

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

PLANT AND SOIL SCIENCE

Vol. 11 (1)

2020



SCIENTIFIC JOURNAL

РОСЛИННИЦТВО ТА ҐРУНТОЗНАВСТВО

Науковий журнал. Vol. 11, No 1, 2020
ISSN 2706-7688 (Print) ISSN 2706-7696 (Online)

Засновник:

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ

Редакційна колегія

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

Мельник В. І., кандидат сільськогосподарських наук, провідний науковий співробітник, НУ-БіП України (відповідальний секретар);

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

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

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

Бикін 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);

Каленська С. М., доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН України;

Ковалішина 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 № 8 від 30 квітня 2020 р.

Фахова реєстрація у МОН України: Наказ № 409 від 17.03.2020 р. Категорія «Б»

Галузь наук: Сільськогосподарські

Спеціальність: 201 – Агрономія, 203 – Садівництво та виноградарство

Журнал включено до бібліографічної бази 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 30.04.2020 р. Формат 70x100/16. Друк офсетний.

Папір офсетний. Ум. друк. арк. 7,9. № 200258.

Віддруковано у редакційно-видавничому відділі НУБіП України
вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041. Тел.: 527-81-55

PLANT AND SOIL SCIENCE

Scientific Journal Vol. 11, No 1, 2020

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

Launched by the:

NATIONAL UNIVERSITY OF LIFE AND ENVIRONMENTAL SCIENCES
OF UKRAINE

Editorial Board Members:

- 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.;
Mazāre Veaceslav, PhD, Prof., (Romania) (with consent);
Kalenska S.M., Dr. Hab., Prof., Corresponding Member of a NAAS of Ukraine;
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: as_ft@nubip.edu.ua

Recommended for printing

*Scientific Council of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
Protocol No. 8 of 30.04.2020*

Фахова реєстрація у МОН України: Наказ № 409 від 17.03.2020 р. Категорія «Б»

Галузь наук: Сільськогосподарські

Спеціальність: 201 – Агрономія, 203 – Садівництво та виноградарство

Journal included for bibliographic database 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 30.04.2020. Format 70x100/16. Offset printing. Offset paper.
7,9 conditional printing sheets. № 200258.

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

Г. Л. Гадзовський, Н. В. Новицька, О. М. Мартинов ФОТОСИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ ПОСІВІВ СОЇ НА ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТИХ ҐРУНТАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ.....	5
П. С. Вишнівський, О.В. Фурман ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ...13	13
М. І. Дудка ВПЛИВ СПОСОБУ СІВБИ, НОРМИ ВИСІВУ І РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ АМАРАНТУ ВОЛОТИСТОГО	23
У. М. Карбівська ЗМІНА ПОКАЗНИКІВ РОДЮЧОСТІ ТА ЦЕЛЮЛОЗОЛІТИЧНА АКТИВНІСТЬ ҐРУНТУ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ЗЛАКОВИХ ТРАВСТОЇВ	33

ҐРУНТОЗНАВСТВО ТА АГРОХІМІЯ

С. Ю. Булигін, С. В. Вітвіцький, Л. І. Кучер, Р. П. Богданович, О. Г. Жук ВПЛИВ ПОЗАКОРЕНЕВОГО УДОБРЕННЯ МІКРОЕЛЕМЕНТАМИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЖЕНЬШЕНЮ В УМОВАХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ	42
Є. М. Бережняк, М. Ф. Бережняк, Д. А. Іванія ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ СТІЙКОСТІ СІРИХ ЛІСОВИХ ҐРУНТІВ ЗА РІЗНОГО ВИКОРИСТАННЯ	52
О. В. Піковська ЗБЕРЕЖЕННЯ РОДЮЧОСТІ ЧОРНОЗЕМІВ ЗВИЧАЙНИХ В УМОВАХ АРИДИЗАЦІЇ КЛІМАТУ	62

СЕЛЕКЦІЯ І НАСІННИЦТВО

Я. Ю. Шарипіна, І. Ю. Боровська, М. Ф. Парій, С. В. Галущенко, В. А. Смірнова, Ю. С. Костенко, О. Ю. Куліш, І. В. Шпакович ЕКОЛОГІЧНА ПЛАСТИЧНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ СЕЛЕКЦІЇ ВНІС В УМОВАХ УКРАЇНИ	69
В. В. Багатченко, В. Л. Жемойда, Р. О. Спряжка ФОРМУВАННЯ ФРАКЦІЙНОГО СКЛАДУ ТА ПОСІВНИХ ЯКОСТЕЙ НАСІННЯ БАТЬКІВСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ СТОЯННЯ	79

ЗАГАЛЬНА ЕКОЛОГІЯ

Н. Ю. Терещенко, О. І. Хижан, Л. О. Ковшун АПРОБАЦІЯ МЕТОДИКИ ВИМІРЮВАННЯ ВМІСТУ ЗАЛИШКОВИХ КІЛЬКОСТЕЙ ПЕСТИЦИДІВ У ПЛОДАХ ТОМАТІВ	88
--	----

CONTENT

PLANT AND FORAGE PRODUCTION

- G. L. Gadzovskyi, N. V. Novitska, O. M. Martynov**
PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF SOYBEAN SOWINGS ON SOD-PODZOLIC SOILS OF WESTERN POLESIE5
- P. S. Vyshnivskiy, O. V. Furman**
SOYBEAN PRODUCTIVITY DEPENDING ON ELEMENTS OF GROWING TECHNOLOGY IN THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE13
- N. I. Dudka**
INFLUENCE OF THE METHOD OF SOWING, RATE OF SEEDING AND LEVEL OF MINERAL NUTRITION ON PRODUCTIVITY OF LOVE-LIES-BLEEDING ...23
- U. M. Karbivska**
CHANGE OF INDEXES OF FERTILITY AND CELLULOSE ACTIVITY OF SOIL FOR GROWING OF CEREAL ТРАВОСТОЕВ DEPENDING ON A FERTILIZER ... 33

SOIL SCIENCE AND AGROCHEMISTRY

- S. Yu. Bulygin, S. V. Vitvitsky, L. I. Kucher, R. P. Bohdanovych, O. G. Zhuk**
INFLUENCE OF NON-ROOT FERTILIZER BY MICROELEMENTS ON GINSENG YIELD 42
- E. M. Berezniak, M. F. Berezniak, D. A. Ivaniya**
THE EVALUATION OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY OF GRAY FOREST SOILS UNDER DIFFERENT USES52
- O. Pikovska**
CONSERVATION OF FERTILITY OF CHERNOZEM ORDINARY IN THE CONDITION OF CLIMATE ARIDIZATION.....62

BREEDING AND SEED PRODUCTION

- YA. YU. Sharypina, I. YU. Borovska, M. F. Pariy, S. V. Halushchenko, V. A. Smirnova, YU. S. Kostenko, O. YU. Kulish, I. V. Shpakovych**
ECOLOGICAL PLASTICITY OF MAIZE HYBRIDS, DEVELOPMENT BY UKRAINIAN SCIENTIFIC INSTITUTE OF PLANT BREEDING, UNDER THE CONDITIONS OF UKRAINE.....69
- V. V. Bagatchenko, V. I. Jemeida, R. O. Spriazhka**
FORMATION OF FRACTIONAL COMPOSITION AND SOWING QUALITY OF SEEDS, PARENTAL COMPONENTS OF MAIZE DEPENDING ON DENSITY ... 79

