of planting scheme landing doesn't influence on the seed productivity of beetroot of sort of Bordeaux Kharkov. The application of calculation norm of fertilizers of $N_{120}P_{90}K_{60}$ assists the increase of seed production on 26,1%. Increase of density of standing of seed plants from 28 to 42 thus./ha gives the increase

to the productivity of seed on 16,1%. At the direct method the productivity of seed at sowing in the first ten-day period of September was in 1,9 time more than at sowing in the second ten-day period of September. At shelter of plants a straw the productivity makes 0,72 t/ha, by mulching agrofiber – 0,73 t/ha, that in two times more than without shelter. The comparative estimation of sowing quality of seed showed at the different methods of seed production, that mass 1000 of seed was practically at one level of a 19,58–19,60 g, germination of seed – 93,26–93,30 %. The value of index of energy of germination of seed at the transplanting method was more on 6,2 % than

at the direct method of seed growing (65,7%). For maintenance of optimal density of standing of plants and forming of high harvests of seed it is necessary to cover plants on a winter. **Conclusions.** Value of the productivity of seed at the transplanting method on the average for three years was 1,24– 2,05 t/ha, at direct method – 1,0–1,19 t/ha. At the transplanting method the seed productivity of one plant made from 43 to 64 g, at the direct method – 24–35 g. The elements of technology don't render substantial influence on quality of seed.

Key words: red beet, seed, scheme of planting, term of sowing, fertilizers, plant density, quality of seed.

АДАПТИВНА ЗДАТНІСТЬ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Лавриненко Ю.О. – доктор сільськогосподарських наук, професор

<https://orcid.org/0000-0001-9442-8793>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

Базалій Г.Г. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0003-2842-0835>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

Усик Л.О. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0002-9710-0758>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

Жупина А.Ю. – науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0002-3630-7579>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

Актуальність. У глобальному аспекті демографічна ситуація у світі загострює проблему нестачі продуктів харчування для населення. Протягом останніх століть спостерігається експлозивне зростання чисельності населення, яке ще на початку XIX століття налічувала один мільярд, на початку XX – 1,6 мільярда, і в найближчій перспективі досягне 9 мільярдів. Підтримка світової стабільності повинна відбуватись завдяки зростанню обсягів сільськогосподарської продукції на 70–100%, у першу чергу зерна, валовий збір якого у світі в 2017/2018 р. досяг рекордного рівня – понад 2,6 мільярда тонн [1; 2; 3; 4]. Необхідно враховувати і те, що значна частина продукції рослинництва буде використовуватись на нехарчові продукти – біопаливо, хімічна промисловість і це посилить тиск на світове постачання харчових продуктів [5].

Тому в сфері підвищення продуктивності зернових культур (основне джерело продуктів харчування) можливі три основні напрями: нові генетико-селекційні розробки; перехід на суперсучасні агротехнології; оптимізація розміщення та спеціалізація виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За останні десятиліття урожайність зернових культур у світовому масштабі значно зросла. Збільшення урожайності проходило, переважно за рахунок селекційно-генетичного поліпшення сортового складу, підвищення потенціалу продуктивності генотипів, адаптивності до мінливості агро-екологічних чинників, толерантності до стресових факторів біотичного та абіотичного походження. Це підкреслює важливість основного напрямку в підвищенні продуктивності – селекційно-генетичних розробок, які за свідченнями провідних вчених забезпечують основний приріст урожайності та валових зборів в останні роки [6; 7; 8].

Україна має потужний потенціал у виробництві зерна. Тому на сьогодні важливим напрямом наукового забезпечення галузі рослинництва є створення високоадаптивних сортів агро-екологічної орієнтації з високим ступенем генетичного захисту врожаю від біотичних і абіотичних факторів середовища, розробка наукових основ створення генетично запрограмованих сортів заданої біологічної та господарської орієнтації [9, с. 102–103].

Мета досліджень. Встановити динаміку зростання урожайності зернових колосових культур на півдні України. Визначити параметри адаптивності сучасних сортів пшениці озимої селекції Інституту зрошувального землеробства НААН, що придатні для вирощування в умовах зрошення та суходолу в Посушливому Степу України.

Матеріали і методи досліджень. Польові дослідження проведені в Інституті зрошувального землеробства НААН у 2016–2018 рр. відповідно до загальноприйнятих методик [10; 11]. Об'єктом досліджень були сучасні сорти пшениці озимої селекції Інституту зрошувального землеробства НААН. Сорти висівались за умов зрошення та без зрошення задля порівняння їх посухостійкості. Характеристику взаємодії генотип–середовище, диференціацію сортів за врожайністю і стабільністю проводили з використанням найбільш поширеної у світових і вітчизняних дослідженнях методики Eberhart S.A., Russell W.A. [12]. Визначали коефіцієнт екологічної пластичності b_i і варіансу стабільності S^2_{di} . Коефіцієнт посухостійкості визначали за співвідношенням урожайності без поливу до умов зрошення. Методи – польові, лабораторні, селекційно-генетичні, статистичні, ретроспективні.

Результати досліджень і обговорення. В степовій зоні України, на фоні загальної зміни клімату, реалізація потенційної продуктивності сортів пшениці м'якої може обмежуватись різними лімітованими факторами і одним із головних з них є вологозабезпеченість. Пристосованість до ґрунтово-кліматичних умов зони Степу, яка характеризується гострим дефіцитом вологи, високими температурами влітку, довготривалим безморозним періодом – є основною вимогою до сортів пшениці озимої *Triticum aestivum* L. степової екологічної групи. За таких умов високі і стабільні у просторі і часі врожаї, здатні забезпечити лише спеціально створені посухо- і жаростійкі сорти. Для досягнення поставленої мети необхідно створювати особливий морфофізіологічний тип рослини [13].

Штучне зрошення сприяє підвищенню продукційних процесів, покращує мікроклімат фітоценозу, але на півдні України не вирішує повністю проблему зерноутворення через високі температури і низьку відносну воло-

гість повітря. Через це новостворені короткостеблові сорти пшениці озимої повинні володіти надійною системою посухо- та термостійкості. В степовій зоні України на фоні загальної зміни клімату реалізація потенційної продуктивності сортів пшениці м'якої може обмежуватись різними лімітованими факторами і одним із головних з них є вологозабезпеченість.

Ретроспективний аналіз урожайності основних зернових культур в зоні Посушливого Степу за 130 річний період, що був проведений за звітом «Исторический очерк деятельности Херсонского Губернского Земства за 1865-1899 гг.» [14] та статистичних даних по Херсонській області показав значне збільшення урожайності за цей період (табл. 1).

Таблиця 1 – Порівняльна урожайність культур в Херсонській губернії та Херсонській області за 130 річний період

Культура	Урожайність зерна за роками, ц/га					Щорічний приріст урожайності, ц/га	Щорічний приріст урожайності за зрошення, ц/га
	1887–1891 рр.	невро-жайні роки 1891–1892	сприят-ливі роки 1887–1890, 1893	2017-2018 рр.	2017-2018 рр. за зрошення		
Пшениця озима	6,00	1,97	7,19	33,9	52,1	0,21	0,34
Пшениця яра	4,81	3,43	6,37	21,9	48,3	0,13	0,32
Жито	5,50	2,07	6,79	19,2	62,0	0,11	0,42
Ячмінь	5,76	4,11	7,84	26,5	55,2	0,16	0,36
Овес	6,36	4,11	7,97	15,6	–	0,07	–
Просо	3,98	5,03	4,70	14,4	18,0	0,08	0,10
Гречка	2,90	2,78	3,42	9,7	10,9	0,05	0,06

Примітка: показники урожайності за 1887–1891 рр. переведені з пудів на десятину в центнери з гектару.

Щорічне збільшення урожайності основних зернових культур становило від 5 до 21 кг/га. Найбільш відчутне збільшення урожайності зафіксоване у пшениці озимої – у 5,65 разів і підвищилось з 6,00 до 33,9 ц/га. За цей історичний термін суттєвих змін досягла технологія вирощування, було введено зрошення в Херсонській області на площі 432 тис. га. Пшениця озима на зрошуваних землях мала ще більшу урожайність – 52,1 ц/га, що перевищує показники позаминулого століття у 8,7 разів. Щорічне підвищення урожайності становило 0,34 ц/га і це відбувалось завдяки використанню нових сортів та удосконаленню технологій вирощування.

Штучне зрошення сприяє підвищенню продукційних процесів, покращує мікроклімат фітоценозу, але на півдні України не вирішує повністю проблему зерноутворення через високі температури і низьку відносну вологість повітря. Через це новостворені короткостеблові сорти пшениці озимої *T. aestivum* L. повинні володіти надійною системою посухо- та термостійкості.

В степовій зоні України, на фоні загальної зміни клімату, реалізація потенційної продуктивності сортів пшениці м'якої може обмежуватись різними лімітованими факторами і одним із головних з них є вологозабезпеченість. Посуха (ґрунтова, повітряна, або комбінована) може наступати в різні періоди вегетації рослин. Високопродуктивні сорти в нашій зоні повинні мати характерні специфічні особливості, які зумовлюють протистояння посухи. Тому стійкість ростових процесів до

дефіциту вологи дозволяє формувати більш потужний листовий апарат і кореневу систему.

Навіть в умовах зрошення, при контрольованому водозабезпеченні і мінеральному живленні рослин пшениці, спостерігаються роки з низькими урожаями, коли різко підвищується температура і сухість повітря, які стають стресовими факторами, при цьому ускладнюється водообмін, транспірація не забезпечує зниження температури рослин. За таких умов настає перегрів фотосинтезуючих органів, відбувається порушення обміну речовин і росту органів рослин. Посухостійкість це здатність рослин формувати за рахунок фізіологічних механізмів господарсько-цінний урожай в умовах дефіциту вологи. А рівень посухостійкості визначається ступенем зниження (у відсотках, чи абсолютних одиницях) продуктивності рослин у посушливих умовах в порівнянні з оптимальними умовами водозабезпеченості при зрошенні.

Механізми адаптації до посушливого клімату мають наступні типи рослин: рослини сортів з коротким періодом вегетації, що дозволяє уникнути впливу дефіциту вологи шляхом відходу від нього у найбільш чутливі фази розвитку (у критичні періоди); рослини з добре розвинутою кореневою системою, яка проникає в глибокі шари, такі рослини добре розвиваються в посушливих умовах; рослини, які витримують недостатнє зволоження з найменшими втратами продуктивності завдяки специфічним фізіологічним і біофізичним властивостям.

Звичайно, окремо скоростиглість і посухостійкість не можуть гарантувати високої продуктивності – вони є гарантами виживання рослин в несприятливих умовах посухи і, при доборах за цими ознаками, генотипи більш схильні до екстенсивного степового еко типу. Високопродуктивні інтенсивні сорти відрізняються інтенсивним розвитком, енергійним ростом і високими темпами накопичення сухих речовин з розвиненим фотосинтетичним апаратом, що потребує високого агрофону. Формування урожайності проходить на всіх етапах органогенезу рослин пшениці *T. aestivum* L. Тому вивчення реакції рослин на погіршення водозабезпеченості і підвищення температури є основними при діагностиці селекційного матеріалу на посухостійкість. Найбільш об'єктивною і достовірною оцінкою впливу посух на рослини вважається облік продуктивності їх на природному фоні зволоження та за оптимального вологозабезпечення. Порівняння показників урожайності на двох фонах може бути критерієм ступеня стійкості сортів до посухи.

