

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

PLANT AND SOIL SCIENCE

Vol. 11 (3)

2020



SCIENTIFIC JOURNAL

РОСЛИННИЦТВО ТА ҐРУНТОЗНАВСТВО

Науковий журнал. Vol. 11, No 3, 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 № 1 від 21 серпня 2020 р.*

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 21.08.2020 р. Формат 70x100/16. Друк офсетний.
Папір офсетний. Ум. друк. арк. 9,99. № 200553.

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 3, 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. 1 of 21.08.2020.

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 21.08.2020. Format 70x100/16. Offset printing. Offset paper.
9,99 conditional printing sheets. № 200553.

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

С. М. Каленська, Н. В. Новицька

ЕФЕКТИВНІСТЬ НАНОПРЕПАРАТІВ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ..7

Н. М. Асанішвілі

ОПТИМІЗАЦІЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ
НА ОСНОВІ РОСЛИННОЇ ДІАГНОСТИКИ22

М.І. Бахмат, Д.П. Плахтій, К.С. Небаба

ФОРМУВАННЯ СИМБІОТИЧНОГО АПАРАТУ ГОРОХУ ПОСІВНОГО
ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ МІНЕРАЛЬНИМИ ДОБРИВАМИ
ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО33

І. І. Сенік

ВПЛИВ НОРМИ ВИСІВУ ТА ШИРИНИ МІЖРЯДЬ НА УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ
В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО43

М. І. Бахмат, І. В. Сендецький

ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН РІПАКА ОЗИМОГО
ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ ВИСІВУ ТА ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРА РОСТУ
«ВЕРМІЙОДІС».....51

ЗЕМЛЕРОБСТВО

С. П. Танчик, Д.В. Літвінов, В. В. Сінченко

КОЛООБІГ БІОМАСИ Й ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ У ПОСІВАХ СОЇ ЗАЛЕЖНО
ВІД ПОПЕРЕДНИКА Й ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ61

СЕЛЕКЦІЯ І НАСІННИЦТВО

С. І. Кондратенко, Т. В. Шевченко, О. В. Сергієнко, О. П. Самовол,

Ю. М. Ланкастер

СТАБІЛЬНІСТЬ ПРОЯВУ БІОХІМІЧНИХ ОЗНАК ПЛОДІВ КАБАЧКА
ЗА РІЗНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ ЛІНІЙНОГО МАТЕРІАЛУ70

О. Ю. Куліш, М. Ф. Парій

ГЕНЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЛІНІЙ ЦУКРОВОЇ КУКУРУДЗИ НА ОСНОВІ ГЕНУ
СТРУКТУРИ ЕНДОСПЕРМУ SH_2 80

ҐРУНТОЗНАВСТВО ТА АГРОХІМІЯ

Є. О. Буряк, В. О. Забалуєв

ЗМІНА РОДЮЧОСТІ ТЕХНОЗЕМІВ ЗА ТРИВАЛОГО
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИКОРИСТАННЯ РЕКУЛЬТИВОВАНОГО
ЗАЛІЗОРУДНОГО ШЛАМОСХОВИЩА В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ88

О. А. Літвінова, Д. В. Літвінов, С. Е. Дегодюк, О. В. Дмитренко
ВПЛИВ СИСТЕМАТИЧНОГО УДОБРЕННЯ НА БІОЛОГІЧНУ АКТИВНІСТЬ
СІРОГО ЛІСОВОГО ҐРУНТУ97

ПЛОДООВОЧІВНИЦТВО

О. С. Василенко, Т. Є. Кондратенко
СТУПІНЬ ВИЗРІВАННЯ ЛОЗИ ВИНОГРАДУ В СОРТІВ СЕЛЕКЦІЇ
ННЦ «ІВІВ ІМ. В.Є. ТАЇРОВА» В УМОВАХ ПІВНІЧНОЇ ЧАСТИНИ
ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ 105

Б. М. Мазур
УРОЖАЙНІСТЬ СУНИЦІ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ТИМЧАСОВОГО
НАКРИТТЯ РОСЛИН115

CONTENT

PLANT AND FORAGE PRODUCTION

- S. M. Kalenska, N. V. Novytska**
EFFICIENCY OF NANO PREPARATIONS IN SOYBEAN GROWING
TECHNOLOGY.....7
- N. M. Asanishvili**
OPTIMIZATION OF MINERAL NUTRITION OF MAIZE HYBRIDS
ON THE BASIS OF PLANT DIAGNOSTICS22
- M. I. Bahmat, D. P. Plahdiy, K. S. Nebaba**
THE INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS AND GROWTH REGULATORS
ON FORMATION OF THE SYMBIOTIC APPARATUS OF FIELD PEA VARIETIES
IN THE CONDITIONS OF WESTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE33
- I.I. Senyk**
INFLUENCE OF SOWING NORM AND ROW OF ROW ROWS ON SOYBEAN
YIELD IN CONDITIONS OF WESTERN FOREST STEPPE.....43
- M. I. Bakhmat, I.V. Sendetsky**
PHOTOSYNTHETIC PRODUCTIVITY OF WINTER RAPS PLANTS DEPENDING
ON SOWING NORMS AND APPLICATION OF VERMIODIS GROWTH
REGULATOR51

AGRICULTURE

- S.P. Tanchyk, D.V. Litvinov, V.V. Sinchenko**
CYCLE OF BIOMASS AND ELEMENTS OF PLANT NUTRITION IN SOYBEAN
CROPS DEPENDING ON VARIOUS PRECEDING CROPS AND PRIMARY
TILLAGE61

BREEDING AND SEED PRODUCTION

- S. I. Kondratenko, T. V. Shevchenko, O. V. Sergienko, O. P. Samovol, Yu. M. Lancaster**
STABILITY OF SHOWING OF BIOCHEMICAL TRAITS OF COURGETTE FRUITS
UNDER DIFFERENT CONDITIONS OF GROWING LINEAR MATERIAL.....70
- O.Yu. Kulish, M.F. Parii**
GENETIC ANALYSIS OF SWEET CORN LINES BASED ON SH_2 ENDOSPERM
STRUCTURE GENE.....80

SOIL SCIENCE AND AGROCHEMISTRY

- Y. Buriak, V. Zabaluev**
CHANGES IN THE FERTILITY OF TECHNOSOILS DURING LONGTERM
AGRICULTURAL USE OF RECLAIMED IRON ORE SLUDGE STORAGEES
IN THE STEPPES OF UKRAINE 88

O.A. Litvinov, D.V. Litvinov, S.E. Dehodiuk, O.V. Dmitrenko
INFLUENCE OF SYSTEMATIC FERTILIZER ON BIOLOGICAL ACTIVITY
OF GRAY FOREST SOIL97

FRUIT AND VEGETABLE GROWING

O. S. Vasylenko, T. E. Kondratenko
THE DEGREE OF RIPENING OF THE GRAPEVINE IN THE VARIETIES
OF SELECTION OF NATIONAL SCIENTIFIC CENTRE “INSTITUTE
OF VITICULTURE AND WINE-MAKING AFTER V.YE. TAIROV”
IN THE CONDITIONS OF THE NORTHERN PART OF THE FOREST-STEPPE
OF UKRAINE 105

B.M. Mazur
STRAWBERRY YIELD WHEN USING TEMPORARY SHELTER
FOR PLANTS115

РОСЛИННИЦТВО ТА КОРМОВИРОБНИЦТВО

УДК 620.3:633.34

<https://doi.org/10.31548/agr2020.03.007>

ЕФЕКТИВНІСТЬ НАНОПРЕПАРАТІВ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

КАЛЕНСЬКА С. М., доктор с.-г. наук, професор, член-кореспондент НААН
України, завідувач кафедри рослинництва

<https://orcid.org/0000-0002-3393-837x>

E-mail: kalenskaya@nubip.edu.ua

НОВИЦЬКА Н. В., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва

<https://orcid.org/0000-0002-7645-4151>

E-mail: novictska@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. Нанотехнології розглядаються як одна з ключових технологій у двадцять першому сторіччі, яка обіцяє вдосконалити традиційні сільськогосподарські практики та запропонувати стійкий розвиток через вдосконалення тактики управління та збереження внаслідок зменшення витрат сільськогосподарських ресурсів. Створення та впровадження нових екологічно безпечних і технологічних нанопрепаратів, покликаних підвищити ефективність використання рослинами поживних елементів мінеральних добрив і ґрунту є одним зі шляхів підвищення урожайності культур та якості сільськогосподарської продукції. Мета досліджень полягала у встановленні впливу передпосівної обробки насіння та підживлення посівів нанопрепаратами Аватар (мікродобриво карбоксилатів природних кислот), Йодіс-концентрат (імуномодулятор – стимулятором ростових процесів) та Супер Мікро Плюс (нанохелатне добриво) на формування листового апарату, активність симбіотичної азотфіксації та урожайність сорту сої Хорол. Польові дослідження проводили у 2016 – 2020 рр. в стаціонарному досліді у ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» у 10-ти пільній польовій сівозміні та на базі навчально-наукової лабораторії «Демонстраційне колекційне поле сільськогосподарських культур» кафедри рослинництва. У результаті проведених досліджень встановлено, що застосування нанопрепаратів Аватар, Йодіс-концентрат та Супер Мікро Плюс для обробки насіння та в підживлення активізувало формування листової поверхні та діяльність симбіотичного апарату рослин сої. Отримані результати підтверджують, що внесення комплексу нанодобрив Йодіс-концентрат, Аватар та Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus у підживлення сої сприяло підвищенню врожайності, що свідчить про

безумовну їхню ефективність. Найвищу ефективність нанодобрива проявили за інокуляції та обробки насіння Аватаром за сумісного підживленням Аватар+ Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus, забезпечуючи формування 52,4 тис. м²/га площі листової поверхні посівів сої сорту Хорол, 69,7 шт./рослину бульбочок на кореневій системі, 785 мг/рослину їхньої маси та врожайність на рівні 2,79 т/га.

Ключові слова: соя, інокуляція насіння, підживлення посівів, Аватар, Йодис-концентрат, Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus, площа листової поверхні, кількість та маса бульбочок, урожайність

Вступ.

Формування стійкого харчового майбутнього кількісно визначає проблеми, що стоять перед глобальною продовольчою системою. Попит на продовольство до середини століття зросте більше, ніж на 50 %, а попит на продукти на тваринній основі майже на 70 %. Водночас Dijk V.M., вказує, що необхідно на 60–100 % більше їжі (Dijk V.M., Meijerink G.W., 2014). Уже сьогодні, сотні мільйонів людей недоїдають, а в деяких регіонах проявляються відкриті форми голоду. У липні 2019 року був опублікований звіт про світові ресурси «Забезпечення стабільного харчування», у якому запропоновано декілька сценаріїв рішень як прогодувати 10 млрд населення планети в 2050 році (Searchinger T., Waite R., Hanson C. & Ranganathan J., 2019). Цей звіт – результат багаторічної партнерської співпраці між Інститутом світових ресурсів, Групою Світового банку, Програмою ООН із навколишнього середовища, Програмою розвитку Організації Об'єднаних Націй та Інтернаціональним Центром співпраці. У звіті основна увага зосереджена на технічних можливостях та політиці можливих економічно вигідних сценаріїв щодо вирішення глобальних проблем людства до 2050 року.

Для задоволення попиту на продукти харчування зростає інтенсивність виробництва, що так само призводить до виснаження родючості ґрунтів та зниження врожайності сільського господарства (Kirchmann H., Börjesson G, Bolinde M. A. at all., 2020). Приблизно 40 % сільськогосподарських угідь у світі, через інтенсивне виробництво, деградували, що призвело до значних втрат родючості ґрунтів (Kale A. P., Gawade S. N., 2016). Для вирішення зростаючих викликів сталого виробництва та продовольчої безпеки, за останні роки в галузі сільського господарства досягнуто значних технологічних досягнень та інновацій (Dwivedi S., Saquib Q., Al-Khedhairi A.A., 2016; Kou T. J., Yu W. W., Lam S. K. at all., 2018).

Нанотехнології мають значний потенціал для ефективного розв'язання проблем, пов'язаних із сільським господарством. Нанотехнології розглядаються як одна з ключових технологій у двадцять першому сторіччі, яка обіцяє вдосконалити традиційні сільськогосподарські практики та запропонувати стійкий розвиток через удосконалення тактики управління та збереження внаслідок зменшення витрат сільськогосподарських ресурсів (Dwivedi, S., Saquib, Q., Al-Khedhairi, A. A., & Musarrat J., 2016; Dubey, A., Mailapalli, D. R., 2016). За останні два десятиліття проведено значну

кількість досліджень у галузі нанотехнологій та їхнього використання в сільському господарстві (Chen, Y. W., Lee, H. V., Juan, J. C. & Phang, S. M., 2016; Honchar, L., Kalenska, S. & Novitska, N. et al., 2017; Makarenko, N. A., Kalenska, S. M. & Rudnitska, L. V., 2015; Prasad, R., Bhattacharyya, A., & Nguyen, Q. D., 2017).

Добрива відіграють ключову роль у зростанні врожайності сільськогосподарських культур. Однак надмірне використання добрив безповоротно змінює екологію ґрунту, зменшуючи придатні для рослинництва площі. Стале сільське господарство передбачає мінімальне використання агрохімікатів, що з часом може захистити довкілля та зберегти деякі види від зникнення. Наноматеріали підвищують продуктивність сільськогосподарських культур, збільшуючи ефективність використання природних та промислових ресурсів через цільову контрольовану доставку елементів живлення. Одне з основних завдань рослинництва полягає в управлінні адаптаційними властивостями рослин до прогресуючої зміни клімату, таких як екстремальні температури, дефіцит води, солоність, лужність та забруднення довкілля токсичними металами, не загрожуючи існуючим чутливим екосистемам (Eremenko, O., Kalenska, S., Pokoptseva, L. & Todorova, L., 2019; Eremenko, O., Kalitka, V., Kalenska, S. & Malkina, V., 2018; Vermeulen, S. J., Aggarwal, P. K. & Ainslie, A. et al., 2012). Розробка та використання наносенсорів за точного виробництва продукції рослинництва, суттєво покращили контроль людиною стану ґрунту та рослин, контроль якості та забезпечення безпеки, сприяючи сталому сільському господарству та

екологічним системам (Chen, Y. W., Lee, H. V., Juan, J. C. & Phang, S. M., 2016). Наноматеріальна інженерія є передовим напрямом досліджень, що підтримує розвиток високотехнологічного сільськогосподарського виробництва, пропонуючи більш широкую питому площу, що має вирішальне значення для сталого розвитку систем сільського господарства (He, X., Deng, H., & Hwang, H.-M., 2018; Panpatte, D. G., Jhala, Y. K., Shelat H. N. & Vyas, R. V., 2016; Worrall, E., Hamid, A. & Mody, K. et al., 2018).

Актуальним для сільського господарства України є створення та впровадження нових екологічно безпечних і технологічних препаратів, покликаних підвищити ефективність використання рослинами поживних елементів мінеральних добрив і ґрунту (Lopatko, K. H., Aftandiliants, E. H., Kalenska, S. M. & Tonkha, O. L., 2009; Makarenko, N. A., Kalenska, S. M. & Rudnitska, L. V., 2015). Це сприяє підвищенню врожайності культур та якості продукції і, відповідно зростає загалом ефективність вирощування культур (Eremenko, O., Kalenska, S., Pokoptseva, L. & Todorova, L., 2019; Eremenko, O., Kalitka, V., Kalenska, S. & Malkina, V., 2018). Одним зі шляхів досягнення цього може бути розробка інноваційних технологій вирощування рослин у посівах. Важливу роль у цьому відведено новим препаратами: нанодобривам, рістстимулювальним комплексам тощо (Kozyrskyi, V., Zablodskiy, M., & Savchenko, V. et al., 2019).

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Використання інженерних наноматеріалів у рамках сталого сільського господарства показало абсолютно

новий спосіб виробництва продуктів харчування, який потенційно може подолати невизначеність у сільськогосподарському секторі з обмеженими наявними ресурсами (Godfray, H. C. J., Beddington, J. R. & Crute, I. R. et al., 2010; Sytar, O., Novicka, N. & Taran, N. et al., 2010). Інженерія наночастинок – одне з останніх технологічних нововведень, яке демонструє унікальні цільові характеристики з підвищеною міцністю. Термін «нанотехнологія» вперше був уведений Норіо Танігуїчі, професором Токійського університету наук, в 1974 році (Khan, M. R., Rizvi, T. F., 2014). Нещодавні досягнення у виробництві наноматеріалів різних розмірів та форм дали широкий спектр застосувань у медицині, екології, сільському господарстві та харчовій промисловості.

Використання нанорозмірних частинок (НРч) є відносно новою технологічною інновацією, яка все ще перебуває в процесі поступового розвитку (Gogos, A., Knauer, K. & Burchelli, T. D., 2012). Історично доведено, що такі досягнення в науці та виробництві, мають значний вплив на розвиток сільського господарства, яке постійно стикається з численними та безпрецедентними проблемами, пов'язаними з біотичними та абіотичними стресами рослин (Chen, Y. W., Lee, H. V., Juan, J. C. & Phang, S. M., 2016; Prasad, R., Bhattacharyya, A., & Nguyen, Q. D., 2017).

Нині є значна кількість перспективних напрямів використання нанотехнологій у рослинництві: джерело елементів живлення, активація та зростання продуктивності фотосинтезу, імунокоректори, антистресори, нанопестициди, специфічні кореневі ефектори для укорінення пагонів та тканинних культур, препарати

мультивалентної дії для підвищення стійкості рослин до стресу. Анти-транспіранти – сприяють зниженню транспірації, регулюванню ефективного використання вологи, регулятори росту – у малих дозах активно впливають на обмін речовин, спричиняючи водночас значні зміни в рості та розвитку рослин; наносенсори для діагностики та контролю за точного виробництва продукції рослинництва, збереження екології ґрунту (He, X., Deng, H., & Hwang, H.-M., 2018; Kalenska, S., Ryzhenko, A., Novytska, N. et al., 2020; Kwak, S.-Y., Wong, M. H. & Lew, T. T. S. et al., 2017).

Величезна кількість добрив використовується для поліпшення родючості ґрунту та підвищення продуктивності культур (Dubey, A., Mailapalli, D. R., 2016). За багато чисельними даними, показано, що третина продуктивності врожаю припадає на добрива, а решта залежить від ефективності використання інших сільськогосподарських ресурсів. Проте ефективність використання поживних речовин із традиційних добрив не перевищує 30–40 % (Dijk, V. M., Meijerink, G. W., 2014). Ефективність використання поживних речовин звичайних добрив, таких як азот (N) – 30–35 %, фосфору (P) – 18–20 та калію (K) – 35–40 %, залишалася незмінною впродовж останніх кількох десятиліть (Subramanian, K. S., Manikandan, A., Thirunavukkarasu, M. & Rahale, C. S., 2015). Ефективність використання поживних речовин звичайних добрив, що вносяться безпосередньо в ґрунт або у вигляді підживлень по листу, значною мірою залежить від кінцевої концентрації добрив, що досягає цільового місця (Solanki, P., Bhargava, A. & Chhipa, H. et al., 2015). А досягає дуже низь-

ка кількість – набагато нижча за мінімально необхідну концентрацію, через втрати хімічних речовин у разі вимивання, внесення, стоку, гідролізу, випаровування, деградації (Sabir, A., Yazar, K. & Sabir, F. et al., 2014). Як наслідок, багаторазове використання надмірної кількості добрив негативно позначається на властивій рівновазі поживних речовин ґрунту. Окрім цього, водне середовище серйозно забруднюється через вимивання токсичних речовин у річки та водойми, зумовлюючи забруднення питної води (Solanki, P., Bhargava, A. & Chhipa, H. et al., 2015). На початку 1970 року для виробництва однієї тонни зерна було потрібно лише 27 кг NPK ha^{-1} , тоді як у 2008 році він досяг 109 кг NPK ha^{-1} , щоби досягти того ж рівня виробництва. За даними Міжнародної асоціації промислових добрив (IFIA), світове споживання добрив різко зростало, і, за прогнозами, світовий попит досягне 192,8 млн тонн до 2016 – 2017 років (Heffer, P., Prud'homme, M., 2012). Значна частина хімікатів залишається в ґрунті або може потрапити в інші екологічні ніші, що призводить до сильного забруднення довкілля, та впливає на нормальний ріст флори та фауни.

Контрольовано вивільнені нанодобрива (наночастинки) покращують ріст та розвиток рослин, сприяють збільшенню урожайності та продуктивності (Kale, A. P., Gawade, S. N., 2016; Makarenko, N. A., Kalenska, S. M. & Rudnitska, L. V., 2015; Shcherbakova, E. N., Shcherbakov, A. V. & Andronov, E. E. et al., 2017). Підхід щодо цільової доставки елементів живлення на основі нанорозмірних частинок використовується для оптимізації продукційного процесу, направлено змінюючи його про-

ходження, шляхом певних напрямів їхньої функціональної ефективності (Makarenko, N. A., Kalenska, S. M. & Rudnitska, L. V., 2015).

Для зниження дефіциту макро- та мікроелементів завдяки підвищенню ефективності використання поживних речовин та подолання хронічної проблеми забруднення довкілля найкращими альтернативами можуть бути нанодобрива (Shcherbakova, E. N., Shcherbakov, A. V. & Andronov, E. E. et al., 2017; Subramanian, K. S., Manikandan, A., Thirunavukkarasu, M. & Rahale, C. S., 2015). Нанодобрива, синтезовані спеціально для регульованого вивільнення поживних речовин залежно від потреб культур, мінімізуючи диференціальні втрати, мають величезний потенціал (Batsmanova, L., Taran, N. & Konotop, Y. et al., 2020). Звичайні азотні добрива характеризуються величезними втратами з ґрунту через вимивання, випаровування або, навіть, деградацію до 50–70 %, що в кінцевому рахунку знижує ефективність добрив і підвищує собівартість продукції (Miao, Y. F., Wang, Z. H. & Li, S. X., 2015; Wang, Z. H., Miao, Y. F. & Li, S. X., 2015). З іншого боку, наноформули азотистих добрив синхронізують «викид» добрива-N із попитом культури, що запобігає небажаним втратам поживних речовин унаслідок прямого використання посівами, тим самим уникаючи взаємодії поживних речовин із ґрунтом, водою, повітрям та мікроорганізмами (Dwivedi, S., Saquib, Q., Al-Khedhairi, A. A., & Musarrat J., 2016; Panpatte, D. G., Jhala, Y. K., Shelat H. N. & Vyas, R. V., 2016). Застосування пористих наноматеріалів, таких як цеоліти, глина або хітозан, значно зменшує втрати азоту, регулюючи викиди на

основі попиту та покращуючи процес засвоєння рослин (Panpatte, D. G., Jhala, Y. K., Shelat H. N. & Vyas, R. V., 2016). Цеоліти, заряджені амонієм, здатні підвищувати розчинність фосфатних мінералів. Довгострокова доступність усіх легованих поживних речовин для рослини протягом повного періоду вирощування є вирішальним для сприяння проростанню, зростання, цвітіння та плодоношення (Shcherbakova, E. N., Shcherbakov, A. V. & Andronov, E. E. et al., 2017).

Мета досліджень – з'ясувати вплив передпосівної обробки насіння та підживлення посівів нанопрепаратами Аватар (мікродобриво карбоксилатів природних кислот), Йодіс-концентрат (імуномодулятор – стимулятором ростових процесів) та Супер Мікро Плюс (нанохелатне добриво) на формування листового апарату, активність симбіотичної азотфіксації та урожайність сорту сої Хорол.

Матеріали і методи досліджень.

Польові дослідження проводили у 2016–2020 рр. в стаціонарному досліді у ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» у 10-ти пільній польовій сівозміні та на базі навчально-наукової лабораторії «Демонстраційне колекцій-

не поле сільськогосподарських культур» кафедри рослинництва, яка розташована на території Ботанічного саду НУБіП України. Сорт сої Хорол висівали за прогрівання ґрунту на глибині заробки насіння до +8 °С. В усі роки календарна дата сівби відповідали першій декаді травня.

Відповідно до поставленої мети була розроблена програма дослідження та схема польового досліду (табл. 1), яка передбачала варіанти обробки насіння (чинник А) та підживлення посівів (чинник В) на початку бутонізації (ВВСН 50-53) сої. Насіння перед сівбою обробляли сухим або вологим методом відповідно до розробленої схеми.

Комплексне мікродобриво *Аватар* (Со – 0,0001-0,0025 %, Сu – 0,01-0,08, Zn – 0,001-0,007, Fe – 0,0015-0,008, Mn – 0,0005-0,005, Мо – 0,00001-0,0025, Mg – 0,01-0,08 %), містить одержаний із колоїдних розчинів металів комплекс цитрато-хелатів таких важливих мікроелементів, як цинк, магній, мідь, манган, залізо, кобальт, молібден (ТУ У 24.1-37033728-001 : 2010). Комплексне мікродобриво містить мікроелементи, хелатовані природними органічними кислотами – карбоксилатами, необхідними для росту та розвитку рослин. Рекомендована норма обробки насіння 50 мл/10 кг насіння.

1. Ефективність застосування нанопрепаратів та передпосівної обробки насіння (схема досліду)

Передпосівна підготовка насіння (чинник А) / позначення варіанту	Застосування препаратів (чинник В) / позначення варіанту
Інокуляція насіння (контроль) / А1	Обробка насіння водою (контроль) / В1 Йодіс-концентрат / В2 Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus / В3
Інокуляція насіння + Йодіс- концентрат / А2	Аватар / В4 Аватар+Йодіс концентрат / В5
Інокуляція насіння + Аватар / А3	Аватар+ Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus / В6

Йодис-концентрат (ТУ У 14326060.003-98) – імуномодельючий препарат. Водний розчин із вмістом біологічно – активного йоду (70 мг/дм^3). Загальна мінералізація не більше 1000 мг/дм^3 . Хімічний склад, мг/дм^3 , не більше: Na+K – 10–100; Ca – 50–150; Mg – 10–100; хлориди – <50; гідрокарбонати – 300–600.

Нанохелатне добриво *Супер Мікро Плюс* (Nano Chelate Fertilizer Super Micro Plus) Fe – 4,5 % ((FeO), (FeS) – 9 % від загального), Zn – 8 % ((ZnO), (ZnS) – 13 % від загального), Mn – 0,8 % ((MnO), (MnS) – 3,2 % від загального), K – 3 % ((K₂O) – 5 % від загального), Mg – 6 % ((MgO), (MgS) – 9,5 % від загального), Cu – 0,65 % ((CuO) – 2,7 % від загального), N – 5 % ((NO₂), (N₂H₄O₃) – 10,3 % від загального), P – 3 % ((P₂O₃) – 5 % від загального), Mo – 0,1 % ((MoO₂) – 2,1 % від загального), Ca – 6 % ((CaO), (CaS) – 10,5 % від загального), B – 0,65 % ((B₂O₃) – 2,7 % від загального). Норма позакореневого внесення 9 кг/га.

Площа облікової ділянки – 50 м^2 за чотириразової повторності. Розміщення ділянок систематичне (Ermantraut, E. R., Горсїї, Т. І. & Kalenska, S. M. et al., 2014). Норма висіву насіння – 600 тис. схожих насінин/га. У якості інокулянта використовували препарат *ХайСмік* (400 г/100 кг насіння). Препаративна форма – стерилізований торф. Діюча речовина – *Bradyrhizobium japonicum* (штам 532 С). Сою вирощували на фоні внесення мінеральних добрив у нормі $\text{N}_{45}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$. Внесення препаратів по вегетації проводили ранцевим обприскувачем. Площу листової поверхні визначали за методикою А. О. Ничипоровича, урожайність – обліковим методом, статистичну обробку даних проводили з використанням програми SAS 9,4.

Результати досліджень.

Сою є надзвичайно вимогливою до чинників довкілля за росту та розвитку рослин і особливо до погодних умов, забезпеченістю елементами живлення. Погодні умови в роки проведення досліджень значною мірою різнилися як за температурним режимом, так і за кількістю опадів. Найбільш сприятливі умови для росту та розвитку рослин були у 2016 та 2018 роках – достатня кількість опадів та оптимальні температури. Погодні умови у 2017 та 2019 роках характеризувалися дефіцитом вологи в певні періоди росту та розвитку рослин за відносно високих середньодобових температур повітря. Водночас погодні умови 2020 року були вкрай несприятливими й наближенні до екстремальних умов щодо забезпечення вологою в поєднанні з критично високими температурами повітря, що негативно вплинуло на ріст і розвиток рослин.

Встановлено, що площа листової поверхні посівів сої суттєво залежала від погодних умов року (табл. 2–3). Так, вища площа листової поверхні посівів сої відмічена у 2016 та 2018 роках, нижча – у вкрай несприятливому, посушливому та жаркому 2020 році.

Передпосівна інокуляція насіння в комбінаціях із нанопрепаратами, які використовували для обробки насіння та підживлення по вегетації забезпечували диференціацію рослин щодо росту та розвитку, що насамперед можна було ідентифікувати за інтенсивністю формування площі листової поверхні. Найбільшу ($35,3\text{--}37,2 \text{ тис. м}^2/\text{га}$), у середньому за роки проведення досліджень, площу листової поверхні формували посіви сої сорту Хорол на варіантах досліду, де підживлення проводили нанохелатним добривом

2. Площа листової поверхні посівів сої у фазу цвітіння (ВВСН 65–70) залежно від обробки нанопрепаратами насіння та рослин, тис. м²/га

Варіант досліджу	Рік					Середнє за 2016-2020 рр.	r1
	2016	2017	2018	2019	2020		
A1B1	32,0	29,4	32,4	28,2	20,4	28,5	0,966
A1B2	33,7	29,9	34,4	28,6	22,4	29,8	0,967
A1B3	36,1	30,4	36,8	29,6	26,6	31,9	0,907
A1B4	36,2	32,6	35,8	30,8	22,8	31,6	0,984
A1B5	36,6	30,8	34,2	28,2	24,2	30,8	0,923
A1B6	38,2	35,1	38,4	32,9	28,1	34,5	0,996
A2B1	32,6	30,2	34,4	28,9	20,9	29,4	0,962
A2B2	36,2	33,4	36,4	31,2	22,9	32,0	0,992
A2B3	39,0	34,2	38,8	32,6	27,8	34,5	0,975
A2B4	37,2	36,2	36,8	34,2	22,8	33,4	0,995
A2B5	39,2	37,2	38,4	35,5	24,6	35,0	0,995
A2B6	41,2	37,7	40,2	35,7	28,9	36,7	0,983
A3B1	32,2	31,4	36,4	30,8	21,0	28,9	0,895
A3B2	36,8	33,8	38,4	32,7	23,4	33,0	0,978
A3B3	39,6	34,4	40,4	33,3	28,9	35,3	0,963
A3B4	37,6	35,8	39,4	35,4	23,8	34,4	0,964
A3B5	38,4	36,8	40,2	35,5	24,8	35,1	0,982
A3B6	42,6	32,6	44,6	35,8	30,2	37,2	0,903

Примітка. ¹ Кореляція між урожайністю та площею листової поверхні

Супер Мікро Плюс на фоні обробки насіння комбінацією інокулянта ХайСтік та мікродобрива Аватар. Очевидною є перевага позакореневого підживлення рідкими комплексними нанодобривами, як порівняти з варіантом без підживлення за показником площі листової поверхні. Застосування нанопрепаратів за обробки насіння та в підживлення активувало формування листової поверхні.

Соя, на відміну від багатьох польових культур, і далі активно формує листову поверхню й після фази цвітіння. Проведене визначення площі листків підтвердило, що максимальні розміри листової поверхні посівів сої були сформовані в період

закінчення формування бобів – початок дозрівання насіння, на 78–82 мікростадіях за шкалою ВВСН (табл. 3). У середньому за роки проведення досліджень максимальна (52,4 тис. м²/га) площа листової поверхні формувалася в період закінчення формування бобів – початок дозрівання насіння на варіанту досліджу А3В6 за проведення інокуляції насіння сої, обробки насіння та посівів Аватар + Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus. Площа листової поверхні в сприятливих для росту та розвитку сої 2016 та 2018 роках за такої комбінації застосування нанопрепаратів, складала 58,0 та 58,8 тис. м²/га відповідно. Застосування нанопрепаратів,

як для передпосівної обробки насіння так і для підживлення по листку, сприяють підвищенню стійкості рослин до абіотичних стресів. За комбінованої посухи у 2020 році посіви сої формували площу листової поверхні від 30,6 до 44,4 тис. м²/га, залежно від комбінацій застосування препаратів.

За обробки насіння лише інокулянтом ХайСтік, площа листової поверхні була суттєво нижчою, як порівняти з іншими варіантами застосування нанопрепаратів. У роки проведення досліджень вона варіювала в межах 30,6–42,2 тис. м²/га. Серед досліджуваних комбінацій нанопрепаратів для підживлення посівів сої на фоні іноку-

ляції вищу ефективність відмічено на варіанті досліду А1В6, за поєднання інокуляції та Аватар + Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus. Площа листової поверхні між тим варіювала в межах 40,2–52,0 тис. м²/га.

Активність симбіотичної азотфіксації (табл. 4) досягала максимуму в період їхньої найбільшої фізіологічної активності, в період цвітіння – наливу бобів (ВВСН 65-70 – 75-80). До початку наливу бобів відбувалося активне формування бульбочок та наростання їхньої маси в усіх досліджуваних варіантах із наступною фазою маса почала повільно зменшуватися до повної стиглості рослин. Використання

3. Площа листової поверхні посівів сої на початку дозрівання насіння (ВВСН 78–82) залежно від обробки нанопрепаратами насіння та рослин, тис.м²/га

Варіант досліду	Рік					Середнє за 2016-2020 рр.	r1
	2016	2017	2018	2019	2020		
A1B1	42,2	40,1	40,2	39,5	30,6	38,5	0,911
A1B2	43,4	41,2	41,8	40,5	34,3	40,2	0,949
A1B3	45,4	42,4	43,3	41,2	40,4	42,5	0,879
A1B4	44,4	42,8	42,2	41,5	36,4	41,5	0,970
A1B5	46,8	44,1	44,8	42,5	36,8	43,0	0,972
A1B6	52,0	46,4	50,4	42,5	40,2	46,3	0,972
A2B1	46,6	42,4	44,6	40,1	34,6	41,7	0,983
A2B2	48,2	43,2	46,8	41,3	36,6	43,2	0,931
A2B3	55,3	44,4	54,6	41,7	42,4	47,7	0,892
A2B4	50,2	46,5	48,8	44,8	37,8	45,6	0,979
A2B5	51,2	48,2	50,2	45,7	38,6	46,8	0,979
A2B6	56,4	49,9	56,8	46,9	42,2	50,4	0,972
A3B1	46,0	42,4	45,4	41,5	34,8	42,0	0,964
A3B2	49,4	45,3	46,1	43,5	36,8	44,2	0,976
A3B3	57,4	45,3	55,8	43,3	44,4	49,2	0,911
A3B4	48,4	46,4	47,2	44,8	38,0	45,0	0,997
A3B5	50,4	47,8	48,8	46,7	40,8	46,9	0,992
A3B6	58,0	50,8	58,8	50,2	44,4	52,4	0,981

Примітка. ¹ Кореляція між урожайністю та площею листової поверхні

для підживлення по листу комплексу нанодобрив Аватар та Супер Мікро Плюс виявилось досить ефективним для формування та діяльності симбіотичного апарату рослин сої.

Серед досліджених нами варіантів обробки насіння сої менша кількість бульбочок формувалася на кореневій системі рослин за інокуляції насіння та обробки добривом Йодис-концен-

тра до 40,1 шт./рослину за вегетацію культури. Також треба відмітити, що посушливі погодні умови 2019 року не сприяли значному утворенню бульбочок на коренях сої й на варіанті досліду з інокуляцією насіння без додаткового підживлення посівів кількість бульбочок за вегетацію не перевищувала 12,0 шт./рослину. Обробка насіння нанодобривами

4. Кількість та маса бульбочок на кореневій системі сої сорту Хорол залежно від підживлення, середнє за 2016 – 2020 рр.

Варіант досліду		Фаза росту і розвитку рослин			
		цвітіння		налив бобів	
		кількість бульбо- чок, шт/ рослину	маса бульбо- чок, мг/ рослину	кількість бульбо- чок, шт/ рослину	маса бульбо- чок, мг/ рослину
Інокуляція насіння (А1)					
B1	Обробка насіння водою (контроль)	9,4	48	12,0	51
B2	Йодис-концентрат	30,3	265	40,1	285
B3	Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus	30,5	284	40,0	300
B4	Аватар	52,5	515	54,2	594
B5	Аватар+Йодис-концентрат	52,6	569	58,0	625
B6	Аватар+Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus	55,9	585	59,7	681
Інокуляція + Йодис-концентрат (А2)					
B1	Обробка насіння водою (контроль)	12,5	258	15,1	265
B2	Йодис-концентрат	34,2	366	42,8	414
B3	Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus	35,1	381	45,2	425
B4	Аватар	53,4	533	60,2	632
B5	Аватар+Йодис-концентрат	56,8	580	62,1	651
B6	Аватар+Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus	58,1	696	65,5	752
Інокуляція + Аватар (А3)					
B1	Обробка насіння водою (контроль)	15,2	283	18,3	311
B2	Йодис-концентрат	35,9	384	44,2	429
B3	Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus	36,2	424	46,6	437
B4	Аватар	55,7	615	65,3	704
B5	Аватар+Йодис-концентрат	59,7	634	68,1	712
B6	Аватар+Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus	61,2	761	69,7	785

Аватар та Йодис-концентрат сумісно з інокуляцією й без додаткового підживлення посівів підвищувала кількість бульбочок упродовж вегетації культури на 7–11 %. Позакореневе внесення мікродобрив Аватар та нанохелатного добрива Супер Мікро Плюс сприяло зростанню кількості бульбочок культури на 11–18 %.

Основним критерієм оцінки ефективності процесів фотосинтезу, біологічної фіксації азоту та формування продуктивності рослин є показники індивідуальної продуктивності рослин та величина урожайності сої. Результати проведених досліджень дали змогу встановити позитивний

вплив використання в підживлення нанодобрив Аватар, Йодис-концентрат та Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus на формування показників індивідуальної продуктивності. Урожайність сої суттєво залежала від погодних умов, змінюючись від 1,23 до 3,48 т/га залежно від погодних умов та комбінованого застосування інокуляції насіння та нанодобрив. Найсприятливіші умови для росту й розвитку сої склалися у 2016 році. Урожайність залежно від застосування комбінації препаратів коливалася від 2,27–3,48 т/га (табл. 5).

Урожайність сої в контрольному варіанті без підживлення нанодобри-

5. Урожайність сої залежно від комбінованого застосування нанопрепаратів, т/га

Варіант досліджу	Рік					Середнє за 2016-2020 рр.
	2016	2017	2018	2019	2020	
A1B1	2,27	2,14	2,28	1,71	1,23	1,93
A1B2	2,36	2,22	2,34	1,86	1,40	2,04
A1B3	2,62	2,44	2,65	1,88	1,65	2,25
A1B4	2,40	2,28	2,38	2,13	1,42	2,12
A1B5	2,44	2,31	2,49	2,16	1,64	2,21
A1B6	2,84	2,52	2,88	2,18	1,74	2,43
A2B1	2,40	2,22	2,34	1,85	1,36	2,03
A2B2	2,44	2,36	2,46	2,11	1,45	2,16
A2B3	2,82	2,52	2,85	2,10	1,84	2,43
A2B4	2,54	2,44	2,52	2,22	1,49	2,24
A2B5	2,60	2,48	2,66	2,35	1,53	2,32
A2B6	2,90	2,68	2,97	2,37	1,90	2,56
A3B1	2,48	2,31	2,44	1,91	1,48	2,12
A3B2	2,62	2,40	2,56	2,12	1,51	2,24
A3B3	3,23	2,62	3,06	2,15	1,88	2,59
A3B4	2,74	2,51	2,62	2,25	1,53	2,33
A3B5	2,84	2,58	2,78	2,36	1,60	2,43
A3B6	3,48	2,76	3,38	2,39	1,92	2,79
НІР ₀₅ , т/га	0,11	0,10	0,09	0,11	0,08	0,10

вами (контроль) і за обробки насіння лише інокулянтном у середньому за 2016 – 2020 рр. склала 1,93. Передпосівна обробка насіння додатково до інокулювання препаратами Йодіс-концентрат або Аватар сприяла підвищенню урожайності на 0,10–0,19 т/га. Водночас ефективність нанопрепаратів зростала за комбінованого застосування Аватар і Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus. Урожайність сої в контрольному варіанті (А1В1) у 2019 році становила 1,71 т/га, а у варіантах із підживленням по вегетації та комбінованій передпосівній обробці насіння (А2В1; А3В1) урожайність варіювала від 1,86 до 2,36 т/га. Використання для підживлення сої комплексу нанодобрив Аватар + Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus підвищувало урожайність культури до 2,18 (на фоні А1В1); 2,37 (на фоні А2В1); 2,39 т/га (на фоні А3В1).

Найвищу урожайність в усі роки проведення дослідження соя формувала за застосування нанопрепаратів по вегетації рослин, сформованих із насіння обробленого перед сівбою інокулянтном та препаратом Аватар. Більш ефективною була комбінація з передпосівної обробки насіння інокулянтном та Аватаром (А3В1) і підживлення по вегетації Аватар + Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus (А3В6) – 2,79 т/га в середньому за 2016 – 2020 рр. за діапазону зміни урожайності за роками від 1,92 до 3,48.

Висновки.

На основі проведених досліджень встановлено, що застосування нанопрепаратів Аватар, Йодіс-концентрат та Супер Мікро Плюс для обробки насіння та в підживлення активізу-

вало формування листкової поверхні та діяльність симбіотичного апарату рослин сої. Отримані результати підтверджують, що внесення комплексу нанодобрив Йодіс-концентрат, Аватар та Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus у підживлення сої сприяло підвищенню врожайності, що свідчить про безумовну їхню ефективність. Найвищу ефективність нанодобрива проявили за інокуляції та обробки насіння Аватаром за сумісного підживленням Аватар+ Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus, забезпечуючи формування 52,4 тис. м²/га площі листкової поверхні посівів сої сорту Хорол, 69,7 шт./рослину бульбочок на кореневій системі, 785 мг/рослину їхньої маси та врожайність на рівні 2,79 т/га.

References

1. Batsmanova, L., Taran, N. & Konotop, Y. et al. (2020). Use of a colloidal solution of metal and metal oxide-containing nanoparticles as fertilizer for increasing soybean productivity. *Journal of Central European Agriculture*. 21(2). 311–319. DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/21.2.2414>
2. Chen, Y. W., Lee, H. V., Juan, J. C. & Phang, S. M. (2016). Production of new cellulose nanomaterial from red algae marine biomass *Gelidium elegans*. *Carbohydrate Polymers*. 151. 1210–1219. DOI: <http://doi:10.1016/j.carbpol.2016.06.083>
3. Dijk, V. M., Meijerink, G. W. (2014). A review of food security scenario studies: Gaps and ways forward. *The Food Puzzle: Pathways to Securing Food for All*. Wageningen, The Netherlands. 30–32.
4. Dubey, A., Mailapalli, D. R. (2016). Nanofertilisers, nanopesticides, nanosensors of pest and nanotoxicity in agriculture. *Sustainable Agriculture Reviews*. Springer; Cham, Switzerland. 19. 307–330.