GENERAL ECOLOGY

- N. Tereshchenko, O. Khyzhan, L. Kovshun**
APPROBATION OF METHOD MEASURING A PESTICIDES RESIDUAL CONTENT IN TOMATOES88

РОСЛИННИЦТВО ТА КОРМОВИРОБНИЦТВО

УДК 633.34:631.5:631.44

<https://doi.org/10.31548/agr2020.01.005>

ФОТОСИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ ПОСІВІВ СОЇ НА ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТИХ ГРУНТАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ

ГАДЗОВСЬКИЙ Г. Л., аспірант

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

МАРТИНОВ О. М., науковий співробітник відділу науково-технічної
інформації <https://orcid.org/0000-0001-7680-7490>

Український інститут експертизи сортів рослин

Анотація. Формування посівів сої з найбільш розвиненим асиміляційним апаратом, який би тривалий час (максимально) знаходився в активному стані як на початку, так і наприкінці вегетаційного періоду є важливою передумовою високої продуктивності культури. Метою досліджень було виявлення впливу інокуляції препаратом Легум Фікс та позакореневого підживлення хелатними мікродобривами Вуксал Оіл Сід та Квантум-Олійні на динаміку площі листової поверхні та формування фотосинтетичного потенціалу сортів сої на дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся. Польові дослідження проведені на базі стаціонарної сівозміни СТОВ «Васюти» Ковельського району Волинської області. Польові дослідження проводили на посівах сортів сої Кассіді (Канада) та ЕС Ментор (Франція). У результаті проведених досліджень встановлено, що максимальних розмірів листової поверхні посівів сої досягала в періоді цвітіння та на початку утворення бобів, у фазу наливу насіння вона незначно зменшувалася, що насамперед зумовлювалося вологозабезпеченістю рослин, оскільки нестача вологи призводила до тимчасового зупинення ростових процесів рослин та відповідно й до послаблення їхньої фотосинтетичної діяльності. Більшу площу листової поверхні формував ранньостиглий сорт сої ЕС Ментор, яка залежно від варіанту досліду та періоду росту рослин варіювала в межах 21,5–45,7 тис. м²/га. Підживлення посівів сої хелатним мікродобривом Вуксал Оіл Сід на початку та в повне цвітіння (ВВСН 60–

* Науковий керівник – доцент Новицька Н. В.

66) з нормою витрати 2,0 л/га та інокуляції насіння препаратом Легум Фікс у день сіви нормою 2,5 кг препарату на 1,0 т насіння сприяло формуванню максимальної – 44,7 та 45,7 тис. м²/га асиміляційної поверхні посівів сої сортів Кассіді та ЕС Ментор. Зазначено, що в період вегетації сортів сої фотосинтетичний потенціал поступово зростає і досягає максимальних значень від фази кінець цвітіння до повного наливання насіння, надалі поступово зменшуючись від фази фізіологічної зрілості насіння. Максимальний фотосинтетичний потенціал посівів – 2,450 та 2,445 млн м² днів/га, ранньостиглих сортів сої ЕС Ментор та Кассіді формувався в період цвітіння – повний налив насіння за умови застосування інокуляції насіння та підживлення посівів хелатним мікродобривом Вуксал Оіл Сід.

Ключові слова: *Glycine hispida* Maxim., сорт, інокуляція, підживлення, хелатні мікродобрива, площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал

Вступ.

Відомо, що повнота реалізації потенціалу продуктивності сортів сільськогосподарських культур, і сої зокрема, залежить від інтенсивності процесу фотосинтезу. Тому, під час програмування врожаїв сої необхідно особливу увагу приділити створенню умов для підвищення коефіцієнта використання ФАР посівами. Для цього потрібно, щоб посіви сої мали відповідну оптико-біологічну структуру, певну асиміляційну поверхню листків, здатних тривалий час виконувати свої функції і формувати відповідний фотосинтетичний потенціал, та приділити увагу інтенсифікації темпів наростання сухої речовини (Бабич А. О., Петриченко В. Ф., Адамень Ф. Ф., 1996; Посипанов Г. С., 1984; Чинчик О. С., 2014).

Важливою умовою формування високих врожаїв польових культур є збільшення продуктивності їхнього фотосинтезу, тобто кількості синтезованої органічної речовини на одиницю площі листової поверхні за добу. Одним з основних завдань у досягненні цієї мети є формування посівів із найбільш розвиненим листовим апаратом, який би тривалий час

(максимально) знаходився в активному стані як на початку, так і наприкінці вегетаційного періоду. Він повинен відзначатися високою інтенсивністю та продуктивністю в усі фази росту і розвитку рослин (Доктор Н. М., Мартинов О. М., Новицька Н. В., 2017; Горова Т. К., 2014).

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Вважається, що основою, завдяки якій внаслідок фотосинтетичної діяльності створюється врожай сої, є формування оптимальної площі листової поверхні. Листкова поверхня вловлює сонячну енергію та синтезує органічні сполуки, які йдуть на формування нових органів рослин і врожаю. Згідно з результатами досліджень проведених у Лісостепу України відомо, що оптимальна площа листової поверхні для сої повинна становити 40–50 тис. м²/га. Якщо площа листової поверхні менша, то оптико-біологічна структура посіву не оптимізована і тому ФАР використовується не раціонально. Проте і більша площа листової поверхні є небажаною, оскільки в результаті взаємозатіннення значна ча-

стина листків у нижньому ярусі опадає, а решта працює неефективно (Розвадовський А. М., Бабич А. О., Петриченко В., Ф., 1990; Посипанов Г. С., 1972; Камінський В. Ф., Голодна А. В., Шляхтуров Д. С., 2008).

Відносно оптимальної площі листя, яка забезпечує максимально можливий урожай, є різні точки зору. Ничипорович А. О. вважає, що для отримання максимальних урожаїв площа листового апарату в більшості культур має становити 40–50 тис. м²/га. (Ничипорович А. О., 1982; Ничипорович А. О., 1986). На думку інших дослідників (Веймер Ш., 2015; Темрієнко О. О., 2018), оптимальний листовий індекс у рослин варіює: від 2 до 7 м²/м². Цей показник у сої може варіювати в досить широких межах залежно від генотипу сорту, екологічних умов регіону та агротехнічних заходів з її вирощування (Гутянський Р. А. та ін., 2018; Шевніков М. Я., Міленко О. Г., Лотиш І. І., 2018). Проте в науковій літературі мало трапляються дані щодо особливостей формування площі листової поверхні в посівах сої залежно від підживлення хелатними мікродобривами, тому у своїх дослідженнях ми вивчали дію вказаного чинника на формування площі листової поверхні.

Мета досліджень – встановити вплив інокуляції та позакореневого підживлення хелатними мікродобривами на динаміку площі листової поверхні та формування фотосинтетичного потенціалу сортів сої на дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся.

Матеріали і методи досліджень.