За нашими дослідженнями коливання врожайності сортів пшениці озимої без зрошення становили понад 1 т/га, за врожайності зерна від 2,47 до 4,05 т/га, що становить понад 25% (табл. 2).

Такі флуктуації урожайності свідчать про значний вплив погодних умов на прояв урожайності зерна сортів в неполивних умовах. За умов зрошення коливання урожайності теж сягали 1–1,4 т/га, проте, такі відхилення у відсотках були значно меншими і не перевищували 16%. Такі коливання урожайності за умов зрошення вказують на те, що зрошенням не завжди вдається нівелювати стресовий вплив погодних умов.

Нові сорти пшениці Кохана, Кошова, Марія, Соборна, ХН Акварель мають високий потенціал урожайності в умовах зрошення 9,25–10,35 т/га, проте, коливання урожайності зерна без зрошення у них досить високе. Коефіцієнт посухостійкості у цих сортів значно різнився – від 0,29 (ХН Акварель) до 0,43 (Кошова), що свідчить про неадекватність реакції цих сортів на покращення (або погіршення) умов вирощування.

Таблиця 2 – Параметри адаптивності і стабільності сортів пшениці за урожайністю зерна в умовах Південного Степу (2016–2018 рр.)

Сорти	Урожайність зерна, т/га					Параметри пластичності і стабільності		
	урожайність на зрошенні	урожайність без зрошення	Min–max на зрошенні	Min–max без зрошення	середня урожайність	коефіцієнт посухостійкості	b_i	S^2_{di}
Анатолія	8,13	3,26	7,38–8,82	3,15–3,43	5,70	0,40	0,94	0,25
Бургунка	7,99	2,99	7,78–8,43	2,85–3,18	5,50	0,37	0,96	0,25
Конка	8,32	2,77	8,25–8,36	2,56–2,90	5,55	0,33	1,06	0,77
Кохана	8,86	3,72	7,58–10,04	3,25–4,05	6,29	0,42	1,01	1,33
Кошова	8,94	3,83	8,16–9,36	3,25–4,45	6,39	0,43	0,99	0,42
Ледя	7,74	3,43	7,31–8,35	2,84–3,76	5,59	0,44	0,83	0,56
Марія	8,88	3,49	8,20–9,25	3,06–4,16	6,19	0,39	1,05	0,21
Овідій	8,67	3,39	7,64–9,20	3,25–4,15	6,03	0,39	1,03	0,73
Росинка	7,78	3,55	7,56–7,92	3,13–3,88	5,67	0,46	0,81	0,21
Соборна	9,15	3,62	8,96–9,43	3,27–4,09	6,39	0,40	1,06	0,46
Херсонська безоста	8,00	3,09	7,49–8,51	2,47–3,67	5,55	0,39	0,95	0,29
Херсонська 99	8,51	3,39	8,31–8,66	2,58–3,88	5,96	0,40	0,98	0,99
ХН Акварель	9,83	2,88	9,31–10,35	2,67–3,16	6,35	0,29	1,33	0,22
$HIP_{05}, \text{ т/га}$	0,206–0,383	0,110–0,272						

Для проведення розподілу сортів за придатністю до певних умов вирощування були розраховані параметри екологічної пластичності (b_i) і стабільності (S^2_{di}).

Коефіцієнт регресії урожайності сорту на потенціал агрофону в умовах зрошення, або коефіцієнт пластичності (b_i) є найбільш інформативним показником реакції генотипів на зміну умов середовища [15]. За коефіцієнтом пластичності сорти були розподілені на групи:

1. Гомеостатичні ($b_i < 1$) – сорти, які характеризуються слабкою реакцією на зміни умов вирощування і забезпечують стабільні врожаї за умов зрошення

та без поливу. До цієї групи увійшли сорти Анатолія, Ледя, Росинка, Бургунка.

2. Інтенсивного типу ($b_i > 1$) – високопластичні сорти з високим генетичним потенціалом, проте з низькою стабільністю прояву врожайності. До цієї групи увійшли сорти Конка, Марія, Соборна, ХН Акварель. Ці сорти мають дуже високу потенційну врожайність (понад 10 т/га), але вимагають ретельного і своєчасного виконання технологічних операцій за умов зрошення. Порушення технології, або ж несприятливі погодні фактори різко знижують їх врожайність. Ці сорти мають перспективу

висіватись переважно при зрошення та достатньому рівні мінерального живлення.

3. Середньопластичні ($b_1=1$) – сорти з адекватною нормою реакції на поліпшення умов вирощування, та досить стримано реагують на нестійкі погодні умови та коливання агрофону. Це сорти – Кохана, Кошова, Херсонська 99, Овідій. Ці сорти мають найбільш високий попит на виробництві і можуть висіватись як на зрошенні, так і без поливу.

Найбільш стабільні і прогнозовані прибавки (зниження) урожайності на зміну екоградієнту мають сорти Бургунка, Анатолія, Марія, Росинка, Херсонська безоста, ХН Акварель ($S^2_{di} = 0,21-0,29$).

Висновки. Ретроспективний аналіз урожайності основних зернових культур в зоні Посушливого Степу за 130 річний період показав, що щорічне збільшення урожайності основних зернових культур становило від 5 до 21 кг/га. Найбільш відчутне збільшення урожайності зафіксоване у пшениці озимої – у 5,65 разів і підвищилось з 6,00 до 33,9 ц/га, а на зрошуваних землях – до 52,1 ц/га, що перевищує показники позаминулого століття у 8,7 разів. Щорічне підвищення урожайності становило 0,34 ц/га і це відбувалось завдяки використанню нових сортів та удосконаленню технологій вирощування.

Нові сорти пшениці Кохана, Кошова, Марія, Соборна, ХН Акварель мають високий потенціал урожайності в умовах зрошення 9,25–10,35 т/га, проте, коливання урожайності зерна без зрошення у них досить високе. Коефіцієнт посухостійкості у цих сортів значно різнився – від 0,29 (ХН Акварель) до 0,43 (Кошова), що свідчить про неадекватність реакції цих сортів на покращення (або погіршення) умов вирощування.

Встановлені гомеостатичні сорти, які характеризуються слабкою реакцією на зміни умов вирощування і забезпечують стабільні врожаї за умов зрошення та без поливу. До цієї групи увійшли скоростиглі гібриди Анатолія, Леда, Росинка, Бургунка. Сорти Конка, Марія, Соборна, ХН Акварель віднесені до інтенсивного типу з високим генетичним потенціалом, проте з низькою стабільністю прояву врожайності. Ці сорти мають дуже високу потенційну врожайність (понад 10 т/га), але вимагають ретельного і своєчасного виконання технологічних операцій за умов зрошення. Сорти Кохана, Кошова, Херсонська 99, Овідій з адекватною нормою реакції на поліпшення умов вирощування, та досить стримано реагують на нестійкі погодні умови та коливання агрофону. Ці сорти мають найбільш високий попит на виробництві і можуть висіватись як на зрошенні, так і без поливу.

Найбільш стабільні і прогнозовані прибавки (зниження) урожайності на зміну екоградієнту мають сорти Бургунка, Анатолія, Марія, Росинка, Херсонська безоста, ХН Акварель ($S^2_{di} = 0,21-0,29$).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Марфенин Н. Н. Устойчивое развитие человечества. Москва : Изд-во МГУ, 2006. 612 с.
2. Godfray H. C. J., Beddington J. R., Crute I. R., Haddad L. et al. Food security: The challenge of 9 billion

ptople. *Science*. 2010. Vol. 327, Iss. 5967. P. 812–818. doi: 10.1126/science.1185383.

3. FAOSTAT: <http://www.fao.org/faostat/en/01.02.2019#data/QC> [Електронний ресурс]. Режим доступу: (дата звернення 01.02.2019).

4. Crop explorer: global crop production analysis [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.usda.gov> (дата звернення 02.12.2019).

5. Tester M., Langridge P. Breeding technologies to increase crop production in a changing World. *Science*. 2010. Vol. 327, Iss. 5967. P. 818–822. doi: 10.1126/science.1183700.

6. Gilliam M., Able J. A., Roy S. J. Translating knowledge about abiotic stress tolerance to breeding programmers. *Plant Journal*. 2017. Vol. 90, Iss. 5. P. 898–917. doi: 10.1111/tj.13456

7. Созинов О. О. Нові рубежі в селекції рослин. *Вісник аграрної науки*. 2000. №12. С. 22-24.

8. Hudzenko V. M., Polishuk T. P., Babii O. O., Khudolii L. V. Productivity and adaptability of Myronivka spring barley varieties of different breeding periods. *Plant Varieties Studying and Protection*, 2018, 14(2). P. 190–202. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.2.2018.134766>

9. Гадзало Я. М., Гладій М. В., Саблук П. Т., Лузан Ю. Я. Розвиток аграрної сфери економіки в умовах децентралізації управління в Україні. Київ : Аграрна наука, 2018. 328 с.

10. Доспехов Б. А. *Методика полевого опыта* (с основами статистической обработки результатов исследований) [5-е изд., доп. и перераб.]. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.

11. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / за редакції Р. А. Вожегової. Херсон : Вид. Гринь Д. С., 2014. 286 с.

12. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 1966. Vol. 6, N 1. P. 36–40.

13. Орлюк А. П. Теоретичні основи селекції рослин. Херсон : Айлант, 2008. 517 с.

14. Исторический очерк деятельности Херсонского Губернского Земства за 1865-1899 гг. Выпуск III. Издание Херсонской Губернской земской Управы. Херсон, 1906. 276 с.

15. Базалій В. В., Коковіхін С. В., Плоткін С. Я., Іванів М. О. Адаптивна характеристика нових гібридів кукурудзи в екологічних пунктах. *Таврійський науковий вісник*. 2011. Вип. 75. С. 3-14.

REFERENCES:

1. Marfenyn, N.N. (2006). *Ustoychivoye razvitiye chelovechestva [Stable evolution of humanity]*. Moscow: MGU [in Russian].
2. Godfray, H.C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., & Haddad, L., et al (2010). Food security: The challenge of 9 billion ptople. *Science*. Vol. 327, Iss. 5967. P. 812–818. doi: 10.1126/science.1185383 [in English].
3. FAOSTAT. [Electronic resource]. Access Mode: <http://www.fao.org/faostat/en/01.02.2019#data/QC> [in English].