5. Dwivedi, S., Saquib, Q., Al-Khedhairi, A. A., & Musarrat J. (2016). Understanding the role of nanomaterials in agriculture. *Microbial Inoculants in Sustainable Agricultural Productivity*. Springer; New Delhi, India. March. 271–288.
6. 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: https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5_78
7. 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). URL: http://ojs.mdpu.org.ua/index.php/biol/article/view/_214
8. Godfray, H. C. J., Beddington, J. R. & Crute, I. R. et al. (2010). Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science*. 327:812–818. DOI: <https://doi:10.1126/science.1185383>
9. Gogos, A., Knauer, K. & Bucheli, T. D. (2012). Nanomaterials in plant protection and fertilization: Current state, foreseen applications, and research priorities. *J. Agriculture. Food Chem.* 60:9781–9792. DOI: <https://doi:10.1021/jf302154y>
10. He, X., Deng, H., & Hwang, H.-M. (2018). The current application of nanotechnology in food and agriculture. *J. Food Drug Anal.* 27:1–21. DOI: <https://doi:10.1016/j.jfda.2018.12.002>
11. Heffer, P., Prud'homme, M. (2012). *Fertilizer Outlook 2012–2016*. International Fertilizer Industry Association (IFA); Paris, France.
12. Honchar, L., Kalenska, S. & Novitska, N. et al. (2017). Influence colloidal solutions of nanomolybdenum on the efficiency of symbiotic nitrogen fixation in legumes (pea, chickpea). *Agriculture & Forestry / Poljoprivreda i Sumarstvo.*, Vol. 63. Issue 4, 83–89. DOI: <https://doi.org/10.17707/AgricultForest.63.4.09>
13. Searchinger, T., Waite, R., Hanson, C. & Ranganathan, J. (2019). *Creating a sustainable food future. Menu of Solutions to Feed Nearly 10 Billion People by 2050*. World resources report. Final report, July. URL: https://wrr-food.wri.org/sites/default/files/2019-07/WRR_Food_Full_Report_0.pdf
14. Kale, A. P., Gawade, S. N. (2016). Studies on nanoparticle induced nutrient use efficiency of fertilizer and crop productivity. *Green Chem. Technol. Lett.* 2:88–92. DOI: <https://doi:10.18510/gctl.2016.226>
15. Kalenska, S., Ryzhenko, A., Novytska, N. et al. (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*. Vol. 11. No. 8, August 25. DOI: <https://doi.org/10.4236/ajps.2020.118095>
16. Khan, M. R., Rizvi, T. F. (2014). Nanotechnology: Scope and application in plant disease management. *Plant Pathology J.* 13:214–231. DOI: <https://doi:10.3923/ppj.2014.214.231>
17. Kirchmann, H., Börjesson, G. & Bolinde, M. A. et al. (2020). Soil properties currently limiting crop yields in Swedish agriculture – An analysis of 90 yield survey districts and 10 long-term field experiments. *European Journal of Agronomy*. V. 120, October 2020, 126–132 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126132>
18. Kou, T. J., Yu, W. W. & Lam, S. K. et al. (2018). Differential root responses in two cultivars of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) to elevated ozone concentration under fully open-air field conditions. *J. Agron. Crop Sci.* 204:325–332. DOI: <https://doi:10.1111/jac.12257>
19. Kozyrskiy, V., Zablodskiy, M., & Savchenko, V. et al. (2019). The Magnetic Treatment of Water Solutions and Seeds of Agricultural Crops. *Advanced Agro-Engineering Tech-*

- nologies for Rural Business Development. 37 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-5225-7573-3.ch010>
20. Kwak, S.-Y., Wong, M. H. & Lew, T. T. S. et al. (2017). Nanosensor technology applied to living plant systems. *Annu. Rev. Anal. Chem.* 10:113–140. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-anchem-061516-045310>
 21. Lopatko, K. H., Aftandilants, E. H, Kalenska, S. M. & Tonkha, O. L. Mother colloidal solution of metals. Patent of Ukraine for useful model. № 38459; declared 12.08.2008; published 12.01.2009, № 1. [in Ukrainian].
 22. Makarenko, N. A., Kalenska, S. M. & Rudnitska, L. V. (2015). The biological efficacy and environmental safety of nanoagrochemicals. *Naukovyi visnyk NUBIP Ukrainy. Seriya: Ahronomiia [Scientific Bulletin of NULES of Ukraine. Series: Agronomy]*. 210. 91–96. [in Ukrainian]
 23. 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: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.09.016>.
 24. Panpatte, D. G., Jhala, Y. K., Shelat H. N. & Vyas, R. V. (2016). *Microbial Inoculants in Sustainable Agricultural Productivity*. Springer; New Delhi, India. Nanoparticles: The next generation technology for sustainable agriculture. 289–300.
 25. Prasad, R., Bhattacharyya, A., & Nguyen, Q. D. (2017). Nanotechnology in sustainable agriculture: Recent developments, challenges, and perspectives. *Front. Microbiol.* 8:1014. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01014>.
 26. Sabir, A., Yazar, K. & Sabir, F. et al. (2014). Vine growth, yield, berry quality attributes and leaf nutrient content of grapevines as influenced by seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) and nanosize fertilizer pulverizations. *Sci. Hortic.* 175:1–8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.05.021>.
 27. Shcherbakova, E. N., Shcherbakov, A. V. & Andronov, E. E. et al. (2017). Combined pre-seed treatment with microbial inoculants and Mo nanoparticles changes composition of root exudates and rhizosphere microbiome structure of chickpea (*Cicer arietinum* L.) plants. *Biology. Symbiosis*, 73(1), 57–69. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13199-016-0472-1>
 28. Solanki, P., Bhargava, A. & Chhipa, H. et al. (2015). Nano-fertilizers and their smart delivery system. In: Rai M., Ribeiro C., Mattoso L., Duran N., editors. *Nanotechnologies in Food and Agriculture*. Springer; Cham, Switzerland. 81–101.
 29. Subramanian, K. S., Manikandan, A., Thirunavukkarasu, M. & Rahale, C. S. (2015). Nano-fertilizers for balanced crop nutrition. In: Rai M., Ribeiro C., Mattoso L., Duran N., editors. *Nanotechnologies in Food and Agriculture*. Springer; Cham, Switzerland. 69–80.
 30. Sytar, O., Novicka, N. & Taran, N. et al. (2010). Nanotechnology in modern agriculture. *Fizyka zhyvoho [Phys Alive]*. 3 (18). 113–116. [in Ukrainian].
 31. Vermeulen, S. J., Aggarwal, P. K. & Ainslie, A. et al. (2012). Options for support to agriculture and food security under climate change. *Environ. Sci. Policy.* 15:136–144. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2011.09.003>
 32. Wang, Z. H., Miao, Y. F. & Li, S. X. (2015). Effect of ammonium and nitrate nitrogen fertilizers on wheat yield in relation to accumulated nitrate at different depths of soil in drylands of China. *Field Crops Res.* 183:211–224. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.07.019>
 33. Worrall, E., Hamid, A. & Mody, K. et al. (2018). Nanotechnology for plant disease management. *Agronomy.* 8:285. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy8120285>
 34. Ermantraut, E. R., Gopcij, T. I. & Kalenska, S. M. et al. (2014). Metodika selekciijnogo eksperimentu (u roslinnictvi) [Method of selection experiment (in plant growing)] Harkiv. 229. [in Ukrainian]

Kalenska S. M., Novytska N. V. (2020). EFFICIENCY OF NANO PREPARATIONS IN SOYBEAN GROWING TECHNOLOGY. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(3): 7–21.
<https://doi.org/10.31548/agr2020.03.007>

Abstract. Nanotechnology is seen as one of the key technologies in the twenty-first century, which promises to improve traditional agricultural practices and offer sustainable development by improving management and conservation tactics by reducing agricultural resources costs. The creation and implementation of new environmentally friendly and technological nano preparation designed to increase the efficiency of plant nutrient use from mineral fertilizers and soil - is one of the ways to increase crop yields and the quality of agricultural products. The aim of the research was to determine the effect of pre-sowing seed treatment and fertilizing of sowings by nano preparation Avatar (micro fertilizer of carboxylates of natural acids), Jodis-concentrate (immunomodulator – a stimulator of growth processes), and Super Micro Plus (nanochelate fertilizer), and leaf apparatus formation of soybean Khorol variety. Field research was conducted in 2016–2020 in a stationary experiment at the NULES of Ukraine «Agronomic Research Station» in 10-field crop rotation and also in laboratory «Demonstration collection field of crops» of the Plant Science Department. As a result of the conducted researches, was established that the use of nano preparation Avatar, Jodis-concentrate, and Super Micro Plus for seed treatment and fertilizing intensified leaf surface formation and symbiotic apparatus activity of soybean plants. The obtained results confirm that the application of the complex of nano fertilizers Jodis-concentrate, Avatar, and nano-chelate fertilizer Super Micro Plus in the soybean fertilization helped to increase the yield, which indicates their unconditional effectiveness. The highest efficiency of nano fertilizers was shown by inoculation and seed treatment by Avatar with co-fertilizing Avatar +nano-chelate fertilizer Super Micro Plus, providing formation of 52.4 thousand m²/ha of leaf surface area of soybean variety Khorol, 69.7 pcs/plant tubers on the root system, 785 mg/plant of their weight and yield at the level of 2.79 t/ha.

Keywords: soybean, seed inoculation, fertilizing of sowings, Avatar, Jodis concentrate, nano-chelate fertilizer Super Micro Plus, leaf surface area, number and weight of tubers, yield.

ОПТИМІЗАЦІЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ НА ОСНОВІ РОСЛИННОЇ ДІАГНОСТИКИ

Н. М. АСАНИШВИЛІ, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-2782-4785>
Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України»
E-mail: nadia-asanishvili@ukr.net

Анотація. У статті наведено результати досліджень, проведених упродовж 2016 – 2019 рр. щодо впливу різних норм мінеральних добрив та побічної продукції попередника на вміст хімічних елементів живлення в рослинах і врожайність гібридів кукурудзи в Лісостепу. Метою досліджень було встановлення особливостей накопичення азоту, фосфору та калію рослинами кукурудзи в онтогенезі у взаємозв'язку з врожайністю гібридів ранньостиглої та середньоранньої груп стиглості для оптимізації мінерального живлення культури. Дослідження проводили на темно-сірому опідзоленому ґрунті із застосуванням польового, хімічного, розрахунково-вагового та математико-статистичного методів. За стадіями росту й розвитку ВВСН встановлено особливості динаміки вмісту азоту, фосфору та калію в рослинах гібридів із ФАО 190 і 280 залежно від агрохімічного навантаження технології вирощування. Виявлено сортові закономірності концентрації хімічних елементів у рослинах кукурудзи у взаємозв'язку з накопиченням сухої речовини посівами в онтогенезі та господарською врожайністю. Ідентифіковано гібриди з відповідним генетично зумовленим рівнем вмісту азоту, фосфору та калію в рослинах та показано його вплив на реалізацію потенціалу продуктивності генотипу. Експериментально доведено та на основі статистичного й кореляційного аналізів підтверджено визначальну роль калію та азоту у формуванні врожаю кукурудзи на темно-сірому опідзоленому ґрунті. Усі гібриди характеризувалися високою тісністю кореляційних зв'язків між врожайністю та вмістом у рослинах азоту ($r = 0,760–0,934$) та калію ($r = 0,755–0,943$) упродовж вегетаційного періоду на противагу фосфору, де ці зв'язки були середньої сили ($r = 0,334–0,589$) та лише частково – тісними ($r = 0,702–0,806$). За результатами рослинної діагностики мінерального живлення рослин виокремлено найефективніші технології вирощування з різним агрохімічним навантаженням, що забезпечують врожайність ранньостиглих і середньоранніх гібридів кукурудзи в агрокліматичних умовах Лісостепу на рівні 9,56–10,39 і 11,21–12,10 т/га.

Ключові слова: кукурудза, мінеральні добрива, побічна продукція попередника, азот, фосфор, калій, забезпеченість рослин, врожайність.

Актуальність.

Кукурудза є провідною культурою національного зернового господарства, від нарощування валових обсягів зерна якої безпосередньо залежить експортний потенціал держави. Тому важливо забезпечити сталий поступальний розвиток зерновиробництва кукурудзи, що досягатиметься в найближчій перспективі завдяки інноваційній складовій інтенсивних технологій вирощування, у тому числі й впровадженням новітніх гібридів із високим потенціалом продуктивності (Камінський та ін., 2017). Водночас гібриди кукурудзи характеризуються різною потребою в елементах живлення залежно від напрямку використання (зерно, силос), тривалості вегетаційного періоду, типу зерна, рівня адаптивності та інших біологічних особливостей (Надь, 2012; Шпаар та ін., 2009). Отже, встановлення оптимальних параметрів забезпеченості культури основними хімічними елементами для наукового обґрунтування та удосконалення технологій вирощування для забезпечення формування високих врожаїв зерна кукурудзи є актуальним завданням аграрної науки і практики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Діагностика мінерального живлення сільськогосподарських рослин здійснюється за біометричними показниками, вмістом у ґрунті та рослинах хімічних елементів макро- та мікроелементів, а також за їхньою збалансованістю. Вченими-агрохіміками, фізіологами впродовж другої половини ХХ століття розроблені нормативні параметри вмісту різних

хімічних елементів, які відповідають певному рівню врожайності культури (Горшкова, 1981; Кореньков, 1990; Носко та ін., 1992). Наприклад, загальновідомими є рівні-параметри, запропоновані В. В. Церлінг, що за фазами росту й розвитку рослинного організму характеризують його забезпеченість у взаємозв'язку з господарською врожайністю (Церлінг, 1990). Проте на сьогодні ці показники вимагають коригування, адже з того часу суттєво зросла середня продуктивність сільськогосподарських культур, що пов'язано в тому числі з виведенням сортів і гібридів, які значно економніше та ефективніше витрачають поживні речовини на створення одиниці продукції.

Тому розвиток досліджень із питань наукового обґрунтування мінерального живлення сільськогосподарських культур наразі спрямовано й на опрацювання актуальних напрямів генотипової ідентифікації оптимальних параметрів їх забезпеченості хімічними елементами. Так, М. М. Мірошниченко зі співавторами переконливо доведено необхідність врахування сучасних селекційно-генетичних досягнень та сортової специфіки живлення в розробці систем удобрення, а саме, збалансованості елементів живлення, для більш повної реалізації потенціалу сортів та гібридів (Мірошниченко та ін., 2018). У розвиток цього напрямку розроблено концепцію оперативної сортової діагностики живлення сільськогосподарських рослин для виявлення їхнього адаптивного потенціалу та прискореного добору кращих генотипів у селекційних програмах (Бирюкова и др., 2010).

Важливим є питання оптимізації мінерального живлення з огляду на тенденції до змін клімату в напрямі

зростання його посушливості, адже відомо, що засвоєння хімічних елементів безпосередньо залежить від вологості ґрунту. Встановлено, що за екстремально посушливих умов збалансування азоту, фосфору, калію та сірки в системі удобрення та внесення мікроелементів у критичні періоди росту та розвитку рослин сприяє підвищенню використання вологи ґрунту й азоту та збільшенню врожайності культур у середньому на 20–25 % (Гладкіх та ін., 2016). В умовах недостатнього вологозабезпечення зони Степу виявлено реакцію гібридів кукурудзи на зміну рівня удобрення залежно від групи стиглості, що полягає в накопиченні різної кількості макро- і мікроелементів у рослинах і свідчить про необхідність оптимізації мінерального живлення культури з врахуванням сортових особливостей (Пашенко та ін., 2009; Чабан та ін., 2014).

У напрямі створення стійких до посухи гібридів кукурудзи, здатних у таких умовах поглинати елементи живлення та формувати врожай широко проводять дослідження за кордоном (Serna-Saldivar, 2019). Вітчизняні фізіологи сьогодні проводять дослідження з генетично зміненими кукурудзи в напрямі пошуку шляхів можливості впровадження систем мінерального живлення з високим рівнем засвоєння окремих іонів, які побудовані на зростанні локальних концентрацій хімічних елементів у рослинах та відрізняються підвищеним рівнем їхньої резистентності до нестачі вологи (Швартау та ін., 2019).

Отже, оптимізацію мінерального живлення в сучасних технологіях вирощування кукурудзи необхідно здійснювати з урахуванням закономірностей накопичення макро- і мікроелементів у рослинах залежно від

морфотипу гібрида, його потенційної продуктивності та взаємодії з абіотичними та біотичними чинниками довкілля. Між тим потрібно також враховувати спрямування сільськогосподарського підприємства на виробництво продукції з відповідною окупністю вкладених ресурсів, зокрема, мінеральних добрив, що займає найбільшу частку структури витрат технології вирощування кукурудзи.

Метою дослідження було встановлення особливостей накопичення азоту, фосфору та калію рослинами кукурудзи в онтогенезі у взаємозв'язку з врожайністю гібридів ранньостиглої та середньоранньої груп стиглості для оптимізації мінерального живлення культури в умовах Лісостепу.

Матеріал і методи дослідження.

Польові дослідження проводили впродовж 2016–2019 рр. у чотирипольній короткоротаційній сівозміні (пшениця озима – кукурудза на зерно – ранні ярі зернові культури (овес, тритикале) – горох) довготривалого стаціонарного досліду, закладеного в 1987 році, що територіально розміщується в північній частині Лісостепу (сmt Чабани Києво-Святошинського р-ну Київської обл.). Дослід закладено методом розщеплених ділянок згідно з вимогами дослідної справи на темно-сірому опідзоленому крупнопилувато-легкосуглинковому ґрунті, що характеризується дуже низьким рівнем забезпеченості азотом, підвищеним і високим – калієм та фосфором.

Для досягнення поставленої мети проводили двофакторний дослід із визначення впливу різних норм мінеральних добрив та побічної продукції попередника (соломи пшениці

озимої) (фактор А) на врожайність гібридів кукурудзи (фактор В) за схемою, наведеною в таблиці 1. Висівали гібриди кукурудзи селекції ННЦ «Інститут землеробства НААН» Трубіж СВ (ФАО 190), Заїслав М (ФАО 190) та Гідний (ФАО 280), що занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні.

Мінеральні добрива вносили у формі аміачної селітри ($N - 34\%$), амофосу ($P_2O_5 - 52\%$) та хлористого калію ($K_2O - 60\%$). Система обробки ґрунту включала з осені лущення стерні й оранку на глибину 25–27 см, навесні – закриття вологи, проміжну культивування та передпосівний обробіток на глибину заробки насіння.

Кукурудзу висівали після пшениці озимої з нормою висіву на густоту 80 тис. шт./га. Перед сівбою насіння обробляли стимулятором росту рослин Регоплант (250 мл/т). Після сівби вносили ґрунтовий гербіцид Примекстра Голд 720 (2,5 л/га). На стадії ВВСН 16 посіви кукурудзи обприскували баковою сумішшю: біостимулятор Стимпо (25 мл/га) + мікродобрива Фолік Макро (2,0 л/га), Фолік Zn (0,5 л/га) + страховий гербіцид Майстер Пауер (1,25 л/га). Мікродобриво Фолік Zn містить цинк (20%) та азот (8%), Фолік Макро – 22 % азоту, 22 % фосфору, 17 % калію, від 0,001 до 0,14 % – бор, мідь, залізо, марганець, молібден, цинк. Усі препарати та добрива, що використовували в дослідженнях, занесені до Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання в Україні.

Погодні умови вегетаційного періоду кукурудзи впродовж років проведення досліджень відзначалися перевищенням на 6–20 % понад норму середньодобових температур повітря за випадання лише 47–73 % опадів від

середньобагаторічної норми з нерівномірністю їх розподілу за місяцями та декадами, що відповідним чином вплинуло на рівень врожайності культури. Найсприятливішими виявилися погодні умови вегетаційного періоду 2018 і, меншою мірою, 2019 років, задовільними – 2017 і 2016 років.

Дослідження проводили із застосуванням таких методів: польового – для вивчення взаємозв'язку об'єкта з біотичними та абіотичними чинниками; хімічного – для визначення вмісту в рослинах кукурудзи загального азоту (методом К'ельдаля, ДСТУ ISO 5983 : 2003), фосфору – методом колориметрії та калію – полум'яно-фотометричним методом згідно з «Методами визначення вмісту загального азоту, фосфору, калію в одній витяжці рослинного матеріалу» (ІГА ім. О. Н. Соколовського УААН, 1999). Визначення вегетативної маси посіву кукурудзи проводили розрахунково-ваговим методом, масу абсолютно сухої речовини – термостатно-ваговим методом. Врожайність кукурудзи визначали ваговим методом, подільночно, з урахуванням засміченості й вологості. Для встановлення достовірності отриманих даних та виявлення залежностей між показниками застосовували математико-статистичні методи.

Результати дослідження та їх обговорення.

Рослинна діагностика – важливий інструментарій характеристики рівня забезпеченості рослин кукурудзи, що є підґрунтям для оптимізації мінерального живлення культури. Дослідженнями встановлено, що накопичення азоту, фосфору та калію в рослинах кукурудзи характеризується сортовою специфікою як у межах

ранньостиглої групи гібридів Трубіж СВ і Заїслав М, так й у разі порівняння кожного з них із середньораннім гібридом Гідний (табл. 1).

Так, гібриди Трубіж СВ і Заїслав М різнилися за вмістом у рослинах насамперед азоту та калію, а на певних стадіях розвитку і варіантах удобрення – і за фосфором. Водночас чинник «удобрення» закономірно більше впливав на накопичення основних макроелементів у рослинах, аніж фактор «гібрид».

На стадії ВВСН 15 у середньому за всіх варіантів удобрення найбільше азоту містилося в рослинах кукурудзи ранньостиглих гібридів Заїслав М – $3,32 \pm 0,13$ %, і Трубіж СВ – $3,12 \pm 0,11$ %, тоді як вміст цього елементу в рослинах середньораннього гібриду Гідний був значно меншим – лише $2,90 \pm 0,11$ %. Залежно від елементів технології вирощування, а саме удобрення та гібриду вміст азоту в рослинах змінювався в межах від $2,51$ – $3,78$ %, а його варіабельність була низькою та середньою ($V = 9,8$ – $11,0$ %).

За вмістом фосфору істотної різниці в розрізі гібридів не зафіксовано за його зміни в межах досліду від $0,62$ до $1,01$ % та коефіцієнту варіювання $V = 8,0$ – $13,0$ %, а щодо калію спостерігалася тенденція до більшого його накопичення в рослинах гібриду Гідний.

Водночас, за результатами статистичного аналізу встановлено високу мінливість вмісту калію в рослинах ранньостиглих гібридів кукурудзи залежно від удобрення ($3,36$ – $6,27$ %), що підтверджується значеннями коефіцієнта варіації $V = 19,6$ – $20,0$ %.

Проведення на стадії ВВСН 16 оброблення посівів баковою сумішшю в складі біостимулятора, страхового гербіциду й мікродобрив, що містять азот, фосфор, калій, цинк та інші хі-

мічні елементи сприяло поліпшенню фітосанітарного стану посівів за показником забур'яненості, активізації ростових процесів рослин кукурудзи та покращенню їхнього мінерального живлення.

На стадії ВВСН 19 вміст у рослинах азоту, фосфору й калію закономірно знизився порівняно зі стадією ВВСН 15 до $1,52$ – $2,77$; $0,50$ – $0,79$ і $2,46$ – $4,91$ % залежно від елементів технології вирощування. Вищою концентрацією хімічних елементів відзначалися рослини гібридів Заїслав М і Гідний, а в останнього гібрида ще і значно збільшилася мінливість цих показників за різних варіантів удобрення ($V = 14,5$ – $18,5$ %).

До фази цвітіння (стадія ВВСН 65) відбувається подальше зниження вмісту азоту, фосфору й калію в рослинах кукурудзи та диференціація цих показників у розрізі гібридів. Вищою концентрацією азоту вирізнявся ранньостиглий гібрид Заїслав М ($1,58 \pm 0,10$ %) проти $1,47 \pm 0,10$ і $1,44 \pm 0,11$ % у гібридів Гідний і Трубіж СВ. За фосфором суттєвих сортових особливостей не виявлено і його вміст становив у середньому $0,48$ – $0,51 \pm 0,02$ %. Натомість за вмістом калію переважав середньоранній гібрид Гідний, у рослинах якого концентрація елемента складала $1,80 \pm 0,08$ %, тоді як у двох ранньостиглих генотипів знижувалась до $1,69 \pm 0,08$ % – у гібрида Трубіж СВ, та $1,58 \pm 0,07$ % – у гібрида Заїслав М.

Отже, гібрид Трубіж СВ відзначається генетично зумовленою високою ефективністю використання хімічних елементів на створення одиниці врожаю. Між тим гібрид Заїслав М для формування продукції потребує більше елементів живлення для накопичення в рослинах. Середньоранній

1. Динаміка вмісту азоту, фосфору, калію в рослинах гібридів кукурудзи залежно від удобрення (середнє за 2016 – 2019 рр.), %

Варіант удобрення (фактор А)	Стадія ВВСН								
	15			19			65		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Гібрид Трубіж СВ (фактор В)									
Без добрив (контроль)	2,55	0,70	3,89	1,52	0,50	2,46	0,97	0,43	1,52
Побічна продукція попередника (фон)	2,94	0,62	3,49	1,64	0,53	2,51	1,13	0,46	1,47
N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀ *	2,89	0,71	4,39	1,92	0,56	2,69	1,23	0,41	1,42
Фон+N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀	3,14	0,70	4,69	1,62	0,51	2,90	1,47	0,49	1,56
Фон+N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀ **	3,32	0,78	5,78	2,18	0,56	3,65	1,69	0,53	1,87
Фон+N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	3,44	0,70	5,27	2,12	0,56	3,43	1,54	0,52	1,77
Фон+N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	3,36	0,89	6,24	2,29	0,56	4,91	1,84	0,56	2,03
Фон+N ₂₄₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀ (на 10 т/га)	3,33	0,71	5,83	2,36	0,55	3,74	1,70	0,51	1,89
Середнє	3,12	0,73	4,94	1,95	0,54	3,28	1,44	0,49	1,69
S _x	0,11	0,03	0,35	0,12	0,01	0,29	0,11	0,02	0,08
V, %	9,8	10,9	20,0	16,8	4,6	25,2	21,3	10,6	13,4
S	0,3	0,1	1,0	0,3	0,0	0,8	0,3	0,1	0,2
Гібрид Заїслав М (фактор В)									
Без добрив (контроль)	2,80	0,72	3,66	1,84	0,57	2,55	1,18	0,42	1,44
Фон	2,83	0,69	3,36	2,17	0,61	2,88	1,36	0,46	1,25
N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀ *	3,12	0,68	4,52	2,42	0,62	2,74	1,43	0,41	1,42
Фон+N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀	3,48	0,77	4,80	2,04	0,57	3,72	1,38	0,44	1,55
Фон+N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀ **	3,44	0,80	5,22	2,61	0,62	4,07	1,84	0,51	1,80
Фон+N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	3,66	0,70	5,25	2,50	0,62	3,49	1,63	0,50	1,63
Фон+N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	3,47	0,85	6,27	2,35	0,63	4,25	1,84	0,54	1,74
Фон+N ₂₄₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀ (на 10 т/га)	3,78	0,73	5,16	2,59	0,59	4,17	2,01	0,54	1,84
Середнє	3,32	0,74	4,78	2,31	0,60	3,48	1,58	0,48	1,58
S _x	0,13	0,02	0,33	0,10	0,01	0,24	0,10	0,02	0,07
V, %	11,0	8,0	19,6	11,9	4,0	19,6	18,4	10,9	13,0
S	0,4	0,1	0,9	0,3	0,0	0,7	0,3	0,1	0,2
Гібрид Гідний (фактор В)									
Без добрив (контроль)	2,62	0,72	4,80	1,76	0,53	3,08	1,18	0,50	1,58
Фон	2,68	0,68	3,96	1,82	0,55	2,89	1,21	0,49	1,50
N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀ *	2,83	0,77	4,83	2,07	0,53	2,87	1,30	0,48	1,66
Фон+N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀	2,51	0,72	4,99	2,16	0,61	4,01	1,28	0,39	1,64
Фон+N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀ **	2,95	0,76	5,41	2,03	0,55	4,24	1,74	0,59	1,89
Фон+N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	3,13	0,82	5,08	2,27	0,61	3,88	1,46	0,53	2,00
Фон+N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	3,49	1,01	5,91	2,77	0,79	4,73	1,86	0,60	2,09
Фон+N ₂₄₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀ (на 10 т/га)	3,00	0,83	5,93	2,65	0,65	3,96	1,75	0,48	2,07
Середнє	2,90	0,79	5,11	2,19	0,60	3,71	1,47	0,51	1,80
S _x	0,11	0,04	0,23	0,13	0,03	0,24	0,10	0,02	0,08
V, %	10,9	13,0	12,6	16,5	14,5	18,5	18,5	13,2	13,1
S	0,3	0,1	0,6	0,4	0,1	0,7	0,3	0,1	0,2

Примітка. * до 2016 р. норма добрив N₁₂₀P₉₀K₁₂₀; ** впродовж 2011–2015 рр. норма добрив N₂₄₀P₁₂₀K₂₄₀

2. Динаміка накопичення сухої речовини посівами гібридів кукурудзи залежно від удобрення (середнє за 2016 – 2019 рр.), т/га

Варіант удобрення	Трубіж СВ			Заїслав М			Гідний		
	стадія ВВСН								
	15	19	65	15	19	65	15	19	65
Без добрив (контроль)	0,09	1,12	3,52	0,08	1,10	3,28	0,07	1,27	3,87
Побічна продукція попередника (фон)	0,09	1,22	3,79	0,08	1,23	3,77	0,08	1,58	4,57
$N_{60}P_{45}K_{60}^*$	0,16	1,70	5,46	0,13	1,58	5,15	0,12	1,93	6,83
Фон + $N_{60}P_{45}K_{60}$	0,17	1,86	5,49	0,12	1,71	5,24	0,13	1,97	7,31
Фон + $N_{120}P_{45}K_{60}^{**}$	0,23	2,15	7,02	0,18	2,03	6,42	0,17	2,30	8,29
Фон + $N_{120}P_{90}K_{120}$	0,23	2,30	7,65	0,17	2,07	7,19	0,18	2,81	9,41
Фон + $N_{180}P_{120}K_{180}$	0,27	2,78	8,66	0,22	2,86	8,36	0,22	3,01	11,68
Фон + $N_{240}P_{120}K_{240}$ (на 10 т/га)	0,30	2,90	9,34	0,21	3,01	9,14	0,19	3,43	13,56
Середнє	0,19	2,00	6,37	0,15	1,95	6,07	0,15	2,29	8,19
$S_{\bar{x}}$	0,03	0,23	0,76	0,02	0,25	0,74	0,02	0,26	1,17
V, %	40,7	32,8	33,8	36,7	35,8	34,5	37,0	32,5	40,5
S	0,1	0,7	2,2	0,1	0,7	2,1	0,1	0,7	3,3

Примітка. * до 2016 р. норма добрив $N_{120}P_{90}K_{120}$; ** впродовж 2011–2015 рр. норма добрив $N_{240}P_{120}K_{240}$.

високопродуктивний гібрид Гідний упродовж вегетації вирізнявся найвищою серед трьох гібридів концентрацією калію в рослинах, що підтверджує важливу роль цього елемента в живленні кукурудзи.

Відмінності в накопиченні хімічних елементів у рослинах кукурудзи впродовж вегетації були зумовлені безпосередньо впливом агрохімічного навантаження технології вирощування та сортовими особливостями гібридів, а у фазі цвітіння (стадія ВВСН 65) – додатково ще й ефектом так званого «ростового розбавлення», тобто витратою на утворення більшої біомаси й сухої речовини, особливо за азотом (табл. 2).

Гібрид Трубіж СВ вирізняється поміж інших швидким стартовим ростом та накопиченням сухої речовини, особливо за внесення мінеральних добрив. Натомість посіви гібридів Заїслав М та особливо Гідний

повільніше нагромаджували біомасу на початкових стадіях росту й розвитку. Проте до стадії ВВСН 19 середньоранній гібрид Гідний значно переважав обидва ранньостиглі гібриди за накопиченням сухої речовини, особливо за внесення високих норм мінеральних добрив $N_{180-240}P_{120}K_{180-240}$ на фоні побічної продукції попередника. У цих варіантах удобрення на стадії ВВСН 65 (фаза цвітіння) посівами гібриду Трубіж СВ накопичувалося 8,66–9,34 т/га сухої речовини, гібриду Заїслав М – 8,36–9,14 т/га, гібриду Гідний – 11,68–13,56 т/га.

Хоча серед ранньостиглих форм з однаковою тривалістю вегетаційного періоду концентрація азоту, фосфору та на стадії ВВСН 19 – калію, більшою була в рослинах гібриду Заїслав М, це не реалізувалося у формуванні вищої врожайності (табл. 3).

Навпаки, в усіх варіантах досліду, крім контрольного спостерігалася тен-

денція до переваги за рівнем врожаю та його приростів від удобрення гібриду Трубіж СВ, хоча й у межах НІР₀₅, а середньоранній гібрид Гідний суттєво переважав ранньостиглі Трубіж СВ та Заїслав М. Так, у середньому за усіх варіантів удобрення врожайність кукурудзи гібриду Гідний становила $8,18 \pm 0,71$ т/га, гібриду Трубіж СВ – $7,28 \pm 0,59$, Заїслав М – $7,18 \pm 0,57$ т/га. Найвищий врожай посівами гібридів сформовано за внесення $N_{240}P_{120}K_{240}$ на фоні побічної продукції попередника – відповідно 12,1; 10,39 і 10,08 т/га. Тут забезпечено й найвищі прирости врожайності від удобрення на рівні 8,07; 6,59 та 6,27 т/га.

У розрізі варіантів удобрення вищу врожайність усі гібриди формували за зростаючих норм мінеральних добрив, що супроводжувалося накопиченням і більшої кількості азоту, фосфору й калію в рослинах,

окрім внесення розрахованої балансовим методом норми $N_{240}P_{120}K_{240}$ на планову врожайність 10 т/га. Особливо чітко остання закономірність проявилась унаслідок «ростового розбавлення» за вирощування середньораннього гібриду Гідний, який у середньому за 2016 – 2019 рр. сформував врожай зерна на рівні 12,1 т/га, що на 21 % вище запланованого.

Концентрація азоту в рослинах цього гібрида за стадіями ВВСН 15, 19 і 65 у варіанті фон+ $N_{240}P_{120}K_{240}$ відповідно становила 3,00; 2,65 і 1,75 %, тоді як за внесення $N_{180}P_{120}K_{180}$ на фоні побічної продукції попередника була більшою – 3,49; 2,77 і 1,86 %. Щодо вмісту фосфору, то він також був меншим за максимальної дози мінеральних добрив – 0,83; 0,65 і 0,48 % проти 1,01; 0,79 і 0,60 % у варіанті фон+ $N_{180}P_{120}K_{180}$. За калієм різниця між цими варіантами була іс-

3. Урожайність гібридів кукурудзи та приріст їх врожаю від удобрення (середнє за 2016 – 2019 рр.), т/га

Варіант удобрення	Урожайність			Приріст урожаю від удобрення		
	Трубіж СВ	Заїслав М	Гідний	Трубіж СВ	Заїслав М	Гідний
Без добрив (контроль)	3,8	3,81	4,03	-	-	-
Побічна продукція попередника (фон)	4,29	4,11	4,54	0,49	0,3	0,51
$N_{60}P_{45}K_{60}$ *	6,75	6,62	7,64	2,95	2,81	3,61
Фон+ $N_{60}P_{45}K_{60}$	6,78	6,81	7,42	2,98	3,0	3,39
Фон+ $N_{120}P_{90}K_{120}$ **	7,56	7,79	8,76	3,76	3,98	4,73
Фон+ $N_{120}P_{90}K_{120}$	8,77	8,63	9,73	4,97	4,82	5,7
Фон+ $N_{180}P_{120}K_{180}$	9,87	9,56	11,21	6,07	5,75	7,18
Фон+ $N_{240}P_{120}K_{240}$ (на 10 т/га)	10,39	10,08	12,1	6,59	6,27	8,07
Середнє	7,28	7,18	8,18			
$S_{\bar{x}}$	0,59	0,57	0,71			
V, %	28,6	28,0	30,7			
S	2,05	1,98	2,46			
НІР05=0,35						
Частка впливу фактора, %: «рік» – 7,5; «гібрид» – 6,0; «удобрення» – 85,6; інші –0,9.						

Примітка. * до 2016 р. норма добрив $N_{120}P_{90}K_{120}$; ** впродовж 2011–2015 рр. норма добрив $N_{240}P_{120}K_{240}$.

4. Кореляційні зв'язки між урожайністю та вмістом азоту, фосфору, калію в рослинах кукурудзи за стадіями розвитку (середнє за 2016 – 2019 рр.)

ВВСН 15			ВВСН 19			ВВСН 65		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Гібрид Трубіж СВ								
0,865	0,589	0,918	0,920	0,702	0,838	0,915	0,738	0,820
Гібрид Заїслав М								
0,934	0,470	0,912	0,763	0,397	0,859	0,904	0,806	0,871
Гібрид Гідний								
0,760	0,771	0,878	0,929	0,712	0,755	0,870	0,334	0,943

тотною на стадії ВВСН 19, а на інших стадіях спостерігали лише відповідну тенденцію.

За результатами кореляційного аналізу виявлено спільні особливості та сортової специфіку залежності врожайності гібридів кукурудзи та концентрації в рослинах хімічних елементів живлення (табл. 4). Так, усі три гібриди, що вивчали в дослідженнях, характеризувалися високою тісністю кореляційних зв'язків за азотом ($r = 0,760-0,934$) та калієм ($r = 0,755-0,943$) на противагу фосфору, де ці зв'язки в деяких випадках були середньої сили ($r = 0,334-0,589$) та лише частково – тісними ($r = 0,702-0,806$). Висновок про високу залежність врожайності культури від забезпеченості азотом підтверджують дослідження Мікова, А. зі співавторами, проведені впродовж 17-ти років, де вплив азотних добрив на приріст врожаю зерна кукурудзи сягав 72 %, а вплив інших чинників буз значно меншим (Mikova et al., 2013).

За вирощування середньораннього найпродуктивнішого в досліді гібриду Гідний кореляційні зв'язки між врожайністю та концентрацією фосфору були середньої сили на стадії ВВСН 65 з $r = 0,334$. Кращий серед ранньостиглих гібридів Трубіж СВ характеризувався зв'язками середньої

сили за фосфором на стадії ВВСН 15 ($r = 0,589$). Між вмістом фосфору в рослинах та врожайністю ранньостиглого гібриду Заїслав М виявлено зв'язки середньої сили на стадіях ВВСН 15 і 19 ($r = 0,470$ і $0,397$). Отже, формування продуктивності кукурудзи найменше залежить від концентрації фосфору в рослинах за вирощування культури на темно-сірому опідзоленому ґрунті.

Висновки і перспективи.

Виявлено сортової специфіку накопичення азоту, фосфору та калію рослинами кукурудзи в онтогенезі. Серед ранньостиглих форм гібрид Заїслав М характеризується вищим умістом хімічних елементів живлення в рослинах, а гібрид Трубіж СВ відзначається генетично зумовленою високою ефективністю використання хімічних елементів на створення одиниці врожаю. Середньоранній високопродуктивний гібрид Гідний упродовж вегетації вирізняється найвищою концентрацією калію в рослинах.

Максимальна реалізація потенціалу продуктивності кукурудзи досягається за високого агрохімічного навантаження технології вирощування, що передбачає внесення мінеральних добрив у нормах N₁₈₀₋₂₄₀ P₁₂₀ K₁₈₀₋₂₄₀ на

фоні побічної продукції попередника (соломи пшениці озимої). Найвищий господарський врожай гібриду Гідний із ФАО 280 (11,21–12,10 т/га зерна) сформовано посівами кукурудзи з умістом в рослинах на стадії ВВСН 65 азоту – 1,75–1,86 %, фосфору – 0,48–0,60 % та калію – 2,07–2,09 %. Ранньостиглі гібриди Трубіж СВ і Заїслав М із нижчим потенціалом продуктивності забезпечили врожайність 9,56–10,39 т/га за концентрації цих хімічних елементів у фазі цвітіння (ВВСН 65) на рівні 1,70–2,01; 0,51–0,56 і 1,74–2,03 %.

Виявлено перспективність використання рослинної діагностики за вмістом калію та азоту для оптимізації мінерального живлення та прогнозування врожайності кукурудзи за вирощування на темно-сірому опідзоленому ґрунті Лісостепу з дуже низьким рівнем забезпеченості азотом, підвищеним і високим – калієм та фосфором.

References

1. Birjukova, O. A., El'nikov, I. I., Kryshhenko, V. S. (2010). Operativnaja diagnostika pitanija rastenij [Rapid diagnosis of plant nutrition]. Rostov na Donu: Izd-vo JuFU, 168 p.
2. Cerling, V. V. (1990). Diagnostika pitanija sel'skohozjajstvennykh kul'tur: Spravochnik [Crop nutrition diagnostics: a handbook]. Moskva: Agropromizdat, 235 p.
3. Chaban, V. I., Kliavzo, S. P., Podobed, O. Yu. (2014). Vmist khimichnykh elementiv v roslinakh kukurudzy ta otsinka mineralnogo zhyvlennia [Content of chemical elements in maize plants and evaluation of mineral nutrition]. Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy, 7: 27-32.
4. Gorshkova, M. A. (1981). Urovni-gradacii obespechennosti razlichnykh zernovykh kul'tur azotom, fosforom i kaliem na pochvah razlichnykh tipov [Levels-gradations of the provision of various grain crops with nitrogen, phosphorus and potassium on soils of various types]. Agrohimiya, 1: 65-71.
5. Hladkikh, Ye. Yu., Krupoderia, Yu. O., Panasenko, Ye. V. (2016). Rol okremykh elementiv zhyvlennia u pidvyshchenni stresostiosti roslin za ekstremalnykh pohodnykh umov [The role of individual nutrients in increasing the stress resistance of plants in extreme weather conditions]. Liudyna ta dovkillia. Problemy neokolohii, 1-2(25) : 55-63.
6. Kaminskyi, V. F., Saiko, V. F., Dushko, M. V. et al. (2017). Naukovi osnovy efektyvnosti vykorystannia vyrobnychykh resursiv u riznykh modeliakh tekhnolohii vyroshchuvannia zernovykh kultur: monohrafiia [Scientific bases of efficiency of use of production resources in various models of technology of cultivation of grain crops: monograph]. Kyiv: Vydavnychi dim «Vinichenko», 580.
7. Koren'kov, D. A. (1990). Mineral'nye udobrenija pri intensivnykh tehnologijah [Mineral fertilizers with intensive technologies.]. Moskva: Rosagropromizdat, 192 p.
8. Mikova, A., Alexandrova, P., Dimitrov, I. (2013). Maize grain yield response to N fertilization, climate and hybrids. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 19(3) : 454-460.
9. Miroshnychenko, M. M., Hladkikh, Ye. Yu., Revtie-Uvarova, A. V. et al. (2018). Optymizatsiia zhyvlennia silskohospodarskykh kultur [Optimization of crop nutrition]. Ahrokhimiia i gruntoznavstvo, 87 : 82-91.
10. Nad, Ya. (2012). Kukurudza [Corn]. Vinnytsia : FOP Korzun D. Yu., 580.
11. Nosko, B. S., Buka, A. Ya., Yurko, K. P. (1992). Optymizatsiia azotnoho zhyvlennia roslin pry intensivnykh tekhnolohiakh [Optimization of nitrogen nutrition of plants with intensive technologies]. Za red B. S. Noska, A. Ya. Buky. Kyiv: Urozhai, 136.
12. Pashchenko, Yu. M., Borysov, V. M., Shyshkina, O. Yu. (2009). Adaptivni i resursozberezhni tekhnolohii vyroshchuvannia hibrydiv kukurudzy: monohrafiia [Adaptive and

- resource-saving technologies for growing maize hybrids: monograph]. Dnipropetrovsk: Art-pres, 224.
13. Serna-Saldivar, Sergio O., Ed. (2019). Corn: Chemistry and Technology. 3rd edition. Woodhead Publishing and AACCI International Press, 690. <https://doi.org/10.1016/C2016-0-01986-1>
14. Shpaar, D., Hinapp, K., Dreher, D. et al. (2009). Kukurudza. Vyroshchuvannya, zbyrannia, konservuvannya i vykorystannia. [Corn: growing, harvesting, storing and using]. Kyiv: Alfa-steviiia LTD, 399.
15. Shvartau, V. V., Mykhalska, S. I., Mykhalska, L. M. (2019). Zminy ionomu henetychno modyfikovanykh roslyn kukurudzy z dvolantsiuhovym RNK-supresorom hena prolindehidrogenazy [Ion changes of genetically modified maize plants with double-stranded RNA suppressor of the proline dehydrogenase gene]. Dopovidi Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy, 7 : 103-104.
-

N. M. Asanishvili (2020). OPTIMIZATION OF MINERAL NUTRITION OF MAIZE HYBRIDS ON THE BASIS OF PLANT DIAGNOSTICS. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(3): 22–32. <https://doi.org/10.31548/agr2020.03.022>

Abstract. The article presents the results of research conducted during 2016-2019 on the impact of different rates of mineral fertilizers and by-products of the predecessor on the content of chemical nutrients in plants and the yield of maize hybrids in the Forest-Steppe. The aim of the research was to establish the peculiarities of nitrogen, phosphorus and potassium accumulation in maize plants in ontogenesis in relation to the yield of hybrids of early and middle-early maturity groups to optimize the mineral nutrition of the crop. The research was conducted on dark gray wooded soil using field, chemical, calculation-weight and mathematical-statistical methods. According to the stages of growth and development of BBCH, the peculiarities of the dynamics of nitrogen, phosphorus and potassium content in plants of hybrids with FAO 190 and 280 depending on the agrochemical load of growing technology are established. Varietal regularities of concentration of chemical elements in maize plants in connection with the accumulation of dry matter by crops in ontogenesis and yield were revealed. Hybrids with the corresponding genetically determined level of nitrogen, phosphorus and potassium content in plants have been identified and its influence on the realization of genotype productivity potential has been shown. The decisive role of potassium and nitrogen in the formation of the corn crop on dark gray wooded soil has been experimentally proved and confirmed on the basis of statistical and correlation analyzes. All hybrids were characterized by high tightness of correlations between yield and content in plants of nitrogen ($r = 0.760-0.934$) and potassium ($r = 0.755-0.943$) during the growing season as opposed to phosphorus, where these connections were of medium strength ($r = 0.334-0.589$) and only partially close ($r = 0.702-0.806$). According to the results of plant diagnostics of mineral nutrition of plants, the most effective growing technologies with different agrochemical loading are singled out, which ensure the yield of early and middle-early maize hybrids in agro-climatic conditions of the Forest-Steppe at 9.56–10.39 and 11.21–12.10 t / ha.

Keywords: corn, mineral fertilizers, by - products of the predecessor, nitrogen, phosphorus, potassium, supply of plant, yield.

ФОРМУВАННЯ СИМБІОТИЧНОГО АПАРАТУ ГОРОХУ ПОСІВНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ МІНЕРАЛЬНИМИ ДОБРИВАМИ ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

М.І. БАХМАТ, доктор сільськогосподарських наук, професор,
Подільський державний аграрно-технічний університет
Д.П. ПЛАХТІЙ, кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Подільський державний аграрно-технічний університет
К.С. НЕБАБА, аспірантка
Подільський державний аграрно-технічний університет
E-mail: agronebaba@gmail.com

Анотація. У статті висвітлено основні результати досліджень із вивчення впливу мінеральних добрив та регуляторів росту на формування симбіотичного апарату рослин сортів гороху посівного в умовах Лісостепу Західного.

Дослідження проводили впродовж 2016–2018 рр. на дослідному полі Навчально-виробничого центру «Поділля» ПДАТУ, в умовах польового досліді, закладеного в науково-дослідній десятипільній сівозміні. Грунт дослідного поля - чорнозем типовий, глибокий, малогумусний важкосуглинковий на лесовидних суглинках.

Встановлено, за роки досліджень були оптимальні умови для формування нодуляційного апарату на коренях гороху сортів: Готівський, Чекбек та Фаргус. У мікростадії ВВСН 60–69 на варіантах живлення мінеральними добривами в дозі $N_{30}P_{30}K_{45}$ у поєднанні з регулятором росту Вимпел були відмічені максимальні показники як загальної кількості, так і кількості активних бульбочок. На посівах сорту Готівський на даному варіанті удобрення було зафіксовано 43,2 шт/рослину бульбочок, з них активних – 19,1 шт/рослину. У гороху сорту Чекбек була найбільша загальна кількість та кількість активних бульбочок і становила відповідно 52,2 шт/рослину та 23,4 шт/рослину. Для сорту Фаргус на цьому ж варіанті удобрення, загальна кількість бульбочок була 41,6 шт/рослину, з них 16,2 шт/рослину були активними.

Ключові слова: горох, сорт, мінеральні добрива, регулятори росту, бульбочки, азотфіксація.

Актуальність.

Горох – одна із найважливіших азотфіксуючих культур, яка має чи-

мале агротехнічне значення. Його коренева система за оптимальних умов може проникати в ґрунт на 1,5 м та має високу здатність засвоювати

малодоступні поживні речовини з нього. Завдяки активному симбіотичному апарату, рослини гороху накопичують у 2-3 рази більше білка ніж злакові культури і становить у середньому 26,3 – 28 %, а в зерні ячменю, вівса, кукурудзи та сорго – лише 12 – 13 % (Павловская Н.Е., 2004, Кашукоєв М.В., 2006). Як попередник горох позитивно впливає на якість продукції наступних сільськогосподарських культур, а саме збільшується вміст білку, клейковини в зернах пшениці, покращується об'єм та пористість хліба (Січкач В.І., 2004).

За сприятливих умов на одному гектарі гороху фіксується від 130 до 200 кг азоту з повітря. Засвоєний азот виноситься урожаєм зерна, але значна частина – навіть до 40 % залишається у ґрунті разом з органічними рештками (Glagoleva O.B., 1996, Адамень Ф.Ф., 2005)

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Формування симбіозу між рослинами гороху й бульбочковими бактеріями – це складний, багатоетапний процес, на який впливає багато факторів. Для доброї активності азотфіксуючих бульбочок, необхідні оптимальні умови, насамперед достатня вологість ґрунту на початку вегетації – не менше 50-60 % від повної вологості та його аерація в зоні формування бульбочок, оскільки бульбочкові бактерії не утворюються в сухому ґрунті (Барбер С.А., 1986, Титовська А.И., 2002, Spaink H., 2000).