Польові дослідження проводили в Західному Поліссі у 2017 – 2019 рр. в умовах СТОВ «Васюти» Ковельсько-

го району Волинської області. Ґрунт дослідної ділянки дерново-підзолистий, вміст гумусу 1,2 %, рН сольове 7,2, вміст легкогідролізованого азоту 72,8, рухомих форм фосфору 26,0, обмінного калію 54,0, щільність ґрунту 1,58. Досліджували сорти сої Кассіди (Канада) та ЕС Ментор (Франція), інокулянт Легум Фікс на базі бактерій *Bradyrhizobium japonicum* 532с, висококонцентровані комплексні хелатні мікродобрива, призначені для листового підживлення олійних культур (соняшник, соя, ріпак, гірчиця і т.д.), а також обробки насіннєвого матеріалу: Вуксал Оіл Сід (висококонцентрована суспензія з вмістом сірки, бору, марганцю і молібдену, що володіє властивістю рН-корекції (для ефективної роботи ЗЗР), а також з додатковими ефектами прилипає і сурфактанту, виробник – Aglukon GmbH, Німеччина) та Квантум-Олійні (коригує дефіцит макро- і мікроелементів, біологічно активних компонентів, який викликаний погодно-кліматичними, хімічними або ґрунтовими факторами, виробник – НВК «Квадрат», Україна).

Польовий дослід закладали за трифакторною схемою, повторність чотирикратна. Площа облікової ділянки 25 м², загальної – 50 м². Попередник – пшениця озима. Сою висівали звичайним рядковим способом із шириною міжрядь 12,5 см, нормою висіву 650 тис. схожих насінин на 1 га за температури ґрунту на глибині загортання насіння 10–12 °С. Інокуляцію препаратом Легум Фікс проводили в день сівби нормою 2,5 кг препарату на 1,0 т насіння. Система удобрення сої включала внесення 150 кг/га аміачної селітри та 110 кг/га сульфату амонію. Позакореневі підживлення хелатними мікродобривами проводили відповід-

но до рекомендацій їхніх виробників: Вуксал Оіл Сід на початку та в повне цвітіння (ВВСН 60–66) з нормою витрати 2,0 л/га, Квантум-Олійні – у фазу бутонізації (перед цвітінням) (ВВСН 50–59) та на початку формування насіння (ВВСН 71–73) з нормою витрати 2,0 та 1,0 л/га. Площу листової поверхні та фотосинтетичний потенціал визначали за методикою А. О. Ничипоровича [10].

Результати досліджень та їх аналіз.

Ми виявили, що в середньому за роки досліджень, більшу площу листової поверхні формували ранньостиглий сорт сої ЕС Ментор (табл. 1), яка у всі фази росту була на 0,4–2,5 тис. м²/га більшою порівняно з площею листової

поверхні сорту Кассіді. Так, площа листової поверхні в сорту ЕС Ментор залежно від варіанту досліду та періоду росту рослин варіювала в межах 21,5–45,7 тис. м²/га, тоді як площа листової поверхні сорту Кассіді була в межах 19,8–44,7 тис. м²/га.

Максимальних розмірів листової поверхні досягала в періоди цвітіння та на початку утворення бобів, уже пізніше – у фазу наливу насіння вона незначно зменшувалася, що насамперед обумовлюється вологозабезпеченістю рослин. Нестача вологи призводить до призупинення ростових процесів рослин та відповідно й до послаблення їхньої фотосинтетичної діяльності. За таких умов у рослин швидше наступають і протікають основні фази розвитку, як і скорочується загальна трива-

Таблиця 1

Динаміка площі листової поверхні рослин сої залежно від підживлення та інокуляції, тис.м²/га, (середнє за 2017 – 2019 рр.)

Варіант досліджень	Сорт	Фази росту та розвитку		
		Бутонізація	Цвітіння	Налив насіння
Без інокуляції				
Без підживлення (контроль)	ЕС Ментор	21,5	43,4	39,6
	Кассіді	19,9	41,3	38,0
Квантум-Олійні	ЕС Ментор	24,2	44,7	41,2
	Кассіді	21,7	43,6	39,0
Вуксал Оіл Сід	ЕС Ментор	21,5	45,1	40,8
	Кассіді	19,8	43,9	39,4
Інокуляція насіння				
Без підживлення (контроль)	ЕС Ментор	22,1	43,8	41,3
	Кассіді	20,0	41,7	39,4
Квантум-Олійні	ЕС Ментор	24,8	45,3	41,7
	Кассіді	22,8	44,2	41,3
Вуксал Оіл Сід	ЕС Ментор	22,4	45,7	43,2
	Кассіді	20,9	44,7	41,6
НІР 0,5		0,7	1,1	0,9

лість вегетаційного періоду. Водночас у всі періоди визначення площа листової поверхні сої істотно зростала з покращенням умов живлення за рахунок підживлення посівів хелатними мікродобривами. Так, якщо у фазу бутонізації в рослин сої сорту ЕС Ментор на варіанті досліду без підживлення та інокуляції в середньому за три роки досліджень вона склала 21,5 тис. м²/га, а сорту Кассіді 19,9 тис. м²/га, то за вирощування на ділянках із підживленням Квантум-Олійні вона зростала відповідно до 24,2 та 21,7 тис. м²/га.

Більш інформативною для порівняння впливу підживлення хелатними мікродобривами на формування листової площі посівами сої була фаза цвітіння. Виявлено, що за використання для підживлення хелатного мікродобрива Вуксал Оіл Сід, яке вносили на початку та в повне цвітіння, площа листя посівів сої була вищою й на варіантах досліду без інокуляції досягала 45,1 тис. м²/га в сорту ЕС Ментор та 43,9 тис. м²/га в сорту Кассіді. Підживлення сої мікродобривом Квантум-Олійні (без інокуляції) забезпечило формування асиміляційної поверхні сортів ЕС Ментор та Кассіді на рівні 44,7 та 43,6 тис. м²/га.

Досить ефективною для підвищення асиміляційної поверхні посівів сої за вирощування на дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся виявилася інокуляція насіння сої Легум Фікс. На варіантах досліду з застосуванням інокуляції площа листя сої збільшувалася залежно від фази росту та підживлення посівів на 0,4-2,4 тис. м²/га в сорту ЕС Ментор та 0,4-2,3 тис. м²/га в сорту Кассіді. Встановлено, що різниця між показниками площі листя сої на варіантах досліду з інокуляцією та без неї най-

більшою була у фазу наливу насіння, що сприяло формуванню вищої продуктивності. Максимальних значень – 44,7 та 45,7 тис. м²/га асиміляційна поверхня рослин обох сортів сої досягла у фазу цвітіння на варіанті підживлення хелатним мікродобривом Вуксал Оіл Сід та інокуляції насіння препаратом Легум Фікс.

Ми встановили, що в середньому за роки досліджень, у період вегетації сортів сої фотосинтетичний потенціал поступово зростав і досягав максимальних значень від фази кінця цвітіння до повного наливання насіння, а потім поступово зменшувався, починаючи від фази фізіологічної зрілості насіння, що пов'язано із явищем самодесикації в сої. Відмічено, що сорт сої ЕС Ментор мав дещо вищу інтенсивність фотосинтетичного потенціалу в порівнянні із сортом Кассіді. Так, на контрольних варіантах досліду (без підживлення) без інокуляції в період бутонізації-цвітіння фотосинтетичний потенціал у сорту ЕС Ментор становив – 1,402 млн м²днів/га, у сорту Кассіді – 0,371 млн м²днів/га (табл. 2). Упродовж періоду кінця цвітіння – повний налив насіння на цьому ж варіанті досліду фотосинтетичний потенціал у сорту Кассіді був нижчим і становив 2,293 млн.м²днів/га, у сорту ЕС Ментор, з більшою висотою рослин і площею листової поверхні – 2,390 млн.м²днів/га. Максимальний фотосинтетичний потенціал посівів формувался в період цвітіння – повний налив насіння та на ділянках досліду, де сою вирощували із застосуванням інокуляції насіння та підживленням посівів хелатним мікродобривом Вуксал Оіл Сід. У ранньостиглих сортів сої ЕС Ментор та Кассіді він досягав 2,450 та 2,445 млн м² днів/га.