4. Crop explorer: global crop production analysis. [Electronic resource]. Access Mode: <http://www.usda> [in English].
5. Tester, M., & Langridge, P. (2010). Breeding technologies to increase crop production in a changing World. *Science*. Vol. 327, Iss. 5967. P. 818–822. doi: 10.1126/science.1183700 [in English].
6. Gilliam, M., Able, J.A., & Roy, S.J. (2017). Translating knowledge about abiotic stress tolerance to breeding programmers. *Plant Journal*. Vol. 90, Iss. 5. P. 898–917. doi: 10.1111/tpj.13456 [in English].
7. Sozinov, O.O. (2000). Novi rubezhi v selektsiyi roslyn [New lines in the plants selection]. *Visnik agrarnoi nauki – Bulletin of Agricultural Science*, 12, 22–24 [in Ukrainian].
8. Hudzenko, V.M., Polishuk, T.P., Babii, O.O., & Khudolii, L.V. (2018). Productivity and adaptability of Myronivka spring barley varieties of different breeding periods. *Plant Varieties Studying and Protection*. 14(2). 190–202. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.2.2018.134766> [in English].
9. Gadzalo, J.M., Gladii, M.V., Sabluk, P.T., & Luzan, Yu. (2018). Rozvytok aharnoyi sfery ekonomiky v umovakh detsentralizatsiyi upravlinnya v Ukraini [The development of the agrarian sphere of economy in the conditions of decentralization in Ukraine]. Kyiv: Agrarna nauka, 328 p. [in Ukrainian].
10. Dospekhov, B.A. (1985). *Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results) [Methods of field experience (with the fundamentals of statistical processing of study results)]*. 5th ed. revised and enlarged. Moscow: Agropromizdat, 351 p. [in Russian].
11. Vozhehova, R. A., Lavrinenko, Iu. O. & Maliarchuk, M. P. (2014). *Metodyka polovoykh i laboratornykh doslidzhen na zroshuvanykh zemliakh [Methods of field and laboratory research on irrigated lands]*. Kherson: Hrin D.S. [in Ukrainian].
12. Eberhart, S.A., & Russell, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6, 1, 36–40 [in English].
13. Orliuk, A.P. (2008). *Teoretychni osnovy selektsiyi roslyn [Theoretical bases of plants breeding]*. Kherson : Ailant. 508 p. [in Ukrainian].
14. *Istoricheskiy ocherk" deyatel'nosti Khersonskago Gubernskago Zemstva za 1865-1899 gg. Vypusk" III. Izdaniye Khersonsoy Gubernskoy zemskoy Upravy [Historical essay on the activities of the Kherson Gubernsk Zemstvo in 1865-1899]. Release III. Edition by Kherson Provincial Zemstvo Council.-Kherson. (1906). 276 p. [in Russian]*.
15. Bazalii, V.V., Kokovychin, S.V., Plotkin, C.J., & Ivaniv, M.O. (2011). Adaptivna kharakterystyka novykh hibrydiv kukurudzy v ekolohichnykh punktakh [The adaptive characteristics of the new hybrids of maize in the ecological locations]. *Tavriyskyi naukoviy visnik – Taurian Scientific Bulletin*, 75, 3–14 [in Ukrainian].

Лавриненко Ю.О., Базалій Г.Г., Усик Л.О., Жупина А.Ю.
Адаптивна здатність сортів пшениці озимої в умовах Південного Степу України

Представлені результати сортової реакції пшениці озимої на умови вологозабезпечення та вплив селекції на підвищення потенціалу продуктивності. **Метою**

досліджень було визначення адаптивних ознак сортів пшениці озимої селекції Інституту зрошуваного землеробства НААН, що придатні для вирощування в умовах зрошення та суходолу в умовах Південного Степу України. **Методи** – польові, лабораторні, селекційно-генетичні, статистичні, ретроспективні. **Результати.** Ретроспективний аналіз урожайності основних зернових культур в зоні Посушливого Степу за 130 річний період показав, що щорічне збільшення урожайності основних зернових культур становило від 5 до 21 кг/га. Найбільш відчутне збільшення урожайності зафіксоване у пшениці озимої – у 5,65 разів і підвищилось з 6,00 до 33,9 ц/га, а на зрошуваних землях – до 52,1 ц/га, що перевищує показники позаминулого століття у 8,7 разів. Щорічне підвищення урожайності становило 0,34 ц/га і це відбувалось завдяки використанню нових сортів та удосконаленню технологій вирощування. Нові сорти пшениці Кохана, Кошова, Марія, Соборна, ХН Акварель мають високий потенціал урожайності в умовах зрошення 9,25–10,35 т/га, проте, коливання урожайності зерна без зрошення у них досить високе. Коефіцієнт посухостійкості у цих сортів значно різнився – від 0,29 (ХН Акварель) до 0,43 (Кошова), що свідчить про різну реакцію цих сортів на покращення (або погіршення) умов вирощування. Для проведення розподілу сортів за придатністю до певних умов вирощування були розраховані параметри екологічної пластичності (b) і стабільності (S^2_{di}). **Висновок.** Встановлені гомеостатичні сорти, які характеризуються слабкою реакцією на зміни умов вирощування і забезпечують стабільні врожаї за умов зрошення та без поливу. До цієї групи увійшли сорти Анатолія, Леда, Росинка, Бургунка. Сорти Конка, Марія, Соборна, ХН Акварель віднесені до інтенсивного типу з високим генетичним потенціалом, проте з низькою стабільністю прояву врожайності. Ці сорти мають дуже високу потенційну врожайність (понад 10 т/га), але вимагають ретельного і своєчасного виконання технологічних операцій за умов зрошення. Сорти Кохана, Кошова, Херсонська 99, Овідій з адекватною нормою реакції на поліпшення умов вирощування, та досить стримано реагують на нестійкі погодні умови та коливання агрофону. Ці сорти мають найбільш високий попит на виробництві і можуть висіватись як на зрошенні, так і без поливу. Найбільш стабільні і прогнозовані прибавки (зниження) урожайності мають сорти Бургунка, Анатолія, Марія, Росинка, Херсонська безоста, ХН Акварель ($S^2_{di} = 0,21–0,29$).

Ключові слова: пшениця, зрошення, селекція, урожайність, посухостійкість, пластичність.

Lavrinenko Y.O., Bazalii G.G., Usyk L.O., Zhupyna A.Yu. Adaptive ability of winter wheat varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine

Aim – to determine the adaptive characteristics of winter wheat varieties of the selection which was developed in the Irrigated Agriculture NAAS, suitable for cultivation in conditions of irrigation and waterless valleys in conditions of the drought South Steppe of Ukraine.

Methods – the field, laboratory, genetic-selection, statistical and retrospective methods were used. Over the 130-years period the retrospective yield analysis

of the main grain crops in the arid Steppe zone showed that the annual yield increase of the main grain crops ranged from 5 kg/ha to 21 kg/ha. The most noticeable increase in yield was recorded in the winter wheat – it has gone up 5.65 times, and increased from 6.00 to 33.9 centner/ha, and on the irrigated lands – to 52.1 centner/ha, which exceeds the figures of the nineteenth century before by a factor of 8.7 times. The annual yield increase amounted to 0.34 centner/ha as a result of the usage of the new varieties and the improvement of the cultivation technologies. The new wheat varieties Kohana, Kosheva, Maria, Soborna, XN Akvarel have a high yield potential under the irrigation conditions of 9.25–10.35 t/ha. However, fluctuations in the grain yield without irrigation are quite high. The drought hardness coefficient of these varieties was significantly different – from 0.29 (XH Akvarel) to 0.43 (Kosheva), which indicates the different reaction of these varieties to improvement (or deterioration) of growing conditions. To distribute the varieties according to their suitability for certain growing conditions, the parameters of environmental plasticity (b_i) and stability (S^2_{di}) were calculated. The homeostatic varieties have

been established, which are characterized by a weak response to changes in the growing conditions and they provide stable yields under irrigation conditions and without irrigation. This group includes the Anatolia, Ledy, Rosinka, Burgunka varieties. The varieties Konka, Maria, Sobornaya, XN Akvarel are classified as an intensive type with a high genetic potential but with a low stability of yield manifestation. These varieties have a very high potential yield (over 10 t/ha), but they require careful and timely implementation of the technological operations under the irrigation conditions. The varieties Kohana, Kosheva, Kherson 99, Ovidii have a suitable reaction rate for improving the growing conditions, and a restrained reaction to the unstable weather conditions and the agricultural background fluctuation. These varieties have the highest demand in proceedings and can be sown both during irrigation and without irrigation. The most stable and predictable increases (decreases) of a yield have the Burgunka, Anatolia, Maria, Rosinka, Khersons awnless, XN Akvarel varieties in the various of agro-ecological gradients.

Key words: wheat, irrigation, selection, yield, drought resistance, plasticity.

ЕФЕКТИВНІСТЬ СЕЛЕКЦІЇ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ ПІВДЕННОГО СТЕПУ

Марченко Т.Ю. — кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0001-6994-3443>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

Лавриненко Ю.О. — доктор сільськогосподарських наук, професор

<https://orcid.org/0000-0001-9442-8793>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

Забара П.П. — аспірант

<https://orcid.org/0000-0002-6149-3393>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Найважливішим чинником сучасної технології вирощування й отримання високих врожаїв зерна кукурудзи є використання для сівби високоякісного гібридного насіння, що дозволяє підвищити продуктивність зрошувального гектара на 20–30% [1].

В Україні створенням та впровадженням у виробництво нових високотехнологічних гібридів кукурудзи інтенсивного типу для умов зрошення займається єдина науково-дослідна установа — Інститут зрошувального землеробства НААН. В південному Степу України, в умовах зрошення, є всі можливості для гарантованого отримання високих врожаїв зерна кукурудзи. В останні роки загальні площі посівів кукурудзи значно зросли і є велика зацікавленість виробництва у їх розширенні на зрошуваних землях, що може забезпечити гарантовану урожайність зерна. В той же час, ведеться розробка нових технологій, впроваджується новітня техніка, які призначені для скорочення витрат та підвищення рентабельності виробництва кукурудзи. Але ці ефективні заходи дають незначні результати (а іноді і втрати) тому, що не враховуються особливості нових гібридів, їх генотип-середовищна реакція на умови вирощування. В Україні занесено до Державного реєстру сортів рослин понад 1000 гібридів кукурудзи, які по-різному реагують на ґрунтово-кліматичні умови, мають генетично обумовлений потенціал продуктивності та генетично запрограмовану “віддачу” на додаткові вкладення в вигляді добрив, засобів захисту, зрошувальної води [2].

Стан вивчення проблеми. Фундаментальним напрямом підвищення врожайності кукурудзи є впровадження гібридів інтенсивного типу з низькою збиральною вологістю зерна. Важлива роль у підвищенні врожайності та поліпшенні якості зерна належить правильному підбору гібридів для вирощування. Не всі гібриди однаково проявляють себе в конкретних агроєкологічних умовах, тому і реалізація потенційної продуктивності гібридів йде по-різному. Високопродуктивні гібриди виносять з ґрунту велику кількість поживних речовин та води, тому вимагають відповідної агротехніки. Якщо такі умови відсутні, то потенційно більш продуктивний гібрид не тільки не дає збільшення, але й може поступитись за врожайністю іншому менш продуктивному, проте і менш вимогливому до вирощування гібрида. Отже потрібен диференційований підхід до селекції гібридів відповідної групи стиглості та призначення. Для підвищення рівня реалізації врожайного потенціалу

сучасних гібридів, захисту посівів від різних негативних абіотичних і біотичних факторів довкілля, крім агротехнічних заходів (сівозміни, обробіток ґрунту, строки сівби, засоби захисту рослин, тощо), важливе значення має розробка морфо-фізіологічної та гетерозисної моделі та селекція гібридів на цій основі зі специфічною адаптивністю до агроєкологічних факторів. Прискореному отриманню нових сортів та гібридів, які характеризуються високими та сталими врожаєми з поліпшеними показниками якості зерна сприяє дотримання конкретної моделі сільськогосподарської культури в процесі створення та добору відповідних генотипів [3, 4].