Ряд вчених у своїх дослідженнях доводять, що азот є основним елементом для життя всіх сільськогосподарських культур, у тому числі й зернобобових. Внесення так званих «стартових доз» азоту до 30 кг/га д.р., сприяють збіль-

шенню врожайності даної культури. Мінеральний азот допомагає рослинам гороху на початкових мікростадіях розвиватися інтенсивніше, а в подальшому сприяє інтенсивній фіксації бульбочковими бактеріями атмосферного азоту з повітря (Колісник С. І., Кобак С. Я., Сереветник О. В, 2013, Вербицкий, Н. М., 2006). Іншими вченими доведено, що внесення азотних добрив у дозах до 60 кг/га на початкових етапах розвитку рослин гороху не знижують активності симбіотичного апарату (Камінський В.Ф, 2007, Косенко Л.В., Кругова О.Д., Мандровская Н.М., 2001). Але й існує думка – застосування азотних добрив гнітить процес азотфіксації. Це пояснюється тим, що рослини переходять на споживання мінерального азоту й бульбочки не утворюються (Сремко Л. С., Гангур В. В., Киричок О. О., 2019).

Процес біологічної азотфіксації на головному на бічних коренях у гороху розпочинається у разі появи 2-3 справжніх листків із прилистками і вусиками, досягаючи максимуму, коли закінчується цвітіння, та закінчується до початку наливу зерна.

Тому, вивчення впливу невеликих доз N_{15} , N_{30} та N_{45} на інтенсивність формування фізіологічних бобово-ризобіальних систем для рослин гороху посівного в умовах Лісостепу Західного є актуальним питанням.

Мета дослідження полягає у виявленні особливостей впливу різних доз мінеральних добрив та регуляторів росту на формування симбіотичного апарату сортів гороху посівного, які вивчалися.

Матеріали і методи досліджень.

Дослідження проводили впродовж 2016 – 2018 рр. на дослідному полі Навчально-виробничого центру

«Поділля» ПДАТУ, в умовах польового дослідю, закладеного в науково-дослідній десятипільній сівозміні.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий, глибокий малогумусний важкосуглинковий на лесовидних суглинках. За результатами досліджень кафедри землеробства, ґрунтознавства й захисту рослин Подільського державного аграрно-технічного університету встановлено, що дослідна ділянка характеризується такими агрофізичними та агрохімічними властивостями ґрунту: щільність твердої фази шару ґрунту 0-30 см становить 2,55-2,62 г/м³; рН водної й сольової суспензій та гідролітичну кислотність за методом Капена в модифікації ЦІНАО (ГОСТ 26212-91). Так, рН водне у верхньому шарі складає: 6,8, а гідролітична кислотність становить 0,70 мг-екв./100 г ґрунту. Уміст гумусу за Тюріним у модифікації ЦІНАО (ГОСТ 26213-84) у верхньому горизонті складає 3,39 %. Щільність зложення – 1,17-1,25 г/м³; загальна пористість – 51,6-54,7 %, уміст азоту (за Корнфільдом) – 13,6-14,2, фосфору та калію за Чиріковим (ДСТУ-4115-2002) – відповідно 15,7-16,4 та 22,4-26,3 мг на 100 г ґрунту. Ємність поглинання на рівні 20-25 мг-екв./100 г ґрунту.

Регіон проведення досліджень характеризується нерівномірним надходженням опадів протягом вегетації гороху і значними коливаннями температур. У 2016 році температурні показники у квітні були вищими на 4 °С порівняно із середніми багаторічними показниками. Травень 2017 року був найпрохолодніший за роки досліджень, а середньодобова температура становила лише 14,5 °С. Зокрема в червні 2017 року та 2018 року середня температура повітря майже не відрізнялася і становила в межах відповідно 19,1 та 19,2 °С.

У досліді вивчали дію та взаємодію трьох факторів: А – сорт (Готівський, Фаргус та Чекбек); В – удобрення (P₃₀K₄₅ (контроль), N₁₅P₃₀K₄₅, N₃₀P₃₀K₄₅, N₄₅P₃₀K₄₅); С – регулятори росту (контроль – без обробки, ПлатаПег – 25 г/га, Емістим С – 30 мл/га, Вимпел – 30 мл/га).

Насіння висівали зерновою сівалкою, звичайним рядковим способом із шириною міжрядь 15 см, з глибиною загортання насіння 5-6 см і нормою висіву 1,2 млн/га схожих насінин для всіх досліджуваних нами сортів гороху посівного. Після сівби на 2 день площу посіву коткували кільчастим котком. Дослідження проводили за схемою в трифакторному польовому досліді методом рендомізованих розщеплених ділянок. Повторність варіантів чотириразова. Площа посівної ділянки – 30 м², облікової – 25 м². Попередник – пшениця озима.

Ми проводили дослідження на коренях рослинах гороху в мікростадіях росту й розвитку рослин – ВВСН 51-59 (поява перших квіткових бруньок – поява перших пелюсток, але квіти ще є закритими), ВВСН 60-69 (перші квіти розкриті – кінець), ВВСН 70-79 (10-70 % бобів досягли типової довжини, виділяється сік при їх натисканні – боби досягли типового розміру, насіння повністю сформоване).

Враховуючи всі вимоги дослідної справи Б. О. Доспехова (Доспехов Б. О., 1985) вивчення впливу мінеральних добрив та регуляторів росту на рослини гороху та особливостей формування врожаю різних сортів гороху проводили ряд обліків і спостережень. Облік симбіотичного апарату (кількість і маса бульбочок) за допомогою методу монолітів з наступним розрахунком їх кількості й маси на рослину (Бабич А. О., 1994).

Результати дослідження та їх обговорення.

Нами виявлено, що не всі бульбочкові бактерії, які сформувалися на коренях рослин є азотфіксуючими, тобто активними. Якщо вони мають рожеве забарвлення, то їх можна віднести до групи активних. І навпаки, якщо бульбочки зеленкуваті або сірого кольору, то азотфіксація в них не відбувається.

Нами встановлено, зі збільшенням доз мінерального азоту загальна кількість та кількість активних бульбочок на варіантах без внесення регуляторів росту зменшувалася. Після обприскування посівів регуляторами росту в мікростадії ВВСН 55-65 (перші квіткові бруньки відокремились від листків, але ще є закритими – повне цвітіння, 50 % квіток відкриті) ПлантаПег, Емістим С та Вимпел кількість бульбочок значно збільшувалася.

У мікростадії ВВСН 51-59 в середньому за роки спостережень на контрольному варіанті $P_{30}K_{45}$ та без обробки регуляторами росту загальна кількість бульбочок у сорту Готівський становила 36,0 шт/рослину, у сорту Чекбек – 44,9 шт/рослину та в сорту Фаргус – 33,7 шт/рослину, з них активних відповідно 15,1; 21,4; 12,2 шт/рослину.

Регулятори росту рослин сприяють підвищенню урожайності та стійкості культур проти несприятливих чинників довкілля: критичних перепадів температур, дефіциту вологи, ураження хворобами й пошкодження шкідниками (Петриченко В. Ф., 2018).

Встановлено позитивний вплив дії регуляторів росту, які ми вивчали, на симбіотичну азотфіксацію в системі бульбочкові бактерії-бобові культури. На варіантах удобрення

регуляторами росту ПлантаПег показники загальної кількості бульбочок були наступні: у сорту Готівський – 38,4 шт/рослину, у сорту Чекбек – 46,5 шт/рослину та в сорту Фаргус – 36,0 шт/рослину. Щодо активних, то ці показники відповідно становили: 16,4; 23,0; 13,3 шт/рослину. За дії регулятора Емістим С, загальна кількість бульбочок зростала до 39,2 шт/рослину для сорту Готівський, до 47,0 шт/рослину для сорту Чекек та 36,7 шт/рослину для сорту Фаргус, з них активних було відповідно: 17,1; 23,5; 13,8 шт/рослину. Після обприскування посівів регулятором Вимпел показники загальної кількості сягали для сорту Готівський – 40,1 шт/рослину, сорту Чекбек – 47,6 шт/рослину та для сорту Фаргус – 37,6 шт/рослину (табл. 1).

На варіантах удобрення зі збільшенням азоту в дозах N_{15} , N_{30} та N_{45} загальна кількість бульбочок була меншою в середньому на 1,5-5,4 % та кількість активних на 5,6-7,8 % залежно від сорту, порівняно з варіантом-контроль. Наші дослідження показали, що більші дози мінерального азоту пригнічували нодуляційний апарат, але на посівах, які обробили регуляторами росту ці показники збільшувалися. Максимальну загальну кількість та кількість активних бульбочок на коренях рослин гороху зафіксували на ділянках, які обприскувалися регулятором Вимпел у сорту Чекбек. На варіанті удобрення $N_{15}P_{30}K_{45}$ + Вимпел для цього сорту загальна кількість була 48,0 шт/рослину та 24,2 шт/рослину – активних. Для сорту Готівський ці показники становили відповідно – 39,1 шт/рослину та 17,1 шт/рослину, для гороху сорту Фаргус - 36,6 шт/рослину та 13,8 шт/рослину. У поєднанні

1. Загальна кількість бульбочок на коренях рослин гороху посівного залежно від впливу мінеральних добрив та регуляторів росту, шт/рослину (середнє за 2016 – 2018 рр.)

Фактор В	Фак-тор С	Сорт Готівський			Сорт Чекбек			Сорт Фаргус		
		Стадії росту і розвитку рослин ВВСН								
		51-59	60-69	70-79	51-59	60-69	70-79	51-59	60-69	70-79
P30K45	I	36,0	39,9	9,1	44,9	48,6	11,0	33,7	38,4	8,3
	II	38,4	41,6	10,0	46,5	50,5	11,6	36,0	40,1	9,1
	III	39,2	42,1	10,2	47,0	51,0	12,1	36,7	40,6	9,3
	IV	40,1	42,6	10,7	47,6	51,5	12,6	37,6	41,1	9,7
N15P30K45	I	35,4	39,0	8,7	44,1	47,9	10,4	33,2	37,6	7,9
	II	37,7	41,0	10,3	46,1	49,8	12,2	35,3	39,5	9,4
	III	38,6	42,2	10,7	47,3	50,5	12,8	36,2	40,7	9,8
	IV	39,1	43,0	11,2	48,0	51,9	12,9	36,6	41,4	10,2
N30P30K45	I	34,1	38,4	8,2	43,1	47,1	10,1	31,9	37,0	7,6
	II	35,9	40,9	10,5	45,5	49,5	13,1	33,7	39,4	8,9
	III	37,1	42,4	11,1	46,2	50,8	13,6	34,7	40,9	10,0
	IV	39,0	43,2	11,6	47,1	52,2	13,9	36,5	41,6	10,6
N45P30K45	I	32,7	37,7	7,5	42,2	46,4	9,2	30,6	36,4	6,8
	II	34,9	39,8	9,1	44,0	48,5	11,9	32,7	38,3	8,3
	III	36,1	40,5	10,1	45,0	49,0	12,6	33,8	39,0	9,2
	IV	37,7	41,7	10,9	45,9	49,7	12,9	35,3	40,2	9,9
НІР 0,5 фактор А		0,68	0,69	0,23						
НІР 0,5 фактор В		0,78	0,80	0,27						
НІР 0,5 фактор С		0,78	0,80	0,27						

*Примітка: I – без обробки регулятором росту (контроль), II – регулятор росту ПлантаПег, III – регулятор росту Емістим С, IV – регулятор росту Вимпел

$N_{30}P_{30}K_{45}$ та регуляторів росту показники кількості бульбочок на коренях гороху дещо зменшилися, в середньому на 0,1- 1,1 шт/рослину залежно від сорту та регулятору порівняно з варіантом $P_{30}K_{45}$ (контроль) + регулятори росту рослин.

У разі застосування мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{30}K_{45}$ та рістрегуляторів загальна кількість та кількість активних бульбочок не збільшилася, а навпаки зменшилася, але була більшою за контроль ($P_{30}K_{45}$). Так, поєднання даних доз мінеральних добрив та регуляторів росту рослин збільшили показники загальної кількості

бульбочок усього лиш на 1,9-2,1 шт/рослину залежно від сорту.

Також ми побачили ефект регуляторів росту й у мікростадії ВВСН 71-79. Позаяк на цьому етапі розвитку кількість бульбочок у бобових рослин суттєво зменшується і, відповідно, знижується їх активність, а рістрегулятори помітно впливали на збільшення їх кількості для всіх трьох досліджуваних нами сортів. Якщо на контрольному варіанті живлення ($P_{30}K_{45}$) у сорту Готівський (контроль) було 2,9 шт./рослину рожевих бульбочок за загальної кількості 9,1 шт./рослину, то з регуляторами росту

Вимпел, Емістим С, ПлантаПег відповідно 4,4 шт./рослину за загальної – 10,7; 4,1 шт./рослину за загальної 10,2 шт./рослину; 3,7 шт./рослину за загальної 10,0 шт./рослину. Для сорту Чекбек ці показники збільшилися в середньому на 15,9 – 20,1 %, а в гороху сорту Фаргус навпаки зменшувалися на 7,9-9,0 % залежно від регулятора росту. На варіантах удобрення з азотом у дозі N_{15} , N_{30} та N_{45} кількість як загальна, так і активних бульбочок дещо зменшувалася в середньому на 1,9-2,5 шт./рослину на рослинах, які не були оброблені регуляторами росту залежно від сорту. Можемо відмітити, що рістрегулятори подовжували формування нодуляційного апарату в мікростадії ВВСН 71-79. Так, найвищими показники були в сорту Чекбек на варіанті $N_{30}P_{30}K_{45}$ та Вимпел, загальна кількість бульбочок становила – 13,9 шт./рослину з них 6,5 шт./рослину були активними. Дещо меншими зафіксували показники в сорту-контроль Готівський, їхня загальна кількість сягала 11,6 шт./рослину з них активних – 5,4 шт./рослину, а наймен-

шою загальною кількістю бульбочок на цьому ж варіанті удобрення була в сорту Фаргус і становила лише 10,6 шт./рослину з них активних – 5,4 шт./рослину. Проаналізувавши варіант удобрення мінеральними добривами в дозах $N_{45}P_{30}K_{45}$, ми помітили зменшення загальної кількості, а відповідно й кількості активних бульбочок. На цьому варіанті відсоток активних бульбочок коливався в межах 25,6-49,4 залежно від сорту за дії різних регуляторів росту.

Не менш важливим показником під час вивчення ефективності бобово-ризобіального симбіозу є загальна маса та маса активних бульбочок на коренях рослин гороху (Косенко Л. В., Кругова Е. Д та ін., 2001).

Упродовж 2016 – 2018 рр. досліджень ми спостерігали тенденцію інтенсивного збільшення маси бульбочок до мікростадії ВВСН 61-70, але потім до мікростадії ВВСН 71-79 їх маса зменшувалася. Обприскування рослин гороху препаратами ПлантаПег, Емістим С та Вимпел мали позитивний вплив на симбіотичний апарат гороху посівного (рис. 1).

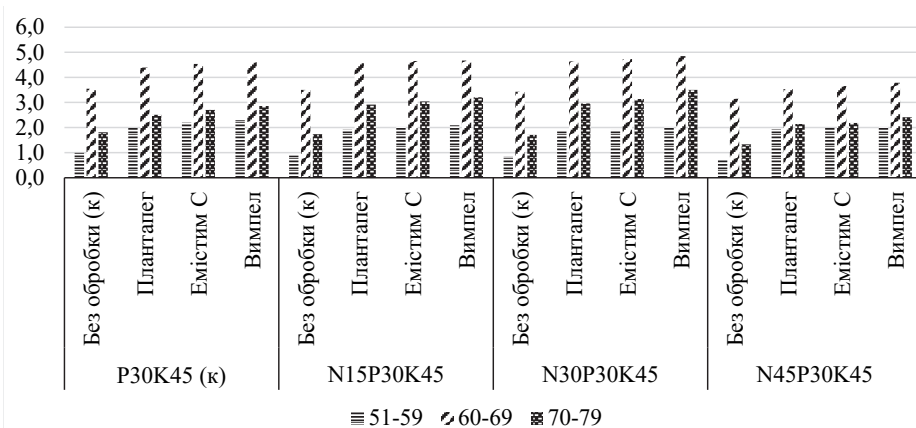


Рис. 1 Загальна маса бульбочок у рослин гороху сорту Готівський (к) залежно від технологічних прийомів, г/10 рослин (середнє за 2016 – 2018 рр.)

У мікростадії ВВСН 51-59 в середньому за три роки, найменшими були показники загальної маси бульбочок на контрольних варіантах удобрення $P_{30}K_{45}$ та без регуляторів росту. Для гороху сорту Готівський, який був контрольним загальна маса була зафіксована 0,99 г/10 рослин, для сорту Чекбек 1,33 г/10 рослин та для сорту Фаргус 0,63 г/10 рослин.

Зі збільшенням доз азотних добрив ці показники зменшувалися в середньому на 0,20-0,32 г/10 рослин у залежності від сорту, але після обприскування рослин регуляторами росту загальна маса та маса активних бульбочок почала збільшуватися. Так, на варіантах $N_{15}P_{30}K_{45}$ + регулятори росту показники загальної маси бульбочок для сорту Готівський коливалася в межах 1,91-2,09 г/10 рослин, сорту Чекбек – 2,45-2,49 г/10 рослин та для сорту Фаргус – 1,63-1,80 залежно від дії регуляторів росту, які вивчали (рис. 2).

Нами були зафіксовані максимальні значення загальної маси бульбочок у мікростадії ВВСН 60-69 на всіх сортах

гороху: Готівський, Чекбек та Фаргус. За внесення мінеральних добрив у дозі $P_{30}K_{45}$ (контроль) загальна маса бульбочок відповідно становила – 3,55 г/10 рослин, 3,82 г/10 рослин та 2,86 г/10 рослин.

Загальна маса бульбочок на всіх етапах росту даної культури зменшувалася при збільшенні доз мінерального азоту. На варіанті-контроль ($P_{30}K_{45}$) у мікростадії ВВСН 60-69 ці показники коливалися в межах 2,86-3,82 г/10 рослин, то у разі додавання азоту в дозі N_{15} ці показники стали меншими в середньому на 0,11-0,55 г/10 рослин, за внесення N_{30} на 0,25-0,45 г/10 рослин, а за внесення N_{45} зменшилися ще на 1,16-1,35 г/10 рослин.

У разі застосування регуляторів росту загальна маса кореневих бульбочок дещо збільшувалася. Найвищими були показники на варіанті удобрення $N_{30}P_{30}K_{45}$ + Вимпел у сорту гороху Чекбек – 5,41 г/10 рослин. Дещо менша загальна маса бульбочок була сортів Готівський та Фаргус, ці показники становили відповідно 4,85 г/10 рослин і 4,2 г/10 рослин (рис. 3).

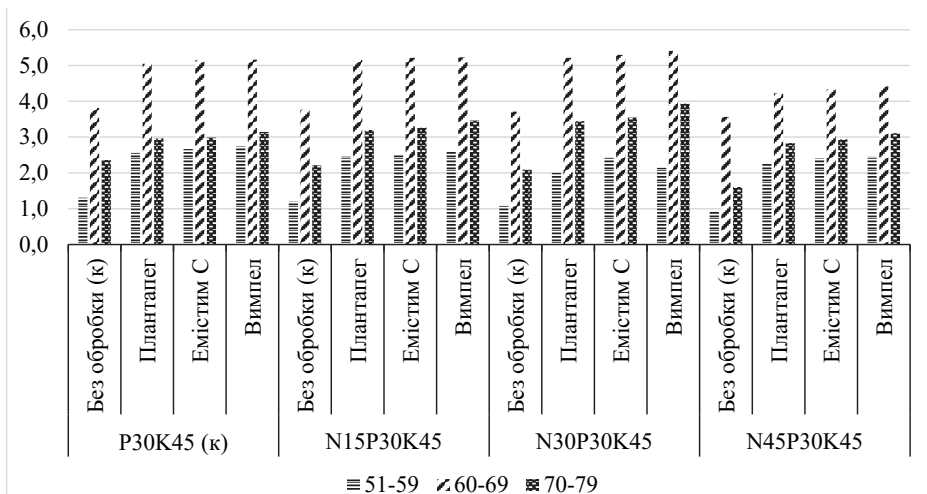


Рис. 2 Загальна маса бульбочок у рослин гороху сорту Чекбек залежно від технологічних прийомів, г/10 рослин (середнє за 2016 – 2018 р.)

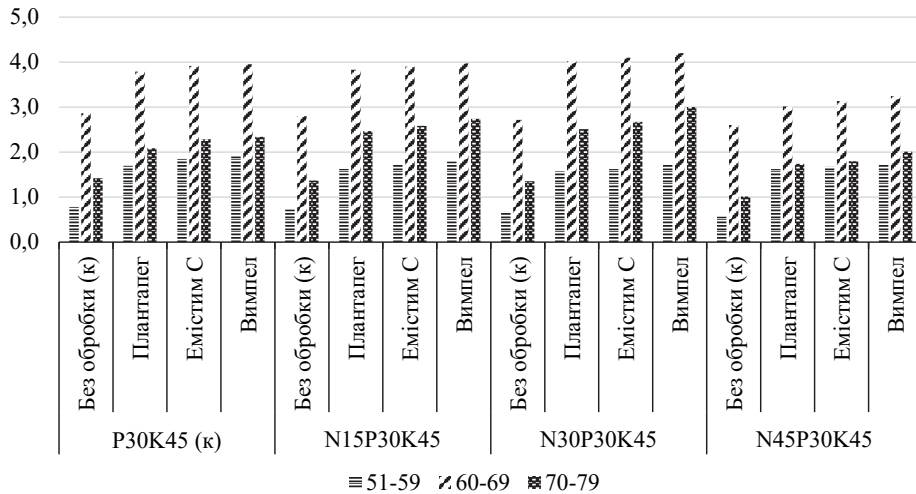


Рис. 3 Загальна маса бульбочок у рослин гороху сорту Фаргус залежно від технологічних прийомів, г/10 рослин (середнє за 2016 – 2018 рр.)

Висновки.

В умовах Лісостепу Західного нами встановлено позитивний вплив мінеральних добрив та регуляторів росту на формування симбіотичного апарату рослин гороху. Проте збільшення доз азотних добрив перед сівбою гороху призводило до зменшення азотфіксуючих бульбочок на коренях даної культури в середньому на 8,5-10,5 %.

У результаті досліджень регулятори росту рослин збільшували масу активних бульбочок у різних мікростадіях у сорту гороху Чекбек у середньому на 62,2-67,7 %, у сорту Готівський на 39,4-42,7 %, у сорту Фаргус на 34,5-39,6 % у порівнянні з контрольним варіантом (без обробки).

References

- Glagoleva O. B., Kovalskaya N. U., & Umarov M. M. (1996). Endosymbiosis formation between nitrogen-fixing bacteria *Pseudomonas caryophylli* and rape root cells. *Endosymbiosis Cell Research*. Vol. 11. P. 147-158).
- Spaink H. (2005). Root nodulation and infection factors produced by Rhizobial bacteria. *Microbiology*. Vol. 54. P. 257-288. URL: <https://www.annualreviews.org/doi/full/10.1146/annurev.micro.54.1.257#article-denial>.
- Adamen F. F. & Tourin Y. M. (2005). Vzaïmodiia sortiv soi zi shtamamy bulbochkovykh bakterii. [Interaction of soybean varieties with strains of nodule bacteria]. *Biuletyn Instytutu zernovoho hospodarstva*. [Bulletin of the Institute of Grain Management]. 23-24. P. 103 - 106. [In Ukrainian].
- Barber S. A., Havkina E. Y. (Ed.). (1988). *Biologicheskaya dostupnost pitatelnyh veshchestv v pochve. Mekhanisticheskij podhod*. [The bioavailability of nutrients in the soil. Mechanistic approach]. Moscow: Agropromizdat. [In Russian].
- Verbytskyi N. M., Shurupov V. G., & Ilyushechkin A. V. (2006). Goroh – vysokobelkovaya kultura. [Peas - high protein culture]. *Vestnik RASKHN* [Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences]. 5. P. 11-13. [In Russian].
- Kosenko L. V., Krugova E. D., Mandarovskaya S. M., & Ohrymenko S. M. (2001). Vli-

- yanie stimulyatorov rosta rastenij na Rhizobium leguminosarum bv. Viciae 263b i effektivnost simbioticheskoy azotfikscii u rastenij goroha. [The effect of plant growth stimulants on Rhizobium leguminosarum bv. Viciae 263b and the effectiveness of symbiotic nitrogen fixation in pea plants]. Mikrobiologichnyi zhurnal. [Microbiological Journal]. 63 (5). P. 59-66. [In Russian].
7. Dospheov B. O. (1985). Metodyky polovoho doslidu (z osnovamy statystychnoi obrobky rezultativ doslidzhennia). [Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow: Agropromizdat. [In Ukrainian].
 8. Kaminskyi V. F., Dvoretzka S. P., & Kostyna T. P. (2007). Vplyv system udobrennia na vrozhainist sortiv horokhu riznykh ekolohichnykh hrup [Influence of fertilizer systems on yield of pea varieties of different ecological groups]. Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovooho tsentru "Instytut zemlerobstva UAAN". [Collection of scientific papers of the National Research Center "UAAS Institute of Agriculture"]. Vol. 2. P. 63-68. [In Ukrainian].
 9. Kashukoyev M. V. & Gazhev H. A. (2006). Soderzhanie, sbor belka i zhira s semyan soi i goroha. [Content, collection of protein and fat from soybean and pea seeds]. Zernovoe hozyajstvo. [Grain farming]. 7. P. 24-26. [In Russian].
 10. Kolisnyk S. I., Kobak S. Y., & Serevetnyk O. V. (2013). Vplyv pryiomiv sortovoi tekhnologii na formuvannia symbiotychnoi ta nasinnievoi produktyvnosti soi v umovakh Lisostepu Ukrainy. [Influence of methods of varietal technology on the formation of symbiotic and seed productivity of soybeans in the Forest-Steppe of Ukraine]. Kormy i kormovyrobnytstvo. [Feed and feed production]. 76. P. 134-145. [In Ukrainian].
 11. Kruhova O. D. (2001). Fiziologichni osoblyvosti azotnoho zhyvlennia roslyn horokhu v symbiozi z bulbochkovyvy bakteriiamy. [Physiological features of nitrogen nutrition of pea plants in symbiosis with nodule bacteria]. Fiziologhiia roslyn v Ukraini na mezhi tysiacholit. [Plant physiology in Ukraine at the turn of the millennium]. 1. P. 256-258. [In Ukrainian].
 12. Babych A. O. (Ed.). (1994). Metodyka provedennia doslidiv po kormovyrobnytstvu. [Methods of conducting experiments on feed production]. Vinnytsia. [In Ukrainian].
 13. Pavlovskaya N. E. & Yarovataya M. A. (2004). Izmeneniya soderzhaniya belka i krahmala v semenah goroha. [Changes in protein and starch in pea seeds]. Agrarnaya nauka. [Agricultural science]. 5. P. 8-9. [In Russian].
 14. Sichkar V. I. (2004). Rol zernobobovykh kultur u vyrishenni bilkovoї problemy v Ukraini. [The role of legumes in solving the protein problem in Ukraine]. Kormy i kormovyrobnytstvo. [Feed and feed production]. Vol. 53. P. 110-115. [In Ukrainian].
 15. Titovskaya A. I., Titovskiy A. G., & Shelemeh D. Y. (2002). Tekhnologiya vzdelyvaniya sortov goroha intensivnogo tipa. [Technology of cultivation of grades of peas of intensive type]. Moscow: BASF. [In Russian].
 16. Yeremko L. S., Hanhur V. V., & Kyrychok O. O. (2019). Mineralne zhyvlennia yak faktor pidvyschennia fotosyntetychnoi produktyvnosti i urozhainosti posiviv horokhu. [Mineral nutrition as a factor of increasing photosynthetic productivity and yield of field pea]. Visnyk PDAA. [PDAA Bulletin]. 3. P. 50-56. DOI: 10.31210/visnyk2019.03.06. [In Ukrainian].
 17. Petrychenko V. F., Kobak S. Ya., Chorna V. M., Kolisnyk S. I., Lykhochvor V. V., & Pyda S. V. (2018). Formuvannia azotfiksuvalnoho potentsialu ta produktyvnosti sortiv soi selektsii instytutu kormiv ta silskoho hospodarstva NAAN. [Formation of the Nitrogen-Fixing Potential and Productivity of Soybean Varieties Selected at the Institute of Feeds and Agriculture of Podillia of NAAS]. Mikrobiologichnyi zhurnal. 80 (5). P. 63-75. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-08>. [In Ukrainian].

M. I. Bahmat, D. P. Plahytiy, K. S. Nebaba, (2020). THE INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS AND GROWTH REGULATORS ON FORMATION OF THE SYMBIOTIC APPARATUS OF FIELD PEA VARIETIES IN THE CONDITIONS OF WESTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(3): 33–42.

<https://doi.org/10.31548/agr2020.03.033>

Abstract. *The article presents the main results reached in our study of the influence of mineral fertilizers and growth regulators on formation of the symbiotic apparatus of field pea varieties of the conditions of Western Forest-Steppe.*

Experimental part of the research was carried out during 2016-2018 in the experimental field of the Training and Production Center "Podilya" at the State Agrarian and Engineering University in Podilya. The field experiment was laid down in the research ten-digit crop rotation. Soil of the experimental field was the typical black earth, characterized as deep, low-humus, and heavy gravel on forest-like loams. The research was set under the optimal conditions for the formation of nodulation apparatus on the roots of the following pea varieties: Gotovsky, Chekbek and Fargus. During the growth stage BBSN 60-69, with application of N30P30K45 fertilizer combined with Vimpel growth regulator, was recorded both the highest general number of nodules per plant, and the highest number of active nodules. With the same combination of mineral fertilizer and growth regulator, the Gotovsky variety demonstrated the rates of 43,2 nodules per plant, including 19,1 active nodules per plant; the Checkback variety demonstrated the rates of 52.2 nodules per plant, including 23.4 active nodules per plant; the Fargus variety demonstrated 41.6 nodules, 16.2 active nodules per plant, respectively.

Keywords: *field pea, variety, mineral fertilizer, growth regulator, nodule, nitrogen-fixation.*

ВПЛИВ НОРМИ ВИСІВУ ТА ШИРИНИ МІЖРЯДЬ НА УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

I. I. СЕНИК

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

ORCID-ID: <https://orcid.org/0000-003-3249-2065>

Тернопільська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН

E-mail: senyk_ir@ukr.net

Анотація. Серед сільськогосподарських культур найбільш динамічно зростають посівні площі сої. Це зумовлене універсальністю її призначення – харчове, кормове, технічне.

Поряд зі збільшенням посівних площ відбувається розширення асортименту сортів сої, що в контексті кліматичних змін зумовлює необхідність пошуку нових та вдосконалення сучасних технологічних прийомів вирощування даної культури. Одним зі шляхів підвищення урожайності зерна сої є оптимізація параметрів її сівби – норми висіву насіння та відстані між рядками.

Мета досліджень полягала у виявленні впливу норми висіву насіння та ширини міжрядь на урожайність сої в умовах Лісостепу західного. **Методи.** Польовий – закладання і проведення польових дослідів, спостереження – зосередження уваги на процесах росту, розвитку та формування зернової продуктивності сої, аналогії – проведення порівнянь між варіантами досліду.

Дослідження проводилися на колекційно-дослідному полі ВП НУБіП України «Заліщицький аграрний коледж ім. Є. Храпливого» протягом 2015-2017 рр. Програмою досліджень передбачалося вивчення впливу ширини міжрядь (15, 30 та 45 см) і норми висіву насіння сої (500, 600, 700, 800 тис/га схожих насінин).

Ґрунтові та кліматичні умови типові для зони проведення досліджень

Результати. За результатами трирічних досліджень встановлено, що в умовах Лісостепу західного оптимальною нормою висіву насіння сої сортів ранньостиглої групи є 700 тис/га схожих насінин, а відстань між рядками – 30 см. Поєднання зазначених параметрів забезпечує урожайність зерна сої на рівні 2,97 т/га.

Зміна норми висіву насіння в сторону збільшення або зменшення негативно позначається на урожайності зерна сої, зумовлюючи її зниження порівняно з варіантом, на якому висівається 700 тис/га схожих насінин.

Звуження міжрядь (рядковий спосіб сівби – 15 см) або їхнє розширення до 45 см (широкорядний спосіб сівби) також спричиняє зменшення зернової продуктивності сої.

Ключові слова: зернобобові культури, відстань між рядками, кількість висівного насіння, зернова продуктивність

Актуальність.

Серед сільськогосподарських культур, які вирощуються в Україні, соя, на думку багатьох науковців (Бабич, & Бабич-Побережна, 2011; Каленська та ін., 2011; Петриненко, 2011; Вишнівський, & Фурман, 2020) є життєво необхідною культурою як із продовольчої, так і з економічної точки зору.

За таких умов вітчизняні товаровиробники зацікавлені в нарощуванні обсягів виробництва продовольчого й кормового зерна та олійних культур, оскільки зростає попит на продукти харчування, корми й біосировину. Для зернових та білково-олійних культур відкриваються нові, перспективні ринки, а сам ринок стає більш активним унаслідок зростання рівня споживання і зростання можливостей споживачів у різних країнах світу. Водночас прогнозовані зміни клімату можуть стати одним із факторів, які здатні змінити обличчя світу в наступні 20 років. Очікується, що одним із наслідків кліматичних змін для України, загалом, буде забезпечення вищої, ніж сьогодні, частки у світовому виробництві продовольства. Тому особливо актуальним є забезпечення сталого розвитку зернового господарства та олієжирового підкомплексу країни. Насамперед завдяки орієнтації технологій вирощування зернових, зернобобових та олійних культур на стратегії максимізації урожайності (Безуглий, 2011; Петриченко, 2011).

Має місце думка, що головною зерною бобовою культурою світового землеробства є соя культурна, яку називають культурою XXI століття, знаходиться в центрі уваги світової аграрної науки і виробництва як важливе джерело продовольчих, кормових ресурсів і потужний біологічний

фіксатор азоту атмосфери. (Бабич, & Бабич-Побережна, 2011; Каленська та ін., 2011; Андрієць, 2011; Петриченко, 2011; Вишнівський, & Фурман, 2020; Freeborn et al, 2001).

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Глобальні зміни в кліматичному середовищі, впровадження високоефективних сортів інтенсивного типу вимагають розробки таких технологічних прийомів, які б гарантовано забезпечували високий збір врожаю якісного насіння цієї культури (Петриченко, 2011). Серед факторів, які дають можливість розкрити генетичний потенціал сортів сої є відстань між рядками та норма висіву насіння.

Актуальність дослідження питання способів сівби сої зумовлена появою у виробництві нових сортів та посівних агрегатів як вітчизняного так і іноземного виробництва, що дають змогу висівати сою з різною шириною міжрядь від 15 до 70 см. (Бабич, & Бабич-Побережна, 2011).

Вчені-соевики зазначають, що відстань між рядками та норма висіву насіння залежить від господарсько-біологічних особливостей сортів та ґрунтово-кліматичних умов зони вирощування (Шевніков, & Логвиненко, 2013).

Однією із характерних особливостей сої є її пластичність до таких параметрів як густина стояння рослин на одиниці площі. Це зумовлене тим, що кожен сорт має свій індивідуальний габітус, залежно від того, до якого підвиду належить сорт, відрізняється тип росту рослин. Він може бути детермінантний, індетермінантний. Тому оптимальну густоту стояння рослин сої потрібно визначати

за допомогою проведення польових досліджень для кожного конкретного сорту (Мищенко, 2014). Сорти сої, які мають здатність до гілкування доцільно висівати із меншою густотою, а сорти, що не гілкуються – із більшою нормою висіву насіння (Бабич, &Петриченко, 1996).

На сьогодні немає єдиної думки науковців на загущеність посіву та конфігурацію розміщення рослин на одиниці площі. Це зумовлене тим, що різні сорти по різному реагують на просторове розміщення та площу живлення однієї рослини. Зважаючи на це, питання оптимізації норми висіву насіння сортів сої потребують додаткового вивчення, оскільки умови вирощування цієї культури змінюються й постійно зростає кількість та різноманітність нових сортів, які мають свої біологічні особливості (Шевніков, 2007).

Частина дослідників стверджує, що, оптимальною нормою висіву насіння сої скоростиглих сортів є 900 тис/га схожих насінин. Для сортів ранньостиглої групи оптимальні умови для отримання високої врожайності були створені в агрофітоценозі з нормою висіву насіння 800 тис./га (Міленко, 2016).

Інші ж вважають, що оптимальною густотою на період збирання сої є в пізньостиглих та середньопізніх сортів сої є густина рослин на рівні 300-350 тис. шт./га, середньостиглих – 400-450 тис. шт./га, середньоранньостиглих –

450-500 і скоростиглих – 550-600 тис. шт./га (Бахмат, 2010; Бахмат, & Чинчик, 2009; Бахмат, & Чинчик, 2010).

В Україні в останні десятиліття спостерігається стрімке зростання посівних площ сої, що вимагає всебічного її вивчення та розробки технологічних прийомів її вирощування в конкретних ґрунтово-кліматичних зонах.

Мета і завдання дослідження полягають у встановленні оптимальної норми висіву та відстані між рядками сої в умовах Лісостепу західного.

Матеріали і методи дослідження.

Дослідження проводилися на колекційно-дослідному полі ВП НУ-БіП України «Заліщицький аграрний коледж ім. Є. Храпливого протягом 2015-2017 рр.

Польовий дослід включав у себе три фактори (табл. 1).

Ґрунт дослідного поля темно-сірий опідзолений із середньо суглинистим гранулометричним складом. Погодні роки в роки проведення дослідження відрізнялися між собою, що дало змогу об'єктивно оцінити реакцію сортів сої за різних норм висіву насіння та строків сівби.

Основним методом дослідження був польовий.

Дослідження проводили відповідно до загальноприйнятої методики (Бабич, 1998)

1. Схема досліду

Фактор А – спосіб сівби	Фактор В – норма висіву
1. Рядковий – 15 см	1. 500 тис./га
2. Широкорядний – 30 см	2. 600 тис./га
3. Широкорядний – 45 см	3. 700 тис./га
	4. 800 тис. га

Площа облікових ділянок 45 м², повторність триразова.

Результати дослідження та їх обговорення.

Нашими дослідженнями встановлено, сорт КиВін по різному відрегував на зміну способів сівби та норми висіву насіння (табл. 2).

Урожайність зерна в досліді в агропосушливому 2015 році перебувала в межах 1,75-2,11 т/га залежно від особливостей сорту, способу сівби та норми висіву насіння.

Під час вивчення способів сівби найвищої продуктивності було досягнуто за звичайного рядкового посіву із шириною міжрядь 30 см. Залежно від досліджуваного норми висіву насіння урожайність зерна становила 1,90-2,25 т/га.

Звуження ширини міжрядь із 30 до 15 см негативно позначилося на урожайності зерна сої, спричинивши

його зменшення до рівня 1,88-2,15 т/га. Найменш продуктивною виявилася сівба сої сорту КиВін із відстанню між рядками 45 см – 1,75-2,08 т/га.

Дослідженнями норм висіву насіння сої встановлено, що найвища урожайність зерна відмічена за сівби 700 тис/га схожих насінин. Залежно від ширини міжрядь за висівання зазначеної кількості насіння посівами сої було сформовано 2,08-2,25 т/га зерна.

Підвищення норми висіву насіння (800 тис/га схожих насінин) зумовило зменшення урожайності сої до 1,91-2,10 т/га.

Низькі норми висіву насіння сорту КиВін також негативно позначилися на його урожайності. Так, висівання 600 тис. схожих насінин на 1 га забезпечило вихід зерна з одного гектара на рівні 1,96-2,03 т/га, а 500 тис/га – 1,75-1,90 т/га залежно від ширини міжрядь.

2. Урожайність зерна сої сорту КиВін залежно від норми висіву насіння та ширини міжрядь, т/га

Фактор А – ширина міжрядь, см	Фактор В – норма висіву насіння, тис/га	Роки досліджень			
		2015	2016	2017	середнє за 2015-2016
15 см	500	1,88	2,90	2,64	2,47
	600	1,99	3,10	2,82	2,64
	700	2,15	3,42	3,08	2,88
	800	2,05	3,25	2,99	2,76
30 см	500	1,90	3,08	2,83	2,60
	600	2,03	3,25	2,96	2,75
	700	2,25	3,51	3,16	2,97
	800	2,10	3,31	3,05	2,82
45 см	500	1,75	2,70	2,48	2,31
	600	1,96	3,05	2,78	2,60
	700	2,08	3,25	2,93	2,75
	800	1,91	3,16	2,84	2,64
НІР ₀₅ , т/га	А	0,06	0,05	0,07	
	В	0,06	0,06	0,08	
	АВ	0,11	0,10	0,14	

Погодні умови вегетаційного періоду, які склалися у 2016 році виявилися більш сприятливими порівняно з 2015 роком, що зумовило вищу урожайність сої на всіх варіантах дослідів порівняно з попереднім.

Зернова продуктивність сої залежно від варіанта дослідів становила 2,70-3,51 т/га. У разі висівання сої звичайним рядковим способом із відстанню між рядками 15 см урожайність знаходилася на рівні 2,90-3,25 т/га, за ширини міжрядь 30 см – 3,08-3,51 т/га, а при широкорядній сівбі (45 см) – 2,70-3,25 т/га

Оцінюючи результати вивчення норми висіву насіння на урожайність сої слід зазначити, що для ранньостиглого сорту сої Кивін у 2016 році кращою виявилася норма висіву 700 тис./га схожих насінин, яка забезпечила урожайність на рівні 3,25-3,51 т/га залежно від ширини міжрядь.

Збільшення норми висіву насіння сої до 800 тис./га та її зниження до 600 та 500 тис./га схожих насінин спричинило зниження урожайності сої відповідно до 3,16-3,31, 3,05-3,25 та 2,70-3,08 т/га за різної відстані між рядками.

Погодні умови вегетаційного періоду, які склалися у 2017 році виявилися дещо менш сприятливими для росту, розвитку та формування зернової продуктивності сої, порівняно з попереднім. Це спричинило дещо меншу урожайність (2,48-3,16 т/га) залежно від варіанту дослідів.

За сівби сої традиційним рядковим способом із шириною міжрядь 15 см з одного гектара отримано 2,64-3,08 т/га зерна. Збільшення відстані між рядками до 30 см сприяло зростанню урожайності до 2,83-3,16 т/га. Подальше розширення міжрядь до 45 см забезпечило дещо меншу зернову продуктивність, яка була на рівні 2,48-2,93 т/га.

Порівняльна оцінка норми висіву насіння сорту сої КиВін вказує на перевагу 700 тис/га схожих насінин. Залежно від ширини міжрядь за зазначеної норми висіву насіння урожайність зерна становила 2,93-3,16 т/га.

Загущення сої (800 тис/га схожих насінин) відзначилися меншою урожайністю, яка була на рівні 2,84-3,05 т/га.

Зріджені посіви сої сорту КиВін відзначались нижчою урожайністю, незважаючи на завдякима,мбільшу як кількість бобів на рослині і насінин у бобі та масі 1000 насінин. У зернової продуктивності сої була меншою і перебувала на рівні відповідно 2,78-2,96 та 2,48-2,83 т/га залежно від ширини міжрядь.

У середньому за три роки досліджень урожайність зерна сої сорту КиВін становила 2,47-2,88 т/га за відстані між рядками 15 см, 2,60-2,97 т/га – за ширини міжрядь 30 см та 2,31-2,75 т/га за широкорядної сівби (45 см).

Порівняльна оцінка норм висіву насіння засвідчила перевагу 700 тис/га схожих насінин за різних погодних умов. Залежно від ширини міжрядь зернової продуктивності сої за зазначеної норми висіву насіння становила 2,75-2,97 т/га.

Загущення рослин сої до 800 тис/га схожих насінин через нестачу вологи та внутривидову конкуренцію зумовило зниження урожайності посівів сої до рівня 2,64-2,82 т/га.

Зменшення густоти стояння рослин сої, яке відбулося внаслідок зменшення норми висіву насіння до 600 тис/га схожих насінин, відзначилося дещо меншою зерновою продуктивністю сорту КиВін – 2,60-2,75 т/га.

Подальше зрідження посівів (висівання 500 тис/га схожих насінин) зменшило урожайність сої до рівня 2,31-2,60 т/га залежно від ширини міжрядь.

Загалом серед варіантів досліду найвищий рівень урожайності (2,97 т/га) відмічено за висівання сої сорту КиВін із нормою висіву насіння 700 тис/га схожих насінин та відстанню між рядками 30 см.

Висновки.

За результатами трирічних досліджень встановлено, що в умовах Лісостепу західного оптимальною нормою висіву насіння сої сортів ранньостиглої групи є 700 тис/га схожих насінин, а відстань між рядками – 30 см. Поєднання зазначених параметрів забезпечує урожайність зерна сої на рівні 2,97 т/га.

Зміна норми висіву насіння в сторону збільшення або зменшення негативно позначається на урожайності зерна сої, зумовлюючи її зниження порівняно з варіантом, на якому висівається 700 тис/га схожих насінин.

Звуження міжрядь (рядковий спосіб сівби – 15 см) або їхнє розширення до 45 см (широкорядний спосіб сівби) також спричиняє зменшення зернової продуктивності сої.

