

ISSN 2706-7688 (Print)  
ISSN 2706-7696 (Online)

# PLANT AND SOIL SCIENCE

Vol. 11 (4)

2020



SCIENTIFIC JOURNAL

# РОСЛИННИЦТВО ТА ҐРУНТОЗНАВСТВО

Науковий журнал. Vol. 11, No 4, 2020  
ISSN 2706-7688 (Print) ISSN 2706-7696 (Online)

## Засновник:

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
УКРАЇНИ

## Редакційна колегія

**Каленська С. М.**, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН України (головний редактор);

**Кравченко Ю. С.**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент (головний редактор);

**Мельник В. І.**, кандидат сільськогосподарських наук, провідний науковий співробітник, НУБіП України (відповідальний секретар);

**Піковська О. В.**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент (заступник відповідального секретаря);

**Антрапцева Н.М.**, доктор хімічних наук, професор;

**Баласв А. Д.**, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН України;

**Бікин А. В.**, доктор сільськогосподарських наук, член-кореспондент НААН України;

**Бісько Н. А.** доктор біологічних наук, ст. науковий співробітник (за згодою);

**Бойко Р. С.**, кандидат хімічних наук, доцент;

**Вячеслав Мазаре**, доктор наук (Румунія) (за згодою);

**Ковалишина Г. М.**, доктор сільськогосподарських наук, професор;

**Кондратенко Т. Є.**, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН України;

**Кочкодан О. Д.**, кандидат хімічних наук, доцент;

**Лідія Сас-Паст**, доктор наук, професор (Польща) (за згодою);

**Lu-Jun Li**, доктор наук, професор (Китай) (за згодою);

**Макаревічене Віолета**, доктор сільськогосподарських наук, професор (Литва) (за згодою);

**Максін В. І.**, доктор хімічних наук, професор;

**Юник А. В.** кандидат сільськогосподарських наук, доцент ;

**Онер Четін**, доктор сільськогосподарських наук, професор (Туреччина) (за згодою);

**Пасічник Н. А.**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент;

**Патика М. В.**, доктор сільськогосподарських наук, доцент;

**Рахметов Д. Б.**, доктор сільськогосподарських наук, професор ;

**Лі Чарльз Буррас**, доктор наук, професор (США) (за згодою);

**Танчик С. П.**, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кор. НААН України;

**Ткаченко М. А.**, доктор сільськогосподарських наук, ст. науковий співробітник (за згодою);

**Тонха О. Л.**, доктор сільськогосподарських наук, професор;

**Урушадзе Тенгіз**, доктор біологічних наук, професор (Грузія) (за згодою);

**Федосій І. О.**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент;

**Цюк О. А.**, доктор сільськогосподарських наук, доцент;

**Шатковський А. П.**, доктор сільськогосподарських наук, ст. науковий співробітник (за згодою)

## Адреса редакції:

03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15. Тел./факс: +38 044 527 87 20. E-mail: nti\_dep@nubip.edu.ua

## Рекомендовано до друку

Вченою радою Національного університету біоресурсів і природокористування України  
Протокол №4 від 25.11.2020 року.

Журнал включено до бібліографічних баз даних наукових публікацій РІНЦ (Російський індекс наукового цитування), Ulrichsweb (Ulrich's Periodicals Directory), SIS (Scientific Indexing Services), Google Scholar, Base, Miar, USJ, ResearchBib, Agris, Index Copernicus.

Підписано до друку 25.11.2020 р. Формат 70x100/16. Друк офсетний.  
Папір офсетний. Ум. друк. арк. 7,72. № 200747.

Віддруковано у редакційно-видавничому відділі НУБіП України  
вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041. Тел.: 527-81-55.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4097 від 17.06.2011

# PLANT AND SOIL SCIENCE

Scientific Journal Vol. 11, No 4, 2020

ISSN 2706-7688 (Print) ISSN 2706-7696 (Online)

*Launched by the:*

NATIONAL UNIVERSITY OF LIFE AND ENVIRONMENTAL SCIENCES OF UKRAINE

## *Editorial Board Members:*

**Kalenska S.M.**, Dr. Hab., Prof.,  
Corresponding Member of a NAAS of Ukraine  
(Editor-in-Chief);

**Kravchenko Y. S.**, PhD, Associate Prof.,  
(Editor-in-Chief);

**Melnyk V.I.**, PhD, Principal Researcher,  
NUBiP of Ukraine, (Executive Editor);

**Pikovska O.V.**, PhD, Associate Prof.,  
(Deputy of Executive Editor);

**Antraptseva N.M.**, Dr. Hab., Prof.;

**Balaiev A.D.**, Dr. Hab., Prof., Corresponding  
Member of a NAAS of Ukraine;

**Bykin A.V.**, Dr. Hab., Prof.;

**Bisko N.A.**, Dr. Hab., Senior Scientific  
Researcher (with consent);

**Boiko R.S.**, PhD, Associate Prof.;

**Mazăre Veaceslav**, PhD, Prof., (Romania)  
(with consent);

**Kovalyshyna G.M.**, Dr. Hab., Prof.;

**Kondratenko T.Y.**, Dr. Hab., Prof.,  
Corresponding Member of a NAAS of Ukraine;

**Kochkodan O.D.**, PhD, Associate Prof.;

**Sas- Paszt Lidia**, PhD, Prof., (Poland) (with  
consent);

**Lu-Jun Li**, PhD, Prof., (China) (with consent);

**Makareviciene V.**, PhD, Prof., (Lithuania)  
(with consent);

**Maksin V.I.**, Dr. Hab., Prof.;

**Yunyuk A. V.**, PhD, Associate Prof.;

**Çetin Öner**, PhD, Prof., (Turkey) (with  
consent);

**Pasichnyk N.A.**, PhD, Associate Prof.;

**Patyka M.V.**, Dr. Hab., Prof., Corresponding  
Member of a NAAS of Ukraine;

**Rakhmetov D.B.**, Dr. Hab., Prof.,

**Burras, Charles Lee**, PhD, Prof., (USA)  
(with consent);

**Tanchyk S.P.**, Dr. Hab., Prof., Corresponding  
Member of a NAAS of Ukraine;

**Tkachenko M. A.**, Dr. Hab., Senior Scientific  
Researcher (with consent);

**Tonkha O. L.**, Dr. Hab., Prof.;

**Urushadze, Tengiz F.**, PhD, Prof., (Georgia)  
(with consent);

**Fedosii I. O.**, PhD, Associate Prof.,

**Tsyuk O. A.**, Dr. Hab., Associate Prof.;

**Shatkowski A.P.**, Dr. Hab., Senior Scientific  
Researcher (with consent)

## *Editorial Address*

03041, Kyiv-41, Heroiv Oborony st., 15. Tel.:+380 44 527-87-20. E-mail:nti\_dep@nubip.edu.ua

*Recommended for printing*

*Scientific Council of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine  
Protocol No. 4 of 25.11.2020.*

Journal included for bibliographic databases of scientific publications РИНЦ (Российский индекс научного цитирования), Ulrichsweb (Ulrich's Periodicals Directory), SIS (Scientific Indexing Services), Google Scholar, Base, Miar, USJ, ResearchBib, Agris, Index Copernicus.

Signed for printing 25.11.2020. Format 70x100/16. Offset printing. Offset paper.  
7,72 conditional printing sheets. № 200747.

Printed in Publishing department, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine  
Oborony str.,15, Kyiv,03041. Tel.: 527-81-55

# ЗМІСТ

## РОСЛИННИЦТВО ТА КОРМОВИРОБНИЦТВО

<b>S. M. Kalenska, L. M. Honchar, B. O. Mazurenko</b> FORMATION THE EFFICIENCY OF WINTER WHEAT UNDER INFLUENCE THE POLYFUNCTIONAL CHELATE FERTILIZERS .....	5
<b>Л. А. Гарбар, Н. В. Кнап</b> ЕФЕКТИВНІСТЬ УДОБРЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ .....	14
<b>Л. М. Бурко</b> ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ПРОЦЕС СИНТЕЗУ ХЛОРОФІЛУ У ЛИСТКАХ БУРЯКІВ КОРМОВИХ.....	26
<b>А. П. Шатковський, О. В. Журавльов, Ф. С. Мельничук, І. М. Овчатов, А. В. Ярош</b> ВПЛИВ СПОСОБІВ ЗРОШЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ ....	34

## ЗЕМЛЕРОБСТВО

<b>О. А. Цюк, Д. І.Марченко</b> ЕФЕКТИВНІСТЬ ПІСЛЯСХОДОВИХ ГЕРБИЦИДІВ У ПОСІВАХ СОЇ .....	43
--	----

## ҐРУНТОЗНАВСТВО ТА АГРОХІМІЯ

<b>С. О. Сичевський, О. Л. Тонха, О. В. Піковська</b> ОЦІНКА ПРОСТОРОВОЇ МІНЛИВОСТІ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО ЗА ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА .....	52
<b>О. А. Літвінова, С. Е. Дегодюк</b> ВПЛИВ СИСТЕМАТИЧНОГО УДОБРЕННЯ НА РОДЮЧІСТЬ СІРОГО ЛІСОВОГО ҐРУНТУ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ .....	60
<b>А. М. Кудрявицька, К.С. Карабач</b> ВПЛИВ ДОБРІВ НА ВМІСТ ЕЛЕМЕНТІВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ В РОСЛИНАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ТА ЯРОЇ.....	68

## ПЛОДООВОЧІВНИЦТВО

<b>О. В. Хареба, О. М. Цизь, О. В. Хареба, В. В. Хареба</b> ВИКОРИСТАННЯ СОРТО ПІДЩЕПНИХ КОМБІНУВАНЬ – ПЕРСПЕКТИВНИЙ ПРИЙОМ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ ПОМІДОРА ЗА ВИРОЩУВАННЯ СПОСОБОМ МАЛООБ'ЄМНОЇ ГІДРОПОНІКИ .....	78
<b>О. О. Комар, О. В. Шеметун, В. О. Комар</b> ОЦІНКА ФОТОСИНТЕТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СОРТІВ ПАСТЕРНАКУ ПОСІВНОГО В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ ....	87

# CONTENT

## PLANT AND FORAGE PRODUCTION

- С.М. Каленська, Л.М. Гончар, Б.О. Мазуренко**  
ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ  
ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХЕЛАТНИХ  
НАНОДОБРИВ .....5
- L. A. Garbar, N. V. Knap**  
EFFICIENCY OF FERTILIZING IN SUNFLOWER CULTIVATION  
TECHNOLOGY .....14
- L. M. Burko**  
INFLUENCE OF ELEMENTS OF GROWING TECHNOLOGY  
ON THE PROCESS OF CHLOROPHYLES SYNTHESIS IN FEED BEET  
LEAVES.....26
- A. P. Shatkovskiy, O. V. Zhuravlov, F. S. Melnychuk, I. M. Ovchatov, A. V. Yarosh**  
INFLUENCE OF IRRIGATION METHODS ON CORN'S PRODUCTIVITY ....34

## AGRICULTURE

- O. A. Tsyuk, D. I. Marchenko**  
THE EFFECTIVENESS OF POST-HERBICIDES IN SOYBEAN CROPS .....43

## SOIL SCIENCE AND AGROCHEMISTRY

- S. O. Sychevskyy, O. L. Tonkha, O. V. Pikovska**  
EVALUATION OF SPATIAL VARIABILITY OF PHYSICO-CHEMICAL  
INDICATORS OF CHERNOZEM PODZOLIC WITH THE USING  
OF PRECISE AGRICULTURE TECHNOLOGIES .....52
- O. A. Litvinova, S. E. Dehodiuk**  
THE INFLUENCE OF SYSTEMATIC FERTILIZATION ON SOIL  
FERTILITY WHEN GROWING WINTER WHEAT.....60
- A. M. Kudriawytzka, K. S. Karabach**  
EFFECT OF FERTILIZERS ON THE CONTENT OF MINERAL  
NUTRITION ELEMENTS IN WINTER AND SPRING WHEAT PLANT .....68

## FRUIT AND VEGETABLE GROWING

- O. V. Khareba, O. M. Tsyz, O. V. Khareba, V. V. Khareba**  
ROOTSTOCKS COMBINATIONS USAGE IS A PERSPECTIVE METHOD  
OF INCREASING THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF TOMATOES  
USING LOW-VOLUME HYDROPONICS METHOD .....78
- O. O. Komar, O. V. Shemetun, V. O. Komar**  
PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF PARSNIP VARIETIES  
IN THE CONDITIONS OF THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE  
OF UKRAINE.....87

# РОСЛИННИЦТВО ТА КОРМОВИРОБНИЦТВО

UDC 633.11"324":631.82-022.532

<https://doi.org/10.31548/agr2020.04.005>

## FORMATION THE EFFICIENCY OF WINTER WHEAT UNDER INFLUENCE THE POLYFUNCTIONAL CHELATE FERTILIZERS

**KALENSKA S.M.**, doctor of agricultural sciences, Professor,  
Head of Department of Plant Science  
<https://orcid.org/0000-0002-3393-837x>  
E-mail: [kalenskaya@nubip.edu.ua](mailto:kalenskaya@nubip.edu.ua)

**HONCHAR L.M.**, candidate of agriculture sciences,  
Associate Professor of Department of Plant Science  
<http://orcid.org/0000-0002-3628-665>  
E-mail: [honchar@nubip.edu.ua](mailto:honchar@nubip.edu.ua)

**MAZURENKO B.O.**, assistant of Department of Plant Science  
<https://orcid.org/0000-0002-4177-9909>  
E-mail: [mazurenko.bohdan@nubip.edu.ua](mailto:mazurenko.bohdan@nubip.edu.ua)

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

**Abstract.** Article highlights the results of research of the effect of pre-sowing seed treatment with polyfunctional chelate fertilizers on growth and development of winter wheat.

The research was conducted in the research field of separated department "Agronomic research station" of National university of life and environmental sciences of Ukraine. Field and laboratory experiments were conducted due to approved methods.

Maximum grain yield was formed in variant of fertilization "Base (P90K120) + N30 (BBCH 25-26)+N30(BBCH 31-32)+N30 (BBCH 68-69) and pre-sowing seed treatment with mix of Avatar-1 and Jodis-concentrate. There are 7.37 t/ha in cultivar Samurai and 7.16 t/ha in cv. Bohemia of grain yield formed in average in 2018-2020. Significant effect on grain yield was observed under application of nitrogen fertilizers on BBCH 25-26, BBCH 31-32 and BBCH 68-69. Pre-sowing seed treatment with mix of Avatar-1 and Jodis-concentrate increased yield from 11-13 % on variants without nitrogen fertilizers till 15-20 % under combine application of fertilizers. Seed treatment by Avatar-1 increase yield on 8-10 %, but effect of Jodis-concentrate is slight lesser (2-4%).

**Key words:** seed treatment, Avatar-1, Jodis-concentrate, Bohemia, Samurai, yield.

## ***Introduction.***

Nano dispersive powders and colloidal solutions of biologically active metals are used to increase resistance to abiotic and biotic environmental factors. Anti-stress preparations based on easily digestible forms of metals increase resistance to abiotic factors without increasing crop transpiration. They improve winter resistance of winter wheat, increase activity of root system, decrease infection of fungi diseases (Chhipa, 2017; Elmer & White, 2018). Nanoparticles of metals cause adaptive changes in the expression of the genome of seed cells in the early stages of germination, which are then transmitted epigenetically during cell division to all plant cells (Elsakhawy et al., 2018). When nanoparticles are introduced into water, it becomes an environment with certain features, which increases adaptability to the environment, there is a self-organization of structures that ensures optimal plant development in these specific conditions (Lopat'ko et al., 2011).

Plants are vulnerable to many stresses, which can significantly decrease in their productivity. Such adverse effects include low and high temperatures, lack of moisture and drought, exposure to phytopathogens, ultraviolet radiation, etc (Polishchuk et al., 2015). Application of chemicals causes stress in the plant body at the cellular level of the organization (Worrall et al., 2018). Preventive adaptation of plants to negative factors by accumulation of protectors allows them to prepare for extreme situations before the moment of collision with them (Frantjchuk, et al., 2012).

## ***Analysis of recent research and publications.***

Current trends in world agricultural production are aimed at greening the technology of crop production. There is

an urgent need to reorient the agriculture of our country to the standards of the European Union, the comprehensive development and implementation of the paradigm of biologization of intensification processes in crop production is underway (Honchar & Shen, 2016).

Interest in the formation of ecologically balanced agrocenoses and increasing the adaptive potential of crops in existing systems of agricultural production has grown significantly in recent years. According to the global theory of organic farming, the created agroecosystems should be not only highly productive, but also ecologically steady, possess ability to reprogram ontogenetic processes of plants according to sharp fluctuations of weather conditions and action of anthropogenic factors for production of ecologically pure products (Pruntseva, 2018). Systematic researches the responds of plants under conditions of changing climatic factors, transformation with the prevalence of degradation of soil and water systems, their pollution by various pollutants, indicate the feasibility of using nanoelements to optimize adaptive strategies of crops and ensure their sustainability (Honchar, 2016).

The nanoscale state of matter is characterized by a significant change and the appearance of new properties that are not inherent in the material in a compact state. The specificity of the nanostructured state of matter is reflected in particular in thermodynamic characteristics, when with decreasing size the difference between the solid phase model adopted in classical thermodynamics and the real nanoparticle increases significantly, and the division into bulk and surface components becomes conditional. Increasing in the free Gibbs energy of nanoparticles occurs due to a significant increase in the surface area, or the phase distribution sur-

face in the nanostructured material under conditions of constant temperature and pressure. Due to the large surface area, all nanomaterials have a significant surface energy - increased by at least three orders of magnitude relative to the compact material, thus being in an unstable or metastable state and prone to the formation of agglomerates (Lopat'ko et al, 2011).

None of the known methods and methods of obtaining nanomaterials is universal, but only allows to solve certain technical problems. The development of new and improvement of existing methods and methods of obtaining nanomaterials remains relevant, especially when it comes to their application in biotechnology. Biological effects of nanomaterials, their toxicity or ability to positively affect metabolic processes and the physiological state of the body as a whole, remains key in fundamental studies of the interaction of nanoparticles with the biological environment (Babaei et al., 2017).

The implementation of pre-sowing treatment of seeds with various factors has a positive effect on the processes of its germination, plant vegetation, and as a result improves the formation of ears, fruits, increases yields. There are a number of technologies for pre-sowing treatment of seed material, which include chemical, biological, physical factors influencing the condition of the seed in order to stimulate the physiological processes of germination and development (Singh et al., 2015).

Nanometallic solutions are used for pre-sowing treatment of crop seeds, which causes to increase yields by up to 20-35%. There is an increase in plant adaptation to stressors during the growing season and improve the quality of agricultural products in additional (Gonchar & Tschubenko, 2013).

Nanometals affect biological objects at the cellular level, increase the efficiency of processes in plants and participate in the formation of micro-nutrient balance, namely, are bioactive. The study of important properties of nanometals is carried out simultaneously with the detection of negative effects and prevention of risks from their use (Polishchuk et al. 2015).

*Aim* of our research was to establish the influence of multifunctional chelated fertilizers on the growth and development of winter wheat plants, especially yield.

### **Materials and methods of research.**

Field experiments were conducted in stationary research field of Department of Plant Science in separated department "Agronomic research station" of National university of life and environmental sciences of Ukraine in 2018-2020. Soil of research field is chernozem typical low-humic. Previous crop is peas. Each variant has four replications. The research scheme provided for different options for seed treatment with polyfunctional chelate fertilizers and different variants of fertilization. Poly-factorial field experiment includes: **factor A** – cultivar: Samurai, Bohemia; **factor B** – fertilization: 1.  $P_{90}K_{120}$  (base); 2. base +  $N_{30(BBCH\ 25-26)} + N_{30(BBCH\ 31-32)}$ ; 3. base +  $N_{30(BBCH\ 25-26)} + N_{30(BBCH\ 31-32)} + N_{30(BBCH\ 68-69)}$ ; **factor C** – pre-sowing seed treatment with liquid chelate nanofertilizers: 1. control (water 10 L/t); Avatar-1 (600 mL/t); Jodis-concentrate (600 mL/t); mix Avatar-1 and Jodis-concentrate (300 + 300 mL/t).

Avatar-1 is a multicomponent microelement preparation that improve nitrogen-phosphorus nutrition, increase

stress resistance and productivity. Avatar-1 contains the necessary micro and ultra-micronutrients, chelated natural organic acids - citric, succinic, malic, tartaric and mixtures thereof. Jodis-concentrate is an immunomodulatory preparation that has pronounced antiviral, antifungal and antibacterial properties and is now widely used in animal husbandry and crop production.

Yield per hectare was calculated to 14% moisture. Assess the influence of factors on the yield used *ANOVA* at the level of significance of 5%. Difference between the options within the factor was established by the post-hoc *Tukey's HSD* test, the *Fisher's LSD* test was auxiliary.

### Results.

Winter wheat yield is the amount of grain obtained from one hectare as a result of the interaction with the plant, which includes the absorption of nutrients and water from the soil and the synthesis of organic matter under the action of solar energy.

Complex seed treatment with Avatar-1 and Jodis-concentrate allowed to form the highest level of yield in cultivars Samurai and Bohemia on each variant of the fertilizer system (table 1-2).

High grain yields of winter wheat can be achieved only by creating optimal conditions for plant growth and development, grain formation and filling, it is possible to achieve by providing plants with all the elements of mineral nutrition. Significant impact on the yield of winter wheat was observed under fertilization with nitrogen fertilizers. The most effective variant is application of nitrogen fertilizers at BBCH 25-26, BBCH 31-32 and BBCH 68-69. Maximum grain yield was formed in variant of fertilization "Base ( $P_{90}K_{120}$ ) +  $N_{30}$

(BBCH 25-26) +  $N_{30}$ (BBCH 31-32) +  $N_{30}$ (BBCH 68-69) and pre-sowing seed treatment with mix of Avatar-1 and Jodis-concentrate in both cultivars. There are 7.37 t/ha in cultivar Samurai (table 2) and 7.16 t/ha in cv. Bohemia (table 1) of grain yield formed in average in 2018-2020.

Average yield of winter wheat was 5.70 t/ha in the variety Bohemia and 5.93 t/ha in cv. Samurai in the control variants of fertilization. Seed treatment with Avatar-1 contributed to an increase in wheat yield by 0.52 t/ha in cv. Bohemia and by 0.55 t/ha in cv. Samurai on this variant of fertilization.

Carrying out two nitrogen fertilizations cause to increase the yield, but the seed treatment with Avatar-1 increased in yield by 9.6% compared to the control. The maximum yields were achieved during the third nitrogen fertilization and pre-sowing seed treatment, which increased the yield by 0.82 t/ha.

It was found that the use for pre-sowing seed treatment with Avatar-1 increased the productivity of winter wheat in both cultivars, and it should be noted that the use of this preparation increased plant resistance to stress factors, which in turn affected plant survival and their number per hectare. Pre-sowing seed treatment with Jodis-concentrate insignificantly increased the productivity on the studied cultivars (2-4%), this is due to the peculiarity of the preparation (decontamination of seed, non-regulatory function). However, the use of Avatar-1 and Jodis-concentrate in the complex was achieved in their highest efficiency, as evidenced by the obtained research data.

The highest yield was formed in cultivar Samurai (7.4 t/ha) under option of fertilization "Base ( $P_{90}K_{120}$ ) +  $N_{30}$ (BBCH 25-26) +  $N_{30}$ (BBCH 31-32) +  $N_{30}$ (BBCH 68-69) and complex pre-sowing treatment with Avatar-1 and Jodis-concentrate.

### 1. Grain yield of winter wheat cv. Bohemia depends on fertilization and pre-sowing seed treatment

Fertilization (A)	Pre-sowing seed treatment (B)	Yield, t/ha				Increase in yield to control	
		2018	2019	2020	$\mu$	t/ha	%
P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> (Base)	Control(water)	5.77	6.13	5.20	5.70	-	-
	Avatar-1	6.48	6.54	5.63	6.22	0.52	9.06
	Jodis-concentrate	5.89	6.28	5.31	5.83	0.13	2.22
	Avatar-1 +Jodis-concentrate	6.40	6.95	5.88	6.41	0.71	12.46
Base + N <sub>30</sub> (BBCH 25-26) + N <sub>30</sub> (B- BCH31-32)	Control(water)	6.12	6.64	5.46	6.07	-	-
	Avatar-1	6.73	7.11	5.84	6.56	0.49	8.01
	Jodis-concentrate	6.34	6.84	5.66	6.28	0.21	3.40
	Avatar-1 +Jodis-concentrate	6.85	7.53	6.06	6.81	0.74	12.18
Base + N <sub>30</sub> (BBCH 25-26) + N <sub>30</sub> (BBCH 31-32) + N <sub>30</sub> (BBCH 68-69)	Control(water)	6.55	6.71	5.79	6.35	-	-
	Avatar-1	7.21	7.25	6.30	6.92	0.57	8.98
	Jodis-concentrate	6.68	6.98	5.90	6.52	0.17	2.68
	Avatar-1 +Jodis-concentrate	7.34	7.61	6.53	7.16	0.81	12.76
LSD <sub>05</sub> A, t/ha	-	0.25	0.24	0.22	0.13	-	-
LSD <sub>05</sub> B, t/ha	-	0.29	0.28	0.25	0.15	-	-
LSD <sub>05</sub> AB, t/ha	-	0.50	0.48	0.44	0.27	-	-

All studied factors had their influence (table 3) on the formation of yield, but their interaction did not have a significant impact on yield, except for “fertilization– year”. The greatest influence on yield had weather conditions (year) with a share of 54.6%, much lower was fertilization (21.0 %) and pre-sowing seed treatment (15.0 %), and the smallest was the influence of cultivar (8.1 %).  $p > 0.001$  indicates a high reliability of the influence of individual factors on yield.

According to post-hoc analysis Tukey’s HSD noted the difference between all variants within each factor (Fig. 1).

In particular, cv. Samurai (fig. 1a) was more productive and formed 6.65 t/ha on average in 2018-2020, while cv. Bohemia forms lesser – 6.40 t/ha. In-

fluence of weather conditions (year) differed significantly (fig. 1b): grain yield was 6.68 t/ha in 2018, 6.98 t/ha in 2019 and it was 5.90 t/ha under adverse conditions in 2020. Impact of fertilization was characterized by an almost linear increase in yield with increasing the norm of nitrogen fertilizers, but the applied fertilizer rate did not give the expected increase (fig. 1c). However, the difference between options of fertilization was significant. Response to fertilization with nitrogen fertilizers, may be lower than expected in some cultivars, especially in the late BBCH-stages (Mazurenko et al., 2020).

(a) The use of pre-sowing seed treatment with nanomaterial solutions showed a significant increase in yield (fig. 1d) compared to the control in general in

## 2. Grain yield of winter wheat cv. Samurai depends on fertilization and pre-sowing seed treatment

Fertilization (A)	Pre-sowing seed treatment (B)	Yield, t/ha				Increase in yield to control	
		2018	2019	2020	$\mu$	t/ha	%
$P_{90}K_{120}$ (Base)	Control(water)	6.00	6.43	5.35	5.93	-	-
	Avatar-1	6.79	6.93	5.72	6.48	0.55	9.34
	Jodis-concentrate	6.13	6.55	5.46	6.05	0.12	2.02
	Avatar-1 +Jodis-concentrate	6.84	7.14	5.94	6.64	0.71	12.04
Base + $N_{30(BBCH\ 25-26)}$ + $N_{30(BBCH31-32)}$	Control(water)	6.36	6.78	5.64	6.26	-	-
	Avatar-1	7.08	7.34	6.16	6.86	0.60	9.58
	Jodis-concentrate	6.49	7.06	5.88	6.48	0.22	3.46
	Avatar-1 +Jodis-concentrate	7.25	7.41	6.36	7.01	0.75	11.93
Base + $N_{30(BBCH\ 25-26)}$ + $N_{30(BBCH\ 31-32)}$ + $N_{30(BBCH\ 68-69)}$	Control(water)	6.81	6.86	5.98	6.55	-	-
	Avatar-1	7.59	7.43	6.50	7.17	0.62	9.52
	Jodis-concentrate	6.95	7.10	6.11	6.72	0.17	2.60
	Avatar-1 +Jodis-concentrate	7.73	7.53	6.84	7.37	0.82	12.47
LSD <sub>05</sub> A, t/ha	-	0.26	0.50	0.23	0.14	-	-
LSD <sub>05</sub> B, t/ha	-	0.30	0.29	0.26	0.16	-	-
LSD <sub>05</sub> AB, t/ha	-	0.52	0.50	0.46	0.28	-	-

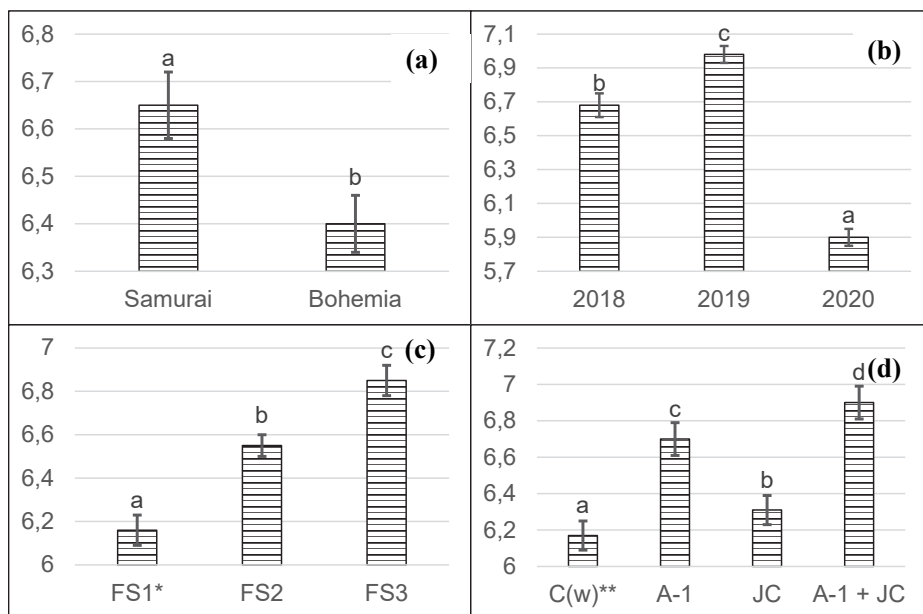
the experiment. In the control variant, the average yield was 6.17 t / ha. Grain yield was 6.31 t/ha in the variants with Jodis-concentrate treatment, and the largest yield was in the variants with treatment by Avatar-1 with independent and compatible with Jodis-concentrate (6.70 and 6.90 t/ha, respectively).

Cultivar sensitivity (fig. 2) to pre-sowing treatment differed significantly compared with the general experiment on Tukey's HSD test.

There was no significant difference in yield between seed treatment with Jodis-concentrate and the control variant in both cultivars, but when using the Fisher's

## 3. Analysis of variance of yield in cv. Bohemia and Samurai

Effect	df	MS	p	Participation, %
Cultivar (A)	1	3.353	>0.001	8.1
Fertilization (B)	2	8.722	>0.001	21.0
Pre-sowing seed treatment (C)	3	6.201	>0.001	15.0
Year (Y)	2	22.607	>0.001	54.6
B x Y		0.232	0.029	0.6
Other interactions, summary		0.325	<0.05 (no significant)	0.7



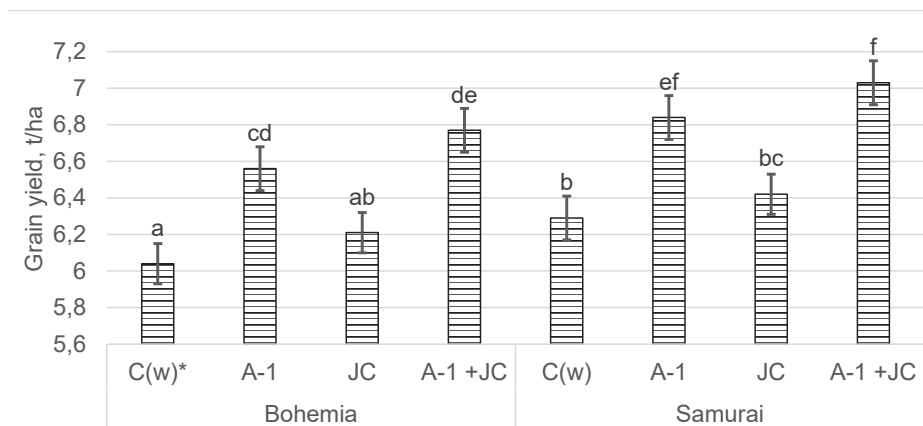
\*FS1 – P<sub>90</sub>K<sub>120</sub> (Base); FS2 – Base + N<sub>30(BBCH 25-26)</sub> + N<sub>30(BBCH25-26)</sub>;  
 FS3 – Base + N<sub>30(BBCH 25-26)</sub> + N<sub>30(BBCH 31-32)</sub> + N<sub>30(BBCH 68-69)</sub>

\*\* C(w) – control(water); A-1 – Avatar-1; JC – Jodis-concentrate; A-1 + JC – mix

**Figure 1. Grain yield (t/ha) of winter wheat depends on different factors:**

LSD test (as an auxiliary) this difference was in the cultivar Bohemia. A similar situation was in the variants with treatment of Avatar-1 and its combine use with Jodis-concen-

trate. According to Tukey's HSD test, there was no significant difference between these options, but there was according to Fisher's LSD test in grain yield.



\* C(w) – control(water); A-1 – Avatar-1; JC – Jodis-concentrate; A-1 + JC – mix

## Conclusions and future perspectives.

Pre-sowing seed treatment with mix of Avatar-1 and Jodis-concentrate increased grain yield to 11-13 % in winter wheat, but its effect increases to 15-20 % under combine application of fertilizers. Seed treatment by Avatar-1 increase yield on 8-10 %, but effect of Jodis-concentrate treatment has a lesser effect on grain yield of wheat (2-4%).

According to a detailed analysis, pre-sowing seed treatment with Avatar-1 significantly increases the yield of winter wheat, regardless of variety. Effect of Jodis-concentrate on yields is controversial, as the significance of yield increases differs from one post-hoc test to another. Pre-sowing seed treatment with Jodis-concentrate according to Fisher's  $LSD_{05}$  gives a significant increase compared to the control(water), and when used in mix with Avatar-1 compared to the variant "Avatar-1". However, this difference in yield in these variants was insignificant according to the Tukey's HSD. Further research of the effect of pre-sowing seed treatments with nanomaterials and their solution are needed, especially to determine the mechanism of influence on production processes.

## References

1. Babaei, K., Seyed Sharifi, R., Pirzad, A., & Khalilzadeh, R. (2017). Effects of bio fertilizer and nano Zn-Fe oxide on physiological traits, antioxidant enzymes activity and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salinity stress. *Journal of Plant Interactions*, 12(1), 381-389. <https://doi.org/10.1080/17429145.2017.1371798>
2. Chhipa, H. (2017). Nanofertilizers and nanopesticides for agriculture. *Environmental Chemistry Letters*, 15(1), 15-22. <https://doi.org/10.1007/s10311-016-0600-4>
3. Elmer, W., & White, J. C. (2018). The future of nanotechnology in plant pathology. *Annual review of phytopathology*, 56, 111-133. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080417-050108>
4. Elsakhawy, T., Omara, A. E. D., Alshaal, T., & El-Ramady, H. (2018). Nanomaterials and plant abiotic stress in agroecosystems. *Environment, Biodiversity and Soil Security*, 2(2018), 73-94. <https://dx.doi.org/10.21608/jenvbs.2018.3897.1030>
5. Franti'jchuk, V. V., Kovalenko, M. S., Gonchar, L. M., Baczmanova, L. M., & Taran, N. Yu. (2012). Vpliv nei'onnogo koloyidnogo rozchinu nanochastok metali'v na ri'st i' rozvitok ozimoyi psheniczi'. [Influence of colloidal non-ionic solution of metals nanoparticles on growth and development of winter wheat]. *Scientific papers of Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, (14), 119-123. [in Ukrainian]
6. Gonchar, L. M. (2016). Action of colloidal solution of copper and zinc on seed germination of oats. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 45-48. <https://doi.org/10.31210/visnyk2016.04.08>
7. Gonchar, L., & Tschubenko, A. (2013). Productivity of winter wheat depending of type of fertilizers and growth regulators. *Modern scientific research and their practical application*, 21309, 185-192.
8. Hafeez, A., Razzaq, A., Mahmood, T., & Jhanzab, H. M. (2015). Potential of copper nanoparticles to increase growth and yield of wheat. *Journal of Nanoscience with Advanced Technology*, 1(1), 6-11. <https://doi.org/10.24218/jnat.2015.02>
9. Honchar, L. M., & Shen, O. S. (2016). The impact of the colloidal solution of zinc and copper in the process of seed germination of oats. *Naukovij vi'snik Naczi'onal'nogo uni'versitetu bi'oresursi'v i' prirodozoristuvannya Ukrainy. Seri'ya: Agronomi'ya*, (235), 58-63
10. Lopat'ko, K. G., Aftandi'lyancz, Ye. G., & Zazimko, O. (2011). Zastosuvannya nanochastinok metali'v—ekologi'chno bezpechna

- tekhnologi`ya viroshhuvannya psheniczi` ozimoyi [Application of nanoparticles of metals in ecology safe cultivation technology of winter wheat]. Naukovij vi`snik Naczi`onal'nogo uni`versitetu bi`oresursi`v i` prirodokoristuvannya Ukraini. 2011. Vip, 158, 119-125. [in Ukrainian]
11. Mazurenko, B., Kalenska, S., Honchar, L., Novytska, N. (2020). Grain yield response of facultative and winter triticale for late autumn sowing in different weather conditions. *Agronomy research*, 18(1), 183-193 <https://doi.org/10.15159/AR.20.008>
  12. Polishchuk, S. D., Nazarova, A. A., Kutskir, M. V., Churilov, D. G., Ivanycheva, Y. N., Kiryshin, V. A., & Churilov, G. I. (2015). Ecologic-biological effects of cobalt, cuprum, copper oxide nano-powders and humic acids on wheat seeds. *Modern Applied Science*, 9(6), 354. <https://doi.org/10.5539/mas.v9n6p354>
  13. Pruntseva G. O. (2018). Nanotekhnologi`yi yak faktor pi`dvishhennya ri`vnya vi-robnictva si`l's`kogospodars`koyi pro-dukczii` u konteksti` zabezpechennya prodovol`choyi bezpeki krayini. [Nanotechnology as a factor in increasing the level of agricultural production in the context of ensuring food security of the country] *Regional Economy*, (3), 88-96.
  14. Singh, A., Singh, N. B., Hussain, I., Singh, H., & Singh, S. C. (2015). Plant-nanoparticle interaction: an approach to improve agricultural practices and plant productivity. *International Journal of Pharmaceutical Science Invention*, 4(8), 25-40.
  15. Worrall, E.A., Hamid, A., Mody, K.T., Mitter, N., & Pappu H.R. (2018). Nanotechnology for plant disease management. *Agronomy*. 8(285):1-24 <https://doi.org/10.3390/agronomy8120285>

---

**С.М. Каленська, л.М. Гончар, б.О. Мазуренко (2020). ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХЕЛАТНИХ НАНОДОБРИВ. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(4): 5–13. <https://doi.org/10.31548/agr2020.04.005>**

**Анотація.** У статті висвітлено результати досліджень щодо впливу передпосівної обробки насіння поліфункціональних хелатних надодобрив на ріст і розвиток рослин пшениці озимої.