Таблиця 2

Динаміка фотосинтетичного потенціалу рослин сої від підживлення та інокуляції, тис. м²/га, (середнє за 2017 – 2019 рр.)

Варіант досліджень	Сорт	Періоди росту та розвитку		
		сходи -бутонізація	бутонізація-цвітіння	цвітіння – повний налив насіння
Без інокуляції				
Без підживлення (контроль)	ЕС Ментор	0,426	1,402	2,390
	Кассіді	0,422	1,371	2,293
Квантум-Олійні	ЕС Ментор	0,438	1,415	2,402
	Кассіді	0,414	1,383	2,305
Вуксал Оіл Сід	ЕС Ментор	0,425	1,427	2,417
	Кассіді	0,420	1,395	2,317
Інокуляція насіння				
Без підживлення (контроль)	ЕС Ментор	0,424	1,405	2,391
	Кассіді	0,421	1,373	2,295
Квантум-Олійні	ЕС Ментор	0,455	1,432	2,422
	Кассіді	0,431	1,400	2,322
Вуксал Оіл Сід	ЕС Ментор	0,427	1,480	2,450
	Кассіді	0,423	1,450	2,445
НІР 0,5		0,06	0,022	0,034

Висновки.

На основі проведених досліджень встановлено, що на дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся більшу площу листової поверхні та фотосинтетичний потенціал формує сорт ЕС Ментор. Підживлення посівів сої хелатним мікродобривом Вуксал Оіл Сід на початку та в повне цвітіння (ВВСН 60–66) з нормою витрати 2,0 л/га та інокуляції насіння препаратом Легум Фікс у день сівби нормою 2,5 кг препарату на 1,0 т насіння сприяє формуванню максимальної – 44,7 та 45,7 тис. м²/га асиміляційної поверхні посівів сої сортів Кассіді та ЕС Ментор. Виявлено, що підживленням посівів сої хелатним мікродобривом Вуксал Оіл Сід та інокуляції насіння препара-

том Легум Фікс створює кращі умови для формування потужного фотосинтетичного потенціалу її посівів.

References

1. Babych, A. O., Petrychenko, V. F. & Adamen, F. F. (1996). Problem of photosynthesis and biological fixation of nitrogen by legumes. *Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agrarian Science]*. 2. 34–39. [in Ukrainian].
2. Посыпанов, Н. С. (1984). The intensity of photosynthesis in soybeans and beans, depending on the magnitude of the symbiotic apparatus. *Yzvestyian TSKHA [TAA News]*. 5. 19–24. [in Russian].
3. Chynchyk, O. S. (2014). Peculiarities of formation of indicators of photosynthetic productivity of beans common under the influence of ecogran and mineral fer-

- tilizers. Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv [Scientific Works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets]. 22. 88–92. [in Ukrainian].
4. Doktor, N. M., Martynov, O. M. & Novytska, N. V. (2017). Functioning of the photosynthetic apparatus of bean plants common in the minds of Transcarpathia. Scientific Bulletin of NULES of Ukraine [Naukovyi Visnyk NUBiP Ukrainy]. 269. 67–73. [in Ukrainian].
 5. Horova, T. K. (2014). Features of the formation of the phases of the vegetative period of the bean ordinary. Visnyk Tsentru naukovooho zabezpechennia APV Kharkivskoi oblasti [Bulletin of the Center for Scientific Assurance of AIS of Kharkiv Region]. 17. 88–96. [in Ukrainian].
 6. Rozvadovskyi, A. M., Babych, A. O. & Petrychenko, V. F. at all. (1990). Zernobobovi kultury v intensyvnomu zemlerobstvi [Cereal Crops in Intensive Agriculture]. Kyev: Urozhai. [in Ukrainian].
 7. Посыпанов, Н. С. (1972). On the conditions of the bereboobiotic symbiosis and its role in the formation of the cultivation of bean cultures. Yzvestyian TSKHA [TAA News]. 3. 28–37. [in Russian].
 8. Kaminskyi, V. F., Holodna, A. V. & Shliakhturov, D. S. (2008). Intensification of production of cereals in the minds of the northern forest-steppe. Zemlerobstvo [Farming]. 80. 109–115. [in Ukrainian].
 9. Nychporovych, A. A. (1982). Physiology of photosynthesis and productivity of plants. Fiziolohiia fotosyntezy [Physiology of Photosynthesis]. 7–38.
 10. Nychporovych, A. A. (1986). Photosynthesis and issues of plant productivity increase. Vestnyk selskokhoziaistvennoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]. 3. 21–23. [in Russian].
 11. Veimer, Sh. (2015). Bean making. Ahronom [Agronomist]. 3. 124–126. [in Ukrainian].
 12. Temriienko, O. O. (2018). Formation of soybean productivity depending on agrotechnical methods of cultivation in the conditions of the Forest Steppe of the Right Bank. Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy [Scientific Reports of NULES of Ukraine]. 3 (73). URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2018_3_16 DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.03> [in Ukrainian].
 13. Hutianskyi, R. A., Ilchenko, N. K., Sheliakina, T. A. & Posylaieva, O. O. (2018). Yield and quality of seeds of peas, chickpeas, soybeans under the effects of weeding, inoculation and herbicide. Seleksiia i nasynnytstvo [Breeding and Seed Production]. 113. 179–186. DOI: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2018.134375> [in Ukrainian].
 14. Shevnikov, M. Ya., Milenko, O. H. & Lotysh, I. I. (2018). The yield of soybean varieties depends on the elements of cultivation technology. Visnyk poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy]. 3. 15-21. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.03.02> [in Ukrainian].

Gadzovskyi G. L., Novytska N. V., Martynov O. M. (2020). PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF SOYBEAN SOWINGS ON SOD-PODZOLIC SOILS OF WESTERN POLESIE. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(1): 5–12. <https://doi.org/10.31548/agr2020.01.005>

Abstract. Formation of soybean sowings with the most developed leaf apparatus, which would be in the active state for a long time (maximal) both at the beginning and at the end of the growing season is an important prerequisite for high productivity of the crop. Aim of the study was to detect the effects of inoculation by preparation Legum Fix and foliar feeding by chelate microfertilizers Vuxal Oil Seed and Quantum-Oliyni on dynamics of leaf surface area and formation of photosynthetic potential of soybean

varieties. Field studies were carried out on the basis of stationary rotation of the ALLC «Vasyuta» in the Kovel district of Volyn region. Field studies were carried out on soybean sowings varieties Cassidy (Canada) and EC Mentor (France). As result of conducted researches is established that the maximum sizes of the leaf surface of soybean crops was reached during the flowering period and at the beginning of beans formation, it decreased slightly in the phase of seed swelling, which, first of all, was caused by plants water availability, as lack of moisture led to suspension of plants growing processes and to weaken their photosynthetic activity. A larger area of leaf surface was formed by the early ripening variety EC Mentor, which, depending on variant of the experiment and period of plant growth, varied in the range of 21,5–45,7 thousand m²/ha. Fertilizing of soybean sowings by chelate microfertilizer Vuxal Oil Seed at the beginning and in full flowering (BBCH 60-66) with rate of consumption 2,0 l/ha and seed inoculation by Legum Fix in the day of sowing with dose 2,5 kg of preparation per 1,0 t of seeds contributed to formation of maximum assimilation surface of soybean sowings – 44,7 and 45,7 thousand m²/ha in varieties Cassidy and EC Mentor, respectively. Was noted, that during period of soybean varieties vegetation, the photosynthetic potential gradually increased and reached maximum values from the end of flowering phase to full swelling of seeds, further gradually decreasing from the phase of physiological maturity of seeds. Maximum photosynthetic potential of sowings - 2,450 and 2,445 million m²/ha, early ripening varieties EC Mentor and Cassidy were formed during period of flowering – full seed swelling with use of seed inoculation and fertilizing of sowings by chelate microfertilizer Vuxal.