References

1. Babych A.O., Babych-Poberezhna A.A. (2011) Seleksiia, vyrobnytstvo, torhivlia i vykorystannia soi u sviti. [Breeding, production, trade and use of soybeans in the world]. *Agricultural science*, 548.
2. Babych A.O., Babych-Poberezhna A.A. (2011) Stratehichna rol soi v rozviazanni hlobalnoi prodovolchoi problemy. [The strategic role of soybeans in solving the global food problem] *Feed and feed production*, 69, 11–19.
3. Babych A.O., Petrychenko V.F. (1996) Metodolohichni aspekty vyvchennia produktsiinoho protsesu i rozrobky tekhnolohii vyroshchuvannia zernobobovykh kultur. *Mater. respubl. koord.-metod. Rady z problem kormovykh resursiv i kormovyrobnytstva. [Methodological aspects of studying the production process and developing technologies for growing legumes]*, 29-30.
4. Bakhmat O.M. (2010) Ahroekolohichne obgruntuvannia sortovoi ahrotekhniki vyroshchuvannia soi v umovakh zakhidnoho Lisostepu Ukrainy [Agroecological substantiation of varietal agrotechnics of soybean cultivation in the conditions of the western Forest-steppe of Ukraine]. *Collection of scientific works of PDATU*, 18, 24-28.
5. Bakhmat O.M., Chynchuk O. S. (2009) Ahroekolohichni pryomy vyroshchuvannia soi v umovakh zakhidnykh oblastei Ukrainy [Agroecological methods of soybean cultivation in the western regions of Ukraine]. *Collection of scientific works of PDATU: Special issue. to IV scientific-practical. conference "Modern problems of sustainable nature management*, 11-13.
6. Bakhmat O.M., Chynchuk O.S. (2010) Ahrotekhnichni zakhody pry vyroshchuvanni soi na nasinnia v umovakh Podillia. [Agrotechnical measures in the cultivation of soybeans for seed in Podillya]. *Collection of scientific works of Uman National University of Horticulture. Uman*, 74, 159-164.]
7. Bezuhlyi M. D. (2011) Initsiuvannia Ukrainoiu novoi versii hlobalnoi bezpeky na osnovi zbilshennia zernovyrobnytstva: Naukove obgruntuvannia intensyfikatsii vyrobnytstva zerna v Ukraini: vystupy naukovtsiv na zasidanni Prezydii Natsionalnoi akademii ahrarnykh nauk Ukrainy [Initiation of a new version of global security by Ukraine on the basis of increasing grain production: Scientific substantiation of intensification of grain production in Ukraine: speeches of scientists at the meeting of the Presidium of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine]. *Agrarian Science*, 16-25.

8. Vyshnivskiy P.S., Furman O.V. (2020) Produktivnist soi zalezno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia v umovakh pravoberezhnoho lisostepu Ukrainy [Soybean productivity depending on the elements of cultivation technology in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine]. Crop and soil science. Vol. 11, 1, 13-22. <https://doi.org/10.31548/agr2020.01.013>.
9. Kalenska S.M., Novytska N.V., Andriiets D.V. (2011) Produktivnist yak intehralnyi pokaznyk zastosuvannia tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia soi na chornozemakh typovykh [Productivity as an integral indicator of application of technological methods of soybean cultivation on typical chernozems]. Feed and feed products, 69, 74-78.
10. Metodyka provedennja doslidiv z kormovyrobnyctva i godivli tvaryn [Methods of conducting experiments on animal feed production and feeding] (1998). [nauk. red. Babych A. O.]. Kyiv: Agrarian Science, 77.
11. Milenko O.H. (2016) Optymizatsiia normy vysivu nasinnia soi zalezno vid hrupy styhlosti sortu dlia umov tsentralnoho lisostepu Ukrainy [Optimization of soybean sowing rate depending on the maturity group of the variety for the conditions of the central forest-steppe of Ukraine]. Scientific reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 4, 61. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/6964>
12. Petrychenko V.F. (2011) Intensyfikatsiia vyrobnyctva kormovoho zerna v Ukraini: Naukove obgruntuvannia intensyfikatsii vyrobnyctva zerna v Ukraini: vystupy naukovtsiv na zasidanni Prezydii Natsionalnoi akademii ahrarynykh nauk Ukrainy [Intensification of fodder grain production in Ukraine: Scientific substantiation of intensification of grain production in Ukraine: speeches of scientists at the meeting of the Presidium of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine] Agrarian Science, 127-133.
13. Petrychenko V.F. (2011) Naukovi osnovy staloho soiesiannia v Ukraini. [Scientific bases of sustainable cohesion in Ukraine]. Feed and feed production, 69, 3-10.
14. Shevnikov M. Ya., Lohvynenko O.M. (2013) Vplyv strokiv, sposobiv sibvy, norm vysivu riznykh sortiv soi na yii produktivnist. [Influence of terms, methods of sowing, norms of sowing of various grades of soy on its productivity] Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy. 1, 12-16.
15. Shevnikov M. Ya. (2007) Naukovi osnovy vyroshchuvannia soi v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. [Scientific bases of soybean cultivation in the conditions of the left-bank Forest-steppe of Ukraine], 208
16. J. Freeborn, D. Holshouser, M. Alley, N. Powel, D. Orcus (2001) Soybean Yield Response to Reproductive Stage Soil-Applied Nitrogen and Folial-Applied Boron. Agronomy Journal, 93(6), 1200-1209.

I.I. Senyk (2020). INFLUENCE OF SOWING NORM AND ROW OF ROW ROWS ON SOYBEAN YIELD IN CONDITIONS OF WESTERN FOREST STEPPE. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(1): 43–50. <https://doi.org/10.31548/agr2020.03.043>

Abstract. Among agricultural crops, soybean acreage is growing most dynamically. This is due to the universality of its purpose - food, feed, technical.

Along with the increase in sown areas, the range of soybean varieties is expanding, which in the context of climate change necessitates the search for new and improvement of existing technological methods of growing this crop. One of the ways to increase the yield of soybean grain is to optimize the parameters of its sowing - the sowing rate and the distance between rows.

The aim of the research was to identify the influence of seed sowing rate and row spacing on soybean yield in the Western Forest-Steppe. Methods. Field - laying and conducting field experiments, observation - focusing on the processes of growth, development and formation of soybean grain productivity, analogy - comparisons between variants of the experiment.

The research was conducted in the collection and research field of a separate division of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine "Zalishchyk Agrarian College named after E. Khraplyvy" during 2015-2017. Sowing of soybean seeds (500, 600, 700, 800 thousand / ha of similar seeds).

Soil and climatic conditions are typical for the research area.

Results. According to the results of three-year research it is established that in the conditions of the Western Forest-Steppe the optimal sowing rate of soybean seeds of early-ripening varieties is 700 thousand / ha of similar seeds, and the distance between rows is 30 cm. The combination of these parameters provides a soybean yield of 2.97 t / ha.

Changing the sowing rate of seeds in the direction of increase or decrease has a negative effect on the yield of soybean grain, causing its decrease compared to the option, which sows 700 thousand / ha of similar seeds.

Narrowing between rows (row sowing method - 15 cm) or expanding them to 45 cm (wide row sowing method) also causes a decrease in soybean grain productivity.

Keywords: *legumes, row spacing, number of sown seeds, grain productivity*

ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН РІПАКА ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ ВИСІВУ ТА ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРА РОСТУ «ВЕРМИЙОДІС»

М. І. БАХМАТ, д. с.-г. н., професор

завідувач кафедри рослинництва і кормовиробництва,
<https://orcid.org/0000-0001-6119-9218>

І. В. СЕНДЕЦЬКИЙ, аспірант

Подільський державний аграрно-технічний університет,
м. Кам'янець-Подільський, Україна
vermos2011@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0002-1182-3980>

Анотація. Фотосинтез – найважливіший біохімічний процес життєдіяльності рослин, у результаті якого вони засвоюють енергію сонячної радіації і з її допомогою з неорганічних речовин синтезують органічні речовини. Мета досліджень – встановити вплив регулятора росту «Вермийодіс» і норм висіву на фотосинтетичну продуктивність рослин ріпака озимого сорту Черемош та гібриду Мерседес в умовах Лісостепу Західного.

Дослідження виконано упродовж 2017 – 2020 рр. на дослідному полі Прикарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН на дернових підзолистих ґрунтах. Висвітлено результати досліджень фотосинтетичної продуктивності рослин ріпака озимого сорту Черемош та гібриду Мерседес за різних норм висіву та застосування регулятора росту «Вермийодіс»

Встановлено, що допосівне оброблення насіння ріпака озимого сорту Черемош регулятором росту Вермийодіс (5 л/т) та одно- чи дворазове обприскування під час вегетації цим же препаратом за норми висіву 0,6; 0,8; 1,0 млн/га схожих насінин упродовж всього вегетаційного періоду мало значний вплив на формування асиміляційної поверхні. Площа листків збільшувалася залежно від фази розвитку рослини. На початку вегетації вона повільно зростала, досягла свого максимуму в період бутонізації-цвітіння й почала зменшуватись.

На варіанті допосівного оброблення насіння ріпаку озимого сорту Черемош регулятором росту «Вермийодіс» у дозі 5л/га в середньому за роки досліджень за норми висіву 0,8 млн/га схожих насінин у фазі стеблуння приріст площі листової поверхні до контролю становив 3,5 тис м²/га, у фазі бутонізації – 6,3 тис м²/га, у фазі цвітіння – 9,4 тис м²/га.

Визначення площі листової поверхні рослин ріпака озимого гібриду Мерседес показало, що всі способи застосування регулятора росту Вермийодіс в усі фази

росту і розвитку рослин залежно від норм висіву забезпечували збільшення листкової поверхні рослин ріпака озимого. Найбільша листкова поверхня спостерігалась у фазу стеблуння 14,1 тис. м²/га або на 2,3 тис. м²/га більше контролю, у фазу бутонізації 22,5 тис. м²/га або на 5,9 тис. м²/га більше контролю та у фазу цвітіння 43,7 тис. м²/га або на 7,0 тис. м²/га більше контролю була на варіанті, де проводили допосівне оброблення насіння регулятором росту «Вермийодіс» у дозі 5 л/т і дворазове обприскування рослин ріпака озимого гібриду Мерседес регулятором росту «Вермийодіс» по 4 л/га за норми висіву 0,6 млн/га схожих насінин.

Дослідженнями встановлено, що на варіантах, де застосовували допосівне оброблення насіння регулятором росту «Вермийодіс» (5 л/т) та дворазове обприскування рослин ріпака озимого під час вегетації, фотосинтетичний потенціал у фазу сходи-воскова стиглість становив у ріпака озимого сорту Черемош 2,667 млн м² днів/га, що на 0,407 млн м² днів/га більше за норми висіву 0,8 млн/га, у гібрида Мерседес – 2,612 млн м² днів/га, що на 0,364 млн м² днів/га більше за норми висіву 0,6 млн/га схожих насінин.

Встановлено, що найбільша чиста продуктивність рослин ріпака озимого сорту Черемош 8,68 г/м² за добу або на 1,46 г/м² за добу більше контролю за норми висіву 0,8 млн/га схожих насінин та 8,58 г/м² за добу в гібриду Мерседес, що на 1,44 г/м² за добу за норми висіву 0,6 млн/га схожих насінин була на варіанті, де проводили допосівне оброблення насіння (5 л/т) та дворазове обприскування регулятором росту «Вермийодіс» у дозі по 4 л/га під час вегетації рослин.

Встановлено, що найбільше нагромадження сухої речовини в посівах ріпака озимого сорту Черемош у фазі бутонізації 2,98 т/га або на 0,38 т/га більше контролю, у фазу цвітіння 4,67 т/га або на 0,77 т/га більше контролю, у фазу воскової стиглості 8,22 т/га або на 1,36 т/га більше контролю, було на варіанті, де проводили допосівне оброблення насіння регулятором росту «Вермийодіс» (5 л/т) та проводили двохранове обприскування рослин ріпака озимого під час вегетації регулятором росту «Вермийодіс» - по 4 л/га з посіву нормою висіву 0,8 млн/га.

Ключові слова: фотосинтез, листкова поверхня, чиста продуктивність фотосинтезу, фотосинтетичний потенціал.

Актуальність.

Ріпак вирощують у понад 30 країнах світу й посіви становлять 30 млн га, або 10,5 % усіх площ олійних культур. У Європі він займає майже 4 млн га. Найбільшими виробниками є Китай, Канада, Індія, Франція та Німеччина. У цих країнах його урожайність становить 3,5-5,0 т/га.

Ґрунтово-кліматичні умови України сприятливі для вирощування ріпака озимого і відповідають його

біологічним вимогам, зокрема, у Західному Поліссі та більшій частині Лісостепу. Зайняті під культурою площі становлять від 0,8 до 1,1 млн га, однак урожайність не перевищує 2,5-2,8 т/га (Григорів Я. Я., 2018).

У формуванні врожаю сільськогосподарських культур важлива роль належить інтенсивності процесу фотосинтезу – найважливішому біохімічному процесу життєдіяльності рослин, у результаті якого вони за своєю енергію сонячної радіації і

з її допомогою з неорганічних речовин синтезують органічні речовини. Через це величина врожаю сільськогосподарських культур визначається силою розвитку надземної маси і здатністю фотосинтетичного апарату нагромаджувати органічну речовину та реутилізувати її насіннєвий матеріал. Розміри листкової поверхні та її розвиток – вирішальний чинник фотосинтетичної продуктивності посівів (Гусєв М. Г., Коковіхін С. В., Пелєх І. Я., 2011; Бардін Я. Б., 2000; Гайдаш В. Д., Ковальчук Г. М., 1998; Гольцов А. А., 1983).

Для отримання високої врожайності сортів та гібридів ріпака озимого необхідно технологічними заходами сформувати оптимальну площу листкової поверхні для забезпечення відповідної кількості сухої речовини (Шпаар Д., 2007; Терек О. І., 2011; Кефелі В. І., 1984; Лихочвор В. В., Проць Р. Р., 2005).

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Як вказує Нікел Л. Дж., фотосинтез – основне джерело формування фітомаси рослин та сухої маси врожаю (90–95 %). Він також забезпечує енергією всі процеси росту й розвитку, обміну енергії (Нікел Л. Дж., 1994). Для оптимального проходження фотосинтезу посів мусить мати певну площу листкової поверхні. За Ничипоровичем А. А., оптимальна площа листкової поверхні (40–50 тис. м²/га) має припадати на період активної вегетації рослин, збільшення площі до 60 тис. м²/га та більше є негативним, тому що освітленість у посівах порушується і, відповідно, знижується продуктивність фотосинтезу (Ничипорович А. А., 1965).

Як відомо, на інтенсивність фотосинтезу впливає ціла низка чинників: особливості сорту, його вегетаційний період, а також умови докільля, технологічні прийоми догляду за посівами (Чиков В. І., 1987).

Показниками фотосинтетичної діяльності є площа листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал та чиста продуктивність фотосинтезу.

Для оптимального проходження фотосинтезу посів мусить мати певну площу листкової поверхні. Проте треба розрізняти листову поверхню як засіб нагромадження пластичних речовин для формування врожаю насіння й листову масу культур, які вирощуються для отримання кормів. У першому випадку надлишкова листову поверхню не сприятиме високій урожайності культури, оскільки частина листків буде затінена її верхніми ярусами. Крім того, затінена частина листків не лише не дає продуктивної віддачі, а по суті є зайвою, оскільки для її формування використовується значна частина поживних речовин (Волощук О. П.; Куперман Ф. М., 1984; Кляченко О. Л., Ситнік І. Д., Гальчинська О. К. 2012; Лавриненко Ю. О.; Влащук А. М., Прищепо М. М., Шапарь Л. В., 2016).

Оптимальна площа листкової поверхні (40–60 тис. м²/га) ріпака озимого має припадати на період активної вегетації рослин до утворення стручків. Врожайність найчастіше перебуває в тісній кореляції залежності з розмірами площі її листя в період максимального розвитку. Однак встановлено, що в міру збільшення площі листя в посівах знижують показники інтенсивності та чистої продуктивності фотосинтезу (Полевой В. В., 1991; Лавриненко Ю. О.; Влащук А. М., Прищепо М. М., Шапарь Л. В., 2016).

Сучасні публікації, стверджують, що регулятори росту мають безпосередній вплив на інтенсивність фотосинтезу, створюючи тим самим передумови для прискорення росту, розвитку та збільшення врожаю (Мельник І. П. 2013; Лавриненко Ю. О., Влащук А. М., Прищепо М. М., Шапарь Л. В. 2016; Пономаренко С. Д., 2003; Нікел Л. Дж. 1994; Шпаар Д., 2007).

Одним із таких ефективних регуляторів росту є «Вермийодіс» (виробник НВТ «Біоконверсія», однак досліджень його впливу на фотосинтетичну продуктивність рослин ріпака озимого за різних норм висіву в умовах Лісостепу Західного проведено недостатньо.

Мета досліджень – встановити вплив регулятора росту «Вермийодіс» і норм висіву на фотосинтетичну продуктивність рослин ріпака озимого сорту Черемош та гібриду Мерседес в умовах Лісостепу Західного.

Матеріали та методи досліджень.

Дослідження виконані впродовж 2017-2020 років на дернових підзолистих ґрунтах дослідного поля Прикарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції ІСГ Карпатського регіону НААН, які містять 2,8-3,0 % гумусу, 77-82 мг/кг лужногідролізованого азоту, 113-120 мг/кг рухомого фосфору, 132-138 мг/кг обмінного калію, рН_{сол} – 5,5-5,9.

Вивчали фотосинтетичну продуктивність рослин ріпака озимого сорту Черемош та гібриду Мерседес за норм висіву 0,6; 0,8; 1,0 млн/га схожих насінин та застосування регулятора росту є «Вермийодіс» для допосівного оброблення насіння (5 л/т) та одно- і дворазового обприскування рослин під час вегетації 4 л/га.

Агротехніка вирощування загальноприйнята для зони Лісостепу Західного.

Дослідження проводилися за загальноприйнятими методиками. Площу литкової поверхні та фотосинтетичний потенціал визначали за методом А. О. Ничипоровича (Доспехов Б. А., 1985; Ничипорович А. О., 1965).

Результати досліджень та їх аналіз.

Дослідженнями встановлено, що допосівне оброблення насіння ріпака озимого сорту Черемош регулятором росту «Вермийодіс» (5л/т) та одно- і дворазове обприскування рослин під час вегетації рослин регулятором росту «Вермийодіс» за норм висіву 0,6; 0,8; 1,0 млн/га схожих насінин упродовж всього вегетаційного періоду мало значний вплив на формування асиміляційної поверхні посівів. Площа листків збільшувалася залежно від фази розвитку. На початку вона зростала повільно, досягала свого максимуму в період бутонізації-цвітіння, а потім площа листків знову знижувалася (табл. 1).

Так, на варіанті, де проводили допосівне оброблення насіння ріпака сорту Черемош регулятором росту «Вермийодіс» (5л/т) та дворазове внесення під час вегетації по 4л/га за норми висіву 0,8 млн/га схожих насінин у фазу стеблуння приріст площі листкової поверхні до контролю становив 3,5 тис. м²/га, у фазу бутонізації – 6,3 тис. м²/га, у фазу цвітіння – 9,4 тис. м²/га.

Нашими дослідженнями встановлено, що впродовж усього вегетаційного періоду залежно від способів застосування регулятора росту «Вермийодіс» і норм висіву насіння забезпечувалася інтенсивність формування площі асиміляційної поверхні рослин ріпака озимого гібриду Мерседес (табл. 2).

1. Площа листкової поверхні рослин ріпака озимого сорту Черемош залежно від норм висіву та способів застосування регуляторів росту, тис м²/га (середнє за 2018 – 2020 рр.)

Варіант		Фаза розвитку тис м ² /га								
		Стеблування			Бутонізація			Цвітіння		
		0,6	0,8	1,0	0,6	0,8	1,0	0,6	0,8	1,0
1	Контроль 0,6 млн/га	10,0	10,5	9,8	15,7	16,4	15,3	34,0	34,5	33,7
2	Допосівне оброблення «Вермийодіс» (5 л/т)	11,7	12,4	11,4	19,2	20,1	19,1	38,8	39,1	36,6
3	Одноразове обприскування «Вермийодіс» (4 л/га)	12,1	12,9	11,4	19,3	21,2	19,4	39,6	40,3	39,5
4	Допосівне оброблення (5 л/т) і одноразове обприскування «Вермийодіс» (4 л/га)	12,3	13,3	12,6	20,5	21,5	20,8	40,7	42,7	41,2
5	Дворазове обприскування «Вермийодіс» (по 4 л/га)	13,0	13,9	12,8	20,6	21,7	20,8	40,9	43,1	40,9
6	Допосівне оброблення (5 л/т) і дворазове обприскування «Вермийодіс» (по 4 л/га)	13,4	14,0	13,3	21,4	22,7	21,1	41,7	43,9	41,4
	НІР 0,5	0,68	0,73	0,69	1,11	1,17	1,09	2,27	2,35	2,25

2. Площа листкової поверхні рослин ріпака озимого гібриду Мерседес залежно від норм висіву та способів застосування регуляторів росту, тис м²/га (середнє за 2018 – 2020 рр.)

Варіант		Фаза розвитку								
		Стеблування			Бутонізація			Цвітіння		
		0,6	0,8	1,0	0,6	0,8	1,0	0,6	0,8	1,0
1	Контроль 0,6 млн/га	11,8	11,0	11,0	16,6	15,8	15,1	36,7	35,0	33,4
2	Допосівне оброблення «Вермийодіс» (5 л/т)	12,9	12,5	12,5	20,0	19,2	18,8	39,4	38,8	37,4
3	Одноразове обприскування «Вермийодіс» (4 л/га)	13,0	13,0	12,6	20,4	19,8	18,6	42,3	39,8	38,3
4	Допосівне оброблення (5 л/т) і одноразове обприскування «Вермийодіс» (4 л/га)	13,5	13,1	13,0	21,4	20,8	19,9	42,5	40,9	39,7
5	Дворазове обприскування «Вермийодіс» (по 4 л/га)	13,5	13,4	13,2	21,5	20,2	19,8	40,4	39,9	40,2
6	Допосівне оброблення (5 л/т) і дворазове обприскування «Вермийодіс» (по 4 л/га)	14,8	13,7	13,4	22,5	21,6	21,6	43,7	42,6	41,8
	НІР _{0,5}	0,79	0,74	0,73	1,17	1,12	1,10	2,41	2,33	2,26

Виміри площі листкової поверхні рослин ріпака озимого гібриду Мерседес показали, що всі способи застосування регулятора росту «Вермийодіс» в усі фази росту й розвитку рослин залежно від норм висіву

забезпечувало збільшення листкової поверхні рослин ріпаку озимого.

Найбільша листкова поверхня рослин ріпака озимого гібриду Мерседес у фазу стеблуння 14,1 тис. м²/га або на 2,3 тис. м²/га більше контролю, у фазу бутонізації 22,5 тис. м²/га або на 5,9 тис. м²/га більше контролю та у фазу цвітіння 43,7 тис. м²/га або на 7,0 тис. м²/га більша контролю була на варіанті, де проводили допосівне оброблення насіння регулятором росту «Вермийодіс» у дозі 5 л/т і дворазове обприскування рослин ріпака озимого гібриду Мерседес регулятором росту «Вермийодіс» по 4 л/га за норми висіву 0,6 млн/га схожих насінин.

Проведеними нами дослідженнями встановлено, що регулятори росту рослин, як під час передпосівного оброблення насіння ріпака, так і під час одноразового та дворазового обприскування рослин ріпаку озимого під час вегетації, впливали на формування фотосинтетичного потенціалу посівів ріпака озимого.

Допосівне оброблення насіння та одно-дворазове обприскування під час вегетації рослин ріпака озимого сорту Черемош та гібриду Мерседес впливало на фотосинтетичний потенціал рослин (табл. 3).

Дослідженнями встановлено, що на варіантах, де застосовували допосівне оброблення насіння регулятором росту «Вермийодіс» (5л/т) та дворазове обприскування рослин ріпака озимого під час вегетації фотосинтетичний потенціал у період сходи-воскова стиглість становила в ріпаку сорту озимого Черемош 2,667 млн м² днів/га, що на 0,407 млн м² днів/га більше за норми висіву 0,8 млн/га, у гібрида Мерседес 2,612 млн м² днів/га, що на 0,364 млн м² днів/га більша контролю за норми висіву 0,6 млн/га схожих насінин.

Результати досліджень показали, що допосівне оброблення насіння та одно-дворазове обприскування рослин регулятором росту «Вермийодіс» і норми висіву насіння впливали на чисту продуктивність рослин ріпаку

3. Вплив досліджуваних чинників на фотосинтетичний потенціал рослин ріпака озимого за період сходи-воскова стиглість, млн м² днів/га (середнє за 2018 – 2020 рр.)

Варіант		Гібрид Мерседес			Сорт Черемош		
		Норми висіву, млн штук/га			Норми висіву, млн штук/га		
		0,6	0,8	1,0	0,6	0,8	1,0
1	Контроль 0,6 млн/га	2,248	2,225	2,218	2,246	2,260	2,243
2	Допосівне оброблення «Вермийодіс» (5 л/т)	2,367	2,300	2,272	2,318	2,417	2,303
3	Одноразове обприскування «Вермийодіс» (4 л/га)	2,431	2,350	2,284	2,377	2,484	2,326
4	Допосівне оброблення (5 л/т) і одноразове обприскування «Вермийодіс» (4 л/га)	2,490	2,438	2,329	2,404	2,557	2,363
5	Дворазове обприскування «Вермийодіс» (по 4 л/га)	2,582	2,508	2,395	2,479	2,624	2,445
6	Допосівне оброблення (5 л/т) і дворазове обприскування «Вермийодіс» (по 4 л/га)	2,612	2,553	2,422	2,545	2,667	2,457
	НІР _{0,5}	0,15	0,14	0,13	0,14	0,15	0,14

4. Вплив норм висіву та способів застосування регуляторів росту на чисту продуктивність фотосинтезу рослин ріпака озимого в період бутонізація-цвітіння, г/м² за добу (середнє за 2018 – 2020 рр.)

Варіант		Гібрид Мерседес			Сорт Черемош		
		Норми висіву, млн штук/га			Норми висіву, млн штук/га		
		0,6	0,8	1,0	0,6	0,8	1,0
1	Контроль 0,6 млн/га	7,14	7,06	6,89	7,08	7,22	6,96
2	Допосівне оброблення «Вермийодіс» (5 л/т)	7,51	7,41	7,30	7,47	7,60	7,26
3	Одноразове обприскування «Вермийодіс» (4 л/га)	7,70	7,58	7,52	7,55	7,73	7,53
4	Допосівне оброблення (5 л/т) і одноразове обприскування «Вермийодіс» (4 л/га)	8,27	8,11	7,83	8,10	8,27	7,71
5	Дворазове обприскування «Вермийодіс» (по 4 л/га)	8,37	8,21	7,78	8,20	8,41	8,01
6	Допосівне оброблення (5 л/т) і дворазове обприскування «Вермийодіс» (по 4 л/га)	8,58	8,22	8,00	8,26	8,68	8,17
	НІР _{0,5}	0,47	0,46	0,45	0,46	0,48	0,45

озимого сорту Черемош та гібриду Мерседес (табл. 4).

Встановлено, що найбільша чиста продуктивність рослин ріпака озимого сорту Черемош 8,68 г/м² за добу або на 1,46 г/м² за добу більше контролю за норми висіву 0,8 млн/га схожих насінин та 8,58 г/м² за добу в гібрида Мерседес, що на 1,44 г/м² за добу за норми висіву 0,6 млн/га схожих насінин була на варіанті, де проводили допосівне оброблення насіння (5л/т) та дворазове обприскування регулятором росту «Вермийодіс» у дізі по 4л/га під час вегетації рослин.

Дослідженнями багатьох вчених встановлено, що площа листкового апарату, динаміка його формування, інтенсивність та продуктивність роботи листків позитивно впливають на формування сухої маси рослин ріпаку озимого та на його врожайність. Якщо до фази цвітіння приріст сухих речовин зосереджується у вегетативній масі, то після запліднення частина сухих речовин використовується

на формування зерна (Чиков В. И., 1987; Полевой В. В., 1991).

Ничипорович А. О. у своїх працях вказує, що майже 95 % сухих речовин рослини формують завдяки фотосинтезу (Ничипорович А. О., 1965).

Нашими дослідженнями встановлено, що всі способи застосування регулятора росту «Вермийодіс» та норм висіву упродовж всього вегетаційного періоду впливали на нагромадження сухих речовин у рослинах озимого ріпака.

Встановлено, що найбільше нагромадження сухої речовини в посівах ріпака озимого сорту Черемош в фазі бутонізації 2,98 т/га або на 0,38 т/га більше контролю, у фазу цвітіння 4,67 т/га або на 0,77 т/га більше контролю, у фазу воскової стиглості 8,22 т/га або на 1,36 т/га більше контролю, було на варіанті, де проводили допосівне оброблення насіння регулятором росту «Вермийодіс» (5 л/т) та проводили дворазове обприскування рослин ріпаку озимого

під час вегетації регулятором росту «Вермийодіс» – по 4л/га з посіву нормою висіву 0,8 млн/га.

Дослідженнями встановлено, що нагромадження сухих речовин у всі фази розвитку ріпака озимого гібриду Мерседес на всіх варіантах, де проводили допосівне оброблення насіння регулятором росту «Вермийодіс» (5л/т) та одно- чи дворазове обприскування рослин ріпаку озимого гібриду Мерседес регулятором росту «Вермийодіс» по 4л/га було значно більшим у порівнянні з контролем за всіх норм висіву.

Найбільший приріст нагромадження сухих речовин у фазу бутонізації 0,33 т/га, у фазу цвітіння 0,67 т/га та у фазу воскова стиглість 1,18 т/га був на варіанті, де проводили посів із нормою висіву 0,6 млн/га та проводили допосівне оброблення насіння та дворазове внесення регулятора росту «Вермийодіс».

Висновки.

Отримані результати досліджень свідчать, що застосування регулятора росту «Вермийодіс» за різних норм висіву мало значний вплив фотосинтетичну продуктивність рослин ріпака озимого сорту Черемош та гібрида Мерседес.

Найкращі показники спостерігалися на варіанті допосівного оброблення насіння ріпака озимого сорту Черемош і гібрида Мерседес регулятором росту «Вермийодіс» у дозі 5л/га та дворазового обприскування за норм висіву відповідно 0,8 і 0,6 млн/га схожих насінин.

У фазі стеблуння приріст площі листової поверхні сорту Черемош до контролю становив 3,5 тис м²/га, у фазі бутонізації – 6,3 тис м²/га, у фазі цвітіння – 9,4 тис м²/га. Найбільша листовая поверхня рослин ріпа-

ка озимого гібриду Мерседес у фазу стеблуння 14,1 тис. м²/га або на 2,3 тис. м²/га більше контролю, у фазу бутонізації 22,5 тис. м²/га або на 5,9 тис. м²/га більше контролю та у фазу цвітіння 43,7 тис. м²/га або на 7,0 тис. м²/га більша контролю.

На цих же варіантах фотосинтетичний потенціал у період сходи-воскова стиглість становив у ріпака сорту озимого Черемош 2,667 млн. м² днів/га, що на 0,407 млн м² днів/га більше за норми висіву 0,8 млн/га, у гібрида Мерседес 2,612 млн м² днів/га, що на 0,364 млн м² днів/га більша контролю за норми висіву 0,6 млн/га схожих насінин, чиста продуктивність рослин ріпака озимого сорту Черемош становила 8,68 г/м² за добу або на 1,46 г/м² за добу більше контролю та 8,58 г/м² за добу, у гібриду Мерседес – на 1,44 г/м² за добу.

References

1. Bardyn YA.B. (2000) Ripak: vid sivy do pererobky. [Rapeseed: from sowing to processing]. Kyiv Svit, 108.
2. Haydash V. D., Koval'chuk H. M., Dem'yanchuk H. T. (1986) Ripak kul'tura velykykh mozhlyvostey. [Rape culture of great opportunities]. Uzhhorod: Karpaty, 62.3. Husyev M. H., Kokovikhin S.V., Pelekh I.YA. (2011) Ripak – perspektyvna kormova y oliyna kul'tura na pivdni Ukrainy. [Rapeseed is a promising fodder and oilseed crop in the south of Ukraine]. Vinnytsya, 160.
4. Hryhoriv YA. YA. (2018) Ozymy ripak: yak syahnuty maksimumu. [Winter rape: how to reach the maximum]. Zerno, 8, 66-67.5. Dospekhov B. A. (1985) Metodyka polevoho opyta (s osnovamy statystycheskoy obrabotky rezul'tatov yssledovanyy). [Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. 3-e yzd., pererab. y dop. M. : Kolos, 336.

6. Klyachenko O. L., Sytnik I. D., Hal'chyns'ka O. K. (2012). Ozymy ta yary ripak. Biolohiya. Seleksiya. Biotekhnolohiya: monohrafiya [Winter and spring rape. Biology. Selection. Biotechnology: [monograph]]. K.: Fitosotsiotsentr, 244.
7. Voloshchuk O. P., Voloshchuk I. S., Kosovska R. Yu. (2012). Vplyv peredposivnoyi obrobky nasinnya ta pozakorenevoho pidzhylennya roslyn ristrehulyatoramy na perezymivlyu ripaku ozymoho. [Influence of pre-sowing treatment of seeds and foliar fertilization of plants with regulators on overwintering of winter rape]. Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo. Vyp. 54(1), 15-24.
8. Lykhochvor V.V., Prots' R. R. (2005) Ripak. [Winter and spring rape. Biology. Selection. Biotechnology: [monograph]]. L.: NVF Ukrain's'ki tekhnolohiyi, 88.
9. Mazorenko D.I., Maznyev H.YE. (2008) Innovatsiyni resursozberihayuchi tekhnolohiyi vyroshchuvannya ripaku. [Innovative resource-saving technologies for rapeseed cultivation]. Kharkiv: «Maidan», 143.
10. Mel'nyk I.P., Prysyzhnyuk M.P. (2013) Zastosuvannya rehulyatoriv rostu v tekhnolohiyakh vyroshchuvannya s/h kul'tur. [Application of growth regulators in technologies of cultivation of agricultural crops]. Materialy mizhnarodnoi konferentsii m. Lviv, 45-47.
11. Nykell L.Dzh. (1984) Rehulyatory rosta rastenyy: prymerenye v sel'skom khozyaystve. [Plant growth regulators: application in agriculture]. M.: Kolos, 191.
12. Nychporovych A. A. (1985) Fotosyntezy y voprosy yntensyfykatsyy sel'skoho khozyaystva. [Photosynthesis and questions of intensification of agriculture]. M. : Nauka, 1965, 47.13.
- Polevoy V.V. (1991) Fyziolohyya rosta y razvytyya rastenyy. [Physiology of plant growth and development]. L.: Yzd-vo Lenynhr.un-ta., 238.
14. Ponomarenko S. P. (2003) Rehulyatory rostu roslyn. [Plant growth regulators]. K. 219. (in Ukrainian).
15. Terek O. I., Patsula O.I. (2011). Rist i rozvytok roslyn: navch. posibnyk. [Growth and development of plants: textbook. manual]. Lviv: LNU imeni Ivana Franka, 297–304.
16. Lavrynenko Yu.O., Vlashchuk A.M., Pryshchepo M.M., Shapar L.V.(2016). Formuvannya fotosyntetichnoho potentsialu u sortiv ripaku ozymoho zalezno vid strokiv sivby ta normy vysivu. [Formation of photosynthetic potential in winter rape varieties depending on sowing dates and sowing rates]. Zroshuvane zemlerobstvo. Vyp. 65, 75-80.
17. Chykov V. Y. (1987). Fotosyntezy y transport assymyliatov. [Photosynthesis and transport of assimilates]. M.: Nauka, 185.
18. Shpaar D. (2007). Raps y surepytsa. [Rapeseed and colza]. Vyirashchuvanye, uborka, yspolzovanye. M., 320.

Bakhmat M.I., Sendetsky I.V. (2020). PHOTOSYNTHETIC PRODUCTIVITY OF WINTER RAPS PLANTS DEPENDING ON SOWING NORMS AND APPLICATION OF VERMIODIS GROWTH REGULATOR. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(3): 51–60.

<https://doi.org/10.31548/agr2020.03.051>

Abstract. Photosynthesis is the most important biochemical process of plant life, as a result of which they absorb the energy of solar radiation and with its help synthesize organic matter from inorganic substances. The purpose of the research is to establish the influence of the growth regulator «Vermiyodis» and seeding rates on the photosynthetic productivity of winter oilseed rape plants and the Mercedes hybrid in the conditions of the Western Forest-Steppe.

The study was performed during 2017-2020 in the research field of the Precarpathian State Agricultural Research Station of the Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS on sod podzolic soils. The results of researches of photosynthetic productivity of winter oil seed rape plants and Chermos hybrid at different sowing rates and application of growth regulator «Vermiyodis» are highlighted.

It was found that pre-sowing treatment of rapeseed of winter variety Cheremosh with growth regulator Vermiyodis (5 l / t) and single or double spraying during the growing season with the same drug at seeding rates of 0.6; 0.8; 1.0 million / ha of similar seeds during the entire growing season had a significant impact on the formation of the assimilation surface. The area of leaves increased depending on the phase of plant development. At the beginning of the growing season, it grew slowly, reached its maximum during the budding-flowering period and began to decrease.

In the variant of pre-sowing treatment of winter rapeseed Cheremosh with growth regulator «Vermiyodis» at a dose of 5 l / ha on average over the years of research at sowing rates of 0.8 million / ha of similar seeds in the stalk phase, the increase in leaf area to control was 3.5 thousand m² / ha, in the budding phase – 6.3 thousand m² / ha, in the flowering phase – 9.4 thousand m² / ha.

Determination of the leaf area of rapeseed plants of the winter hybrid Mercedes showed that all methods of application of the growth regulator Vermiyodis in all phases of growth and development of plants depending on seeding rates provided an increase in the leaf surface of plants of winter rapeseed. The largest leaf surface was observed in the stalk phase of 14.1 thousand m² / ha or 2.3 thousand m² / ha more control, in the budding phase 22.5 thousand m² / ha or 5.9 thousand m² / ha more control and in the flowering phase 43.7 thousand m² / ha or 7.0 thousand m² / ha more control was on the option, which carried out pre-sowing treatment of seeds with growth regulator «Vermiyodis» at a dose of 5 l / t and double spraying of rapeseed plants winter hybrid Mercedes growth regulator «Vermiyodis» at 4 l / ha at sowing rates of 0.6 million / ha of similar seeds.

Studies have shown that in the variants where pre-sowing treatment of seeds with Vermiyodis growth regulator (5 l / t) and double spraying of winter oilseed rape plants during the growing season was used, the photosynthetic potential in the germination-wax ripening phase was 2 million million in winter rapeseed. 6 million 67. days / ha, which is 0.407 million m² days / ha more than the sowing rate 0.8 million / ha, the Mercedes hybrid – 2.612 million m² days / ha, which is 0.364 million m² days / ha more than the sowing rate 0.6 million / ha of similar seeds.

It was found that the highest net productivity of winter oil seed rape plants was 8.68 g / m² per day or 1.46 g / m² per day more than the control over sowing rates of 0.8 million / ha of similar seeds and 8.58 g / m² per day in the hybrid Mercedes, which is 1.44 g / m² per day at the sowing rate of 0.6 million / ha of similar seeds was on the option, which carried out pre-sowing treatment of seeds (5 l / t) and double spraying with growth regulator «Vermiyodis» at a dose 4l / ha during the growing season.

It was found that the largest accumulation of dry matter in winter rapeseed crops Cheremosh in the budding phase is 2.98 t / ha or 0.38 t / ha more control, in the flowering phase 4.67 t / ha or 0.77 t / ha more control, in the phase of wax ripeness 8.22 t / ha or 1.36 t / ha more control, was on the option, which carried out pre-sowing treatment of seeds with growth regulator «Vermiyodis» (5 l / t) and carried out double spraying of rapeseed plants winter during the growing season growth regulator «Vermiyodis» – 4l / ha from sowing rate of 0.8 million / ha.

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

КОЛООБІГ БІОМАСИ Й ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ У ПОСІВАХ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОПЕРЕДНИКА Й ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

С. П. ТАНЧИК, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри землеробства та гербології, orcid.org/0000-0002-4975-7720
Д. В. ЛІТВІНОВ, доктор сільськогосподарських наук, доцент кафедри землеробства та гербології, orcid.org/0000-0001-6589-3805
Національний університет біоресурсів і природокористування України
В. В. СІНЧЕНКО, аспірант*, orcid.org/0000-0002-1459-874X
E-mail: TanchykSP@i.ua, litvinovdv2018@ukr.net, sinchenko2020@ukr.net

Анотація. У статті проаналізовано основні закономірності біологічного колообігу біомаси рослин сої, та параметри рециркуляції біогенних елементів залежно від способу і глибини основного обробітку ґрунту й попередників сої. Встановлено, що частка біомаси, яка відчужується з поля з урожаєм сої, залежно від попередників і основного обробітку ґрунту, варіювала від 31,6 до 32,8 %, що в абсолютному значення становило від 1,93 до 3,25 т/га, а надходило до ґрунту з рослинними рештками: від 3,97 до 6,67 т/га або від 67,2 до 68,4 %. Найбільша кількість біогенних елементів від 310,2 до 420,5 кг/га NPK залучається в посівах сої, розміщеної після зернових колосових (пшениця озима і ячмінь ярий) у варіанті з проведенням безполіцевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20-22 см, а найменша після кукурудзи на зерно від 251,1 до 302,9 кг/га NPK за поліцевого обробітку ґрунту (оранка) на 20-22 см.

Найбільшу частку в сумарній кількості біогенних елементів у біомасі сої належить азоту від 61,6 до 65,3 %, частка фосфору варіює від 12,4 до 14,4 %, а калію від 20,3 до 25,7 %. Кількість поживних речовин, що повертається в ґрунт із рослинними рештками, за відношенням до їхнього вмісту в біомасі коливається від 41,7 до 55,4 % азоту, 11,1-14,7 фосфору і 30,0-46,9 % калію. Встановлено, що найбільша кількість азоту надходить до ґрунту з рослинними рештками за розміщенням сої після проведення безполіцевого основного обробітку ґрунту (дискова борона) на 12-14 см – 55,4 %. Частка фосфору складала 14,7 %, калію – 29,8 %. За вирощування сої після зернових колосових культур, кукурудзи на зерно й соняшнику рівень надходження до ґрунту азоту з рослинними рештками мав значення 41,7-42,8 %, фосфору 11,1-11,2 %, калію 45,8-46,9 %. Найменшим, у

* Науковий керівник – Танчик С.П. доктор с.-г. наук, професор, член-кореспондент НААН

відносному значенні, виносом азоту - 69,5-69,6 % характеризувалися варіанти з розміщення сої після сої. Хоча за виносом фосфору (14,3 %) і калію – (16,1 %) вони переважали варіанти розміщення сої після зернових колосових культур, кукурудзи і соняшнику, де ці показники відповідно мали значення (13,0-13,1) і (14,5-14,7 %).

Ключові слова: колообіг, біомаса, соя, попередник, основний обробіток ґрунту, біогенні елементи

Актуальність.

Вивчення біологічного колообігу хімічних елементів у агроценозі має як теоретичне, так і практичне значення в сучасних умовах ведення землеробства. Це один із дієвих чинників формування родючості ґрунту й розвитку культурного процесу ґрунтоутворення загалом. Крім того, встановлення параметрів біологічного колообігу органічної речовини й елементів живлення польових культур є одним із ключових параметрів для розроблення науково обґрунтованих заходів щодо підвищення біопродуктивності ґрунту (Demanyuk O. et al., 2019; Каминский В. Ф., Літвінов Д. В., Шаронова Н. Л., 2014, Літвінов Д. В., 2012).

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Сталий розвиток агроєкосистем неможливий без оптимізації взаємозв'язку біотичних і абіотичних процесів в агроландшафтах. В. І. Вернадський зазначав, що основою механізму функціонування біосфери і її стійкості є біологічний колообіг речовин (Вернадский В. И., 1967; Вернадский В. И., 1987), який є визначальним для рівноваги в межах певних систем біосфери. Тому, найважливішою умовою стійкого функціонування агроландшафтів є регулювання біологічного колообігу речовин. А основним завданням збереження і

відтворення родючості ґрунту є забезпечення керування потоками (колообігом) біогенних елементів відповідно до біологічних потреб сільськогосподарських культур (Бойко П. І. та ін., 2010; Літвінов Д. В., 2012; Ромазанова Н. И., Ахмедова З. Н., Дибирова А. П., 2007). Необхідно зазначити, що біологічний колообіг необхідно формувати у такий спосіб, щоб із зростанням продуктивності агроценозу відбувалося збільшення вмісту й запасів елементів живлення рослин у ґрунті (Litvinov D. V., et al., 2019; Купчик В. І., Примак І. Д., Колесник Т. В., 2013; Лукин С. В., Явтушенко В. Е., Солдат І. Е., 2000; Лукин С. В., 2005; Ласло О. О., 2008). Адже дефіцит біогенних елементів у землеробстві веде не лише до зменшення, обсягів виробництва сільськогосподарської продукції, але й до зниження стійкості агроландшафтів (Demanyuk O., et al., 2019; Русакова І. В., 2015; Цвей Я. П. та ін., 2012).

Мета досліджень – полягає у визначенні кількісних показників колообігу біомаси й елементів живлення в посівах сої залежно від попередників та основного обробітку ґрунту в Правобережному Лісостепу України.

Матеріали та методи досліджень.

Польові дослідження виконувались у ТОВ «Вікторія Агро» с. Бурти Кагарлицького району Київської

області на чорноземі типовому. За даними агрохімічного аналізу вихідних зразків, уміст гумусу в орному шарі 3,84 %, лужногідролізованого азоту – 182 мг/кг, рухомого фосфору – 106 мг/кг, рухомого калію – 81 мг/кг ґрунту, $pH_{\text{сол}}$ – 6,90. Схема досліду включала вивчення впливу основного обробітку ґрунту й попередників на вирощування формування продуктивності сої. Попередники: 1. Пшениця озима (контроль); 2. Ячмінь ярий; 3. Кукурудза на зерно; 4. Соляшник; 5. Соя. Обробіток ґрунту: 1. Полицевий (оранка) на 20-22 см (контроль); 2. Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см; 3. Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см; 4. Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см; 5 Пряма сівба.

Визначали біологічну масу сої, включно з підземною й надземною частинами, кількість елементів живлення в ній, що відчужується з поля з урожаєм і надходить у ґрунт із рослинними рештками, у т.ч. і кореневими. Післяживні рештки визначали рамочним методом у трьохразовій повторності на дослідній ділянці, масу коренів – загальноновизнаним методом у трьохразовій повторності в шарі ґрунту 0-30 см (Станков Н.З., 1963).

Результати досліджень.

Проведені дослідження показали, що кількісні показники біомаси рослин сої залежно від обробітку ґрунту й попередника варіюють від 5,90 т/га у варіанті з розміщенням після кукурудзи на зерно і прямої сівби до 9,92 т/га у варіанті після пшениці озимої й безполицевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20-22 см (табл. 1). Найвищі кількісні показники біомаси сої отримано за

розміщення сої після зернових колосових культур (пшениця озима і ячмінь ярий), де залежно від основного обробітку ґрунту вони становили: за прямої сівби 7,76 і 7,24 т/га, безполицевого обробітку на 6-8 см – 8,84 і 8,62 т/га, безполицевого обробітку на 12-14 см – 8,84 і 9,11 т/га, безполицевого обробітку (чизель-глибокорозпушувач) на 20-22 см – 9,92 і 9,37 т/га, полицевого обробітку (оранки) на 20-22 см – 9,37 і 8,40 т/га.