Дослідження проводили на дослідному полі відокремленого підрозділу «Агрономічна дослідна станція» Національного університету біоресурсів і природокористування України. Польові та лабораторні досліді виконувалися згідно з апробованими методиками.

Максимальний урожай за 2018–2020 рр. зерна пшениці озимої було отримано в сорту Самурай 7,37 т/га у варіанті Фон +  $N_{30(BVCH\ 25-26)} + N_{30(BVCH\ 31-32)} + N_{30(BVCH\ 68-69)}$  та передпосівна обробка насіння Аватар-1+Йодис-концентрат, у сорту Богемія – 7,16 т/га. Істотний вплив на урожайність пшениці озимої спостерігали за підживлення азотними добривами, найефективніше вносити за стадіями росту та розвитку BVCH 25-26, BVCH 31-32 та BVCH 68-69. Встановлено, передпосівна обробка насіння Аватар-1+Йодис-концентрат сприяє отримання більшого урожаю на 11-13 %, у комплексі з підживленням – на 15-20 %. Обробка насіння Аватаром-1 з внесенням добрив дають змогу збільшити врожайність на 8-10 %, а обробки нанодобривом Йодис-концентрат урожайність зросла лише на 2-4 %.

**Ключові слова:** обробка насіння, Аватар-1, Йодис-концентрат, Богемія, Самурай, урожайність.

## ЕФЕКТИВНІСТЬ УДОБРЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ

**Л. А. ГАРБАР**, кандидат сільськогосподарських наук,  
доцент кафедри рослинництва  
Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Н. В. КНАП**, кандидат сільськогосподарських наук  
Міжкафедральна навчальна лабораторія на базі ВП НУБіП України  
«Мукачівський аграрний коледж»  
e-mail: garbarl@ukr.net

**Анотація.** Вагоме місце серед чинників, що забезпечують високий урожай соняшника займають умови живлення рослин упродовж всього вегетаційного періоду та технологічні заходи, спрямовані на реалізацію генетичного потенціалу соняшника в окремих регіонах України. Необхідним є глибоке вивчення потенційних можливостей вітчизняних гібридів за різних умов вирощування для виявлення їхньої конкурентоздатності та популяризації, що дозволить підвищити показники якості та врожайності культури загалом.

Впровадження та застосування у виробництві нових комплексних мікродобрив на фоні основного удобрення, які здатні підвищити ефективність використання рослинами поживних елементів мінеральних добрив і ґрунту, є одним зі шляхів підвищення урожайності культури та якості сільськогосподарської продукції.

Незважаючи на важливість соняшнику як однієї з традиційних культур України, технологія його вирощування в степовій зоні на сьогодні має чимало невирішених завдань. Серед технічних заходів, спрямованих на підвищення врожайності соняшника, важливе місце посідає вибір оптимальних норм внесення добрив та підживлення мікроелементами в критичні періоди розвитку культури.

Мета досліджень полягає у встановленні впливу умов живлення культури та підбору високопродуктивних гібридів (НК Діамантіс, СИ Купава, НК Неома) для конкретних ґрунтово-кліматичних умов через формування їхньої продуктивності.

Польові дослідження проводили впродовж 2018 – 2019 рр. на чорноземах типових малогумусних. У результаті проведених досліджень встановлено, що застосування двічі позакоренево в підживлення на фоні основного удобрення препаратів Еколайн Бор, Нертус Бор, Баст Бор у фази 4 та 8 листків по 1 л/га активізувало формування листкової поверхні, сприяє накопиченню сухої речовини та забезпечувало формування високих урожаїв гібридів соняшнику.

У фазу цвітіння рослинами соняшнику було сформовано максимальні показники площі листкової поверхні, яка за впливу варіантів удобрення змінювалась у наступному діапазоні: у рослин гібриду НК Діамантіс від 37,6 до 48,7 тис. м<sup>2</sup>/га, СИ Купава – 41,1 – 52,39 тис. м<sup>2</sup>/га, НК Неома – 36,5 – 47,6 тис. м<sup>2</sup>/га. Найвищий

показник площі листків було сформовано рослинами гібриду СИ Купава на варіанті із внесенням  $N_{36} P_{56} K_{108} S_{28} + N_{23}$  + Еколайн Бор» (5-6 листків), який склав 52,39 тис. м<sup>2</sup>/га.

**Ключові слова:** соняшник, добрива, мікроелементи, бор, гібриди, Еколайн Бор, Нертус Бор, Баст Бор, площа листової поверхні, суха речовина, урожайність.

## Вступ.

Основною беззмінною олійною культурою на полях України тривалий час залишається соняшник. Упродовж останніх років спостерігається чітка тенденція до збільшення його площ не лише в зоні Степу, де вони традиційно зосереджені, а й на Поліссі та в Лісостепу. Популярність культури пов'язана зі стратегічною та значною економічною ефективністю її вирощування та здатністю забезпечити найбільший вихід олії з одиниці площі серед олійних культур. Водночас зі збільшенням площ посівів соняшнику спостерігається зниження його урожайності. Причинами даного явища є низка чинників, зокрема, недотримання сівозміни та технології вирощування культури та використання гібридів із низькою адаптивною здатністю до ґрунтово-кліматичних умов.

Живлення рослин є ключовим чинником за формування урожайності та якості продукції сільськогосподарських культур, зокрема соняшнику, впродовж усього періоду вегетації. У поєднанні із іншими елементами технології вирощування забезпечення культури елементами живлення сприяє підвищенню реалізації генетичного потенціалу сортів та гібридів соняшнику. З появою у виробництві великої кількості нових гібридів та сортів культури, як закордонної так і вітчизняної селекції, виникає потреба вивчення їх потенціальних можливо-

стей за вирощування у різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Дослідниками приділялося та приділяється багато уваги не лише питанням, спрямованим на отримання його продукції, але й розробленню певних технологічних прийомів його вирощування для забезпечення рослин усіма необхідними чинниками.

Попри важливість соняшнику, як однієї з традиційних культур України, технологія його вирощування нині має чимало невирішених завдань. Серед елементів технології вирощування, спрямованих на підвищення врожайності культури, чільне місце посідає створення оптимальних умов живлення в критичні періоди розвитку культури (Eremenko, O., Kalenska, S., & Pokoptseva, L. et al., 2019; Eremenko, O., Kalitka, V., & Kalenska, S. et al., 2018). Це зумовлює актуальність вивчення реакції гібридів, рекомендованих для конкретних ґрунтово-кліматичних умов, на вплив умов живлення культури через формування їхньої продуктивності (Kalenska, S., Ryzhenko, A., & Novytska, N. et al., 2020; Domaratskiy, E. O., Bazaliy, V. V., & Domaratskiy, O. O. et al., 2018).

## Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Попри високий рівень потенціальної продуктивності сучасних гібридів соняшнику, сьогодні у виробничих умовах він далеко не повністю реалізується (Ieremenko, O. A., Kalitka, V.,

& Kalenska, S., 2017; Pysarenko, P. V., Kalinichenko, A. V., & Horb, O. O., 2006; Bondarenko, M. P., Korytnyk, V. M., & Pysmennyi, A. H., 2002;) До низки чинників, що стримують зростання урожайності соняшнику, належить забезпеченість ґрунту основними елементами живлення та мікроелементами, як у критичні періоди росту та розвитку культури, так і впродовж усієї вегетації (Yeremenko, O. A., Kalytka, V. V., & Kalenska, S. M. et al., 2018; Miao, Y. F., Wang, Z. H. & Li, S. X., 2015; Carvalho, M. E. A., Castro, P. R. de C. E. & Ferraz Junior, M. V. de C. et al., 2016; Calvo, P., Nelson, L., Klopper, J. W., 2014;)

Поряд із цим, рівень ефективності застосування мінеральних добрив визначається іншими елементами технологічного процесу вирощування культури.

Відповідно до літературних джерел, оптимальною площею листкової поверхні рослин сільськогосподарських культур, завдяки якій досягається формування максимальної продуктивності, є площа на рівні 40 тис. м<sup>2</sup> на 1 га (Kalenska, S. M., Gorbatiuk, E. M., Garbar, L. A., 2020).

Інші літературні джерела засвідчують, що для сортів та гібридів з інтенсивним типом росту, котрі сьогодні зайняли переважаючу позицію в сільськогосподарському виробництві, оптимальна площа листків перебуває в межах 50 – 60 тис. м<sup>2</sup> /га. Різні дози мінеральних добрив мають неоднаковий вплив на площу листкової поверхні сільськогосподарських культур та проходження процесу фотосинтезу в них (Yeremenko, O. A., 2017; Helmy, A. M., & Ramadan, M. F., 2009; Nizamov, R. M., 2018).

У зоні помірного клімату соняшник відноситься до рекордсменів із

формування площі листкової поверхні і, відповідно, накопичування значної кількості сухої речовини.

Для успішного проходження в рослин соняшнику інтенсивних процесів фотосинтезу органічних речовин, вони мають бути забезпечені оптимальними умови впродовж вегетаційного періоду. Крім забезпечення рослин культури достатньою кількістю води й мінеральними елементами живлення, для них обов'язково необхідний оптимальний режим інтенсивного освітлення сонячними променями (Buldykova, I. A., Sheudzen, A. Kh., & Bondareva, T. N., 2015; Honchar, L., Kalenska, S., & Novitska, N. et al., 2017; Yeremenko, O., Kalenska, S., & Kiurchev, S., et al. O., 2017).

Кожну зелену рослину можна розглядати як досконалу живу просторову оптичну систему, що дуже тонко реагує на всі зміни в режимі їх освітлення і фотоперіодизму. На період появи сходів навесні рослин культури всі рослини мають достатнє забезпечення світлом. Фотоперіодизм такої пори року є сприятливим для сходів рослин різних видів. Тривалість світлового дня поступово наростає, і це для зелених рослин є надійним орієнтиром для того, щоби їхній онтогенез проходив за найбільш оптимальним і продуктивним шляхом. Тобто в них попереду тривалий вегетаційний період і є можливість реалізувати його максимально повно і продуктивно.

У міру наростання площі листкової поверхні рослин і диференціації розміщення листків за висотою, умови їхнього освітлення поступово змінюються. Проективне покриття поверхні ґрунту поступово стає більш оптично щільним і відповідно зменшується надходження прямих сонячних променів під листковий апарат

зелених рослин, що вегетують у посівах (Yeremenko, O., Kalenska, S., & Kalytka, V., 2018).

Листковий апарат відіграє вирішальну роль у формуванні врожаю. Саме листок виконує функцію фотосинтезу й саме тут відбувається процес утворення органічної речовини. Деякі фахівці навіть пропонують робити прогноз урожайності за показником листової поверхні. На таку можливість багато раніше звертав увагу відомий фізіолог О.О. Ничипоревич (Nichiporovich, A. A., 1972).

Як свідчать літературні джерела, багато дослідників визначають оптимальну площу листової поверхні, підкреслюючи шкідливий вплив надмірно розвиненої листової поверхні. Соняшник розвиває доволі потужну листову поверхню, яка досягає 50-80 тис. м<sup>2</sup>/га (Borysenko, V. V., 2016).

Проте такий розмір поверхні листа тримається короткий час, тому що нижні листя швидко підсихають і загальна їхня площа зменшується. Листя соняшника кількісно формуються упродовж 35 – 40 діб від сходів до початку формування кошику. За цей час на кожній рослині утворюється 18 – 20 листів.

Коливання індексу листової поверхні можуть суттєво відрізнитися. Проте, площу листової поверхні соняшнику на рівні 35 – 40 тис. м<sup>2</sup>/га прийнято вважати за реальну.

Водночас досліджень, спрямованих на вивчення впливу різних умов живлення через застосування макро- та мікроелементів в умовах достатнього та нестабільного забезпечення вологою та підбору високопродуктивних гібридів для конкретних ґрунтово-кліматичних умов за вирощування польових культур загалом, вкрай недостатньо, що й зумовило напрям наших досліджень.

**Мета** досліджень полягає у встановленні впливу умов живлення культури та підбору високопродуктивних гібридів (НК Діамантіс, СИ Купава, НК Неома) для конкретних ґрунтово-кліматичних умов через формування їхньої продуктивності.

### **Матеріали і методи досліджень.**

Польові дослідження проводили у 2018–2019 рр. в умовах Чернігівської області на чорноземах типових малогумусних. Гібриди соняшнику НК Діамантіс, СИ Купава, НК Неома висівали за прогрівання ґрунту на глибині заробки насіння до +8 °С. У роки проведення досліджень календарна дата сівби відповідали першій декаді травня.

Відповідно до поставленої мети була розроблена програма дослідження та схема польового досліду (табл. 1), яка передбачала вивчення гібридів (чинник А) варіанти обробки насіння (чинник А) та підживлення посівів (чинник В) у фазу 4 та 8 листків соняшнику.

Мікродобриво Еколайн Бор Органічний (азот (N – NH<sub>2</sub>) – 6,5 %; бор (В) - 15,5 %). Концентроване рідке борне добриво, розроблене для усунення прояву дефіциту бору, а також для позакореневого підживлення культур, особливо вимогливих до умов забезпечення бором. Містить бор у формі органічної сполуки з моноетаноламіном у максимально можливій концентрації.

Добриво забезпечує регулювання живлення бором у критичні фази розвитку рослин, стресостійкість і холодостійкість рослин, регулювання процесу цвітіння, покращення якості врожаю. Норма позакореневого внесення – 1-2 л/га.

## 1. Ефективність застосування добрив та позакореневих підживлень мікроелементами за вирощування соняшнику (схема досліду)

Гібриди (чинник А) / позначення варіанту	Варіанти удобрення (чинник В) / позначення варіанту	Позакореневе застосування препаратів (чинник С) / позначення варіанту
1.НК Діамантіс, 2.СИ Купава, 3.НК Неома	1. $N_{27}P_{42}K_{81}S_{21}+N_{23}$ ; 2. $N_{36}P_{56}K_{108}S_{28}+N_{23}$	1.Еколайн Бор; 2.Нертус Бор; 3.Баст Бор

Мікродобриво Нертус Бор (150 г/л (бор-етаноламін). До складу входять прилипачі для забезпечення рівномірного покриття листової поверхні культури і значного зниження небезпеки прояви фітотоксичності. Забезпечує культуру бором, життєво необхідним у період вегетації, що покращує процес цвітіння і формування зав'язі, а це, у свою чергу, збільшує врожайність. Органічна форма речовини сприяє надефективному засвоєнню, а стійкість до змивання забезпечує захист від опадів. Препарат збільшує стійкість рослини до стресів, бактеріальних вражень, знижує ризик виникнення плодової і кореневої гнилі. Сумісний із більшістю популярних пестицидів, не знижуючи їхню ефективність в сумішах. Норма позакореневого внесення – 1-1,5 л/га.

БАСТ Бор (В (200 г/л); N (70 г/л). Добриво має максимальну концентрацію бору, швидко усуває його дефіцит. Використовується для позакореневого підживлення всіх сільськогосподарських культур, що вирощуються в умовах закритого і відкритого ґрунту. Стимулює ріст і розвиток точок росту, формування листя, квіток, процеси запліднення і плодоутворення, посухостійкість культур, запобігає хворобам, які виникають у результаті дефіциту бору, підвищує врожайність і покращує якісні показники продукції. Норма позакореневого внесення – 1-2 л/га.

Площа облікової ділянки – 50 м<sup>2</sup> за чотириразової повторності. Розміщення ділянок систематичне (Ermantraut, E. R., Gopcij, T. I. & Kalenska, S. M. et al., 2014; Rozhkov, A. O., Puzik, V. K., & Kalenska, S. M., 2016). Норма висіву насіння – 50 тис. схожих насінин/га. Добрива  $N_{27}P_{42}K_{81}S_{21}$  та  $N_{36}P_{56}K_{108}S_{28}$  вносили в передпосівну культивуацію,  $N_{23}$  у вигляді сечовини вносили під час сівби. Підживлення проводили двічі позакоренево Еколайн Бор, Нертус Бор, Баст Бор у фазу 4 та 8 листків по 1 л/га.

Площу листової поверхні визначали за методикою А. О. Ничипоровича, урожайність – обліковим методом, статистичну обробку даних проводили з використанням програми SAS 9,4.

### Результати досліджень та їх аналіз.

Програмою наших досліджень було передбачено вивчити динаміку наростання листової поверхні, шляхом розрахунків обчислити основні показники фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу рослин. Проаналізувавши отримані результати, варто відмітити, що на період формування 2-3 пар листків усі гібриди, що ми досліджували, незалежно від умов удобрення формували площу листків, яка змінювалася від 0,2 до 0,4 тис. м<sup>2</sup>/га. Водночас у цей період чіткої залежності між варіантами нами не було виявлено (табл. 1).

**1. Динаміка показників площі листків рослин гібридів соняшнику, тис. м<sup>2</sup>/га (середнє за 2018 – 2019 рр.)**

Варіант удобрення	Гібрид		
	НК Діамантіс	СИ Купава	НК Неома
2-3 пари листів			
N <sub>27</sub> P <sub>42</sub> K <sub>81</sub> S <sub>21</sub> +N <sub>23</sub> (фон 1);	0,2	0,2	0,2
N <sub>36</sub> P <sub>56</sub> K <sub>108</sub> S <sub>28</sub> +N <sub>23</sub> (фон 2);	0,3	0,3	0,3
Фон 1+Еколайн Бор	0,2	0,2	0,2
Фон 1+Нертус Бор	0,3	0,4	0,3
Фон 1+Баст Бор	0,3	0,4	0,3
Фон 2+Еколайн Бор	0,4	0,4	0,4
Фон 2+Нертус Бор	0,3	0,4	0,4
Фон 2+Баст Бор	0,4	0,4	0,4
НІР <sub>05</sub>	0,09		
Формування кошика			
N <sub>27</sub> P <sub>42</sub> K <sub>81</sub> S <sub>21</sub> +N <sub>23</sub> (фон 1);	13,2	16,4	13,8
N <sub>36</sub> P <sub>56</sub> K <sub>108</sub> S <sub>28</sub> +N <sub>23</sub> (фон 2);	16,5	19,7	16,4
Фон 1+Еколайн Бор	18,9	22,1	17,9
Фон 1+Нертус Бор	14,9	18,1	15,1
Фон 1+Баст Бор	17,1	20,3	17,0
Фон 2+Еколайн Бор	19,7	22,9	18,7
Фон 2+Нертус Бор	19,1	22,3	17,8
Фон 2+Баст Бор	18,7	21,9	18,2
НІР <sub>05</sub>	1,9		
Цвітіння			
N <sub>27</sub> P <sub>42</sub> K <sub>81</sub> S <sub>21</sub> +N <sub>23</sub> (фон 1);	37,6	41,1	36,5
N <sub>36</sub> P <sub>56</sub> K <sub>108</sub> S <sub>28</sub> +N <sub>23</sub> (фон 2);	44,2	46,3	43,1
Фон 1+Еколайн Бор	47,8	51,9	46,7
Фон 1+Нертус Бор	39,7	41,4	38,6
Фон 1+Баст Бор	45,3	47,3	44,2
Фон 2+Еколайн Бор	48,7	52,9	47,6
Фон 2+Нертус Бор	41,3	45,9	40,2
Фон 2+Баст Бор	45,9	48,3	44,8
НІР <sub>05</sub>	2,4		

Отримані результати показали, що в період формування кошику вже спостерігалася дія проведених підживлень мікроелементами. Так,

у гібрида НК Діамантіс площа листків на даний період за впливу умов живлення, що створювалися завдяки внесенню добрив, складала 13,9 – 19,7

тис. м<sup>2</sup>/га, у гібриду СИ Купава – 16,4 – 22,9 тис. м<sup>2</sup>/га, НК Неома – 13,8 – 18,7 тис. м<sup>2</sup>/га.

Найбільшу площу листків у цей період формували рослини на варіантах із застосуванням  $N_{36}P_{56}K_{108}S_{28}$  у передпосівну культивуацію  $N_{23}$  у вигляді сечовини під час сівби та позакореневе підживлення препаратом Еколайн Бор.

У фазу цвітіння рослинами соношнику було сформовано максимальні показники площі листової поверхні. Після чого відмічено поступове зменшення асимілюючої поверхні внаслідок поступового відмирання листків.

Площа листової поверхні посівів соношнику у фазу цвітіння за впливу варіантів удобрення змінювалась у такому діапазоні: рослини гібриду НК Діамантіс 37,6 – 48,7 тис. м<sup>2</sup>/га, СИ Купава – 41,1 – 52,39 тис. м<sup>2</sup>/га, НК Неома – 36,5 – 47,6 тис. м<sup>2</sup>/га.

Найвищий показник площі листків було сформовано рослинами гібриду СИ Купава на варіанті із внесенням  $N_{36}P_{56}K_{108}S_{28} + N_{23}$  + Еколайн Бор», який склав 52,39 тис. м<sup>2</sup>/га.

Розуміючи, що сама площа листя не є показником, який характеризує продуктивність роботи фотосинтетичного апарату, ми зробили розрахунки таких важливих показників, як фотосинтетичний потенціал (ФП) та чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) (табл. 2 та 3).

Фотосинтетичний потенціал на варіантах без застосування в підживлення добрив змінювався в діапазоні від 1,15 – 1,49 млн м<sup>2</sup>/га\*діб.

Застосування на фоні цих удобрень позакоренево препаратів із мікроелементами підвищувало показники ФП у гібриду НК Діамантіс до 1,25 – 1,43, СИ Купава – 1,41 – 1,68, НК Неома – 1,34 – 1,58 млн м<sup>2</sup>/га\*діб.

Максимальний показник було нами отримано на варіанті із внесенням  $N_{36}P_{56}K_{108}S_{28} + N_{23}$  + Еколайн Бор у рослин гібриду СИ Купава, що відповідав 1,68 млн м<sup>2</sup>/га\*діб.

Перший показник (ФП), об'єднує розмір листової поверхні та тривалість її роботи, а другий показник (ЧПФ) інтенсивність роботи листя по створенню органічної речовини одним м<sup>2</sup> листків за 1 добу. За прове-

## 2. Фотосинтетичний потенціал рослин соношнику у період цвітіння, млн. м<sup>2</sup>/га\*діб (середнє 2018 – 2019 рр.)

Варіант удобрення	Гібрид		
	НК Діамантіс	СИ Купава	НК Неома
$N_{27}P_{42}K_{81}S_{21} + N_{23}$ (фон 1);	1,15	1,26	1,21
$N_{36}P_{56}K_{108}S_{28} + N_{23}$ (фон 2);	1,27	1,49	1,42
Фон 1+Еколайн Бор	1,25	1,41	1,34
Фон 1+Нергус Бор	1,20	1,35	1,29
Фон 1+Баст Бор	1,21	1,38	1,31
Фон 2+Еколайн Бор	1,43	1,68	1,58
Фон 2+Нергус Бор	1,34	1,46	1,40
Фон 2+Баст Бор	1,39	1,44	1,42
НІР <sub>05</sub>	0,11		

### 3. Чиста продуктивність фотосинтезу рослин соняшнику в період цвітіння, г/м<sup>2</sup> за добу (середнє 2018 – 2019 рр.)

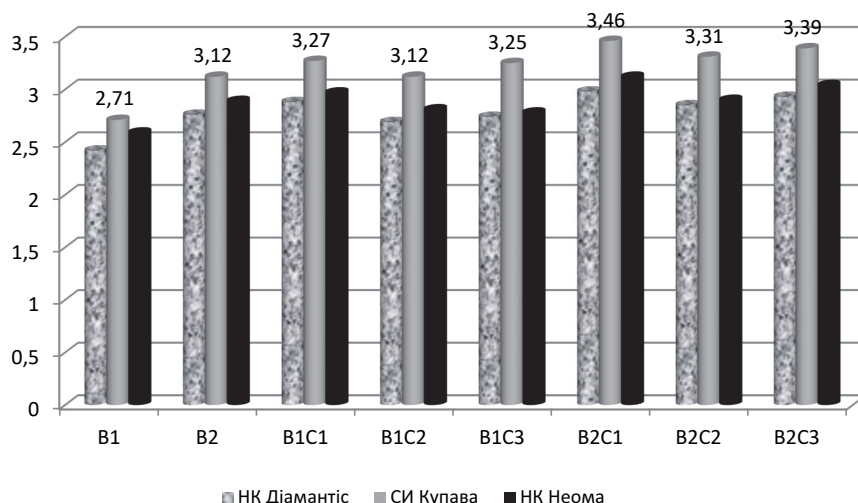
Варіант удобрення	Гібрид		
	НК Діамантіс	СИ Купава	НК Неома
$N_{27}P_{42}K_{81}S_{21}+N_{23}$ (фон 1);	1,45	1,59	1,52
$N_{36}P_{56}K_{108}S_{28}+N_{23}$ (фон 2);	1,59	1,83	1,81
Фон 1+Еколайн Бор	1,61	1,94	1,89
Фон 1+Нергус Бор	1,51	1,86	1,75
Фон 1+Баст Бор	1,55	1,89	1,81
Фон 2+Еколайн Бор	1,79	1,98	1,92
Фон 2+Нергус Бор	1,67	1,91	1,88
Фон 2+Баст Бор	1,69	1,93	1,89
НІР <sub>05</sub>	0,09		

дення розрахунків ЧПФ ми одержали результат, який у динаміці перебував у прямій залежності з площею листової поверхні відповідних гібридів та варіантів удобрення. У результаті проведення розрахунків нами було одержано показники росту ЧПФ під час внесення добрив (табл. 3).

Проаналізувавши показники чистої продуктивності посівів соняшнику гібридів, які ми досліджували,

можна зробити висновок, що нами була відмічена аналогічна тенденція між показниками, отриманими за визначення ФП. Максимальний показник було отримано на варіанті із внесенням  $N_{36}P_{56}K_{108}S_{28}+N_{23}+ \text{Еколайн Бор}$  у рослин гібриду СИ Купава, що відповідав 1,98 г/м<sup>2</sup> за добу.

Основним критерієм оцінки впливу удобрення на процес фотосинтезу та, відповідно, формування продуктив-



**Рис. 1** Урожайність гібридів соняшнику, т/га (НІР<sub>05</sub> А = 0,27; В = 0,14; С = 0,11; АВС = 0,39)

ності, є величина урожайності культури. Застосування добрив мало позитивний вплив на формування врожайності гібридів соняшнику. Так, на варіантах без застосування підживлень показники урожайності варіювали в гібриду НК Діамантіс від 2,42 до 2,76 т/га, СИ Купава від 2,71 до 3,12 т/га, НК Неома від 2,59 до 2,89 т/га (рис. 1).

Застосування позакоренових підживлень на фоні основного удобрення різними препаратами з мікроелементами забезпечувало отримання приросту до відповідних варіантів основного удобрення в розмірі від 0,46 до 0,56 т/га в гібриду НК Діамантіс, від 0,56 до 0,71 т/га в СИ Купава та від 0,38 до 0,52 т/га в НК Неома (рис. 1).

Найбільш урожайним в умовах проведення дослідів виявився гібрид СИ Купава (рис. 1). Максимальний показник урожайності було нами отримано на варіанті з внесенням  $N_{36}P_{56}K_{108}S_{28} + N_{23}$  + Еколайн Бор у рослин гібриду СИ Купава, що відповідав 3,46 т/га.

У результаті проведення кореляційного аналізу нами був встановлений тісний кореляційний зв'язок між площею листової поверхні рослин гібридів соняшнику у фазу цвітіння та урожайністю. Цей коефіцієнт варіював залежно від варіанту удобрення від 0,923 до 0,978.

Слід зауважити, що аналіз показників урожайності за роками досліджень засвідчує, що більш сприятливі погодні умови впродовж вегетаційного періоду склалися у 2018 році.

### Висновки.

На основі проведених досліджень встановлено, що застосування двічі в підживлення на початкових етапах росту та розвитку рослин (фаза 4 та 8 листків) гібридів соняшнику препа-

ратів Еколайн Бор, Нертус Бор, Баст Бор активізувало у подальшому формування листової поверхні, сприяло зростанню показників фотосинтетичного потенціалу і чистої продуктивності фотосинтезу та забезпечувало підвищення урожайності.

Найвищу ефективність застосування добрив було отримано за внесення  $N_{36}P_{56}K_{108}S_{28} + N_{23}$  та проведення позакоренового підживлення Еколайн Бор в рослин гібриду СИ Купава, що забезпечувало формування площі листової поверхні у фазу цвітіння в розмірі 52,39 тис. м<sup>2</sup>/га. Показники фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу посівів на вказаному варіанті склали, відповідно, 1,68 млн м<sup>2</sup>/га\*діб та 1,92 г/м<sup>2</sup> за добу. Вплив погодних умов років досліджень та чинників, які ми вивчали, забезпечив формування врожайності гібриду СИ Купава на варіанті з застосуванням  $N_{36}P_{56}K_{108}S_{28} + N_{23}$  та проведення позакоренового підживлення Еколайн Бор (фаза 4 та 8 листків (по 0,1 л/га)) з показником 3,46 т/га.

Проведення кореляційного аналізу засвідчило наявність тісного кореляційного зв'язку між площею листової поверхні рослин гібридів соняшнику у фазу цвітіння та урожайністю. Даний коефіцієнт варіював залежно від варіанту удобрення від 0,923 до 0,978.

### References

1. Eremenko, O., Kalenska, S., Pokoptseva, L. & Todorova, L. (2019). The influence of AKM Growth Regulator on Photosynthetic Activity of Oilseed Flax Plants in the Conditions of Insufficient Humidification of the Southern Stepp of Ukraine. Modern Development Paths of agricultural production. 03 July. 703–807. DOI: 10.1007/978-3-030-14918-5\_78 [in English].

2. Eremenko, O., Kalitka, V., Kalenska, S. & Malkina, V. (2018). Assessment of ecological plasticity and stability of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) in Ukrainian Steppe. *Ukraine Journal of Ecology*. 8 (1). Retrieved from: [http://ojs.mdpu.org.ua/index.php/biol/article/view/\\_214](http://ojs.mdpu.org.ua/index.php/biol/article/view/_214) [in English].
3. Kalenska, S., Ryzhenko, A., Novytska, N., Garbar, L. Stolyarchuk, T., Kalenskyi, V., & Shytiy, O. (2020). Morphological features of plants and yield of sunflower hybrids cultivated in the Northern part of the Forest-Steppe of Ukraine. *American journal of Plant Science*. V. 11 No. 8, August 25. DOI: 10.4236/ajps.2020.118095 [in Ukrainian].
4. Domaratskiy, E. O., Bazaliy, V. V., Domaratskiy, O. O., Dobrovolskiy, A. V., Kyrychenko, N. V., & Kozlova, O. P. (2018). Influence of Mineral Nutrition and Combined Growth Regulating Chemical on Nutrient Status of Sunflower. *Indian Journal of Ecology*. 45 (1), 126-129. [in English].
5. Ieremenko, O. A., Kalitka, V., Kalenska, S. (2017). Sunflower productivity under the effect of AKM plant growth regulator in the conditions of the southern steppe of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*. Vol. 4, No. 1. 11-19. DOI: 10.15407/agris [in Ukrainian].
6. Pysarenko, P. V., Kalinichenko, A. V., Horb, O. O. (2006). Formuvannya ekolohichno zbalansovanykh ahroekosystem shliakhom usunennia nehatyvnykh yavlyshch u suchasnomu rozvytku gruntovykh protsesiv [Formation of ecologically balanced agroecosystems by eliminating negative phenomena in the modern development of soil processes]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarynoi akademii – Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*. 1. 11-14. [in Ukrainian].
7. Bondarenko, M. P., Korytnyk, V. M., Pysmennyi, A. H. (2002). Zalezho vid umov zhylennia urazhenist khvorobamy i produktyvnist soniashnyku za riznykh system udobrennia [Depending on the nutritional conditions, the incidence of diseases and the productivity of sunflower with different fertilization systems]. – *Zakhyst roslyn – Plant protection*. 3. 6-7. [in Ukrainian].
8. Yeremenko, O. A., Kalytka, V. V., Kalenska, S. M., Malkina, V. M. (2018). Assessment of ecological plasticity and stability of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) in Ukrainian Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 8(1). 289-296. DOI: 10.15421/2018\_214. Retrieved from: [http://ojs.mdpu.org.ua/index.php/biol/article/view/\\_214](http://ojs.mdpu.org.ua/index.php/biol/article/view/_214) [in Ukrainian].
9. Miao, Y. F., Wang, Z. H. & Li, S. X. (2015). Relation of nitrate N accumulation in dryland soil with wheat response to N fertilizer. *Field Crops Res*. 170. 119–130. DOI: 10.1016/j.fcr.2014.09.016 [in English].
10. Carvalho, M. E. A., Castro, P. R. de C. E, Ferraz Junior, M. V. de C., Mendes, A. C. C. M. (2016). Are plant growth retardants a strategy to decrease lodging and increase yield of sunflower? *Comunicata Scientiae*, 7(1). 154-159. DOI: 10.14295/CS.v7i1.1286 [in English].
11. Calvo, P., Nelson, L., Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*. 383. 3-41. DOI: 10.1007/s11104-014-2131-8 [in English].
12. Kalenska, S. M., Gorbatiuk, E. M., Garbar, L. A. (2020). The role of sowing parameters in sunflower phytometric indicators formation. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurida Scientific Herald*. 113. 49-55. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.113.7 [in Ukrainian].
13. Yeremenko, O. A. (2017). Osoblyvosti fotosyntetychnoi dialnosti hibrydiv soniashnyku (*Helianthus annuus* L.) (F1) zalezho vid dii rehuliatora rostu roslyn v 17 umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy [Peculiarities of photosynthetic activity of sunflower (*Helianthus annuus* L.) (F1) hybrids depending on the action of the plant growth regulator in 17 conditions of the southern Steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. – Taurida Scientific Herald*. 98. 57-65. [in Ukrainian].
14. Helmy, A. M., & Ramadan, M. F. (2009). Agronomic performance and chemical response of sunflower (*Helianthus annuus*

- L.) to some organic nitrogen sources and conventional nitrogen fertilizers under sandy conditions. *Grasas Y Aceites*. 60. 55-67. DOI: 10.3989/gya.032508 [in English].
15. Nizamov, R. M. (2018). *Agrohimikey v tehnologii vozdeleyvaniya podsolnechnika v Lesostepnoj zone Srednego Povolzhya*. Doctor's thesis. Kazan [In Russian].
  16. Buldykova, I. A., Sheudzen, A. Kh., Bondareva, T. N. (2015). *Mikroelementy na pos-evakh podsolnechnika* [Trace elements in sunflower crops]. *Nauchnyi zhurnal KubGAU – Scientific Journal of KubSAU*. 107 (03). 25-29. [in Russian].
  17. Honchar, L., Kalenska, S., Novitska, N., Pylypenko, V., Stolyarchuk, T., Zawieja, J., Scherbakova, O. (2017). Influence colloidal solutions of nanomolybdenum on the efficiency of symbiotic nitrogen fixation in legumes (pea, chickpea) *Agriculture & Forestry. Poljoprivredai Sumarstvo*. Vol. 63, Issue 4. 83-89. DOI: 10.17707/AgricultForest.63.4.09 [in Ukrainian].
  18. Yeremenko, O., Kalenska, S., Kiurchev, S., Rud, A., Chynchyk, O., Semenov, O. (2017). Sunflower (*Helianthus annuus* L.) productivity under the effect of plant growth regulator in the conditions of insufficient moisture. *Scientific achievements in agricultural engineering, agronomy and veterinary medicine: [collective monograph]*. Polish – Ukrainian Cooperation. II. 196-217. [in Ukrainian].
  19. Yeremenko, O., Kalenska, S., Kalytka, V. (2018). Sunflower productivity depending on seed treatment by akm plant growth regulator and level of mineral nutrition. *Agriculture & Forestry*. Vol. 64 Issue 1. 65-72. DOI: 10.17707/AgricultForest.64.1.08 [in Ukrainian].
  20. Nichiporovich, A. A. (1972). *Teoreticheskie osnovy fotosinteticheskoi produktivnosti* [Theoretical Foundations of Photosynthetic Productivity]. Moskva: Nauka. 527. [in Russian].
  21. Borysenko, V. V. (2016). *Produktivnist riznostyhykh hibrydiv soniashnyka zalezho vid hustoty posivu ta shyryny mizhriadi u Lisostepu Pravoberezhnomu* [The productivity of growing hybrids of sunflower depending on the density of sowing and the width of the row spacing in the forest-steppe of the Right Bank]. Uman. 152. [in Ukrainian].
  22. Ermantraut, E. R., Gopcij, T. I. & Kalenska, S. M. et al. (2014). *Metodika selekciynogo eksperimentu (u roslinnictvi)* [Method of selection experiment (in plant growing)]. Harkiv. 229. [in Ukrainian].
  23. Rozhkov, A. O., Puzik, V. K., Kalenska, S. M. (2016). *Doslidna sprava v ahronomii: navch. posibnyk: u 2 kn. – Kn. 1.* [Experienced business in agronomy: textbook. Allowance: 2 b. – booc 1]. – *Teoretychni aspekty doslidnoi spravy – Theoretical aspects of research*. Harkiv: Maidan. 300. [in Ukrainian].