Key words: *Glycine hispida* Maxim., variety, inoculation, nutrition, chelate microfertilizers, leaf surface area, photosynthetic potential

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

П. С. ВИШНІВСЬКИЙ, доктор сільськогосподарських наук

О.В. ФУРМАН, аспірант*,

Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН»

E-mail: furmanov918@ukr.net

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-7130-005X>

Анотація. Значну роль у розв'язанні проблеми дефіциту рослинного білка відіграє соя, сучасні високопродуктивні сорти якої за розробки та удосконалення адаптивних складових технологій її вирощування, здатні формувати стабільно високі врожаї якісного насіння. Серед таких складових велике значення має підбір сортів, уточнення норм удобрення та інокуляція насіння відповідно до ґрунто-во-кліматичних умов конкретного регіону.

Мета досліджень полягала у виявленні особливостей формування продуктивності сої різних сортів залежно від інокуляції насіння та норм і строків внесення мінеральних добрив в умовах Лісостепу правобережного. Дослід закладали впродовж 2013 – 2015 рр. в умовах ДПДГ «Саливонківське» Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН на чорноземах типових малогумусних.

За результатами досліджень встановлено, що в умовах правобережного Лісостепу України максимальну урожайність досліджувані сорти формували за умови поєднання обробки насіння перед проведенням сівби фосфонітрагіном та внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$ в основне удобрення та підживлення рослин N_{15} у фазі бутонізації, що дозволило отримати на посівах скоростиглого сорту Вільшанка 2,91 т/га, середньо-стиглого сорту Сузір'я – 3,17 т/га. Проти абсолютного контролю приріст урожаю на цих варіантах становив відповідно 1,02 та 0,98 т/га.

Ключові слова: соя, сорт, інокуляція, підживлення, удобрення, урожайність

Актуальність.

Серед великої кількості сільськогосподарських культур соя належить до найважливіших високобілкових і олійних культур світового землероб-

ства, завдяки чому її посівні площі у світі продовжують зростати.

За вегетаційний період соя синтезує два врожаї – білка та жиру (60 % від маси насіння) та майже всі органічні речовини, що є в рослинному світі. Завдяки багатому й різноманіт-

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук Вишнівський П. С.

ному хімічному складу, її використовують як універсальну, продовольчу, кормову й олійну культуру, що не має собі аналогів серед рослинних ресурсів як за продуктивністю, так і за якісним складом.

В Україні протягом останніх 10 років площі посівів сої зросли від 583 тис. га до 1,8 млн га. Збільшення виробництва соєвих бобів насамперед спрямоване на розв'язання проблеми рослинного білка та формування експортного потенціалу білкових ресурсів (Темрієнко О.О., 2018).

Крім того, вирощування сої сприяє включенню в процес сільськогосподарського виробництва атмосферного азоту, поліпшенню хімічних і фізичних властивостей ґрунту, покращенню фітосанітарного стану посівів та значному підвищенню продуктивності одиниці сівозмінної площі.

Нині, завдяки досягненням селекціонерів, з'явилися високотехнологічні, високопродуктивні і стійкі до хвороб сорти сої. Проте рівень реалізації потенціалу їхньої урожайності значною мірою обумовлюється ґрунтово-кліматичними умовами конкретної зони вирощування та адаптованою технологією вирощування (Бабиц А.О. & Бабиц-Побережна А.А., 2011), що особливо актуально за останніх тенденцій зміни клімату (Мельник А. В. & Романько Ю. О., 2016).

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Інтегральним показником дії всіх чинників життя на рослинний організм протягом його росту та розвитку є урожайність. За останні 5 років у виробничих умовах в Україні рідко вдавалось отримати понад 2,0 т/га насіння сої, тоді як генетичний

потенціал продуктивності сучасних сортів становить 4,5-5,0 т/га й більше (Іванюк С., 2015, Камінський В. Ф. & Мосьондз Н. П., 2010), що вимагає удосконалення окремих елементів технології вирощування культури для забезпечення зростання урожайності та якості насіння.

Вагомими чинниками формування високого врожаю насіння сої є сорт і розкриття його потенціалу продуктивності внаслідок інокуляції насіння та мінерального живлення рослини (Іванюк С., 2015; Новицкая Н. В., Джемсук А. В. 2015; Чорна В. М., 2016). Сорт, на сьогодні, – найдоступніший і найдешевший засіб підвищення урожайності сільськогосподарських культур. У багатьох країнах світу сорти сої на 30-60 % визначають рівень майбутнього врожаю (Міленко О. Г., 2015). На думку Бабица А. О., насіння продуктивність сої зумовлюється генотипом сорту лише на 20 % (Бабиц А. О., 2011). Причому кожен сорт може повністю реалізувати свої потенційні можливості лише за оптимальних умов вирощування (Міленко О. Г., 2015). Набагато більше значення мають чинники зовнішнього середовища та технологія вирощування культури (Чорна В. М., 2016).

Урожай і якість насіння сої значною мірою залежать від добрив (Ткаліч І. Д. & Шепілова Т. П., 2011). Рослини сої потребують збалансованого мінерального живлення сої протягом усієї вегетації. Особливо важливим є оптимальне забезпечення рослин елементами живлення в критичні періоди росту та розвитку: цвітіння-формування бобів. Нестача хоча б одного з елементів призводить до абортивності квіток, зав'язей та формування малої кількості недостатньо виповненого насіння (Петриченко В. Ф. та

ін., 2016). Та найбільш дискусійним залишається питання доцільності застосування азотних добрив. Одні автори вважають, що завдяки азотфіксації, яка проходить у сформованих у симбіозі з ризобіями бульбочках, соя може значно або, навіть, повністю задовольняти свою потребу в азоті завдяки симбіотрофному живленню, що дозволяє вирощувати сою взагалі без внесення або з мінімальними дозами азотних добрив (Freeborn J. et al., 2001). Інші вчені (Адамень Ф. Ф., 2006; Мельник А. В. & Романько Ю. О.; 2016, Новицкая Н. В. & Джемесюк А. В., 2015; Петриченко В. Ф. та ін., 2016) вважають, що формування високих урожаїв сої можливе лише за раціонального поєднання біологічного й технічного азоту для покриття потреб рослин сої. Причому, ефективність останніх залежить від строків їхнього внесення, встановлення оптимальних норм з урахуванням сортових особливостей, глибини загортання, типу й родючості ґрунту, умов вологозабезпеченості (Ткаліч І. Д. & Шепілова Т. П., 2011).

Важливим резервом підвищення урожайності сої, завдяки покращеному азотному та фосфорному живленню, є передпосівна обробка насіння мікробними препаратами поліфункціональної дії на основі азотфіксуючих та фосформобілізуючих бактерій (Золотар Ю. В., 2002; Петриченко В. Ф., Кобак С. Я. & Темрієнко О. О., 2018; Ратука В. Р., 2017). Застосування вискоефективних штамів бульбочкових бактерій у симбіозі із сучасними сортами сої здатне підвищувати продуктивність останніх на 10-30 % (Дидович С. В., 2012).