Після кукурудзи найвищі значення біомаси рослин сої (7,61 т/га) отримано у варіанті з полицевим обробітком (оранка) на 20-22 см, а найнижчі – 5,90 т/га у варіанті прямої сівби. Після соняшнику ці показники становили відповідно 8,37 т/га і 6,08 т/га. Показники біомаси рослин сої за її розміщення після сої варіювали залежно від основного обробітку ґрунту в межах від 7,90 до 9,17 т/га. Варто зазначити, що вищі значення отримані у варіантах із безполицевим обробітком (чизель-глибокорозпушувач) на 20-22 см і безполицевим обробітком (дискова борона) на 12-14 см.

Аналізуючи параметри колообігу біомаси рослин сої встановлено, що частка біомаси, яка відчужується з поля з урожаєм залежно від попередників і основного обробітку ґрунту, варіювала від 31,6 до 32,8%, що в абсолютному значенні становила від 1,93 до 3,25 т/га, а потрапляє до ґрунту з рослинними рештками: від 3,97 до 6,67 т/га або від 67,2 до 68,4 %. З наведених вище даних стає зрозумілим, що біомаса рослин сої, у тому числі маса рослинних решток, а також загальна кількість поживних речовин у біомасі визначаються не лише рівнем урожаю, але значною мірою вибором попередника й обробітку ґрунту.

1. Колообіг біомаси рослин сої за розміщення її після різних попередників і обробітків ґрунту, середнє за 2015 – 2017 рр.

Попередник	Основний оброб-ток ґрунту*	Біомаса рослин сої, т/га сухої речовини										
		насіяння	солома	рослинні рештки		Загальна біо-маса	у тому числі					
				всього	у т.ч. коре-неві		відчужу-ється з поля	надходить до ґрунту з рослинними рештками і побічною продукцією				
								всього		у т.ч. з корінням		
						т/га	%	т/га	%	т/га	%	
Пшениця озима (контроль)	1	3,07	4,14	2,16	1,15	9,37	3,07	32,8	6,30	67,2	1,15	18,2
	2	3,25	4,38	2,29	1,21	9,92	3,25	32,8	6,67	67,2	1,21	18,1
	3	2,89	3,91	2,04	1,08	8,84	2,89	32,7	5,95	67,3	1,08	18,2
	4	2,89	3,91	2,04	1,08	8,84	2,89	32,7	5,95	67,3	1,08	18,2
	5	2,54	3,43	1,79	0,95	7,76	2,54	32,7	5,22	67,3	0,95	18,2
Ячмінь ярий	1	2,75	3,71	1,94	1,03	8,40	2,75	32,7	5,65	67,3	1,03	18,2
	2	3,07	4,14	2,16	1,15	9,37	3,07	32,8	6,30	67,2	1,15	18,2
	3	2,98	4,03	2,10	1,11	9,11	2,98	32,7	6,13	67,3	1,11	18,1
	4	2,72	3,91	1,99	1,05	8,62	2,72	31,6	5,90	68,4	1,05	17,8
	5	2,37	3,20	1,67	0,89	7,24	2,37	32,7	4,87	67,3	0,89	18,3
Кукурудза на зерно	1	2,49	3,36	1,76	0,93	7,61	2,49	32,7	5,12	67,3	0,93	18,2
	2	2,25	3,04	1,59	0,84	6,88	2,25	32,7	4,63	67,3	0,84	18,2
	3	2,33	3,15	1,64	0,87	7,12	2,33	32,7	4,79	67,3	0,87	18,1
	4	2,00	2,70	1,41	0,75	6,11	2,00	32,7	4,11	67,3	0,75	18,2
	5	1,93	2,61	1,36	0,72	5,90	1,93	32,7	3,97	67,3	0,72	18,1
Соняшник	1	2,74	3,7	1,93	1,02	8,37	2,74	32,7	5,63	67,3	1,02	18,1
	2	2,49	3,36	1,76	0,93	7,61	2,49	32,7	5,12	67,3	0,93	18,2
	3	2,56	3,46	1,81	0,96	7,83	2,56	32,7	5,27	67,3	0,96	18,2
	4	2,24	3,02	1,58	0,84	6,84	2,24	32,8	4,60	67,2	0,84	18,3
	5	1,99	2,69	1,40	0,74	6,08	1,99	32,7	4,09	67,3	0,74	18,1
Соя	1	2,92	3,94	2,06	1,09	8,92	2,92	32,7	6,00	67,3	1,09	18,2
	2	3,00	4,05	2,12	1,12	9,17	3,00	32,7	6,17	67,3	1,12	18,2
	3	3,00	4,05	2,12	1,12	9,17	3,00	32,7	6,17	67,3	1,12	18,2
	4	2,84	3,84	2,00	1,06	8,68	2,84	32,7	5,84	67,3	1,06	18,1
	5	2,59	3,49	1,82	0,97	7,90	2,59	32,8	5,31	67,2	0,97	18,3

Примітка*. 1. Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль); 2. Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см; 3. Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см; 4. Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см; 5. Пряма сівба.

Про що свідчить порівняння параметрів виходу біомаси рослин сої у варіантах із розміщенням після різ-

них попередників і обробітків ґрунту, але однакових за рівнем застосування добрив.

Вважається, що кількість основних елементів живлення, яка залучається польовими культурами до біологічного колообігу, певною мірою відображає біологічні потреби культур в елементах живлення. За усередненими даними, рослини сої залучали щорічно до біологічного колообігу сумарно основних елементів живлення від 251,1 до 420,5 кг/га (табл. 2). Найбільша кількість біогенних елементів від 310,2 до 420,5 кг/га NPK залучається в посівах сої після зернових колосових (пшениця озима і ячмінь ярий). За розміщення сої після сої цей показник варіював від 289,7 до 334,8 кг/га, після соняшнику від 258,1 до 351,9 кг/га, а після кукурудзи на зерно від 251,1 до 302,9 кг/га NPK.

За різних обробітків ґрунту, необхідно зазначити, що залежно від попередника найвищі параметри біологічного колообігу NPK отримані у варіантах із проведенням безполіцевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20-22 см за розміщення сої після зернових колосових культур (402,0 і 420,5 кг/га) та поліцевого обробітку ґрунту (оранка) на 20-22 см після кукурудзи й соняшнику (232,2 і 351,9 кг/га) і рівнозначними за розміщення сої після сої у варіантах з безполіцевим (чизель-глибокорозпушувач) на 20-22 см і безполіцевим обробітком (дискова борона) на 12-14 см – 334,6 кг/га.

Значна частка сумарної кількості поживних речовин у біомасі рослин належить азоту від 61,9 до 65,3 %. Частка фосфору в сумарній кількості поживних речовин, що залучається до колообігу, варіює від 12,4 до 14,4 %. Щодо калію, то найбільша його частка в сумарній кількості речовин варіює від 20,3 до 25,7 % у сумарній кількості елементів живлення.

Аналізуючи колообіг основних елементів живлення окремо за елементами встановлено, що кількість поживних речовин, що повертається в ґрунт із рослинними рештками, за відношенням до їхнього вмісту в біомасі коливається від 42,0 до 55,4 % азоту, 11,1-14,7 фосфору і 30,0-46,9 % калію. Найбільший відсоток повернення з рослинними рештками азоту і фосфору отримано у варіантах із розміщенням сої після сої, де залежно від основного обробітку ґрунту він варіював у межах 55,1-55,5 % і 14,5-14,7 % відповідно. Повернення калію становило від 29,8 до 30,0 %. За вирощування сої після зернових колосових культур, кукурудзи й соняшнику рівень надходження до ґрунту азоту з рослинними рештками мав значення 41,7-42,8 %, фосфору 11,1-11,2 %, калію 45,8-46,8 %.

З отриманих даних показників біомаси рослин сої (сухої речовини) і даних її хімічного складу визначено параметри біологічного виносу елементів живлення рослинами сої. З представлених у таблиці 3 даних видно, що значна їхня кількість – від 164,7 до 276,9 кг/га (від 64,8 до 69,9 %) виноситься з поля з урожаєм основної продукції (насіння) сої.

Найвищими значеннями сумарного виносу NPK характеризувалися варіанти з розміщенням сої після сої, де залежно від обробітку ґрунту вони становили від 69,3 % (200,9 кг/га) у варіанті прямої сівби до 69,9 % (226,5 кг/га) у варіанті з оранкою. Найменші значення отримано за розміщення сої після зернових колосових культур – від 64,8 до 66,2 %. Проте, аналізуючи винос окремо за елементами, слід зазначити, що найменшим, у відносному значенні, виносом азоту – 69,5-69,6 % характери-

2. Колообіг основних елементів живлення у посівах сої на чорноземі типовому, середнє за 2015 – 2017 рр.

Попередник	Основний обробток	Уміст основних елементів живлення в біомасі сої (включається до біологічного колообігу)													
		сума елементів живлення кг/га	у тому числі			відчужується з урожаєм						повертається в ґрунт			
			N	P	K	всього		у тому числі, кг/га			всього		у тому числі, кг/га		
						кг/га	%	N	P	K	кг/га	%	N	P	K
Пшениця озима (контроль)	1	397,6	246,5	49,5	101,6	261,5	65,8	189,1	34,3	38,1	136,1	34,2	57,4	15,2	63,5
	2	420,5	260,6	52,4	107,5	276,9	65,9	200,2	36,4	40,3	143,6	34,1	60,4	16,0	67,2
	3	377,6	234,3	47,1	96,2	246,1	65,2	178,0	32,3	35,8	131,5	34,8	56,3	14,8	60,4
	4	376,3	233,4	46,9	96,0	246,1	65,4	178,0	32,3	35,8	130,2	34,6	55,4	14,6	60,2
	5	328,4	203,5	40,9	84,0	216,5	65,9	156,5	28,5	31,5	111,9	34,1	47,0	12,4	52,5
Ячмінь ярий	1	360,8	224,1	45,1	91,6	238,1	66,0	172,1	31,4	34,6	122,7	34,0	52,0	13,7	57,0
	2	402,0	249,6	50,2	102,2	265,9	66,1	192,2	35,0	38,7	136,1	33,9	57,4	15,2	63,5
	3	390,3	242,2	48,7	99,4	258,1	66,1	186,5	34,0	37,6	132,2	33,9	55,7	14,7	61,8
	4	363,5	224,0	45,3	94,2	235,6	64,8	170,3	31,0	34,3	127,9	35,2	53,7	14,3	59,9
	5	310,2	192,5	38,7	79,0	205,3	66,2	148,4	27,0	29,9	104,9	33,8	44,1	11,7	49,1
Кукурудза на зерно	1	323,2	200,7	40,0	82,5	212,5	65,7	153,9	27,7	30,9	110,7	34,3	46,8	12,3	51,6
	2	293,1	182,1	36,3	74,7	192,0	65,5	139,1	25,0	27,9	101,1	34,5	43,0	11,3	46,8
	3	302,9	188,1	37,5	77,3	198,8	65,6	144,0	25,9	28,9	104,1	34,4	44,1	11,6	48,4
	4	261,9	162,9	32,4	66,6	170,6	65,1	123,6	22,2	24,8	91,3	34,9	39,3	10,2	41,8
	5	251,1	155,9	31,1	64,1	164,7	65,6	119,3	21,4	24,0	86,4	34,4	36,6	9,7	40,1
Соняшник	1	351,9	217,7	43,7	90,5	232,0	65,9	167,7	30,4	33,9	119,9	34,1	50,0	13,3	56,6
	2	321,1	198,8	39,9	82,4	211,0	65,7	152,4	27,7	30,9	110,1	34,3	46,4	12,2	51,5
	3	330,8	204,8	41,1	84,9	216,8	65,5	156,7	28,4	31,7	114,0	34,5	48,1	12,7	53,2
	4	290,5	180,1	36,1	74,3	189,7	65,3	137,1	24,8	27,8	100,8	34,7	43,0	11,3	46,5
	5	258,1	159,9	32,1	66,1	168,6	65,3	121,8	22,1	24,7	89,5	34,7	38,1	10,0	41,4
Соя	1	324,1	211,3	46,7	66,1	226,5	69,9	157,5	32,5	36,5	97,6	30,1	53,8	14,2	29,6
	2	334,8	218,5	48,2	68,1	232,7	69,5	161,9	33,3	37,5	102,1	30,5	56,6	14,9	30,6
	3	334,6	218,3	48,2	68,1	232,7	69,5	161,9	33,3	37,5	101,9	30,5	56,4	14,9	30,6
	4	316,3	206,3	45,6	64,4	220,2	69,6	153,2	31,5	35,5	96,1	30,4	53,1	14,1	28,9
	5	289,7	189,1	41,7	58,9	200,9	69,3	139,8	28,7	32,4	88,8	30,7	49,3	13,0	26,5

Примітка. 1. Полицевий (оранка) на 20-22 см (контроль); 2. Безполицевий (чизель-глибокородзпшувач) на 20–22 см; 3. Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см; 4. Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см; 5. Пряма сівба.

зувалися варіанти з розміщення сої після сої. Хоча за виносом фосфору (14,3 %) і калію – (16,1 %) вони переважали показники за розміщення

сої після зернових колосових культур, кукурудзи й соняшнику, де ці показники відповідно мали значення (13,0-13,1) і (14,5-14,7 %).

Висновки та перспективи.

Залежно від основного обробітку ґрунту, кількісні показники колообігу біомаси рослин сої варіюють від 7,76 т/га у варіанті прямої сівби до 9,92 т/га у варіанті безполицевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20-22 см. Залежно від попередника найвищі кількісні показники фітомаси сої отримано за розміщення її після пшениці озимої (9,37 т/га) і сої (8,92 т/га), за найменших після кукурудзи на зерно – 7,61 т/га. Залежно від обробітку ґрунту, частка біомаси, яка відчужується з поля з урожаєм варіювала від 2,54 т/га у варіанті прямої сівби до 3,25 т/га за безполицевого обробітку ґрунту на 20-22 см, а надходила до ґрунту від 5,22 до 6,67 т/га. Залежно від попередників ці параметри складали за виносом від 2,49 т/га до 3,07 т/га, та надходженням від 5,12 до 6,30 т/га.

Встановлено, що за вирощування сої на чорноземі типовому щорічно відчужується з поля з біомасою основної продукції сої від 164,7 до 276,9 кг/га НРК. Найбільшу частку від суми елементів складає азот – 69,9-72,3 %, частка фосфору становить 13,0-14,3 %, калію – 14,5-16,1 %. Кількість поживних речовин, що повертається в ґрунт із рослинними рештками, за відношенням до їхнього вмісту в загальній біомасі варіює від 30,4 до 35,2 %, з яких частка азоту становить 42,1-55,5, фосфору – 11,1-14,7, калію – 29,8-46,8 %.

Визначення параметрів біологічного колообігу органічної речовини й елементів живлення сої у всій біологічній масі урожаю дасть змогу розробити раціональну систему удобрення культури та оптимізувати науково обґрунтовані заходи щодо підвищення біопродуктивності ґрунту.

References

1. Boiko P.I., Kovalenko N.P., Gangur V.V., та ін. (2010) *Ekologichna rol' sivozmin u pidvyshchenni stiičnosti agrotkosystem Lisostepu* [The ecological role of crop rotations in the increase of agroecosystem stability of the Forest Steppe] *Zbirnyk naukovykh prats' NNTS «Instytut zemlerobstva UAAN»*. К.: VD «ЕКМО», 3, 175-178 [in Ukrainian].
2. Vernadskii V.I (1967) *Biosfera* [Biosphere. Selected Works on Biogeochemistry] М.: Mysl', 374 [in Russian].
3. Vernadskii V.I (1987) *Khimicheskoe strjenie biosfery Zemli I ee okruzhtniiia* [The chemical structure of the biosphere of the Earth and its environment] М.: Nauka, 339 [in Russian].
4. Kaminskyi V.F., Litvinov D.V., Sharonova N.L. (2014) *Biologichskii krugovorot organicheskogo veshchestva i elementov pitania v krotkorotatsionnykh sevooborotakh* [Biological cycle of organic matter and elements of plant nutrition in short-term crop rotations]. *Dostigienie nauki i tekhniki APK*. Moskva, 1, 11–14 [in Russian].
5. Kupchuk V.I., Prymak I.D., Kolesnyk T.V. (2013) *Biologichni krugoobig elementiv zhyvlennia v korotkorotatsiinii sivozmini* [Biological circuit of nutrients in a short crop rotation] *Agrobiologija*, 11, 34-39 [in Ukrainian].
6. Laslo O.O. (2008) *Zberezhenia ta vidnovlennia zemel'nykh resursiv yak bazys stalogozvytku Ukrainy* [Conservation and restoration of land resources as the basis for sustainable development of Ukraine] *Naukovo-metodychnyi zhurnal*, 8, 68. 6-7. *Ekologija*. Suchasnyi stan rogiuchosti ta shliakhy ikh zberezhenia. Mykolaiv: Vud. MDGU im. P. Mogyly [in Ukrainian].
7. Litvinov D.V. (2012) *Biologichni krugoobig organichnoi rechovyny i elementiv zhyvlennia u posivakh pol'ovykh kul'tur na chornozemakh* [Biological cycle of organic matter and elements in plant nutrition in

- the field crops on the chernozem] Migvidomchyi temanychnyi naukovyi zbirnik «Kormy i kormovyrobnytstva». Vinnytsia, 74, 164-169 [in Ukrainian].
8. Litvinov D.V., Butenko A.O., Onychko V.I., Onychko T.O., Malynka L.V., Masyk I.M., Bondarieva L.M., Ilnatieva O.L. (2019) Parameters of biological circulation of phytomass and nutritional elements in crop rotation. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2019, 9 (3), 92-98 doi: 10.15421/2019_714
 9. Lukin S.V. (2005) Zakonomernosti izmeneniia balansu elementov pitaniia v zemledelii Belgorodskoi oblasti [Rotation of main nutrients in agriculture in Belgorod region]. *Dostigienie nauki i tekhniki APK. Moskva*, 8, 28-30 [in Russian].
 10. Lukin S.V., Yavtushenko V.E., Soldat I.E. (2000) Balans azota, fosfora i kaliia v zemledelii Belgorodskoi oblasti [The balance of nitrogen, phosphorus and potassium in agriculture of the Belgorod region]. *Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhoziaistvennykh nauk*, 6, 29-31 [in Russian]. Rusakova I.V. Vlianie Vlianiye solomy zernovykh i zernobobovykh kultur na содержание углерода, агрохимические свойства и баланс элементов питания в дерново-подзолистой почве [Influence of cereal and legume straw on carbon content, agrochemical properties and nutrient balance in soddy-podzolic soil]. *Agrokhimicheskii vestnik*, 2015. № 6. С. 6-10 [in Russian].
 11. Stankov N. Z. Kornevaia Sistema polevykh kultur [The root system of field crops] M.: Kolos, 1963. 80 s. [in Russian].
 12. Tsvey Y.P., Ivanina V.V., Tsebro Y. M. ta in. (2012) Balans elementiv zhyvlennia v zerno-buriakovii sivozmini zalezno vid systemy udobrennia [Balance of nutrients in grain-beet crop rotation depending on fertilizer system] *Visnyk agrarnoi nauky*, 1, 33-37. [in Ukrainian].
 13. Romazanova N. I., Akhmedova Z. N., Dibirova A.P. (2007). Biologichiskie osobennosti krugovorota azota, fosfora, kaliia, bora i molibdena v agrotsenoze ozimoi pshenitsi [Biological features of circulation of nitrogen, phosphorus, potassium, the boron and molybdenum in agrocenosis of the winter wheat]. *South of Russia: ecology, development*. 2. № 4. 108-111. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2007-4-108-111>. [in Russian].
 14. Demyanyuk Olena, Symochko Lyudmyla, Hosam E.A.F. Bayoumi Hamuda, Symochko Vitaliy, Dmitrenko Olga (2019). Carbon pool and biological activities of soils in different ecosystems. *International Journal of Ecosystems and Ecology Sciences (IJEES)* 9 (1), p. 183-188. doi: <https://doi.org/10.31407/ijeess9122>.

S.P. Tanchyk, D.V. Litvinov, V.V. Sinchenko (2020). CYCLE OF BIOMASS AND ELEMENTS OF PLANT NUTRITION IN SOYBEAN CROPS DEPENDING ON VARIOUS PRECEDING CROPS AND PRIMARY TILLAGE. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(3): 61–69. <https://doi.org/10.31548/agr2020.02.061>

Abstract. *The article analyzes the main laws of the biological cycle of soybean plant biomass, and the parameters of recirculation of nutrients depending on the method and depth of the primary tillage and various preceding crops. It was found that the share of biomass alienated from the field with soybean harvest, depending on the various preceding crops and the primary tillage varied from 31,6 to 32,8 %, which in absolute terms ranged from 1,93 to 3,25 t/ha, and received to the soil with plant residues: from 3,97 to 6,67 t/ha or from 67,2 to 68,4 %. The largest amount of nutrients from 310,2 to 420,5 kg/ha of NPK is involved in soybean crops placed after cereals (winter wheat and spring barley) in the variant of cultivated without soil tillage by 20-22 cm (chisel-deep-tiller), and the lowest after corn for grain from 251,1 to 302,9 kg / ha NPK obtained in the variant during plowing by 20-22 cm. The larg-*

est share in the total amount of nutrients in soybean biomass belongs to nitrogen from 61,6 to 65,3 %, the share of phosphorus varies from 12,4 to 14,4 %, and potassium from 20,3 to 25,7 %. The amount of nutrients returned to the soil with plant residues, in relation to their content in the biomass ranges from 41.7 to 55.4% nitrogen, 11,1-14,7 phosphorus and 30,0-46,9 % potassium.

It was found that the largest amount of nitrogen enters the soil with crop residues in the variant of soybean placement after soybean and main tillage (disc harrow) by 12-14 cm – 55,4 %. The share of phosphorus was 14,7 %, potassium – 29,8 %. When growing soybeans after cereals, corn for grain and sunflower, the intake of nitrogen in the soil with plant residues was 41,7-42,8 %, phosphorus 11,1-11,2 %, potassium 45,8-46,9 %. The lowest percentage of nitrogen removal - 69.5-69.6% was for the placement of soybeans after soybeans. Although for the removal of phosphorus (14,3%) and potassium – (16,1%) the option of placing soybeans after cereals, corn and sunflower prevailed, where these indicators were respectively (13,0-13,1 %) and (14,5- 14,7 %).

Keywords: soybean, cycle, biomass preceding crops, primary tillage, elements of plant nutrition

СЕЛЕКЦІЯ І НАСІННИЦТВО

УДК 631.527 : 631.529 : 635.621.3

<https://doi.org/10.31548/agr2020.03.070>

СТАБІЛЬНІСТЬ ПРОЯВУ БІОХІМІЧНИХ ОЗНАК ПЛОДІВ КАБАЧКА ЗА РІЗНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ ЛІНІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

С. І. КОНДРАТЕНКО, доктор сільськогосподарських наук, с. н. с., завідувач
лабораторією селекції пасльонових і гарбузових культур

Інституту овочівництва і баштанництва НААН

<https://orcid.org/0000-0002-8859-1604>

Т. В. ШЕВЧЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук, начальник
відділу інформаційно-консалтингового забезпечення Науково-
організаційного управління Апарату Президії НААН України

<https://orcid.org/0000-0001-9488-0325>

О. В. СЕРГІЄНКО, доктор сільськогосподарських наук, с. н. с., завідувач
відділом селекції овочевих і баштанних культур

Інституту овочівництва і баштанництва НААН

<https://orcid.org/0000-0002-2754-306X>

О. П. САМОВОЛ, доктор сільськогосподарських наук, с. н. с., головний
науковий співробітник лабораторії генетики, генетичних ресурсів і
біотехнології Інституту овочівництва і баштанництва НААН

<https://orcid.org/0000-0002-6798-7378>

Ю. М. ЛАНКАСТЕР, аспірант Інституту овочівництва і
баштанництва НААН

<https://orcid.org/0000-0001-6408-4344>

E-mail: ovoch.iob@gmail.com

Анотація. У зв'язку із розвитком органічного овочівництва в Україні актуальним питанням селекції кабачка є створення сортів і гібридів F1 з максимальною адаптивністю до ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Мета досліджень – виділення генетичних джерел для селекції кабачка зі стабільним проявом біохімічних ознак плодів. Селекційну роботу проводили з 20 лініями кабачка різного географічного походження. Оцінку лінійних генотипів проводили за такими показниками – загальна (ЗАЗі) і специфічна адаптивна здатність (САЗі), відносна стабільність (Sgi), коефіцієнт екологічної пластичності (bi) та селекційна цінність (СЦГі). Створені лінії кабачка з високим вмістом сухої речовини, загального цукру і вітаміну С у плодах у фазі технічної

стиглості. Серед них, 2 високоадаптивні лінії, які одночасно перевищили сорт-стандарт Чаклун за вмістом сухої речовини (4,46...4,71 %) і загального цукру (2,77...2,84 %). Виділені високоадаптивні лінії, кращі за сорт-стандарт за проявом однієї ознаки – за вмістом сухої речовини – 1 лінія (4,58 %), загального цукру – 3 лінії (2,72...2,77 %), вітаміну С – 2 лінії (14,93...15,55 мг/100 г). Низьку залежність від умов вирощування одночасно за проявом 2 ознак (вміст сухої речовини і вітаміну С у плодах) продемонстрували 3 лінії ($-1 < b_i < 1$). Одержані лінії є цінним вихідним матеріалом для створення сортів і гібридів кабачка F₁, придатних до органічних технологій вирощування з високою якістю плодів у фазі технічної стиглості.

Ключові слова: кабачок, лінія, біохімічні ознаки, адаптивний потенціал, екологічна пластичність.

Актуальність.

На теперішній час для підвищення ефективності селекційних досліджень на овочевих видах рослин розроблені численні інноваційні технології, і тим не менше питання екологічної компоненти в селекційному процесі завжди матиме важливе практичне значення під час створення нових селекційних інновацій. Головна особливість екологічної селекції – контроль екологічної стабільності в селекційному процесі. Його необхідність зумовлена тим, що середнє значення ознаки й чутливість до середовища в генотипів рослин завжди перебувають під самостійним генетичним контролем і відносно незалежні. Для вирішення практичних селекційних задач А. В. Кільчевським і Л. В. Хотильовою був запропонований метод оцінки адаптивної здатності й екологічної стабільності генотипів, який на даний час є один з основних експериментальних інструментаріїв у дослідженнях з екологічної селекції (Кільчевський А. В., Хотилева Л. В., 1985).

Останнім часом в Україні все більше обертів набирає органічне овочівництво (Безур Р. М., 2014). Вимоги до сортів і гібридів F₁ овочевих видів рослин, які можуть бути придатними

для вирощування за органічними технологіями є наступними: максимальна адаптивність до місцевих ґрунтово-кліматичних умов; стійкість до біотичних і абіотичних факторів; високі смакові якості; наявність у плодових органах цінних біологічно активних речовин (Безур Р. М., 2014). Тобто всі питання, якими займається екологічна селекція зараз мають високу актуальність для будь-якого виду овочевих видів рослин, у тому числі й кабачка.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Відомо, що кабачок (*Cucurbita pepo* L. var. *giramontia* Duch.) є різновидом овочевого гарбуза, його батьківщиною є Центральна й Південна Америка. Сучасні вітчизняні сорти кабачка відзначається високою продуктивністю й добрими смаковими якостями (Катаєва Т. Е., 2011). Найбільшим попитом користуються білоплідні сорти, однак їхні плоди швидко переростають, утворюючи насінневу камеру (Катаєва Т. Е., 2011). Окрім того, ці сорти належать переважно до інтенсивного типу вирощування, їм властиві короткий період технічної стиглості і високий ступінь ураження

хворобами. Тому на сьогодні пріоритетним завданням селекції кабачка є створення скоростиглих, високопродуктивних сортів і гібридів F_1 кабачка з високою стійкістю до абіотичних і біотичних факторів вирощування, відмінними смаковими й технологічними якостями плодів (Пузік Л. М., Образцова З. Г., 2012).

Мета дослідження – створення генетичних джерел для селекції кабачка зі стабільним проявом біохімічно цінних ознак плодів у фазі технічної стиглості.

Матеріали і методи дослідження.

Селекційні дослідження на кабачку проводилися в польових умовах упродовж 2017–2019 рр. на експериментальній базі Інституту овочівництва і баштанництва НААН, розташованому в Лівобережному Лісостепу України в центральному середньо зволоженому районі Харківської області. Агротехнічне забезпечення вирощування кабачка

було загальноприйнятим для овочевих видів овочевих рослин [5]. У відкритому ґрунті досліди розмішувалися в овочевій сівозміні. Ґрунт дослідних ділянок представлений потужним мало гумусовим чорноземом важко суглинним по механічному складу.

Для біохімічного аналізу використовували плоди у фазі технічної стиглості. Усього визначали 4 показники – вміст у плодах сухої речовини, загального цукру, вітаміну С та нітратів. Біохімічні аналізи проводили за методиками, затвердженими в акредитованій лабораторії аналітичних вимірювань ІОБ НААН (Ермаков А. І., 1972).

Селекційну роботу проводили з колекцією ліній різного географічного походження, яка налічувала 20 зразків (табл. 1). Лінії порівнювали із сортом-стандартом вітчизняної селекції Чаклун (К-1768), який занесений до Державного Реєстру сортів рослин України.

Для оцінки адаптивного потенціалу генотипів рослин використовували такі показники середовища для вирощування: X_{med} – середній рівень про-

Таблиця 1 – Робоча колекція ліній кабачка, яка вивчалася упродовж 2017 – 2019 рр.

№ з/п	Зразок	Походження	№ з/п	Зразок	Походження
1.	сорт Чаклун, st (К-1768)	Україна	12.	ВЛ-90 (К-1986)	Іспанія
2.	ЛК 17-1 (К-1891)	Англія	13.	ВЛ-91 (К-1994)	Іспанія
3.	ЛК 17-2 (К-1901)	Англія	14.	ВЛ-92 (К-2005)	Іспанія
4.	ЛК 17-4 (К-1907)	Англія	15.	ЛК 17-42 (К-2112)	Англія
5.	ЛК 17-5 (К-1918)	Англія	16.	ЛК 17-44 (К-2019)	Італія
6.	ЛК 17-7 (К-1928)	Англія	17.	ЛК 17-45 (К-2043)	Італія
7.	ЛК 17-8 (К-1939)	Англія	18.	Vedi (К-2024)	Італія
8.	ЛК 17-10 (К-1953)	Англія	19.	ЛК 17-47 (К-2037)	США
9.	ЛК 17-11 (К-1963)	Англія	20.	ЛК 17-48 (К-2038)	Італія
10.	ЛК 17-50 (К-1964)	Англія	21.	ЛК 17-49 (К-2113)	Італія
11.	РВЛ-19 (К-1972)	Англія	-	-	-

яву кількісної ознаки генотипу; $3A3_i$ і $CA3_i$ – загальна і специфічна адаптивна здатність генотипу, які характеризують середнє значення кількісної ознаки за різних умов середовища; Sg_i – відносна стабільність генотипу, яка відображає його здатність у результаті регуляторних механізмів підтримувати певний фенотип за різних умов середовища; b_i – коефіцієнт регресії (пластичності) реакції генотипу на зміни чинників середовища, які відображаються у фенотиповій мінливості самого генотипу; CCP_i – селекційна цінність генотипу, параметр що характеризує поєднання високої продуктивності і стабільності в одному генотипі. Відповідно до методичних рекомендацій А. В. Кільчевського і Л. В. Хотильової, у якості середовища використовувалися роки проведення досліджень (1985). Статистичну обробку експериментальних даних проводили за методиками, викладеними Б. О. Доспєховим (1985).

Результати дослідження та їх обговорення.

За час проведення польових досліджень на кабачку погодні умови відзначилися високою не стабільністю. Під час появи сходів у III декаді травня спостерігалися різкі коливання температури повітря: середньодобова коливалася від 17,8 до 19,7 °C, тоді як мінімальна становила 4,0–5,0 °C. Максимальна температура повітря становила 27,0–30,0 °C, тоді як мінімальна температура ґрунту 2,0–5,0 °C. У 2017 році опадів випало 6,0 мм, у 2018 році опадів не було, а у 2019 році їх випало 58,5 мм за багаторічної норми 26,0 мм, що на 32,5 мм більше за багаторічну норму.

За результатами трирічних спостережень у червні випало 14,0–80,5 мм за багаторічної норми – 25,3 мм. Серед-

ньодобова температура повітря становила 20,8–24,0 °C за багаторічної норми – 22,2 °C, тоді як максимальна температура повітря сягала 34,0–38,0 °C.

У липні 2017 і 2018 років під час формування зав'язі кабачка була жарка спекотна погода. Середньодобова температура повітря становила від 20,8 °C до 24,7 °C за багаторічної 21,0–21,6 °C. Максимальна температура повітря коливалася від 31,0 °C до 36,0 °C за мінімальної – 6,0–16,0 °C. Опадів у липні випало 19,0–55,0 мм, за багаторічної норми – 73,3 мм. Мінімальна температура ґрунту становила 6,0–7,0 °C та призвела до різкого падіння здатності засвоювати рослинами поживні елементи. У липні 2019 р. під час формування зав'язі кабачка була оптимальна за температурою повітря, але посушлива за сумою опадів погода. Середньодобова температура повітря становила від 20,8 °C до 22,1 °C за багаторічної 21,0–21,6 °C. Максимальна температура повітря коливалася від 29,0 °C до 32,0 °C за мінімальної 8,0–12,0 °C. Опадів у липні випало 51,0 мм за багаторічної норми 73,3 мм. Мінімальна температура ґрунту становила 8,0 °C та призвела до різкого падіння здатності засвоювати рослинами поживні елементи.

Загалом, погодні умови 2017 – 2019 рр. виявилися несприйнятливими для росту і розвитку рослин кабачка, оскільки вони негативно вплинули на процес запліднення, урожайність і товарність плодів та призвели до ураження рослин борошнистою россою і інтенсивному заселенню попелицею.

Упродовж 2017 – 2019 рр. було проведено біохімічний аналіз лінійних зразків кабачка на вміст біологічно-цінних компонентів у фазі технічної стиглості плодів. Статистичні обчислення даних за цим дослідом супроводжувалися оцінкою адаптивного потенціалу ліній

іноземного походження за такими ознаками: “Вміст сухої речовини”, “Вміст загального цукру”, “Вміст вітаміну С”. Таблиця 2 містить узагальнені дані щодо стабільності прояву за роками досліджень ознаки: “Вміст сухої речовини”. За результатами проведеного аналізу встановлено групу лінійних зразків, які переважали сорт-стандарт Чаклун (К-1768) за більшістю статистичних показників, які використовуються для оцінки адаптивного потенціалу генотипів та мали високу тенденцію до зростання рівня прояву цієї ознаки в межах похибки статистичних обчислень для сорту-стандарту. Встановлено, що розмах варіювання ознаки “Вміст сухої речовини” для всієї вибірки зразків був у межах 3,04–4,71 % з амплітудою варіювання $A_m = 1,68$. У сорту Чаклун (К-1768) даний показник становив 4,01 %. Кращими за комплексом показників виділилися наступні лінійні зразки: РВЛ-19 (К-1972) ($X_{med} = 4,71\%$, $b_i = 1,37$; $3A3_i = 0,82$; $CA3_i = 3,33$; $СЦГ_i = 2,05$); ВЛ-90 (К-1986) ($X_{med} = 4,46\%$, $b_i = 1,16$; $3A3_i = 0,58$; $CA3_i = 2,77$; $СЦГ_i = 2,04$); ВЛ-91 (К-1994) ($X_{med} = 4,58\%$, $b_i = 1,38$; $3A3_i = 0,69$; $CA3_i = 3,24$; $СЦГ_i = 1,94$); ЛК 17-4 (К-1907) ($X_{med} = 4,17\%$, $b_i = 1,22$; $3A3_i = 0,28$; $CA3_i = 2,46$; $СЦГ_i = 1,88$). Як і сорт-стандарт усі вищевказані лінії належать до інтенсивного типу вирощування ($b_i > 1$). Найвищий показник “Селекційна цінність генотипу” мала лінія ЛК 17-5 (К-1918) ($СЦГ_i = 2,66$), але вміст сухої речовини у її плодах був на рівні сорту-стандарту. Ця ж лінія мала низьку залежність прояву цієї ознаки від умов вирощування ($b_i < 1$) та відзначилася кращим показником відносної стабільності генотипу ($Sg_i = 19,35\%$) протисорту Чаклун (К-1768) ($Sg_i = 36,75\%$) (табл. 2).

Аналіз трьохрічних даних за вмістом загального цукру в плодах лінійного матеріалу дав змогу виділити 3

зразки, які відзначилися кращими за сорт-стандарт показниками адаптивної стабільності та позитивною тенденцією до зростання рівня прояву цієї ознаки в межах похибки досліджу сорту-стандарту. Це наступні лінійні генотипи – РВЛ-19 (К-1972) ($X_{med} = 2,84\%$, $b_i = 1,25$; $3A3_i = 0,28$; $СЦГ_i = 1,30$), ВЛ-90 (К-1986) ($X_{med} = 2,77\%$, $b_i = 1,16$; $3A3_i = 0,22$; $СЦГ_i = 1,34$) та ВЛ-92 (К-2005) ($X_{med} = 2,77\%$, $b_i = 0,39$; $3A3_i = 0,22$; $СЦГ_i = 1,94$). Відповідні показники сорту Чаклун – $X_{med} = 2,61\%$, $b_i = 1,39$; $3A3_i = 0,06$; $СЦГ_i = 0,88$. Слід відмітити, що лінія ВЛ-92 (К-2005) виявилася слабо сприйнятливою на умови вирощування за ознакою “Вміст загального цукру” ($b_i < 1$). Весь досліджений селекційний матеріал за коефіцієнтом відносної стабільності (Sg_i) не перевищив межу в 33 % за винятком лінії ЛК 17-2 (К-1901) ($Sg_i = 33,84\%$), що свідчить загалом про високу стабільність прояву цієї ознаки за роки польових досліджень (табл. 3). Серед усього дослідженого лінійного матеріалу найвищий показник “СЦГ_i” мав зразок ЛК 17-48 (К-2038) ($СЦГ_i = 2,45$), оскільки він практично не зазнав суттєвої варіації рівня прояву ознаки “Вміст загального цукру” за роками досліджень ($b_i = 0,01$, $Sg_i = 0,23\%$).

У таблиці 4 наведено динаміку зміни рівня прояву ознаки “Вміст вітаміну С” у плодах лінійних зразків кабачка. За узагальненими трьохрічними даними, для всієї вибірки досліджень зразків розмах варіювання даної ознаки коливався в межах 9,28–16,84 мг/100 г з амплітудою варіювання $A_m = 7,56$ мг/100 г. У сорту-стандарту Чаклун даний показник становив 12,59 мг/100 г. Статистично достовірно перевищили цей показник три лінії – ЛК 17-11 (К-1963) на 18,59 %, ЛК 17-1 (К-1891) на 23,51 % і ЛК 17-8 (К-1939) на 33,76 %.

Таблиця 2 – Адаптивна характеристика ліній кабачка за ознакою “Вміст сухої речовини”, %

№ з/п	Зразок	№ кат.	Роки досліджень			X _{med}	b _i	ЗАЗ _i	САЗi	Sg _r , %	СЦГ _i
			2017 р.	2018 р.	2019 р.						
1.	сорт Чаклун, št	K-1768	4,65	2,32	5,05	4,01	1,14	0,12	2,17	36,75	1,86
2.	ЛК 17-1	K-1891	3,76	2,55	4,52	3,61	0,78	-0,28	0,99	27,54	2,16
3.	ЛК 17-2	K-1901	4,09	2,52	4,40	3,67	0,79	-0,22	1,02	27,53	2,19
4.	ЛК 17-4	K-1907	4,28	2,55	5,68	4,17	1,22	0,28	2,46	37,58	1,88
5.	ЛК 17-5	K-1918	3,78	2,95	4,38	3,71	0,56	-0,18	0,51	19,35	2,66
6.	ЛК 17-7	K-1928	3,68	2,97	5,30	3,98	0,85	0,10	1,43	29,98	2,24
7.	ЛК 17-8	K-1939	4,10	2,68	5,04	3,94	0,93	0,05	1,41	30,09	2,21
8.	ЛК 17-10	K-1953	4,95	2,37	4,42	3,91	0,94	0,02	1,87	34,90	1,92
9.	ЛК 17-11	K-1963	4,11	2,30	5,49	3,97	1,25	0,08	2,56	40,37	1,63
10.	ЛК 17-50	K-1964	3,89	2,27	4,74	3,63	0,99	-0,25	1,57	34,51	1,80
11.	РВЛ-19	K-1972	5,75	2,61	5,78	4,71	1,37	0,82	3,33	38,72	2,05
12.	ВЛ-90	K-1986	5,70	2,57	5,12	4,46	1,16	0,58	2,77	37,25	2,04
13.	ВЛ-91	K-1994	5,45	2,51	5,78	4,58	1,38	0,69	3,24	39,29	1,95
14.	ВЛ-92	K-2005	4,20	2,45	5,88	4,18	1,32	0,29	2,94	41,05	1,67
15.	ЛК 17-42	K-2112	2,80	2,70	5,64	3,71	0,99	-0,18	2,79	45,0	1,27
16.	ЛК 17-44	K-2019	2,85	2,55	5,08	3,49	0,87	-0,39	1,91	39,55	1,48
17.	ЛК 17-45	K-2043	4,61	2,36	4,78	3,92	1,03	0,03	1,83	34,54	1,94
18.	Vedi	K-2024	4,11	2,11	4,86	3,69	1,12	-0,20	2,02	38,50	1,62
19.	ЛК 17-47	K-2037	4,49	2,09	4,38	3,65	1,00	-0,24	1,84	37,12	1,67
20.	ЛК 17-48	K-2038	3,10	2,46	3,55	3,04	0,43	-0,85	0,30	18,04	2,24
21.	ЛК 17-49	K-2113	4,01	2,35	4,50	3,62	0,88	-0,27	1,27	31,16	1,97
	X _{min}		2,80	2,09	3,55	3,04	0,43	-0,85	0,30	18,04	1,27
	X _{max}		5,75	2,97	5,88	4,71	1,38	0,82	3,33	45,0	2,66
	A _m = X _{max} - X _{min}		2,95	0,88	2,33	1,68	0,96	1,68	3,03	26,97	1,39
	НПР _{0,05}		0,27	0,25	0,39	0,43	-	-	-	-	-

Таблиця 3 – Адаптивна характеристика ліній кабачка за ознакою “Вміст загального цукру”, %

№ з/п	Зразок	№ кат.	Роки досліджень			X_{med}	b_i	$3A3_i$	$CA3_i$	$Sg_i, \%$	$ЦЦ_{гг}$
			2017 р.	2018 р.	2019 р.						
1.	сорт Чаклун, st	K-1768	2,15	2,32	3,37	2,61	1,39	0,06	0,43	25,17	0,88
2.	ЛК 17-1	K-1891	2,03	2,55	2,82	2,47	0,84	-0,09	0,16	16,28	1,41
3.	ЛК 17-2	K-1901	1,66	2,52	3,36	2,51	1,85	-0,04	0,72	33,84	0,27
4.	ЛК 17-4	K-1907	1,98	2,55	3,70	2,74	1,91	0,19	0,76	31,86	0,44
5.	ЛК 17-5	K-1918	2,10	2,95	3,22	2,76	1,17	0,21	0,34	21,21	1,22
6.	ЛК 17-7	K-1928	2,08	2,97	3,11	2,72	1,06	0,17	0,31	20,45	1,26
7.	ЛК 17-8	K-1939	2,05	2,68	3,16	2,63	1,19	0,08	0,31	21,16	1,17
8.	ЛК 17-10	K-1953	2,22	2,37	2,87	2,49	0,73	-0,06	0,12	13,66	1,59
9.	ЛК 17-11	K-1963	1,99	2,30	2,76	2,35	0,85	-0,20	0,15	16,50	1,33
10.	ЛК 17-50	K-1964	2,15	2,27	2,94	2,45	0,90	-0,10	0,18	17,39	1,33
11.	ВЛ-19	K-1972	2,40	2,61	3,50	2,84	1,25	0,28	0,34	20,63	1,30
12.	ВЛ-90	K-1986	2,35	2,57	3,38	2,77	1,16	0,22	0,29	19,57	1,34
13.	ВЛ-91	K-1994	2,15	2,51	3,69	2,78	1,74	0,23	0,65	28,93	0,66
14.	ВЛ-92	K-2005	2,79	2,45	3,08	2,77	0,39	0,22	0,10	11,35	1,94
15.	ЛК 17-42	K-2112	2,22	2,70	2,55	2,49	0,31	-0,06	0,06	9,80	1,85
16.	ЛК 17-44	K-2019	1,86	2,55	3,15	2,52	1,39	-0,03	0,42	25,61	0,82
17.	ЛК 17-45	K-2043	2,24	2,36	2,68	2,43	0,49	-0,13	0,05	9,40	1,83
18.	Vedi	K-2024	1,81	2,11	2,88	2,27	1,20	-0,29	0,31	24,43	0,81
19.	ЛК 17-47	K-2037	2,40	2,09	2,50	2,33	0,17	-0,22	0,05	9,19	1,77
20.	ЛК 17-48	K-2038	2,46	2,46	2,47	2,46	0,01	-0,09	0,00	0,23	2,45
21.	ЛК 17-49	K-2113	1,65	2,35	2,59	2,20	0,99	-0,36	0,24	22,23	0,91
		X_{min}	1,65	2,09	2,47	2,20	0,01	-0,36	0,00	0,23	0,27
		X_{max}	2,79	2,97	3,70	2,84	1,91	0,28	0,76	33,84	2,45
		$A_m = X_{max} - X_{min}$	1,14	0,88	1,23	0,64	1,90	0,64	0,76	33,60	2,17
		$HP_{0,05}$	0,15	0,14	0,18	0,16	-	-	-	-	-

Таблиця 4 – Адаптивна характеристика ліній кабачка за ознакою “Вміст вітаміну С”, мг/100 г

№ з/п	Зразок	№ кат.	Роки досліджень				X _{мед}	b _i	3A3 _i	CA3 _i	Sg, %	СЦ _i
			2017 р.	2018 р.	2019 р.	2019 р.						
1.	сорт Чаклун, st	K-1768	8,13	14,68	14,95	12,59	2,24	0,37	14,91	30,67	3,61	
2.	ЛК 17-1	K-1891	14,39	17,51	14,76	15,55	0,26	3,34	2,90	10,96	11,59	
3.	ЛК 17-2	K-1901	8,34	13,70	14,32	12,12	1,94	-0,10	10,79	27,11	4,48	
4.	ЛК 17-4	K-1907	6,93	16,38	13,10	12,14	2,21	-0,08	23,04	39,55	0,98	
5.	ЛК 17-5	K-1918	10,45	14,26	10,21	11,64	0,13	-0,58	5,17	19,53	6,36	
6.	ЛК 17-7	K-1928	13,05	16,24	12,54	13,94	0,02	1,72	4,02	14,38	9,28	
7.	ЛК 17-8	K-1939	17,37	16,38	16,76	16,84	-0,22	4,62	0,25	2,98	15,67	
8.	ЛК 17-10	K-1953	10,87	11,48	13,44	11,93	0,75	-0,29	1,80	11,25	8,81	
9.	ЛК 17-11	K-1963	13,59	12,52	18,67	14,93	1,36	2,71	10,80	22,02	7,29	
10.	ЛК 17-50	K-1964	10,13	10,07	10,08	10,09	-0,02	-2,12	0,001	0,31	10,02	
11.	ВЛ-19	K-1972	11,70	9,51	16,53	12,58	1,15	0,52	12,91	28,56	3,64	
12.	ВЛ-90	K-1986	10,98	10,01	16,80	12,60	1,57	0,38	13,49	29,16	4,06	
13.	ВЛ-91	K-1994	12,02	9,73	6,09	9,28	-1,77	-2,94	8,94	32,23	2,33	
14.	ВЛ-92	K-2005	7,73	12,83	18,90	13,15	3,38	0,94	31,29	42,53	0,15	
15.	ЛК 17-42	K-2112	8,13	8,35	11,40	9,29	0,92	-2,92	3,34	19,67	5,05	
16.	ЛК 17-44	K-2019	12,20	11,79	14,91	12,97	0,73	0,75	2,87	13,08	9,03	
17.	ЛК 17-45	K-2043	10,55	11,31	10,92	10,92	0,14	-1,29	0,14	3,48	10,04	
18.	Vedi	K-2024	8,74	11,79	11,34	10,63	0,88	-1,59	2,71	15,48	6,80	
19.	ЛК 17-47	K-2037	7,26	10,98	13,44	10,56	1,91	-1,66	9,68	29,46	3,33	
20.	ЛК 17-48	K-2038	9,35	10,02	9,68	9,68	0,13	-2,54	0,11	3,43	8,91	
21.	ЛК 17-49	K-2113	8,02	12,76	8,64	9,81	0,42	-2,41	6,64	26,26	3,82	
	X _{min}		6,93	8,35	6,09	9,28	-1,77	-2,94	0,001	0,31	0,15	
	X _{max}		17,37	17,51	18,90	16,84	3,38	4,62	31,29	42,53	15,67	
	Am = X _{max} - X _{min}		10,45	9,16	12,81	7,56	5,15	7,56	31,29	42,21	15,52	
	HP0,05		0,82	0,85	0,79	1,04	-	-	-	-	-	

Найвищий рівень прояву ознаки “Вміст вітаміну С” належить саме останній лінії – ЛК 17-8 (К-1939) (табл. 4).