---

**L.A. Garbar, N.V. Knap (2020). EFFICIENCY OF FERTILIZING IN SUNFLOWER CULTIVATION TECHNOLOGY. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(4): 14–25. <https://doi.org/10.31548/agr2020.04.014>**

**Abstract.** An important place among the factors that ensure a high yield of sunflower is occupied by plant nutrition conditions throughout the growing season and technological measures aimed at realizing the genetic potential of sunflower in some regions of Ukraine. It is necessary to deeply study the potential of domestic hybrids under different growing conditions to identify their competitiveness and promotion, which will increase the quality and yield of the crop as a whole.

Introduction and application in the production of new complex microfertilizers on the background of basic fertilizers, which can increase the efficiency of plant nutrients of mineral fertilizers and soil, is one of the ways to increase crop yields and quality of agricultural products.

Despite the importance of sunflower as one of the traditional crops of Ukraine, the technology of its cultivation in the Steppe zone today has many unsolved problems. Among the technical measures aimed at increasing the yield of sunflower, an important place is occupied by the choice of optimal rates of fertilizer application and micronutrient fertilization in critical periods of crop development.

The purpose of the research was to establish the influence of fertilizers and selection of high-yielding hybrids (NK Diamantis, SI Kupava, NK Neoma) for specific soil and climatic conditions through the formation of their productivity.

Field research was conducted during 2018–2019 on typical low-humus chernozems. As a result of research, it was found that the use of twice foliar fertilization on the background of the main fertilizer Ecoline Bor, Nertus Bor, Bast Bor in phase 4 and 8 leaves of 1 L/ha stimulated the formation of leaf surface, contributed to the accumulation of dry matter and high yields sunflower hybrids.

Maximum indicators of the leaf surface area were formed in the flowering phase of sunflower plants, which under the influence of fertilizer variants changed in the following range: in plants of the hybrid NK Diamantis from 37.6 to 48.7 thousand m<sup>2</sup>/ha, SI Kupava was 41.1 - 52.39 thousand m<sup>2</sup>/ha, NK Neoma - 36.5- 47.6 thousand m<sup>2</sup>/ha. The highest indicator of leaf area was formed by plants of the SI Kupava hybrid on the variant with application of N<sub>36</sub>P<sub>56</sub>K<sub>108</sub>S<sub>28</sub> + N<sub>23</sub> + Ecoline Bor (4 and 8 leaves), which amounted to 52.39 thousand m<sup>2</sup>/ha.

**Keywords:** sunflower, fertilizers, micronutrients, boron, hybrids, Ecoline Bor, Nertus Bor, Bast Bor, leaf surface area, dry matter, yield.

---

## ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ПРОЦЕС СИНТЕЗУ ХЛОРОФІЛУ В ЛИСТКАХ БУРЯКІВ КОРМОВИХ

*Л. М. БУРКО*, кандидат сільськогосподарських наук,  
старший викладач кафедри кормовиробництва, меліорації і метеорології  
<https://orcid.org/0000-0003-0638-0481>

*E-mail: Lesya1900@i.ua*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

**Анотація.** *Наведено результати досліджень щодо впливу рівня удобрення та густоти рослин на вміст хлорофілу в листках буряків кормових.*

*Експериментальна частина роботи виконана в наукових лабораторіях кафедри кормовиробництва, меліорації і метеорології у виробничому підрозділі Національного університету біоресурсів і природокористування України «Агрономічна дослідна станція». Територія дослідної станції знаходиться в Правобережному Лісостепу і входить до складу Білоцерківського агрогрунтового району. Дослідні ділянки було закладено на чорноземах типових малогумусних великопилюватих легкосуглинкових за механічним складом, які характеризуються високим вмістом валових і рухомих форм поживних речовин. Клімат регіону характеризується нестійким зволоженням та помірним температурним режимом. Середня річна температура повітря складає 6-8°C. Річна сума опадів досягає 562 мм, за вегетаційний період – 354-394 мм (63-70 % від річної норми), які протягом року випадають нерівномірно.*

*На основі проведених досліджень було встановлено, що внесення добрив та густота рослин впливають на процес синтезу хлорофілу в листках буряків кормових. Абсолютні значення вмісту загального хлорофілу в листках гібридів буряків кормових у цілому були різними. Найвищим він виявився в листках гібрида Центаур Полі з показником у липні – 1,25-1,56 мг/г, серпні – 2,26-3,03, вересні – 5,22-6,62 мг/г.*

*На основі проведених досліджень встановлено тісну кореляційну залежність між процесом синтезу хлорофілу та урожайністю гички. Сильна залежність між ознаками була сформована у всі періоди вегетації. Парний коефіцієнт кореляції становив: у липні – 0,805; серпні – 0,867; вересні – 0,858.*

**Ключові слова:** *удобрення, густота рослин коренеплоди, гичка, урожайність.*

### **Актуальність.**

Основним призначенням кормовиробництва, як галузі сільського господарства, є забезпечення тваринництва

достатньою кількістю високоякісних повноцінних кормів, багатих на вуглеводи та інші поживні речовини. Між тим значна роль відводиться бурякам кормовим, які вважаються одним із цін-

них соковитих кормів. Завдяки високій урожайності коренеплодів і гички кормові буряки забезпечують вихід із 1 гектара 100-150 ц кормових одиниць і біля 10-15 ц перетравного протеїну

Додаткове джерело кормів за вирощування буряків кормових являє собою гичка. Вона є цінним вітамінним кормом як у свіжому вигляді, так і засилосованою. Гичка за вмістом сухих речовин не дуже відрізняється від коренеплодів, але в ній міститься більше протеїну, клітковини, каротину та вітаміну С (Бомба & Мартинюк, 2005; Бурко, 2011; Демидась & Бурко, 2010; Мартинюк, 2006; Мотрук, 2001; Albayrak, 2006).

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Як зазначає А. А. Ничипорович (Ничипорович, 1963), показник площі листків 40-50 тис. м<sup>2</sup> на 1 га в період найбільшого його розміру не варто вважати безумовно оптимальним для всіх рослин і всіх умов. Так, для одержання найбільшого врожаю кормових культур і культур, які вирощують для заготівлі різних видів кормів, де листки вважаються з господарської сторони найбільш цінною частиною врожаю, необхідно збільшити площу листків до 60-80 тис.м<sup>2</sup> на 1 га.

Як вважають численні дослідники однією з головних проблем під час створення високопродуктивного біоценозу є формування оптимальної площі листової поверхні посіву, що дає можливість найбільш повно утилізувати сонячну енергію в інтервалах хвиль від 0,38 до 0,71 м, тобто підвищувати коефіцієнт використання фотосинтетично активної радіації. Для швидкого наростання листків на початку вегетації необхідна достатня забезпеченість рослин елементами живлення, особливо

азотом. Без цього знижується здатність посіву до фотосинтезу. Величина асиміляційної поверхні для посівів буряків кормових перебуває в межах 20-70 тис. м<sup>2</sup>/га (Бурко, 2011; Тарасов&Шмаков, 1991; Тарчевский, 1996; Островская, 1994; Войцехівська та ін. 2020; Щепетков, 2002; Sarhan & Smail, 2003).

Дослідженнями встановлено, що продуктивність процесів фотосинтезу тісно пов'язана насамперед із хлорофілом листків, який відіграє роль сенсбілізатора, тобто роль речовини, яка поглинає світло. Хлорофіл є найважливішим компонентом фотосинтетичного апарату листків. Його вміст залежить від життєдіяльності рослинного організму, генетичної природи і відображає реакцію рослин на умови вирощування (Присяжнюк & Коровко, 2015; Ступаков & Шумаков, 2010; Тарасов & Шмаков, 1991; Тарчевський, 1996).

Визначення накопичення хлорофілу за вирощування різних гібридів буряків кормових за різної густоти та рівня удобрення, а у зв'язку з цим і нагромадження сухих речовин, фотосинтетичного потенціалу, продуктивності фотосинтезу, формування врожаю коренеплодів та гички впродовж останніх років науковцями вивчалися недостатньо. Тому були здійснені дослідження щодо визначення вмісту хлорофілу в листках буряка кормового.

**Мета дослідження** – визначити особливості накопичення хлорофілу в листках буряків кормових залежно від елементів технології вирощування.

### **Матеріали і методика досліджень.**

Дослідження виконували в наукових лабораторіях кафедри кормовиробництва, меліорації і метеорології у виробничому підрозділі Національного

університету біоресурсів і природоко-  
ристування України «Агрономічна до-  
слідна станція» впродовж 2012 – 2014  
рр. Грунт дослідного поля – чорнозем  
типовий малогумусний, за грануломе-  
тричним складом великопилувато-се-  
редньосуглинковий. Уміст гумусу в  
орному шарі (за Тюріним) становить  
4,34 %, рН сольової витяжки – 6,8 єм-  
ність вбирання – 307 мг-екв/кг ґрунту,  
лужногідролізованого азоту (за Корн-  
філдом) – 101 мг/кг ґрунту, рухомого  
фосфору та обмінного калію (за Чиріко-  
вим) – відповідно 113 і 91 мг/кг ґрунту.

У польових дослідженнях вивчали  
дію та взаємодію трьох факторів: А – гі-  
бриди; В – удобрення; С – густина рос-  
лин. Схему досліду наведено в таблиці 1.

Агротехніка вирощування буряків  
кормових була загальноприйнятою для  
зони Лісостепу, крім факторів, постав-  
лених на вивчення. Попередником у  
роки досліджень було жито озиме на  
зелений корм. З мінеральних добрив  
вносили: сечовину (N – 46 %), амофос  
(N – 12, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 52 %), хлористий калій  
(K<sub>2</sub>O – 60 %), у тому числі 80 % – під ос-  
новний обробіток, 20 % – під час сівби в  
рядки. Площа облікової ділянки 120 м<sup>2</sup>.  
Повторність досліду – чотириразова.

**Методи дослідження** – польовий,  
у поєднанні з візуальним для прове-  
дження фенологічних спостережень за  
ростом і розвитком буряків кормових,  
встановлення рівня урожайності за-  
лежно від гібриду, удобрення та густо-  
ти стояння; математико-статистичний  
– для визначення вірогідності резуль-  
татів досліджень.

## Результати досліджень та їх обговорення.

На основі проведених досліджень  
було встановлено, що внесення до-  
брив та густина рослин впливають на  
процес синтезу хлорофілу в листках  
буряків кормових (табл. 2).

У липні процес синтезу хлорофілу  
не відзначався інтенсивністю і становив  
у середньому за роки досліджень: у гі-  
брида Козіма – 1,17-1,52 мг/г, Центаур  
Полі – 1,25-1,56, Солідар – 1,12-1,48  
мг/г. У серпні хлорофілу у листках вия-  
вилось більше: у гібрида Козіма – 2,14-  
2,87 мг/г, Центаур Полі – 2,26-3,03, Со-  
лідар – 2,12-2,91 мг/г. Найінтенсивніше  
процес синтезу хлорофілу відбувався у  
вересні з показниками: у гібрида Козі-  
ма – 5,07-6,49 мг/г, Центаур Полі – 5,22-  
6,62, Солідар – 5,15-6,48 мг/г.

Зі збільшенням доз добрив уміст  
хлорофілу в листках буряків кормових  
підвищувався. Так, на ділянках без вне-  
сення добрив уміст хлорофілу становив:  
липень – 1,12-1,30 мг/г, серпень – 2,12-  
2,37, вересень – 5,07-5,43 мг/г, що було  
значно нижчим, ніж у разі внесення мі-  
неральних добрив. За внесення добрив  
у нормі N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>210</sub> уміст хлорофілу був  
таким: липень – 1,39-1,56 мг/г, серпень  
– 2,73-3,03, вересень – 6,31-6,62 мг/г.

Густина рослин також впливала на  
перебіг процесу синтезу хлорофілу. Зі  
збільшенням її показника до 100 тис.  
шт./га він відбувався менш інтенсив-  
но. Найвищий уміст хлорофілу в лист-  
ках буряків кормових встановлено за  
густи рослин 60 тис. шт./га: липень

### 1. Схема досліду

Фактор А. Гібриди	Фактор В. Удобрення	Фактор С. Густина рослин
Центаур-Полі	Без добрив	60 тис. шт./га
Козіма	N120P120K140	80 тис. шт./га
Солідар	N180P180K210	100 тис. шт./га

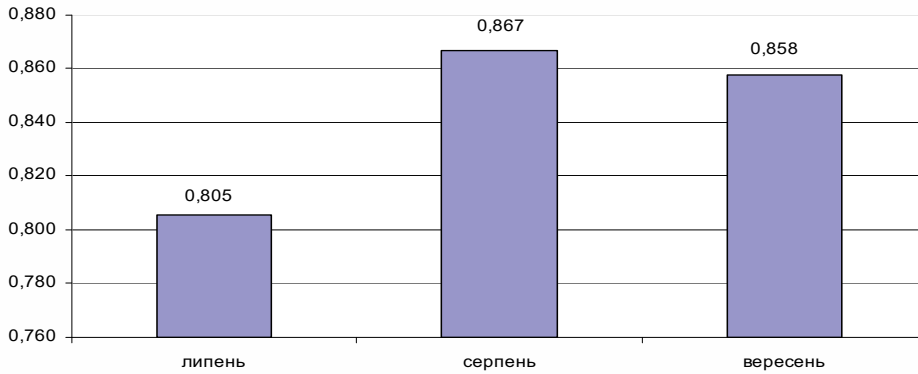
**2. Уміст хлорофілу в листках буряків кормових залежно від елементів технології вирощування, мг/г сирого матеріалу**

Гібрид	Удобрення	Густина рослин, тис/га	Місяць визначення		
			липень	серпень	вересень
Козіма	без добрив	60	1,23	2,22	5,19
		80	1,20	2,19	5,12
		100	1,17	2,14	5,07
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>140</sub>	60	1,38	2,60	6,34
		80	1,34	2,52	6,25
		100	1,30	2,49	6,09
	N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>210</sub>	60	1,52	2,87	6,49
		80	1,49	2,79	6,42
		100	1,46	2,73	6,31
Центаур-Полі	без добрив	60	1,30	2,37	5,43
		80	1,27	2,33	5,33
		100	1,25	2,26	5,22
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>140</sub>	60	1,50	2,82	6,39
		80	1,46	2,75	6,33
		100	1,44	2,68	6,28
	N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>210</sub>	60	1,56	3,03	6,62
		80	1,53	2,94	6,55
		100	1,49	2,89	6,49
Солідар	без добрив	60	1,21	2,18	5,24
		80	1,16	2,16	5,20
		100	1,12	2,12	5,15
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>140</sub>	60	1,28	2,67	6,07
		80	1,29	2,60	5,96
		100	1,24	2,58	5,92
	N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>210</sub>	60	1,48	2,91	6,48
		80	1,44	2,86	6,41
		100	1,39	2,81	6,33
NIP <sub>05</sub>			0,1	0,2	0,3

– 1,21-1,56 мг/г, серпень – 2,18-3,03, вересень – 5,19-6,62 мг/г. За густоти 100 тис. шт./га вміст хлорофілу становив: липень – 1,12-1,49 мг/г, серпень – 2,12-2,89, вересень – 5,07-6,49 мг/г.

Абсолютні значення вмісту загального хлорофілу в листках гібридів буряків кор-

мових у цілому були різними. Найвищим він виявився в листках гібрида Центаур Полі з показником у липні – 1,25-1,56 мг/г, серпні – 2,26-3,03, вересні – 5,22-6,62 мг/г. У гібридів Козіма й Солідар вони були такі: липень – 1,12-1,52 мг/г, серпень – 2,12-2,49, вересень – 5,07-6,49 мг/г.



**Рис. 1. Кореляційна залежність між процесом синтезу хлорофілу та урожайністю гички буряків кормових**

На основі проведених досліджень встановлено тісну кореляційну залежність між процесом синтезу хлорофілу та урожайністю гички (рис. 1).

Сильна залежність між ознаками була сформована у всі періоди вегетації. Парний коефіцієнт кореляції становив: у липні – 0,805; серпні – 0,867; вересні – 0,858.

Цінним побічним кормом для тварин є гичка коренеплодів. За врожайності коренеплодів 50,0-60,0 т/га господарства отримують завдяки гичці додатково 2,0-2,5 т/га корм. од., що прирівнюється до середнього врожаю однорічних трав

і практично без додаткових витрат. Показники урожайності гички буряків кормових показують, що внесення добрив та густина рослин впливають на їхню продуктивність (табл. 2).

На ділянках із добрив гібриди забезпечили таку урожайність гички буряків кормових: Козіма 10,4-11,2 т/га, Центаур-Полі 10,9-11,4 т/га, Солідар 10,4-11,4 т/га. Зі збільшенням доз добрив урожайність збільшувалася й за внесення  $N_{120} P_{120} K_{140}$  ці показники становили відповідно – у гібриду Козіма 12,8-15,7 т/га, Центаур-Полі 13,2-17,2 т/га, Солідар 13,2-15,4 т/га.

## 2. Урожайність гички різних гібридів буряків кормових залежно від удобрення та густоти рослин, т/га

Гібриди	Удобрєння	Густина рослин, тис.шт./га	Рік			Середнє	+/- до контролю
			2012	2013	2014		
Козіма	без добрив	60	10,2	11,2	9,9	10,4	-
		80	10,6	11,9	10,2	10,9	-
		100	10,9	12,0	10,5	11,2	-
	$N_{120} P_{120} K_{140}$	60	13,4	12,8	12,1	12,8	+ 2,4
		80	14,8	13,9	13,8	14,2	+ 3,3
		100	15,3	16,2	15,4	15,7	+ 4,5
	$N_{180} P_{180} K_{210}$	60	16,3	17,5	15,9	16,6	+ 6,2
		80	16,9	17,9	16,6	17,2	+ 6,3
		100	18,8	19,6	17,9	18,8	+ 7,6

Центаур-Полі	без добрив	60	10,6	11,2	10,9	10,9	-
		80	11,5	11,0	11,1	11,2	-
		100	11,0	12,2	10,8	11,4	-
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>140</sub>	60	12,8	14,1	12,7	13,2	+ 2,3
		80	15,4	16,8	14,9	15,7	+ 4,5
		100	16,9	18,0	16,5	17,2	+ 5,8
	N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>210</sub>	60	17,3	19,1	16,9	17,8	+ 6,9
		80	18,7	20,0	18,7	19,2	+ 8,0
		100	19,9	22,1	19,8	20,6	+ 9,5
Солідар	без добрив	60	10,4	10,9	9,9	10,4	-
		80	10,8	11,4	10,4	10,9	-
		100	11,2	12,0	10,8	11,4	-
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>140</sub>	60	12,9	14,0	12,6	13,2	+ 2,8
		80	13,3	13,8	12,8	13,3	+ 2,4
		100	15,2	16,0	15,0	15,4	+ 4,0
	N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>210</sub>	60	15,6	18,3	15,3	16,4	+6,0
		80	17,2	19,6	17,5	18,1	+ 7,2
		100	18,2	20,2	18,4	19,0	+7,6
НІР <sub>05</sub>					0,8		

На ділянках із внесенням N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>210</sub> ми одержали найвищу урожайність гички в гібридів: Козіма 16,6-18,8 т/га, Центаур-полі – 17,8-20,6 т/га, Солідар 16,4-19,0 т/га.

Зі збільшенням густоти рослин урожайність гички буряків кормових збільшувалася. За густоти 60 тис. шт./га гібриди забезпечили таку урожайність: Козіма 10,4-16,6 т/га, Центаур-Полі – 10,9-17,8 т/га, Солідар – 10,4-16,7 т/га. За густоти 100 тис. шт./га сформувався дещо вища урожайність: у гібриду Козіма – 11,2-18,8 т/га, Центаур-полі – 11,4-20,6 т/га, Солідар – 11,4-19,0 т/га.

### Висновки і перспективи.

Дослідженнями встановлено, що в технології вирощування кормових буряків важливими елементами, від яких залежить вміст хлорофілу в гич-

ці, є добрива, густина стояння та гібриди. Найоптимальніші умови для синтезу хлорофілу забезпечуються на варіантах з внесенням мінеральних добрив у нормі N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>210</sub>. Перед збиранням за таких умов його вміст становив, залежно від гібриду й густоти 6,31-6,62 мг/г.

Найвища урожайність гички буряка кормового була сформована на ділянках, де вносилися мінеральні добрива в нормі N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>210</sub> і становила залежно від густоти рослин і гібриду: коренеплоди 45,9-69,4 т/га, гички – 12,8-20,6 т/га. Приріст урожаю від добрив зростає зі збільшенням густоти рослин. Отже, за вирощування буряків кормових ефективність загушення посівів залежить від дози добрив. Проте добрива впливають на урожай буряків кормових більшою мірою, ніж густина насадження.

## References

1. Bomba, M., Martyniuk, I. (2005) Kormovyi buriak: shliakhy vdoskonalennia tekhnolohii vyroshchuvannia. [On the ways of increasing the productivity of plant photosynthesis in crops. Photosynthesis and questions of plant productivity]. Vcheni Lvivskoho derzhavnoho universytetu vyrobnytstva, 5. P. 28–30.
2. Burko, L. M. (2011). Formuvannia ploshchi lystkovoї poverkhni buriakiv kormovykh zalezno vid udobrennia ta hustoty roslyn. [Formation of the leaf surface area of fodder beets depending on fertilizer and plant density]. Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva UAAN». 3–4. P. 147–152.
3. Burko, L. M. (2012) Rist, rozvytok i vrozhai buriakiv kormovykh zalezno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia. [Growth, development and yield of fodder beets depending on the elements of cultivation technology]. Zbirnyk naukovykh prats Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv NAAN. 14. P. 257–260.
4. Demydas, H. I., Burko, L.M. (2010) Produktivnist buriakiv kormovykh zalezno vid udobrennia v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu. [Продуктивність буряків кормових залежно від удобрення в умовах Правобережного Лісостепу]. Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva UAAN». 4. P. 183–186.
5. Martyniuk, I. V. (2006) Buriaky kormovi: naukovi ta prykladni aspekty tekhnolohii vyroshchuvannia: monohrafiia. [Fodder beets: scientific and applied aspects of cultivation technology: monograph]. Urozhai. 217. (in Ukrainian)
6. Motruk, I. N. (2001) Buriaky kormovi: biolohiia, tekhnolohiia. [Fodder beets: biology, technology]. Urozhai, 232. (in Ukrainian)
7. Nychporovych, A. A. (1963). O putyah povysheniya produktivnosti fotosinteza rastenyi v posevah. Fotosintez i voprosyi produktivnosti rastenyi. [On the ways of increasing the productivity of plant photosynthesis in crops. Photosynthesis and questions of plant productivity]. Moskva. AN SSSR. P. 5–36.
8. Prysiazhniuk, O.I., Korovko, I.I. (2015). Dynamika vmistu khlorofiliv u lystkakh tsukrovyykh buriakiv. [Dynamics of chlorophyll content in sugar beet leaves]. Novitni ahrotekhnolohii. 1 [https://doi.org/10.21498/na.1\(3\).2015.118908](https://doi.org/10.21498/na.1(3).2015.118908)
9. Stupakov, Y. A., Shumakov, A. V. (2010). Tehnologiya vzdelyvaniya kormovoy sveklyi. [Fodder beet cultivation technology]. Zemledelye. P. 33–34.
10. Tarasov M. P., Shmakov A. H. (1991) Kormovi koreneplody. [Fodder root crops]. Kolos. 155. (in Ukrainian)
11. Tarchevskiy Y. A. (1996) Osnovy fotosinteza. [Basics of photosynthesis] Vysshaiia shkola. 250. (in Russian)
12. Ostrovskoi, L. K. (1994). Fotosintez, produktsionnyi protsess y produktivnost rastenyi. [Photosynthesis, production process and plant productivity]. Nauk. dumka. 144. (in Ukrainian)
13. Parshykovoї T.V. (2020) Fiziolohiia roslyn : praktykum. [Plant physiology : workshop]. Lutsk. Teren. 420. (in Ukrainian)
14. Shchepetkov, N. H. (2002) Fotosyntetycheskyi potentsyal y uspolzovanye FAR posevamy kormovykh korneplodov v zavysymosti ot fona udobrenyi na severe Kazakhstana. Sybyrskiy vestnyk s.-kh. nauky. 1:40–44.
15. Albayrak S. (2006) Yield components of fodder beet (*Beta vulgaris* var. *crassa* Mansf.) under the Middle Black Sea region conditions. Tarım Bilim. Derg. 12 (1):65–69. (in Turkey)
16. Sarhan G. M., Smail S. A. (2003) Response of fodder beet (*Beta vulgaris* L.) to different sources and levels of nitrogen under two levels of potassium fertilization. Annals of Agric. Sci, Moshtohor. 41(1):461–473. (in Poland).

**L. M. Burko (2020). INFLUENCE OF ELEMENTS OF GROWING TECHNOLOGY ON THE PROCESS OF CHLOROPHYLLES SYNTHESIS IN FEED BEET LEAVES. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(4): 26–33. <https://doi.org/10.31548/agr2020.04.026>**

**Abstract.** *The results of research about the influence of fertilizing level and plant density on the chlorophyll content in fodder beet leaves are presented.*

*The experimental part of the work was performed in the scientific laboratories of the Department of Forage Production, Land Reclamation and Meteorology in the production unit of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine “Agronomic Research Station”. The territory of the research station is located in the Right-Bank Forest-Steppe and is a part of Bila Tserkva agro-soil district. The experimental plots were laid on typical low-humus chernozems, coarse-grained light loam in terms of mechanical composition, which are characterized by a high content of gross and mobile forms of nutrients. The climate of the region is characterized by unstable humidity and moderate temperatures. The average annual air temperature is 6-8 °C. The annual amount of precipitation reaches 562 mm, during the growing season - 354-394 mm (63-70% of the annual norm), which fall unevenly throughout the year.*

*Based on the studies, it was found that fertilizers application and plant density affect the synthesis of chlorophyll in the leaves of fodder beets. The absolute values of total chlorophyll content in the leaves of fodder beet hybrids were generally different. It was highest in the leaves of the hybrid Centaur Poly with an index in July - 1.25-1.56 mg/g, in August - 2.26-3.03, in September - 5.22-6.62 mg/g.*

*Based on the conducted researches, the close correlation between the process of chlorophyll synthesis and the yield of the leaves has been established. A strong relationship between the traits was formed in all periods of the growing season. The even correlation coefficient was: in July - 0.805; August - 0.867; September - 0.858.*

**Keywords:** *fertilizer, plant density, root vegetable, leaves, yield.*

---

---

## ВПЛИВ СПОСОБІВ ЗРОШЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ

---

**ШАТКОВСЬКИЙ А. П.**, доктор с.-г. наук, член-кореспондент НААН  
України, заступник директора з наукової роботи  
<https://orcid.org/0000-0002-4366-0397>

E-mail: [andriy-1804@ukr.net](mailto:andriy-1804@ukr.net)

**ЖУРАВЛЬОВ О. В.**, кандидат с.-г. наук, с.н.с. відділу зрошення  
<https://orcid.org/0000-0001-7035-219X>

E-mail: [zhuravlov\\_olexandr@ukr.net](mailto:zhuravlov_olexandr@ukr.net)

Інститут водних проблем і меліорації НААН

**МЕЛЬНИЧУК Ф. С.**, кандидат с.-г. наук, директор

<https://orcid.org/0000-0003-2711-5185>

E-mail: [melnichukf@ukr.net](mailto:melnichukf@ukr.net)

Державне підприємство «Центральна лабораторія якості води та ґрунтів» Інституту водних проблем і меліорації НААН

**ОВЧАТОВ І. М.**, директор

<https://orcid.org/0000-0002-0912-1365>

E-mail: [v.klyn2020@ukr.net](mailto:v.klyn2020@ukr.net)

ДП «ДГ «Великі Клини» Інституту водних проблем і меліорації НААН,  
**ЯРОШ А. В.**, кандидат с.-г. наук, доцент кафедри кормовиробництва,  
меліорації і метеорології

<https://orcid.org/0000-0002-1680-0091>

E-mail: [yaroshanna@nubip.edu.ua](mailto:yaroshanna@nubip.edu.ua)

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Анотація.** Сучасні способи зрошення розглядаються як ключовий фактор інтенсифікації технологій вирощування зернової кукурудзи. Продуктивність культури в результаті оптимізації водного та поживного режимів зростає від 100 до 380 % порівняно із незрошуваними умовами. Мета досліджень полягала у вивченні впливу дощування, краплинного зрошення та підґрунтового краплинного зрошення на ростові процеси, структуру формування врожаю та врожайність зернової кукурудзи. Польові експериментальні дослідження проведено на землях Кам'янсько-Дніпровської дослідної станції ІВПІМ НААН упродовж 2018 – 2020 рр. Отримані результати підтверджують, що спосіб зрошення достовірно впливає на формування основних біометричних параметрів, структуру врожаю та врожайність. Встановлено, що максимальні параметри ростових процесів (висоту рослин, площу листової поверхні, а також фотосинтетичний потенціал і чисту продуктивність фотосинтезу) кукурудзи забезпечує краплинне зрошення. Достовірно нижчі та близькі за значеннями показники визначено для

умов підґрунтового краплинного зрошення та дощування, а найнижчі параметри продуктивності кукурудзи отримано в умовах природного зволоження. Найвищу врожайність зерна кукурудзи отримано за краплинного зрошення – 20,69 т/га, тоді як за підґрунтового укладання поливних трубопроводів вона була достовірно нижча – 16,44 т/га. У варіанті з дощуванням зниження врожайності зерна на 0,62 т/га порівняно із підґрунтовим краплинним зрошенням було в межах похибки польового досліду ( $HIPO,5 = 1,93$ ). На варіанті умовного контролю (без зрошення) у середньому за три роки отримано найнижчий рівень врожайності – лише 3,85 т/га, що підтверджує значні ризики та недоцільність вирощування цієї культури в умовах Степу без зрошення. Результати підтверджують також існування тісної кореляційної залежності між урожайністю кукурудзи та площею листової поверхні рослин. Отримана залежність описується лінійним рівнянням виду  $y = 0,6227x - 14,133$ , а коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,98$ .

**Ключові слова:** краплинне зрошення, дощування, підґрунтове краплинне зрошення, кукурудза на зерно, урожайність, площа листової поверхні, висота рослин, маса 1000 зерен.

### Актуальність.

Безперечно, кукурудза – одна із найважливіших сільськогосподарських культур як у світі, так і в Україні, значення якої важко оцінити. Зокрема, за останні 7-10 років кукурудза в Україні впевнено повернула собі умовний статус «королеви полів». На практиці це означає таке: до 17 % усіх орних земель (4,65-5,45 млн га), 20-25 % від експорту всіх груп сільськогосподарських товарів, третє місце у світі за об'ємами експорту зерна (20-25 млн т) та п'яте місце у світі за об'ємами виробництва (30-36 млн т).

Лімітуючим фактором продуктивності кукурудзи в умовах Степу та Лісостепу, а останніми роками, у зв'язку зі змінами клімату – і зони Полісся, є несприятливий водний режим ґрунтів (Dudka, 2013). Можливими напрямами одержання високих і стійких урожаїв у цих умовах є створення нових посухостійких гібридів та розробка більш ефективних прийомів адап-

тивних агротехнологій вирощування (Lavrinenko at al., 2011, Zolotov, 2010), впровадження мінімальних і нульових технологій обробітку ґрунту, які спрямовані на збереження вологи, мульчування й щільування ґрунту тощо (Nunes at al., 2018). Проте, найбільш ефективним є застосування зрошувальних меліорацій у поєднанні із фертигацією. Приріст урожайності від оптимізації водного та поживного режимів є найбільш дієвим і становить від 100 до 380 % порівняно із незрошуваними умовами (Fomichov, 2019, Shatkovskiy at al., 2015).

Отже, дослідження на предмет вивчення продуктивності кукурудзи залежно від різних способів зрошення є актуальним.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Вивченню впливу способів зрошення на ростові процеси й урожайність зернової кукурудзи в умовах Степу України присвячено наукові

роботи вчених Інституту зрошувального землеробства НААН (ІЗЗ), а також Херсонського державного аграрного університету (ХДАУ).

Перші дослідження такого плану в ІЗЗ були менш вдалимими, тому що за дощування і краплинного зрошення було прийнято однакові норми зрошення. Тому дослідниками не встановлено переваг того чи іншого способу зрошення кукурудзи (Honcharov & Matsko, 1987). У цій же установі впродовж 2014–2016 рр. досліджено ефективність вирощування гібридів кукурудзи за краплинного зрошення та дощування на фоні різних систем фунгіцидного захисту рослин та обґрунтовано застосування максимального хімічного захисту на фоні краплинного способу зрошення (Kokovikhin & Biliaieva, 2017). Групою вчених ІЗЗ визначено вплив краплинного зрошення, дощування та густоти рослин на насінневу продуктивність ліній кукурудзи, що є батьківськими компонентами інноваційних гібридів. Установлено, що краплинне зрошення сприяє формуванню вищої врожайності насіння ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи, яка становила 4,61 т/га (Vozhehova et al., 2020).

Вченими ХДАУ досліджено комплексний вплив різних способів зрошення, зокрема, дощування, краплинного та підґрунтового краплинного зрошення на продуктивність (Lavyunenko et al., 2019), біометричні показники (Averchev et al., 2020) та індекси врожайності (Averchev et al., 2020) гібридів кукурудзи різних груп ФАО в умовах Степу Сухого.

Відмінність і новизна проведених нами досліджень полягає в комплексному вивченні ростових процесів, елементів продуктивності зернової кукурудзи за різних способів зрошення в короткотривалій сівозміні «соя

– кукурудза», використанні гібриду з високим потенційним рівнем урожайності та сучасного інструментарію в моніторингу вологості ґрунту.

**Мета дослідження** полягає у вивченні впливу дощування, краплинного зрошення та підґрунтового краплинного зрошення на ростові процеси, структуру врожаю та врожайність зернової кукурудзи.

### **Матеріали і методи дослідження.**

Дослідження проведено на землях Кам'янсько-Дніпровської дослідної станції ІВПіМ НААН упродовж 2018–2020 рр. Вивчали три способи зрошення: дощування (шланго-барабанна ДМ – IRTEK 43FBT/120), краплинне зрошення та підґрунтове краплинне зрошення з укладанням поливних трубопроводів (ПТ) на глибину 25 см. Умовним контролем був варіант без зрошення. Дослідження проводили за загальноприйнятими методиками: розміщення ділянок – систематичне, повторність – чотириразова, площа облікових ділянок – 30 м<sup>2</sup> (Ushkarenko et al., 2014, Romashchenko et al., 2014), гібрид кукурудзи – ДКС 5276 (ФАО 460). Джерело зрошення – свердловина з мінералізацією води від 0,76 до 1,14 г/дм<sup>3</sup> (II класу якості за ДСТУ 2730).

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем звичайний середньосутлинковий, щільність складення – 1,35–1,50 т/м<sup>3</sup>, НВ кореневого шару – 18,8 %, реакція ґрунтового розчину – близька до нейтральної. Рівень передполивної вологості, який підтримували в досліді – 80 % від НВ, розрахунок поливних норм та контроль вологозапасів – відповідно до рекомендацій (Romashchenko et al., 2014). Моніторинг вологозапасів здійснювали

за допомогою цифрової інтернет-станції вологості ґрунту iMetos ECO D2 (Shatkovskiy & Zhuravlov, 2016). З огляду на технологічну специфіку підґрунтового краплинного зрошення, сходи рослин на цьому варіанті отримували за рахунок природних вологозапасів ґрунту (Doh & Abdelhamid, 2012).

Площу листової поверхні (ПЛП) визначали за методикою А.О. Ничипоровича, урожайність – обліковим методом, статистичну обробку даних проводили з використанням програми Statistical Analysis Software 9,4. Фотосинтетичний потенціал (ФП, млн. м<sup>2</sup> х діб/га) посівів розраховували, виходячи із суми величини ПЛП на один гектар посівів за кожну добу впродовж всього вегетаційного періоду. Чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) розраховано як приріст загальної біомаси рослин за певний проміжок часу відносно показника середньої ПЛП за цей самий період за формулою Уільмса – Уотсона.

### **Результати дослідження.**

Встановлено, що у досліді основні біометричні параметри рослин кукурудзи достовірно залежали від прийнятого способу зрошення і меншої мірою – визначались метеорологічними умовами вегетаційного періоду.

Висоту рослин визначали в динаміці під час настання фаз розвитку:

3-5 листок (ВВСН – 13), 6-7 листок (ВВСН – 16), трубкування (ВВСН – 40), цвітіння (ВВСН – 60) та молочна стиглість зерна (ВВСН – 77) (табл. 1).

Аналіз даних таблиці 2 показує, що у «фазу 3-5 листків» нижча висота рослин була на умовному контролі (без зрошення) та за підґрунтового краплинного зрошення. Нагадаємо, що в цей період (ВВСН – 13) на варіанті з підґрунтовым краплинним зрошенням було проведено лише перший вегетаційний полив, тоді як на інших зрошуваних варіантах уже було проведено в середньому за три роки від 2 до 4 поливів.

Кращу динаміку висоти рослин зазначаємо на варіанті краплинного зрошення, де максимальна висота у фазу «молочної стиглості зерна» становила понад 2,85 м. Варіанти з дощуванням і підґрунтовым краплинним зрошенням були близькими за значення в усі фази розвитку рослин, починаючи з ВВСН – 16. Унаслідок дефіциту вологозапасів значно відставали в рості рослини на контрольному варіанті – 1,70 м у фазу «молочна стиглість зерна», що менше на 1,12 м, ніж у середньому на зрошуваних варіантах досліді.