Мета досліджень полягала у виявленні особливостей формування продуктивності сої різних сортів за-

лежно від інокуляції насіння та норм і строків внесення мінеральних добрив в умовах Лісостепу правобережного.

Матеріали і методи дослідження.

Дослідження виконували впродовж 2013 – 2015 рр. в умовах ДПДГ «Саливонківське» Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН на чорноземі типовому малогумусному середньосуглинковому. Уміст гумусу в шарі 0-20 см – 4,56 %, у 20-50 см – 4,27 %. Загального азоту в шарі 0-20 см міститься 0,27-0,30 %, фосфору – 0,15-0,24 %, калію – 2,2-2,4 %. Уміст рухомого фосфору за Чиріковим складає 4,4-5,4 мг/100 г ґрунту. Система удобрення передбачала вивчення таких варіантів: без добрив (контроль); $P_{60}K_{60}$; $N_{15}P_{60}K_{60}$; $N_{30}P_{60}K_{60}$; $N_{45}P_{60}K_{60}$; $P_{60}K_{60} + N_{15}$; $N_{15}P_{60}K_{60} + N_{15}$; $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$. Фосфорні та калійні добрива вносили під основний обробіток ґрунту, азотні – навесні під культивування перед сівбою та ув підживлення на відповідних варіантах у фазі бутонізації рослин сої. У дослідах вивчали скоростиглий сорт Вільшанка та середньостиглий сорт Сузір'я, оригінатором яких є ННЦ «Інститут землеробства НААН».

Агротехніка в досліді – загальноприйнята для умов правобережного Лісостепу України, за винятком чинників, що вивчались. Висівали сою за температури ґрунту на глибині 10 см 10-12 °С із нормою висіву 700 тис. насінин на 1 га. Сівбу проводили необробленим насінням і насінням, інокульованим фосфонітрагіном. Попередник – пшениця озима. Площа облікових ділянок – 25 м², повторність – чотириразова. Під час

проведення досліджень керувались «Основами наукових досліджень в агрономії» (Єщенко В. О., Копитко П. Г. & Опришко В. П., 2005).

Погодні умови в роки проведення досліджень були різними, що дозволило всебічно схарактеризувати дію досліджуваних чинників на формування рівня врожайності сої. Зокрема, 2013 та 2014 роки характеризувались як сприятливі для росту та розвитку рослин. У вказані роки гідротермічний коефіцієнт (ГТК), залежно від варіанту досліджень, становив, відповідно, 1,2-1,5 та 1,4-1,5, середньодобова температура – 19,1-19,8 °С та 18,6-19,5 °С, сума активних температур (> 10 °С) – 2019,5-2258,7 °С та 2003,7-2216,7 °С. У 2015 році високі середньодобові температури на фоні низької відносної вологості повітря, а також недостатня кількість атмосферних опадів і нерівномірний їхній розподіл протягом вегетації обмежували реалізацію потенціалу продуктивності рослин сої. У вказаний рік ГТК протягом вегетаційного періоду культури становив 0,6-0,7, середньодобова температура складала 21,1-21,6 °С, сума активних температур (> 10 °С) – 2040,5-2324,4 °С, залежно від досліджуваного варіанта.

Результати досліджень та їх обговорення.

Згідно з проведеними дослідженнями з вивчення впливу інокуляції насіння фосфонітрагіном та норм і строків внесення мінеральних добрив на формування врожайності сортів сої Вільшанка та Сузір'я встановлено, що рівень їхньої насінневої продуктивності значною мірою залежав від досліджуваних чинників (табл. 1).

У середньому за 2013 – 2015 рр. максимальну врожайність досліджувані сорти формували за умови поєднання обробки насіння перед проведенням сівби фосфонітрагіном та внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$ в основне удобрення з підживленням рослин N_{15} у фазі бутонізації, що дозволило отримати на посівах сорту Вільшанка 2,91 т/га зерна, сорту Сузір'я – 3,17 т/га. Проти абсолютного контролю приріст урожаю на цих варіантах становив, відповідно 1,02 та 0,98 т/га або 54,0 % та 44,7 %.

Застосування лише мінеральних добрив забезпечувало приріст урожаю в сорту Вільшанка на рівні 0,16-0,65 т/га або 8,5-34,4 %, у сорту Сузір'я – 0,27-0,72 т/га або 12,3-32,9 % за абсолютних контролів відповідно 1,89 та 2,19 т/га. Найвищі прирости були відмічені на варіантах, що передбачали внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$ та підживлення рослин N_{15} у фазі бутонізації – у сорту Вільшанка 2,54 т/га, у сорту Сузір'я – 2,91 т/га.

Проведення передпосівної інокуляції насіння фосфонітрагіном сприяло приросту зерна сої на всіх досліджуваних варіантах. На ділянках без внесення добрив прирост урожаю від інокуляції в сорту Вільшанка складала 0,27 т/га або 14,3 %, у сорту Сузір'я – 0,24 т/га або 11,0 %.

Слід зазначити, що обидва досліджувані сорти сої за рівнем приросту насіння подібно реагували як на передпосівну інокуляцію фосфонітрагіном, так і на внесення добрив. У середньому, за 2013 – 2015 рр. врожайність насіння в сорту Вільшанка коливалась у межах від 1,89 до 2,91 т/га, у сорту Сузір'я – від 2,19 до 3,17 т/га.

За результатами проведеного дисперсійного аналізу встановлено частки впливу досліджуваних чинників

1. Урожайність насіння сої залежно від інокуляції насіння та удобрення, т/га

Удобрення	Інокуляція	Рік			Середнє	Прибавка	
		2013	2014	2015		т/га	%
Сорт Вільшанка							
Без добрив	б/і	2,16	1,90	1,61	1,89	-	-
	і	2,51	2,22	1,74	2,16	0,27	14,3
P ₆₀ K ₆₀	б/і	2,32	2,08	1,76	2,05	0,16	8,5
	і	2,76	2,48	1,97	2,40	0,51	27,0
N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀	б/і	2,49	2,21	1,85	2,18	0,29	15,3
	і	2,81	2,52	2,06	2,46	0,57	30,2
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	б/і	2,54	2,41	2,04	2,33	0,44	23,3
	і	2,99	2,865	2,245	2,70	0,81	42,9
N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	б/і	2,67	2,54	2,19	2,47	0,58	30,7
	і	3,08	2,89	2,223	2,73	0,84	44,4
P ₆₀ K ₆₀ +N ₁₅	б/і	2,52	2,29	1,89	2,23	0,34	18,0
	і	2,84	2,56	2,09	2,50	0,61	32,3
N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ +N ₁₅	б/і	2,68	2,56	2,21	2,48	0,59	31,2
	і	3,13	2,92	2,38	2,81	0,92	48,7
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₁₅	б/і	2,75	2,61	2,27	2,54	0,65	34,4
	і	3,21	3,06	2,457	2,91	1,02	54,0
НІР _{0,05} (АВВ)	-	0,42	0,48	0,36	0,54	-	-
Сорт Сузір'я							
Без добрив	б/і	2,40	2,21	1,95	2,19	-	-
	і	2,69	2,48	2,13	2,43	0,24	11,0
P ₆₀ K ₆₀	б/і	2,68	2,48	2,21	2,46	0,27	12,3
	і	2,94	2,69	2,31	2,65	0,46	21,0
N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀	б/і	2,80	2,54	2,25	2,53	0,34	15,5
	і	3,00	2,78	2,34	2,71	0,52	23,7
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	б/і	2,97	2,67	2,35	2,66	0,47	21,5
	і	3,16	2,92	2,43	2,84	0,65	29,7
N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	б/і	3,04	2,75	2,39	2,73	0,54	24,7
	і	3,23	2,98	2,44	2,88	0,69	31,5
P ₆₀ K ₆₀ +N ₁₅	б/і	2,87	2,59	2,28	2,58	0,39	17,8
	і	3,05	2,81	2,37	2,74	0,55	25,1
N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ +N ₁₅	б/і	3,12	2,81	2,45	2,79	0,60	27,4
	і	3,36	3,12	2,57	3,02	0,83	37,9
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₁₅	б/і	3,21	3,01	2,52	2,91	0,72	32,9
	і	3,510	3,321	2,679	3,17	0,98	44,7
НІР _{0,05} (АВВ)	-	0,42	0,48	0,36	0,54	-	-