Відмічене переважання над сортом Чаклун трьох вищевказаних ліній за низкою показників, які визначають адаптивність прояву цієї ознаки за роками досліджень. Зокрема, у вищевказаних ліній: коливання показника “ $3A3_i$ ” було в межах 2,71–4,62 проти 0,37 у сорту-стандарту; коливання показника “ $СЦГ_i$ ” було в межах 7,29–11,59 проти 3,61 у сорту-стандарту; коливання показника “ Sg_i ” було в межах 2,98–22,02 % проти 30,67 % у сорту-стандарту. За значеннями коефіцієнту екологічної пластичності 2 лінії – ЛК 17-1 (К-1891) і ЛК 17-8 (К-1939) належать до генотипів із низькою залежністю синтезу вітаміну С до умов вирощування ($b_i = -0,22...0,26$). Лінія ЛК 17-11 (К-1963) і сорт Чаклун (К-1768) належать до чутливих генотипів за цією ознакою на умови вирощування ($b_i = 1,36...2,24$). Найкращою за комплексом усіх проаналізованих показників треба виділити лінію ЛК 17-8 (К-1939) ($X_{med} = 16,84$ мг/100 г, $b_i = -0,22$; $3A3_i = 4,62$; $СЦГ_i = 15,67$).

Згідно встановленого регламенту, максимально допустимий рівень (МДР) нітратів у плодах кабачка не повинен перевищувати 600 мг/кг за умов їхнього вирощування в польових умовах. За узагальненими результатами трьохрічних спостережень цей показник перевищили такі лінійні зразки: ЛК 17-2 (К-1901)

Висновки і перспективи.

Отже, у результаті проведеної селекційної роботи виділені перспективні лінії кабачка з високим вмістом біохімічно-цінних компонентів у плодах у фазі технічної стиглості. Серед них,

лінійні генотипи, які перевищили сорт-стандарт Чаклун (К-1768) одночасно за двома біохімічними ознаками, з огляду як на їхні адаптивні властивості, так і на рівень прояву самої ознаки. Зокрема, 2 лінії, РВЛ-19 (К-1972) і ВЛ-90 (К-1986), мали кращі показники як за вмістом сухої речовини ($X_{med} = 4,46...4,71$ %, $b_i = 1,16...1,37$; $3A3_i = 0,58...0,82$; $СА3_i = 2,77...3,33$; $СЦГ_i = 2,04...2,05$), так і загального цукру ($X_{med} = 2,77...2,84$ %, $b_i = 1,16...1,25$; $СЦГ_i = 1,30...1,34$). Лінія ЛК 17-8 (К-1939) мала показник вмісту загального цукру на рівні сорту-стандарту з кращими адаптивними характеристиками прояву цієї ознаки ($X_{med} = 2,63$ %, $b_i = 1,19$; $3A3_i = 0,08$; $СЦГ_i = 1,17$) та одні з найкращих показників за рівнем і стабільністю прояву ознаки “Вміст вітаміну С” ($X_{med} = 16,84$ мг/100 г; $b_i = -0,22$; $3A3_i = 4,62$; $СЦГ_i = 15,67$).

Виділені лінії, генні носії однієї цінної біохімічної ознаки з високими адаптивними показниками її прояву за роками досліджень. За вмістом сухої речовини це лінія ВЛ-91 (К-1994) ($X_{med} = 4,58$ %, $b_i = 1,38$; $3A3_i = 0,69$; $СА3_i = 3,24$; $СЦГ_i = 1,95$). За вмістом загального цукру 3 лінії ЛК 17-5 (К-1918), ЛК 17-7 (К-1928) та ВЛ-92 (К-2005) ($X_{med} = 2,72...2,77$ %, $b_i = 0,39...1,17$; $3A3_i = 0,17...0,22$; $СЦГ_i = 1,22...1,94$). Дані лінії мали позитивну тенденцію до зростання рівня прояву даної ознаки в межах похибки досліду сорту-стандарту. За вмістом вітаміну С – 2 лінії, ЛК 17-1 (К-1891) і ЛК 17-11 ($X_{med} = 14,93...15,55$ мг/100 г, $b_i = 0,26...1,36$; $3A3_i = 2,71...3,34$; $СЦГ_i = 7,29...11,59$).

Низьку залежність від умов вирощування ($-1 < b_i < 1$) одночасно за проявом двох біохімічних ознак продемонстрували лінії ЛК 17-8 (К-1939), ЛК 17-5 (К-1918) і ЛК 17-7 (К-1928) (вміст сухої речовини й вітаміну С).

References

1. Kilchevsky, A. V., Khotyleva, L. V. (1985) Metod otsenki adaptivnoy sposobnosti i stabil'nosti genotipov, differentsiruyushchey sposobnosti sredy [Method for assessing adaptive ability and stability of genotypes, differentiating ability of the environment]. *Genetics*, 9 (21), 1481–1490.
2. Bezus, R. M. (2014) Orhanizatsiino-ekonomichni zasady efektyvnoho rozvytku orhanichnoho ahrovyrobnytstva: monohrafiia [Organizational and economic principles of effective development of organic agricultural production: monograph]. Dnepropetrovsk: Lizunov Press, 380.
3. Katayeva, T. Ye. (2011) Novyy seredn'ostyhlly sort kabachka Konsul [New midseason courgette variety Consul]. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 69–71.
4. Puzik, L. M., Obratsova, Z. G. (2012) Osoblyvosti formuvannya vrozhaynosti kabachka zalezho vid klimatychnykh umov [Features of formation of courgette yield depending on climatic conditions]. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 30–32.
5. Metodyka ekspertyzy sortiv na vidminnist, odnorodnist ta stabilnist (VOS). Ovochevi, bashtanni kultury ta kartoplia [Methods of examination of varieties for difference, homogeneity and stability (BOC). Vegetables, melons and potatoes]. *Plant variety rights protection. Official Bulletin*. Kyiv: Ministry of Agrarian Policy of Ukraine; State Service for the Protection of Plant Variety Rights. 2004. 1(2), 252.
6. Yermakov, A. I. (1972) Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy [Biochemical research methods of plants]. Leningrad: Agropromizdat, 107–109.
7. Dospekhov, B. A. ed. (1985) Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [The methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow: Agropromizdat, 350.

Kondratenko S. I., Shevchenko T. V., Sergienko O. V., Samovol O. P., Lancaster Yu. M. (2020). STABILITY OF SHOWING OF BIOCHEMICAL TRAITS OF COURGETTE FRUITS UNDER DIFFERENT CONDITIONS OF GROWING LINEAR MATERIAL.

PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(3): 70–79. <https://doi.org/10.31548/agr2020.03.070>

Abstract. *In connection with the development of organic vegetable growing in Ukraine, the topical issue of courgette breeding is the creation of varieties and hybrids of F1 with maximum adaptability to soil and climatic conditions of cultivation. The purpose of research is to identify genetic sources for the breeding of courgette with a stable manifestation of biochemical characteristics of the fruit. Breeding work was carried out with 20 lines of courgette of different geographical origin. Evaluation of linear genotypes was performed on the following indicators – general (GACi) and specific adaptive capacity (SACi), relative stability (Sgi), coefficient of ecological plasticity (bi) and selection value (BVGi). Courgette lines with a high content of dry matter, total sugar and vitamin C in fruits in the phase of technical ripeness have been created. Among them, 2 highly adaptive lines, which simultaneously exceeded the standard variety Chaklun in terms of dry matter content (4.46... 4.71%) and total sugar (2.77... 2.84%). Highly adaptive lines, better than the standard grade for the manifestation of one feature - the dry matter content – 1 line (4.58%), total sugar – 3 lines (2.72... 2.77%), vitamin C – 2 lines 14.93... 15.55 mg / 100 g). Low dependence on growing conditions at the same time on the manifestation of 2 traits (dry matter content and vitamin C in the fruit) was demonstrated by 3 lines (-1 < bi < 1). The obtained lines are a valuable source material for the creation of varieties and hybrids of courgette F1, suitable for organic cultivation technologies with high quality fruits in the phase of technical maturity.*

Keywords: *courgette, line, biochemical traits, adaptive potential, ecological plasticity.*

ГЕНЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЛІНІЙ ЦУКРОВОЇ КУКУРУДЗИ НА ОСНОВІ ГЕНУ СТРУКТУРИ ЕНДОСПЕРМУ SH_2

О. Ю. КУЛИШ^{1,2}, молодший науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0002-2897-5606>; e-mail: olyakulich@ukr.net

М. Ф. ПАРИЙ^{1,2}, кандидат біологічних наук, доцент кафедри селекції і генетики, директор інституту

<https://orcid.org/0000-0001-9877-2241>; e-mail: pariimyroslov@gmail.com

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України

²ТОВ «Всеукраїнський науковий інститут селекції»

Анотація. У селекції цукрової кукурудзи використовують один із трьох генів структури ендосперму, рецесивна мутація якого sh_2 активує накопичення цукрози в структурному комплексі цукрів і репресує синтез крохмалю. Гібриди «надцукрової» кукурудзи мають поліпшені смакові якості зерна та уповільнені темпи перетворення цукрів у крохмаль. Тому актуальним є використання різних генетичних джерел селекційних ознак під час створення нового лінійного матеріалу, який відповідає вимогам сучасної гетерозисної селекції цукрової кукурудзи. Метою роботи було вивчення ліній цукрової кукурудзи та виділення серед них нових джерел селекційно цінних господарських ознак. Проведено комплексну оцінку морфологічних ознак та продуктивності ліній цукрової кукурудзи. За результатами вивчення основних морфо-біологічних ознак ліній цукрової кукурудзи з мутантним геном sh_2 виділено джерела індивідуальних селекційно цінних ознак. Лінії SH-234 і SH-936 відмічено як донори високорослості рослин. За насінневою продуктивністю качана кращими були лінії SH-621, SH-234 і SH-936. За вегетаційним періодом усі лінії розподілено на ранні (4 лінії) і середньо стиглі (6 ліній). За продуктивністю кращими були лінії SH-234, SH-113 (кількість рядів зерен) і SH-621 (кількість насінин в ряду); за довжиною качана – лінії SH-318 (14,45 см) і SH-936 (13,26 см). Сильно зморшкувате насіння мала лише одна лінія SH-477. Отже, досліджені лінії цукрової кукурудзи характеризувалися високою генотиповою різноманітністю; за комплексом ознак кращими були лінії SH-936 і SH-621.

Ключові слова: цукрова кукурудза, мутантний ген sh_2 , вегетаційний період, морфо-біологічні ознаки, продуктивність

У селекції цукрової кукурудзи використовують в основному лінійний матеріал мутантного гена su_1 , дія якого блокує конвертацію цукрів у крохмаль і різко підвищує вміст вільних цукрів і

водорозчинних полісахаридів у зерні технічної стиглості (Nikolenko, 2003; Lertrat & Pulam, 2007; Pajić, 2007). Поряд із цим відомі й інші крохмальмоделювальні гени ендосперму, які можуть

бути використані в практичній селекції (Тумчук et al., 2001; Hake & Ross-Ibarra, 2015; Fenzi et al., 2017). Серед них – рецесивна мутація гена sh_2 , яка спричиняє активізацію накопичення цукрози в структурному комплексі цукрів, повну відсутність синтезу декстринів і репресує синтез крохмалю. Сорти й гібриди, отримані із залученням такої мутації, називають «надцукровими» (Coe Polaco, 1994; Tracy & Janick, 1996; Lertrat & Pulam, 2007; Pajić, 2007; Teixeira et al., 2014). Завдяки високому вмісту цукрози замість декстринів, як у разі мутації su_1 , такі гібриди мають поліпшені смакові якості зерна. Крім того, «надцукрова» кукурудза характеризується уповільненими темпами перетворення цукрів у крохмаль у період дозрівання й особливо в післязбиральний період, що дозволяє подовжувати використання товарної продукції на 8–10 діб і вигідно відрізняє їх від інших цукрових генотипів на основі мутації su_1 (Zavertailo, 1980; Tracy & Janick, 1996).

У зерні технічної стиглості гібридів типу su_1 і sh_2 із вмістом сухої речовини 25,0–28,0 % концентрація цукрози й загальних цукрів досягає відповідно 12,0 і 22,5 % та 25,9 і 37,7 %. За калорійністю sh_2 -гібриди є лідерами серед овочевих культур, мають високу поживну цінність і характеризуються дієтичними й лікувальними властивостями. Важливою особливістю цих гібридів є те, що вони накопичують у товарній продукції значно менше радіонуклідів і нітратів, що забезпечує одержання екологічно чистої продукції (Tracy & Janick, 1996; Klimova, 2013). Качани цих гібридів із технічно-стиглим зерном можна використовувати у свіжозвареному вигляді, заморожувати й консервувати, а також виготовляти різні концентрати, сиропи, напої й замітники цукру, що зумовлює високий рейтинг цих гібридів кукуру-

дзи. Як порівняти із зерною, цукрова кукурудза містить удвічі більше жирів і в 1,5–2 рази цукру, значно більше декстринів і менше крохмалю й неповноцінного білка – зеїну.

Встановлено, що моногенна мутація su_1 певною мірою детермінує зменшення висоти рослин і величини качанів. Крім того, депресуючі ефекти рецесивних генів su_1 і sh_2 на вміст крохмалю зумовлюють зниження маси зерна й індивідуальної продуктивності рослин у фазу як технічної, так і повної стиглості (Tracy & Janick, 1996; Тумчук et al., 2001; Nikolenko, 2003). Такий характер формування ознак морфоструктури за дії цих генів і значна природна спорідненість генетичної бази цукрової кукурудзи обмежує різноякісність її вихідного матеріалу і знижує його селекційну цінність. Тому актуальним є використання різних генетичних джерел селекційних ознак під час створення нового лінійного матеріалу, який відповідає вимогам сучасної гетерозисної селекції цукрової кукурудзи (Assunção et al., 2010; Kharchenko et al., 2016).

Наявний асортимент насінневої продукції цукрової кукурудзи повністю не забезпечує потреби споживачів готової продукції. Тому для задоволення зростаючих потреб населення в повноцінних продуктах харчування необхідно постійно розширювати асортимент біологічно цінних овочевих культур. Аналіз ринку виробництва насінневого матеріалу української селекції цукрової кукурудзи показав, що сучасні сорти й гібриди потребують удосконалення за врожайністю та іншими морфо-біологічними ознаками.

Метою цієї роботи було вивчення ліній цукрової кукурудзи та виділення серед них нових джерел селекційно цінних господарських ознак.

Матеріали і методи дослідження.

Нами було створено робочу колекцію насінневого матеріалу цукрової кукурудзи, яка включає понад 100 генетичних зразків, 22 з яких – лінії надцукрової кукурудзи. На основі аналізу адаптивних і фенотипових ознак нами було відібрано для досліджень 10 кращих ліній – SH-226, SH-318, SH-936, SH-234, SH-521, SH-113, SH-274, SH-477, SH-475 і SH-621. Згідно з «Методичними рекомендаціями для польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи» проведено комплексну оцінку та аналіз зразків за господарсько-цінними ознаками – продуктивністю з однієї рослини, групою стиглості тощо (Metodychni rekomendatsii, 2003). Оцінку морфологічних ознак здійснено за «Класифікатором-довідником виду *Zea mays* L.» (Klasyfikator – dovidnyk, 1994).

Отримані експериментальні результати оброблено статистично з використанням Microsoft Excel ($p > 0,05$).

Результати дослідження.

Для розширення генетичного різноманіття цукрової кукурудзи в селекційному процесі потрібно використовувати зразки, які характеризуються широким спектром показників. Тому оцінку ліній «надцукрової» кукурудзи проводили за комплексом морфо-біологічних ознак: вегетаційний період; кількість листків на рослині; наявність пасинків і прилистіків; висота рослин; форма волоті; висота прикріплення качана; величина качана і його форма; діаметр качана; кількість рядів зерен і кількість зерен у одному ряду; розмір насінин та їхнє забарвлення; продуктивність одного качана (Klimova, 2013) (табл. 1).

У процесі вивчення ліній цукрової кукурудзи показано значну мінливість фізіологічних функцій рослин, зокрема, продовження тривалості вегетаційного періоду. За рівнем прояву господарсько-цінних ознак «надцукрових» форм кукурудзи й морфо-біологічними ознаками встановлено їхню різноякісність (табл. 1).

Істотні відмінності між дослідженими лініями спостерігали за такими ознаками: кількістю насінин в одному ряду (коефіцієнт варіації становив 27,66 %) і за кількістю рядів зерен ($V = 18,9\%$). Тривалість вегетаційного періоду значною мірою залежить від абіотичних факторів (температури, кількості опадів тощо), тому отримання достовірних оцінок селекційного матеріалу є досить складним. Нами проведено вивчення зразків за ознакою «тривалість вегетаційного періоду» методом підрахунку кількості діб від появи сходів до воскової стиглості та за кількістю листків на головному стеблі. На основі вивчення вказаної ознаки зразки розподілено на дві групи стиглості: ранні – чотири лінії (18,2 %) з тривалістю періоду 70–75 діб і шість середньо стиглих ліній (27,3 %) з тривалістю вегетаційного періоду 76–81 діб. За вегетаційним періодом усі лінії розподілено на такі групи: ранні (SH-936, SH-521, SH-113, SH-477) і середньо стиглі (SH-234, SH-274, SH-475, SH-621, SH-226, SH-318).

Висота рослини і висота прикріплення качанів характеризує придатність зразків до механізованого збирання та відіграє важливе значення для цукрової кукурудзи. Оскільки в основному товарну продукцію цукрової кукурудзи збирають вручну, достатньо високе розміщення качанів дає змогу з меншими зусиллями проводити збір качанів, які досягли молочно-воскової стиглості. Окрім того, високорослі форми забезпе-

1. Різноманітність ліній надцукрової кукурудзи за морфо-біологічними показниками, 2014 – 2016 рр.

Ознака	Середнє значення	Мін значення	Мак значення	Коефіцієнт варіації V, %
Кількість діб від сходів до цвітіння качанів	61,5	53	70	9,82
Висота рослин, см	143,6	125	184	15,25
Кількість листків, шт.	10,4	9	12	10,1
Довжина качана, см	12,8	10,96	14,45	14,04
Діаметр качана, см	3,39	3	4	13,32
Кількість рядів зерен, шт.	13,08	12	14	18,9
Кількість насінин у ряду, шт.	23,51	18,5	28,67	27,66
Продуктивність одного качана, шт.	307,6	216	392	20,03

чують вищу врожайність. У результаті вивчення матеріалу за висотою рослин встановлено, що зразки варіювали в межах від 125 до 184 см. Для цукрової кукурудзи характерним є досить низьке прикріплення першого качана, який формувався в середньому на висоті 10 – 30 см від поверхні ґрунту. Прикріплення господарсько-цінного качана відмічалось на висоті 30 – 50 см. Лінії SH-234 і SH-936 відмічено як донори високорослості рослин. Кількість листків різних ліній цукрової кукурудзи варіювала від 8 до 15, причому в ранньостиглих груп їх було менше (табл. 2, рис. 1).

За довжиною качанів п'ять ліній цукрової кукурудзи відрізнялися короткими качанами (від 14 до 16 см), чотири лінії мали середню довжину й одна характеризувалася найбільшим розміром качана – понад 20 см. За довжиною качана нами відмічено такі лінії: 14,45 см – SH-318, 13,26 см – SH-936.

Для цукрової кукурудзи важливіми показниками є форма й діаметр качана. Вважають, що кращими є: циліндрична форма качана, його більший діаметр, довжина насіння. У процесі переробки на консервну продукцію качани циліндричної форми з довгим зерном (1,0–1,2 см) і діаме-

тром більше 4,5 см характеризуються меншими втратами й більшим виходом готової продукції.

За повного дозрівання «надцукрова» кукурудза має зморшквате насіння. Кожна лінія має свій ступінь зморшкватості насіння, який залежить від вмісту водорозчинних цукрів. Сильно зморшквате насіння мала лише лінія SH-477.

Ознака «кількість зерен із качана» є однією з основних, оскільки забезпечує індивідуальну зернову продуктивність рослин. Ця ознака формується на основі двох показників: кількості рядів зерен і кількості зерен з одного ряду. За цією ознакою п'ять ліній мали середній показник продуктивності одного качана (351 – 450 шт.), три лінії – низьку озерненість (260 – 350 шт.) і дві лінії (SH-234 і SH-113) – високу озерненість (451 – 580 шт.).

За насінневою продуктивністю качана кращими були лінії SH-621, SH-234 і SH-936. За ознакою кількість рядів зерен відмічено лінії SH-234 і SH-113; лінія SH-621 характеризувалася кількістю насінин у ряду, що становить понад 28 шт.

Для цукрової кукурудзи характерними є наявність пасинків і прилистків на качанах. Ці ознаки мають складний

2. Варіювання господарсько-цінних ознак ліній надцукрової кукурудзи, 2014 – 2016 рр.

Ознака	Бал	Рівень ознаки	Кількість зразків
Вегетаційний період: кількість діб від сходів до цвітіння приймочок	3	50–60	4
	5	60–70	6
Висота рослин, см	5	100–130	2
	7	>131	6
Висота прикріплення нижнього качана, см	5	10–20	5
	7	21–30	3
	9	>31	2
Кількість листків на рослині, шт.	5	8–10	9
	7	>11	1
Довжина качана, см	3	14–16	5
	5	17–19	4
	7	>20	1
Діаметр качана, см	5	4–4,5	3
	7	4,6–5,0	4
	9	>5,1	3
Форма качана	1	конусна	2
	3	конусно-циліндрична	1
	5	циліндрична	7
Кількість рядів зерен, шт.	5	12–14	7
	7	>14	3
Кількість зерен в одному ряду, шт.	3	20–25	2
	5	26–30	5
	7	>31	3
Кількість зерен з качана, шт.	3	260–350	3
	5	351–450	5
	7	>451	2
Довжина насінини, см	3	0,8–0,9	3
	5	>1,0	7
Кількість пасинків, шт.	3	0–1	4
	5	2–3	5
	7	>3	1
Наявність прилистків	3	відсутні	1
	5	довгі	5
	7	короткі	4

Примітка: «*» – рівень ознак за класифікатором: 3 – низький, 5 – середній, 7 – високий, 9 – дуже високий

генетичний механізм, тому контролювати їх складно. Наявність пасинків має двояке значення: за сприятливих погод-

них умов пасинки можуть утворювати качани, що забезпечує збільшення урожаю, якщо погодні умови менш сприят-

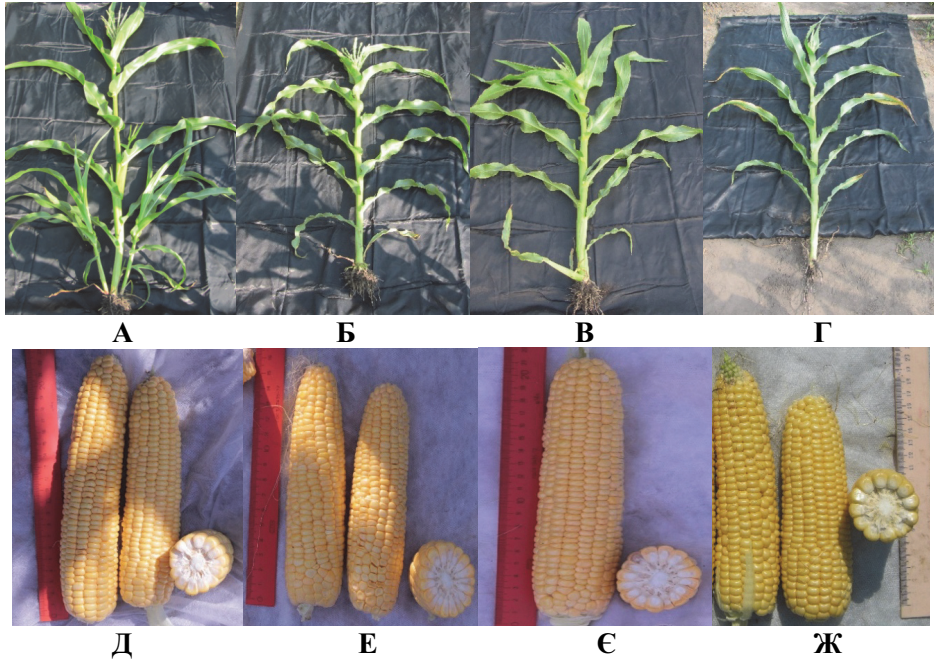


Рис. 1. Різноманітність ліній цукрової кукурудзи на основі гену sh_2 :
 А – лінія SH-318 (наявність пасинків); Б – лінія SH-274 (пізньостигла);
 В – лінія SH-521 (низькоросла); Г – лінія SH-234 (донор високорослості);
 Д – лінія SH-477 (качан з високим ступенем зморшкуватості); Е – лінія SH-113 (16-рядний качан);
 Є – лінія SH-621 (циліндричний качан); Ж – лінія SH-936 (продуктивна лінія).

ліві, то пасинки є додатковим джерелом пилку для запилення качанів і кращої озерненості. Деякі автори наводять дані про те, що пасинки забирають поживні речовини, що так само зменшує продуктивність рослин кукурудзи (Kharchenko et al., 2016). Тому роль пасинків є досить дискусійним питанням. Наявність прилистків на качанах утруднює процес збору качанів і очищення їх від обгорток. Якщо прилистків немає або вони невеликих розмірів, це сприяє процесу підготовки качанів до переробки.

Отже, за результатами проведених досліджень ми можемо розподілити лінії на дві групи: батьківська й материнська форми. У таблиці 3 наведено відповідні ознаки, які характеризують

кожну (батьківську й материнську) лінію. Серед ліній надцукрової кукурудзи виділено зразки-джерела господарсько-цінних ознак, які можуть бути використані в практичній селекції.

За наведеною схемою групування ліній ми плануємо провести схрещування і здійснити оцінку гібридів для встановлення кращих гібридних комбінацій.

Висновки і перспективи.

За результатами вивчення основних морфо-біологічних ознак ліній цукрової кукурудзи з мутантним геном sh_2 виділено джерела індивідуальних селекційно цінних ознак. Лінії SH-234 і SH-936 відмічено як донори високорослості рослин.

3. Групування ліній за ознаками батьківських компонентів

Лінія	Компонент	Ознака
SH-226	Батьківський	Волоть з високою здатністю до утворення пилку
SH-318	Материнський	Велика кількість рядів зерен
SH-936	Батьківський	Волоть з високою здатністю до утворення пилку
SH-234	Материнський	Високо продуктивний качан
SH-521	Материнський	Високо продуктивний качан
SH-113	Батьківський	Волоть з високою здатністю до утворення пилку
SH-274	Батьківський	Волоть з високою здатністю до утворення пилку
SH-477	Материнський	Велика кількість рядів зерен
SH-475	Материнський	Високо продуктивний качан
SH-621	Материнський	Високо продуктивний качан

За насіннєвою продуктивністю качана кращими були лінії SH-621, SH-234 і SH-936. За вегетаційним періодом усі лінії розподілено на такі групи: ранні (SH-936, SH-521, SH-113, SH-477), середньо стиглі (SH-234, SH-274, SH-475, SH-621, SH-226, SH-318). За ознакою кількість рядів зерен відмічено лінії SH-234 і SH-113; лінія SH-621 характеризувалася кількістю насінин у ряду, що становить понад 28 шт. За довжиною качана нами відмічено такі лінії: 14,45 см – SH-318, 13,26 см – SH-936. Сильно зморшкувате насіння мала лише одна лінія SH-477. Отже, досліджені лінії цукрової кукурудзи характеризувалися високою генотиповою різноманітністю; за комплексом ознак кращими були лінії SH-936 і SH-621.

References

- Assunção, A., Madureira Brasil, E., Pereira de Oliveira, J., dos Santos Reis, A.J., Ferreira Pereira, A., Gomes Bueno, L., Ribeiro Ramos, M. (2010). Heterosis performance in industrial and yield components of sweet corn. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 10, 183–190.
- Coe Polaco, M. (1994). Gene list and working maps. *Maize Genet. Newslett.*, 68, 157–191.
- Fenzi, M., Jarvis, D.I., Aias Reyes, L.M., Latornerie Moreno, L., Tuxill, J. (2017). Longitudinal analysis of maize diversity in Yucatan, Mexico: influence of agro-ecological factors on landraces conservation and modern variety introduction. *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization*, 15(1), 51–63. doi: 10.1017/S1479262115000374
- Hake, S., Ross-Ibarra, J. (2015). Genetic, evolutionary and plant breeding insights from the domestication of maize. *eLife*, 4:e05861. doi: 10.7554/eLife.05861
- Kharchenko, Yu.V., Kharchenko, L.Ya., Klimova, O.E. (2016). Biologichna i hospodarska otsinka novykh zrazkiv tsukrovoy kukurudzy na Ustymivskiy doslidniy stsntsiy roslinnytstva [Biological and economic assessment of new samples of sweet corn at the Ustymivka plant research station]. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1-2, 25–29.
- Klasyfikator – dovidnyk vydu Zea mays L. [Classifier – handbook of Zea mays L.] (1994). IR, 72.
- Klimova, O.E. (2013). Rekombinantni linii tsukrovoy kukurudzy – novi dzherela selektsino-tsinnyh oznak [Recombinant sweet corn lines are new sources of breeding and valuable signs], *Genetični resursi roslin (Plant Genetic Resources)*, 12, 63–72. http://nbuv.gov.ua/UJRN/grr_2013_12_9.
- Lertrat, K., Pulam, T. (2007). Breeding for increased sweetness in sweet corn. *Internation*

- tional Journal of Plant Breeding, 1(1), 27–30.
9. Metodychni rekomendatsii dlya poliovohta laboratornoho vyvchennya henetychnyh resursiv kukurudzy (druhe vydannya) [Methodical recommendations for field and laboratory study of genetic resources of corn (second edition)]. (2003). IR, 43.
 10. Nikolenko, I.A. (2003). Effect of endosperm mutations on the capacity and structure of the seed of maize inbred lines. 2nd Intern. conf. of young scientists: Modern problems of genetics, biotechnology in plant breeding, Khar'kov, 197–198.
 11. Pajić, Z. (2007). Breeding of maize types with specific traits at the maize research institute, Zemun Polje. Genetika, 39(2), 167–180.
 12. Teixeira, F.F., Dias Paes, M.C., Gomes e Gama, E.E. et al. (2014). BRS Vivi: single-cross super sweet corn hybrid. Crop Breeding and Applied Biotechnology, 14(2), 124–127. doi: 10.1590/1984-70332014v14n2c21
 13. Tracy, W.F., Janick, J. (1996). History, Genetics, and Breeding of Supersweet (shrunken2) Sweet Corn. In: Plant Breeding Reviews, Volume 14 / J. Janick (ed). John Wiley & Sons, Inc., 189–236. doi: 10.1002/9780470650073.ch7
 14. Tymchuk, S.M., Deribazova, O.Yu., Potapenko, H.S. (2001). Vyhlevodnyi sklad nasinnia mutantiv tsukrovoi kukurudzy [Carbohydrate seed composition of sweet maize mutants]. Plant Breeding and Seed Production, 85, 91–97.
 15. Tymchuk, S.M., Pyabchun, V.K., Boguskavsky, R.L. et al. (2001). Collection of maize endosperm structure mutants: vorking out, evaluation and utilization in breeding. Intern. conf.: Genetic Collection Isogenic and Alloplasmic Lines. Novosibirsk, 240–242.
 16. Zaverailo, T.F. (1980). Seleksia sakharnoi kukuruzy na kachestvo zenna [Selection of sweet corn for grain quality], Shtiintsa, 110.

O.Yu. Kulish, M.F. Parii (2020). GENETIC ANALYSIS OF SWEET CORN LINES BASED ON SH2 ENDOSPERM STRUCTURE GENE. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(3): 80–87. <https://doi.org/10.31548/agr2020.03.080>

Abstract. *One of the three genes of the endosperm structure is used in the selection of sweet corn; its recessive mutation sh2 activates the accumulation of sucrose in the structural complex of sugars and represses the starch synthesis. Hybrids of “super-sweet” corn have improved grain taste and slower conversion of sugars into starch. Therefore, it is important to use different genetic sources of breeding traits in the creation of a new linear material that meets the requirements of modern heterosis selection of sweet corn. The aim of the work was to study the lines of sweet corn and to identify among them new sources of selectively valuable economic features. A complex assessment of morphological characteristics and productivity of sweet corn lines was carried out. According to the results of study the main morpho-biological traits of sweet corn lines with the mutant sh2 gene, the sources of individual selection valuable peculiarities were identified. Lines SH-234 and SH-936 were marked as donors of plant growth. Lines SH-621, SH-234 and SH-936 were the best in terms of seed productivity of cobs. According to the growing season, all lines are divided into early (4 lines) and medium ripe (6 lines). The lines SH-234, SH-113 (number of grain rows) and SH-621 (number of seeds in a row) were the best in terms of productivity, and lines SH-318 and SH-936 – in terms of the cob length (14.45 cm and 13.26 cm, respectively). Only one line SH-477 had strongly wrinkled seeds. Thus, the studied sweet corn lines were characterized by high genotypic diversity; the SH-936 and SH-621 lines were the best in terms of the trait complex.*

Keywords: *sweet corn, sh2 mutant gene, vegetation period, morpho-biological traits, productivity*

ЗМІНА РОДЮЧОСТІ ТЕХНОЗЕМІВ ЗА ТРИВАЛОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИКОРИСТАННЯ РЕКУЛЬТИВОВАНОГО ЗАЛІЗОРУДНОГО ШЛАМОСХОВИЩА В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ

Є. О. БУРЯК, аспірант кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. проф. М. К. Шичули

E-mail: yevhenburiak@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0003-2747-4145>

В. О. ЗАБАЛУЄВ, професор кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. проф. М. К. Шичули

E-mail: viaza@ukr.net

Національний університет біоресурсів та природокористування України

Анотація. Винятковою особливістю екологічного стану України є те, що екологічно гострі локальні ситуації поглиблюються великими регіональними кризами. Головними причинами, що призвели до загрожуючого стану довкілля, є застаріла технологія виробництва та обладнання, висока енергомісткість та матеріаломісткість, що перевищують у два - три рази відповідні показники розвинутих країн, а також високий рівень концентрації промислових об'єктів Сховища відходів збагачення залізної руди у Криворізькому промисловому регіону є екологічно небезпечними техногенними об'єктами, під які відведено понад 7,5 тис. га земель. Згідно ст. 14 Конституції України земля є основним національним багатством. Широкі можливості сучасної науки і техніки висунули на передній план нові можливості ефективного використання земель. За умови рекультивациі їх з успіхом можливо використовувати для агровиробництва. Рекультивациа порушених земель передбачена Земельним кодексом (ст. 166) та Законом "Про охорону земель" (ст. 52). Рекультивациа земельних ділянок здійснюється шляхом пошарового нанесення на малопродуктивні земельні ділянки або ділянки без ґрунтового покриву знятої ґрунтової маси, а в разі потреби - і материнської породи в порядку, який забезпечує найбільшу продуктивність рекультивованих земель.

Сформовані на рекультивованих землях агроєкосистеми в даний час переважно не відзначаються екологічною стійкістю та високою продуктивністю агрофіто-ценозів. За результатами 38-річних досліджень в стаціонарному досліді встановлено, що для сільськогосподарської рекультивациі залізородного

шлamosховища найбільш раціональною моделлю технозему є тричленна едафічна конструкція: шлам спочатку перекривається 50-см прошарком з лесоподібного суглинку, на який укладають 50 см шар гумусованої маси чорнозему звичайного. Такий варіант забезпечує продуктивність сільськогосподарських культур на рівні не порушених ґрунтів. За період використання показники гумусонакопичення дещо збільшились у орному шарі, валові запаси і вміст макроелементів практично не змінилися, якість техноземного ґрунту не погіршилась.

Ключові слова: шлamosховище, рекультивация, технозем, гумус.

Актуальність.

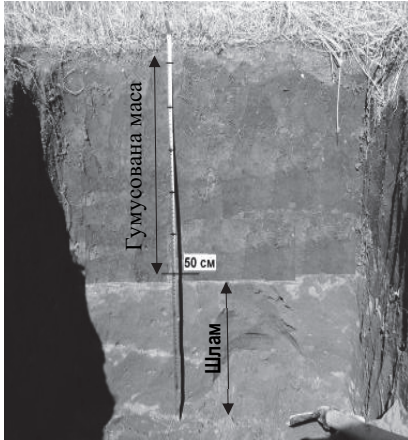
Складування відходів збагачення залізної руди (шламів) потребує виведення з господарського обігу значних земельних площ. Лише в Криворізькому залізорудному басейні під шлamosховища відведено понад 7,5 тис. га земель. Окрім того, шлamosховища є екологічно небезпечними об'єктами, які негативно впливають на довкілля, забруднюючи атмосферу і ґрунтові води, підтоплюючи навколишні угіддя. Тому дослідження раціональних варіантів їх консервації й рекультивации є актуальною проблемою для Криворізького гірничорудного регіону.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

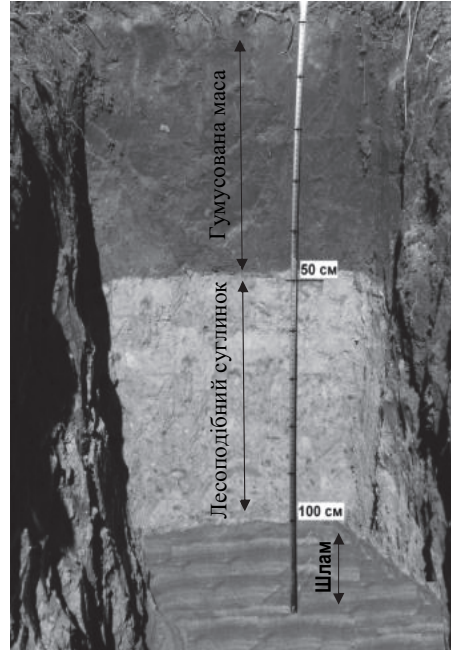
Незважаючи на те, що гірничодобувна промисловість розглядається як найважливіша економічна діяльність у всьому світі, вона має суттєвий негативний вплив на навколишнє середовище. Завдяки своїй природі відкритий видобуток неминуче призводить до серйозної деградації екологічних та естетичних цінностей ландшафту. (Kuter. N., 2013). Екологічні проблеми, пов'язані з видобуванням корисних копалин, завдали шкоди значній світовій економічній цінності галузі. Зокрема, гірничодобувна промисловість

має негативну спадщину забруднених земель. Отже, ефективна рекультивация забрудненого ґрунту необхідна до того, як колишні шахтні землі можуть бути надалі розроблені для житлових та комерційних цілей (Le et all., 2017). Було розроблено ряд меліоративних методів для повернення земель, які добували корисні копалини, до деякого продуктивного стану (Kozhevnikov & Zaushintseva, 2015; Legwaila et all, 2015). Попередніми дослідженнями з рекультивации заповнених залізорудних шлamosховищ (Забалуєв, 1992, 2005, 2011; Бекаревич, Забалуєв, 1996) була доведена перспективність їх сільськогосподарського використання. Встановлено (Забалуєв, 2011), що шлами мають слаболужну реакцію, характеризуються відсутністю гумусу і доступних рослинам біофільних елементів, незадовільними властивостями, низькою зв'язністю, легкою дефляційною здатністю. Всі ці негативні властивості унеможливають використання шламів у якості субстратів для формування техноземів для вирощування сільськогосподарських культур.

Коротка характеристика об'єкту мета дослідження. Вивчення раціональних моделей техноземів для сільськогосподарської рекультивации залізорудних шлamosховищ про-



А



Б

Рис. 1 Будова моделей техноземів для рекультивованого шламосховища:

А – двочленна (на шлам нанесено 50 см шар гумусованої ґрунтової маси
Б- тричленна (шлам перекритий 50 см прошарком лесоподібного суглинку, на який нанесено 50 см шар гумусованої ґрунтової маси

водиться на території агрофірми „Красний забойщик” Криворізького району Дніпропетровської області. З огляду на те, що залізорудний шлам є неродючим субстратом із несприятливими водно-фізичними й агрохімічними властивостями (Забалуєв, 2005), поверхню заповненого шламосховища покривають шаром родючого або потенційно родючого геосубстрату, формуючи штучні едафічні конструкції – техноземи. Важливим ґрунтознавчим і агрономічним питанням є встановлення змін едафічних характеристик техноземів різних конструкцій, які відбулись упродовж їхнього тривалого сільськогосподарського використання.

На заповненій частині шламосховища Північного гірничо-збагачувального комбінату упродовж 1980 – 1982 рр. було створено дослідне поле площею 5 га із шістьма конструкціями техноземів. У статті досліджували лише дві моделі техноземів, будова яких наведена на рисунку 1.

Матеріали і методи дослідження.

У дослідженні використовували загальноприйняті методи й методики. Аналізи досліджуваних субстратів проводили згідно з діючими методиками: загальний азот – за ДСТУ ISO 11261-2001 (3); рухомий фосфор – за

ДСТУ 4114-2002 (4); обмінний калій – за ДСТУ 4405 : 2005 (5); гумус – за методом Тюріна в модифікації ЦІ-НАО (ГОСТ 26213-84) (6).

Протягом 1982-2020 рр. на дослідному полі вирощували типові для Степу України сільськогосподарські культури у 8-пільній сівозміні з таким чергуванням: люцерна 2 роки – озима пшениця – кукурудза на зерно – кукурудза на силос – озима пшениця – кукурудза на зерно – ячмінь із підсівом люцерни. Технології вирощування сільськогосподарських культур – загальноприйняті для Степової зони. За ротацію сівозміни вносили 40 т гною ВРХ (під кукурудзу на силос) і мінеральні добрива загальною нормою $N_{580} P_{640} K_{420}$. Статистичну достовірність експериментальних даних визначали за допомогою дисперсійного аналізу (Доспехов, 1985).

Результати досліджень та їх обговорення.

Аналізуючи агрохімічні показники в моделі технозему з покриттям шламу гумусованим шаром 50 см чорнозему (табл. 1), можна констатувати, що за 38-річний період сільсько-

господарського використання спостерігається незначне накопичення рухомих форм фосфору та обмінного калію у верхньому шарі ґрунту (0-10 см). Нижче за профілем прослідковується зниження вмісту цих елементів. Вміст загального азоту у верхньому шарі (0-10 см) залишився на тому ж рівні, а в шарі 10-30 см зафіксовано незначне збільшення. У нижніх шарах ґрунтової маси (30-50 см) змін не зафіксовано. У шламі загальний азот відсутній, а вміст рухомого фосфору й обмінного калію був у 25–30 разів меншим у порівнянні з гумусованою масою ґрунту й за період досліджень практично не змінився.

У тричленній моделі технозему з покриттям шламу 50 см прошарком лесоподібного суглинку та 50 см шаром родючої ґрунтової суміші (табл. 2) у верхньому гумусовому шарі ґрунтової маси 0–50 см спостерігається незначне накопичення рухомого фосфору та обмінного калію, однак змін у вмісті загального азоту не зафіксовано. Уміст досліджуваних елементів живлення рослин у товщі лесоподібних суглинків (на глибині 50-100 см) практично не змінювався за весь період дослідження.