У якості основних біометричних параметрів, які об'єктивно відображають вплив фактора на ріст рослин, було визначено також ПЛП, ФП і ЧПФ. Параметр ПЛП визначали у

#### **1. Динаміка висоти рослин кукурудзи залежно від способів зрошення, м**

Фаза розвитку рослин	Дощування	Підґрунтове краплинне зрошення	Краплинне зрошення	Без зрошення
3-5 листок	0,221	0,200	0,235	0,195
6-7 листок	0,607	0,593	0,623	0,498
Трубкування	1,569	1,559	1,615	1,085
Цвітіння	2,761	2,754	2,791	1,699
Молочна стиглість зерна	2,814	2,802	2,854	1,702

## 2. ПЛП, ФП і ЧПФ рослин кукурудзи залежно від способів зрошення

Біометричні параметри	Дощування	Підґрунтове краплинне зрошення	Краплинне зрошення	Без зрошення
ПЛП, тис. м <sup>2</sup> /га	50,5	47,9	54,8	28,8
ФП, млн. м <sup>2</sup> х діб/га	3,37	3,33	3,92	1,79
ЧПФ, г/м <sup>2</sup> ×добу	12,02	11,90	14,21	3,16

період максимального розвитку листового апарату та рослини загалом за ВВСН – 77 (табл. 2).

Максимальне значення ПЛП – 54,8 тис. м<sup>2</sup>/га було на варіанті краплинного зрошення, що на 7,8 % та 12,6 % більше, ніж за дощування та підґрунтового краплинного зрошення відповідно та в 1,9 разів більше, ніж на контролі. Практично аналогічним чином змінювався в розрізі варіантів дослідів і параметр ФП: найвищий за краплинного поливу (3,92), близькі значення за дощування і підґрунтового зрошення (3,37 та 3,33 відповідно) та мінімальний (1,79) – на умовному контролі.

Максимального рівня ЧПФ в умовах краплинного зрошення досягла в міжфазний період «цвітіння – фор-

мування зерна»: 14,21 г/м<sup>2</sup>×добу. На 15,4 % нижчим був цей параметр за дощування та на 16,2 % – за підґрунтового зрошення. У цей же період у варіанті з природнім зволоженням – лише 3,16 г/м<sup>2</sup>×добу.

Структура врожаю (параметри качана й зерна кукурудзи) закономірно відображали встановлені тенденції ростових процесів рослин кукурудзи (табл. 3).

Загалом структура врожаю кукурудзи відповідала нормативним показникам згідно з ДСТУ 4525:2006 (Кукурудза. Технічні умови). Вплив способів зрошення на параметри структури врожаю був переважно ідентичний змінам параметрів ростових процесів рослин, проте важливою відмінністю є незначне перевищення всіх показників структури

## 3. Вплив способів зрошення на структуру врожаю та передзбиральна вологість зерна кукурудзи

Параметри структури врожаю та вологість зерна	Дощування	Підґрунтове краплинне зрошення	Краплинне зрошення	Без зрошення
Довжина качана, см	20,6	22,7	22,8	14,9
Вага качана із зерном, г	259,8	284,6	287,0	118,1
Діаметр качана із зерном, мм	51,1	54,1	54,6	42,5
Діаметр качана, мм	26,2	28,4	28,6	24,4
Вага качана, г	30,2	33,8	34,1	22,6
Кількість рядів, шт.	17,5	19,3	19,2	14,0
Кількість зерен в ряду, шт.	35,5	37,0	39,5	31,5
Маса зерна, г	211,1	220,1	236,1	133,9
Маса 1000 зерен, г	390,1	400,4	414,4	245,2
Вологість зерна, %	13,8	11,6	12,4	9,6

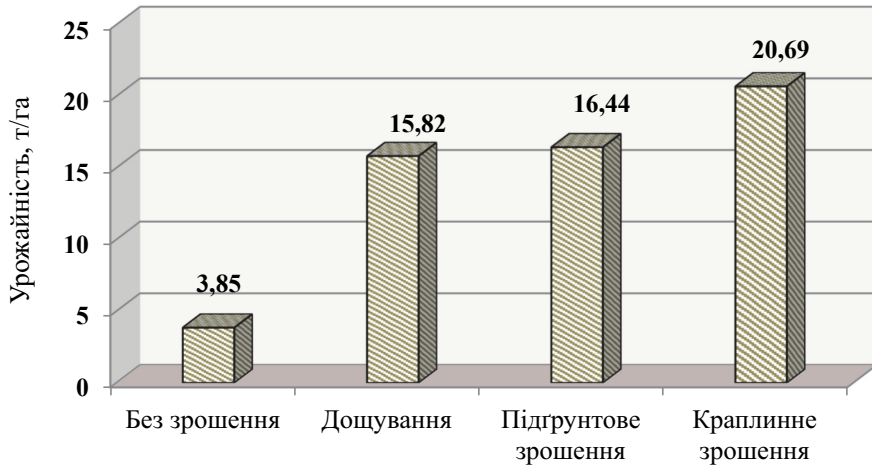


Рис. 1. Урожайність кукурудзи залежно від способів зрошення, т/га (НІР 0,5 = 1,93 т/га)

врожаю варіанту з підґрунтовим зрошенням порівняно з дощуванням. Передзбиральна вологість зерна кукурудзи на всіх варіантах дослідів була нижче базової (14%). На умовному контролі (без зрошення) вона становила 9,6%, зростаючи за підґрунтового зрошення до 11,6%, краплинного зрошення – 12,4% та за дощування – до 13,8%.

Найвище значення врожайності зерна кукурудзи отримано за краплинного зрошення – 20,69 т/га, тоді як за підґрунтового укладання поливних трубопроводів була достовірно нижча врожайність культури – 16,44 т/га. У варіанті з дощуванням зниження врожайності зерна на 0,62 т/га порівняно із підґрунтовим

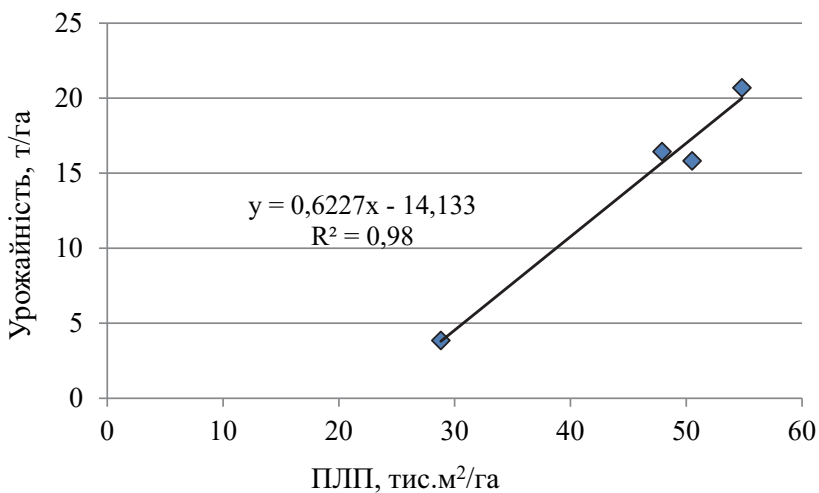


Рис. 2. Залежність між урожайністю та ПЛП кукурудзи

краплинним зрошенням було в межах похибки польового досліду ( $HP_{0,5} = 1,93$ ), що вказує лише про тенденції формування цього показника. На варіанті умовного контролю (без зрошення) у середньому за три роки отримано найнижчий рівень врожайності – лише 3,85 т/га (рис. 1).

Результати досліджень підтверджують існування тісної кореляційної залежності (Drobit, 2018) між урожайністю кукурудзи та площею листової поверхні рослин (рис. 2).

Отримана залежність описується лінійним рівнянням  $y = 0,6227x - 14,133$ , а коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,98$ .

### Висновки і перспективи.

На основі проведених досліджень підтверджено, що зрошення, у комплексі з іншими агроприйомами, є ключовим фактором інтенсифікації ростових процесів та формування продуктивності посівів зернової кукурудзи. Встановлено, що максимальні біометричні параметри та врожайність за вирощування кукурудзи забезпечує краплинне зрошення. Достовірно нижчі та близькі за значеннями показники продуктивності рослин визначено для умов підгрунтового краплинного зрошення та дощування. Найнижчі параметри продуктивності кукурудзи отримано в умовах природнього зволоження, що підтверджує значні ризики й недоцільність вирощування цієї культури в умовах Степу без додаткового штучного зволоження.

### References

1. Dudka, V. V. (2013). Zernovi kultury na kraplynnomu zroshenni. [Cereals on drip irrigation] Propozytsiia, 3-4(213-214), 72-82. [In Ukraine].
2. Lavrynenko, Yu. O., Vozhehova, R. A., Kokovikhin, S. V., Pysarenko, P. V., & Naidonov, V. H. (2011). Kukurudza na zroshuvanykh zemliakh pivdnia Ukrainy [Corn on irrigated lands in southern Ukraine]. Kherison. [In Ukraine].
3. Zolotov, V. I. (2010). Ustoichyvost kukuruzy k zasukhe – osnovy biolohii, ekolohii i sortovoi ekolohii. [Drought resistance of corn – fundamentals of biology, ecology and varietal ecology]. Dnepropetrovsk. [In Ukraine].
4. Nunes, M., Mathijs, H., Schindelbeck, R., Ristow, A., & Ryan, M. (2018). No-till and cropping system diversification improve soil health and crop yield, Geoderma, 328, 30-43. doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.04.031
5. Fomichov, M. V. (2019). Zroshennia yak chynnyk pidvyshchennia efektyvnosti vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur v Ukraini [Irrigation as a factor in improving the efficiency of growing crops in Ukraine]. Ekonomika ta derzhava, 4, 92-96. doi: 10.32702/2306-6806.2019.4.92 [In Ukraine].
6. Shatkovskiy, A. P., Cherevychnyi, Yu. A., Zhuravlev, A. V., & Marinkov, O. A. (2015). Sovershenstvovanie tekhnolohiy kapelnoho orosheniya kukuruzy hibrydov DEKALB® [Improvement of drip irrigation technology for corn hybrids DEKALB®]. Zerno, 6(111), 150-151. [In Ukraine].
7. Honcharov, F. Y., & Matsko, P. V. (1987). Efektivnost kapelnoho orosheniya kukuruzy. [Efficiency of drip irrigation of corn] Oroshaemoe zemledelie, 32, 32-34. [In Ukraine].
8. Kokovikhin, S. V., & Biliaieva, I. M. (2017). Produktivnist ta ekonomichna efektyvnist vyroshchuvannia hibrydiv kukurudzy zalezno vid sposobiv polyvu ta zakhystu roslын v umovakh Pivdnia Ukrainy [Productivity and economic efficiency of growing maize hybrids depending on the methods of watering and plant protection in the South of Ukraine]. Naukovi dopovidi NUBiP, 4(168). doi:10.31548/dopovid2017.04.013 [In Ukraine].

9. Vozhehova, R. A., Lavrynenko, Yu. O., Marchenko, T. Iu., & Zabara, P. P. (2020). Produktyvni st linii – batkivskykh komponentiv hibrydiv kukurudzy zalezno vid sposobiv polyvu ta hustoty roslyn u Pivdenomu Stepu [Productivity of lines - parent components of maize hybrids depending on watering methods and plant density in the Southern Steppe]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 2, 58-63. doi:10.31073/agrovisnyk202002-09 [In Ukraine].
10. Lavrynenko, Yu. O., & Ivaniv, M. O. (2019). Produktyvni ta adaptivna zdavnist hibrydiv kukurudzy zalezno vid sposobiv polyvu i volohozabezpechennia v posushlyvii Stepu Ukrainy [Productivity and adaptive ability of maize hybrids depending on methods of watering and moisture supply in the arid Steppe of Ukraine]. *Zernovi kultury*, 3(2), 207-216. doi:10.31867/2523-4544/0079 [In Ukraine].
11. Averchev, O. V., Ivaniv, M. O., & Lavrynenko, Yu. O. (2020). Indeksy vrozhaivosti ta efektyvnoi produktivnosti u hibrydiv kukurudzy riznykh hrup FAO za riznykh sposobiv polyvu ta volohozabezpechennosti v posushlyvom Stepu Ukrainy [Indices of yield and effective productivity of maize hybrids of different FAO groups under different methods of irrigation and moisture supply in the arid Steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 114, 3-13. doi:10.32851/2226-0099.2020.114.1 [In Ukraine].
12. Averchev, O. V., Ivaniv, M. O., Mykhailenko, I. V., & Lavrynenko, Yu. O. (2020). Biometrychni pokaznyky hibrydiv kukurudzy ta yikh zviazok z urozhaivnistiu zerna za riznykh sposobiv polyvu ta volohozabezpechennosti u Posushlyvom Stepu Ukrainy [Biometric indicators of maize hybrids and their connection with grain yield under different methods of irrigation and moisture supply in the Dry Steppe of Ukraine.]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 111, 3-13. doi:10.32851/2226-0099.2020.111.1 [In Ukraine].
13. Ushkarenko, V. O., Vozhehova, R. A., Holoborodko, S. P., & Kokovikhin, S. V. (2014). *Metodyka pol'ovoho doslidu (zroshuvane zemlerobstvo)* [The methodology of field experiment: irrigation agriculture]. Kherison. [In Ukraine].
14. Romashchenko, M. I. (Ed.). (2014). *Metodychni rekomendatsii z provedennia doslidzhen za kraplynnoho zroshennia* [Methodical recommendations for conducting research under drip irrigation]. Kyiv. [In Ukraine].
15. Romashchenko, M. I., Koriunenko, M. M., & Muromtsev, M. I. (2012). *Rekomendatsii z operativnoho kontroliu ta upravlinnia rezhyom zroshennia silskohospodarskykh kultur iz zastosuvanniam tenziometrychnoho metodu* [Recommendations for operational control and management of crop irrigation regime using tensiometric method]. Kyiv. [In Ukraine].
16. Shatkovskiy, A. P., & Zhuravlov, O. V. (2016). *Upravlinnia kraplynnyim zroshenniam na osnovi vykorystannia internet-meteostantsii iMetos®*. [Drip irrigation management based on the use of Internet weather stations iMetos®]. *Naukovi dopovidi NUBiP*, 2(59). [In Ukraine]. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/6489/6373>
17. Douh B., & Abdelhamid B. (2012). *Subsurface drip irrigation and water management under semiarid climate*. *Advances in Environmental Research*. Editors: Justin A. Daniels. New York.
18. Drobit, O. S. (2018). *Formuvannia produktivnosti hibrydiv kukurudzy zalezno vid ahrotekhnichnykh zakhodiv v umovakh zroshennia Pivdennoho Stepu Ukrainy* [Formation of productivity of corn hybrids depending on agrotechnical measures in the conditions of irrigation of the Southern Steppe of Ukraine]. Extended abstract of candidate's thesis. Kherison. [In Ukraine].

**Shatkovskyi, A. P., Zhuravlov, O. V., Melnychuk, F. S., Ovchatov, I. M., & Yarosh, A. V. (2020). INFLUENCE OF IRRIGATION METHODS ON CORN'S PRODUCTIVITY. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(4): 34–42. <https://doi.org/10.31548/agr2020.04.034>**

**Abstract.** Modern methods of irrigation are considered as a key factor in the intensification of technologies for growing of grain corn. The productivity of the crop as a result of the optimization of water and nutrient regimes increases from 100 to 380% in comparison with non-irrigated conditions. The aim of the research was to study the effect of sprinkling, drip irrigation and subsurface drip irrigation on growth processes, the structure of the crop formation and the yield of grain corn. Field experimental studies were conducted on the lands of Kamyans'ko-Dnieprov's'ka research station IWPLM of NAAS during 2018-2020. The obtained results confirm that the method of irrigation significantly affects the formation of basic biometric parameters, yield structure and productivity. It is established that the maximum parameters of growth processes (plant height, leaf surface area, as well as photosynthetic potential and net photosynthesis productivity) of corn are provided by drip irrigation. Significantly lower and similar values were determined for the conditions of subsurface drip irrigation and sprinkling, and the lowest parameters of corn productivity were obtained under natural moisture conditions. The highest yield of corn grain was obtained under drip irrigation – 20,69 t/ha, while under subsurface laying of irrigation pipelines it was significantly lower – 16,44 t/ha. In the variant with sprinkling, the decrease in grain yield by 0,62 t/ha compared to subsurface drip irrigation was within the least significant difference of the experiment ( $LSD_{A0,5} = 1,93$ ). On the variant of conditional control (without irrigation), on average, for three years, a low yield level was obtained - only 3,85 t/ha, which confirms the significant risks and inexpediency of this crop in the Steppe conditions without irrigation. The results also confirm the existence of a close correlation between corn yield and leaf surface area of plants. The obtained dependence is described by a linear equation of the form  $y = 0,6227x - 14,133$ , and the coefficient of determination is  $R^2 = 0,98$ .

**Keywords:** drip irrigation, sprinkler irrigation, subsurface drip irrigation, corn for grain, yield, leaf surface area, plant height, 1000 grain weight.

---

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ПІСЛЯХОДОВИХ ГЕРБИЦІДІВ У ПОСІВАХ СОЇ

**О. А. ЦЮК**, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри  
землеробства та гербології, ORCID: 0000-0003-3258-2722 ,

**Д. І. МАРЧЕНКО**, аспірант\*

Національний університет біоресурсів і природокористування України  
E-mail: [tsyuk@ukr.net](mailto:tsyuk@ukr.net), [marchenko.agricon@gmail.com](mailto:marchenko.agricon@gmail.com)

**Анотація.** У статті наведено результати досліджень впливу післяхолодових гербіцидів та їх бакових композицій на забур'яненість сої.

Виявлено, що використання препарату Міура дало змогу зменшити рівень загальної забур'яненості посівів, на час збирання врожаю на 75–78 %, сиру масу бур'янів – на 19–46 %.

Встановлено, що використання бакової суміші Хармоні – 3 г/га + ПАР Тренд 0,2 л/га + Базагран – 1,5 л/га, через 8-10 днів Хармоні – 5 г/га й застосування протизлакового препарату Міура – 0,4 л/га. За внесення такої бакової суміші загинуть двосім'ядольних видів через місяць після внесення сягала 93 %, а загинуть злакових бур'янів становила 84 %. Маса тих бур'янів, які залишилися в агроценозі становила 52 г/м<sup>2</sup>, що на 87 % менше контролю. Використання варіанту Хармоні – 8 г/га + Базагран – 1,75 л/га і протизлакового препарату – Міура – 0,6 л/га сприяло зменшенню загальної забур'яненості посівів на 87 % через місяць після внесення гербіцидів. Загинуть двосім'ядольних бур'янів становила 83 %. Загальна маса бур'янів перед збиранням врожаю зменшилася на 91 % порівняно з контролем і становила 62 г/м<sup>2</sup>.

Максимальний збір врожаю сої – 2,45 т/га забезпечило застосування суміші Хармоні – 3 г/га + ПАР Тренд – 0,2 л/га + Базагран – 1,5 л/га через 8-10 днів Хармоні – 5 г/га й Міура – 0,4 л/га. Порівнюючи урожайні дані з контролем, за якого проводилися ручні прополювання та бур'яни були відсутні це свідчить, що урожайність сої в гербіцидних варіантах була нижчою.

Досліджені гербіциди та їхні композиції виявили високу вибірковість до рослин сої. Зумовлюючи зменшення рівня забур'янення, вони сприяли підвищенню врожайності на 0,57-1,11 т/га. За умов змішаного забур'янення кращими виявилися такі суміші післяхолодових гербіцидів: Хармоні – 3 г/га + Базагран – 1,5 л/га через 8-10 днів Хармоні – 5 г/га і Міура – 0,4 л/га; Хармоні – 8 г/га + Базагран – 1,5 л/га й Міура – 0,6 л/га.

**Ключові слова:** соя, бур'яни, гербіциди, урожайність, шкідливість бур'янів.

\* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор О. А. Цюк.

### **Актуальність.**

Соя – цінна культура, яка містить 33–52 % білків, 14–25 % вуглеводів, вітаміни А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, С, Д ферменти та інші важливі органічні та неорганічні речовини. Вона є добрим попередником для багатьох сільськогосподарських культур, оскільки здатна збагачувати ґрунти біологічним азотом, поліпшувати їхні фізичні та хімічні властивості (Бабич А.О., 1998; Адамєнь Ф. Ф. та ін., 2003).

На початкових етапах росту сої інтенсивно розвивається коренева система, а ріст стебла сповільнений. Пояснюється низькою її конкурентоздатністю щодо бур'янів. Дістати високий рівень урожайності культури неможливо без гербіцидів. Застосування післясходових гербіцидів у посівах сої є доволі дієвим заходом контролювання бур'янів (Гутянський Р. А., 2018; Ременюк С. та ін., 2017; Нагорний В., 2012; Огурцов Є. М., 2008; Алтухова Т. В., 2004; Цехмейстук Н. Г., 2017).

### **Аналіз останніх досліджень та публікацій.**

На сучасному розвитку сучасними знаряддями неможливо знищити як однорічні, так і багаторічні бур'яни в рядках сільськогосподарських культур, або в їх суцільних посівах. Бур'яни можна видалити лише вручну, але ручне прополонування вимагає значних затрат ручної праці та часу. Для підвищення ефективного знищення бур'янів слід застосовувати гербіциди, одночасно з агротехнічними заходами забезпечують зменшення рівня загальної забур'яненості до безпечного рівня (Гутянський Р. А. & Зуза В. С., 2008; Задорожний В. С. та ін., 2014). За високої потенційної забур'яненості ґрунту,

яка за даними низки наукових установ у різних ґрунтово-кліматичних зонах країни перевищує 1 млрд насинин на квадратний метр та низької конкурентної здатності сої в її агроценозах формуються сприятливі умови для росту й розвитку бур'янів різних біологічних груп (Іващенко О. О., 2000). Однак, найбільш шкідливими та проблемними в посівах сої є – з малорічних видів: лобода біла, щиряца звичайна, гірчак шорсткий, паслін чорний, куряче просо, мишій сизий, нетреба звичайна, а із багаторічних – осот рожевий, осот жовтий, пирій повзучий та інші.

За вирощування сільськогосподарських культур, усе більшого поширення набуває стратегія використання гербіцидів у післясходовий період. До переваг варто віднести можливість оцінки видового складу бур'янів, максимального використання потенціалу агротехнічних заходів і, як доповнення до них, або замість них, передбачити застосування системи гербіцидів (Жеребко В. М., 2006).

Ефективність внесення гербіцидів по сходах культурних рослин і бур'янів значною мірою залежить від погодних умов, вимагає високої технологічної дисципліни і, відповідно, забезпеченості кваліфікованим персоналом та високопродуктивними обприскувачами для обробки посівів (Гутянський Р. А. та ін., 2012).

Виробники засобів захисту рослин рекомендують широкий спектр гербіцидів для захисту посівів сої від бур'янів у післясходовий період. Нами досліджувалася гербіцидна активність та вибірковість Хармоні 75 % в. г.; Базаграну 48 % в. р.; Фабіану в. г.; Міура к. е., та їхніх бакових сумішей.

**Мета дослідження.** Встановити ефективність контролювання бур'янів у посівах сої через використання

Таблиця 1. Ефективність післясходових гербіцидів в агроценозі сої, (2017 – 2019 рр.)

№ пп	Варіант досліджу	Чисельність бур'янів, шт/м <sup>2</sup>						
		перед внесенням		через місяць після внесення гербіцидів			перед збиранням урожаю	
		всього	злаків	всього	злаків	дво-дольні	всього	сира маса, г/м <sup>2</sup>
1	Контроль 1. Два прополовання вручну	0	0	100	100	100	100	100
2	Контроль 2. Без гербіцидів і без прополовання	248	112	238	119	119	84	421
3	Базагран – 2,0 л/га	263	141	120	109	11	39	169
4	Хармоні – 8 г/га	249	107	119	106	13	39	145
5	Фабіан – 0,1 л/га	210	92	78	50	28	28	122
6	Хармоні – 6 г/га + Базагран – 2,0 л/га	291	143	120	101	18	20	136
7	Хармоні – 3 г/га + Тренд – 0,2 кг/га + Базагран – 1,5 л/га через 8-10 днів Хармоні – 5 г/га, Міура – 0,4 л/га	280	158	27	19	8	7	52
8	Хармоні – 8 г/га + Базагран – 1,75 л/га; Міура – 0,6 л/га	285	157	30	10	20	7	62
9	Хармоні – 6 г/га; Міура – 0,4 л/га	261	125	42	22	20	17	93
10	Базагран – 1,75 л/га; Міура – 0,5 л/га	323	161	48	23	25	9	91
11	Фабіан – 0,08 л/га; Міура – 0,5 л/га	228	93	29	9	20	11	99
	НІР <sub>05</sub>		21,5		14,5	9,7		18,8

післясходових гербіцидів, їхніх комбінацій, визначити їхній вплив на врожайність зерна.

### **Матеріали і методи дослідження.**

Польові дослідження проводили у 2017 – 2019 рр. у Київській області.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий малогумусний. За даними агрохімічного аналізу вихідних зразків, уміст гумусу в орному шарі 3,82 %, лужногідролізованого азоту – 181

мг/кг, рухомого фосфору – 108 мг/кг, рухомого калію – 80 мг/кг.

Погодні умови вегетаційних періодів за роки досліджень суттєво не відрізнялися від середніх багаторічних показників за кількістю опадів та температурним режимом.

Обліки забур'яненості проводили в такі строки: - перед внесенням післясходових гербіцидів; - через 30 днів після внесення гербіцидів; - перед збиранням урожаю культури. Перший та другий обліки – кількісно-видові, третій облік – кількісно-ваговий. Кількість

бур'янів підраховували за видами на постійно зафіксованих площадках (0,25 м<sup>2</sup>) у 4-х місцях кожної ділянки у двох несуміжних повтореннях. Біологічну ефективність гербіцидів визначали шляхом обчислення відсотка загибелі бур'янів у кожному варіанті, порівняно з вихідною забур'яненістю на цих же ділянках і зробленою поправкою на контрольний варіант, у якому бур'яни не знищувалися. Облік урожаю здійснювали методом суцільного збирання з облікових ділянок із приведенням зерна до 14 % вологості. Математично-статистичним методом (за Доспеховим Б. А.) встановлювалася достовірність змін показників урожайності сої.

Висівали сорт сої «Сігалія». Спосіб сівби вузькорядний (0,195 м). Норма висіву – 500 тис. схожих насінин на 1 га. Схему досліду наведено в таблиці 1. Площа посівної ділянки становила 36 м<sup>2</sup>, облікової – 25 м<sup>2</sup>. Повторність варіантів – трьохразова, розміщення ділянок – рендомізоване. Дослідження проводили у тимчасовому досліді. Перший підрахунок бур'янів виконували після закінчення комплексу всіх робіт з догляду за посівами, а другий – наприкінці вегетації. Гербіциди вносили спеціальним ручним обприскувачем PL «System agrotop» обладнаним горизонтальною штангою 2,25 м у фазі 2-3 трійчастих листочків сої. Облік урожаю проводили сноповим методом.

### **Результати дослідження.**

Упродовж років досліджень агрофітоценози сої мали змішаний тип забур'яненості, траплялися як двосім'ядольні, так і злакові види. Упродовж трьох років досліджень, загальна чисельність бур'янів становила 228–323

шт/м<sup>2</sup> (табл. 1). Частка злакових бур'янів знаходилась у межах 41–56 % від загальної їхньої кількості. У дослідженому 2019 році чисельність злакових бур'янів за гербіцидними варіантами була в межах 6,5–58 % від загальної чисельності бур'янів. У 2017 році чисельність бур'янів становила 44–56 %, а у 2018 році – 24–63 % від усієї чисельності засмічувачів.

Серед багаторічних злакових бур'янів присутній пирій повзучий, а представниками однорічних виявлено куряче просо та мишій сизий. Однорічні двосім'ядольні види були лобода біла та щиріця звичайна, значно в меншій чисельності присутні талабан польовий, грицики звичайні та інші. Поодинокі рослини траплялися багаторічні бур'яни – берізка польова й осот рожевий.

Для знищення злакових бур'янів нами вивчалася дія гербіциду Міура в бакових сумішах. Ріст бур'янів припинявся через 2-3 дні після застосування препарату, молоді листки набували жовтого кольору, а стебла рослин відмирили, починаючи із нижньої частини.

Повна загибель злакових бур'янів наступала через 10-20 днів, залежно від їхніх фаз росту та розвитку. Використання препарату Міура дало змогу зменшити рівень загальної забур'яненості посівів, на час збирання врожаю на 75 – 78 %, сиру масу бур'янів – на 19 – 46 %.

Біологічна ефективність Хармоні вивчалась як окремо, так і за використання його в сумішках із базаграном і міурою. Застосування Хармоні в нормі 8 г/га сприяло зменшенню загальної забур'яненості посівів у середньому за три роки, на 50 %, між тим двосім'ядольні гинули на 89 %, а злакові не виявили чутливості до

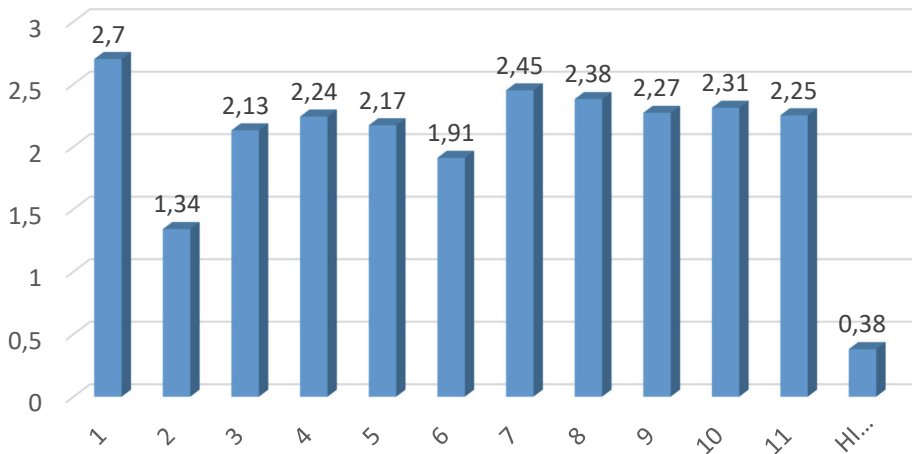
його дії. Тому загальна маса бур'янів перед збиранням врожаю зменшилась на 65 % порівняно з контролем і становила 145 г/м<sup>2</sup>. За умов, коли в агроценозі сої з'являлися нові сходи бур'янів більш повне їхнє знищення досягалося послідовним внесенням Хармоні у два строки. Першу обробку посівів проводили у фазу 2–3 справжніх листків культури препаратами Хармоні – 3 г/га + ПАР Тренд 0,2 л/га + Базагран – 1,5 л/га, а наступну – Хармоні – 5 г/га. Через 3–4 дня після останнього внесення застосовували протизлаковий препарат Міура – 0,4 л/га. Використання такої бакової суміші забезпечило ефективний контроль бур'янів на ранніх фазах їхнього розвитку. Про ефективність такого заходу вказує К. П. Падюхін (1996), зазначаючи, що за цього менше забруднюється ґрунт і рослини.

За внесення такої бакової суміші загибель двосім'ядольних видів через місяць після внесення сягала 93 %, а загибель злакових бур'янів становила 84 %. Маса тих бур'янів, які

залишилися в агроценозі становила 52 г/м<sup>2</sup>, що на 87 % менше контролю.

Використання на варіанті Хармоні – 8 г/га + Базагран – 1,75 л/га, через 3–4 дня протизлакового препарату – Міура – 0,6 л/га сприяло зменшенню загальної забур'яненості посівів на 87 % через місяць після внесення гербіцидів. Загибель двосім'ядольних бур'янів становила 83 %. Загальна маса бур'янів перед збиранням врожаю зменшилась на 91 % порівняно з контролем і становила 62 г/м<sup>2</sup> (табл. 1).

Важливими представниками хімічного класу імідазоліни є препарати на основі діючої речовини імазетапір – гербіцид Фабіан. Механізм дії імазетапіру полягає в пригніченні ферменту ацетолактат синтази ALS, який контролює синтез амінокислот. Поглинається як кореневою системою, так і листовою поверхнею, тобто характеризується комплексною дією. За потрапляння в рослину вже через годину накопичується в точках росту. Візуальні ознаки дії імазетапіру на рослину бур'яну – хлороз мо-



\*Примітка: назви варіантів дослідів представлені у таблиці 1.

**Рис. 1. Урожайність сої залежно від внесених післясходових гербіцидів, т/га, (2017 – 2019 рр.)**

лодих листків, карликовість та відмирання рослин.

Комбінований препарат Фабіан (імазетапір + хлоримурон – етил) за норми витрати 0,1 л/га обумовлював загибель бур'янів усіх видів на 67 %, а сира маса перед збиранням була меншою на 71 %. Водночас рослини бур'янів, які перебували у фазі 4-5 листків виявили певну «фазову» резистентність – тобто гинули не повністю.

Варіант із додавання до Фабіану грамініциду Міура (0,5 л/га), спектр дії такої композиції розширювався, зумовлюючи зменшення загального рівня бур'янів на 88 %, а сира маса їхня знижувалася на 87 % і становила 99 г/м<sup>2</sup>.

У варіанті Хармоні (6 г/га) + Базагран (2,0 л/га) бур'яни знижувалися на 50 % через місяць після внесення, а їхня сира маса в кінці вегетації зменшувалася на 76 % порівняно з контролем.

Спектр дії як на злакові, так і дводольні бур'яни значно розширювався за використання суміші Хармоні (6 г/га) + Міура (0,4 л/га). На цих ділянках ефективно пригнічувались як злакові, так і широколисті види, що зумовило зменшення загального рівня забур'яненості на 82-89 %.

Перспективною виявилася гербіцидна суміш на основі компонентів, які мають різний механізм дії та спектр впливу на бур'яни. Це суміш Базагран (1,75 л/га) з Міурою (0,5 л/га). Механізм її дії полягає в пригніченні процесу фотосинтезу. До Базаграну (діюча речовина, бентазон, 480 г/л) чутливі більшість малорічних дводольних бур'янів. Міура належить до групи грамініцидів, які контролюють лише злакові однорічні та багаторічні види. Загибель бур'янів становила 80 %, а їх сира маса зменшувалася на 89 % порівняно з контролем.

Селективність гербіцидів та їх сумішей до рослин сої у більшості варіантів була високою. Зрідження густоти сходів культурних рослин та пригнічення початкового росту і їх розвитку не спостерігалось.

Найважливішими показниками ефективності освоєння культурними рослинами вільних ніш агроценозу поля є їхні біометричні характеристики та власне рівень продуктивності.

Рівень забур'яненості посівів, сорт, гідротермічний ресурс регіону впливають на процес росту і розвитку рослин сої та формування її продуктивності. Негативний вплив бур'янової рослинності на ріст та розвиток культури має різносторонній характер, але основна шкода від засміченості посівів полягає в суттєвому зниженні урожайності та погіршенні якості продукції (Брукхаль Ф. Й. & Красюк Л. М., 2010; Міленко О. Н., 2015).

Аналіз результатів обліку урожайних даних показує, що використання окремих препаратів у порівнянні з їх сумішками, в меншій мірі сприяло росту урожайності культури (рис. 1).

Вплив гербіцидів на продуктивність сої знаходиться в прямій залежності від спектру контрольованих ними бур'янів та характеру забур'яненості посівів. Коли переважали малорічні двосім'ядольні бур'яни (лобода біла, щириця звичайна, ромашка непахуча та інші) гербіцидна активність міури була низькою. Шкідлива дія бур'янів, що залишалися в посівах, на рослини сої посилювалась.

Знищуючи лише широколисті бур'яни й не впливаючи на злакові, гербіциди Базагран – 2,0 л/га й Хармоні – 8 г/га забезпечували збільшення зборів урожаїв на 0,79 і 0,93 т/га порівняно з варіантами, на яких бур'яни не знищувались. Застосування гербіциду

Фабіану – 0,1 л/га прибавка урожаю сої становила 0,83 т/га порівняно з ділянкою без використання гербіциду.

Суміші гербіцидів, максимально зменшували конкурентний тиск з боку бур'янів на культуру, тому продуктивність рослин сої зростала. Використання бакової суміші Фабіан з Міурою дало змогу зібрати 2,25 т/га зерна сої.

Застосування бакової суміші Базагран з Міурою забезпечувало значні прибавки врожаю – внесення 1,75 л/га Базаграну з 0,5 л/га Міура сприяло збільшення урожайності на 0,97 т/га в порівнянні з контролем без гербіцидів.

Вивчення дії сумішей Хармоні – 8 г/га + Базагран – 1,5 л/га з Міурою – 0,6 л/га показало, що збільшення норми витрати протизлакового препарату зумовило значне підвищення продуктивності сої. Варіант забезпечив прибавку врожаю 1,04 т/га в порівнянні з контролем, де бур'яни не знищувались. Максимальний збір врожаю – 2,45 т/га забезпечило застосування суміші Хармоні – 3 г/га + ПАР Тренд – 0,2 л/га + Базагран – 1,5 л/га через 8-10 днів Хармоні – 5 г/га й Міура – 0,4 л/га. Порівнюючи урожайні дані з контролем, за якого проводились ручні прополювання та бур'яни були відсутні це свідчить, що урожайність сої в гербіцидних варіантах була нижчою. Соя чутлива до присутності бур'янів у посівах, і навіть за низької забур'яненості зменшуються збори її врожаю. До моменту внесення гербіцидів бур'яни, що з'явилися раніше за сходи сої, негативно позначилося на росту та розвитку, обумовивши зменшення продуктивності.

### **Висновки і перспективи.**

Посіви сої в роки досліджень мали змішаний тип забур'яненості за переважання однорічних злакових

бур'янів, а саме: 73–89 % від загальної кількості. Серед злаків домінував мишій сизий (*Setaria glauca* (L.) P. Beauv.), а двосім'ядольних – лобода біла (*Chenopodium album* L.), галінсога дрібноквіткова (*Galinsoga parviflora* Cav.), щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.).

Суміші гербіцидів на основі компонентів, які володіють різним механізмом дії, забезпечували зниження загального рівня забур'яненості на 82–89 %, що зумовлювало збереження врожаю в межах 0,57–1,11 т/га. Застосування післясходових гербіцидів та їхніх сумішок дає можливість враховувати фактичну (актуальну) забур'яненість посівів та економічні пороги шкідливості бур'янів. За змішаного типу забур'яненості необхідно використовувати одну із сумішок: Хармоні – 3 г/га + Базагран – 1,5 л/га через 8-10 днів Хармоні – 5 г/га + Міура – 0,4 л/га; Базагран – 1,75 л/га + Міура – 0,5 л/га. Якщо переважають двосім'ядольні, доцільно вносити: Хармоні – 8 г/га + Базагран – 1,5 л/га + Міура – 0,6 л/га; Фабіан – 0,08 л/га + Міура – 0,5 л/га; Базагран – 1,75 л/га + Міура – 0,5 л/га.