*Примітка: б/і – варіанти дослідів без застосування інокуляції; і – варіанти дослідів із застосуванням передпосівної інокуляції.

та їхні взаємодії на формування рівня урожайності сої (рис. 1, 2).

Визначено, що удобрення приблизно рівнозначно впливає на насінневу продуктивність обох сортів – у середньому за 3 роки досліджень дільова частка участі вказаного фактору в сорту Вільшанка складала 46,17 %, у сорту Сузір'я – 39,88 %.

За чинником «інокуляція» відмічена більш виразна реакція сортів – частка впливу обробки насіння фосфонітрагіном у формуванні урожайності сорту Вільшанка становила 22,64 %, у сорту Сузір'я – 8,74 %. Вагомим чинником повноти реалізації потенціалу продуктивності сої є погодні умови року, які менш обмежу-

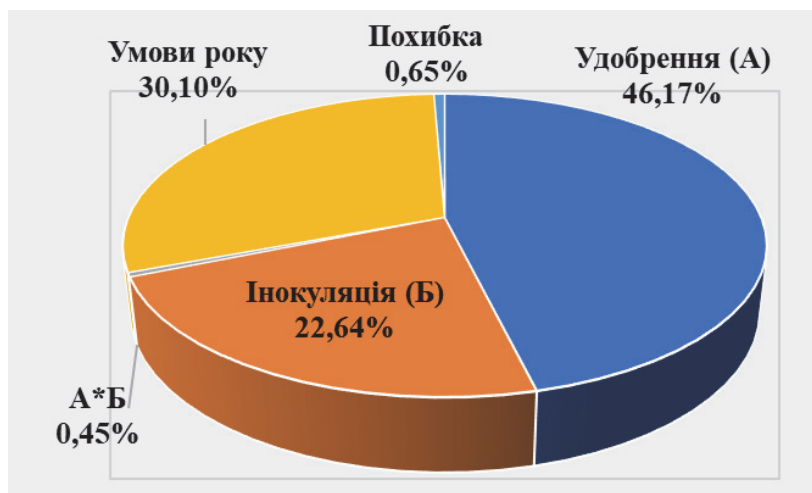


Рис. 1. Частка впливу чинників на формування врожайності сої сорту Вільшанка

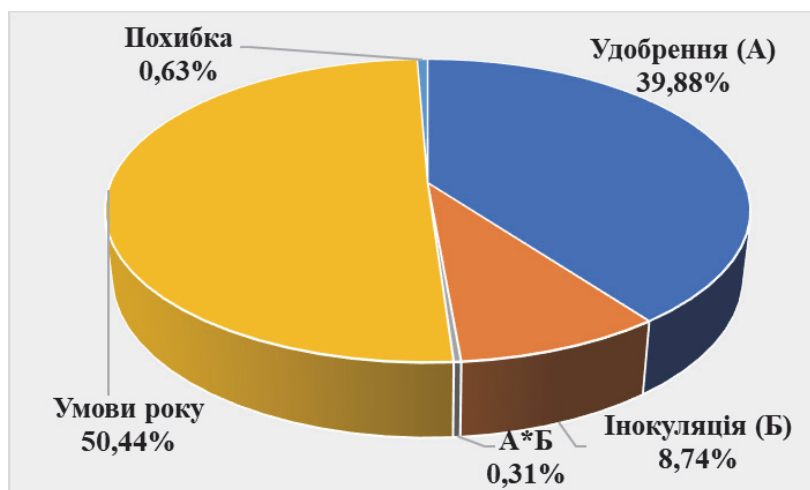


Рис. 2. Частка впливу чинників на формування врожайності сої сорту Сузір'я

ють реалізацію потенціалу врожайності в сорту Вільшанка (30,10 %) та є визначальним чинником досліду в сорту Сузір'я – 50,44 %.

Зважаючи на біологічні відмінності сортів та їхню реакцію на чинники досліду варто проаналізувати вплив досліджуваних елементів на формування врожайності в цілому в межах трифакторного досліду (рис. 3).

Встановлено, що найбільш істотний вплив на формування рівня врожаю мало удобрення, дольова частка участі якого становить 36,97 %. Погодні умови вегетаційного періоду визначали рівень урожайності на 33,26 %, що зумовлено значною залежністю рівня засвоєння рослинами сої поживних елементів із мінеральних добрив від гідротермічного режиму протягом вегетації та підтверджує свідчення авторів про значну роль нерегульованих чинників довкілля на продукційний процес у сої (Іванюк С. В., 2016). Інокуляція насіння визначала формування рівня урожайності на 12,85 %, біологічні особливості сорту – на 15,37 %.

Оскільки останніми роками все чіткіше проявляються кліматичні зміни на фоні глобального потепління, що призводить до значних втрат врожаю, є потреба пошуку залежності між врожайністю сільськогосподарських культур та погодними умовами під час їхньої вегетації, що дозволить виявити найбільш вирішальні гідротермічні чинники впливу (Собко З. З. & Вознюк Н. М., 2018).

Для математичного моделювання впливу погодних умов на формування рівня врожайності сої ми побудували регресійні моделі, які описують вплив середньодобової температури повітря (X_1), суми активних температур (X_2), кількості опадів (X_3) та ГТК (X_4) на рівень врожайності для сорту Сузір'я:

$$Y = 5,257 + 0,389X_1 - 0,006X_2 + 0,09X_3 + 18,13X_4;$$

для сорту Вільшанка:

$$Y = 3,689 - 0,594X_1 + 0,008X_2.$$

Аналіз коефіцієнтів парної кореляції між величиною врожаю насіння сої іа гідротермічними умовами протягом вегетаційного періоду сорту Віль-