Мета досліджень. Аналіз результатів досліджень зі створення гібридів кукурудзи інтенсивного типу для умов зрошення та визначення перспектив технологічного забезпечення в розкритті генетичного потенціалу нових гібридів кукурудзи в умовах зрошення.

Матеріали та методи дослідження. Селекційно-технологічні дослідження проводились протягом 2016–2019 рр. на дослідному полі Інституту зрошувального землеробства НААН, що розташоване на півдні України в зоні Інгупецького зрошувального масиву. Ґрунт дослідної ділянки темно-каштановий середньосуглинковий слабко-солонцюватий при глибокому рівні залягання ґрунтових вод. Агротехніка вирощування загальноприйнята для умов зрошення і відповідає вимогам технологій виробництва зернової кукурудзи для агроєкологічних умов степової зони України [5].

Застосовувались методи: порівняльний, аналітичний, польовий, статистично-математичний.

Двофакторний дослід з обробітком кукурудзи мікродобривами закладали методом рендомізованих розщеплених ділянок. Дослідження проводили у чотириразовій повторності. Посівна площа ділянок 30,0 м², облікова — 20,0 м². Фактор А — (різні за групами стиглості сучасні вітчизняні гібриди кукурудзи: Скадовський, ДН Галатея (ФАО 290); ДН Деметра (ФАО 360), Інгупський (ФАО 350); ДН Берека (ФАО 390), Чонгар (ФАО 420). Полив проводився дощувальною установкою ДДА–100МА за рівнем передполивної вологості ґрунту 75% в шарі ґрунту 0–50 см.

Фактор В — обробка рослин кукурудзи сучасними комплексними мікродобривами: Аватар–1, Нутрімікс, які занесені до Реєстру дозволених для використання пестицидів: Нутрімікс — мінеральне добриво, основна діюча речовина: азот, сірка, цинк, марганець, мідь,

молібден; Аватар–1 – мінеральне добриво, основна діюча речовина: кобальт, мідь, цинк, залізо, марганець, молібден, магній. Спосіб обробки: позакореневе підживлення у фазу 3–5 листків та у фазу 7–8 листків.

Обліки та статистичний аналіз проводили за загально визнаними методичними рекомендаціями [6, 7].

Результати досліджень. Селекція кукурудзи для умов зрошення була розпочата на Херсонщині з 1966 року в Інституті зрошеного землеробства НААН завдяки великомасштабному введенню зрошення на півдні України. На першому етапі селекційних програм було розпочато створення гібридів кукурудзи інтенсивного типу для використання на зерно і силос. Перший гібрид, який було створено конкретно для зрошення, був простий між лінійний гібрид Таврія ТВ (рік районувannya – 1976). Цей гібрид мав значний потенціал урожайності (понад 100 ц/га), привабливий для виробників фенотип, відносно високу стійкість до ураження хворобами. В цей же час в інституті було розпочато роботу зі створення нового вихідного матеріалу з необхідним рівнем адаптованості до умов зрошення. Створювались гібриди інтенсивного типу з максимально високою потенційною продуктивністю. В 1987 році було завершено створення такого гібриду і під назвою Перекоп ТВ. Цей простий гібрид пізньостиглої групи, мав високу потенційну урожайність. Його врожайність досягала 16,73 т/га на Кагульській ДСД (Молдова), 14,56 т/га на Наукайській ДСД (Киргізія), а середня врожайність за чотири роки на Каховський ДСД Херсонської області становила 11,08 т/га. Цей гібрид був районований в Україні, Киргізії та Узбекистані. Проте, висока збиральна вологість зерна цього гібриду (понад 25%) обмежила його використання в сучасних технологіях збирання зерна з обмолотом.

У другій половині 80-х років завдяки активній співпраці з селекційним центрами України, Росії і в першу чергу – з Інститутом кукурудзи (м. Дніпропетровськ) починають розроблятися та впроваджуватись нові селекційні програми, що спрямовані на створення гібридів зі специфічною адаптацією до інтенсивних, енергозаощадних та водозберігаючих технологій.

За 54-річну селекційну роботу було створено понад 50 гібридів різних груп стиглості, з яких до Державного реєстру сортів рослин України на 2020 р. занесено 19 – Степовий (ФАО 190), Чорномор (ФАО 250), Олешківський (ФАО 280), Скадовський (ФАО 290), Азов (ФАО 380), Асканія (ФАО 320), Тавричанка (ФАО 380), Тронка (ФАО 380), Каховський (ФАО 380), Гілея (ФАО 430), Приморський (ФАО 420), Інгульський (ФАО 420), Чонгар (ФАО 420), Ламасан (ФАО 430), Кр 9698 (ФАО 430), Арабат (ФАО 430), Віра (ФАО 460), Борисфен 600 СВ (ФАО 550), Наддніпрянська 50 (ФАО 550). Це гібриди кукурудзи інтенсивного типу, що адаптовані до жорстких агроекологічних умов степової зони вирощування, з високим генетично обумовленим потенціалом продуктивності, достатньою стійкістю до основних хвороб та шкідників при зрошенні, швидкою вологовіддачею зерна при дозріванні. Вони здатні ефективно використовувати зрошувальну воду, мінеральні макро- і мікродобрива на формування одиниці врожаю. Для цих гібридів

розроблено інтенсивні технології вирощування за способів поливу дощуванням та краплинним зрошенням. Комплекс господарсько-цінних ознак і властивостей, що мають гібриди, дозволяють їх вирощувати на великих зрошуваних масивах агроформувань Південного Степу України.

Гібриди створюються в творчій співдружності з фахівцями ДУ Інститут зернових культур (м. Дніпро) та Асканійською дослідною станцією, що дозволяє ефективно використовувати спільні селекційно-генетичні розробки та проведення практичної апробації за сучасних технологій.

На сьогодні в Південному Степу можуть використовуватись гібриди кукурудзи усіх груп стиглості – від ФАО 190 до ФАО 500. До Державного реєстру сортів рослин занесені гібриди всіх груп стиглості, що відповідають вимогам сучасних системи землеробства степової зони України. Характеристика нових гібридів кукурудзи, вперше занесених до Реєстру у 2020 році:

Степовий – гібрид ранньостиглий (ФАО 190), може використовуватись як за умов зрошення, так і без поливу. В умовах зрошення скоростиглі гібриди можуть використовуватись в якості післяжнивних та післякисних культур. Дозріває на зерно в зоні південного Степу за 90–97 діб. Має стійкість до вилягання вище середньої, стійкий до загущення. Рекомендований для вирощування за енергозберігаючими технологіями (No-Till), при зрошенні краплинному та дощуванні. На зрошуваних землях може використовуватись в якості попередника під озими культури. Качан формується на висоті 92–95 см, Урожайність зерна в умовах зрошення 11,5–12,5 т/га при 14% вологості. На неполивних землях урожайність 5–7 т/га.

Чорномор – гібрид середньоранній (ФАО 250). Дозріває на зерно в зоні Південного Степу за 105–110 днів. Для вирощування на зерно в степовій та лісостеповій зонах України. Рослина високоросла (260–270 см). Стійкість до полягання, пухирчастої та летючої сажок – добра. Качан формується на висоті 95–115 см, середніх розмірів: довжина – 18–22 см; діаметр – 4,1–4,5 см. Число зерен у ряді 40–48, число рядів зерен 16–18. Зерно зубовидне, середніх розмірів. Урожайність зерна в умовах зрошення 13,5–14,0 т/га при 14% вологості. Насінництво ведеться на стерильній основі М-типу.

Олешківський – гібрид середньоранній (ФАО 280). У південному Степу дозріває на зерно за 105–110 днів. Для вирощування на зерно в степовій та лісостеповій зонах України. Рослина середньоросла (255–260 см). Стійкість до полягання, пухирчастої та летючої сажок – добра. Качан формується на висоті 95–100 см, середніх розмірів: довжина – 18–20 см; діаметр – 4,0–4,3 см. Число зерен у ряді 42–46, число рядів зерен 18–20. Зерно зубовидне, середніх розмірів. Урожайність зерна в умовах зрошення 12–13 т/га при 14% вологості. Насінництво ведеться на стерильній основі М-типу.

Тавричанка – гібрид середньостиглий (ФАО 380). Дозріває на зерно в зоні Південного Степу за 115–120 днів. Для вирощування на зерно в степовій та лісостеповій зонах України. Рослина високоросла (265–275 см). Стійкість до полягання, пухирчастої та летючої

сажок – добра. Качан формується на висоті 100–105 см, середніх розмірів: довжина – 18–20 см; діаметр – 4,8–5,0 см. Число зерен у ряді 44–46, число рядів зерен 18–20. Зерно зубовидне, крупне. Урожайність зерна в умовах зрошення 13,0–14,0 т/га при 14% вологості. Насінництво ведеться на стерильній основі М-типу.

Тронка – гібрид середньостиглий (ФАО 380). У південному Степу дозріває на зерно за 110–115 діб. Рослина середньоросла (245–255 см), качан формується на висоті 98–110 см великих розмірів. Зерно зубовидне, крупне. Урожайність зерна в умовах зрошення 11,5–12,5 т/га при 14% вологості.

Гілея – гібрид середньопізній (ФАО 430). Дозріває на зерно в зоні південного Степу за 120–125 діб. Рослина високоросла (275–285 см), качан формується на висоті 105–115 см, великих розмірів. Гібрид поєднує високий рівень урожайності при низькому рівні вологості зерна. Для інтенсивних технологій вирощування за умов достатнього вологозабезпечення. Урожайність зерна в умовах зрошення 15,5–16,5 т/га при 14% вологості.

Ламасан – гібрид середньопізній (ФАО 430). Дозріває на зерно в зоні Південного Степу за 120–125 днів. Для вирощування на зерно в степовій та лісостеповій зонах України. Рослина високоросла (285–290 см). Стійкість до полягання, пухирчастої та летючої сажок – добра. Качан формується на висоті 100–110 см, великих розмірів: довжина – 20–23 см; діаметр – 4,7–5,1 см. Число зерен у ряді 44–48, число рядів зерен 18–20. Зерно зубовидне, крупне. Урожайність зерна в умовах зрошення 17,0–17,5 т/га при 14% вологості.

Віра – гібрид середньопізній (ФАО 460). Дозріває на зерно в зоні Південного Степу за 120–125 днів. Для вирощування на зерно в степовій та лісостеповій зонах України. Рослина високоросла (285–295 см). Стійкість до полягання, пухирчастої та летючої сажок – добра. Качан формується на висоті 100–115 см, великих розмірів: довжина – 20–23 см; діаметр – 4,7–5,1 см. Число зерен у ряді 44–48, число рядів зерен 18–20. Зерно зубовидне, крупне. Урожайність зерна в умовах зрошення 17,0–17,5 т/га при 14% вологості.

Вітчизняний досвід показав, що прийоми технологічних операцій у наш час не повною мірою сприяють реалізації врожайного потенціалу нових генотипів кукурудзи, що пов'язано з недостатньою відповідністю агротехніки вирощування морфо-біологічним особливостям гібриду.

Дієвими заходами впливу на рівень зернової продуктивності гібридів кукурудзи є не тільки застосування зрошення, мінеральних та органічних добрив, але й мікроелементів у вигляді комплексних мікродобрив та рістрегулюючих речовин [8, 9]. В першу чергу позитивна дія на рослини мікроелементів зумовлена тим, що вони приймають участь в окислювально-відновлювальних процесах вуглеводів, активізують процеси фотосинтезу [10, 11].