### **References**

1. Adamen F. F., Sychkar V. Y., Pysmenov V. N., Sherstobytov V. V. (2003). Soia: promyshlennaia pererabotka, kormovye dobavky, produkty pytanyia [Soybean: industrial processing, feed additives, food]. Nora-prynt, 476 [in Ukrainian].
2. Altukhova T. V., Ponomaruv H.V., Hunevskiy N. K. (2004). Herbytsydy v posevakh soy. [Herbicides in soybeans]. Zashchyta y karantyn rastenyi, 5, 36-37 [in Ukrainian].
3. Babych A. O. (1998). Soia dlia zdorovia i zhyttia na planeti Zemlia [Soy for health and life on Earth]. Ahrarna nauka, 271 [in Ukrainian].

4. Brukhal F. Y. Krasiuk L. M. (2010). Efektyvnist ahrotekhnichnykh i khimichnykh zakhodiv za kontroliuvannya chyselnosti burianiv u posivakh soi. [Effectiveness of agronomic and chemical measures for weed control in soybean crops]. *Karantyn i zakhyst roslyn*, 3, 10-11 [in Ukrainian].
5. Hutianskyi R. A., Zusa V. S. (2008). Эфектывност почвенных гербытсидов в посевах сои. [The effectiveness of soil herbicides in soybean crops]. *Zashchyta y karantyn rastenyi*, 3, 36-37 [in Ukrainian].
6. Hutianskyi R. A., Lysun H. M., Dolia S. M. (2012). Porivniannia pisllyaskhodovykh herbitydiv shyrokooho spektru dii v posivakh soi. [Comparison of post-emergence herbicides with a broad spectrum of action in soybean crops]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN*, 17, 92-97 [in Ukrainian].
7. Hutianskyi R. A. (2018). Diia hruntovykh herbitydiv na noduliuvalnu zdattist ta inshi umovy formuvannya urozhainosti soi. Silskohospodarska mikrobiolohiia. [The effect of soil herbicides on the nodulating ability and other conditions of soybean yield formation]. 27, 24-30 [in Ukrainian].
8. Ivashchenko O. O. (2000). Priorytetni napriamy doslidzhen z problem suchasnoi herbolohii. Osoblyvosti zaburianennia posiviv i zakhyst vid burianiv u suchasnykh umovakh (materialy konferentsii) [Peculiarities of the burial of donations and the hijacker of the burials from the lucky minds]. 3-7 [in Ukrainian].
9. Milenko O. H. (2015). Vplyv ahroekologichnykh faktoriv na vrozhainist soi. [Influence of agroecological factors on soybean yield]. *Molodyi vchenyi*, 6 (21). Chastyna 1, 52-54 [in Ukrainian].
10. Nahornyi V. (2012). Soia proty burianiv. [Soybeans against weeds]. *Farmer*, 1, 42-44 [in Ukrainian].
11. Ohurtsov Ye. M. (2008). Soia u Skhidnomu Lisostepu Ukrainy. [Soybeans in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine]. monohrafiia. Za red. M. A. Bobro. Kh. : Kharkivskiy natsionalnyi ahrranyi universytet im. V. V. Dokuchaieva, 270 [in Ukrainian].
12. Padiukhyn K. P. (1996). Drobnoe vnesenye herbitydiv. [Fractions herbicide application]. *Zashchyta y karantyn rastenyi*. 3, 27 [in Ukrainian].
13. Remeniuk S., Riznyk V. (2017). Zakhyst soi vid burianiv. [Protect soybeans from weeds]. *Propozytsiia*, 6, 106-108 [in Ukrainian].
14. Tsekhmeistruk N. H., Sheliakyn V. A., Hutianskyi R. A. y dr. (2017). Soia v sevooborote. [Soybean in crop rotation]. Mauritius : LAP LAMBERT Academic Publishing, 81 [in Ukrainian].
15. Zadorozhnyi V. S., Karasevych V.A., Movchan I. V., Kolodii S. V. (2014). Kontroliuvannya burianiv u posivakh soi v pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy. [Weed control in soybean crops in the right-bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovnykh buriakiiv*. 20, 25-31 [in Ukrainian].
16. Zhrebko V. M. (2006). Efektyvni zakhody khimichnoho zakhystu posiviv soi vid burianiv u Lisostepu Ukrainy. [Effective measures of chemical protection of soybean crops from weeds in the Forest-Steppe of Ukraine]. *Tavriskyi naukovi visnyk*, 52, 92-97 [in Ukrainian].

---

**O. A. Tsyuk, D. I. Marchenko (2020). EFEKTYVNIST' PISLYASKHODOVYKH HERBITSYDIV U POSIVAKH SOYI . PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(4): 43–51.**  
<https://doi.org/10.31548/agr2020.04.043>

**Abstract.** The article presents the results of studies on the effect of post-emergence herbicides and their tank compositions on soybean weeds. It was found that the use of Miura allowed to reduce the level of total weediness of crops, at the time of harvest by – 75 78 %, the raw

weight of weeds – by 19– 46 %. It is established that the use of the tank mixture Harmony – 3 g/ha + surfactant Trend 0,2 l/ha + Bazagran – 1.5 l/ha, after 8-10 days Harmony – 5 g/ha and the use of anti-cereal drug Miura – 0,4 l/ha. With the introduction of such a tank mix, the death of dicotyledonous species a month after application reached 93 %, and the death of cereal weeds was – 84 %. The weight of those weeds that remained in the agroecosystem was 52 g/m<sup>2</sup>, which is 87 % less than the control. The use of Harmony – 8 g/ha + Bazagran – 1.75 l/ha and the anti-cereal product – Miura – 0,6 l/ha helped to reduce the total weediness of crops by 86 % a month after the application of herbicides. The death rate of dicotyledonous weeds was 83 %. The total weight of weeds before harvest decreased by 91 % compared to the control and was 62 g/m<sup>2</sup>.

The maximum soybean harvest – 2,45 t/ha provided the use of a mixture of Harmony – 3 g/ha + surfactant Trend – 0.2 l/ha and Miura – 0.4 l/ha. Comparing yield were absent, this indicates that soybean yields in herbicide variants were lower.

The studies herbicides and their compositions showed high selectivity to soybean plants. By reducing the level of weeding, they contributed to an increase in yield by 0,57–1,11 t/ha. Under conditions of mixed weeding, the following mixtures of post-emergence herbicides were the best: Harmony – 3 g/ha + Bazagran – 1,5 l/ha in 8-10 days Harmony – 5 g/ha and Miura – 0,4 l/ha; Harmony – 8 g/ha + Bazagran – 1,5 l/ha and Miura – 0,6 l/ha.

**Keywords:** soybeans, weeds, herbicides, yield, weed harmfulness.

---

## ОЦІНКА ПРОСТОРОВОЇ МІНЛИВОСТІ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО ЗА ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

**С. О. СИЧЕВСЬКИЙ**, аспірант\* кафедри ґрунтознавства та охорони родючості ґрунтів ім. проф. М. К. Шукли,

**О. Л. ТОНХА**, доктор с.-г. наук, професор кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. проф. М. К. Шукли  
E-mail: [oksana16095@gmail.com](mailto:oksana16095@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0677-5494>

**О. В. ПІКОВСЬКА**, кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. проф. М. К. Шукли

E-mail: [pikovska\\_olena@ukr.net](mailto:pikovska_olena@ukr.net)

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5052-9223>

Національний університет біоресурсів та природокористування України

**Анотація.** На дослідних полях ТОВ “Лотівка Еліт” Шепетівського району Хмельницької області проведена оцінка просторової неоднорідності показників фізико-хімічних властивостей чорнозему опідзоленого. Статистичний аналіз даних проведено за такими показниками: число спостережень ( $n$ ); середнє значення ( $X_{av}$ ); стандартне відхилення ( $S$ ); коефіцієнт варіації ( $Cv$ ); абсолютна помилка середнього ( $SX_{av}$ ). Аналіз імовірності природи вмісту гумусу виконано за індексом вмісту гумусу – відношенням фактичного вмісту гумусу в контрольній точці до середнього арифметичного.

Виявлено, що ймовірність прояву середніх (типових) значень вмісту гумусу на досліджуваному об’єкті не перевищує 50 %, відхилення ймовірностей від середнього рівня вмісту гумусу в бік зниження не перевищують 40 % територіального поширення. Просторова мінливість вмісту гумусу й рухомого кальцію середня,  $Cv$  складає 19–23 % (10 більше  $Cv$  менше 25). Статистичний параметр вмісту кальцію в шарі ґрунту 0–30 см у середньому –  $252,4 \pm 10,0$ , максимальний –  $350,0 \pm 9,11$  мг/100 г ґрунту. Загалом на території поля переважають ґрунти з умістом рухомого кальцію 240,0–290,0 мг/100 г ґрунту. Активна кислотність характеризувалася слабкою варіабельністю, середній показник складав  $6,5 \pm 0,3$ , максимальний –  $7,3 \pm 0,2$  одиниць рН. Урожайність пшениці озимої мала слабкий ступінь мінливості із середнім показником  $87,4 \pm 4,3$  ц/га.

\* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор О. Л. Тонха.

**Ключові слова:** просторова неоднорідність ґрунтового вкриття, варіабельність, чорнозем опідзолений, фізико-хімічні показники.

Точне землеробство розглядається як сукупність технологічних прийомів, що забезпечують диференціювану обробку певних ділянок поля з урахуванням його неоднорідності за показниками родючості, поширенню шкідників, хвороб і бур'янів для економічно ефективного та екологічно обґрунтованого землекористування (Шпаар Д. Я., Захаренко В. В., Якушев В. В., 2009; Якушев В. В., 2016; Важенін І. Г., 1963). Переважну частину ґрунтів не можна назвати однорідними як за ґрунтовими властивостями, так за показниками родючості. Причинами є природна неоднорідність ґрунтового покриву орних територій, а також антропогенна – нерівномірність обробітку і внесення добрив, особливості сівозміни та ін. Для впровадження точного землеробства (Медведев, 2010, Якушев В.В. 2016) необхідно описати закономірності просторових змін агрохімічних властивостей ґрунтів і показників урожайності на рівні певного виробничого поля. Для їхнього розв'язку застосовуються підходи на основі геостатистики.

Уміст гумусу і фізико-хімічні показники є одними з найважливіших для оцінювання стану ґрунту і його змін, прогнозування деградації. Важливість оцінювання вмісту гумусу (SOC) визначає його роль у формуванні та відтворенні родючості і продуктивності ґрунту (Шпаар, Захаренко, Якушев, 2009; Якушев, 2016; Kravchenko et al., 2005). Медведевим В. В. (2010) віднесено гумус до «індукційного показнику варіювання ґрунтових властивостей», тобто до

ознак, зміна яких впливає на характер варіювання динамічних показників. Варіабельність у просторі параметрів вмісту гумусу багато дослідників розглядають як критерій оцінки змін гумусованості ґрунтів певної території в часі. Однак, сукупність факторів, що впливають на цю варіабельність, згідно з висновками широкого кола дослідників, є настільки ж різноманітною, наскільки різноманітними є напрями досліджень і розмір досліджуваного простору, а також природні умови, характер використання земель та інтенсивність антропогенного навантаження. Найвищі коефіцієнти варіації за вмістом гумусу відмічають саме для верхнього шару ґрунту (Mishra, Riley, 2012).

Дослідники з Індії зазначали, що коефіцієнт просторової варіації SOC, порівняно з іншими властивостями, є середнім –  $C_v = 21\text{--}41\%$ , тоді як  $C_v$  рН =  $2\text{--}12\%$ , а  $C_v$  доступного фосфору –  $39\text{--}157\%$  (Martin et al., 2010).

Запаси органічного вуглецю пов'язують із такими властивостями ґрунту: вміст мулу (Vos et al., 2017), електропровідність (Batjes, Sombroek, 1997), фізичні характеристики (Медведев, 2010), серед яких найбільш важливими для деяких регіонів вважають щільність будови, водоутримувальну здатність (Batjes, Sombroek, 1997), а також агрохімічними показниками (Витковская, Изосимова, Лекомцев, 2010; Tonkha O.L. et al., 2018). Неоднорідність вмісту гумусу низька, показники коливаються в межах  $2,40\text{--}3,65\%$  (рівень забезпеченості — середній та підви-

щений). Реакція ґрунтового середовища на досліджуваних полях господарства варіює в межах 6,2–8,5 (від нейтральної до лужної). Цуркан О.І. вказує, що висока варіабельність є наслідком не лише різнонаправленої дії природних, але й антропогенних чинників. Нерівномірність внесення добрив і меліорантів, обробіток ґрунту посилює варіабельність агрохімічних властивостей чорноземів. Причини цього в недосконалої технології і техніки виконання агротехнічних робіт (Цуркан, 2012).

Тому метою роботи було дослідження просторової неоднорідності фізико-хімічних показників орного шару чорнозему опідзоленого за допомогою геостатистических методів.

### **Матеріали та методи досліджень.**

Дослідження проводили впродовж 2014–2016 рр. на дослідних полях ТОВ “Лотівка Еліт”. Земельна ділянка знаходилась у північній частині Шепетівського району, у північно-західній частині Правобережного Лісостепу, що відноситься до північного агрокліматичного району області. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений середньосуглинковий на лесі. Зразки ґрунту відбиралися з 0-30 см шару ґрунту з контрольних точок згідно з ISO 10381-2. Підготовка до хімічного аналізу здійснювалася згідно з ДСТУ ISO 11464-2001. Уміст загального гумусу – за методом Тюріна в модифікації Сімакова (ДСТУ 4289 : 2004), обмінний кальцій та активну кислотність аналізували згідно ДСТУ 4362 : 2004, уміст фізичної глини визначали за методом піпетки в модифікації Н. А. Качинського (ДСТУ

4730:2007). Збір урожаю здійснювався промисловими комбайнами, обладнаними системами картографування урожайності. Дані оброблялися методом дисперсійного аналізу за Б. О. Доспеховим та з використанням комп’ютерних програм Microsoft Excel®, Statistica®, FarmWorks®. Статистичний аналіз вибраних даних проведено за такими показниками: число спостережень ( $n$ ); середнє значення ( $X_{av}$ ); дисперсія ( $S_2$ ); стандартне відхилення ( $S$ ); помилка середнього ( $X$ ), коефіцієнт варіації ( $C_v$ ); абсолютна помилка середнього ( $SX_{av}$ ); медіана ( $M$ ); нижній кватиль ( $Nk$ ), верхній кватиль ( $Dk$ ).

### **Результати досліджень та їх обговорення.**

Інтегральним показником потенційної родючості чорноземних ґрунтів, які є одним із багатств України, вважається органічна речовина ґрунту (Балаєв, Піковська, Тонха, 2019). Збільшення інтенсивності використання чорноземних ґрунтів і порушення принципів раціонального їхнього використання призводять до втрати гумусу і зміни його якісного складу. Встановлено, що вилучення нетоварної частки врожаю, інтенсивний обробіток ґрунту впливає на співвідношення процесів мінералізації й гуміфікації органічної речовини чорноземів (Піковська, Вітвіцька, 2016). Гумус впливає на інші фізико-хімічні та агрохімічні властивості чорноземів опідзолених, у тому числі на суму обмінних катіонів та смість катіонного обміну, буферність ґрунту, а також на вміст елементів живлення. Між цими показниками є кореляційні зв’язки. У результаті проведених досліджень нами було встановлено

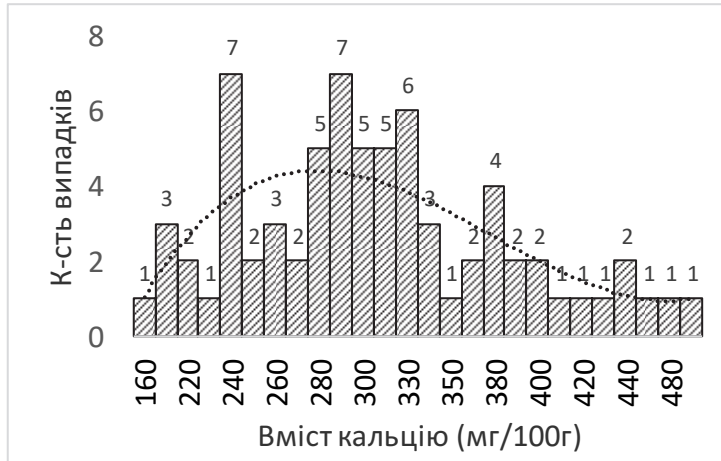


Рис. 1. Розподіл зразків ґрунту за вмістом кальцію

кількість випадків з однаковим вмістом кальцію (рис.1), вмістом гумусу (рис. 2), активною кислотністю (рис. 3), фізичною глиною (рис. 4).

Уміст рухомого кальцію змінювався від 160 до 480 мг/100 г ґрунту, найбільша кількість випадків (7) була у зразках з вмістом 240 і 290 мг/100 г ґрунту.

Уміст гумусу на досліджуваному полі коливався в широкому діапазоні від 1,5 до 5,7%, водночас найбільша кількість випадків (9) відмічена за вмісту гумусу 3,0%. Отже, даний факт

свідчить про виражену просторову неоднорідність ґрунтового покриття.

Реакція середовища також варіювала в широкому спектрі і складала від 5,9 (слабокисла) до 8,3 (середньолужна). За показником рН більша частина поля була мала близьку до нейтральної реакцію ґрунтового середовища – 6,4.

Уміст фізичної глини змінювався від 35 до 53 %, тобто за класифікацією Н. А. Качинського змінювався від середньосуглинкового до важко-

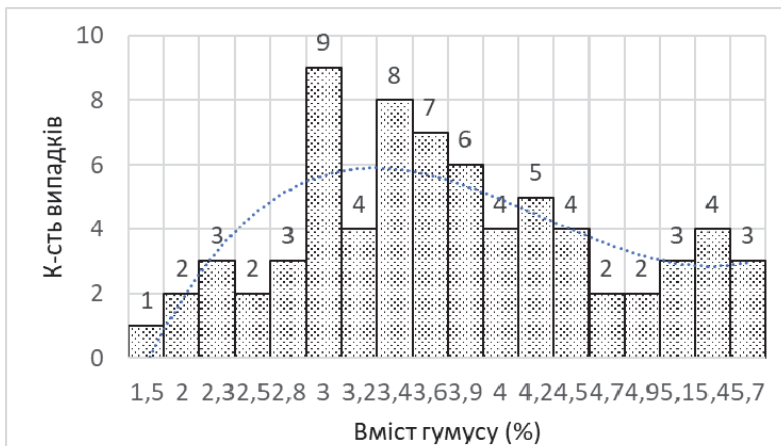


Рис. 2. Розподіл зразків ґрунту за вмістом гумусу

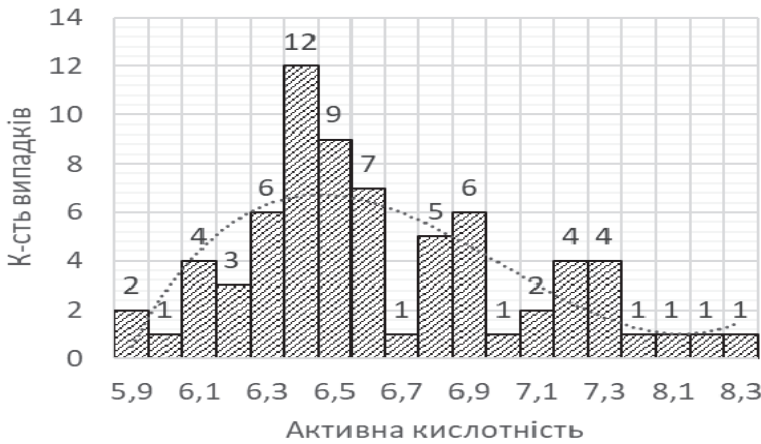


Рис. 3. Розподіл зразків ґрунту за рН водним

суглинкового. Найбільша кількість випадків (16) віднесена середньосуглинкового гранулометричного складу з умістом фізичної глини 41 %.

Для встановлення однорідності або неоднорідності фізико-хімічних показників ґрунтів Б. Г. Розанов (2004) запропонував використовувати коефіцієнт варіації. Якщо він складає більше 25 %, тоді неоднорідність гарантована, за значення 25–15 % – середня неоднорідність, 15–5 % – сумнівна, менш 5 – відсутня. На нашу думку, даний метод простий у

використанні та його доцільно використовувати під час поділу поля за неоднорідністю та впровадження точного землеробства.

Статистичний аналіз фізико-хімічних показників чорнозему опідзоленого наведений у таблиці 1. Чорнозем опідзолений досліджуваної ділянки характеризувався середньою неоднорідністю вмістом загального гумусу (23 %) і рухомого кальцію (19 %). Коефіцієнт варіації решти показників був меншим за 10 %, що вказує на сумнівну варіацію.

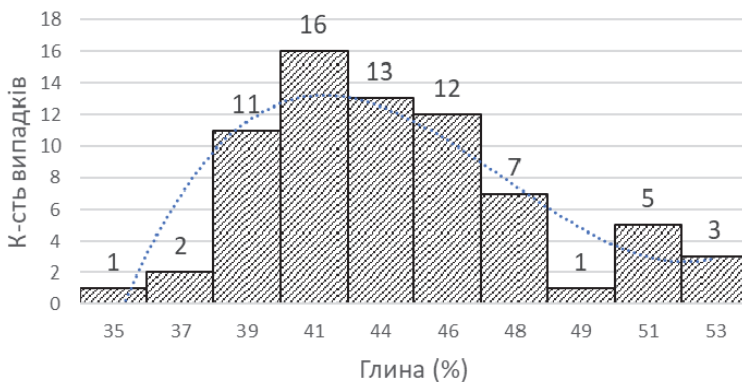


Рис. 4. Розподіл зразків ґрунту за вмістом фізичної глини

### 1. Статистичний аналіз фізико-хімічних показників й урожайності пшениці озимої

Показник	n	Xсеп	S	X	Cv	Min	Nk	M	Dk	Max
Вміст гумусу (%)	25	3,4	0,8	0,16	23	1,5	3,0	3,4	3,9	5,2
Фізична глина (%)	25	41,3	3,4	0,7	8	34,5	39,1	41,4	43,7	49
Вміст кальцію (мг/100 г ґрунту)	25	252,4	50,1	10,0	19	160	240,0	250,0	290,0	350
Активна кислотність, рН Н <sub>2</sub> О	25	6,5	0,3	0,1	4	6	6,3	6,4	6,6	7,3
Урожайність пшениці озимої, ц/га	25	87,4	4,3	0,9	5	78,3	83,8	87,5	91,0	94,8

Мінливість вмісту гумусу була середньою,  $C_v = 23\%$  ( $10 < C_v < 25$ ). Статистичний параметр умісту гумусу в шарі ґрунту 0-30 см у середньому складав  $3,440 \pm 0,80$ , максимальний –  $5,213 \pm 0,061\%$ . Загалом на території поля переважають ґрунти з умістом гумусу 3,0–3,9%.

Мінливість умісту рухомого кальцію середня,  $C_v = 19\%$  ( $10 < C_v < 25$ ). Статистичний параметр умісту кальцію в шарі ґрунту 0–30 см у середньому –  $252,4 \pm 10,0$ , максимальний –  $350,0 \pm 9,11$  мг/100 г ґрунту. Переважають ґрунти з умістом рухомого кальцію 240,0-290,0 мг/100 г ґрунту.

Активна кислотність характеризувалась слабкою варіабельністю,

середній показник складав  $6,5 \pm 0,3$ , максимальний –  $7,3 \pm 0,2$  одиниць рН. Переважали ґрунти з реакцією ґрунтового середовища 6,3–6,4 одиниць рН.

Урожайність пшениці озимої мала слабкий ступінь мінливості із середнім показником  $87,4 \pm 4,3$  ц/га.

Аналіз ймовірності природи вмісту гумусу виконано за індексом умісту гумусу – відношенням фактичного вмісту гумусу в контрольній точці до середнього арифметичного у варіаційному ряду (рис. 5).

Виявлено, що ймовірність прояву значень умісту гумусу на досліджуваному об'єкті із середнім (типовим) значенням не перевищує 50%. Водночас відхилення ймовірностей від

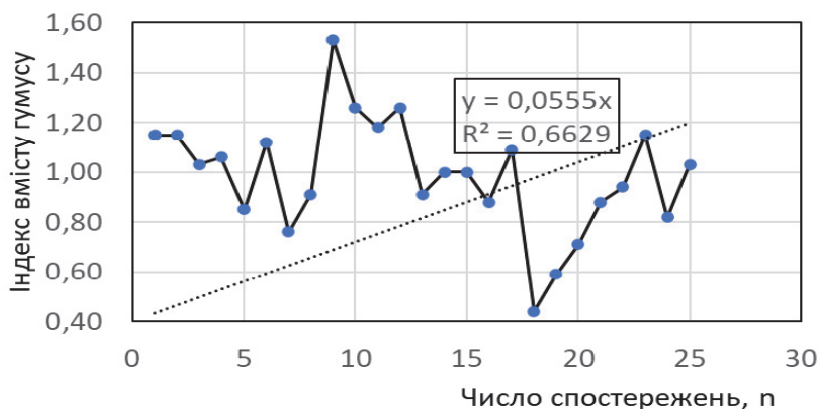


Рис. 5. Розподіл індексу вмісту гумусу територією поля

середнього рівня гумусу в бік зниження не перевищують 44 % територіального поширення.

### Висновки і перспективи.

У результаті проведених досліджень на дослідних полях ТОВ «Лотівка Еліт» Хмельницької області встановлено розподіл показників фізико-хімічних властивостей ґрунтів. Ймовірність прояву середніх значень вмісту гумусу не перевищує 50 %. Просторова мінливість вмісту гумусу й рухомого кальцію середня,  $C_v$  складає 19–23 % (10 більше  $C_v$  менше 25). На території поля переважають ґрунти з умістом рухомого кальцію 240,0–290,0 мг/100 г ґрунту. Активна кислотність характеризувалася слабкою варіабельністю. Урожайність пшениці озимої мала слабкий ступінь мінливості із середнім показником  $87,4 \pm 4,3$  ц/га.

Отже, на досліджуваній ділянці чорнозему опідзоленого за коефіцієнтом варіації фізико-хімічних показників, які становили 19–23 %, доцільно застосувати диференційне внесення добрив.

### References

1. Shpaar D. Ya., V. V. Zakharenko, V. V. Yakushev (2009) *Tochnoye sel'skoye khozyaystvo* [Precision Agriculture]. 234.
2. Yakushev V.V. (2016) *Tochnoye zemledeliye: Teoriya i praktika*. [Precision farming: theory and practice]. SpB: FGBNU AFU, 364.
3. Vazhenin I. G. (1963) *Primeneniye metoda variatsionnoy statistiki v pochvenno-agrokhimicheskikh issledovaniyakh*. [Application of the method of variation statistics in soil-agrochemical research]. *Pochvovedeniye*. № 2. P. 83–89.
4. Medvedev V. V. (2010) *Neodnorodnost' kak zakonomernoye proyavleniye gorizonttal'noy struktury pochvennogo pokrova*. [Heterogeneity as a natural manifestation of the horizontal structure of the soil cover]. *Gruntovoznavstvo*. 2010. T. 11. № 1–2. P. 6–15.
5. Martin D., Lal T., Sachdev C. B., Sharma J.P. (2010) *Soil organic carbon storage changes with climate change, landform and land use conditions in Garhwal hills of the Indian Himalayan mountains*. *Agr Ecosyst Environ*. № 138. P. 64–73.
6. Vos C., Don A., Hobbey E. [et al.] (2017) *Drivers for spatial variability in agricultural soil organic carbon stocks in Germany*. *Geophysical Research*. 2017. Vol. 19, P. 1150–1158.
7. Batjes N.H., Sombroek W.G. (1997) *Possibilities for carbon sequestration in tropical and subtropical soils*. *Global Change Biology*. № 3. P. 161–173.
8. Mishra U., Riley W.J. (2012) *Alaskan soil carbon stocks: spatial variability and dependence on environmental factors*. *Biogeosciences*. № 9, 3637–3645. DOI: 10.5194/bg-9-3637-2012.
9. Kravchenko A.N., Robertson G.P., Snap S.S., Smucker A.J.M. (2005) *Using information about spatial variability to improve estimates of total soil carbon* / *Agronomy Journal*. Vol. 98, № 3, P. 823–829.
10. Vitkovskaya S.Ye., Izosimova A.A., Lekomtsev P.V. (2010) *Otsenka prostranstvennoy neodnorodnosti agrokhimicheskikh parametrov pochvy v predelakh delyanki polevogo opyta s assessment of the spatial heterogeneity of soil agrochemical parameters within the plot of the field experiment*. *Agrokhimiya*. № 3. S. 75–82.
11. Tonkha O.L., Sychevskiy S.O., Pikovskaya O.V., Kovalenko V.P. (2018) *Modern approach in farming based on estimation of soil properties variability* / 12th International Conference on Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, 68–74.
12. Tsurkan O. I. (2012) *Prostorova neodnorodnist' ahrokhimichnykh vlastyvostey hruntiv v mezhakh terytoriyi Nyzhn'odnistrov's'koyi zroshuvall'noyi systemy*. [Spatial hetero-

- geneity of agrochemical properties of soils within the Lower Dniester irrigation system]. *Visnyk Odes'koho natsional'noho universytetu*. Seriya : Heohrafichni ta heolohichni nauky. T. 17, Vyp. 2. P. 79-83
13. Rozanov B.G. (2004) *Morfologiya pochv*. [Soil morphology] M.: MGU, «Akademicheskiiy proyekt», 2004. 432.
14. Balaev, A., Pikovska, O., & Tonkha, O. (2019). Vmist humusu ta labil'nykh orhanichnykh rechovyn za riznoho vykorystannya chornozemu typovoho [Content of humus and labile organic substances with different use of typical chernozem] *Naukovyy zhurnal «Roslynnnytstvo ta ґрунтознавство»*, (286), 173-179. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Agronomija/article/view/10851>
15. Pikovska O. V, Vitvitska O. I. (2016) Vplyv zas-tosuvannya solomy na pokaznyky rodyuchosti chornozemu typovoho. [Influence of straw application on fertility indexes of typical chernozem]. *Naukovyy visnyk Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy*. Seriya : Ahronomiya. 2016. Vyp. 235. S. 160-166. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau\\_agr\\_2016\\_235\\_21](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_agr_2016_235_21)
- 

**S. O. Sychevskyy, O. L. Tonkha, O. V. Pikovska (2020). EVALUATION OF SPATIAL VARIABILITY OF PHYSICO-CHEMICAL INDICATORS OF CHERNOZEM PODZOLIC WITH THE USING OF PRECISE AGRICULTURE TECHNOLOGIES.**

*PLANT AND SOIL SCIENCE*, 11(4): 52–59. <https://doi.org/10.31548/agr2020.04.052>

**Abstract.** *On the experimental fields of “Lotivka Elite” LLC of Shepetivka district of Khmelnytsky region the estimation of spatial heterogeneity of indicators of physical and chemical properties of chernozem podzolic was carried out. Statistical analysis of the data was performed on the following indicators: number of observations ( $n$ ); average value ( $X_{av}$ ); standard deviation ( $S$ ); coefficient of variation ( $C_v$ ); absolute error of the mean ( $SX_{av}$ ). The analysis of the probability of the nature of the humus content was performed according to the humus content index - the ratio of the actual humus content at the control point to the arithmetic mean. It is revealed that the probability of manifestation of average (typical) values of humus content at the studied object does not exceed 50%, deviations of probabilities from the average level of humus content in the direction of decrease do not exceed 40% of territorial distribution. Spatial variability of humus and mobile calcium content is average,  $C_v$  is 19–23% (10 more  $C_v$  less than 25). Statistical parameter of calcium content in the soil layer 0-30 cm on average –  $252.4 \pm 10.0$ , maximum -  $350.0 \pm 9.11$  mg / 100 g of soil. In general, the field is dominated by soils with a content of mobile calcium 240.0-290.0 mg / 100 g of soil. Active acidity was characterized by low variability, the average was  $6.5 \pm 0.3$ , the maximum -  $7.3 \pm 0.2$  pH units. The yield of winter wheat had a low degree of variability with an average of  $87.4 \pm 4.3$  c / ha.*

**Keywords:** *spatial inhomogeneity of soil cover, variability, podzolic chernozem, physicochemical parameters.*

---

## ВПЛИВ СИСТЕМАТИЧНОГО УДОБРЕННЯ НА РОДЮЧІСТЬ СІРОГО ЛІСОВОГО ҐРУНТУ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

**О. А. ЛІТВИНОВА**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О.І. Душечкіна  
<http://orcid.org/0000-0002-0962-8406>  
E-mail: [litvinova19@ukr.net](mailto:litvinova19@ukr.net)

Національний університет біоресурсів і природокористування України  
**С. Е. ДЕГОДЮК**, доктор с.-г. наук, зав. відділу агрохімії  
ННЦ «Інститут землеробства НААН»

**Анотація.** У статті наведено результати досліджень систематичного застосування органічних і мінеральних добрив на параметри родючості сірого лісового ґрунту та формування продуктивності пшениці озимої. Встановлено, що в п'ятипільній польовій сівозміні спостерігається формування ґрунтових фонів із різними фізико-хімічними властивостями. Внесення підстилкового гною в дозі 60 т/га на фоні помірних норм добрив ( $N_{50-100}P_{30-60}K_{50-100}$ ) сприяло нейтралізації ґрунтового розчину до значень слабкокислої реакції (рН сол. – 5,1), тоді як за відсутності гною (мінеральна система удобрення) показник рН сол. і далі залишався у межах кислої реакції.

Найефективнішою щодо гумусного режиму ґрунту, виявилась органо-мінеральна система удобрення (12 т/га гною +  $N_{100}P_{60}K_{100}$ ) й органічна (12 т/га гною на 1 га сівозмінної площі) відповідно вміст загального гумусу становив – 1,30 % і 1,32 % що у відсотковому відношенні на 18 % і 20 % вище порівняно з варіантом без внесення добрив – 1,10 %.

Оптимізацію показників поживного режиму (рухомих форм фосфору й калію) ґрунту на кінець ротації забезпечила органо-мінеральна система удобрення ( $N_{100}P_{60}K_{100}$  на фоні 60 т/га гною). Визначено чітку тенденцію до підвищення (на 27 мг/кг ґрунту) вмісту рухомого калію, що компенсує постійний його дефіцит у ґрунті, та підвищення на 38 % рухомого фосфору.

Найвищу продуктивність пшениці озимої (5,45 т/га) забезпечила органо-мінеральна системи удобрення (60 т/га гною +  $N_{100}P_{60}K_{100}$ ), що на 78 % перевищує контроль (без добрив), за цих умов одержано найбільший приріст білка – 0,63 т/га.

**Ключові слова:** вміст гумусу, азот, фосфор, калій, родючість ґрунту, система удобрення, урожайність, збір білка.

### **Актуальність.**

Вибір системи землеробства визначається рівнем інтенсифікації ведення господарства. Вона включає взаємодоповнюючі блоки – організаційно-інформаційний, системи машин і механізмів, а також системи обробітку ґрунту, удобрення, захисту рослин, насінництва, сортооновлення та ін.

Тому актуальним є вивчення питань раціонального, енерго- і ресурсозберігаючого застосування добрив із мінімізацією негативного впливу засобів хімізації на деградаційні процеси ґрунтового покриву земельних угідь, а також удосконалення технологій застосування традиційних і нових видів добрив, поглиблене вивчення дії агрохімікатів на потенційну родючість ґрунту, урожайність і якість сільськогосподарських культур та на зниження ризиків хімічного забруднення навколишнього природного середовища (Володин В. М., 2000; Дегодюк Е. Г., Дегодюк С. Е., 2006).

### **Аналіз останніх досліджень та публікацій.**

На сьогодні змінюються пріоритети й напрямки застосування засобів хімізації, у тому числі й погляди щодо переважного внесення підстилкового гною та мінеральних добрив. У розвинених країнах світу все більше в аграрній сфері набувають розвитку нові нетрадиційні технології, пов'язані з якісними й кількісними змінами в довкіллі (Муха В. Д. и др., 2001, Дегодюк Е. Г. та ін., 1992; Litvinova et al., 2019). Відомо, що в тій чи іншій мірі агротехнічні заходи впливають на властивості ґрунту. Зміни, які вони спричиняють, можуть бути тимчасовими, а іноді і стійкими,

особливо за тривалого використання. Що викликає необхідність постійних спостережень за змінами властивостей ґрунту, зокрема, агрофізичних, які зумовлюють водний, тепловий і поживний режими, колообіг елементів живлення, а також зміну вмісту гумусу, як найважливішого показника його родючості та агроекологічного стану (Boyko P. et al., 2019; Litvinov D. et al., 2019; Demydenko O., Zapasna Y., Velychko V., 2018). Гумус забезпечує стійкість ґрунтів до зовнішніх впливів і тим самим підтримує одну з головних функцій – їхню біогенність. Порушення екологічної рівноваги в агроландшафтах часто пов'язують із використанням саме агрохімікатів у землеробстві. Важливість визначення оптимальних доз мінеральних добрив у технологіях вирощування сільськогосподарських культур загальновідома (Umarov, 1985; Sedlár et al., 2015).

Тому, у нових умовах господарювання виникає необхідність як удосконалення традиційних систем удобрення, так і опрацювання їх нових видів, які можуть швидко реагувати на зміни ситуації на ринку (Мазур Г. А., 2008; Москаленко А.М., 2013; Полупан М. І. та ін., 2009). Варто зазначити, що збільшення збору зерна й підвищення його якості залишається основною проблемою сільськогосподарського виробництва. А підвищення якості сприяє наповненню ринку продуктами вищого ступеня корисності. Важливе й те, що підвищення якості сільськогосподарської продукції є найдієвішим чинником зростання економічної ефективності її виробництва (Єрмолаєв М. М. та ін., 2011; Литвинов Д. В. и др., 2014; *Карабач К. С.*, 2019). Тобто зростання урожайності й поліпшення якості зерна, передусім пшениці озимої, є найважливішим

завданням агропромислового виробництва. Сучасний рівень врожайності і виробництво зерна пшениці за наявних ґрунтово-кліматичних умов країни не відповідає її потенційним можливостям (Butenko A et al., 2020). Тому, особливої актуальності має вирішення всього комплексу питань, пов'язаних із забезпеченням стійкого нарощування виробництва високоякісного зерна в Україні, у т.ч. оптимізації системи живлення.