1. Зміни вмісту макроелементів у двочленній моделі технозему за тривалого сільськогосподарського використання рекультивованого шламосховища

Глибина, см	Загальний азот, %		Рухомий фосфор, мг/кг		Обмінний калій, мг/кг	
	1982 р.	2020р.	1982 р.	2020р.	1982 р.	2020р.
0-10	0,14±0,07	0,14±0,06	20,0±1,00	20,2±1,01	104,0±4,75	103,1±4,70
10-20	0,15±0,01	0,17±0,02	20,3±1,01	20,1±1,00	100,0±4,90	99,8±4,70
20-30	0,13±0,08	0,15±0,01	18,5±0,90	18,2±0,90	111,0±5,90	107,1±5,70
30-40	0,12±0,06	0,10±0,01	19,0±0,90	18,7±0,94	108,0±6,40	103,8±6,20
40-50	0,11±0,05	0,10±0,02	20,0±1,00	19,8±0,95	112,0±6,00	111,0±6,10
50-60	-	сліди	0,65±0,03	0,63±0,03	39,0±1,95	35,6±1,78

Примітка. Будова технозему: 0-50 см гумусована ґрунтова маса чорнозему звичайного, нижче - шлам;

2. Зміни вмісту макроелементів у тричленній моделі технозему за тривалого сільськогосподарського використання рекультивованого шламосховища

Глибина, см	Загальний азот, %		Рухомий фосфор, мг/кг		Обмінний калій, мг/кг	
	1982 р.	2020р.	1982 р.	2020р.	1982 р.	2020р.
0-10	0,21±0,01	0,26±0,01	29,0±1,45	29,6±1,47	105,0±5,20	102,2±5,26
10-20	0,27±0,01	0,25±0,04	25,5±1,26	24,6±1,27	105,0±5,21	105,7±5,30
20-30	0,19±0,01	0,21±0,08	20,0±1,02	20,5±1,01	100,0±4,90	103,1±5,00
30-40	0,15±0,08	0,12±0,07	21,0±1,05	20,2±1,04	105,0±5,26	100,2±5,30
40-50	0,15±0,07	0,14±0,06	20,0±0,90	20,3±1,00	95,0±4,77	94,1±4,80
50-60	0,09±0,05	0,09±0,04	14,8±0,74	13,9±0,75	100,0±5,01	97,1±5,05
60-70	0,08±0,04	0,07±0,04	14,5±0,72	14,8±0,73	85,0±4,30	87,1±4,26
70-80	0,06±0,03	0,07±0,04	12,0±0,60	11,2±0,55	80,5±4,02	84,3±4,10
80-90	0,08±0,04	0,06±0,03	14,0±0,70	13,8±0,67	81,0±4,10	82,3±4,16
90-100	0,07±0,04	0,07±0,03	9,8±0,49	9,8±0,05	80,7±4,04	77,6±4,00
100-110	–	–	0,44±0,03	0,43±0,03	12,0±0,9	15,2±0,7

Примітка. Будова тричленної моделі технозему: 0-50 см – гумусована маса зонального ґрунту, 50-100 см – лесоподібний суглинок, нижче – шлам.

Отже, за 38-річний період сільськогосподарського використання рекультивованого залізородного шламосховища вміст основних елементів живлення рослин (азоту, фосфору, калію) у верхньому 50-см гумусованому шарі практично не змінився.

Аналіз даних, наведених у таблиці 3, свідчить, що кращим варіантом рекультивациі заповненого залізородного шламосховища є тричленна модель техногенно створеного ґрунту, а саме: на сплановану поверхню шламу наноситься спочатку 50 см прошарок лесоподібного суглинку, який перекривається 50 см гумусованим родючим шаром зонального ґрунту. На такому варіанті урожайність досліджуваних культур була на рівні зональних непорушених ґрунтів, а витрати на рекультивацию значно менші, ніж у варіанті з 80-см гумусованим шаром.

Аналізуючи дані, наведені в таблиці 4, можна зробити узагальнення про деяке збільшення вмісту гумусу (на 0,21 %)

за 38-річний період. Процес гумусонакопичення відбувся насамперед завдяки надходженню в ґрунт значної фітомаси корневих і післяжнивних залишків (154 т/га) за період сільськогосподарського використання рекультивованого шламосховища, а також завдяки високим показникам ґрунтоутворюючого потенціалу природних факторів території.

Дані, наведені в таблиці 5, свідчать про певну акумуляцію гумусу у верхніх шарах технозему за 38-річний період. Причому більший приріст гумусу зафіксовано в орному шарі (0-30 см), який склав 0,35 %, однак у підорному шарі (30–50 см) цей показник був дещо меншим – 0,21 %. У прошарку з лесоподібного суглинку (50-100 см) факт гумусонакопичення не зафіксовано, вміст гумусу за весь період досліджень не змінився.

Порівнюючи зміни вмісту гумусу у дво- і тричленній моделях техноземів, можна констатувати, що завдяки

3. Врожайність сільськогосподарських культур на різних варіантах рекультивації залізородного шламосховища, ц/га (середнє за 1982 – 2020 рр.*)

Товщина шару ґрунту, см	Озима пшениця	Ярий ячмінь	Кукурудза на зерно	Багаторічна бобово-злакова травосуміш*
Без прошарку лесоподібного суглинку				
30	24,6	21,7	25,7	25,1
50	33,5	27,7	34,7	34,8
80	41,2	33,5	45,5	42,2
З 50-см прошарком лесоподібного суглинку				
30	30,3	27,8	34,1	31,3
50	37,6	32,4	40,9	39,8
80	41,7	33,5	47,1	43,8
Прибавка урожаю від прошарку з лесоподібного суглинку, ц/га				
30	5,7	6,1	8,4	6,2
50	4,1	4,7	6,2	5
80	0,5	0	1,6	1,6
Окупність урожаєм кожного 10-см шару насипного ґрунту, ц/га				
30	8,2	7,2	8,6	8,4
50	4,5	3,0	4,5	4,9
80	2,6	1,9	3,6	2,5

* врожайність багаторічної бобово-злакової травосумішки в середньому за II-V роки використання.

4. Зміна вмісту гумусу в двочленній моделі технозему за тривалого сільськогосподарського використання рекультивованого шламосховища (верхній 50-см гумусований шар)

Показники	Глибина, см	Вміст гумусу, %
Насипний шар ґрунтової маси чорнозему південного		
Первинний вміст	0-50	2,82
Через 38 років сільськогосподарського використання	0-10	3,08±0,13
	10-20	3,08±0,17
	20-30	3,07±0,17
	30-40	3,04±0,15
	40-50	2,96±0,14
	Середнє в шарі 0-50 см	3,03

прошарку з лесоподібного суглинку в тричленній моделі процеси гумусонакопичення відбувалися більш інтенсив-

но, про що свідчить більший приріст вмісту гумусу у верхньому 30-см шарі за 38-річний період. Це можна пояснити

5. Зміна вмісту гумусу в тричленній моделі технозему за тривалого сільськогосподарського використання рекультивованого шламосховища

Показник	Глибина, см	Уміст гумусу
Насипний шар ґрунтової маси чорнозему		
Первинний вміст	0-50	2,82
Через 38 років використання	0-10	3,19±0,17
	10-20	3,17±0,17
	20-30	3,18±0,18
	30-40	3,02±0,15
	40-50	3,05±0,14
	Середнє в шарі 0-50 см	3,12
Прошарок із лесоподібного суглинку		
Первинний вміст	50-100	0,7
Через 38 років використання	50-60	0,78±0,06
	60-70	0,70±0,11
	70-80	0,66±0,05
	80-90	0,65±0,08
	90-100	0,68±0,06

кращими едафічними умовами, які формуються в більш потужній за глибиною моделі технозему завдяки більшій вологоємності й більшому кореневмісному об'ємі із фітосприятливих субстратів.

Висновки

Проведені дослідження дозволяють стверджувати, що в процесі тривалого традиційного для Степу сільськогосподарського використання рекультивованого шламосховища покращується завдяки надходженню у ґрунт значної рослинної маси кореневих і післяживних залишків. Рекультивация шламосховища сприяє суттєво покращити екологічний стан довкілля, повертає в господарське використання значні площі ґрунтових ресурсів для товарного сільськогосподарського виробництва.

Оптимальною моделлю сільськогосподарської рекультивациі залізород-

них шламосховищ є модель технозему, сформованого з 50 см прошарку лесоподібного суглинку, на який наносять 50 см родючого шару ґрунту (гумусована маса гумусо-акумулятивного й першого перехідного горизонтів зонального чорнозему). Така модель дає змогу вести на рекультивованих землях традиційне для Степу України інтенсивне землеробство з відтворенням родючості ґрунту, суттєво збільшити площу продуктивних ґрунтових ресурсів у промисловому регіоні, а також радикально покращити санітарно-гігієнічний стан довкілля.

References

1. Bekarevich N.E., Zabaluev V.A. (1996). Biologicheskaya konservaciya i sel'skohozyajstvennoe ispol'zovanie zhelezorudnyh shlamohranilishch Krivbassa. (Biological conservation and agricultural use of iron ore sludge storage in Kryvbas). Zemelni resursy

- Ukrainy: rekultyvatsiia, ratsionalne vykorystannia ta zberezhennia. Mater. mizhnarod. nauk. konf., prysviachenoi 90-richchiu z dnia narodzhennia prof. M. O. Bekarevicha. Dnipropetrovsk: Dnipropetrovskiy derzhavnyi ahrarnyi universytet, 54-56.
2. Zabaluev V.A.(2002). Opyt sel'skohozyajstvennogo ispol'zovaniya zemel', sozdannykh na rekul'tivirovannom shlamohranilishche SevGOKA (The experience of agricultural use of lands created at the reclaimed sludge storage pond Northern Mining and Processing Plant). Vidnovlennia porushenykh pryrodnykh ekosystem. Materialy Pershoi mizhnarodnoi naukovoï konferentsii. Donetsk, 148-149.
 3. Kachestvo pochvy. Opredelenie obshchego soderzhaniya azota. Modificirovannyi metod Keldalia. (2003). DSTU ISO 11261-2001
 4. Pochvy. Opredelenie podviznykh soedinenij fosfora i kaliya po modificirovannomu metodu Machigina.(2003) DSTU 4114-2002.
 5. Yakist grunt. Vyznachennia rukhomykh spoluk fosforu i kaliu za metodom Kirsanova v modyfikatsii NNTs IHA. (2006). DSTU 4405:2005.
 6. Pochvy. Opredelenie gumusa po metodu Tyurina v modifikatsii CINAQ. GOST 26213-84.
 7. Dospekhov B. A. (1985). Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij).(Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results)). Ucheb. posobie dlya vyssh. s.-h. ucheb. zavedenij. 5-e izd.. Moskva. Agropromizdat, 351.
 8. Zabaluev V.O., Dehtiarov V.V., Tykhonenko D.H., Veremeienko S.I., Balaiev A.D., Tonkha O.L., Pikovska O. V. (2015). Okhoro-na hruntiv ta vidtvorennia yikh rodiuchosti (Soil protection and reproduction of their fertility). KP "Kompynt", 380.
 9. Bekarevich N.E., Gorobec N.D., Kolbasin A.A. i dr. (1971). O rekultyvatsyy zemel v stepi Ukrainy: monografiya (On land reclamation in the steppe of Ukraine: monograph) pod red. N.E. Bekarevicha. Dnipropetrovsk: Promin, 218.
 10. I.H. Uzbek, A.S. Kobets, P.V. Volokh y dr. (2010). Rekultivatsiya narushennykh zemel kak ustojchivoe razvitie slozhnykh tekhnоекосистем: monografiya (Reclamation of disturbed lands as sustainable development of complex technoecosystems: monograph). pod red. I.H. Uzbeka. Dnipropetrovsk: Porohy, 263.
 11. Le, S. H., Ji W., Yang, H. J., Kang, S. Y. & Kang, D. M. (2017). Reclamation of mine-degraded agricultural soils from metal mining: lessons from 4 years of monitoring activity in Korea. Environ. Earth Sci., 76, Art. 720. doi: 10.1007/s12665-017-7076-9.
 12. Kuter, N. (2013). Reclamation of degraded landscapes due to opencast mining. In Advances in Landscape Architecture, 33, 823–858. doi: 10.5772/55796.
 13. Legwaila, I. A., Lange, E. & Cripps, J. (2015). Quarry reclamation in England: a review of techniques. JASMR, 4(2), 55–79. doi: 10.21000/jasmr15020055.
 14. Kozhevnikov, N. V. & Zayshintseva A. V. (2015). Problema uskorennoho pochvoobrazovaniya v rekultivatsii narushennykh zemel (Problem of high soil forming in reclamation of destroyed lands). Bulletin of Kemerovo State University, 2(1), 26–29. (in Russian). doi: 10.21603/2078-8975-2015-1-26-29.

Y. Buriak, V. Zabaluev (2020). CHANGES IN THE FERTILITY OF TECHNO-SOILS DURING LONG-TERM AGRICULTURAL USE OF RECLAIMED IRON ORE SLUDGE STORAGE IN THE STEPPES OF UKRAINE. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(3): 88–96. <https://doi.org/10.31548/agr2020.03.088>

Abstract. An exceptional feature of the ecological state of Ukraine is that ecologically acute local situations are aggravated by major regional crises. The main reasons that led to the threatening state of the environment are outdated production technology and equipment, high energy and material

consumption, which exceeds two to three times the corresponding indicators of developed countries, as well as the high level of concentration of industrial facilities. industrial region are environmentally hazardous man-made objects, for which more than 7.5 thousand hectares of land. According to Art. 14 of the Constitution of Ukraine, land is the main national wealth. Extensive opportunities for modern science and technology have brought to the fore new opportunities for efficient land use. Subject to reclamation, they can be successfully used for agricultural production. Reclamation of disturbed lands is provided by the Land Code (Article 166) and the Law "On Land Protection" (Article 52). Reclamation of land plots is carried out by layer-by-layer application on low-yielding land plots or plots without soil cover of the removed soil mass, and if necessary - and the parent rock in the order that ensures the highest productivity of reclaimed lands.

Agroecosystems formed on reclaimed lands are currently mostly not marked by ecological stability and high productivity of agrophyto-coenoses. According to the results of 38 years of research in a stationary experiment, it was found that for agricultural reclamation of iron ore sludge the most rational model of technozem is a three-membered edaphic structure: This option ensures the productivity of crops at the level of intact soils. During the period of use, the indicators of humus accumulation slightly increased in the arable layer, gross reserves and the content of macronutrients did not change, the quality of man-made soil did not deteriorate.

Keywords: soil, reclamation, technozem, fertility.

ВПЛИВ СИСТЕМАТИЧНОГО УДОБРЕННЯ НА БІОЛОГІЧНУ АКТИВНІСТЬ СІРОГО ЛІСОВОГО ҐРУНТУ

О. А. ЛІТВІНОВА, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О.І. Душечкіна Національний університет біоресурсів і природокористування України
orcid.org/0000-0002-0962-8406

litvinova19@ukr.net

Д. В. ЛІТВІНОВ, доктор сільськогосподарських наук, доцент кафедри землеробства та гербології Національний університет біоресурсів і природокористування України
orcid.org/0000-0001-6589-3805

litvinovdv2018@ukr.net

С. Е. ДЕГОДЮК, зав. відділу агрохімії ННЦ «Інститут землеробства НААН»

О. В. ДМИТРЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук, завідувач лабораторією екологічної безпеки земель, якості продукції та довкілля ДУ «Інститут охорони ґрунтів України»

Анотація. У статті наведено результати досліджень біологічної активності сірого лісового ґрунту залежно від систематичного застосування органічних і мінеральних добрив. Встановлено, що ефективне відтворення гумусу в сірому лісовому ґрунті забезпечує органо-мінеральна (12 т гною сумісно з внесенням N80P60K80 на 1 га сівозмінної площі) й органічна (24 т/га гною), відповідно 36,5 т/га, і 35,6 т/га. Застосування лише мінеральних добрив у нормі N80P60K80 на 1 га сівозмінної площі спричинило зниження запасів гумусу на 9 % відносно вихідного рівня (32,4 т/га).

Найвищий ступінь гуміфікації органічної речовини забезпечував варіант внесення органічних добрив (60 т/га) як окремо – 36,0 %, так і сумісного з мінеральними – (60 т/га гною+N80P60K80) – 34%.

Тривале застосування органічних і мінеральних добрив у сівозміні значно підвищувало загальну кількість мікроорганізмів у ґрунті. Результатом якого, було посилення розкладання органічної речовини й підвищення виділення CO₂ з ґрунту. Найбільшою біологічною активністю, за інтенсивністю виділення CO₂ характеризувалися ділянки, де ґрунт систематично збагачувався свіжою органічною речовиною. Інтенсивність біологічних процесів за органо-мінеральної системи зростала на 67 % відносно варіанту без добрив і на 30 % відносно варіанта з внесенням лише N80P60K80. Застосування органічних і мінеральними добрив в одній системі, стимулювало процес розкладання клітковини – на рівні 78,5 %, що у відсотковому відношенні на 47 % перевищувало значення показників одержаних за суто мінеральної системи удобрення.

Ключові слова: біологічна активність ґрунту, гумус, система удобрення, родючість ґрунту, добрива

Актуальність.

Біологічної активності ґрунту – важливий показник у процесі ведення моніторингу інтенсивності розкладання органічної речовини, що дає змогу оцінити дію органічних і мінеральних добрив та ефективність впровадження нових технологій вирощування (Симочко Л. Ю., 2008; Єркевич Є.О. та ін., 2011; Mekich M., et al., 2013; Demyanyuk O., et al., 2019).

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Встановлено, що біологічна активність змінюється для окультурених ґрунтів. Так традиційне сільське господарство призводить до зниження виділення CO_2 , що зумовлено порушенням збалансованості біохімічних і мікробіологічних процесів у разі нерационального застосування різних агрозаходів. Позитивний вплив на якість ґрунту й інтенсивність дихання має застосування сівозміни, внесення органо-мінеральних добрив тощо (Torstensson M., et al., 1998; Симочко Л. Ю., 2008; Schinner F., et al., 1996).

Це порівняно стабільний показник стану життєдіяльності організмів, який характеризує розміри й напрями процесів перетворення речовин та енергії в екосистемах, інтенсивність трансформації органічних речовин і руйнування мінералів (Бабьева И. П., Зенова Г. М., 1989; Демкина Т. С. та ін., 1997; Tonkha O. L., 2010). Для оцінки біологічної активності ґрунту використовують такі індикаторні показники, як целюлозо-руйнівну здатність та інтенсивність виділення CO_2 . Кількість вуглекислоти, що виділяється ґрунтом, досить об'єктивно відображає інтенсивність

біологічних процесів, які відбуваються в орному шарі (Стефурак В. П., та ін., 1990, Мишустин Е. Н., Петрова А. Н., 1963; Mekich M. et al., 2013).

Підвищити біологічну активність ґрунту можна внесенням органічних і бактеріальних добрив, використанням сидератів, науково-обґрунтованих сівозмін, а також застосуванням меліорантів (вапна, гіпсу) для підтримання сприятливих фізико-хімічних властивостей ґрунту, заходів, які покращують водний, окисно-відновний і тепловий режими (Piterson A., Gremann D., 2005; Litvinova et al., 2019; Symochko., 2020). Найбільш достовірну та об'єктивну інформацію щодо оцінювання впливу антропогенних чинників на гумусний стан та біологічну активність ґрунту можна отримати в тривалих стаціонарних дослідках.

Мета досліджень – встановлення параметрів біологічної активності сірого лісового ґрунту залежно від системи удобрення культур у польовій сівозміні.

Матеріали та методи досліджень.

Дослідження проводили в стаціонарному досліді відділу агрохімії ННЦ «Інститут землеробства НААН» на сірому лісовому крупнопилувато легкосуглинковому ґрунті в п'ятипольній польовій сівозміні: кукурудза на зерно, ячмінь ярий, гречка, горох, пшениця озима. У вихідних ґрунтових пробах визначено: фізико-хімічні й агрохімічні показники. Середня проба ґрунту (шар 0-20 см) характеризувалася такими агрохімічними показниками: pH_{KCL} – 4,6 потенціометрично; гідролітична кислотність – 1,61 мг-екв./100 г за Каппеном, вміст гідролізованого азо-

ту – 50,8 мг/кг ґрунту за Корнфілдом; рухомих сполук фосфору – 188 мг/кг ґрунту, рухомих сполук калію – 100,0 мг/кг ґрунту за Чиріковим, вміст загального гумусу – 1,20 % (за Тюрінім). Агрономічна цінність органічних добрив (безпідстилковий гній ВРХ) за вмістом основних елементів живлення в 1 т гною становить: N – 4,0 кг, P₂O₅ – 2,0 кг, K₂O – 4,0 кг.

Дослід закладений у 2011 році й розгорнутий у природі на трьох полях, включає 11 варіантів, повторення – чотириразове. Посівна площа ділянки – 52 м², облікова – 22 м². 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. Дослідження проводили в таких варіантах: контроль (без добрив), органо-мінеральна система (60 т/га гною+N₈₀P₃₀K₄₀), органічна (60 т/га гною ВРХ), мінеральна (N₈₀P₃₀K₈₀) за вирощування кукурудзи на зерно. В ґрунтових зразках визначали: вміст органічної речовини (гумусу) – ДСТУ 4289:2004. Виділення СО₂ за методом Штатнова (1967), целюлозоруйнівну здатність за інтенсивністю розкладу льняного полотна (Мишустин Е.Н., Петрова А.Н., 1963).

Результати досліджень та їх обговорення.

Органічна речовина ґрунту значною мірою визначає її родючість, оскільки в її складі містяться всі необхідні елементи живлення рослин у найбільш зручних поєднаннях. Під час розкладання органічна речовина служить джерелом зольного живлення рослин, особливо азотного. Гумусові кислоти беруть участь у біологічному вивітрянні, у формуванні ґрунтового про-

філю та структури, довго зберігають елементи живлення, стимулюють ріст коренів і сприяють розвитку мікроорганізмів, збільшуючи інтенсивність біологічного кругообігу речовин.

Трансформація органічної речовини в ґрунті має чітку залежність від системи застосування добрив. Вважається, що інтенсивне використання земель у сільськогосподарському виробництві супроводжується зниженням запасів гумусу в ґрунтах, а внесення органічних добрив є вагомим важелем його накопичення. Але поряд із покращанням гумусного стану та фізико-хімічних властивостей ґрунту органічні добрива не завжди забезпечують достатню кількість доступних рослинам поживних елементів. Тому в землеробстві пропонуються системи удобрення, у яких органічні добрива доповнюються мінеральними.

Згідно з класифікацією Гришиної й Орлова важливими показниками, які характеризують гумусний стан ґрунту, є – запаси гумусу в орному шарі ґрунту, забезпеченість його азотом (відношення С : N), ступінь гуміфікації органічної речовини (Орлов Д.С., 1985). Аналіз одержаних даних свідчать, що запас гумусу в ґрунті на період проведення досліджень зменшується на варіанті без внесення добрив у відсотковому відношенні 8 % щодо вихідного вмісту, що пояснюється наявністю в польовій сівозміні просапної культури. Використання добрив уповільнює темпи втрат гумусу, причому внесення гною як окремо, так і сумісно з мінеральними добривами більшою мірою, ніж застосування одних мінеральних добрив.

Встановлено, що ефективно нагромадження в ґрунті гумусу відбулось за органо-мінеральної й органічної систем удобрення. Систематичне внесення органічних добрив (60 т/га гною)

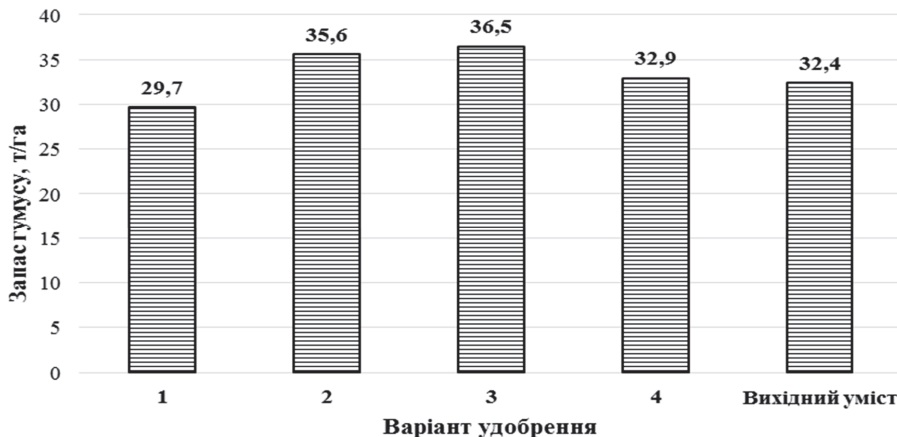
забезпечило розширене відтворення цього показника, його запас був на рівні 36,5 т/га, за органо-мінеральної системи (60 т/га гною + $N_{80}P_{60}K_{80}$) – 35,6 т/га. На варіанті без внесення добрив (вар. 1) і лише мінеральних добрив у нормі $N_{80}P_{60}K_{80}$ на 1 га ріллі (вар. 4) спостерігається зниження запасів гумусу на 12 і 9 % щодо вихідного рівня (32,4 т/га) (рис. 1).

Згідно з одержаними нами результатами досліджень, ступінь гуміфікації органічної речовини був на високому рівні, за винятком контролю (без добрив) і мінеральної системи удобрення. Найсприятливіше цей показник складається за застосування органічних добрив як окремо – 36,0 %, так і за сумісного застосування з мінеральними – органо-мінеральна система удобрення (60 т/га гною+ $N_{80}P_{60}K_{80}$) – 34 % (рис. 2).

Найважливішим показником інтенсивності біохімічних процесів, що протікають у ґрунті, є утворення вуглекислого газу. Хоча кількість виробленого ґрунтом CO_2 залежить від

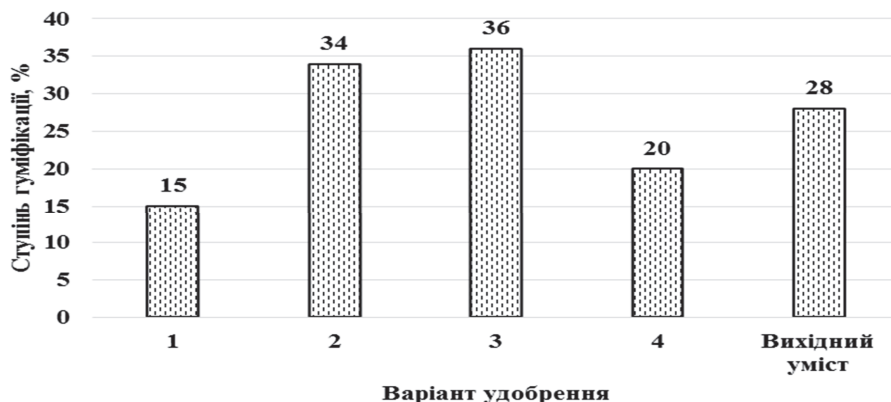
багатьох чинників і не відображає абсолютного вмісту його в ґрунті, проте вона може служити показником, що характеризує ступінь розкладання органічної маси. Ґрунтове «дихання» відображає суму всіх метаболічних процесів, які продукують CO_2 як результат фіксації O_2 (Lloyd J. R., et al., 2005). Зниження рівня ґрунтового дихання може вказувати на те, що ґрунтові умови, такі як температура, вологість, аерація, доступні форми N, лімітують біологічну активність і розклад органічної речовини. Обмежуючим фактором може бути концентрація органічної речовини або ж токсична дія забруднювачів на живі організми (Parkin T. B., et al., 1996).

Інтенсивність біологічної активності ґрунту за показником виділення вуглекислого газу залежить від типу ґрунту, вологості, температури, а також наявності органічної речовини та співвідношення вуглецю до азоту. За величиною цього показника судять про швидкість мінералізації свіжої органічної речовини ґрунту (Тараріко О. Г., 1996).



Варіант: 1 – Без добрив (контроль); 2 – 60 т/га гною+ $N_{80}P_{60}K_{80}$; 3 – 60 т/га гною; 4 – $N_{80}P_{60}K_{80}$

Рис. 1. Вплив тривалого застосування добрив на запас гумусу в шарі 0-20 см) сірого лісового ґрунту, середнє за 2017 – 2019 рр.



Варіант: 1 – Без добрив (контроль); 2 – 60 т/га гною + $N_{80}P_{60}K_{80}$; 3 – 60 т/га гною; 4 – $N_{80}P_{60}K_{80}$.

Рис. 2. Вплив тривалого застосування добрив на ступінь гуміфікації органічної речовини в шарі (0–20 см) сірого лісового ґрунту, середнє за 2017–2019 рр.

У наших дослідженнях багаторічне застосування органічних і мінеральних добрив у сізовміні значно підвищувало загальну кількість мікроорганізмів у ґрунті. Результатом якого, було посилення розкладання органічної речовини й підвищення виділення CO_2 з ґрунту. У всіх випадках виявлялася одна й та ж закономірність: найбільшою біологічною активністю за інтенсивністю виділення CO_2 характеризувалися ділянки, де ґрунт систематично збагачувався свіжою органічною речовиною. Інтенсивність біологічних процесів за орґано-мінеральної системи зростала на 67 % щодо неудо́бренних варіантів (115 мг/1 м²) і на 30 % щодо мінераль-

них (140 мг/1 м²) систем без застосування органічних добрив (табл. 1).

Загалом перевищення цього показника за орґано-мінеральної системи становило – 67 %, органічної – 37 % і мінеральної – 22 % щодо контролю без добрив – 115 мг CO_2 на 1 м²/год. Систематичне застосування фізіологічно кислих мінеральних добрив підвищує кислотність ґрунту, що негативно відображається на життєдіяльності мікроорганізмів. Виділення вуглекислоти по фоні мінеральних добрив було дещо меншим, ніж по фоні застосування органічних добрив різниця становила приблизно 12 %. Беручи в якості показника загальної

1. Показники біологічної активності сірого лісового ґрунту за різних систем удобрення, середнє за 2017–2019 рр.

Варіант	Внесено добрив на 1 га сізовміної площі		Інтенсивність виділення CO_2 ґрунтом, мг/1 м ² ґрунту за год	Целюлозоруйнівна активність мікробного ценозу, % до початкової маси
	гній, т	НРК, кг		
1	Без добрив (контроль)		115	23,5
2	60	$N_{80}P_{60}K_{80}$	192	78,5
3	60	-	158	70,2
4	-	$N_{80}P_{60}K_{80}$	140	41,4
	НІР ₀₅		15	-

біологічної активності продукування вуглекислоти, не можна скласти повного уявлення про інтенсивність біохімічних перетворень, позаяк виділення CO₂ залежить не тільки від життєдіяльності ґрунтових організмів.

Надходження органічної речовини в ґрунт змінювало склад мікроорганізмів, що розкладають клітковину, і достатньо точно відображає характер направлення агрономічних властивостей ґрунту (Орлов Д. С., 1985).

Інтенсивність розпаду органічної речовини (клітковини) враховували по втраті ваги лляної тканини до вихідної, яку поміщали в горизонтальному положенні на глибині 30 см у зону інтенсивного розвитку кореневої системи під кукурудзою. Термін експозиції від фаз сходів-збирання врожаю. Для оцінки целюлозоруйнівної активності ґрунту використовували шкалу, запропоновану Д. Г. Звягінцевим: 10 % – дуже слабка, 10–30 – слабка, 30–50 – середня, 50–80 – сильна, >80 % – дуже (Звягінцев Д. Г., 1986).

На варіантах застосування мінеральних добрив за відсутності органічного енергетичного матеріалу різко скоротило чисельність мікроорганізмів і продукування вуглекислоти з поверхні ґрунту. За таких умов відмічений найменший відсоток роз-

кладання лляного полотна – 23,5%, що відповідає рівню слабкої інтенсивності у фазу досягання кукурудзи. Процес розкладання клітковини інтенсивно відбувався на ділянках зі свіжою органічною речовиною і під час збагачення мікрофлори ґрунту в межах 70 %, що відповідало градації сильної інтенсивності розкладу. Застосування органічних і мінеральними добрив в одній системі, також стимулювало процес розкладання клітковини – на рівні 78,5 %, що у відсотковому відношенні на 47 % перевищувало значення показників одержаних за суто мінеральної системи удобрення. Важливо, що метод лляних тканин не тільки демонструє активність целюлозоруйнівних мікроорганізмів, але і свідчить про ступінь мобілізації азоту в ґрунті.

Інтегральним показником технології вирощування сільськогосподарських культур є їхня продуктивність. За результатами досліджень встановлено, що за урожайності зерна кукурудзи на контролі (без добрив) 5,10 т/га, найвищого її рівня досягнуто за інтенсивної органо-мінеральної системи удобрення – 60 т/га підстилкового гною + N₈₀P₆₀K₈₀ – 9,49 т/га (табл. 2).

За внесення лише органічних добрив (60 т/га) одержано приріст урожайності на рівні – 2,9 т/га проти

2. Вплив різних систем удобрення у польовому досліді на урожайність кукурудзи на зерно, 2017 – 2019 рр., т/га

Удобрення на 1га ріллі		Урожайність, т/га	Приріст до контролю,	
гній, т	НПК, кг		т/га	%
Без добрив (контроль)		5,10	-	-
60	N ₈₀ P ₆₀ K ₈₀	9,49	4,39	46
60	N ₀ P ₀ K ₀	8,00	2,90	36
-	N ₈₀ P ₆₀ K ₈₀	8,11	3,01	37
НП ₀₅		0,38	-	-

контролю (без добрив), а за мінеральної системи ($N_{80}P_{60}K_{80}$) – 3,01 т/га.

Слід зазначити, що така тенденція за продуктивністю основної продукції рослинництва на достатньому рівні узгоджується із показниками родючості ґрунту та напрямів інтенсивності протікання біологічних процесів у ньому.

Висновки та перспективи.

Систематичне внесення органічних добрив (60 т/га гною) забезпечило розширене відтворення гумусу щодо вихідного (32,4 т/га) на рівні 36,5 т/га і 35,6 т/га за органо-мінеральної системи (60 т/га + $N_{80}P_{60}K_{80}$). За інтенсивного використання ріллі без застосування добрив спостерігається зниження запасів гумусу на 12 % порівняно з вихідним вмістом. Встановлено, що ступінь найвищий ступінь гуміфікації органічної речовини забезпечувала органічна система удобрення (60 т/га) – 36,0 % і органо-мінеральна (60 т/га гною + $N_{80}P_{60}K_{80}$) – 34 %.

Інтенсивність біологічних процесів за виділенням CO_2 зростала на 67 % у порівнянні з варіантом без добрив за органо-мінеральної системи удобрення й на 30 % за внесення $N_{80}P_{60}K_{80}$. Застосування органічних і мінеральними добрив в одній системі, стимулювало процес розкладання клітковини – на рівні 78,5 %, що у відсотковому відношенні на 47 % перевищувало значення показників одержаних за суто мінеральної системи удобрення.

Найвищу продуктивність (9,49 т/га) кукурудза на зерно формувала за сумісного внесення 60 т/га підстилкового гною + $N_{80}P_{60}K_{80}$, що загалом узгоджується як із показниками родючості ґрунту, так і з інтенсивністю проходження біологічних процесів у ньому.

References

1. Lloyd J.R., Anderson R.T, Macaskie L.E. Bioremediation of metals and radionuclides. In: Bioremediation: Applied microbial solutions for real world environmental cleanup. Atlas, R.M and Philp, J.C (eds). ASM Press, Washington, D.C. 2005. 294 p.
2. Lyudmyla Symochko (2020) Soil Microbiome: Diversity, Activity, Functional And Structural Successions. International Journal of Ecosystems and Ecology Sciences (IJEES) Vol. 10 (2), 277-284. <https://doi.org/10.31407/ijeess10.206>.
3. Mekich M. Z., Dzhura N. M., Terek O. I. (2013) Functional and applied significance of biological activity of soil. Biol. Stud. 7(3), 247–258. <https://doi.org/10.30970/sbi.0703.307>
4. Olena Demyanyuk, Lyudmyla Symochko, Hosam E.A.F. Bayoumi Hamuda, Vitaliy Symochko, Olga Dmitrenko (2019) Carbon pool and biological activities of soils in different ecosystems. International Journal of Ecosystems and Ecology Sciences (IJEES), 9(1), 183-188. <https://doi.org/10.31407/ijeess9122>.
5. Olena Litvinova, Dmytro Litvinov, Svitlana Romanova, Svitlana Kovalyova (2019) Soil biological activity under the human-induced impact in the farmed ecosystem. International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES) 9 (3): 529-536. <https://doi.org/10.31407/ijeess9316>.
6. Parkin T.B., Doran J.W., Franco-Vizcaíno E. Field and laboratory tests of soil respiration. Methods for assessing soil quality. Madison, WI., 1996: 231-245.
7. Piterson A., Gremann D. (2005). Biological activity of soil. International Symposium "Structure and Function of Soil Microbiota", 235–236.
8. Schinner F., Ohliger R., Kandeler E., Margesin R. (1996) Methods in Soil Biology. London, Springer, 426.
9. Tonkha O. L. (2010) Biological activity of Chernozem under nature reserve "Mykhailivska Tsilyna" and agricultural use New developments in research and management of the world's mollisolo. Harbin, China, 165-166.

10. Torstensson M., Pell M., Stenberg B. (1998) Need of strategy for evaluation of soil quality data: arable soil. *Ambio*, 27, 4–8.
11. Bab'yeva I.P., Zenova G.M. (1989) *Biologiya pochv*. [Biology of soil] MGU, 333.
12. Demkina T.S., Anan'yeva N.D., Orlinskiy D.B. (1997). *Sravnitel'naya otsenka pochv po aktivnosti produktsirovaniya CO₂*. [The comparative estimate of soils according to CO₂ production activity]. *Pochvovedeniye*, 5, 564–569
13. Zvyagintsev D. G. (1986) *Osnovnyye printsipy funktsionirovaniya kompleksa pochvennykh mikrobov*. *Sbornik nauch. trudov (Problemy pochvovedeniya)*. [Main principles of activity of the complex of soil microbes. Collection of research papers (Problems of Soil Sciences)] Moskva: Nauka, 97–102.
14. Mishustin Ye.N., Petrova A.N. (1963). *Opredele niye biologicheskoy aktivnosti pochvy*. [The assay of soil biological activity]. *Mikrobiologiya*, 31(3), 479–483.
15. Orlov D.S. (1985) *Khimiya pochv*. [Soil chemistry] M.: Izd-vo Moskovskogo universiteta, 375.
16. Symochko L.YU. (2008) *Biologichna aktyvnist' gruntu pryrodnykh ta antropohennykh ekosystem v umovakh nyzynnoyi chastyny Zakarpattya*. [Biological activity of soil natural and anthropoeosystems in conditions of a low part Transcarpathia]. *Nauk. Visnyk Uzhhorod. un-tu. (Ser. Biol.)*, 22, 152–154.
17. Stefurak V.P., Usataya A.S., Frunze N.I., Katruk E.A. (1990). *Biologicheskaya aktivnost' pochv v usloviyakh antropogennogo vozdeystviya*. [Biological activity of soils under conditions of anthropogenic impact.]. *Kishinov: Shtiintsya*, 215.
18. Tarariko O. H. (1996) *Problemy suchasnoho zemlerobstva i okhorony gruntiv v Ukraini: analiz, stan i propozytsiyi*. [Problems of modern agriculture and soil protection in Ukraine: analysis, state and offers] *Visnyk ahraryoi nauky*, 1, 15–21.
19. Yurkevych YE. O., Kovalenko N. P., Bakuma A. V. (2011) *Ahrobiologichni osnovy sivozmin Stepu Ukrainy: monohrafiya [Agrobiological bases of crop rotations of the Steppe of Ukraine: monograph]*. Odesa: Odes'ke vydavnytstvo «BMB», 240.

O.A. Litvinov, D.V. Litvinov, S.E. Dehodiuk, O.V. Dmitrenko (2020). INFLUENCE OF SYSTEMATIC FERTILIZER ON BIOLOGICAL ACTIVITY OF GRAY FOREST SOIL.

PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(3): 97–104. <https://doi.org/10.31548/agr2020.03.097>

Abstract. *The article presents the results of research on the biological activity of gray forest soil depending on the systematic use of organic and mineral fertilizers. It is established that effective reproduction of humus in gray forest soil is provided by organo-mineral (12 t of manure together with N80P60K80 application per 1 ha of crop rotation area) and organic (24 t/ha of manure), respectively 36,5 t/ha, and 35,6 t/ha. The application of only mineral fertilizers in the norm of N80P60K80 per 1 ha of crop rotation area resulted in a decrease in humus reserves by 9 % relative to the initial level (32,4 t/ha).*

The highest degree of humification of organic matter provided the option of applying organic fertilizers (60 t/ha) both separately – 36,0% and compatible with mineral – (60 t/ha manure + N80P60K80) – 34 %.

Prolonged use of organic and mineral fertilizers in crop rotation significantly increased the total number of microorganisms in the soil. The result was increased decomposition of organic matter and increased release of CO₂ from the soil. The areas with the highest biological activity and CO₂ intensity were characterized by areas where the soil was systematically enriched with fresh organic matter. The intensity of biological processes in the organo-mineral system increased by 67 % relative to the variant without fertilizers and by 30 % relative to the variant with only N80P60K80. The use of organic and mineral fertilizers in one system stimulated the process of decomposition of fiber – at the level of 78,5 %, which in percentage terms exceeded the value of the indicators obtained for a purely mineral fertilizer system.

Keywords: *soil biological activity, humus, fertilization, soil fertility, fertilizers*

СТУПІНЬ ВИЗРІВАННЯ ЛОЗИ ВІНОГРАДУ В СОРТІВ СЕЛЕКЦІЇ ННЦ «ІВІВ ІМ. В.Є. ТАЇРОВА» В УМОВАХ ПІВНІЧНОЇ ЧАСТИНИ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

О. С. ВАСИЛЕНКО¹, аспірант*

<https://orcid.org/0000-0002-9192-8167> 1

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Т. Є. КОНДРАТЕНКО², доктор сільськогосподарських наук, професор

кафедри садівництва ім. В. Л. Симиценка

<https://orcid.org/0000-0003-0519-568x>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: elena_vasylenko@ukr.net¹; hortdep@gmail.com²

Анотація. Сильний ріст пагонів і дозрівання плодів винограду ще не дають підстав стверджувати про відповідність сорту кліматичним умовам певної місцевості. Суворим зимовим умовам може протистояти тільки добре визріла лоза. Метою дослідження є визначення ступеня визрівання лози в сортів винограду одеської селекції, вирощуваних у північній частині Лісостепу, та виявлення серед них найбільш підготовлених до умов перезимівлі в даній зоні. Ступінь визрівання лози визначали впродовж 2018 – 2019 рр. восени перед укриванням виноградних рослин методом первинної флуоресценції за допомогою мікроскопа МБС-2 з люмінесцентним освітлювачем ОІ-18 та за методикою Н. В. Матузок. Дослідження показали, що ступінь визрівання лози винограду залежить від погодних умов протягом вегетації й сортових особливостей рослин. Погодні умови за роки дослідження сприяли хорошему визріванню пагонів винограду всіх сортів, окрім Комети й Загадки. Перші мали характерне для визрілої лози коричневе забарвлення кори по всій довжині пагона. У разі згинання лози у її верхній частині характерного потріскування кори не було лише в сортів Комета, Загадка, Ярило й Мускат одеський. Найвищий ступінь визрівання тканин пагонів відзначено в нижній зоні лози сортів Ароматний, Кардишах та Кишмиш таїровський. У середній зоні пагонів найвищий за інші сорти ступінь визрівання фелени виявлено в сорту Кардишах, у верхній частині пагона – у сорту Ароматний. Найвищий умовний коефіцієнт визрівання (Кв) тканин лози в п'ятому міжвузлі визначено в сортів Ароматний та Кишмиш таїровський (0,90), середній – у Кардишаха (0,88), найнижчий – у сорту Комета

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор Т. С. Кондратенко

(0,56). На основі даних, отриманих за результатами комплексних досліджень, виявлено, що сорти Ароматний, Кишмиш таїровський та Кардишах є найбільш підготовленими до перезимівлі в умовах північної частини Лісостепу.

Ключові слова: виноград, сорти, погодні умови, визрівання лози, зимостійкість рослин

Актуальність.

Одним із найважливіших факторів підбору сортів винограду для вирощування північніше звичного ареалу поширення є теплозабезпеченість території (van Leeuwen et al., 2019). Абсолютний мінімум температури повітря, зафіксований у північній частині Лісостепу, становив $-32,2^{\circ}\text{C}$ (7, 9 лютого 1929 р.). Температура ґрунту завжди вище температури повітря й зазвичай не опускається нижче критичної, тому найбільш поширеним способом захисту виноградників від пошкоджень зимою північніше промислової зони вирощування (Ужгород – Чернівці – Одеса – Миколаїв – Херсон) є укриття кущів восени (ґрунтом, агроволокном тощо) після повноцінного і якісного визрівання виноградної лози. Гранична зимостійкість вічок становить $-18 \dots -20^{\circ}\text{C}$, лози – 22°C , а багаторічної частини куща винограду $-23 \dots -26^{\circ}\text{C}$. Пошкодження коренів починається за температури ґрунту $-5 \dots -8^{\circ}\text{C}$. Суворим умовам зимового періоду може протистояти тільки добре визріла лоза. Ступінь її визрівання в різних сортах винограду в різних кліматичних зонах неоднаковий і є одним з основних показників придатності сорту до вирощування в певному регіоні (Кумпан В.Н., Сухоцька С.Г., & Клинг А.П., 2016).

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Проблема стійкості виноградної рослини до низьких температур є ак-

туальною для всіх виноградарських регіонів земної кулі, що знаходяться в зоні континентального клімату, у тому числі й України (Marx, Haunschild, & Bornmann, 2017). Вирішальну роль у цьому питанні відіграє сорт, його генетичні та біологічні властивості, що дають змогу виноградної рослині адаптуватися до суворих і змінних зовнішніх факторів у холодну пору року (Mosedale, Abernethy, & Maclean, 2016). За даними співробітників інституту «Магарач» (Вольнкін В.А., Зленко В.А., Олейников Н.П., Лиховської В.В., & Модонкаєва А.Э., 2011), реалізація спадкової морозостійкості сорту значною мірою залежить від умов зовнішнього середовища конкретного року, особливо його холодного періоду. У певні роки за наявності оптимальних умов для визрівання лози та її загартовування, а також постійних і стабільних морозів середньої сили впродовж зими, морозостійкість у генотипічних середньостійких сортів може значно підвищитися. І навпаки, за відсутності належних зовнішніх умов, а також у разі недотримання агротехнічних заходів упродовж вегетації навіть стійкий сорт винограду може виявитися нестійким. Науковцями Н. А. Мулюкіною, І. А. Ковальновою та Л. В. Герусом (2014) встановлено, що сорт Бурмунк є донором ознаки морозостійкості й заплановано використання його в схрещуваннях для отримання високоадаптованих сортів для кліматичних умов України. За даними селекціонерів Національного наукового центру

“Інститут виноградарства і виноробства імені В.Є. Таїрова”, сорти, які одержані наприкінці минулого століття, мають високу зимостійкість у ґрунтово-кліматичних умовах півдня України (Власов В.В. и др., 2014; Ковальова І.А. та ін., 2020). Вивчення зимостійкості деяких із них, за вирощування в північній частині Лісостепу України до останнього часу не проводилося.