Використання в дослідках на посівах кукурудзи мікродобрив, показали їх позитивний вплив на ріст та розвиток рослин і, як наслідок, на формування урожаю. Так, не залежно від групи стиглості гібридів, мікродобрива збільшували урожайність зерна гібридів кукурудзи на 0,66–0,91 т/га з приростом урожайності 6,3–8,6% (табл. 1).

Таблиця 1 – Урожайність зерна гібридів кукурудзи різних груп ФАО в умовах зрошення залежно від обробітку мікродобривами, т/га

Гібрид (фактор А)	Обробка препара- том (фактор В)	Роки досліджень			Середнє	Приріст урожайності	
		2016	2017	2018		т/га	%
ДН Галатея (ФАО 290)	Без обробки	10,17	10,21	10,38	10,25		
	Аватар-1	10,89	11,12	10,94	10,98	0,73	7,0
	Нутрімікс	10,81	10,92	11,00	10,91	0,66	6,3
Скадовський (ФАО 290)	Без обробки	10,49	10,55	10,69	10,57		
	Аватар-1	11,42	11,50	11,54	11,48	0,91	8,6
	Нутрімікс	11,28	11,33	11,48	11,36	0,79	7,3
ДН Деметра (ФАО 360)	Без обробки	11,22	11,35	11,38	11,32		
	Аватар-1	11,98	12,08	12,18	12,08	0,76	6,7
	Нутрімікс	11,91	12,05	12,13	12,03	0,71	6,3
Інгульський (ФАО 350)	Без обробки	10,95	11,07	11,26	11,09		
	Аватар-1	11,75	11,87	11,91	11,84	0,75	6,7
	Нутрімікс	11,68	11,75	11,88	11,77	0,68	6,3
ДН Берека (ФАО 420)	Без обробки	11,84	11,94	12,04	11,94		
	Аватар-1	12,84	12,87	12,78	12,82	0,88	6,5
	Нутрімікс	12,66	12,80	12,88	12,78	0,84	7,1
Чонгар (ФАО 420)	Без обробки	12,46	12,55	12,61	12,54		
	Аватар-1	13,36	13,42	13,51	13,41	0,87	7,1
	Нутрімікс	13,26	13,35	13,53	13,38	0,84	6,7
НІР05, т/га для факторів:	А	0,15	0,28	0,15	0,32	0,44	
	В	0,16	0,29	0,18	0,23	0,23	

Урожайність зерна гібридів кукурудзи різних груп ФАО в умовах зрошення без обробки препаратами коливалася в межах 10,25–12,54 т/га в середньому за роки досліджень. Застосування мікродобрив підвищувало показник урожайності зерна до 10,91–13,41 т/га.

Максимальну урожайність зерна кукурудзи сформовано при застосуванні мікродобрива Аватар–1, яка в середньому по середньоранніх гібридах склала 11,23 з прибавкою 0,82 т/га до контролю, у середньостиглих – 11,45 і 0,79 т/га відповідно. Максимальну урожайність показав середньопізній гібрид Чонгар – 13,41 з прибавкою до контролю – 0,87 т/га.

Середньоранні гібриди не істотно різнилися за рівнем урожайності, проте, дещо продуктивнішим виявився гібрид Скадовський, який сформував на контрольних варіантах 10,57 т/га, за обробки Аватар–1 – 11,48, Нутрімекс – 11,36 сухого зерна з прибавкою урожаю 0,79–0,91 т/га.

Із середньостиглих гібридів більш урожайним виявився гібрид ДН Берека. На оброблених мікродобривами ділянках він підвищив продуктивність на 6,5–7,1%, а від обробки препаратом Аватар–1 – на 0,89 т/га. Гібрид ДН Деметра, у середньому за роки досліджень сформував 11,32 т/га за вирощування без обробки препаратами, приріст від застосування яких склав 6,3–6,7%.

Гібрид середньопізньої групи Чонгар був найбільш продуктивним з усіх досліджуваних гібридів. Урожайність зерна без застосування мікродобрив складала 12,5 т/га з прибавкою 0,84–0,87 т/га за застосування мікродобрив.

Загалом, застосування мікродобрив призводило до збільшення урожайності зерна гібридів кукурудзи усіх груп стиглості на 0,73–0,91 т/га: препарат Аватар–1 підвищив урожайність на 0,73–0,91 т/га, Нутрімекс збільшив урожайність на 0,66–0,84 т/га.

Найбільшу урожайність в досліді за способу поливу дощуванням установкою ДДА–100МА – 13,41 т/га сформував середньопізній гібрид «Чонгар» при застосуванні мікродобрива Аватар-1, що на 0,87 т/га більше від контролю. Така ж закономірність спостерігається і в інших гібридів, прибавка урожаю від цієї обробки, в середньому по гібридам, склала 6,3–8,6%. Слід зазначити, що найбільш відчутна реакція від застосування мікродобрив, в умовах зрошення, виявились у середньостиглих та середньопізніх гібридів.

Висновки. Практичними результатами селекційних досліджень є реалізація розроблених методик по створенню сучасних гібридів, що здатні стабільно реалізовувати генетичний потенціал зернової продуктивності, придатних для вирощування за оптимальних та водозберігаючих технологій. Для отримання гарантовано високої врожайності та якості зерна нових гібридів кукурудзи різних груп стиглості, за вирощування їх на зрошенні в умовах півдня України, необхідно застосовувати обробіток рослин мікродобривами Аватар-1, Нутрімекс.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Marchenko T. Yu. Innovative elements of cultivation technology of corn hybrids of different FAO groups in the conditions of irrigation. *Natural sciences and modern*

technological solutions: knowledge integration in the XXI century: collective monograph. Lviv-Torun : Liha-Pres, 2019. P. 137–153. doi.org/10.36059/978-966-397-154-4/135-152.

2. Нужна М. В., Боденко Н. А. Моделі гібридів кукурудзи FAO 150-490 для умов зрошення. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14, № 1. С. 58–64. doi:10.21498/2518-1017.14.1.2018.126508.

3. Пілярська О. О., Михаленко І. В., Хоменко Т. М. Динаміка накопичення сировини та сухої надземної біомаси гібридами кукурудзи за краплинного зрошення. *Зрошуване землеробство: міжвід. темат. наук. збірник*. 2019. Вип. 71. С. 108–113. doi.org/10.32848/0135-2369.2019.71.23.

4. Lavrynenko Yu. O., Vozhegova R. A., Hozh O. A. Productivity of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation in the south of Ukraine. *Agricultural science and practice*. 2016. №1. С. 55–60. doi.org/10.31073/agrovisnyk201807-03.

5. Науково-практичні рекомендації з технології вирощування кукурудзи в умовах зрошення Південного Степу України / Вожегова Р. А., Гож О. О., Глушко Т. В. та ін. Херсон : Гринь Д. С. 2015. 104 с.

6. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / Р. А. Вожегова, Ю. О. Лавриненко, М. П. Малярчук та ін. Херсон : Гринь Д. С. 2014. 286 с.

7. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів / В. О. Ушкаренко, В. Л. Нікішенко, С. П. Голобородько, С. В. Коковихін. Херсон: Айлант, 2009. 372 с.

8. Михайленко І. В., Хоменко Т. М. Біометричні показники гібридів кукурудзи різних груп ФАО від обробки мікродобривами за умов зрошення. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Vol. 15, № 1. С. 71–79. doi.org/10.21498/2518-1017.15.2019.162486.

9. Hutsch B.W., Schubert S. Harvest Index of Maize (*Zea mays* L.): Are There Possibilities for Improvement. *Adv. Agron.* 2017. Vol. 146. P. 37–82. doi:10.1016/bbs.agron.2017.07/004.

10. Fox G., O'Hare T. Analyzing maize grain quality. *Achieving sustainable cultivation of maize*. 2017. Vol.1, P. 237–260. doi:10.19103/AS.2016.0001.14.

11. Mason S., Kmail Z., Galusha T., Jukić Ž. Path analysis of drought tolerant maize hybrid yield and yield components across planting dates. *Journal of Central European Agriculture*. 2019. 20(1). P.194–207. doi.org/10.5513/JCEA01/20.1.2106.

REFERENCES:

1. Marchenko, T.Yu. (2019). Innovative elements of cultivation technology of corn hybrids of different FAO groups in the conditions of irrigation. *Natural sciences and modern technological solutions: knowledge integration in the XXI century: collective monograph* Lviv-Torun: Liha-Pres, 137–153. doi.org/10.36059/978-966-397-154-4/135-152 [in English].

2. Nuzhna, M.V., & Bodenko, N.A. (2018). Modeli hibrydiv kukurudzy FAO 150–490 dlya umov zroshennya [Models of FAO 150-490 maize hybrids for irrigation conditions]. *Plant Varieties Studying and Protection – Plant Varieties*

Studying and Protection. 14(1). 58–64. doi:10.21498/2518-1017.14.1.2018.126508 [in Ukrainian].

3. Pilyars'ka, O.O., Mykhalenko, I.V., & Khomenko, T.M. (2019). Dynamika nakopychennya syroyi ta sukhoyi nadzemnoyi biomasы hibrydamy kukurudzy za kraplynnoho zroshennya [Dynamics of accumulation of raw and dry aboveground biomass by maize hybrids under drip irrigation]. *Zroshuvane zemlerobstvo: mizhvid. temat. nauk. zbirnyk – Irrigated agriculture: interdepartmental. topic. science. Collection*, 71, 108–113 [in Ukrainian].

4. Lavrynenko, Yu.O., Vozhegova, R.A., & Hozh, O.A. (2016). Productivity of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation in the south of Ukraine. *Agricultural science and practice*. 1. 55–60. doi.org/10.31073/agrovisnyk201807-03 [in English].

5. Vozhegova, R.A., & Hozh, O.A. et al. (2015). *Naukovo-praktychni rekomendatsiyi z tekhnolohiyi vyroshchuvannya kukurudzy v umovakh zroshennya Pivdennoho Stepu Ukrayiny [Scientific and practical recommendations on the technology of growing corn in the irrigation of the Southern Steppe of Ukraine]*. Kherson: Hrin' D.S. [in Ukrainian].

6. Vozhegova, R. A., Lavrinenko, Iu. O. & Maliarchuk, M. P. (2014). *Metodyka polovoykh i laboratornykh doslidzhen na zroshuvanykh zemliakh [Methods of field and laboratory research on irrigated lands]*. Kherson: Hrin D.S. [in Ukrainian].

7. Ushkarenko, V.O., Nikishenko, V.L., Holoborod'ko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2009). *Dyspersiynyy ta korelyatsiynyy analiz rezul'tativ pol'ovoykh eksperymentiv [Analysis and correlation analysis of the results of field experiments]*. Kherson: Aylant [in Ukrainian].

8. Mykhalenko, I.V., & Khomenko, T.M. (2019). *Biometrychni pokaznyky hibrydiv kukurudzy riznykh hrup FAO vid obrobky mikrodobryvamy za umov zroshennya. [Biometric parameters of maize hybrids of different FAO groups from micronutrient treatment under irrigation conditions]*. *Plant Varieties Studying and Protection*. 15(1). 71–79. doi.org/10.21498/2518-1017.15.2019.162486 [in Ukrainian].