**Мета досліджень** – встановлення показників родючості сірого лісового ґрунту та продуктивності пшениці озимої залежно від агрохімічного навантаження в польовій сівозміні.

### **Матеріали та методи досліджень.**

Дослідження проводили впродовж 2016-2018 рр. у стаціонарному досліді відділу агрохімії в дослідному господарстві ДПДГ «Чабани» ННЦ «Інститут землеробства НААН» на сірому лісовому крупнопилувато легкосуглинковому ґрунті в п'ятипільній польовій сівозміні: кукурудза на зерно, ячмінь ярий, гречка, горох, пшениця озима. У вихідних ґрунтових пробах визначено: фізико-хімічні і агрохімічні показники. Середня проба ґрунту орного шару 0-20 см характеризувався такими агрохімічними показниками:  $pH_{KCL}$  – 4,8 потенціометрично; гідролітична кислотність – 1,61 мг-екв. на 100 г за Каппеном, вміст гідролізованого азоту – 50,8 мг/кг ґрунту за Корнфілдом; рухомий фосфор – 188 мг/кг ґрунту, рухомий калій – 100 мг/кг ґрунту за Чиріковим, вміст загального гумусу – 1,20 % (за Тюріним). Проведено дослідження агрономічної цінності органічних добрив – безпідстилкового гною ВРХ. Встановлено, що

вміст основних елементів живлення в 1 т гною становить: N – 4,0 кг,  $P_2O_5$  – 2,0 кг,  $K_2O$  – 4,0 кг.

Дослід закладений у 2011 році й розгорнутий у природі на трьох полях, включає 11 варіантів, повторення – чотириразове. Посівна площа ділянки – 52 м<sup>2</sup>, облікова – 22 м<sup>2</sup>. Підстилковий гній ВРХ застосовували під кукурудзу на зерно одинарна доза 60 т/га, або в перерахунку на 1 га сівозмінної площі – 12 т, решта культур використовували післядію – пшениця озима 4-й рік післядії. У досліді використовуються внесені до Державного реєстру сортів рослин України сорт пшениці озимої – Краєвид.

Ґрунтові зразки відбирали за вирощування пшениці озимої. У них визначали: вміст загального гумусу – за Тюріним;  $pH_{KCL}$  – потенціометрично (ДСТУ ISO 10390:2001); гідролітичну кислотність – за Каппеном (ГОСТ 26212-91); вміст гідролізованого азоту – за Корнфілдом; вміст рухомого фосфору й калію – у сірому лісовому ґрунті – за Чиріковим (ДСТУ 4115 : 2002).

### **Результати досліджень та їх обговорення.**

Застосування добрив у стаціонарному досліді на сірому лісовому ґрунті сприяє підвищенню рівня родючості ґрунту.

Результати досліджень показали, що внесення підстилкового гною в дозі 60 т/га та по фоні помірних норм добрив ( $N_{50-100} P_{30-60} K_{50-100}$ ) сприяло нейтралізації ґрунтового розчину до значень слабокислої реакції ( $pH$  сол. – 5,1), тоді як за відсутності гною (мінеральна система удобрення) показник  $pH$  сол. і далі залишається у межах кислої реакції.

Результати досліджень показали, що за ведення мінеральної системи удобрення гідролітична кислотність в орному (0-20 см) шарі наближається до 1,94 мг-екв. на 100 г ґрунту, що вказує на потребу його вапнування, за винятком систем удобрення із застосуванням органічних добрив як окремо (60 т/га), так і на фоні мінеральних внесених у помірних нормах (N<sub>50</sub>P<sub>30</sub>K<sub>50</sub>) (табл. 1).

За роки досліджень спостерігається тенденція до відтворення вмісту загального гумусу в орному шарі (0-20 см) ґрунту, так за органічної системи удобрення вміст цього показника перевищував вихідний рівень у відсотковому відношенні на 10 %, за вихідних значень він становив у абсолютних одиницях – 1,20 %. Найефективнішою виявилась як органо-мінеральна система удобрення (12 т/га гною + N<sub>100</sub>P<sub>60</sub>K<sub>100</sub>), так і органічна (12 т/га гною на 1 га сівозмінної площі) відповідно вміст загального гумусу

становив – 1,30 і 1,32 % або у відсотковому відношенні на 18 і 20 % вище порівняно з контролем (без добрив) – 1,10 т/га. За застосування суто мінеральних добрив вміст гумусу в орному шарі склали 1,24 т/га або на 12 % вище контрольного варіанту.

На всіх варіантах із внесенням добрив відбулось підвищення вмісту гідролізованого азоту від 52,8 до 65,2 мг/кг ґрунту, але в межах градації, що ідповідає низькому забезпеченню ґрунту цією формою азоту. Найактивніші процеси накопичення гідролізованого азоту до 67,9 і 65,2 мг/кг у шарі 0-20 см відбулися відповідно за внесення органічних добрив 60 т/га і (N<sub>100</sub>P<sub>60</sub>K<sub>100</sub>) на фоні післядії 60 т/га гною, за вмісту на контролі без добрив 44,1 мг/кг. На решті варіантів його вміст був лише на 8,7-13,5 мг/кг вище за контроль, що відповідає градації дуже низького забезпечення ґрунту цією формою азоту.

**Таблиця 1. Вплив добрив на показники родючості орного (0-20 см) шару сірого лісового ґрунту в польовому досліді, 2016 – 2018 рр.**

Удобрення на 1 га ріллі		рН сол.	Гідрол. к-ть, мг-екв. на 100 г ґрунту	Вміст гумусу, %	Гідролізований азот	Рухомий	
ґній, т	NPK, кг					фосфор P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	калій K <sub>2</sub> O
						мг/кг	
Без добрив (контроль)		4,9	1,80	1,10	44,1	150,0	95,8
Органічна система удобрення							
60	–	5,2	1,64	1,32	67,9	245,5	121,2
Органо-мінеральна система удобрення							
60	N <sub>50</sub> P <sub>30</sub> K <sub>50</sub>	5,3	1,68	1,26	56,5	247,0	120,4
60	N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>100</sub>	5,0	1,84	1,30	65,2	263,0	127,1
Мінеральна система удобрення							
-	N <sub>50</sub> P <sub>30</sub> K <sub>50</sub>	4,9	1,82	1,20	52,8	243,0	117,5
-	N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>100</sub>	4,6	1,94	1,24	57,6	255,0	124,2
НiP <sub>05</sub>		0,2	0,09	0,02	0,8	5,0	2,0

\*Примітка: IV рік післядії підстилкового гною

Встановлено, що з урахуванням підвищеного рівня забезпечення рухомим фосфором ґрунту перед закладанням досліду, упродовж систематичного його ведення відбувалося накопичення цього елемента прямо пропорційно кількості фосфору внесеного в складі органічних і мінеральних добрив. За вмісту в орному (0-20 см) шарі ґрунту рухомого фосфору на контрольному варіанті в кількості 150,0 мг/кг ґрунту найбільше його підвищення відбулося за орнано-мінеральною системою удобрення (60 т/га гною +  $N_{100}P_{60}K_{100}$ ) – 263,0 мг/кг ґрунту, та суто мінеральною за внесення аналогічної норми добрив.

Треба відмітити, що вміст рухомого фосфору коливається в межах що відповідає градації дуже високому рівню забезпечення цим елементом. Результати досліджень дають підстави вважати, що за проведення систематичного внесення добрив інтенсивність підвищення вмісту рухомого фосфору в кореневмісному шарі ґрунту поступове зростатиме.

Внесення під культури органічних добрив сприяло підвищенню вмісту обмінного калію в ґрунті в середньому по досліді з 95 до 127 мг  $K_2O$  на 1 кг ґрунту, залишаючи його вміст у межах високої забезпеченості в ґрунті. За вмісту  $K_2O$  на контролі без добрив 95,8 мг/кг ґрунту його підвищення (на 28,4 і 31,2 мг/кг ґрунту) відбулося відповідно за внесення підвищеної дози NPK, як окремо так і на фоні 60 т/га гною.

Результати досліджень показали, що накопичення в ґрунті рухомого калію відбувається більш повільними темпами, що можна пояснити переходом його в необмінні форми і виносом урожаєм сільськогосподарських культур.

Отже, вміст гідролізованого азоту як на контролях, так і на удобрених варіантах у кінці ротації відповідає градації низького забезпечення, а вміст рухомого фосфору – високий забезпеченості, з підвищенням на 38 % за орнано-мінеральною системою удобрення  $N_{100}P_{60}K_{100}$  на фоні 60 т/га гною. За систематичного внесення органічних і мінеральних добрив за вирощування пшениці озимої визначено чітку тенденцію до підвищення (на 27 мг/кг ґрунту) вмісту рухомого калію, що компенсує постійний його дефіцит у ґрунті, у середньому по досліді його вміст коливається в межах – 117-127 мг/кг ґрунту.

Створення відповідних рівнів родючості забезпечує умови для одержання сталих врожаїв пшениці озимої із відповідними показниками якості основної продукції. За урожайності у 2016-2018 рр. на контролі без добрив 3,06 т/га найвищий приріст зерна за післядії 60 т/га гною та прямої дії подвійної норми мінеральних добрив ( $N_{100}P_{60}K_{100}$ ), що на 78 % перевищує урожайність на контролі без добрив і на 10 % ефективність одинарної дози NPK по фоні післядії гною (табл. 2).

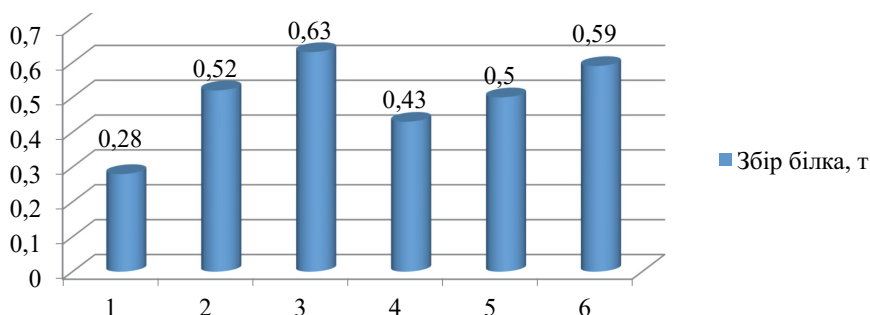
Характерно, що за органічною системою удобрення приріст урожаю зерна пшениці озимої за одинарної норми гною (60 т/га сівозмінної площі) становив в 1,47 т/га або вище на 48 % порівняно з контролем без добрив. Одним із найважливіших показників якості зерна пшениці озимої є вміст білка. Якість зерна пшениці озимої має тенденцію до поліпшення за такими показниками як білок. Водночас головна роль у накопиченні білку належить азоту.

Стабільні показники азотовмісних сполук (білок) одержано за застосування під пшеницю озиму органічних і мінеральних добрив (рис. 1).

**Таблиця 2. Урожайність зерна пшениці озимої за різних систем удобрення у польовому досліді, 2016 – 2018 рр., т/га**

Удобрєння на 1 га рїлї т/га		Урожайність, т/га %	Прирїст до контролю	
гнїй, т	НРК, кг			
Без добрив (контроль)		3,06	-	
Органїчна система удобрення				
60	$N_0 P_0 K_0$	4,53	1,47	48
Органо-мїнеральна система удобрення				
60	$N_{50} P_{30} K_{50}$	4,94	1,88	61
60	$N_{100} P_{60} K_{100}$	5,45	2,39	78
Мїнеральна система удобрення				
-	$N_{50} P_{30} K_{50}$	4,54	1,48	47
-	$N_{100} P_{60} K_{100}$	5,10	2,04	67
$НїР_{05}$		0,15		

Примїтка: IV рїк пїслядїї пїдстилкового гною



**Рис. 1. Вплив рїзних систем удобрення на збір бїлка пшениці озимої, т/га, середнє за 2016 – 2018 рр.**

**Варїант:** 1 – Без добрив (контроль); 2 – 60 т/га гною+  $N_{50} P_{30} K_{50}$  3 – 60 т/га гною+  $N_{100} P_{60} K_{100}$ ; 4 – 60 т/га гною; 5 –  $N_{50} P_{30} K_{50}$ ; 6 –  $N_{100} P_{60} K_{100}$

Найвищий вміст бїлка одержано за застосування органо-мїнеральної системи удобрення у нормї 60 т/га гною +  $N_{100} P_{60} K_{100}$  і становив 11,6, проти контрольного варїанту вїдповїдно – 9,1%. На варїантї з внесенням одинарної норми органїчних добрив показник був на рївнї – 11,4%.

Збір бїлка з 1 га узгоджувався із закономїрностями, встановленими за його вїстом і величиною врожаю. За

ведення сївозмїни без удобрення слїд розраховувати на одержання показникїв на рївнї 0,28 т/га, тодї як за систематичного удобрення можна одержати збір бїлку на рївнї 0,43-0,63 т/га.

### **Висновки та перспективи.**

Встановлено, що систематичне застосування пїдстилкового гною в дозї 60 т/га на фонї помїрних норм добрив

( $N_{50-100}P_{30-60}K_{50-100}$ ) сприяло нейтралізації ґрунтового розчину до значень слабокислої реакції (рН сол. – 5,1). За мінеральної системи удобрення показник рН сол. залишався в межах кислої реакції, а гідролітична кислотність наближалася до 1,94 мг-екв. на 100 г ґрунту, що вказує на потребу його вапнування за таких умов.

Найефективнішою щодо накопичення гумусу виявились органо-мінеральна (12 т/га гною +  $N_{100}P_{60}K_{100}$ ) й органічна (12 т/га гною) системи удобрення, які забезпечили його зростання від 18 до 20 % у відсотковому відношенні.

Визначено чітку тенденцію до підвищення (на 27 мг/кг ґрунту) вмісту рухомого калію, що компенсує постійний його дефіцит у ґрунті, та на 38 % рухомого фосфору за органо-мінеральної системи удобрення ( $60$  т/га гною +  $N_{100}P_{60}K_{100}$ ). Найвищу врожайність зерна (5,45 т/га) пшениця озима формувала на фоні застосування органо-мінеральної системи удобрення ( $60$  т/га гною +  $N_{100}P_{60}K_{100}$ ).

#### References:

1. Andrii Butenko, Dmytro Litvinov, Natalia Borys, Olena Litvinova, Ihor Masyk, Viktor Onychko, Lidiia Khomenko, Nataliia Terokhina, Serhii Kharchenko (2020) The typicality of hydrothermal conditions of the forest steppe and their influence on the productivity of crops. *Journal of Environmental Research, Engineering and Management* Vol. 76. No.3. pp. 84–95. <https://doi.org/10.5755/j01.irem.76.3.25365>.
2. Boyko P., Litvinov D., Demidenko O., Blashchuk M., Rasevich V. (2019) Prediction humus level of black soils of forest-steppe Ukraine depending on the application of crop rotation, fertilization and tillage *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)* Vol. 9 (1): 155-162 DOI: 10.31407/ijeess9118 (ISSN: 2224-4980)
3. Dehodyuk E.H., Dehodyuk S.E. (2006). *Ekoloho-tekhnohenna bezpeka Ukrainy [Ecological and technogenic safety of Ukraine]*. K.: EKMO. 306 s.
4. Dehodyuk E.H., Sayko V.F., Korniychuk M.S., Sokolov O.O. ta in. (1992) *Vyroshchuvannya ekolohichno chystoyi produktsiyi roslynnytstva [Growing environmentally friendly crop products]* za red. E.H. Dehodyuka. K.: Urozhay. 318 s.
5. Demydenko O., Zapasna Y., & Velychko V. (2018). Sequestration of carbon oxide in different fertilization systems in agrocenoses. *Agricultural Science and Practice*, 5(2), 37-51. <https://doi.org/10.15407/agrisp5.02.037>
6. Karabach K. S. (2019) Urozhaynist' ta pokaznyky yakosti pshenytsi ozymoyi zalezno vid system osnovnoho obrobittu ґрунту ta udobrennya [Yield capacity and quality indicators of winter wheat depending on systems of basic treatment of soil and fertilizer] *Naukovyy zhurnal Roslynnytstvo i ґruntoznavstvo*. T.10. № 3. S. 42-48. doi: 10.31548/agr2019.03.042
7. Litvinov D. V., Vishnevskiy P.S., Buslayeva N.G. (2014). Urozhaynost' i kachestvo zerna pshenitsy ozimoy pri vozdelevanii v korotkorotatsionnykh sevooborotakh Levoberezhnoy Lesostepi Ukrainy [Productivity and quality of winter wheat grain when cultivated in short-rotation crop rotations of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Zemledeliye i selektsiya v Belarusi*. Vip. 50. S. 9-17.
8. Litvinov D.V., Butenko A.O., Onychko V.I., Onychko T.O., Malynka L.V., Masyk I.M., Bondarieva L.M., Ihnatieva O.L. (2019) Parameters of biological circulation of phytomass and nutritional elements in crop rotation. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9 (3), 92-98 doi: 10.15421/2019\_714
9. Mazur H.A. (2008). *Vidtvorennya i rehuluvannya rodyuchosti lehkykh ґruntiv [Reproduction and regulation of light soil fertility]* K.: Ahrarna nauka. 308 s.
10. Moskalenko A.M. (2013). *Biolohichni ta ekonomichni chynnyky rozshyrenoho vidt-*

- vorennya rodyuchosti gruntiv Polissya [Biological and economic factors of expanded reproduction of soil fertility in Polissya]. Orhanichne vyrobnytstvo i prodovol'cha bezpeka. Zhytomyr: Polissya. S. 83–92.
11. Mukha V.D. i dr. (2001). Agrokhimiya [Agrochemistry]. M.: Kolos. 503 s.
  12. Polupan M.I., Velychko V.A., Solovey V.B., Bilivets' I.I. (2009). Produktivna zdatsnist' gruntiv Lisostepu za pryrodnoyu ta efektyvnoyu rodyuchistyu [Productive ability of Forest-Steppe soils by natural and effective fertility]. Visnyk ahrarynoi nauky. № 7. S. 27–31.
  13. Sedlář, O. Balík J., Černý J., Peklová I., Kulhánek M. (2015) Nitrogen uptake by winter wheat (*triticum aestivum* L.) Depending on fertilizer application. Cereal Research Communications. 43(3). 515-524. doi.org/10.1556/crc.2014.0049
  14. Umarov M., Shabaev V., Smolin V., Aseeva O. (1985) In-corporation of «biological» nitrogen by nonleguminous plants during associative N<sub>2</sub> – Fixation IX Int. Symp. Soil Biol. and conservatuion of the Biosphere. – Pap. Sorpon. P. 65.
  15. Volodin V.M. (2000) Ekologicheskiye osnovy otsenki i ispol'zovaniya plodorodiya pochv [Ecological bases for assessment and use of soil fertility]. M.: TSINAO. 336 s.
  16. Yermolayev M. M., Litvinov D. V., Yermolayeva T. M., ta in. (2011) Produktivnist' pshenytsi ozymoyi u korotkorotatsiynykh sivozminakh na chornozemi typovomu [Productivity of winter wheat in short-rotation crop rotations on typical chernozem.] Mizhvidomchyy tematychnyy naukovyy zbirnyk «Zemlerobstvo». Vyp. 83. K.: VD «Edel'veys. S. 17-21.

**O.A. Litvinova, S.E. Dehodiuk (2020). THE INFLUENCE OF SYSTEMATIC FERTILIZATION ON SOIL FERTILITY WHEN GROWING WINTER WHEAT. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(4): 60–67. <https://doi.org/10.31548/agr2020.04.060>**

**Abstract.** *The article presents the results of studies of the systematic use of organic and mineral fertilizers on the parameters of fertility of gray forest soil and the formation of productivity of winter wheat. It was found that in a five-saw field crop rotation, the formation of ground backgrounds with different physical and chemical properties is observed. The application of bedding manure at a dose of 60 t/ha and against the background of moderate fertilization rates ( $N_{50-100}P_{30-60}K_{50-100}$ ) contributed to the neutralization of the soil solution to values of slightly acidic reaction (pH – 5,1), while in the absence of manure (mineral system fertilizers) pH continued to remain within the acidic reaction.*

*The organic-mineral fertilization system (12 t/ha of manure + N100P60K100) and organic (12 t/ha of manure per 1 ha) turned out to be effective in terms of the humus of the soil regime, in accordance with the total humus content was 1,30 % and 1,32 % which in percentage terms is 18 % and 20 % higher compared to the option without fertilization – 1,10 %.*

*Optimization of the parameters of the nutrient regime (mobile forms of phosphorus and potassium) of the soil at the end of the rotation was provided by the organo-mineral fertilization system ( $N_{100}P_{60}K_{100}$  against the background of 60 t/ha of manure). A clear tendency to an increase (by 27 mg/kg) of the content of mobile potassium was determined, compensating for its constant deficiency in the soil, and by an increase of 38 % in mobile phosphorus.*

*The highest productivity of winter wheat (5,45 t/ha) was provided by the organo-mineral fertilization system (60 t/ha of manure +  $N_{100}P_{60}K_{100}$ ), which is 78 % higher than the control (without fertilizers), under these conditions the greatest increase in protein was obtained – 0,63 t/ha.*

**Keywords:** *content of humus, nitrogen, phosphorus, potassium, soil fertility, fertilization system, yield, protein collection.*

## ВПЛИВ ДОБРИВ НА ВМІСТ ЕЛЕМЕНТІВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ В РОСЛИНАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ТА ЯРОЇ

**КУДРЯВИЦЬКА А.М.**, кандидат с.-г. наук, доцент кафедри загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності

ORC ID <https://orcid.org/0000-0003-2888-1981>

E-mail: [kudr.alina@ukr.net](mailto:kudr.alina@ukr.net)

**КАРАБАЧ К.С.**, кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. проф. М.К. Шичули

ORC ID <https://orcid.org/0000-0002-7706-231X>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: [karabach\\_ks@ukr.net](mailto:karabach_ks@ukr.net)

**Анотація.** Досліджено вплив систематичного застосування мінеральних добрив на фоні післядії 30 т/га гною на вміст елементів живлення в рослинах пшениці ярої районowanego сорту «Миронівська яра» та пшениці озимої сорту «Миронівська 61», а також на їхній винос рослинами за вирощування на лучно-чорноземному карбонатному ґрунті. Отримані результати свідчать про тісний зв'язок між зовнішніми умовами і внутрішніми процесами обміну речовин у рослинах пшениці озимої та ярої. Отже, зрівноважене співвідношення азоту, фосфору й калію забезпечує більш інтенсивне надходження цих елементів і ґрунт, що сприяє підвищенню їхнього вмісту в рослинах. Так, найбільший вміст загального азоту, фосфору й калію в рослинах пшениці озимої відмічений у варіанті, де вносили полуторну норму мінеральних добрив на фоні післядії 30 т/га гною у фазу кущення і становили – 4,86; 2,17; 3,48% відповідно, що майже і 2 рази вище порівняно з контролем. Упродовж вегетаційного періоду показники вмісту елементів живлення на всіх варіантах знижувалися. Така ж закономірність спостерігалася й у рослинах пшениці ярої. Максимальний вміст елементів живлення був зафіксований на всіх варіантах у фазу весняного кущення та помітне зменшення їхнього надходження з ґрунту і використання рослинами в процесі вегетації. Вміст загального азоту в рослинах ярої пшениці у фазі кущення коливався у варіантах, що удобрювалися в межах 2,21-2,51 %, порівняно з контролем – 2,10 %; фосфору – у межах 1,20-1,47 %, порівняно з вмістом на контролі – 1,04%; калію – 1,88–3,08 %, у контролі відповідно – 1,68 %.

Результати досліджень свідчать про те, що багаторічне внесення добрив у сівозміні позначається в результаті й на виносі елементів живлення з урожаєм. Так, винос основних елементів живлення рослинами озимої та ярої пшениці був найвищим у варіанті  $\text{Фон} + \text{N}_{110} \text{P}_{120} \text{K}_{120}$  і становив під озимою пшеницею 210 кг/га N, 122 кг/га  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 157 кг/га  $\text{K}_2\text{O}$ , порівняно з контролем 86,3 кг/га N, 48,2 кг/га  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 57,8 кг/га  $\text{K}_2\text{O}$ , під ярою відповідно 119 кг/га N, 66,4 кг/га  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 85,4 кг/га  $\text{K}_2\text{O}$ , у контролі відповідно 46,6 кг/га N, 26,5 кг/га  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 32,8 кг/га  $\text{K}_2\text{O}$ .

**Ключові слова:** польові дослідження, чорнозем, родючість, деградація, ерозія, гумус, елементи живлення, геоекологія, охорона ґрунтів.

### **Актуальність.**

Україна – аграрна держава. Вона на 8 місці в рейтингу найрозвинутіших аграрних країн. Держава багата чорноземами, родючими ґрунтами. Щороку українські аграрії вирощують величезну кількість продовольства, якого вистачає для того, щоби забезпечити населення якісним, безпечним, доступним продовольством і продати іншим країнам. Українські сільгоспвиробники постачають свою продукцію в 190 країн світу. Країна вирощує в сім разів більше зерна, ніж кави в усьому світі. Станом на листопад 2019 року українські аграрії збрали 70,8 млн т зерна з площі 14,6 млн га (96 %) за середньої урожайності 48,4 ц/га. У січні-вересні 2019 року Україна експортувала рекордні 39,8 млн т зернових на суму понад 6,8 млрд дол. США (Потіха А., 2020). Якби українське зерно вивозили вагонами, то це були б потяги довжиною в тисячі кілометрів. Якщо ж змолоти всю нашу експортну пшеницю (11 млн т), то вийде 8,25 млн т борошна. Випікають із неї 23,6 млрд батонів вагою по 500 г. На думку Президента Національної академії аграрних наук Ярослав Гадзало, Україна може прогодувати 1,2 млрд осіб, якщо досягне європейської ефективності використання земель. За підрахунками вчених, пшениця, яка на сьогодні має потенціал від 10 тонн/га врожаю може забезпечити хлібом 500 млн людей за умови розвиненого тваринництва та переробної промисловості. Однак, попри це, Україна тільки в третьому десятку країн за врожайністю пшениці.

Урожайність та якість зерна пшениці, основної зернової культури України, залежить від багатьох факторів та стійкої групи ризиків, зумовлених рядом техногенних та природно-кліматичних чинників, сумарний і взаємопідсилюючий вплив яких не дає змоги використати повною мірою генетичний потенціал продуктивності культури (Демидов О., 2018, Адаменко Т., 2006). Це сорт, попередник культури, спосіб обробітку ґрунту, глибина висіву, а також норма та строки висіву й головне – забезпечення рослин елементами мінерального живлення впродовж усієї вегетації. Інтенсивні сорти характеризуються вищими вимогами до умов живлення й тільки за повного і збалансованого забезпечення поживними речовинами можуть формувати високі врожаї (Козаков Е, 2005; Хомовський Д., 2012; Ленточкин А., 2003).

Збільшення виробництва зерна озимої та ярої пшениці, покращення його якості зараз залишається основною проблемою виробництва зерна в Україні. Вирішити ці завдання можна лише на основі забезпечення достатньої кількості поживних речовин у ґрунті, відповідно до етапів органогенезу, що зумовлює ефективне використання добрив та дає можливість регулювати фізіолого-біохімічні та агрохімічні процеси в рослинах, тому дослідження цих питань на даний час є актуальним.

### **Аналіз останніх досліджень та публікацій.**

Поглинання рослиною поживних елементів – це складний процес, який залежить від біологічних і сортових

особливостей культури. А також від генетичних, фізичних, фізико-хімічних і агрохімічних властивостей ґрунтів, від кліматичних умов і особливостей агротехніки. Отже, умови мінерального живлення, впливаючи на хімічний склад рослин і регулюючи обмінні процеси, вважаються важливими факторами формування врожаю (Литвиненко М., 2018; Зубець М, 2004).

Внесені добрива діють найбільш сприятливо в тих випадках, коли завдяки їм встановлюється правильне співвідношення поживних речовин. Так, у разі надлишку азоту в ґрунті подовжується вегетаційний період пшениці, рослини формують більш слабкі механічні тканини стебла, і полягають, погіршується співвідношення між кореневою системою та надземними органами, що негативно впливає на посухостійкість культури. Особливо небажана нестача фосфору щодо азоту в посушливих зонах (Господаренко Г., 2019).

Достатнє забезпечення рослин фосфором сприяє формуванню потужної кореневої системи й генеративних органів. За нестачі фосфору коренева система рослин розвивається слабо, їхній розвиток і формування колосків затримується, стебла тонкі, коренева система слабка, листки меншого розміру й за кольором темніші від звичайного. Калій, як і інші елементи живлення, надходить із ґрунту з перших діб росту пшениці озимої. Він збільшує холодостійкість рослин, міцність стебел, що особливо важливо для схильних до вилягання сортів. Калій не значно впливає на величину врожаю, але дуже сильно – на його якість через підвищення стійкості до хвороб. За нестачі калію восени в період інтенсивного росту верхні темно-зелені листки жовкнуть, потім жовкнуть і нижні листки. Коре-

ні додаткових пагонів або взагалі не розвиваються, або з'являються, але не розростаються (Господаренко Г., 2018).

Щоб одержати зерно пшениці ярої з високим вмістом білка, необхідно забезпечити достатній рівень фосфорного й калійного живлення та високий азотного. У разі застосуванні добрив тільки в передпосівний строк, навіть і за високих норм, не завжди вдається досягти поліпшення якості зерна (Кочмарський В., 2011).

Систематичне застосування добрив у сівозміні приводить до певної зміни в співвідношенні між фосфором і азотом, калієм і азотом у рослинах пшениці. Внесення помірної кількості мінеральних добрив на фоні гною, підвищує співвідношення  $P_2O_5:N$ ,  $K:N$ , як у цілому в рослині, так і в зерні. Так само високі дози мінеральних добрив на фоні гною, знижують відношення  $P_2O_5:N$  (Городній М., 2003).

Проаналізувавши літературні джерела, можна констатувати, що для одержання високих і сталих урожаїв зерна пшениці ярої чи озимої відповідної якості, необхідне збалансоване мінеральне (азот, фосфор, калій) живлення рослин (Мазуркевич Л., 2014).

**Мета дослідження** – встановити вплив систематичного застосування мінеральних добрив на фоні післядії 30 т/га гною на вміст поживних елементів у рослинах за вирощування на лучно-чорноземному карбонатному ґрунті та винос їх із врожаєм.

### **Матеріали і методи дослідження.**

Дослідження проводилися в тривалому польовому досліді ВП НУБІП України «Агрономічна дослідна станція» Васильківського району Київської області. Польові дослідження проводились у

зерно-буряковій сівозміні за схемою: контроль (без добрив), післядія 30 т/га гною-фон, фон+P<sub>80</sub>, фон+P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>, фон+N<sub>80</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>, фон+N<sub>110</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>, N<sub>80</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>. Об'єктом дослідження були пшениця озима сорту Миронівська 61 та пшениця яра сорту Миронівська яра, попередником яких був горох. Агротехніка вирощування сільськогосподарських культур – загальноприйнята для зони Лісостепу. Ґрунт дослідної ділянки: лучно-чорноземний карбонатний грубопилувато-легкосуглинковий на лесовидному суглинку. Орний шар характеризується середнім вмістом гумусу (на контролі 4,7%), реакція ґрунтового розчину складає – 8,1–8,3. Забезпеченість рослин азотом та фосфором середня й калієм низька. У сухих зразках рослин озимої та ярої пшениці визначали: загальний азот, фосфор і калій після мокрого озолення за методом К. Гінзбург.

### Результати.

Основний чинник регулювання обміну речовин у рослинах і їхнього хімічного складу – умови мінерального живлення. Такі зміни складу і співвідношення поживних речовин у ґрунтового розчині, дають можливість активно впливати на ріст і розвиток рослин, їхня продуктивність і якість. Отже, створення оптимального співвідношення елементів живлення в ґрунті в значному ступені впливає на надходження їх у рослину, направленість процесів синтезу органічних сполук і, відповідно, на ріст і формування врожаю (Городній М., 2013).

Вміст загального азоту, фосфору й калію у вегетативних органах рослин озимої пшениці представлено в таблиці 1. Результати досліджень свідчать про те, що на початку весняного кушення спостерігається найбільший вміст загального азоту у вегетативних органах рослин.

Результати наших досліджень свідчать про те, що найбільший вміст загального азоту в рослинах пшениці озимої відмічений у варіанті, де вносили полуторну норму мінеральних добрив на фоні післядії 30 т/га гною, який становив відповідно у фазу кушення – 4,86%, порівняно з контролем – 2,84%. Найменший вміст азоту відмічений у варіанті, де вносилися тільки мінеральні добрива. Отже, інтенсивність надходження загального азоту в рослини пшениці характерна до фази цвітіння, потім інтенсивність надходження зменшується.

Отримані дані свідчать про те, що вміст фосфору в рослинах пшениці озимої був вищим у варіантах, що удобрювалися в середньому на 0,2–0,72% у фазу кушення, у контролі відповідно – 1,45%, у фазу повної стиглості, у зерні на 0,09–0,3%, та в соломі відповідно – 0,15–0,2%, порівняно з контролем, де вміст фосфору в зерні рослин озимої пшениці становив 0,86, у соломі – 0,43%.

Встановлено, що процентний вміст фосфору в рослинах пшениці озимої вищий у вегетативних органах на початку весняного кушення. Упродовж вегетаційного періоду рослин озимої пшениці, вміст загального фосфору зменшувався. У період формування репродуктивних органів, у фазі цвітіння, відмічено різке зменшення вмісту загального фосфору в листках і стеблах пшениці озимої.

Калій позитивно впливає на підсилення росту та розвитку, інтенсивність дихання та азотний обмін, а також на водний режим тканин рослин. Вміст калію в зерні пшениці озимої, у фазі повної стиглості, значно нижчий, порівняно з вмістом у соломі. У варіантах, що удобрювалися, надходження калію збільшувалося, що давало змогу рослинам, більш інтен-

**1. Вплив тривалого застосування добрив на вміст елементів живлення в рослинах пшениці озимої, у % на суху речовину**

Варіант досліджу	Фази росту і розвитку рослин					
	кущентня	цвітіння			повна стиглість	
		лістя	стебла	колос	зерно	солома
N, %						
Без добрив (контроль)	2,84	2,08	0,75	1,48	1,78	0,53
Післядія 30 т/га гною (фон)	3,69	2,13	0,82	1,51	1,82	0,60
Фон+P <sub>80</sub>	4,21	2,21	0,77	1,55	1,96	0,61
Фон+P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	4,51	2,25	0,83	1,59	1,91	0,71
Фон+N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	4,78	2,39	0,78	1,65	2,30	0,75
Фон+N <sub>110</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	4,86	2,53	0,98	1,66	2,38	0,85
N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	4,61	2,33	0,73	1,60	2,17	0,73
НІР <sub>05</sub> , %	0,66	0,15	0,05	0,01	0,15	0,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %						
Без добрив (контроль)	1,45	0,75	0,30	0,65	0,86	0,43
Післядія 30 т/га гною (фон)	1,65	0,95	0,36	0,74	0,95	0,58
Фон+P <sub>80</sub>	1,80	1,07	0,43	0,97	1,06	0,60
Фон+P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	1,89	1,09	0,57	0,99	0,95	0,61
Фон+N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	2,02	1,26	0,60	1,09	1,07	0,62
Фон+N <sub>110</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	2,17	1,43	0,65	1,12	1,16	0,63
N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	1,91	1,09	0,58	1,05	0,96	0,58
НІР <sub>05</sub> , %	0,36	0,07	0,05	0,06	0,11	0,06
K <sub>2</sub> O, %						
Без добрив (контроль)	1,74	1,29	0,79	0,66	0,43	0,84
Післядія 30 т/га гною (фон)	2,33	1,38	0,90	0,70	0,55	0,93
Фон+P <sub>80</sub>	2,06	1,51	0,95	0,76	0,56	1,09
Фон+P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	3,22	1,62	1,10	0,80	0,56	1,08
Фон+N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	3,38	0,95	1,13	0,84	0,64	1,23
Фон+N <sub>110</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	3,48	1,98	1,17	0,87	0,67	1,37
N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	3,16	1,87	0,96	0,78	0,58	1,17
НІР <sub>05</sub> , %	0,22	0,17	0,11	0,08	0,06	0,12

сивно використовувати його в процесі формування врожаю.

Уміст азоту в рослинах пшениці ярої у фазі кущентня коливався у варіантах, що удобрювалися в межах 2,21-2,51 %

, порівняно з контролем -2,10 % (табл. 2). Найбільший вміст азоту відмічений у варіанті, де вивчали вплив полуторної норми мінеральних добрив на фоні післядії 30 т/га гною, який становив

**2. Вплив тривалого застосування добрив на вміст елементів живлення в рослинах пшениці ярої, у % на суху речовину**

Варіант досліджу	Фази росту і розвитку рослин					
	кущання	цвітіння			повна стиглість	
		листя	стебла	колос	зерно	солома
N, %						
Без добрив (контроль)	2,10	2,04	0,72	1,18	1,27	0,66
Післядія 30 т/га гною (фон)	2,43	2,33	0,75	1,35	1,47	0,73
Фон+P <sub>80</sub>	2,28	2,16	0,73	1,40	1,53	0,78
Фон+P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	2,21	2,17	0,78	1,48	1,64	0,80
Фон+N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	2,37	2,30	0,78	1,66	1,82	0,86
Фон+N <sub>110</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	2,51	2,41	0,98	1,63	1,80	0,89
N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	2,21	2,11	0,75	1,50	1,63	0,80
НІР <sub>0,5</sub> , %	0,32	0,24	0,09	0,16	0,18	0,09
P, O <sub>5</sub> , %						
Без добрив (контроль)	1,04	0,68	0,29	0,50	0,74	0,36
Післядія 30 т/га гною (фон)	1,28	0,74	0,36	0,58	0,80	0,44
Фон+P <sub>80</sub>	1,20	0,71	0,33	0,53	0,76	0,42
Фон+P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	1,27	0,79	0,31	0,55	0,82	0,46
Фон+N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	1,41	0,84	0,40	0,62	0,86	0,51
Фон+N <sub>110</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	1,47	0,88	0,43	0,66	0,92	0,55
N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	1,37	0,86	0,37	0,59	0,82	0,45
НІР <sub>0,5</sub> , %	0,22	0,09	0,04	0,06	0,09	0,05
K, O, %						
Без добрив (контроль)	1,68	0,87	0,80	0,66	0,50	0,73
Післядія 30 т/га гною (фон)	2,09	1,10	0,85	0,68	0,56	0,81
Фон+P <sub>80</sub>	1,88	1,01	0,82	0,72	0,58	0,84
Фон+P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	2,55	1,20	0,91	0,76	0,62	0,92
Фон+N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	2,94	1,30	0,95	0,81	0,65	1,00
Фон+N <sub>110</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	3,08	1,45	1,02	0,83	0,67	1,05
N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	2,43	1,16	0,88	0,71	0,59	0,97
НІР <sub>0,5</sub> , %	0,38	0,13	0,10	0,08	0,06	0,09

-2,51 %. Отже, у міру росту рослин пшениці ярої вміст загального азоту у вегетативних органах зменшувався, що пов'язано з переходом його в генеративні органи. З підвищенням вмісту азоту в

зерні пшениці зменшується його вміст в вегетативних органах.