Є декілька методів визначення ступеня визрівання пагонів у винограду. Польовий метод оснований на оцінюванні забарвлення лози й потріскування кори у разі згинання (Кумпан В. Н. и др., 2016). За А. І. Литваком (1978), аналізу підлягає структура фелемного шару перидерми, яку переглядають у фіолетових променях люмінесцентного мікроскопу, і за кольором та інтенсивністю первинної флуоресценції судять про ступінь визрівання пагонів у такий спосіб, що у разі зміни кольору світіння фелеми (пробкового шару) від зеленого до жовто-золотистого, а стінок клітин – від чітких до повністю зниклих ступінь визрівання відповідно зростає. Матузок Н. В. (2002) зазначає, що ступінь визрівання пагона більш правильно розглядати як відношення площі поперечного перерізу серцевини до деревини або до площі поперечного перерізу всього пагона. Зимостійкість рослин винограду визначають і за ступенем пошкодження надземних і підземних органів кущів у зимовий період, перевіряють стан рослин (вічок, тканин пагонів) весною за розкриття кущів; на підставі оцінювання зимостійкості вічок (бруньок), однорічних пагонів, рукавів і кореневої системи роблять висновки про загальну зимостійкість сорту. За перезимівлі частіше всього пошкоджуються бруньки, а в несприятливі роки – однорічні пагони (лоза) і багаторічні рукави (Волкодав В. В., 2005).

Метою наших досліджень є визначення ступеня визрівання лози в сортів винограду одеської селекції, вирощуваних у північній частині Лісостепу, та виявлення серед них найбільш підготовлених до умов перезимівлі в цій зоні.

Матеріали і методи дослідження.

Рослини по десять штук кожного з десяти сортів винограду селекції Національного наукового центру «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова» на підщепі 101-14 Ріпарія×Рупестріс висадженні навесні 2017 року на широті Києва в навчальній лабораторії (НЛ) «Плодоовочевий сад» НУБіП України за схемою 3,0×1,5м. Ґрунт дослідної ділянки дерново-підзолистий, легкосуглинковий з оптимальним рН (6,47–6,81) та високим умістом азоту та фосфору. Система утримання ґрунту – чорний пар; ділянка зрошується. Культура винограду – укривна. Метеорологічні показники за період 2018–2019 рр. були зафіксовані метеостанцією Meteotrek, яка розташована на відстані 80 м від дослідного виноградника.

Восени 2018 і 2019 років оцінювали визрівання лози в польових умовах за кольором та наявністю характерного потріскування кори. Дослідження первинної флуоресценції тканин зрізів однорічних пагонів проводили перед укриванням виноградних рослин за методикою А. І. Литвак (1978) у лабораторії фізіології рослин Інституту садівництва НААН України; визначали ступінь визрівання пагонів винограду за люмінесцентно-мікроскопічним зображенням фелеми (пробкового шару) у балах, де 5 – суцільне кільце фелеми, яскраве, жовто-золотистого світіння, рівномірне

за інтенсивністю, не спостерігається клітинна будова, 1 – тільки місцями в кільці перидерми спостерігаються ділянки фелеми, світіння буро-зелене, шари клітин фелеми вузькі з добре помітними стінками.

Визначаючи ступінь визрівання лози за методикою Н. В. Матузок (2002), восени перед укриванням виноградних рослин вимірювали у двох напрямках діаметр пагона й діаметр серцевини в п'ятому міжвузлі. Коефіцієнт визрівання (K_v) розраховували як відношення площі поперечного перерізу деревини до загальної площі перетину пагона. Коефіцієнт визрівання не менше 0,90 свідчить про добре визрівання лози; 0,80–0,89 – задовільне; менше 0,80 – слабе.

Для виявлення зимостійкості рослин сортів перевіряли стан вічок і тканин пагонів весною 2019 за розкриття куців. Робили поздовжній розріз посередині кожного вічка, починаючи з першого від основи пагона, і на підставі огляду й аналізу кожного обчислювали відсоток загиблих основних бруньок. Ступінь пошкодження тканин пагонів визначали за забарвленням на поздовжньому розрізі: за відсутності підмерзання тканини лубу й деревини мають зелене забарвлення; наявність коричневого забарвлення різних відтінків (включно чорного) свідчить про пошкодження морозами тканин у різному ступені.

Результати дослідження.

Ріст і розвиток виноградних рослин залежить від низки факторів, у тому числі погодних умов у період вегетації, відмінність яких зумовлює неоднаковий ступінь визрівання пагонів (Кумпан В. Н. и др., 2016). Аналіз метеорологічних умов за роки дослі-

дження показав, що весна 2018, 2019 років відрізнялася більшими температурними показниками в порівнянні з багаторічними значеннями. Найбільше відхилення в бік потепління зафіксовано у квітні 2018 року, $\sum_{\text{акт}} t \geq 10$ на кінець місяця у 2,7 рази перевищила багаторічне значення; за цей період зафіксована в 6 разів менша кількість атмосферних опадів (табл. 1).

Літній період відрізнявся інтенсивним накопиченням тепла, на кінець серпня у 2018 році $\sum_{\text{акт}} t \geq 10$ на 497 °С перевищувала багаторічну норму, у серпні 2019 року – на 285 °С. Серпень 2018, 2019 років відзначався посушливою погодою, у 2018 році за цей місяць кількість атмосферних опадів становила лише 32 % від багаторічної норми.

Осінь 2018, 2019 років характеризувалась тривалою теплою погодою. У вересні 2018 року $\sum_{\text{акт}} t \geq 10$ на 552 °С перевищувала багаторічне значення, накопичення середньодобових температур 10 °С і вище продовжилось у жовтні й на кінець місяця дорівнювало 3510 °С; перші приморозки зафіксовані в другій декаді листопада. Вересень 2019 року відрізнявся посушливою погодою, кількість опадів у 2 рази була меншою за багаторічне значення. Перші приморозки спостерігались у кінці місяця, але накопичення середньодобових температур 10 °С і вище продовжилось у жовтні та листопаді й на 10.11.19 $\sum_{\text{акт}} t \geq 10$ дорівнювала 3317 °С.

Наведені дані свідчать про те, що роки дослідження відзначалися значним потеплінням. Погодні умови між 2018 і 2019 роками найбільше відрізнялися температурними показниками весною. У 2018 році рослини всіх сортів винограду почали вегетацію в першій декаді квітня, коли середньодобова температура повітря становила 10,5 °С (04.04). У 2019 році вегетація

1. Характеристика погодних умов на території НЛ «Плодоовочевий сад», 2018 – 2019 рр.

Метеорологічні елементи по місяцях		2018	2019	Середні багаторічні дані (Адаменко Т.І. та ін., 2011)	
Квітень	Опади, мм		8	48	49
	Температура повітря, °С	середньомісячна	12,7	9,7	8,7
		максимальна	27,9	23,7	-
		мінімальна	-0,1	-3,8	-
	Середньомісячна температура ґрунту, °С		9,1	8,7	-
$\sum_{\text{акт}} t \geq 10$ на кінець місяця, °С		346	195	126	
Травень	Опади, мм		37	81	53
	Температура повітря, °С	середньомісячна	18,2	17,0	15,2
		максимальна	32,9	30,1	-
		мінімальна	4,8	5,6	-
	Середньомісячна температура ґрунту, °С		17,0	15,6	-
$\sum_{\text{акт}} t \geq 10$ на кінець місяця, °С		912	698	586	
Червень	Опади, мм		111	67	73
	Температура повітря, °С	середньомісячна	20,4	23,3	18,2
		максимальна	32,1	37,9	-
		мінімальна	4,0	9,2	-
$\sum_{\text{акт}} t \geq 10$ на кінець місяця, °С		1524	1398	1129	
Липень	Опади, мм		86	73	88
	Температура повітря, °С	середньомісячна	21,0	19,6	19,3
		максимальна	32,1	34,9	-
		мінімальна	9,2	7,2	-
$\sum_{\text{акт}} t \geq 10$ на кінець місяця, °С		2177	2006	1757	
Серпень	Опади, мм		22	45	69
	Температура повітря, °С	середньомісячна	21,4	20,1	18,6
		максимальна	34,8	37,8	-
		мінімальна	8,1	7,6	-
$\sum_{\text{акт}} t \geq 10$ на кінець місяця, °С		2842	2630	2345	
Вересень	Опади, мм		58	22	47
	Температура повітря, °С	середньомісячна	16,1	14,9	13,9
		максимальна	34,5	33,4	-
		мінімальна	0,3	-2,3	-
$\sum_{\text{акт}} t \geq 10$ на кінець місяця, °С		3303	3035	2751	

розпочалася дещо пізніше за рахунок чергування днів із середньодобовою температурою повітря ≥ 10 °С і менше 10 °С (з 08.03 по 10.05), що сприяло накопиченню певної суми активних температур у більш пізні строки.

Роки дослідження відзначалися досить сприятливими умовами для вирівнювання тканин пагонів (серпень – вересень), а саме, більшим теплозабезпеченням у вересні та дефіцитом опадів у серпні. Наприкінці вересня лоза ви-

нограду всіх сортів мала коричневе забарвлення кори різних відтінків, лише в рослин Загадка та Комети верхня частина пагонів (20–25 % від загальної довжини) була темно-зеленого кольору. У верхній частині пагонів (10–15 % від загальної довжини) рослин сортів Ярило й Мускат одеський не виявлено потріскування кори, у сортів Загадка та Комета потріскування кори не виявлено на більшій довжині лози.

Під час визрівання пагонів винограду змінюється і їхня анатомічна структура, зокрема, утворюється кільце коркового камбію (фелоген). Наші дослідження показали, що в різних зонах пагонів винограду тканини визрівали не однаково (табл. 2). Найкраще визрівання лози винограду відмічено в нижній зоні пагонів усіх досліджуваних сортів (0–100 см від основи куща). Найвищим балом (5,0) у цій зоні лози оцінено стан пробкового шару клітин у рослин сортів Ароматний, Кардишах та Кишмиш таїровський; суцільне кільце фелеми відповідало конфігурації перидерми, мало яскраве, жовто-золотисте світіння, рівномірне за інтенсивністю; клітинна будова не спостерігалась (рис. 1).

Згідно зі структурою та флуоресценцією фелеми, високим ступенем визрівання тканин (4,5 бали) у нижній зоні пагона характеризувалися сорти Іллічівський ранній, Мускат одеський, Шкода та Персей. Пробковий шар пагонів цих сортів представлений суцільним кільцем фелеми, яке відповідає конфігурації перидерми; фелема має жовто-золотисте світіння, місцями жовте, нерівномірне за інтенсивністю, не спостерігається клітинна будова.

Добре визрівання тканин у нижній зоні пагонів кущів винограду (4,0) відзначено в сортів Ярило та Комета, пробковий шар яких має суцільне

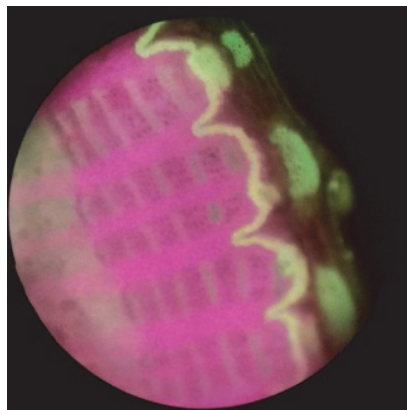


Рис. 1. Структура та забарвлення фелеми добре визрілої лози (5 балів) сорту Кардишах

кільце, місцями звужене; спостерігаються контури клітин, більшість із яких сплюснуті, вміст клітин світиться жовтим кольором. Уміст тільки деяких клітин або невеликих ділянок фелеми мав яскраво-жовте світіння. Найнижчий ступінь визрівання лози в цій зоні характерний для сорту Загадка (3,5); пробковий шар мав суцільне кільце фелеми (місцями звужене); клітинної будови; клітини не сплюснуті, світіння їхнього вмісту – жовте, невеликі ділянки фелеми мали яскраво-жовтий колір.

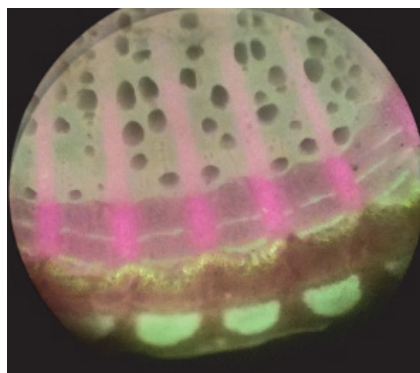


Рис. 2. Стан фелеми лози слабого ступеня визрівання (2,5 бали) сорту Ароматний

У середній зоні пагонів (100–200 см від основи куща) усіх сортів винограду ступінь визрівання тканин пробкового шару задовільний (3,0); шар має суцільне кільце фелеми клітинної будови, місцями звужене; клітини не сплюснуті, світіння їхнього вмісту зелено-жовте, місцями яскраво-зелене. Відмінність відзначено в сорту Кардишах, у якого визрівання середньої зони лози відбулося краще за інші сорти (4,0 бали).

Найнижчий ступінь визрівання тканин відмічено у верхній частині пагонів (>200 см від основи куща) винограду – від 1,5 балів у сортів Іллічівський ранній, Шкода, Загадка, Комета та Персей до 2,5 балів у сорту Ароматний (рис. 2). На перетині пагонів останнього сорту спостерігали суцільне кільце фелеми чіткої клітинної будови, місцями сильно звужене; світіння вмісту клітин зелене з жовтим відтінком. У перших п'яти сортів тільки місцями на перетині верхньої зони пагонів спостерігаються ділянки фелеми, шари клітин вузькі, добре помітний контур клітин, світіння їхнього вмісту зелене.

Наведені результати загалом свідчать про те, що у всіх сортів, окрім Загадки та Ярило, нижня зона пагонів винограду мала високий ступінь визрівання; середня – дещо нижчий. Відмінність має лише сорт Кардишах – ступінь визрівання тканин середньої зони його пагонів вищий за інші сорти. Верхня зона пагонів досліджуваних сортів винограду визріває незадовільно (1,5–2,5 балів).

Визначення умовного коефіцієнта визрівання пагонів дало змогу виявити, що в сортів Ароматний та Кишмиш таїровський лоза визріває найкраще ($K_v = 0,90$), найнижчим цей показник був у сорту Комета. Задовільний ступінь визрівання пагонів відзначено в сорту Кардишах. Усі інші сорти, відповідно значення K_v , мали слабкий ступінь визрівання лози (0,71–0,77). Найнижчий показник K_v визначено для рослин сортів Комета та Ярило (табл. 3).

Наведені дані свідчать про те, що в умовах північної частини Лісостепу тільки в сортів Ароматний та Кишмиш таїровський пагони визрівають добре, у сорту Кардишах – задовільно. У решти сортів визрівання лози слабке (менше

2. Ступінь визрівання різних зон пагонів досліджуваних сортів винограду (бал), середнє за 2018 – 2019 рр.

Сорт	Зона пагона (лози)		
	нижня	середня	верхня
Ароматний	5,0	3,0	2,5
Іллічівський ранній	4,5	3,0	1,5
Мускат одеський	4,5	3,0	2,0
Шкода	4,5	3,0	1,5
Ярило	4,0	3,0	2,0
Загадка	3,5	3,0	1,5
Кардишах	5,0	4,0	2,0
Кишмиш таїровський	5,0	3,0	2,0
Комета	4,0	3,0	1,5
Персей	4,5	3,0	1,5

3. Умовний коефіцієнт визрівання пагонів рослин досліджуваних сортів винограду, 2019 р.

Сорт	Діаметр пагона, мм	Діаметр серцевини, мм	Умовний коефіцієнт визрівання пагонів (Кв)
Ароматний	9,6	3,1	0,90
Іллічівський ранній	8,7	4,5	0,73
Мускат одеський	6,7	3,6	0,71
Шкода	9,3	4,5	0,77
Ярило	8,0	4,6	0,67
Загадка	6,9	3,7	0,71
Кардишах	8,5	3,0	0,88
Кишмиш таїровський	6,5	2,1	0,90
Комета	9,0	6,0	0,56
Персей	8,7	4,2	0,77
НІР ₀₅	1,73	0,98	-

0,80), що говорить про недостатню підготовку їхніх рослин до перезимівлі в зоні дослідження.

Погодні умови впродовж зими 2018 – 2019 рр. та 2019 – 2020 рр. були сприятливими для перезимівлі виноградних рослин, абсолютний мінімум температури повітря зафіксований третього грудня 2018 р. (-14,6 °С), а також у січні 2019 р. (-14,0 °С). У дні з мінімальною температурою повітря температура ґрунту (0–20 см) дорівнювала 0,2 °С. За таких умов кількість загиблих основних бруньок за сортами становила 3–10 % від їхнього загального числа на кущі. Найменше загиблих основних бруньок обліковано на рослинах сортів Ароматний, Кишмиш таїровський, Кардишах, Персей, найбільше – у сортів Комета та Загадка. Тканини пагонів винограду були слабо пошкоджені морозами, у сортів Комета, Загадка, Ярило, Мускат одеський, Іллічівський ранній, Шкода, Персей підмерзло не більше 10 % поверхні лози, пошкоджений тільки луб. Дуже слабе пошкодження виявлено в рослин сортів Ароматний,

Кардишах, Кишмиш таїровський – на лозах траплялися поодинокі пошкодженні ділянки.

Згідно з одержаними нами експериментальними даними, усі сорти, окрім Комети й Загадки, восени мали характерне для визрілої лози коричневе забарвлення кори по всій довжині пагона. Потріскування кори під час згинання лози не виявлено тільки у верхній зоні пагонів сортів Комета, Загадка, Ярило й Мускат одеський. За анатомічною структурою, яскравістю світіння й забарвленням фелеми виявлено високий ступінь визрівання тканин у нижній частині пагонів (0-100 см) більшості сортів (4,0–5,0 бали), окрім Загадки (3,5 бали). За умовним коефіцієнтом (Кв) також визначено високий ступінь визрівання пагонів у рослинах сортів Ароматний, Кишмиш таїровський та Кардишах і слабкий у всіх інших сортів. Дослідження зимостійкості рослин показали, що всі сорти мали високий ступінь його вияву. На основі комплексних досліджень, сорти Ароматний, Кишмиш таїровський та Кар-

дишах нами віднесено до найбільш підготовлених до суворих умов перезимівлі в північній частині Лісостепу.

Висновки й перспективи

1. Вегетаційний період за роки дослідження в північній частині Лісостепу відзначився значно більшим накопиченням $\sum_{\text{акт}} t_{\geq 10}^{\circ\text{C}}$ у порівнянні з багаторічним значенням: у 2018 році – на 730 °С, 2019 році – на 537 °С.

2. Восени пагони всіх сортів, окрім Загадки й Комети, по всій довжині мали характерне для визрілої лози коричневе забарвлення й потріскування кори під час згинання, лише у верхній частині пагонів сортів Загадка, Комета, Ярило й Мускат одеський потріскування кори не виявлено.

3. За структурою та забарвленням фелеми, найкраще визрівання пагонів винограду всіх досліджуваних сортів відбувається в нижній зоні лози. Сорт Кардишах відзначається добрим визріванням і середньої зони пагонів, Ароматний – навіть верхньої.

4. За умовним коефіцієнтом (Кв), найвищий ступінь визрівання лози визначено в рослин сортів Ароматний та Кишмиш таїровський (0,90), середній – у сорту Кардишах (0,88), найнижчий – у Комети (0,56).

5. Усі сорти за укривного виноградарства в північній частині Лісостепу – зимостійкі. На основі комплексу досліджень сорти Ароматний, Кишмиш таїровський та Кардишах нами віднесено до найбільш підготовлених до перезимівлі в умовах північної частини Лісостепу.

mianets-Podilskiy: Private Enterprise Galagodka R.S., 107.

2. Kumpan, V.N., Suhotskaya, S.G., & Kling, A.P. (2016). The degree of ripening vines of various grape varieties in the conditions of southern forest-steppe of Omsk region. Omsk: Bulletin of OmGAU, 35-39.
3. Litvak, A.I. (1978). Luminescent macro and microscopy in studies of fruit crops and grapes. Kishinev: Shtiintsa, 113.
4. Matuzok, N.V. (2002). To the methodology for determining the ripening of shoots in grapes. Krasnodar: KGAU, 158-160.
5. Marx, W., Haunschild, R., & Bornmann, L. (2017). Climate change and viticulture-a quantitative analysis of a highly dynamic research field. *Vitis: Journal of Grapevine Research*, 56(1), 35-43. DOI: <https://doi.org/10.5073/vitis.2017.56.35-43>
6. Mosedale, J. R., Abernethy, K. E., Smart, R. E., Wilson, R. J., & Maclean, I. M. (2016). Climate change impacts and adaptive strategies: lessons from the grapevine. *Global change biology*, 22(11), 3814-3828. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.13406>
7. Mulyukina, N.A., Kovaleva, I.A., & Gerus, L.V. (2014) Phenotypic and genotypic characteristics of interspecific grape varieties Opaloviy and Burmunk for obtaining promising hybrid forms. *Biological Journal of Armenia*, 1. 103–107.
8. van Leeuwen, C., Destrac-Irvine, A., Dubernet, M., Duchêne, E., Gowdy, M., Marguerit, E., ... & Ollat, N. (2019). An update on the impact of climate change in viticulture and potential adaptations. *Agronomy*, 9(9), 514. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy9090514>
9. Vlasov, V.V., Mulyukina, N.A., Dzhaburiya, L.V., Kovaleva, I.A., Tulaeva, M.I., Gerus, L.V. ...Yarmak, E.D. (2014). Ampelographic atlas of varieties and forms of grapes bred by the National scientific center "Institute of viticulture and wine-making after V.Ye. Tairov". Kiev: Agricultural Science
10. Volkodav, V.V. (2005). Plant variety rights protection: official bulletin. The methodol-

References

1. Adamenko, T.I., Kulbida, M.I., & Prokopenko, A.L. (Eds.). (2011). *Agroclimatic Directory on the Territory of Ukraine*. Ka-

- ogy for the examination of varieties of fruit and berry, nut crops and in. Kyiv: Alefa.
11. Volynkin V.A., Zlenko V.A., Olejnikov N.P., Likhovskoj V.V., Modonkaeva A.E. (2011). Frost resistance of genetically heterogeneous grape gene pool. Electronic Journal of vinograd.info. Retrieved from <https://vinograd.info/stati/stati/morozoustoychivost-geneticheski-raznorodnogo-genofonda-vinograda.html>
 12. Kovalova, I. A., Skrypnyk, V. V., Vlasov, V.V., Muliukina, N. A., Gerus, L. V., Fedorenko, M. G., Saliy, O. V. (2020). Genotypes diversity in the ampelographic repository of NSC "Tairov Research Institute of Viticulture and Wine-Making" (Ukraine) and its potential in breeding process. Grain Crops. 4 (1). 28–37. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0103>

O. S. Vasylenko, T. E. Kondratenko (2020). THE DEGREE OF RIPENING OF THE GRAPEVINE IN THE VARIETIES OF SELECTION OF NATIONAL SCIENTIFIC CENTRE "INSTITUTE OF VITICULTURE AND WINE-MAKING AFTER V.YE. TAIROV" IN THE CONDITIONS OF THE NORTHERN PART OF THE FOREST-STEPPE OF UKRAINE. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(3): 105–114. <https://doi.org/10.31548/agr2020.03.105>

Abstract. Strong growth of shoots and ripening of grape fruits do not give grounds for claiming that the variety is in accordance with the climatic conditions of a certain area. Only a well-ripe vine can withstand severe winter conditions. The purpose of the study is to determine the degree of maturation of the vine in grape varieties of Odessa breeding grown in the northern part of the Forest-steppe, and to identify among them the most prepared for wintering conditions in the area. The degree of maturation of the vine was determined during 2018–2019 in the autumn before the cover of grape plants by the method of primary fluorescence using a microscope MBS-2 with fluorescent illuminator OI-18 and by the method of N. Matuzok. Studies have shown that the degree of ripening of the grapevine depends on the weather conditions during the growing season and varietal characteristics of the plants. Weather conditions during the years of study contributed to the good maturation of the shoots of grapes of all varieties except Kometa and Zahadka. The first had a characteristic brown color of the mature bark along the entire length of the shoot. When bending the vine in its upper part of the characteristic cracking of the bark was not in the varieties Kometa, Zahadka, Yarylo and Muskat odeskyi. The highest degree of ripening of shoot tissues was noted in the lower zone of the vine in the Aromatnyi, Kardyshakh, Kishmish tayirovskij. In the middle zone of shoots, the highest degree of maturation of the felema was found in the variety Kardyshakh, and in the upper part of the shoot, in the variety Aromatnyi. The highest conditional coefficient of maturation (K_v) of the tissues of the vine in the fifth internode is defined in the varieties Aromatnyi and Kyshmysh tairovskiy (0.90), the mean in the variety Kardyshakh (0.88), and the lowest in the variety Kometa (0.56). Based on the data obtained from the results of complex studies, it was found that the varieties Aromatnyi, Kyshmysh tairovskiy and Kardyshakh are the most prepared for wintering in the northern part of the Forest-steppe.

Keywords: grapes, varieties, weather conditions, ripening of grape shoots, winter hardiness of plants.

УРОЖАЙНІСТЬ СУНИЦІ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ТИМЧАСОВОГО НАКРИТТЯ РОСЛИН

Б. М. МАЗУР, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри садівництва ім. проф. В.Л. Сумиренка
orcid.org/0000-0002-9508-0773

E-mail:mazurborism@gmail.com

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. У статті досліджено вплив використання тимчасового накриття рослин суниці сорту Клері на її врожайність. Установлено, що використання чорної мульчуючої плівки на грядках прискорює проходження фенологічних фаз. Накриття рослин суниці плівкою й білим агроволокном дає змогу отримувати дозрілі ягоди на 10-14 днів раніше, ніж за звичайного вирощування. Дослідженнями доведено, що накриття рослин суниці агроволокном і плівкою в осінній період дає змогу насадженням краще закласти генеративні органи. Накриття цими матеріалами у весняний період захищає рослини від дії заморозків під час цвітіння та від дощів у період досягання ягід. Вплив тимчасового накриття рослин суниці в кінцевому результаті позитивно позначається на врожайності та товарній якості ягід суниці й економічній ефективності вирощування. Так, для суниці сорту Клері найкращим виявився варіант тунельного накриття плівкою (технологія на грядках), що дав змогу отримати 37,9 т/га ягід, з яких 71 % плодів першого сорту. Використання агроволокна (технологія на грядках), дала можливість отримати високий врожай 29,5 т/га високоякісних плодів із виходом 65 % ягід першого сорту.

Ключові слова: суниця, ягода, плівка, агроволокно, тунелі, мульчуюча плівка, врожайність, якість, звичайна технологія, технологія на грядках

Актуальність.

Суниця – найперша ягода, яка потрапляє навесні на стіл до українського споживача. На сьогодні ринок не повною мірою насичений високоякісною продукцією цієї культури. Сучасні технології вирощування суниці не завжди забезпечують отримання ягід із високими товарними якостями (Black et al., 2002, Hanif &

Budiyati, 2011). За останні роки спостерігаються несприятливі погодні умови, тобто заморозки в період цвітіння й опади у вигляді дощів під час збирання плодів. Це призводить до зниження врожайності рослин та товарних властивостей ягід. Тому нині виробники ягід суниці застосовують різні агротехнічні заходи, щоби зменшити негативний вплив погодних умов.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Основним показником рівня інтенсивності є, безумовно, врожайність культури з одиниці площі. Щодо цього фаворитом у Європі є Іспанія – 40,5 т/га, а неперевершеним світовим лідером – США, де збирають 48 тонн ягід з одного гектара (Pavlyuk, 2013).

Досягнути таких показників в Україні можливо у разі застосування високопродуктивних сортів суниці в простих, удосконалених і не дорогих спорудах захищеного ґрунту (Arancon et al., 2004, Bossiy, 2015, Pavliuk, 2009, Zamorska, 2018).

У Національному університеті біоресурсів і природокористування України у 2005–2006 рр. найвищі показники врожайності в умовах відкритого ґрунту були в сортів Фестивальна ромашка, Факел і Берегиня – відповідно 1,8; 1,7 та 1,8 кг/м пог. Однак, використання простих низьких тунелів, вкритих поліетиленою плівкою, забезпечило збільшення врожайності в середньому на 0,9 – 1,0 кг, а за переліченими вище сортами – відповідно 2,6; 2,7 та 2,8 кг/м пог. Водночас досягання ягід прискорилося на 15–18 днів, як порівняти з відкритим ґрунтом (Sherengovsky & Gontar, 2009).

Отримані результати протягом 2004 – 2007 рр в Уманському національному університеті садівництва показують, що за умов вирощування суниці у відкритому чорноземному ґрунті досить високоефективними можуть стати такі порівняно прості та недорогі агрозаходи, як накриття рослин білим агроволокном, мульчування ґрунту в рядках чорною плівкою та поєднання обох способів.

За накривання рано навесні (за 2–3 тижні до початку вегетації – кінець першої декади березня) білою

агротканиною суниці сортів Дарунок вчителью та Фестивальна ромашка на 5–8 днів прискорюється проходження фенологічних фаз і на 8–10 днів раніше досягають ягоди (Melnyk, 2007).

В Європі технологію позасезонного вирощування ягід суниці ще у 1988 році найповніше відпрацювали в Нідерландах. Структура виробництва суниці мала такий вигляд: 25 % загального виробництва становила рання культура, 45 % – пізня й лише 20 % – сезонна, тобто весняно-літня суниця (Donchenko, 2016, Silenko, 2014).

Використання високих тунелів і переносних теплиць дає можливість прискорити дозрівання ягід суниць на 20–25 днів. Технологічна схема передбачає кілька етапів. Восени висаджують сильну розсаду на механізовано сформованих та вкритих плівкою невисоких грядках і встановлюють металеві каркаси заввишки 2–3 м і завширшки 4–5 м. Використання сортів передбачається короткого й нейтрального дня (Yanovsky et al., 2009).

Мета дослідження полягає у вивченні впливу тимчасового накриття рослин суниці на ростові процеси, врожайність та товарну якість ягід.

Матеріали й методи дослідження.

Дослідження склалися з: польового дослідження, аналітичних досліджень, супутніх спостережень. Польовий дослід був проведений упродовж 2018–2019 рр. на базі фермерського господарства «Калополіс», яке розташоване в с. Москаленки, Богуславського району, Київської області. Польові й лабораторні дослідження виконувалися за прийнятими в садівництві методами й методиками. У дослідженнях використовували сорт суниці Клері.

Усього в досліді було 900 кущів суниці по 150 рослин кожного варіанту, висаджених у трьох повтореннях по 50 рослин. Облікова площа досліду складала 200 м². Дослідні насадження закладено наприкінці серпня 2017 року сертифікованою касетною розсадою. Накриття агроволокном і плівкою відбувалося з 15.09 до 15.11, а також з 15.03 до 10.06. Усі варіанти досліду були на краплинному зрошенні і фертигації.

Схема досліду:

1. контроль – звичайна технологія, насадження суниці якої закладено рядковим способом: 0,9 x 0,25, що дорівнює 45 тис. рослин на га;
2. технологія на грядках – насадження суниці, які закладені на гряді з використанням чорної мульчуючої плівки за схемою садіння 0,7+0,35+0,35x0,3, що дорівнює 48 тис. рослин на га;
3. тунельне накриття плівкою (звичайна технологія);
4. тунельне накриття плівкою (технологія на грядках);
5. накриття агроволокном (звичайна технологія);
6. накриття агроволокном (технологія на грядках).

Результати досліджень.

Дослідженнями встановлено, що використання тунельного накриття плівкою й агроволокном (як у звичайній технології, так і у вирощуванні суниці на грядках) сприяє прискоренню відновлення вегетації в середньому за два роки досліджень на 5–11 днів. У варіанті звичайної технології рослини починали вегетацію (10.03) на 8 днів швидше, ніж у контрольному варіанті (18.03), а технологія вирощування суниці на грядках сприяла початку

вегетації рослин суниці сорту Клері (07.03) на 11 днів раніше контрольного варіанту. У варіантах накриття агроволокном за звичайної технології й технології на грядках відмічено початок вегетації (відповідно 13.03 і 11.03) на 5 і 7 днів раніше, як порівняти з контролем, а на ділянці з технологією на грядках без використання накриття листки почали відростати на 3 дні раніше контрольного варіанту (15.03). Потрібно відзначити, що використання чорної мульчуючої плівки на грядках впливає на прискорення початку вегетації рослин суниці.

Також використання тунелів із плівки та агроволокна вплинуло на проходження фази цвітіння рослин суниці сорту Клері. Рослини суниці, які були накриті агроволокном (звичайна технологія й технологія на грядках), початок цвітіння розпочали 28.04 і 30.04, що відповідно на 7 і 9 днів раніше контрольного варіанту (07.05). У варіантах накриття плівкою за звичайної технології й технології на грядках відмічений початок цвітіння відповідно 26.04 і 24.04, що на 11–13 днів раніше контролю. У рослин суниці, які вирощувалися на грядках із використанням мульчуючої плівки без накриття, початок цвітіння був відмічений 03.05, тобто на 4 дні швидше контролю.

Початок плодоношення рослин суниці сорту Клері (табл. 1) у контрольному варіанті в середньому за два роки досліджень відмічено на початку третьої декади травня (22.05). Вирощування суниці на грядках із використанням чорної мульчуючої плівки сприяло швидшому початку фази плодоношення рослин, як порівняти з контролем, на три дні. Також раніше на чотири дні відмічене масове плодоношення й на шість днів – кінець плодоношення в цьому варіанті.

Тунельне накриття плівкою у звичайній технології й технології на грядках сприяло швидшому відповідно на 12 і 14 днів початку фази досягання ягід від контрольного варіанту. Через три-чотири дні в цих варіантах почалося масове досягання ягід. Кінець досягання ягід у цих варіантах у середньому за 2018 – 2019 рр. припав на 30.05 і 03.06. Накриття агроволокном за звичайної технології й технології на грядках сприяло прискоренню початку досягання ягід на 8 і 10 днів порівняно з контролем і припало на початок другої декади травня (12.05 і 14.05 відповідно). Через п'ять діб почалося масове плодоношення рослин суниць і наприкінці першої декади червня було зазначено кінець досягання ягід у цих варіантах (06.06 і 09.06).

Тривалість періоду плодоношення суниці сорту Клері в наших дослідженнях залежав від використання укриття матеріалів і був у межах 22–29 днів. Як показали наші дослідження, плівка й агроволокно сприяють зменшенню періоду плодоношення на 3–7 діб.

Характеризуючи урожайність суниці сорту Клері (табл. 2), бачимо, що використання тимчасового на-

криття рослин суниці у вигляді агроволокна та плівки суттєво впливає на показники врожайності з рослини, масу ягід, зовнішній вигляд та дегустаційну оцінку ягід.

Врожайність із рослини в контрольному варіанті в середньому за два роки досліджень був на рівні 220 г. Найвищу врожайність ягід із рослини було отримано в насадженнях суниці, вирощеної на грядках та накритих плівкою з показником 791 г. Другий показник 614 г у наших дослідженнях був відзначений у рослин суниці, вирощених на грядках, накритих агроволокном. Високий показник було відзначено й у варіанті за тунельного накриття плівкою (звичайна технологія) з показником 487 г ягід із рослини, що вдвічі більше від контрольного варіанту. Вирощування суниці на грядках із використанням чорної мульчуючої плівки збільшило врожайність ягід із рослини на 30 %.

Використання тимчасового накриття насаджень суниці сприяло отриманню ягід із більшою масою як максимальних, так і середніх і мінімальних мас останніх ягід. Найбільшу максимальну масу ягід було відзначено за середніми результатами 2018 – 2019 рр.

1. Характеристика фази досягання ягід суниці сорту Клері залежно від використання накривних матеріалів (середнє за 2018 – 2019 рр).

Варіант	Початок досягання ягід	Масове досягання ягід	Кінець досягання ягід	Тривалість плодоношення, днів
Звичайна технологія (Контроль)	22.05	28.05	19.06	29
Технологія на грядках	19.05	24.05	13.06	26
Тунельне накриття плівкою (звичайна технологія)	10.05	14.05	03.06	24
Тунельне накриття плівкою (технологія на грядках)	08.05	11.05	30.05	22
Накриття агроволокном (звичайна технологія)	14.05	19.05	09.06	25
Накриття агроволокном (технологія на грядках)	12.05	17.05	06.06	25

2. Врожайність і якість ягід суниці сорту Клері залежно від використання накривних матеріалів (середнє за 2018 – 2019 рр).

Варіант	Врожайність однієї рослини, г	Максимальна маса ягоди, г	Мінімальна маса останніх ягід, г	Середня маса ягоди, г	Зовнішній вигляд ягід, бал	Дегустаційна оцінка, бал.
Звичайна технологія (Контроль)	220	19,2	7,0	13,6	5,5	7,0
Технологія на грядках	325	21,2	9,4	16,8	7,5	7,5
Тунельне накриття плівкою (звичайна технологія)	487	23,5	11,1	17,3	8,0	8,0
Тунельне накриття плівкою (технологія на грядках)	791	26,4	13,3	19,4	8,5	8,5
Накриття агроволокном (звичайна технологія)	340	22,1	10,5	17,1	8,0	8,0
Накриття агроволокном (технологія на грядках)	614	24,8	11,0	18,0	8,5	8,5
НІР ₀₅	58			1,9		

дослідження у варіантах за тунельно-го накриття плівкою й накриття агроволокном за вирощування рослин на грядках із використанням мульчуючої плівки з показниками 26,4 та 24,8 г, що на 5,6 і 7,2 г більше, ніж у контролю. На 2,0–4,3 г була вища максимальна маса ягід в інших варіантах порівняно з контролем. Важлива ознака сорту – маса останніх ягід. Потрібно сказати, що сорт суниці Клері відноситься до одних із найкрупноплідніших сортів суниці, поширених в Україні, і характеризується крупними ягодами під час збирання останніх врожаїв. У наших дослідженнях маса останніх ягід була від 7,0 г у контрольному варіанті до 13,3 г у варіанті за тунельного накриття плівкою (технологія на грядках).

Середня маса ягід суниці впродовж 2018 – 2019 рр. досліджень становила від 13,6 г до 19,4 г. Це досить високий показник для ягід суниці у всіх варіантах.

Варто зазначити, що всі показники представлені в таблиці 2, були нижчими у 2019 році порівняно з минулим

роком. Використання накривних матеріалів у насадженнях суниці також позитивно вплинуло на зовнішній вигляд та дегустаційну оцінку ягід сорту Клері.

Зовнішній вигляд ягід у середньому за два роки досліджень був від 5,5 до 8,5 балів, а дегустаційна оцінка ягід від 7 до 8,5 балів. За результатами наших досліджень можна зробити висновок, що дегустаційна оцінка ягід повністю залежить від зовнішнього вигляду ягід, тобто, якщо у варіанті низький бал за зовнішнім виглядом, то таким він буде за дегустаційною оцінкою ягід.

Також потрібно зазначити, що на наведені вище показники у варіантах без використання накриття вплинули суттєво погодні умови 2018 і 2019 рр. під час плодоношення суниці, а саме затяжні дощі.

Дані таблиці 3 свідчать, що використання тимчасового накриття насаджень суниці позитивно впливають на врожайність із гектара і вихід ягід першого сорту. Середня врожайність за два роки наших досліджень становила від 9,9 т/га в контрольного варіанта до

3. Аналіз врожаю сорту суниці Клері залежно від використання накривних матеріалів (середнє за 2018 – 2019 рр).

Варіант	Врожайність т/га	Ягоди 1 сорту		Ягоди 2 сорту		Нестандартні ягоди	
		т	%	т	%	т	%
Звичайна технологія (Контроль)	9,9	2,6	26	3,2	33	4,1	41
Технологія на грядках	15,6	6,2	40	4,4	28	5,0	32
Тунельне накриття плівкою (звичайна технологія)	21,9	14,5	66	6,8	31	0,6	3
Тунельне накриття плівкою (технологія на грядках)	37,9	26,9	71	10,2	27	0,8	2
Накриття агроволокном (звичайна технологія)	15,3	9,5	62	4,7	31	1,1	7
Накриття агроволокном (технологія на грядках)	29,5	19,2	65	8,9	30	1,4	5
НІР ₀₅	2,6						

37,9 т/га у варіанті за тунельного накриття плівкою (технологія на грядках).

Вирощування рослин суниці на грядках із використанням чорної мульчуючої плівки і накриттям агроволокном дає можливість отримувати 29,5 т/га ягід, що втричі вище, ніж за звичайної технології.

Вирощування суниці під тимчасовими накриттями суттєво впливає на вихід ягід першого сорту, що відображається на економічній доцільності вирощування зазначеної культури. Найбільше було отримано ягід першого сорту у четвертому варіанті при тунельному накритті плівкою (технологія на грядках) 71 % або 26,9 т/га. У цьому варіанті зазначено найменшу кількість ягід другого сорту 27 % та нестандартних ягід 2 %. Майже однаковий був вихід ягід першого сорту у варіантах при тунельному накритті плівкою (звичайна технологія) і накритті агроволокном (технологія на грядках) відповідно 66 і 65 %.

Але за рахунок більшої врожайності в останньому варіанті фізична вага ягід першого сорту була на 4,7 т/га вищою і дорівнювала 19,2 т/га.

Досить низький відсоток ягід першого сорту було отримано у контрольному варіанті та у другому варіанті (технологія на грядках) відповідно 26 і 40 %, що пояснюється насамперед впливом дощової погоди у період досягання ягід та зниження температури до -6 °С у 2019 році.

Відповідно у цих двох перших варіантах був найвищий вихід ягід другого сорту (28–33 %) і особливо нестандартних плодів (32–41 %).

Висновки й перспективи.

Отже, вирощування суниці з використанням тимчасового накриття рослин позитивно впливає на ростові процеси й розвиток рослин. Використання чорної мульчуючої плівки сприяє на 3–7 днів прискорення проходження фенологічних фаз і досягання ягід. Накриття насаджень агроволокном і плівкою в осінній період на два місяці й навесні на три місяці дає змогу рослинам максимально закласти генеративні органи, перезимувати, розпочати на 8–10 днів раніше

вегетацію, прискорити на 10–14 днів досягання ягід, захистити рослини від заморозків під час цвітіння та опадів у вигляді дощу в період плодоношення. Усе це дає можливість отримувати високі врожаї ягід понад 30 т/га з високими товарними властивостями (вихід ягід першого сорту 70 %).

References

1. Amaro, L. F., Soares, M. T., Pinho, C., Almeida, I. F., Ferreira, I. M. P. L. V. O. & Pinho O. (2012). Vplyv sortu ta umov zberihannia na vmist antotsianiv ta aktyvnist prybyrannia radykaliv u polunychnomu varenni. [Influence of cultivar and storage conditions in anthocyanin content and radical-scavenging activity of strawberry jams]. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 69, 118-122. Retrieved from <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/65316/2/47988.pdf> [in English].
2. Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Bierman, P., Welch, C., & Metzger, J. D. (2004). Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. *Bioresource technology*, 93(2), 145-153. [in English]. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2003.10.014>
3. Black, B. L., Enns, J. M., & Hokanson, S. C. (2002). A comparison of temperate-climate strawberry production systems using eastern genotypes. *HortTechnology*, 2(4), 670-675. [in English]. DOI:<https://doi.org/10.21273/HORTTECH.12.4.670>
4. Bossiy, O. (2015). Vyrobnystvo sunytsi v Ukraini. [Review of the production of strawberries in Ukraine] [Electronic resource]. Resource access mode: <http://fruit.org.ua/index.php/publikacii/150-oglyad-virobnitstva-sunitsi-sadovoji-v-ukrajini>. [in Ukrainian]
5. Donchenko, A. (2016). RynokYeSsvizhohorozhenykhviahidvkrtyidliaUkrainy. [EU-market of fresh-frozen berries is open to Ukraine]. [in Ukrainian]
6. Hanif, Z., & Budiayati, E. (2011). Diversity technology strawberry cultivation in different regional production centre. *Proc. of Natural Resource Climate and Food Security in Developing Countries*, 614-624. [in English]. DOI:<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2719.8965>
7. Melnyk, O.V. (2007). «Nalahodzhene» vyroshchuvannia soniashnyku. ["Adjusted" cultivating sunflowers]. *Gardening News*. 3. 12-16. [in Ukrainian]
8. Osoblyvosti tekhnolohii sunytsi. [Features of strawberry technology]. [Electronic resource]. Podillya Plant. Access to resource: http://podillyaplant.com/osoblyvosti_tekhnologij_vyroshhuvannja.html. [in Ukrainian].
9. Pavlyuk, V.V. (2013). Sunytsia kruhlyi rik - sorty ta sposoby vyroshchuvannia. [Strawberries all year round - varieties and ways of growing]. *Pract manual. Kyiv: Agrar Medien Ukraine*, 6-9. [in Ukrainian]
10. Pavliuk, V. V., Shevchuk, L. M., Pavliuk, N. V. (2009). Novii sort sunieii sadovoi (FRAGARIA ANANASSA L.) [The new variety of strawberry (FRAGARIA ANANASSA L.)]. Retrieved from http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/Sadivnystvo/2009_62/10.pdf
11. Sherengovsky, P.Z., Gontar, V.T. (2009). Vyroshchuvannia rannoi sunytsi v tuneliakh. [Growing early strawberries in tunnels]. *Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and Natural Resources of Ukraine*, 133, 72-75. [in Ukrainian]
12. Silenko, V.O. (2014). Suchasni ahrotekhnolohii v sadivnytstvi: praktyka. [Modern Agrotechnology in Horticulture: Practice]. Vinnytsya: LLC "Nealan LTD", 150. [in Ukrainian]
14. Zamorska, I. L. (2018). Tekhnolohichnykh vlastyvostei yahid sunytsi sadovoi. [Evaluation of technological properties of garden strawberries]. *Technical sciences and technologies*, 2 (12), 216-221. [in Ukrainian]. DOI: 10.25140/2411-5363-2018-2(12)-216-221
15. Zbyrannia sunytsi v Ukraini. [Harvesting strawberries in Ukraine]. *Economic truth*. 2016. [in Ukrainian].

B.M. Mazur (2020). STRAWBERRY YIELD WHEN USING TEMPORARY SHELTER FOR PLANTS. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(3): 115–122. <https://doi.org/10.31548/agr2020.03.115>

Abstract. *The influence of a temporary shelter for plants of strawberry 'Kleri' was investigated. It was found that the use of black mulch film on the ridges accelerates the passage of phenological phases. Covering strawberry plants with film and white agrofibre allows you to get ripe berries 10-14 days earlier than with conventional cultivation. Studies have shown that the shelter of strawberry plants with agrofibre and film in the autumn allows plantings to better establish generative organs. Shelter with these materials protects the plants from spring frost during flowering and from rains during the ripening period.*

Temporary shelter of strawberry plants has a positive effect on the yield and marketability of strawberries and the economic efficiency as a result. So, for strawberries 'Kleri', the best option is tunnel cover with a film in the technology on ridges. This possible to obtain a yield 37.9 t/ha with 71% of the first grade berries. The use of agrofibre in the technology on the ridges possible to obtain a yield of 29.5 t/ha with 65% of the first grade berries.

Keywords: *strawberry, berries, film, agrofibre, tunnels, mulching film, yield, quality, conventional technology, technology on ridges*

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 невирішені 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 & Hulse, 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

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.