9. Hutsch, B.W., & Schubert, S. Harvest Index of Maize (*Zea mays* L.): Are There Possibilities for Improvement (2017). *Adv. Agron.* 146, 37–82. doi:10.1016/bs.agron.2017.07/004 [in English].

10. Fox, G., & O'Hare, T. (2017). Ananlyaing maize grain quality. *Achieving sustainable cultivation of maize*. 1, 237–260. doi.:10.19103/AS.2016.0001.14 [in English].

11. Mason S., Kmail Z., Galusha T., & Jukić Ž. (2019). Path analysis of drought tolerant maize hybrid yield and yield components across planting dates. *Journal of Central European Agriculture*. 20(1). P.194–207. doi.org/10.5513/JCEA01/20.1.2106 [in English].

Марченко Т.Ю., Лавриненко Ю.О., Забара П.П.
Ефективність селекції кукурудзи в умовах зрошення Південного Степу

Мета – аналіз результатів досліджень зі створення гібридів кукурудзи інтенсивного типу для умов зрошення та визначення технологічних заходів з реалі-

зації генетичного потенціалу гібридів кукурудзи в умовах зрошення. **Методи:** порівняльний, аналітичний, польовий, статистично-математичний. **Результати.** В Інституті зрошуваного землеробства НААН створено понад 50 гібридів різних груп стиглості, з яких до Державного реєстру сортів рослин України на 2020 р. занесено 19 – Степовий (FAO 190), Чорномор (FAO 250), Олешківський (FAO 280), Скадовський (FAO 290), Азов (FAO 380), Асканія (FAO 320), Тавричанка (FAO 380), Тронка (FAO 380), Каховський (FAO 380), Гілея (FAO 430), Приморський (FAO 420), Інгільський (FAO 420), Чонгар (FAO 420), Ламасан (FAO 430), Кр 9698 (FAO 430), Арабат (FAO 430), Віра (FAO 460), Борисфен 600 СВ (FAO 550), Наддніпрянська 50 (FAO 550). Це гібриди кукурудзи інтенсивного типу, з високим генетично обумовленим потенціалом продуктивності, достатньою стійкістю до основних хвороб та шкідників при зрошенні, швидкою вологовіддачею зерна при дозріванні. Вони здатні ефективно використовувати зрошувальну воду, мінеральні макро- і мікродобрива на формування одиниці врожаю. Застосування рістрегуляторів, показали позитивний вплив на ріст та розвиток рослин і, як наслідок, на розкриття потенційних можливостей гібридів. Незалежно від групи стиглості гібридів, мікродобрива збільшували урожайність зерна гібридів кукурудзи на 0,66–0,91 т/га з приростом урожайності 6,3–8,6%. **Висновки.** Практичними результатами селекційних досліджень є реалізація розроблених методик по створенню сучасних гібридів, що здатні стабільно реалізовувати генетичний потенціал зернової продуктивності, придатних для вирощування за оптимальних та водозберігаючих технологій. Для отримання гарантовано високої врожайності та якості зерна нових гібридів кукурудзи різних груп стиглості, за вирощування їх на зрошенні в умовах півдня України, необхідно застосовувати обробіток рослин мікродобривами Аватар-1, Нутрімікс.

Ключові слова: селекція, гібрид, група FAO, зрошення, мікродобрива, урожайність.

Lavrinenko Y.A., Marchenko T.Yu., Zabara P.P.
Efficiency of maize breeding under irrigation conditions of the Southern Steppe

The purpose. Is to analyze the results of intensive hybrid maize hybrids research for irrigation conditions and to identify prospects for further research. **Methods:** comparative, analytical, field, statistical and mathematical. **Results.** The Institute of Irrigated Agriculture of the NAAS created more than 50 hybrids of various ripeness groups, of which 19 hybrids were added to the State Register of Plant Varieties of Ukraine for 2020 – Stepoviy (FAO 190), Chornomor (FAO 250), Oleshkivsky (FAO 280), Skadovskiy (FAO 290), Azov (FAO 380), Askaniya (FAO 320), Tavrichanka (FAO 380), Tronka (FAO 380), Kakhovskiy (FAO 380), Gilea (FAO 430), Primorsky (FAO 420), Ingulsky (FAO 420), Chongar (FAO 420), Lamasan (FAO 430), Kr 9698 (FAO 430), Arabat (FAO 430), Vira (FAO 460), Borisfen 600 NE (FAO 550), Naddnipyanska 50 (FAO 550). These are hybrids of intensive-type maize, with a high genetically determined productivity potential, sufficient resistance to major diseases

and pests during irrigation, and rapid moisture loss of grain during ripening. They are able to effectively use irrigation water, mineral macro- and micronutrient fertilizers to form a unit of yield. The use of growth regulators showed a positive effect on the growth and development of plants and, as a result, on the disclosure of the potential of hybrids. Regardless of the ripening group of hybrids, microfertilizers increased the grain yield of maize hybrids by 0,66–0,91 t/ha with an increase in yield of 6,3–8,6%. **Conclusions.** To obtain the guaranteed high yield and quality of grain of new corn hybrids of different groups of ripeness and growing them on irrigation in the conditions of the South of Ukraine,

apply the cultivation of plants with microfertilizers Avatar-1, Nutrimix. At the same time, sow hybrids of medium ripening and medium ripening, and without irrigation - early ripening and medium ripening groups, which are able to more fully use soil moisture reserves and sediments of the growing season. The practical prospects of breeding research are the implementation of the developed techniques for the creation of modern hybrids, which are able to stably realize the genetic potential of grain productivity, suitable for cultivation with optimal and water-saving technologies.

Key words: breeding, hybrid, FAO group, irrigation, micro fertilizers, yield.

МІНЛИВІСТЬ СИМБІОТИЧНИХ ОЗНАК У ГЕНОТИПІВ ЛЮЦЕРНИ

Тищенко О.Д. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
<https://orcid.org/0000-0002-8095-9195>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Тищенко А.В. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0003-1918-6223>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Пілярська О.О. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0001-8649-0618>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Куц Г.М. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0003-0448-9432>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Сучасне землеробство переважно базується на використанні сортів інтенсивного типу, вирощування яких вимагає великої кількості мінеральних азотних добрив. Але покриття потреби сільського господарства в дефіциті азоту завдяки виробництву мінеральних добрив нерациональне через великі енерговитрати на їх виробництво і негативний вплив на довкілля. Проте економічна й екологічна кризи, зниження якості продукції рослинництва, падіння природної родючості ґрунтів зумовлюють дедалі більшу увагу до біологічного землеробства, суть якого полягає у використанні потенційних можливостей природних екосистем, зокрема мікроорганізмів азотфіксаторів [1]. Важливу роль у збагаченні ґрунтів зв'язаним азотом відіграє процес біологічної фіксації молекулярного азоту ґрунтовими мікроорганізмами – азотфіксаторами. Найбільше практичне значення в цьому процесі виконують бульбочкові бактерії, які фіксують молекулярний азот у симбіозі з бобовими рослинами [2].

Тому ця ситуація підвищила конкурентні переваги бобових культур, основний пріоритет яких регулюються симбіотичними відносинами між бобовими культурами й азотфіксуючими бактеріями [3; 4]. Підвищення ефективності процесу біологічної азотфіксації, головним чином завдяки симбіотичній азотфіксації бобових культур, становить одне з важливих стратегічних завдань біологічної науки [5].

Саме максимальне використання можливостей мікробно-рослинного взаємозв'язку має утворити основу адаптивної, або «біологічної», взаємодії, основним принципом якої є оптимізація сільськогосподарського виробництва – як для задоволення потреб людини, так і для збереження та примноження природних ресурсів і поліпшення стану довкілля, відновлення ґрунтової родючості [6; 7; 8].

Насичення сівозміни культурами-азотфіксаторами до 20–30 % дає змогу зменшити внесення мінеральних азотних добрив на 25–30 %. Оскільки азот, що фіксується в бульбочках бобових рослин, набагато дешевший, ніж азотні добрива, великий інтерес становить визначення кількості азотних добрив, яку дає змогу заощадити симбіотична азотфіксація.

Економічний ефект симбіотичної азотфіксації становить 91–126 доларів залежно від виду рослин. З огляду на те, що кукурудза, яка вирощується в США на площі 32 млн га, може використовувати 25 кг фіксованого азоту бобовим попередником, нескладно підрахувати, що отримуваний при цьому економічний ефект становить 560 млн доларів на рік [9].

Тому посилюється інтерес до біологічного азоту, який здатні накопичувати багаторічні бобові трави. Серед багаторічних бобових трав найбільш поширеною є люцерна (*Medicago sativa* L.), азотфіксуючий потенціал якої оцінюють у 150–200 кг/га азоту, а, за деякими дослідженнями, за сприятливих умов – і близько 400 [10]. За продуктивністю симбіотичної азотфіксації розрізняються не тільки різні види бобових, але і сорти одного виду. Вони неоднакові як за ступенем утворення бульбочок, так і за кінцевою продуктивністю цього процесу.

Мета досліджень – провести оцінку селекційного матеріалу люцерни за інтенсивністю бульбочкоутворювального процесу, визначити кореляційні зв'язки з нітрогеназною активністю; виділити кращі генотипи для використання їх у практичній селекції.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили протягом 2014–2018 рр. (вегетаційний експеримент). У дослідження було залучено:

1) колекційні зразки, під час вивчення яких використовували ґрунт легкого механічного складу (ґрунт + пісок; 1:1). Висівали насіння люцерни в паперові стаканчики, після появи справжнього листка проріджували до однієї рослини. Об'єм вибірки становив 50 рослин, повторення двократне. У фазу бутонізації-початок цвітіння проводили аналіз рослин, враховуючи при цьому: кількість бульбочок, їхній фракційний склад, вагу бактеріодної маси, потужність кореневої системи;

2) під час використання піщаної культури (сівба у річковий пісок, збіднений на азот) висівали насіння доборів чотирьох сортів люцерни селекції Інституту зрошуваного землеробства НААН, що виділились за насіннєвою продуктивністю під час двох строків посіву: пізньолітнього та весняного, та сорти, гібридні популяції з високими показниками господарсько-цінних ознак. Насіння люцерни (100 штук, повторність двократна)

обробляли бульбочковими бактеріями стандартним штамом 4046. У контролі насіння замочували в холодній кип'яченій воді й висівали на окремій ділянці. Для забезпечення рослин фосфором вносили порошкоподібний суперфосфат (19 % д.р.) з розрахунку 0,5 г на 1 кг піску. Повний аналіз рослин проводили в другому укосі у фазі початку цвітіння з урахуванням кількості бульбочок, їхнього фракційного складу, потужності кореневої системи [11]. Нітрогеназну активність бульбочкових бактерій визначали на газовому хроматографі Chrom 5 за методикою Інституту сільськогосподарської мікробіології [12].

Результати досліджень. Під час проведення спеціальних досліджень нами встановлено факт сортових відмінностей за бульбочкоутворювальним процесом. Первинна оцінка зразків із колекції показала, що кількість сформованих бульбочок на рослині змінюється в широких межах. Тому за рівнем накопичення бульбочок зразки було поділено на три групи: перша, яка сформувала на рослині до 20 бульбочок, друга – 20–30, третя – понад 30 штук. Крім того, з урахуванням величини і форми бульбочок усю їхню різноманітність ми розділили на три групи. У першу внесли бульбочки розміром до 1 мм. Як правило, вони округлої форми та зазвичай світлого (білі або світло-жовті) кольору. Зосереджені вони переважно на кореневих волосках і тонких бічних коренях.