Вміст фосфору в рослинах пшениці ярої у варіантах, що удобрювалися у фазу кущання коливався в ме-

жах 1,20-1,47 %, порівняно з вмістом у контролі – 1,04 %. Отримані результати досліджень свідчать про те, що інтенсивне надходження фосфору в рослини пшениці ярої відмічається від фази весняного кушення до фази цвітіння, потім вміст загального фосфору в рослинах пшениці ярої зменшується, у зв'язку з формуванням генеративних органів рослин пшениці.

Калій відіграє важливу роль у регулюванні оводненості колоїдів протоплазми клітин, активує вуглецевий обмін. Калій надходить із ґрунту з перших днів росту рослини пшениці до цвітіння, але найбільше його засвоєння відмічається у фазу виходу в трубку й колосіння (Городній М., 2004).

Вміст калію в рослинах ярої пшениці зменшується від фази кушення до фази цвітіння, і коливався у варіантах, що удобрювалися в межах 1,88–3,08 % у фазу кушення, у контролі відповідно 1,68 %, у зерні ярої пшениці у фазу повної стиглості складав 0,56–0,67 %, у соломі – 0,81-1,05 %, порівняно з контролем – 0,5, 0,73 %. Результати досліджень свідчать про

зменшення надходження калію в рослини пшениці ярої у фазу повної стиглості. Оскільки в цей період уже не надходять поживні речовини з ґрунту, а також відбувається часткове вимивання калію з рослин пшениці опадами, які випадають у цей період.

Систематичне застосування добрив у сівозміні зумовлює зміни вмісту елементів живлення в рослинах пшениці озимої та ярої. Результати досліджень свідчать про те, що багаторічне внесення добрив у сівозміні має значний вплив на використання елементів живлення в процесі вегетації рослин і позначається в результаті на виносі їх з урожаєм (рис. 1).

Винос основних елементів живлення рослинами пшениці озимої та ярої був найвищим у варіанті Фон+ $N_{110}P_{120}K_{120}$ , і становив під озимою пшеницею 210 кг/га N, 122 кг/га  $P_2O_5$ , 157 кг/га  $K_2O$ , порівняно з контролем 86,3 кг/га N, 48,2 кг/га  $P_2O_5$ , 57,8 кг/га  $K_2O$ , під ярою відповідно 119 кг/га N, 66,4 кг/га  $P_2O_5$ , 85,4 кг/га  $K_2O$ , у контролі відповідно 46,6 кг/га N, 26,5 кг/га  $P_2O_5$ , 32,8 кг/га  $K_2O$ .

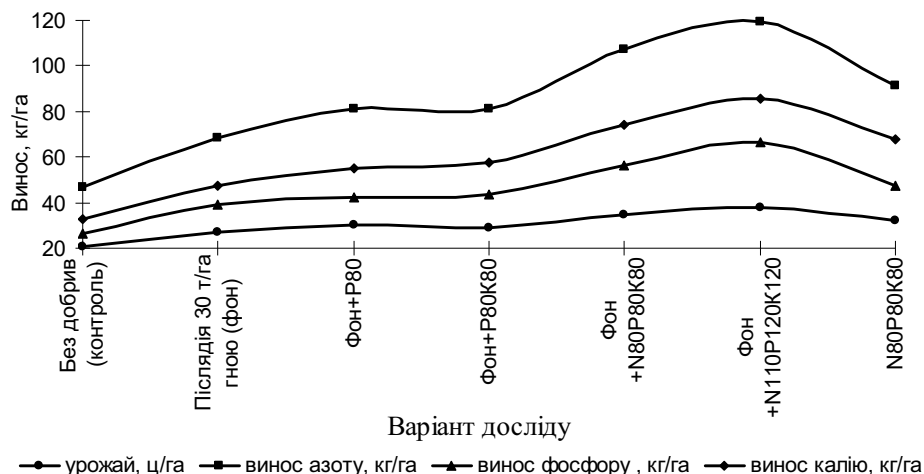


Рис. 1. Залежність виносу азоту, фосфору, калію з урожаєм ярої пшениці від тривалого застосування добрив

Врожайність зерна пшениці озимої та ярої тісно корелює з показником виносу основних елементів живлення: N ( $r = +0,96$ ),  $P_2O_5$  ( $r = +0,98$ ),  $K_2O$  ( $r = +0,96$ ) – для пшениці озимої, N ( $r = +0,99$ ),  $P_2O_5$  ( $r = +0,97$ ),  $K_2O$  ( $r = +0,98$ ) – для пшениці ярої.

### Висновки і перспективи

Отримані результати свідчать про те, що в процесі росту й розвитку рослин елементи живлення засвоюються в кількостях необхідних для формування високих врожаїв зерна пшениці озимої та ярої з, відповідно, високими показниками якості зерна. Досягається це за допомогою застосування добрив, норми яких коливаються в залежності від ґрунтово- кліматичних умов, біологічних особливостей живлення пшениці та технології її вирощування. Систематичне застосування добрив у сівозміні обумовлює зміни по вмісту елементів живлення в рослинах пшениці озимої та ярої в процесі вегетації рослин, що позначається на виносі їх з урожаєм. Так, найбільший вміст загального азоту, фосфору й калію в рослинах пшениці озимої відмічений у варіанті, де вносили полуторну норму мінеральних добрив на фоні післядії 30 т/га гною у фазу кушення і становили – 4,86; 2,17; 3,48% відповідно, що майже і 2 рази вище порівняно з контролем. Упродовж вегетаційного періоду показники вмісту елементів живлення на всіх варіантах знижувалися. Така ж закономірність спостерігалася й у рослинах пшениці ярої. Максимальний вміст елементів живлення був зафіксований на всіх варіантах у фазу весняного кушення та помітне зменшення їх надходження з ґрунту і використання рослинами в процесі вегетації. Уміст загального азоту в рослинах пшениці ярої у фазі кушення

коливався у варіантах, що удобрювалися в межах 2,21-2,51 %, порівняно з контролем – 2,10 %; фосфору – у межах 1,20-1,47 %, порівняно з вмістом на контролі – 1,04 %; калію – 1,88-3,08 %, у контролі відповідно – 1,68 %.

Більш за все виноситься з врожаєм пшениці азоту й калію, менше – фосфору. Винос основних елементів живлення пшеницею озимою становив по азоту 121,7-210,9 кг/га, по фосфору – 74,2-122,1 кг/га, по калію – 87,5-157,9 кг/га, з відповідними значеннями виносу НРК у контролі – 86,3, 48,2, 57,8 кг/га; пшеницею ярою по азоту – 68,5-119,1 кг/га, по фосфору – 39,2-66,3 кг/га, по калію – 47,2-66,3 кг/га. Винос елементів живлення в контролі становив відповідно 46,6; 26,5; 32,8 кг/га. Так само цей показник тісно корелює з показником врожайності зерна пшениці озимої та ярої: N ( $r = +0,96$ ),  $P_2O_5$  ( $r = +0,98$ ),  $K_2O$  ( $r = +0,96$ ) – для пшениці озимої, N ( $r = +0,99$ ),  $P_2O_5$  ( $r = +0,97$ ),  $K_2O$  ( $r = +0,98$ ) – для пшениці ярої.

### References

1. Potikha A. (2020) Vesnyano-pol'ovi roboty ta perspektyvy vrozhayu 2020 r. [Elektronnyy resurs]. Ukrayina: podiyi, fakty, komentari. [Spring field work and perspectives for the harvest of 2020], 6. P. 29-35. Rezhym dostupu: <http://nbuviap.gov.ua/images/ukraine/2020/ukr6.pdf>.
2. Demydov O.A., Siroshstan A.A. (2018) Vplyv pohodnykh umov i ahrotekhnichnykh zakhodiv na posivni yakosti nasinnya ta vrozhaynist' pshenytsi ozymoyi. [Influence of weather conditions and agrotechnical measures on sowing qualities of seeds and productivity of winter wheat]: Agroecological Journal, 1. P. 74-80. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2018.160564>
3. Adamenko T. (2006). Zmina ahroklimatechnykh umov ta yikh vplyv na zernove hospodarstvo [Change of agroclimatic con-

- ditions and their influence on grain economy]. : Ahronom, 3. P. 12-15.
4. Kazakov Ye., Karpilenko G. (2005). Biokhimiya zerna i khlebobproduktov. [Biochemistry of grain and bakery products]. Uchbovyy posibnyk. SPB.: GIORD. 512 p.
  5. Khomovs'kyi D. (2012). Vplyv norm vysivu ta mineral'nykh dobrov na urozhaynist' pshenytsi yaroyi m'yakoyi v umovakh pivdenno-zakhidnoyi chastyny Lisostepu Ukrainy [Influence of sowing rates and mineral fertilizers on the yield of soft spring wheat in the south-western part of the Forest-Steppe of Ukraine]: Zbirnyk naukovykh prats' [Instytutu bioenerhetychnykh kul'tur i tsukrovykh buryakiv], 14. P. 371-375.
  6. Lentochkin A.M. (2003). Rezervy povsheniya urozhaya yarovoy pshenytsy [Reserves for increasing the yield of spring wheat]. Zemledeliye, 2. P. 24.
  7. Lytvynenko M. (2018). Faktory vplyvu na vyrobnytstvo ozymoyi pshenytsi v Ukraini. [Factors influencing the production of winter wheat in Ukraine.] Propozytsiya, 4. Rezhym dostupu: <https://propozitsiya.com/ua/factory-vliyaniya-na-proizvodstvo-ozimoy-pshenicy-v-ukraine>
  8. Naukovi osnovy ahropromyslovoho vyrobnytstva v zoni Lisostepu Ukrainy [Scientific bases of agro-industrial production in the Forest-Steppe zone of Ukraine]. (2004) / Redkol.: M.V. Zubets' ta in. K.: Lohos, 776 p.
  9. Hospodarenko H. (2019). Osinnye udobrennya ozymykh zernovykh i zernobobovykh kul'tur. [Autumn fertilizer for winter cereals and legumes]. Propozytsiya, 9. Rezhym dostupu: <https://propozitsiya.com/ua/osinnye-udobrennya-ozymykh-zernovykh-i-zernobobovykh-kulturnykh>
  10. Hospodarenko H. (2018). Ahrokhimiya: pidruchnyk. [Agrochemistry]. K.: TOV «SIK HRUP UKRAYINA», 560 p.
  11. Kochmarskiy V., Kochmarskiy V., Solenaya V. (2011). Yarovaya pshenitsa: adaptivnost' k stressam [Spring wheat: adaptability to stress]. Zerno, 12. P. 14–17.
  12. Horodniy M., Mel'nyk S., Malinovs'kyi A., Bondar O. (2003). Arpoximiy. [Ahrokhimiya]. K.: Vyshcha shkola, 775 p.
  13. Mazurkevych L. (2014). Vplyv tryvalooho zas-tosuvannya dobrov na vmist pozhyvnykh elementiv u hrunti, vrozhaynist' pshenytsi yaroyi ta yakist' zerna. [Influence of long-term application of fertilizers on the nutrients content in the soil, yield of spring wheat and grain quality]. Naukovyy visnyk Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. Seriya : Ahronomiya, 195(1). P. 78-84.
  14. Horodniy M., Hryshchenko O., Henhalo O. (2013). Vykorystannya novykh dobrov iz shyrokym spektrom diy. [Use of new fertilizers with a wide range of action].: Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kul'tur i tsukrovykh buryakiv : zb. nauk. prats'. – K.: FOP Korzun D.YU., V. 17, T. II, P. 22-24.
  15. Horodniy M. (2004). Naukovo-metodychni rekomendatsiyi z optymizatsiyi mineral'noho zhyvlennya sil's'kohospodars'kykh kul'tur ta stratehiyi udobrennya [Scientific and methodological recommendations for optimizing the mineral nutrition of agricultural crops and fertilization strategies]. Za zah. red. M. M. Horodn'oho. K.: TOV "Alefa", 140 p.

---

**Kudriawytzka A.N., Karabach K.S. (2020). EFFECT OF FERTILIZERS ON THE CONTENT OF MINERAL NUTRITION ELEMENTS IN WINTER AND SPRING WHEAT PLANT.**

*PLANT AND SOIL SCIENCE*, 11(4): 68–77. <https://doi.org/10.31548/agr2020.04.068>

**Abstract.** *The influence of systematic application of mineral fertilizers, on the background (BG) of the after-effect of 30 t/ha of manure, on the content of nutrients in spring wheat plants of "Myronivska Yara" regional variety and winter wheat plants of "Myronivska 61" variety, and on nutrients re-*

removal by plants, during cultivation on Meadow-Chernozemic Carbonate Soil, was studied. The results indicate a close relationship between external conditions and internal metabolic processes in winter and spring wheat plants. Thus, a balanced ratio of nitrogen, phosphorus and potassium provides a more intensive supply of these elements from the soil, what increases their content in plants. The highest content of total nitrogen, phosphorus and potassium in winter wheat plants was observed in the variant, where 1.5 rate of mineral fertilizers was applied with the background of 30 t / ha of manure, in the tillering phase and was 4.86; 2.17; 3.48 %, respectively, what is almost 2 times higher, than the control. During the growing season, the nutrients content in all variants decreased. The same pattern was observed in plants of spring wheat. The maximum nutrients content was recorded in all variants in the phase of spring tillering, and also was recorded significant reduction in their adsorption from the soil and using by plants during the growing season. The content of total nitrogen in spring wheat plants in the tillering phase fluctuated in fertilized variants in the range of 2.21-2.51 %, compared with the control – 2.10 %; phosphorus – in the range of 1.20-1.47 %, compared with the content on the control – 1.04 %; potassium – 1.88-3.08 %, in the control, respectively – 1.68 %.

The results of research indicate, that long-term application of fertilizers in crop rotation affects, as a result, also on the removal of nutrients with the crop. Thus, the removal of basic nutrients by plants of winter and spring wheat was the highest in the variant "BG + N<sub>110</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>". Under winter wheat it was 210 kg / ha N, 122 kg / ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 157 kg / ha K<sub>2</sub>O, compared with the control variant – 86.3 kg / ha N, 48.2 kg / ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 57.8 kg / ha K<sub>2</sub>O. Under the spring wheat it was 119 kg / ha N, 66.4 kg / ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 85.4 kg / ha K<sub>2</sub>O, and in control variant, respectively, – 46.6 kg / ha N, 26.5 kg / ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 32.8 kg / ha K<sub>2</sub>O.

**Keywords:** spring wheat, winter wheat, fertilizers, nutrients.

---

## ВИКОРИСТАННЯ СОРТО ПІДЩЕПНИХ КОМБІНУВАНЬ – ПЕРСПЕКТИВНИЙ ПРИЙОМ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ ПОМІДОРА ЗА ВИРОЩУВАННЯ СПОСОБОМ МАЛООБ'ЄМНОЇ ГІДРОПОНІКИ

**О. В. ХАРЕБА**, аспірант

<https://orcid.org/0000-0001-6588-6656>

**О. М. ЦИЗЬ**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0001-7174-7011>

**О. В. ХАРЕБА**, доктор сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0002-6763-1988>

**В. В. ХАРЕБА**, доктор сільськогосподарських наук, професор

<https://orcid.org/0000-0001-9947-2689>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: [tsyzom@gmail.com](mailto:tsyzom@gmail.com)

**Анотація.** Щеплення рослин помідора представляє значний науковий і практичний інтерес, оскільки сприяє підвищенню стійкості рослин до хвороб, шкідників, стресових факторів, поліпшує умови живлення і, як наслідок, підвищує врожайність культури та сприяє екологізації вирощування. Актуальним є вивчення цього питання в умовах закритого ґрунту, зокрема, за вирощування в скляних теплицях методом малооб'ємної гідропоніки. Досліди з вивчення трьох індетермінантних гібридів помідора Тореро  $F_2$ , Бартеза  $F_1$  й Мерліс  $F_1$  зі щепленням на підщепи Максифорт  $F_2$ , ТД-1  $F_1$  і Емперадор  $F_1$  проведено в теплицях типу «Венло» ПрАТ «Комбінат «Тепличний». Метою досліджень було визначити ефективність сорто підщепних комбінуваних на індетермінантних гібридах  $F_1$  помідора. Встановлено, що використання підщеп сприяє збільшенню ранньої урожайності в усіх варіантах. Істотно вищу урожайність порівняно з нещепленими рослинами в усі роки досліджень отримано в гібриду Тореро  $F_1$  на підщепі ТД-1  $F_1$  (у середньому за 3 роки 30,4 кг/м<sup>2</sup>), у гібриду Бартеза  $F_1$  на підщепі Емперадор  $F_1$  (30,53 кг/м<sup>2</sup>), у гібриду Мерліс  $F_1$  також на Емперадорі  $F_1$  (31 кг/м<sup>2</sup>). Математично достовірної різниці за ранньою урожайністю між досліджуваними сорто-підщепними комбінаціями не виявлено. Використання

підщеп також покращує біохімічні показники, зокрема, сприяє збільшенню вмісту сухих речовин у плодах усіх гібридів на 0,1–0,8 %. Підщепка Емператор  $F_1$  зумовлює підвищення вмісту загального цукру в помідорах на 0,3–0,5 % і аскорбінової кислоти на 1–4,7 % для всіх досліджуваних прищеп. Уміст нітратів у плодах помідора в усіх варіантах не перевищував максимально допустимого рівня 300 мг/кг. Для збільшення частки раннього врожаю (на 10 липня) у сучасних блокових гідропонних зимових теплицях типу „Венло” на рівні 30,4–31,0 кг/м<sup>2</sup> з високими біохімічними показниками плодів рекомендується застосовувати такі варіанти щеплення: Тореро  $F_1$  / ТД-1  $F_1$ , Бартеза  $F_1$  / Емператор  $F_1$ , Мерліс  $F_1$  / Емператор  $F_1$ .

**Ключові слова:** помідор, гібрид, прищепка, підщепка, сорто-підщепне комбінування, урожайність, біохімічний склад.

### Актуальність.

Одним із перспективних шляхів підвищення урожайності плодів через збільшення стійкості рослин помідора до хвороб і несприятливих факторів вирощування є їхнє щеплення. Цей технологічний прийом широко вивчається й застосовується за вирощування помідора в теплицях типу «Венло» в багатьох країнах світу, а саме: у Нідерландах, Іспанії, Франції, Японії (Singh et al., 2017). В Україні дослідження з цього напрямку розпочато лише у 2003 році (Ллюк, 2005), а вивчення ефективності сорто-підщепних комбінувань на нових гібридах  $F_1$  помідора за вирощування його в теплицях типу «Венло» взагалі не проводилось. У деяких тепличних господарствах України робляться поодинокі спроби налагодити вирощування щеплених помідорів. Проте відсутній системний і комплексний підхід до цього питання. Як правило, господарства в один сезон використовують лише одну підщепу для всіх гібридів, що не дає можливості підібрати оптимальні сорто-підщепні комбінації, адже вплив підщепи на прищепу дуже індивідуальний і залежить від умов вирощування. Бракує також інформації щодо ранньої урожайності, яка за рахунок високих цін

на початку сезону реалізації, є основою економічної ефективності вирощування культури в закритому ґрунті. Потребують з'ясування тенденції накопичення плодами поживних речовин залежно від підщепи в умовах України.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Щеплення рослин широко застосовували в стародавньому Китаї, Фінікії, Єгипті, Греції, Римі та інших країнах. Науковою розробкою методів щеплення трав'янистих рослин почали займатися в другій половині XVIII ст., що висвітлено в працях Дюамеля (1758) і Туена (1810). Проте надзвичайно широко щеплення трав'янистих рослин, зокрема помідора, почали вивчати в країнах світу в XX столітті. Щеплення проводилися для досягнення різноманітних наукових і практичних цілей. Багато питань із морфології, фізіології, генетики потребували застосування цього методу. Вважалося, що вплив підщепи на прищепу посилює ріст і розвиток рослин, підвищуючи у такий спосіб продуктивність та якість плодів.

Нині щеплення стало звичним явищем і знаходить усе більше нових прихильників. Для деяких видів овочевих культур воно являє собою необхідну

складову в технології вирощування. Варто також зазначити, що щеплення – це не тільки спосіб фітопатологічного захисту, а й агрономічний технологічний прийом, який дає змогу досягти максимальних результатів у несприятливих умовах вирощування. За літературними даними, площа щеплених помідорів досягає 75 % у Нідерландах, 72,3 % в Іспанії, 50 % у Франції (Singh et al., 2017).

Як свідчать джерела літератури, щеплення становить значний науковий інтерес і є головною темою досліджень багатьох учених, оскільки саме за цієї умови можна вирішити численні проблеми вирощування помідора в закритому ґрунті. За даними джерел літератури, щеплення робить рослини помідора значно стійкішими проти хвороб і шкідників (Spano et al., 2020). Крім цього, у щеплених рослин підвищується енергія росту, потенціал продуктивності. На такі рослини меншою мірою впливають стреси, особливо порівняно з нещепленими (Khan et al., 2002; Alzate et al., 2018). Значні відхилення від оптимальної температури, нестача або надлишок вологи, нестача чи передозування мінеральних елементів – усе це може спричинити стрес рослин. Завдяки щепленню розвивається потужна коренева система, яка забезпечує гетерозисні гібриди та гібриди з невисокою енергією росту достатньою кількістю води й елементів живлення, щоби протистояти стресам (Singh et al., 2020).

Низка досліджень засвідчили зростання урожайності помідора, середньої маси плоду, низки компонентів хімічного складу, а також комплексної стійкості до вірусу тютюнової мозаїки, бурої плямистості та фузаріозного в'янення за використання щеплення (Guimaraes et al., 2019; Soare et al., 2018). Це відбувається, у тому числі, і внаслідок поліпшення засвоєння елементів живлення, особливо Ca, P, S

та Mg (Gratao et al., 2015). На підставі зведеного аналітичного аналізу 159 публікацій із вивчення 949 варіантів щеплених і нещеплених рослин помідора встановлено, що урожайність щеплених була суттєво вищою в 65 % випадків, і в середньому за всіма даними зростала на 37% (Grieneisen et al., 2018).

Наразі понад 1/3 рослин тепличних помідорів вирощують на підщепі Максифорт F<sub>1</sub> й БьюфортF<sub>1</sub>. На ці дві підщепи припадає понад 90 % ринку, що пояснюється позитивним впливом останніх – підвищеною стійкістю рослин помідора проти вірусів і збудників грибних хвороб, таких як *Verticillium*, посиленням ростом рослин і, як результат, надбавкою врожаю. Гібрид Максифорт F<sub>1</sub> використовувався і як підщепа для баклажана (Chaudhari et al., 2016).

Досліджено, що щеплення впливає на біохімічні показники плодів. Під час дегустації плодів щеплених рослин помідора на пасльоні виявилось, що ці плоди солодші на смак порівняно з контролем. Як показав паралельно проведений біохімічний аналіз, вміст цукру в плодах помідора зі щеплених рослин був більшим, ніж у контролі (Sora et al., 2019; Каримов и др., 2019).

На сучасному етапі метод щеплення овочевих культур застосовують для підвищення стійкості рослин проти хвороб і несприятливих умов вирощування, збільшення їхньої продуктивності через використання стійких підщеп. Як уже зазначалося, перевагою щеплених рослин є стійкість, якої вони набувають завдяки підщепі. Крім цього, розвивається міцніша, а, головне, стійкіша проти хвороб і шкідників коренева система. Через утворення потужної кореневої системи щеплені рослини дістають додаткові сили для росту, збільшується врожайність і товарна якість плодів порівняно з нещепленими.

Отже, з огляду на все вищезазначене впровадження у виробництво вирощування щеплених рослин сприятиме зменшенню використання засобів захисту рослин і, як наслідок, вирощування екологічної продукції.

Проте, на думку М. Edelstein, поряд зі значними перевагами щеплення є й проблеми, а саме: додаткова вартість на проведення щеплення, несумісність прищепи з підщепою. На випадок значної несумісності спостерігається фізіологічний дисбаланс у рослині, що негативно впливає на зав'язуваність плодів, їхню якість, зменшення врожайності (Edelstein, 2004). Кожна підщепа має індивідуальний вплив на гібрид-прищепу, який значною мірою залежить від умов вирощування (Goto et al., 2013). Тому підбір оптимальних сорто-підщепних комбінувань для кожного гібриду є основним агротехнічним заходом, який визначає ефективність вирощування сільськогосподарських культур способом щеплення.

**Мета дослідження.** Визначити ефективність сорто-підщепних комбінувань на індетермінантних гібридах  $F_1$  помідора.

### **Матеріал і методи дослідження.**

Досліди проводили в сучасних блокових гідропонних зимових теплицях типу „Венло” ПрАТ „Комбінат „Тепличний” із комп'ютерним регулюванням мікроклімату та застосуванням краплинного поливу впродовж 2015 – 2017 рр. Експериментальна частина роботи виконана згідно з «Методикою дослідної справи в овочівництві і баштанництві» (Бондаренко & Яковенко, 2001).

Варіанти дослідів розміщували методом рендомізації в триразовій повторності. Площа облікової ділянки 5,6 м<sup>2</sup>. Розсаду на постійне місце висад-

жували у фазі 9–11 справжніх листків. Схема розміщення рослин по 4 шт. на 1 мат 100×20×7,5 см. Об'єм субстрату під однією рослиною 3,75 л. Густина стояння рослин – 2,5 шт/м<sup>2</sup>. Кількість рослин на обліковій ділянці – 14 шт.

Технологія вирощування рослин у досліді відповідала сучасним вимогам для ранньостиглих гібридів та була однаковою для всіх варіантів. Збирання плодів проводили у фазах бурої та рожевої стиглості, три рази на тиждень. Урожайність обліковували ваговим методом окремо з кожної ділянки за варіантами та повтореннями.

Визначали такі основні біохімічні показники отриманої продукції: вміст сухої речовини в плодах (методом висушування наважки за температур 105 °С до постійної маси) – ГОСТ 13586.5-93, загальний цукор – за Бертраном (ГОСТ 8756.13-87), аскорбінова кислота – йодистим калієм за Муррі (ГОСТ 14556-89), загальну кислотність – методом титрування витяжки з плодів розчином лугої її загальну кількість перераховували на яблучну кислоту. Вміст нітратів встановлювали іонметричним методом за допомогою іонселективного електроду ЭИМ-11 та іоновимірювального приладу ЭВ-74 (ГОСТ 5048-89).

Статистичну обробку отриманих даних здійснювали на комп'ютері за допомогою програм Агростат, Excel та методикою, що викладена в працях Б. А. Доспехова і О. Г. Близнюченко.

### **Результати дослідження.**

Досліджено особливості формування ранньої урожайності помідора за впливу підщеп іноземної селекції Максфорт  $F_1$ , ТД-1  $F_1$ , Емператор  $F_1$  в умовах IV світлової зони. Саме рання урожайність значною мірою зумовлює економічну ефективність використан-

**Схема дослідю**  
**Прищепи: Тореро F<sub>1</sub>, Бартеза F<sub>1</sub>, Мерліс F<sub>1</sub>.**  
**Підщепи: Максифорт F<sub>1</sub>, ТД-1 F<sub>1</sub>, Емперадор F<sub>1</sub>.**

Тореро F <sub>1</sub> (контроль)	Бартеза F <sub>1</sub> (контроль)	Мерліс F <sub>1</sub> (контроль)
Тореро F <sub>1</sub> / Максифорт F <sub>1</sub>	Бартеза F <sub>1</sub> / Максифорт F <sub>1</sub>	Максифорт F <sub>1</sub> / Мерліс F <sub>1</sub>
Тореро F <sub>1</sub> / ТД-1 F <sub>1</sub>	Бартеза F <sub>1</sub> / ТД-1 F <sub>1</sub>	Мерліс F <sub>1</sub> / ТД-1 F <sub>1</sub>
Тореро F <sub>1</sub> / Емперадор F <sub>1</sub>	Бартеза F <sub>1</sub> / Емперадор F <sub>1</sub>	Мерліс F <sub>1</sub> / Емперадор F <sub>1</sub>

ня скляних теплиць, оскільки ціна на овочі у весняний період є найвищою, і продукція меншою мірою конкурує з вирощеною в значно менш капіталоемких плівкових теплицях, а згодом і у відкритому ґрунті. Згідно «Методики дослідної справи в овочівництві і баштанництві» (Бондаренко & Яковенко, 2001) ранню урожайність прийнято обліковувати станом на 10 липня.

Використання підщеп за вирощування гібрида Тореро F<sub>1</sub> сприяє зростанню ранньої урожайності в середньому за 2015 – 2017 рр. на 4,1–6,4 % порівняно з нещепленими рослинами (табл. 1). Найвищим показником характеризувалося сорто-підщепне комбінування Тореро F<sub>1</sub> / ТД-1 F<sub>1</sub> – 30,4 кг/м<sup>2</sup>, що на 1,8 кг/м<sup>2</sup> істотно більше за контроль. Цікаво, що лише цей гібрид математично достовірно переважав контроль в усі роки досліджень. Надвишка урожайності до контролю за використання підщеп Максифорт F<sub>1</sub> і Емперадор F<sub>1</sub> знаходиться у межах похибки дослідю в усі роки досліджень.

Ефект від використання підщеп за вирощування гібриду Бартеза F<sub>1</sub> був вищим, порівняно з Тореро F<sub>1</sub>, оскільки рання врожайність у середньому за 3 роки зростала на 7–10,7 % порівняно з нещепленими рослинами. Аналізуючи результати за роками, варто зазначити, що надвишка урожайності до контролю була математично достовірною в переважній більшості випадків. Винятком

була лише підщепа ТД- F<sub>1</sub> у 2016 році й Максифорт F<sub>1</sub> у 2017 році, де збільшення урожайності не було математично достовірним. Вплив підщепи Емперадор F<sub>1</sub> забезпечував достовірне збільшення урожайності в усі роки досліджень, відповідно, таке сорто-підщепне комбінування сприяло формуванню найвищої середньої урожайності – 30,53 кг/м<sup>2</sup>, переважаючи контроль на 2,96 кг/м<sup>2</sup>.

Сорто-підщепні комбінування з гібридом Мерліс F<sub>1</sub> відзначалися середнім ефектом, порівняно з іншими досліджуваними гібридами, забезпечуючи зростання урожайності на 5,1–9 % до контролю. Тут також лише підщепа Емперадор F<sub>1</sub> створювала умови для математично достовірного збільшення урожайності в усі роки досліджень. У середньому врожайність цього сорто-підщепного комбінування була найвищою – 30 кг/м<sup>2</sup>, переважаючи контроль на 2,57 кг/м<sup>2</sup>. Надвишка ранньої урожайності на підщепі ТД- F<sub>1</sub> знаходилася у межах похибки дослідю в усі роки досліджень, а на Максифорт F<sub>1</sub> – у 2016 і 2017 роках.

Математично достовірної різниці за ранньою урожайністю між досліджуваними сорто-підщепними комбінаціями не виявлено.

Отже, нами встановлено, що вплив підщепи на гібрид щодо формування ранньої урожайності є індивідуальним і залежить як від самого сорто-підщепного комбінування, так і від умов року вирощування.

**1. Урожайність ранньої продукції індетермінантних гібридів помідора за використання сорто-підщепних комбінуваль, 2015 - 2017 рр.**

Варіант		Урожайність станом на 10 липня, кг/м <sup>2</sup>			
Прищеп (гібрид)	Підщеп	2015 р.	2016 р.	2017 р.	Середнє
Тореро F <sub>1</sub> (контроль)	–	28,2	27,9	29,6	28,57
Тореро F <sub>1</sub>	Максіфорт F <sub>1</sub>	29,9	29,2	30,1	29,73
	ТД-1 F <sub>1</sub>	30,2	29,6	31,4	30,4
	Емператор F <sub>1</sub>	29,8	29,1	30,5	29,8
НІР <sub>05</sub>		1,8	1,6	1,9	
Бартеза F <sub>1</sub> (контроль)	–	28	27,2	27,5	27,57
Бартеза F <sub>1</sub>	Максіфорт F <sub>1</sub>	30,9	29,5	29,4	29,93
	ТД-1 F <sub>1</sub>	29,7	29	29,8	29,5
	Емператор F <sub>1</sub>	31,1	29,6	30,9	30,53
НІР <sub>05</sub>		1,6	1,8	1,9	
Мерліс F <sub>1</sub> (контроль)	–	28,3	27,8	29,2	28,43
Мерліс F <sub>1</sub>	Максіфорт F <sub>1</sub>	31,1	29,7	31,2	30,67
	ТД-1 F <sub>1</sub>	29,7	29	30,9	29,87
	Емператор F <sub>1</sub>	31,4	29,9	31,7	31
НІР <sub>05</sub>		2,1	1,9	2	

За результатами наших досліджень встановлено, що підщепи впливали на прищепи та відповідно на якість плодів. За біохімічним складом плоди помідора суттєво різнилися між собою залежно від сорто-підщепного комбінуваль (табл. 2).

Уміст сухої речовини за використання щеплення істотно зростав в усіх варіантах: у гібрида Тореро F<sub>1</sub> – на 0,3–0,7 %, у Бартеза F<sub>1</sub> – на 0,1–0,5 % і в Мерліс F<sub>1</sub> – на 0,3–0,8 %. Найбільший уміст сухої речовини виявився в плодах гібридів Тореро F<sub>1</sub> та Мерліс F<sub>1</sub>, щеплених на підщепу Емператор F<sub>1</sub>, який становив 5,8, та 6,2 % відповідно, що на 0,7 та 0,8 % більше, ніж у нещеплених рослин. Для гібриду Бартеза F<sub>1</sub> найкращий варіант за вмістом сухої речовини (5,5 %) виявлено за використання підщепи Максіфорт F<sub>1</sub>, що на 0,5 % більше за контроль.

Загальних тенденцій із накопичення цукрів залежно від щеплення не виявлено. Так, сорто-підщепні комбінуваль Тореро F<sub>1</sub> з ТД-1 F<sub>1</sub> і Емператор F<sub>1</sub> сприяли істотному збільшенню вмісту загальних цукрів, у Максіфорт F<sub>1</sub> – зменшенню. На Бартезу F<sub>1</sub> й Мерліс F<sub>1</sub> за цим параметром позитивно впливали Максіфорт F<sub>1</sub> і Емператор F<sub>1</sub>. Тобто підщепу Емператор F<sub>1</sub> сприяла збільшенню накопичення загальних цукрів у всіх варіантах. У середньому найбільше накопичували плоди помідора за впливу сорто-підщепної комбінуваль Тореро F<sub>1</sub> / ТД-1 F<sub>1</sub> й Тореро F<sub>1</sub> / Емператор F<sub>1</sub> (3,0 %), Бартеза F<sub>1</sub> / Максіфорт F<sub>1</sub> (3,0 %) та Мерліс F<sub>1</sub> / Емператор F<sub>1</sub> (3,3 %), що на 0,3-0,5 % більше за контроль.

Аналогічні тенденції виявлено й щодо накопичення аскорбінової кислоти. Тобто підщепи так само, як і на кіль-

**2. Основні біохімічні показники плодів індетермінантних гібридів помідора за використання сорто-підщепних комбінувань, середнє за 2015 – 2017 рр.**

Гібриди та сорто-підщепні комбінування	Суша речовина, %	Загальний цукор, %	Аскорбінова кислота, мг/100 г	Загальна кислотність, %	Цукрово-кислотний коефіцієнт	N-NO <sub>3</sub> , мг/кг
Тореро F <sub>1</sub> (контроль)	5,1	2,7	15,5	0,45	6,0	61,3
Тореро F <sub>1</sub> / Максифорт F <sub>1</sub>	5,4	2,6	14,3	0,43	6,2	52,0
Тореро F <sub>1</sub> / ТД-1 F <sub>1</sub>	5,6	3,0	17,6	0,45	6,7	49,7
Тореро F <sub>1</sub> / Емперадор F <sub>1</sub>	5,8	3,0	18,7	0,46	6,9	37,1
НІР <sub>05</sub>	0,16	0,41	2,42	0,02	0,21	5,54
Бартеза F <sub>1</sub> (контроль)	5,0	2,6	17,2	0,39	6,7	70,7
Бартеза F <sub>1</sub> / Максифорт F <sub>1</sub>	5,5	3,0	19,0	0,41	7,3	73,9
Бартеза F <sub>1</sub> / ТД-1 F <sub>1</sub>	5,1	2,4	15,4	0,37	6,5	61,0
Бартеза F <sub>1</sub> / Емперадор F <sub>1</sub>	5,4	2,9	18,2	0,42	6,9	54,5
НІР <sub>05</sub>	0,09	0,11	2,80	0,04	0,69	3,27
Мерліс F <sub>1</sub> (контроль)	5,4	2,8	16,0	0,46	6,1	57,8
Мерліс F <sub>1</sub> / Максифорт F <sub>1</sub>	6,0	3,2	18,7	0,43	7,4	63,3
Мерліс F <sub>1</sub> / ТД-1 F <sub>1</sub>	5,7	2,8	15,9	0,44	6,4	55,2
Мерліс F <sub>1</sub> / Емперадор F <sub>1</sub>	6,2	3,3	20,4	0,47	7,0	47,9
НІР <sub>05</sub>	0,16	0,08	1,03	0,03	0,31	4,51

кількість загального цукру, впливали на збільшення чи зменшення вмісту цього елемента. Високий вміст аскорбінової кислоти відмічено в гібрида Тореро F<sub>1</sub> (18,7 мг/100 г) і Мерліс F<sub>1</sub> (20,4 мг/100 г), щеплених на підщепу Емперадор F<sub>1</sub> та в гібрида Бартеза F<sub>1</sub> (19,0 мг/100 г), щепленого на Максифорт F<sub>1</sub> – відповідно на 3,2, 4,4 та 1,8 мг/100 г більше, ніж у нещеплених рослин.