У другу групу ввійшли бульбочки розміром від 1 до 2 мм, округлої або яйцеподібної форми. Переважна їхня більшість має світле забарвлення. Трапляються бульбочки паличкоподібної або грушоподібної форми, зеленувато-рожевого або рожевого кольору. Розташовані вони на головному та бічних коренях другої або третього порядків, корневих волосках.

Третя група – це бульбочки розміром, які більші за 2 мм, інтенсивно рожевого забарвлення. Вони можуть мати колоніальну, паличкоподібну або грушоподібну форми, у яких обсяг бактеріодної тканини найбільший. Розташовуються такі бульбочки переважно на головному або на бічних коренях, але ближче до головного кореня.

Дослідження показали широкий спектр мінливості накопичення бульбочок (від 37,5 до 83,2 %), який тільки підтверджує можливість проведення доборів окремих рослин із численною кількістю бульбочок.

Під час проведення відборів фракційний склад бульбочок значно змінюється в доборів порівняно з вихідними формами: підвищилася їхня кількість розміром більш як 1 мм. Отже, у відібраних біотипів у разі зниження загальної кількості бульбочок на одній рослині значно підвищується їхня середня і велика фракція. Якщо, наприклад, у вихідного зразка к. 39964 дрібних бульбочок 19 штук, а сума середніх і великих становила сім, то у кращих біотипів після другого циклу доборів: D_2 (14) р. 1 і D_2 (14) р. 2, відповідно: дрібних два, а середніх і великих – 19 і 15 штук.

Проте відомості за кількістю бульбочок дають нам приблизну картину про розмір симбіотичного апарату, оскільки генотипи відрізняються за розміром бульбочок, тому їх доцільно порівнювати ще за масою бульбочок.

Наші експериментальні дані показують зміну загальної маси бульбочок (бактеріодної тканини), зокрема, за фракціями. Як зазначалося вище, у кращих рослин формувалося більше середніх і великих бульбочок, відповідно, змінилася і їхня маса. Максимальне збільшення цього показника, до 64,5–69,0%, виявилося в доборів зразка к. 39098. Він становить інтерес для подальшої селекційної роботи.

На кореневій системі викопаних рослин у піщаній культурі бульбочки спостерігали як у контролі, так і на інокульованих рослинах. На контролі бульбочки відрізнялись меншим розміром і переважно білим забарвленням. Це свідчить про заселення кореневої системи рослин ризобіями місцевого походження (автохтонними). Така мікрофлора допомогла рослинам вижити за майже повної відсутності доступного азоту. Аналіз бульбочкоутворювального процесу у рослин показав, що за кількістю сформованих бульбочок є різниця між інокульованими рослинами та без інокуляції. На кореневій системі першої групи рослин число бульбочок на 7,6–44,5 % утворилося більше щодо контролю. Крім того, вони відрізнялись за фракційним складом, підвищувалась кількість бульбочок розміром більш як 1 мм. Але сорти розрізнялись за кількістю сформованих бульбочок розміром більш як 1 мм із варіюванням від 19,3 до 82,9 %. Високими показниками (+71,1... +82,9 % порівняно з контролем) накопичення бульбочок характеризувався сорт Серафіма, тому його залучено до селекційного процесу.

Аналіз наших багаторічних досліджень люцерни в піщаній культурі за сортами, гібридними популяціями показав, що максимальну кількість бульбочок (37–39 шт./рослину) сформували: популяція РД-80 та сорт Унітро, добір № 3 – Spr. 2, добір № 5 – Ks.-2007 та у яких 81,2–99,4% бульбочок були розміром 1–2 мм та 22,7–27,3 % їх розташовано на головному корені. Тому вони становлять інтерес для подальшої селекції.

Наші дослідження показали, що інтенсивність бульбочкоутворювального процесу у рослин залежить від потужності кореневої системи. Зі збільшенням об'єму кореневої системи, як наслідок, формується більше бульбочок. Про це є також відомості у науковій літературі [13; 14]. Аналіз кореляційних зв'язків підтверджує високу залежність між потужністю кореневої системи та кількістю бульбочок, зокрема за фракціями. Наприклад, високої сили зв'язок ($r = 0,833 \pm 0,07$) спостерігався між потужністю кореневої системи та загальною кількістю бульбочок. Суттєвого позитивного значення кореляція досягала між потужністю та числом бульбочок розміром 1–2 та більш як 2 мм ($r = 0,918-0,830$) відповідно.

Для планування селекційного процесу в цьому напрямі необхідно знати про існування кореляційних зв'язків нітрагеназної активності з різними ознаками. Як свідчать результати аналізу, рівень нітрагеназної активності має сильний зв'язок із потужністю кореневої системи, загальною кількістю бульбочок у рослин люцерни, зокрема за фракціями 1–2 мм та > 2 мм (табл. 1).

Таблиця 1 – Зв'язок між нітрагеназною активністю та потужністю кореневої системи й кількістю бульбочок у люцерни

Ознаки	Коефіцієнти кореляції ($r \pm s_r$)
Потужність кореневої системи	0,893 $\pm$ 0,006
Загальна кількість бульбочок	0,751 $\pm$ 0,014
За фракціями: до 1 мм	-0,175 $\pm$ 0,030
1–2 мм	0,908 $\pm$ 0,006
> 2 мм	0,784 $\pm$ 0,012

Примітка: коефіцієнти кореляції істотні на 5 %-му рівні

Дані таблиці 1 показують, що виняток становить кількість бульбочок розміром до 1 мм, зв'язок з якими є дуже слабкий і негативний, тобто вони відіграють незначну, але від'ємну роль у рівні нітрагеназної активності. Встановлені коефіцієнти кореляції дають змогу вважати, що потужність кореневої системи є визначальною в селекційній роботі на підвищення азотфіксуючого потенціалу.

Отже, рівень азотфіксуючої активності на 33,6–98,0 % залежить від кількісного складу бульбочок розміром більш як 1 мм. Такі морфологічні ознаки бульбочкоутворювального процесу, як загальна кількість бульбочок розміром більш як 1 мм, їхнє забарвлення та розміщення на кореневій системі можна використовувати як маркерні. Візуальна оцінка з їх застосуванням має велике значення для первинної оцінки на першому етапі селекційного процесу і може бути використана для негативного відбору – вибракування рослин із низьким рівнем азотфіксації. Тому на перших етапах селекційного процесу ми вважаємо за необхідне використовувати в практичній селекції оцінку сортів за загальною кількістю бульбочок, їхнім фракційним складом.

Висновки. За рівнем накопичення бульбочок зразки поділено на три групи. Широкий спектр мінливості накопичення бульбочок $V = 37,5\text{--}83,2\%$ підтверджує можливість проведення доборів деяких рослин із численною кількістю бульбочок. У відібраних біотипів під час зниження загальної кількості бульбочок на одній рослині значно підвищується їхня середня і велика фракція. Під час характеристики розміру симбіотичного апарату доцільно враховувати не тільки кількість, а ще й масу бульбочок. Інокульовані рослини утворюють на кореневій системі на 7,6–44,5 % бульбочок більше щодо контролю. Інтенсивність бульбочкоутворювального процесу у рослин залежить від потужності кореневої системи. Зі збільшенням об'єму кореневої системи, як наслідок, формується більше бульбочок. Високої сили кореляційний зв'язок спостерігався між потужністю кореневої системи та загальною кількістю бульбочок, кількістю бульбочок розміром 1–2 та більш як 2 мм ($r = 0,833; 0,918; 0,830$). Високі коефіцієнти кореляції зазначались між рівнем нітрагеназної активності та потужністю кореневої системи, загальною кількістю бульбочок у рослин люцерни, зокрема за фракціями, 1–2 мм та >2-х мм ($r = 0,893; 0,751; 0,908; 0,784$) відповідно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сытников Д.М. Биотехнология микроорганизмов азотфиксаторов и перспективы применения на их основе. *Биотехнология*. 2012. Т. 5. № 4. С. 43–46.
2. Моргун В.В., Коць С.Я. Роль біологічного азоту в азотному живленні рослин. *Вісник НАН України*. 2018. № 1. С. 62–73. DOI: <https://doi.org/10.15407/vsn2018.01.062>.
3. Dugald E. Reid, Brett J. Ferguson, Satomi Hayashi, Yu-Hsiang Lin and Peter M. Gresshoff. Molecular mechanisms controlling legume autoregulation of nodulation *Annals of Botany*. 2011. Vol. 108. No. 5. P. 789–795. URL: <https://www.jstor.org/stable/43578603>.
4. Глянько А.К., Ищенко А.А., Филинова Н.В. Бобово-ризобіальний симбіоз: некоторые современные знания. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Біологія»*. 2017. Вип. 3 (42). С. 6–22.
5. Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. Москва : Издательство «Наука», 1972. 343 с.
6. Тихонович И.А., Проворов Н.А. Сельскохозяйственная биология как основа устойчивого агропроизводства: фундаментальные и прикладные аспекты. *Сельскохозяйственная биология*. 2011. № 3. С. 3–9.
7. Толкачев Н.З. Биотехнологические аспекты координированной селекции клубеньковых бактерий и бобовых растений. *Микробиология и биотехнология XXI столетия* : матер. Междунар. конф., г. Минск, 22–24 мая 2002 р. Минск, 2002. С. 152–153.
8. Дидович С.В. Координована селекція *Mesorhizobium ciceri* і *Cicer arietinum* L. на підвищення азотфіксуючого потенціалу симбіотичної системи. *Селекція та генетика бобових культур: сучасні аспекти та перспективи* : тези Міжнар. наук. конф., м. Одеса. 23–26 червня 2014 р. Одеса, 2014. С. 241–243.
9. The Rhizobiaceae. *Molecular Biology of Model Plant-Associated Bacteria* / H.P. Spaink, A. Kondorosi, P. Hooykaas (Eds). Dordrecht : Springer. 566 p. DOI: 10.1007/978-94-011-5060-6.
10. Дидович С.В. Координирование селекции люцерны и клубеньковых бактерий на повышение эффективности симбиотической азотфиксации. *Агроекологічний журнал*. 2003. № 2. С. 43–46.
11. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / за ред. Р.А. Вожегової. Херсон, 2014. 285 с.
12. Методические рекомендации для курсов повышения квалификации научных сотрудников по сельскохозяйственной микробиологии / под. ред. Л.М. Доросинского. Ленинград, 1981. С. 11.
13. Колісник А.В., Колісник І.В., Федосієнко Д.В., Коваль Р.І. Економіко-технологічні аспекти біологічної азотфіксації в екологічному рослинництві. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2005. Вип. 15.6. С. 488–491.
14. Pereira P.A., Miranda B.D., Attewell J.R. et al. Selection for increased nodule number in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant and Soil*. 1993. Vol. 148. Isss. 2. P. 203–209. DOI: 10.1007/BF00012858.