За вмістом загальних кислот досліджувані варіанти знаходилися на рівні контролів і по досліді даний показник коливався в межах від 0,37 до 0,47%. Але й тут підщепу Емперадор F<sub>1</sub> зумовлювала найбільшу загальну кислотність у плодах усіх досліджуваних гібридів.

Оптимальне співвідношення цукрів (сума) і кислот, яке свідчить про збалансованість смакових якостей

плодів помідора, виявлено у варіанта Тореро F<sub>1</sub> / Емперадор F<sub>1</sub>, Бартеза F<sub>1</sub> / Максифорт F<sub>1</sub> й Мерліс F<sub>1</sub> / Максифорт F<sub>1</sub>, (цукрово-кислотний коефіцієнт становив 6,9, 7,3 і 7,4 відповідно). Варто зазначити, що використання щеплення сприяло істотному зростанню, порівняно з контролем, цукрово-кислотного коефіцієнта в усіх варіантах, окрім Бартеза F<sub>1</sub>/ ТД-1 F<sub>1</sub>.

Вміст нітратів у плодах помідора у всьому досліді не перевищував максимально допустимого рівня 300 мг/кг і коливався в межах 37,1–73,9 мг/кг. Також нами відзначено, що використання щеплення істотно знижувало накопичення нітратів. Винятком була підщепу Максифорт F<sub>1</sub> для гібридів Бартеза F<sub>1</sub> й Мерліс F<sub>1</sub>, де цей показник істотно зростав.

## Висновки і перспективи.

Встановлено, що використання підщеп сприяє збільшенню ранньої урожайності в усіх варіантах. Істотно вищу урожайність порівняно з нещепленими рослинами в усі роки досліджень отримано в гібриду Тореро  $F_1$  на підщепі ТД-1  $F_1$  (у середньому за 3 роки 30,4 кг/м<sup>2</sup>), у гібриду Бартеза  $F_1$  на підщепі Емператор  $F_1$  (30,53 кг/м<sup>2</sup>), у гібриду Мерліс  $F_1$  також на Емператорі  $F_1$  (31 кг/м<sup>2</sup>). Математично достовірної різниці за ранньою урожайністю між досліджуваними сорто-підщепними комбінаціями не виявлено. Використання підщеп також покращує біохімічні показники, зокрема, сприяє збільшенню вмісту сухих речовин у плодах усіх гібридів на 0,1–0,8 %. Підщепа Емператор  $F_1$  зумовлює підвищення вмісту загального цукру в помідорах на 0,3–0,5 % і аскорбінової кислоти на 1–4,7 % для всіх досліджуваних прищеп. Уміст нітратів у плодах помідора в усіх варіантах не перевищував максимально допустимого рівня 300 мг/кг. Для збільшення частки раннього врожаю (на 10 липня) у сучасних блокових гідропонних зимових теплицях типу „Венло” на рівні 30,4–31,0 кг/м<sup>2</sup> з високими біохімічними показниками плодів рекомендується застосовувати такі варіанти щеплення: Тореро  $F_1$  / ТД-1  $F_1$ , Бартеза  $F_1$  / Емператор  $F_1$ , Мерліс  $F_1$  / Емператор  $F_1$ .

## References

1. Singh, H., Kumar, P., Chaudhari, S. & Edelstein, M. (2017). Tomato Grafting: A Global Perspective. *HortScience*, 52(10), 1328–1336. doi: 10.21273/HORTSCI11996-17
2. Iliuk, N.A. (2005). The grafting of tomato and its productivity. *Plant varieties studying and protection*, 1, 60–65. <http://journal.sops.gov.ua/article/viewFile/66845/62126>
3. Spano, R., Ferrara, M., Montemurro, C. Mule, G., Gallitelli, D., & Mascia, T. (2020). Grafting alters tomato transcriptome and enhances tolerance to an airborne virus infection. *Scientific Reports*, 10(2538). doi: 10.1038/s41598-020-59421-5
4. Khah, E. M., Kakava, E., Mavromatis, A., Demos Chachalis, D., & Goulas, C. (2002). Effect of grafting on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in greenhouse and open-field. *Journal of Applied Horticulture*, 8(1), 3–7. doi: 10.37855/jah.2006.v08i01.01
5. Alzate, J.B., Puente, E.O.R., Juarez, O. G., Mendoza, D. G., & Diaz, L. C. (2018). Studies of Grafts in vegetables, an alternative for agricultural production under stress conditions: Physiological responses. *Journal of Plant Science and Phytopathology*, 2, 6–14. doi: 10.29328/journal.jpssp.1001014
6. Singh, H., Kumar, P., Kumar, A., Kyriacou, M.C., Colla, G., & Roupheal, Y. (2020). Grafting Tomato as a Tool to Improve Salt Tolerance. *Agronomy*, 10(2), 263–285. doi: 10.3390/agronomy10020263
7. Guimaraes, M. A., Garcia, M. F., Tello, J. P., Lemos Neto, H. S., Lima Neto, B.L., & Rabelo, J. S. (2019). Tomato grafting on rootstock of Jilo, Cocona and Jurubeba. *Horticultura Brasileira*, 37(2), 138–145. doi: 10.1590/S0102-053620190203
8. Soare R., Dinu, M., & Babeanu, C. (2018). The effect of using grafted seedlings on the yield and quality of tomatoes grown in greenhouses. *Horticultural Science*, 45(2), 76–82. doi: 10.17221/214/2016-HORTSCI
9. Gratao, P. L., Monteiro, C. C., & Tezotto, T. (2015). Cadmium stress antioxidant responses and root-to-shoot communication in grafted tomato plants. *Biometals*, 28, 803–816. doi: 10.1007/s10534-015-9867-3
10. Grieneisen, M. L., Aegerter, B. J. Stoddard, C. S., & Zhang, M. (2018). Yield and fruit quality of grafted tomatoes, and their potential for soil fumigant use reduction. A meta-analysis. *Agronomy for Sustainable Development*, 38(29). <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0507-5>

11. Chaudhari, S., Jennings, K. M., Monks, D. W., Jordan, D. L., Gunter, C. C., Basinger, N. T., & Louws, F. J. (2016). Response of Eggplant (*Solanum melongena*) Grafted onto Tomato (*Solanum lycopersicum*) Rootstock to Herbicides. *Weed Technology*, 30(1), 207–216. doi: 10.1614/WT-D-15-00079.1
12. Sora, D., Doltu, M., Draghici, E. M., & Bogescu, M. I. (2019). Effect of Grafting on Tomato Fruit Quality. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(4), 1246–1251. <https://doi.org/10.15835/nbha47411719>
13. Karimov, B.A., Lyan, E.E., Mavlyanova, R.F., & Aramov, M.K. (2019). Promising rootstocks for increasing of tomato yield and quality in greenhouses. *Potato and Vegetable*, 11, 20–22. doi: 10.25630/PAV.2019.28.38.002
14. Edelstein, M. (2004). Grafting vegetable-crop plants: Pros and cons *Actahorticulturae*, 659, 235–238. doi: 10.17660/ActaHortic.2004.659.29
15. Goto, R., de Miguel, A., Marsal, I. J., Gorge, E., & Calatayud, A. (2013). Effect of different rootstocks on growth, chlorophyll a fluorescence and mineral composition of two grafted scions of tomato. *Journal of Plant Nutrition*, 36(5), 825–835. doi: 10.1080/01904167.2012.757321
16. Bondarenko, G.L., & Yakovenko, K.I. (2001). Method of research affairs in Vegetables and Melons. Kharkiv: Osнова, 369.

---

**Khareba O. V., Tsyz O. M., Khareba O. V., Khareba V. V. (2020).**

**VARIETAL-ROOTSTOCKS COMBINATIONS USAGE IS A PERSPECTIVE METHOD OF INCREASING THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF TOMATOES USING LOW-VOLUME HYDROPONICS METHOD. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(4): 78–86.**

<https://doi.org/10.31548/agr2020.04.078>

**Abstract.** *Tomato grafting has a considerable scientific and practical interest, because it promotes plant resistance to illnesses, pests, stress factors, improves nourishment conditions and as a result increases crop yields and contributes to the greening of cultivation. The study of this issue is actual for the indoor ground conditions, particularly, for growing in glass greenhouses using low-volume hydroponics method. Experiments for studying three indeterminate hybrids of tomatoes Torero  $F_1$ , Barteza  $F_1$  and Merlice  $F_1$  with grafting on rootstocks Maxifort  $F_1$ , TD-1  $F_1$  i Emperador  $F_1$  were conducted in the “Venlo” type on Private Joint Stock Company «Combinat «Тепличнуу» («Комбінат «Тепличний»).* The main goal of the experiments was to find out the efficiency of varietal-rootstocks combinations on the indeterminate hybrids  $F_1$  tomato. Consequently, the usage of rootstocks promotes the increase in early yield in all options. Significantly higher yield compared to the plants that were not rootstocked during all the years of research, was gotten from the Toreto  $F_1$  hybrid on the TD-1  $F_1$  rootstock (in general during 3 years 30,4 kilograms per square meter), from Merlice  $F_1$  hybrid on Emperador  $F_1$  (31 kg per square meter). Mathematically significant difference in early yield between the studied cultivar-rootstock combinations was not found. The usage of the rootstocks also improves biochemical indicators, particularly, contributes to the increasing the dry matter content in the fruits of all hybrids by 0.1-0.8%. Emperador  $F_1$  rootstock causes an increase in the total sugar content in tomatoes by 0.3-0.5% and ascorbic acid by 1-4.7% for all studied rootstocks. It is recommended to use such grafting options as Torero  $F_1$  / TD-1  $F_1$ ; Barteza  $F_1$  / Emperador  $F_1$ ; Merlice  $F_1$  / Emperador  $F_1$  with a view to increasing the share of early yield (10th July) in modern block hydroponic winter greenhouses of the “Venlo” type at the level of 30,4-31,0 kilograms per square meter with high biochemical indicators of fruits.

**Keywords:** *tomato, hybrid, graft, rootstock, varietal-rootstocks combining, yield, biochemical composition.*

## ОЦІНКА ФОТОСИНТЕТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СОРТІВ ПАСТЕНАКУ ПОСІВНОГО В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**Комар О. О.**, кандидат сільськогосподарських наук, асистент кафедри  
овочівництва і закритого ґрунту

<https://orcid.org/0000-0001-7511-4190>

**Шеметун О. В.**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри  
овочівництва і закритого ґрунту

<https://orcid.org/0000-0001-7129-9108>

**Комар В. О.**, завідувач навчально-науково-виробничої лабораторії  
«Овочі відкритого і закритого ґрунту»

<https://orcid.org/0000-0002-3969-4914>

E-mail: [komaroff@nubip.edu.ua](mailto:komaroff@nubip.edu.ua)

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Анотація.** У зв'язку з інтенсифікацією виробництва пастернаку посівного виникає питання з'ясування елементів технології вирощування, які мають забезпечити її високу продуктивність. Використання сортових рослинних ресурсів є однією з найважливіших ланок сільського господарства – основою економічного та соціального розвитку держави. Найефективнішим та економічно вигідним є широке впровадження нових сортів та гібридів із генетично визначеним рівнем адаптування до умов ґрунтово-кліматичних зон їх вирощування. Показник динаміки формування фотосинтетичної продуктивності є основою урожайності кожної сільськогосподарської культури. Метою досліджень було вивчення динаміки формування листкової поверхні в сортів пастернаку посівного в умовах Правобережного Лісостепу України. Досліджувані сорти пастернаку посівного формували високу площу активної асиміляційної поверхні, динаміка змін якої залежить від етапу органогенезу, ґрунтово-кліматичних умов року та сортових особливостей. Із найбільшим показником у середньому за період вегетації площі листкової поверхні (49,0-49,6 тис. м<sup>2</sup>/га), фотосинтетичного потенціалу (1,79-1,83 млн м<sup>2</sup> діб/га) та чистої продуктивності фотосинтезу (5,32-5,56 г/м<sup>2</sup> за добу) характеризувалися сорти Стимул та Пульс у розрізі з іншими сортами. Встановлено, що для одержання стабільно високої врожайності (44,4-45,4 т/га) та товарності коренеплодів (85-93 %) в умовах Правобережного Лісостепу України необхідно висівати високопродуктивні сорти пастернаку посівного Стимул та Пульс.

**Ключові слова:** пастернак посівний, площа листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу.

### **Актуальність.**

В умовах ринкової економіки велике значення має розширення асортименту продукції завдяки малопоширеним культурам (Позняк О. В., 2017). Великий інтерес представляє пастернак посівний, цінність якого полягає в тому, що в складі коренеплідів є біохімічні речовини, які незамінні для людського організму (Голубкіна Н. А. и др., 2014; Хареба О. В. та ін., 2018). З фітохімічної точки зору найбільш цінними діючими речовинами в пастернаку посівного є фурукумарини та ефірні олії. Так, на сьогодні виділено та ідентифіковано вісім основних фурукумаринів, серед яких найбільш фотодинамічноактивними є бергаптен, ксантотоксин, імператорин, ізопімпінілін, а також остхол (Шиморова Ю. Є и др., 2017). До складу ефірної олії входять шість домінуючих сполук, таких як: октил-бутират, октил-ацетат, октанол, гексил-бутират, октил-капроат та бутил-бутират, що дає можливість розглядати пастернак посівний як ефіроолійний продуцент (Симоненко Н. А. & Шпичак О. С., 2018). Фармакологічний ефект пастернаку посівного зумовлений наявністю суми фенольних сполук, зокрема, гідроксикоричних кислот (Бойко Н. Н. и др., 2017).

У зв'язку з інтенсифікацією виробництва пастернаку посівного виникає питання з'ясування елементів технології вирощування, які мають забезпечити її високу продуктивність (Хареба О. В. & Рибак Я. Я., 2018). Використання сортових рослинних ресурсів є однією з найважливіших ланок сільського господарства – основою економічного та соціального розвитку держави. Найефективнішим та економічно вигідним є ши-

роке впровадження нових сортів та гібридів із генетично визначеним рівнем адаптування до умов ґрунтовокліматичних зон їхнього вирощування (Захарчук О. В., 2009).

Важливе місце в процесі росту та розвитку рослин займає показник динаміки формування фотосинтетичної продуктивності, оскільки він є основою врожайності кожної сільськогосподарської культури (Краєвська Л. С., 2017).

### **Аналіз останніх досліджень та публікацій.**

Посіви, як фотосинтезуючі системи, повинні мати високу загальну щільність, велику поверхню контакту із зовнішнім середовищем і розмір кореневої системи. Ці умови регулюються густотою посіву та площею живлення рослин (Бикіна Н. М., 2013). Від розмірів і конфігурації розміщення листків залежать величина поглинутої посівом світлової енергії, сумарна транспірація та можлива первинна продукція органічних речовин (Рожков А. О. & Гармашов В. В., 2015).

Латюк Г. І. зазначає, що на величину площі листової поверхні впливає спосіб вирощування культур. За гребеневого способу на 1 т врожаю моркви припадає менша кількість листової поверхні, а врожай формується вищий. Отже, за гребеневого способу вирощування спостерігається більша продуктивність листової поверхні (Латюк Г. І., 2012). Продуктивність сортів буряка столового безпосередньо залежить від складових технологій, особливо строків сівби та позакореневого підживлення, які будуть забезпечувати формування оптимальної площі листової поверхні та тривалості її фотосинтетичної активності

(Безвіконний П. В., 2010; Енеді К. Л. & Садовська Н. П., 2016). Паламарчук І. І. встановив, що сортові особливості буряка столового впливають на проходження фенологічних фаз, біометричні показники та урожайність культури (Паламарчук І. І., 2018).

Важливими чинниками підвищення продуктивності рослин пастернаку посівного за вирощування в Правобережному Лісостепу України є добір високопродуктивних сортів та удосконалення елементів технології для оптимізації умов вирощування для максимальної реалізації їх генетичного потенціалу.

**Мета досліджень** – полягає у вивченні динаміки формування листової поверхні в сортів пастернаку посівного в умовах Правобережного Лісостепу України.

### **Матеріали і методи дослідження.**

Польові дослідження проводили у 2015 – 2017 рр. на дослідному полі кафедри овочівництва й закритого ґрунту в НЛ «Плодоовочевий сад» НУБіП України в умовах Правобережного Лісостепу України. Ґрунт дослідної ділянки дерново-середньоопідзолений, грубопилуватий, легкосуглинковий.

Польові досліді закладали згідно з «Методикою дослідної справи в овочівництві та баштанництві» (2001), «Класифікаторам з методики проведення експертизи ліній, сортів і гібридів родини Аріасеae Lindl. – Селерові (морква, пегрушка, селера, пастернак, кмин, кріп, коріандр, фенхель, любисток) для визначення відмінності, однорідності і стабільності» (2015). Досліджували сорти: Петрик (контроль), Стимул, Борис та Пульс. Розмір облікової дослідної ділянки

становив 11,3 м<sup>2</sup>, повторність чотирикратна. Варіанти в досліді розміщували систематично. Попередником для пастернаку посівного був огірок.

Технологія вирощування пастернаку посівного, за виключенням досліджуваних елементів та прийомів, була загальноприйнятною для Правобережного Лісостепу України. Насіння за сортовими та посівними якостями відповідало вимогам ДСТУ 7160:2010 «Насіння овочевих, баштанних, кормових і пряно-ароматичних культур. Сортові й посівні якості. Технічні умови». Сівбу проводили в II декаді квітня за схемою 45x10 см на глибину 1,52 см із нормою висіву 3 кг/га. У фазі двох справжніх листків формували кінцеву густоту рослин.

Динаміку площі листків визначали методом контурного сканування листків із подальшим визначенням їхньої площі за допомогою програмного забезпечення IpSquare 1.9. Площу листків на 1 га посіву розраховували, зважаючи на густоту рослин і виражали в тис. м<sup>2</sup> на 1 га. Фотосинтетичний потенціал посіву визначали за А.А. Ничипоровичем (1961). Чисту продуктивність фотосинтезу визначали за величиною приросту сухої маси рослини за добу в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> листової поверхні за формулою Кідда, Веста і Брігса.

Збирання врожаю проводили в кожному повторенні суцільним способом за настання технічної стиглості коренеплодів. Їх сортували згідно з вимогами ДСТУ 8473:2015 «Пастернак свіжий. Технічні умови».

### **Результати дослідження.**

Спостереження за рослинами пастернаку посівного показали, що в середньому за роки досліджень на 1

липня площа листової поверхні залежно від варіанта досліду варіювала від 23,8 до 28,6 тис. м<sup>2</sup>/га (рис. 1). Найвищі показники площі листової поверхні були відмічені в сорту Стимул (27,1 тис. м<sup>2</sup>/га) та Пульс (28,6 тис. м<sup>2</sup>/га), що істотно більше за контроль на 3,3 та 4,8 тис. м<sup>2</sup>/га. У сорту Борис даний показник суттєво не відрізнявся від контролю. Станом 1 серпня площа листової поверхні в сорту Стимул істотно перевищувала контроль на 3,4 тис. м<sup>2</sup>/га. У інших сортів площа листової поверхні була на рівні контролю. Найбільш потужна листкова поверхня формувалася на 1 вересня в межах від 69,6 до 73,8 тис. м<sup>2</sup>/га із найбільшим значенням для сорту Стимул та Пульс.

Фотосинтетичний потенціал рослин або потенціальна фотосинтетична потужність посіву (поодиноких рослин) – це показник, що являє собою суму щоденно працюючої листової поверхні протягом усього періоду вегетації. Визначення цього показника має важливе значення, оскільки кількість синтезованих рослинами асимілятів знаходиться в прямій залежності від величини «працюючої» листової поверхні посіву.

Станом на 1 липня фотосинтетичний потенціал у досліджуваних сортів був незадовільним і коливався в

межах від 0,39 до 0,46 млн м<sup>2</sup> діб/га (рис. 2). На 1 серпня фотосинтетичний потенціал значно збільшився та коливався в межах між середнім та вищим. Найбільше значення фотосинтетичного потенціалу характерне для сорту Стимул – 1,54 млн м<sup>2</sup> діб/га та Пульс – 1,48 млн м<sup>2</sup> діб/га. Максимальне значення фотосинтетичного потенціалу спостерігали на 1 вересня. У сорту Стимул та Пульс даний показник був найбільшим у досліді та перевищив контроль відповідно на 0,2 та 0,13 млн м<sup>2</sup> діб/га.

Станом на 1 липня чиста продуктивність фотосинтезу для сорту Стимул, Пульс та Борис істотно перевищувала контроль на 0,95 г/м<sup>2</sup> за добу (26,5 %), 0,61 г/м<sup>2</sup> за добу (17,0 %) та 0,42 г/м<sup>2</sup> за добу (11,7 %) відповідно (рис. 3). На 1 серпня досліджуваний показник у досліді коливався в межах від 4,05 до 5,46 г/м<sup>2</sup> за добу. 1 вересня найбільше значення чистої продуктивності фотосинтезу відмічене в сорту Стимул та Пульс, що на 1,06 г/м<sup>2</sup> за добу (18,9 %) та 0,84 г/м<sup>2</sup> за добу (15,0 %) більше за контроль.

Формування значної площі листової поверхні в рослин пастернаку посівного забезпечує вищу ефективність фотосинтезу, що безпосередньо впливає на загальну врожайність (рис. 4).

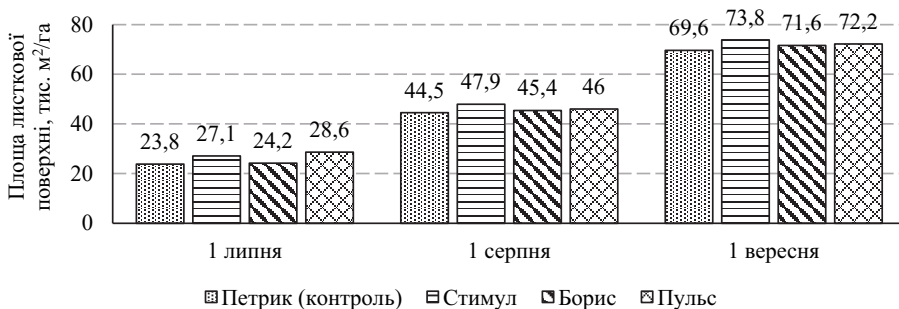
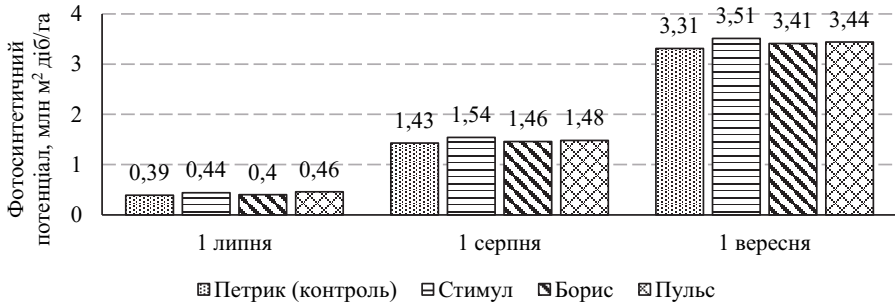
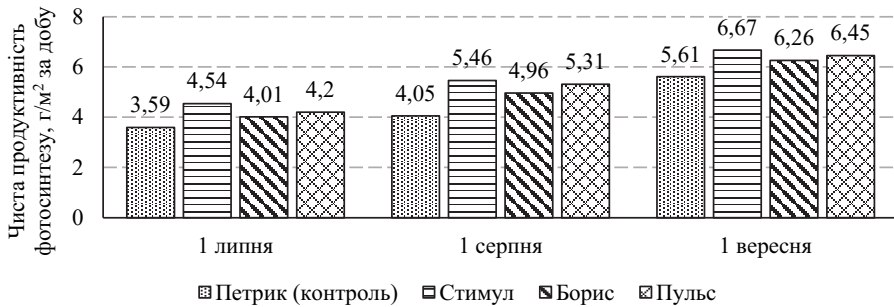


Рис. 1. Показники площі листової поверхні, тис. м<sup>2</sup>/га (середнє за 2015 – 2017 рр.)



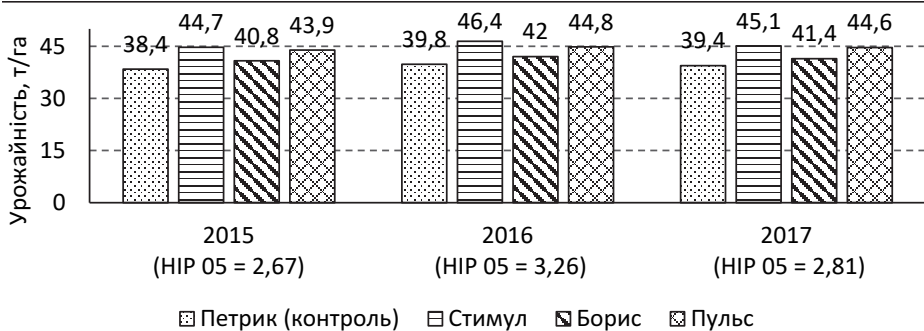
**Рис. 2. Показники фотосинтетичного потенціалу, мгн м² діб/га (середнє за 2015 – 2017 рр.)**



**Рис. 3. Показники чистої продуктивності фотосинтезу, г/м² за добу (середнє за 2015 – 2017 рр.)**

У середньому за роки досліджень найвища врожайність коренеплодів отримана в сорту Стимул (45,4 т/га) та Пульс (44,4 т/га), що відповідно на 6,2 т/га або 15,8 % та 5,2 т/га або 13,3 % більше за контроль. Середня маса коренеплодів

у сорту Стимул та Пульс становила відповідно 207 г та 203 г із товарністю 89 % та 87 %, що на 28 г і 25 г та 6 % і 4 % відповідно більше за контроль. Урожайність у сорту Борис перебувала на рівні контролю і становила 41,4 т/га.



**Рис. 4. Урожайність сортів пастернаку посівного, т/га**

## Висновки і перспективи.

Досліджувані сорти пастернаку посівного формували високу площу активної асиміляційної поверхні, динаміка змін якої залежить від етапу органогенезу, ґрунтовокліматичних умов року та сортових особливостей. Із найбільшим показником у середньому за період вегетації площі листкової поверхні (49,049,6 тис. м<sup>2</sup>/га), фотосинтетичного потенціалу (1,791,83 млн м<sup>2</sup> діб/га) та чистої продуктивності фотосинтезу (5,325,56 г/м<sup>2</sup> за добу) характеризувалися сорти Стимул та Пульс у розрізі з іншими сортами.

Встановлено, що для одержання стабільно високої врожайності (44,445,4 т/га) та товарності коренеплодів (8593 %) в умовах Правобережного Лісостепу України необхідно висівати високопродуктивні сорти пастернаку посівного Стимул та Пульс.

## References

1. Pozniak, O. V., Tkalych, Yu. V. & Chaban, L. V. (2017). Innovatsii v ovochivnytstvi: zbahachennia vitchyznianoho rynku maloposhyrenykh roslyn [Innovations in vegetable growing: enrichment of the domestic market of rare plants]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo*, 63. P. 280-290. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Oib\\_2017\\_63\\_36](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Oib_2017_63_36)
2. Golubkina, N. A., Fedorova, M. I., & Stepanov, A. N. (2014). Elementnyi ostav pasternaka (*Pastinaca Sativa* L.) [Content of micro- and macro-elements of parsnip (*Pastinaca Sativa* L.)]. *Ovoschi Rossii*, 3. P. 18-21. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2014-3-18-21>
3. Khareba, O. V., Horova, T. K., & Pidlubenko, I. M. (2018). Minlyvist biokhimichnykh pokaznykiv pasternaku posivnoho [Variability of biochemical parameters of parsnip]. *Visnyk KhNAU. Seriya: Roslynyntstvo, selektsiia i nasinnytstvo, plodoovochivnytstvo i zberihannia*, 2. P. 89-94. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhнау\\_roslyn\\_2018\\_2\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhнау_roslyn_2018_2_12)
4. Shimorova, Yu. E., Kislichenko V. S., & Kuznetsova, V. Yu. (2017). Issledovanie fitosterolov korneplodov pasternaka posevnogo (*Pastinaca sativa* L.) [Research of phytoosterols of root crops of sowing parsnip (*Pastinaca sativa* L.)]. *Aktualnyie voprosy i farmatsii: materialy 69-y itogovoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov i molodyih uchenyih*, P. 700-702. <http://dspace.nuph.edu.ua/handle/123456789/18351>
5. Symonenko, N. A., & Shpychak, O. S. (2018). Vydy, khimichni sklad ta farmakolohichna diia rodu roslyn *Rastinaca*, shcho zastosovuiutsia v medytsyni i farmatsii [Species, chemical composition and pharmacological action of the genus *Pastinaca*, used in medicine and pharmacy]. *Suchasni dosiahnennia farmatsevtichnoi tekhnolohii i biotekhnolohii*, 4. P. 230235. <http://dspace.nuph.edu.ua/handle/123456789/16628>
6. Boyko, N. N., Pisarev, D. I., & Zhilyakova, E. T. (2017). Izuchenie farmakognosticheskikh i tehnologicheskikh parametrov plodov *Rastinaca sativa* L. [Study of pharmacognostic and technological parameters of fruits *Pastinaca sativa* L.] *Vestnik farmatsii*, 3 (77). P. 58-62. <http://dspace.nuph.edu.ua/handle/123456789/15054>
7. Khareba, O. V. & Rybak, Ya. Ya. (2018). Pidvyshchennia ekonomichnoi efektyvnosti vyrobnytstva maloposhyrenykh ovochevykh kultur [Improving the economic efficiency of production of rare vegetable crops]. *Ekonomika APK*, 12. P. 31-41. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/E\\_apk\\_2018\\_12\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/E_apk_2018_12_7)
8. Zakharchuk, O. V. (2009). Sort – yak innovatsiyna osnova rozvitku roslinnitstva [Variety – as an innovative basis for crop development]. *AgroInkom*, 5(8). P. 17-22. [http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/Agroinkom/agroinkom2009-5-8/agroinkom2009-5-8\\_17-22.pdf](http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/Agroinkom/agroinkom2009-5-8/agroinkom2009-5-8_17-22.pdf)

9. Kraievska, L. S. (2017). Osoblivosti formuvannya pokaznikiv fotosintetichnoyi produktivnosti kvasoli zvizhaynoyi v zalezhnosti vid peredposivnoyi obrobki nasiny [Features of formation of indicators of photosynthetic productivity of common beans depending on pre-sowing seed treatment]. *Sil'ske gospodarstvo ta lisivnytstvo*, 6(1). P. 166-174. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/agn\\_2017\\_6%281%29\\_\\_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/agn_2017_6%281%29__22)
10. Bykina, N. M. (2013). Fotosyntetychna aktyvnist posiviv tsybuli ripchastoi pid chas zastosuvannya dobryv [Photosynthetic activity of onion crops during fertilizer application]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. Seriya: Ahronomiia*, 183(2). P. 169-176. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnaugr\\_2013\\_183%282%29\\_\\_31](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnaugr_2013_183%282%29__31)
11. Rozhkov, A. O. & Harmashov, V. V. (2015). Pokazniki fotosintetichnogo potentsialu tritikale yarogo zalezno vid vplivu sposobiv sivi ta norm visivu [Indicators of photosynthetic potential of spring triticale depending on the influence of sowing methods and seeding rates]. *Tavriyskiy naukoviy visnyk*, 90. P. 83-92. [http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/90\\_2015/19.pdf](http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/90_2015/19.pdf)
12. Latiuk, H. I. (2018). Vplyv sposobiv vyroshchuvannya na produktyvnist i yakist koreneplodiv hibrydiv morkvy v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Influence of cultivation methods on productivity and quality of root crops of carrot hybrids in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Ahrarnyi visnyk Prychornomoria*, 87. P. 55-61. <http://hdl.handle.net/123456789/2121>
13. Bezikonnyi, P. V. (2010). Ploshcha asymilatsiinoi poverkhni buriaka stolovoho za umov zastosuvannya makro- ta mikrodo-bryv [The area of assimilation surface of table beets under the conditions of application of macro- and microfertilizers]. *Zbirnyk naukovykh prats Podil'skoho derzhavnoho ahrarno-tekhnichnoho universytetu*, 18. P. 113-117. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZnpPdatu\\_2010\\_18\\_28](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZnpPdatu_2010_18_28)
14. Enedi, K. L. & Sadovska, N. P. (2016). Urozhainist buriaka stolovoho zalezno vid strokiv vysivu [Yield of table beets depending on sowing dates]. *Molodyi vchenyi*, 2. P. 143-147. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv\\_2016\\_2\\_37](http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2016_2_37)
15. Palamarchuk, I. I. (2018). Vplyv sortovykh osoblyvostei na vrozhainist ta biometrychni pokaznyky produktsii buriaka stolovoho v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Influence of varietal characteristics on yield and biometric indicators of table beet production in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Sil'ske gospodarstvo ta lisivnytstvo*, 9. P. 143-153. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/agn\\_2018\\_9\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/agn_2018_9_17)

---

**Komar O. O., Shemetun O. V., Komar V. O. (2020). EVALUATION OF PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF PARSNIP VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(4): 87–93. <https://doi.org/10.31548/agr2020.04.087>.**

**Abstract.** *Due to the intensification of production of parsnip, the question arises to clarify the elements of cultivation technology that should ensure its high productivity. The use of varietal plant resources is one of the most important parts of agriculture - the basis of economic and social development of the state. The most efficient and cost-effective is the widespread introduction of new varieties and hybrids with a genetically determined level of adaptation to the conditions of soil and climatic zones of their cultivation. The indicator of the dynamics of the*

formation of photosynthetic productivity is the basis of the yield of each crop. The purpose of the research was to study the dynamics of leaf surface formation in varieties of parsnip in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The studied cultivars of parsnip sowing formed a high area of active assimilation surface, the dynamics of which depends on the stage of organogenesis, soil and climatic conditions of the year and varietal characteristics. With the highest average for the growing season leaf area (49.0-49.6 thousand m<sup>2</sup>/ha), photosynthetic potential (1.79-1.83 million m<sup>2</sup> per day/ha) and net productivity of photosynthesis - 5.56 g/m<sup>2</sup> per day) were characterized by varieties Stymul and Pulse in terms of other varieties. It is established that in order to obtain stably high yield (44.4-45.4 t/ha) and marketability of root crops (85-93%) in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine it is necessary to sow highly productive varieties of parsnip sowing Stymul and Pulse.

**Keywords:** parsnip, leaf surface area, photosynthetic potential, net productivity of photosynthesis.

---

---

---

## ДО УВАГИ АВТОРІВ!

---

---

До розгляду приймаються наукові статті обсягом 10–20 сторінок тексту (без врахування бібліографічних посилань). Формат паперу – А4, орієнтація – книжкова, поля з усіх сторін – 20 мм, міжрядковий інтервал – 1,5, кегль шрифту – 14, гарнітура – Times New Roman, абзац – 1 см.

### Структура наукової статті:

**рядок 1** – УДК (вирівнювання по лівому краю, шрифт – напівжирний);

**рядок 2** – назва наукової статті (вирівнювання по центру, шрифт – напівжирний, великі літери);

**рядок 3** – ініціали та прізвище автора (вирівнювання по центру, шрифт – напівжирний, великі літери); науковий ступінь і вчене звання, ідентифікатор ORCID, місце роботи (вирівнювання по центру, шрифт – напівжирний курсив), кожен співавтор з нового рядка; студенти і аспіранти додатково вказують наукового керівника;

**рядок 4** – електронна адреса автора;

**рядок 5** – анотація (кегль шрифту - 14, курсив, міжрядковий інтервал - 1). Обсяг анотації повинен бути не менше 1800 знаків;

**рядок 6** – ключові слова (кегль шрифту – 14, курсив, міжрядковий інтервал – 1), жодне з них не дублює слова з назви статті;

**рядок 7** – текст наукової статті із зазначенням наступних елементів:

**Актуальність**, де висвітлюється важливість дослідження, існуючі проблеми та напрями їх вирішення у контексті поставлених наукових завдань; вказуються невідірені частини проблеми.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій**, де подається короткий аналіз результатів досліджень науковців з тематики наукової статті.

**Мета дослідження**, де вказуються мета і завдання наукового дослідження.

**Матеріали і методи дослідження**, де висвітлюються основні методи і прийоми, застосовані у науковій статті.

**Результати дослідження**, де висвітлюються основні отримані результати дослідження, подані у науковій статті.

**Висновки і перспективи**, де подаються конкретні висновки за результатами дослідження та перспективи подальших розробок.

У кінці наукової статті подається **Список літератури** у порядку згадування або у алфавітному порядку (кегль шрифту - 14, міжрядковий інтервал - 1). Список використаних джерел оформляється згідно з вимогами APA 6th Edition (American Psychological Association (APA) Style). Посилання у тексті наводяться за зразком (Прізвище, рік), наприклад: один автор – (Vinson, 1997), два автори – (Vargo & Hulsey, 2000), три та більше авторів – (Davis et al., 1989). Детально з правилами можна ознайомитись за посиланням <http://nbuv.gov.ua/node/929>. Також можна оформити цитування за стилем APA онлайн: [www.citationmachine.net/apa/cite-a-book](http://www.citationmachine.net/apa/cite-a-book)

Всі літературні джерела потрібно наводити англійською мовою. Транслітерація допускається лише прізвищ авторів відповідно до Постанови КМУ від 27 січня 2010 р. № 55 (онлайн трансліт: <https://dmsu.gov.ua/services/transliteration.html>), а російських – згідно системи BGN/PCGN.

**рядок 8** – тема, ініціали і прізвище автора, анотація та ключові слова, які надаються англійською (українською) мовою.