REFERENCES:

1. Sytnikov, D.M. (2012). Biotekhnologiya mikroorganizmiv azotfiksatoriv i perspektivy primeneniya na ikh osnove [Biotechnology of nitrogen-fixing microorganisms and prospects for their application]. *Biotechnologiya – Biotechnology*, 5, 4, 43-46 [in Russian].
2. Morhun, V.V., & Kots', S.Ya. (2018). Rol' biologichnoho azotu v azotnomu zhyvlenni roslin [The role of biological nitrogen in nitrogen nutrition of plants]. *Visnyk NAN Ukrainy – Bulletin of the NAS of Ukraine*, 1, 62-73. DOI: <https://doi.org/10.15407/vsn2018.01.062> [in Ukrainian].
3. Dugald E. Reid, Brett J. Ferguson, Satomi Hayashi, Yu-Hsiang Lin and Peter M. Gresshoff. (2011). Molecular mechanisms controlling legume autoregulation of nodulation. *Annals of Botany*, 108, 5, 789-795 [in English].
4. Glyan'ko, A.K., Ishchenko, A.A., & Filinova, N.V. (2017). Bobovo-rizobial'nyy simbioz: nekotoryye sovremennyye znaniya [Legume-rhizobial symbiosis: some modern knowledge]. *Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu. Seriya Biologiya – Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Biology series*, 3 (42), 6-22 [in Russian].
5. Mishustin, Ye.N. (1972). *Mikroorganizmy i produktivnost' zemledeliya [Microorganisms and agricultural productivity]*. Moskva : Nauka, 343 [in Russian].
6. Tikhonovich, I.A., & Provorov, N.A. (2011). Sel'skokhozyaystvennaya biologiya, kak osnova ustoychivogo agroproduktstva: Fundamental'nyye i prikladnyye aspekty [Agricultural biology as the basis for sustainable agricultural production: Fundamental and applied aspects]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya – Agricultural Biology*, 3, 3–9 [in Russian].
7. Tolkachev, N.Z. (2002). Biotekhnologicheskiye aspekty koordinirovannoy selektsii kluben'kovykh bakteriy i bobovykh rasteniy [Biotechnological aspects of coordinated selection of nodule bacteria and leguminous plants]. *Mikrobiologiya i biotekhnologiya KHKH stoletiya : materialy Mezhdunarodnoy konferentsii (g. Minsk, 22–24 maya 2002 r.) – Microbiology and Biotechnology of the 21st Century: Materials of the International Conference (Minsk, May 22–24, 2002)*. Minsk, 152–153 [in Russian].
8. Dydovych, S.V. (2014). Koordinovana selektsiya Mesorhizobium cicuri i Cicer arietinum L. na pidvyshchennya azotfiksatsiynoho potentsialu symbiotichnoyi systemy [Coordinated selection of Mesorhizobium cicuri and Cicer arietinum L. to increase the nitrogen-fixing potential of the symbiotic system]. *Selektsiya ta henetyka bobovykh kul'tur: suchasni aspekty ta perspektivy : tezy Mizhnar. nauk. konf. (m. Odesa. 23–26 chervnya 2014 r.) – Selection and genetics of legumes: modern aspects and prospects: thesis International Science conf. (Odessa, June 23-26, 2014)*. Odesa, 241–243 [in Ukrainian].
9. Spaink, H.P., Kondorosi, A., & Hooykaas, P. (Eds). *The Rhizobiaceae. Molecular Biology of Model Plant-Associated Bacteria*. Dordrecht: Springer, 566 DOI: 10.1007/978-94-011-5060-6 [in English].
10. Didovich, S.V. (2003). Koordinovaniye selektsii lyutserny i kluben'kovykh bakteriy na povysheniye effektivnosti simbioticheskoy azotfiksatsii [Coordination of selection of alfalfa and nodule bacteria to increase the efficiency of symbiotic nitrogen fixation]. *Ahroekologichnyy zhurnal – Agroecological journal*, 2, 43–46 [in Russian].
11. Vozhehova, R.A. (ed). (2014). *Metodyka pol'ovoykh i laboratornykh doslidzen' na zroshuvanykh zemlyakh [Methods of field and laboratory research on irrigated lands]*. Kherson, 285 [in Ukrainian].
12. Dorosinskogo, L.M. (ed.) (1981). *Metodicheskiye rekomendatsii dlya kursov povysheniya kvalifikatsii nauchnykh sotrudnikov po sel'skokhozyaystvennoy mikrobiologii [Guidelines for advanced training courses for researchers in agricultural microbiology]*. Leningrad, 11 [in Russian].
13. Kolisnyk, A.V., Kolisnyk, I.V., Fedosiienko, D.V., & Koval', R.I. (2005). Ekonomiko-tekhnologichni aspekty biologichnoyi azotfiksatsiyi v ekologichnomu roslinnystvi [Economic and technological aspects of biological nitrogen fixation in ecological crop production]. *Nauk. visn. NLTU Ukrainy – Science. spring NLTU of Ukraine*, 15-16, 488–491 [in Ukrainian].
14. Pereira, P.A., Miranda, B.D., & Attewell, J.R. et al. (1993). Selection for increased nodule number in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant and Soil*, 148, 2, 203–209. DOI: 10.1007/BF00012858 [in English].

Тищенко О.Д., Тищенко А.В., Пілярська О.О., Куц Г.М. Мінливість симбіотичних ознак у генотипів люцерни

Мета. Оцінити селекційний матеріал люцерни за інтенсивністю бульбочкоутворювального процесу, визначити кореляційні зв'язки з нітрогеназною активністю; виділити кращі генотипи для використання їх у практичній селекції. **Методи.** Вегетаційний, статистичний. **Результати.** Проведено аналіз зразків, популяцій люцерни за кількістю сформованих бульбочок та їхнім фракційним складом. Встановлено широкий спектр мінливості накопичення бульбочок. У доборів, порівняно з вихідними формами: підвищилася їхня кількість розміром більш як 1 мм (середня і велика фракція) та бактероїдна маса. В інокульованих рослин на 7,6–44,5 % утворюється більше бульбочок щодо контролю. Сорти розрізнялись за кількістю сформованих бульбочок розміром більш як 1 мм з варіюванням від 19,3 до 82,9 %. Розміщення бульбочок на кореневій системі має свої особливості. Інтерес для подальшої селекції становлять популяції: Унітро, добір № 3 – Spr. 2, добір № 5 – Ks. – 2007, в яких рослини формували 81,2–99,4% бульбочок розміром 1–2 мм та 22,7–27,3 % їх розташовано на головному корені. Інтенсивність бульбочкоутворювального процесу у рослин визначається ступенем розвитку кореневої системи, від її потужності. Зі збільшенням об'єму кореневої системи формується більше бульбочок. Рівень нітрагеназної активності залежить від потужності кореневої системи, загальної кількості бульбочок у рослин люцерни, зокрема за фракціями 1–2 мм та > 2 мм. **Висновки.** Встановлено, що розмір симбіотичного апарату визначається не тільки кількістю накопичених бульбочок, а їхнім фракційним складом і масою. Інтенсивність бульбочкоутворювального процесу у рослин залежить від потужності кореневої системи. Зі збільшенням обсягу кореневої системи, як наслідок, формується більше бульбочок. Високі коефі-

цієнти кореляції встановлено між рівнем нітрагеназної активності та потужністю кореневої системи, загальною кількістю бульбочок у рослин люцерни, зокрема за фракціями 1–2 мм та > 2 мм ($r = 0,893; 0,751; 0,908; 0,784$) відповідно.

Ключові слова: люцерна, бульбочкоутворення, мінливість, фракція, добір, кількість, кореляція, нітрогеназна активність.

Tishchenko O.D., Tishchenko A.V., Piliarska O.O., Kuts G.M. Variability of symbiotic characters in alfalfa genotypes

Purpose. Conduct an assessment of the selection material of alfalfa by the intensity of the nodule-forming process, determine the correlation with nitrogenase activity. Identify the best genotypes for use in practical breeding. **Methods.** Vegetational, statistical. **Results.** The samples, the populations of alfalfa by the number of nodules formed and their size were analyzed. The variation in the number of nodules on the plant was established. In selections, in comparison with the initial forms, their amount increases in size larger than 1 mm (medium and large fraction) and the bacterial mass increases. At inoculated plants on 7.6–44.5 % more nodules are formed, in relation to the control. Varieties differ in the number of nodules formed more than 1 mm with

a variation from 19.3 to 82.9 %. The placement of nodules on the root system has its own characteristics. Interest for further selection is represented by populations: Unitro, Selection № 3 – Spr. 2, Selection № 5 Ks. – 2007, their plants formed 81.2–99.4 % of nodules with a size of 1–2 mm and 22.7–27.3 % of them were located on the main root. The intensity of the nodule-forming process is determined by the degree of development of the root system, its capacity. With the increase in the power of the root system, more nodules are formed on them. The level of nitrogenase activity depends on the developmental capacity of the root system, the total number of nodules on alfalfa plants and in sizes of 1–2 mm and > 2 mm. **Conclusions.** It is established that the size of the symbiotic apparatus depends not only on the number of nodules on the plant, but its mass. The intensity of the nodule-forming process is determined by the capacity of the root system. With the increase in the volume of the root system, as a result, more nodules are formed. High correlation coefficients are established between the level of nitrogenase activity and the thickness of the root system, the total number of nodules in alfalfa plants, including fractions 1–2 mm, > 2 mm.

Key words: alfalfa, nodulation, selection, variability, fraction, amount, correlation, nitrogenase activity.

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

Базалій Г.Г.	97
Балашова Г.С.	74, 79
Біднина І.О.	11
Боровик В.О.	11
Бояркіна Л.В.	79
Булигін Д.О.	33
Бурдюг О.О.	46
Влащук А.М.	84
Вожегова Р.А.	5, 11, 17, 26, 79, 84
Гальченко Н.М.	17
Голобородько С.П.	17
Грановська Л.М.	33
Димов О.М.	17
Дробіт О.С.	84
Дробітько А.В.	40, 84
Жуйков О.Г.	46
Жупина А.Ю.	97
Забара П.П.	103
Заєць С.О.	69
Клубук В.В.	11
Коваленко А.М.	52
Коваленко О.А.	52
Коковіхін С.В.	40
Косенко Н.П.	91
Котова О.І.	74

Котов Б.С.	74
Куц Г.М.	109
Лавриненко Ю.О.	97, 103
Лужанський І.Ю.	57
Малярчук А.С.	5, 33
Малярчук М.П.	5, 57
Марченко Т.Ю.	103
Мішукова Л.С.	63
Нетіс В.І.	74
Онуфран Л.І.	69
Писаренко П.В.	63
Пілярська О.О.	109
Пілярський В.Г.	52
Рубцов Д.К.	11
Рудік О.Л.	69
Тищенко А.В.	109
Тищенко О.Д.	109
Томницький А.В.	57
Усик Л.О.	97
Шебанін В.С.	84
Юзюк О.О.	74
Юзюк С.М.	74
Biliaieva I.M.	5
Lykhovyd P.V.	5

НОТАТКИ

Наукове видання

АГРАРНІ ІННОВАЦІЇ

Випуск 1

Відповідальний за випуск – Пілярська О.О.

Підписано до друку 24.06.2020 р. Формат 60х84 1/8.
Папір офсетний. Гарнітура Arial. Цифровий друк.
Умовно-друк. арк. 18,14. Наклад 300. Зам. № 1020/301
Віддруковано з готового оригінал-макета.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1
Телефон +38 (048) 709 38 69, +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.com.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 6424 від 04.10.2018 р.