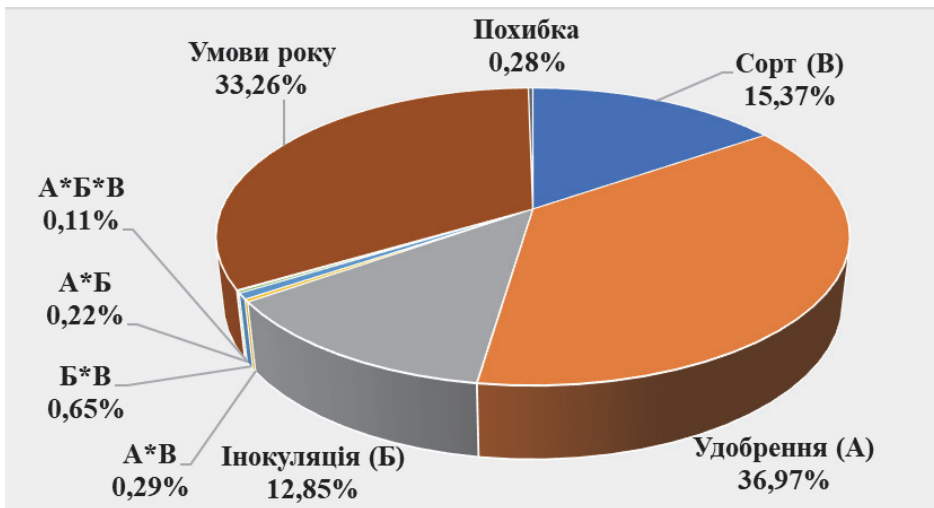


Рис. 3. Частка впливу факторів на формування урожайності сої

шанка вказує на наявність взаємодій щодо: середньодобової температури повітря ($r = -0,54$, значний), суми активних температур ($r = 0,59$, значний), кількості опадів ($r = 0,49$, помірний) та ГТК ($r = 0,46$, помірний). У сорту Сузір'я відмічено кореляційні зв'язки між урожайністю та середньодобовою температурою повітря ($r = -0,67$, значний), кількістю опадів ($r = 0,72$, сильний) та ГТК ($r = -0,69$, значний).

Висновки.

В умовах правобережного Лісостепу України максимальну продуктивність досліджувані сорти формували за умови поєднання обробки насіння перед проведенням сівби фосфонітрагіном та внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$ в основне удобрення та підживлення рослин N_{15} у фазі бутонізації, що дозволило отримати на посівах скоростиглого сорту Вільшанка 2,91 т/га, середньостиглого сорту Сузір'я – 3,17 т/га. Проти абсолютного контролю приріст урожаю на цих варіантах становив відповідно 1,02 та 0,98 т/га.

References

1. Adamen, F. F., Verhunov, V. A., Lazer, P. N., Verhunova, Y. N. (2006) Ahrobologicheskyye osobennosti vozdelevaniya soy v Ukraine [Agrobiological features of soybean cultivation in Ukraine]. K.: Ahrarna nauka, 456.
2. Babych, A. O. Babych-Poberezhna, A.A. (2011) Seleksiya, vyrobnytstvo, torhivlia i vykorystannia soi u sviti [World's soybean breeding, production, trading and using]. K.: Ahrarna nauka, 548.
3. Didovich S. V. et al. (2012) Biopreparaty v agrotekhnologiyakh vyrashchivaniya zernobobovikh kul'tur. [Biological products in agrotechnologies of growing leguminous crops] Byulleten' Regional'nogo TSNO APP AR Krym: Agromir № 13. 8 p. s
4. Ieshchenko, V.O., Kopytko, P.H., Opryshko, V.P. (2005) Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Kyiv: Diia, 288.
5. Zolotar, Yu.V. (2002) Biologizatsiia tekhnologii vyroshchuvannya soi [Biologization of soybean growing technologies]. Zbirnyk naukovykh prats Instytutu zemlerobstva UAAN. Kyiv, 2. 60-63.
6. Ivaniuk, S. V., Vilhota, M. V., Zharkova, O. Yu. (2016) Vplyv hidrotermichnykh umov na formuvannya produktyvnosti soi v Umovakh lisostepu Ukrainy [The influence of hydrothermal conditions on soybean productivity formation in conditions of the Forest-Steppe of Ukraine]. Kormy i kormovyrobnytstvo. 82. 21-28.
7. Ivaniuk, S. (2015) Potentsial produktyvnosti soievoho polia [Soybean field productivity potential]. Ahrobiznes sohodni. 21. 50-55.
8. Melnyk, A. V., Romanko, Yu. O. (2016) Urozhainist nasinnia soi zalezno vid tekhnologii vyroshchuvannya v umovakh livoberezhnoho lisostepu Ukrainy [Yields of soybean seeds depending on growing technology in conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarynoho universytetu. Seriya «Ahronomiia i biolohiia». 2 (31). 131-135.
9. Milenko, O. H. (2015) Vplyv ahroekologichnykh faktoriv na vrozhainist soi [Influence of agroecological factors on soybean productivity]. Molodyi vchenyi. 6 (1). 52-54.
10. Kaminskyi V.F., Mosondz, N.P. (2010) Formuvannya produktyvnosti soi zalezno vid ahrotekhnichnykh zakhodiv v umovakh pivnichnoho Lisostepu Ukrainy [Soybean productivity formation depending on agrotechnical measures in conditions of the northern Forest-Steppe of Ukraine]. Kormy i kormovyrobnytstvo. 67. 45-50.
11. Novytskaia, N.V., Dzhesiuk, A.V. (2015) Urozhainost soy v zavysymosti ot elementov tekhnolohyy na chernozemakh tyrychnykh

- Lesostepy Ukrainy [Soybean yield depending on technology elements on typical chernozems of the Forest-Steppe of Ukraine]. Vestnyk Altaiskoho hosudarstvennoho ahrarynogo unyversyteta, 5 (127). 11-16.
12. Petrychenko, V. F., Kobak, S. Ya., Temriienko, O. O. (2018) Osoblyvosti symbiotrofnoho zhyvlennia ta formuvannia urozhainosti sortiv soi v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho [Features of symbiotrophic nutrition and yield formation of soybean varieties in conditions of the Right-Bank Forest-Steppe]. Kormy i kormovyrobnytstvo, 86. 77-86.
 13. Petrychenko V. F. at al. (2016) Soia: monohrafiia [Soybean: monograph] Vynnytsia: «Dilo», 400.
 14. Sobko, Z.Z., Vozniuk, N.M. (2018) Zalezhnist vrozhainosti silskohospodarskykh kultur vid klimatychnykh ta ahrometeorolohichnykh chynnykiv (na prykladi Rivnenskoï oblasti) [Crop's yields dependence on climatic and agrometeorological factors (on example of Rivne region)]. Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy. 3 (73). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.03.016> <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2018.03.016/9498>
 15. Temriienko, O.O. (2018) Formuvannia produktyvnosti soi zalezhno vid ahrotekhnichnykh pryiomiv vyroshchuvannia v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho [Soybean productivity formation depending on agro-technical methods of growing in conditions of the Right-Bank Forest-Steppe]. Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy. 3 (73). <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10853>. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.03.014>
 16. Tkalich, I.D., Shepilova, T.P. (2011) Vplyv sposobiv ta strokiv vnesennia mineralnykh dobriv na urozhainist soi [Influence of method and timing of mineral fertilizers application on soybean productivity]. Biuletyn Instytutu zernovoho hospodarstva, 40. 50-53.
 17. Chorna V. M. (2016) Nasinnieva produktyvnist soi zalezhno vid tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho [Seed productivity of soybeans, depending on technological methods of growing in the Right-Bank Forest-Steppe]. Kormy i kormovyrobnytstvo, 82. 69-77.
 18. Patyka V. P. at al. (2017) Gel preparation risofobite for pre-sowing inoculation of soybean seeds. Guidelines; for ed. Academician of the National Academy of Sciences of the Russian Academy of Sciences. Kyiv: Print Kvik, 2017. 16p.
 19. J. Freeborn, D. Holshouser, M. Alley, N. Powel, D. Orcutt (2001) Soybean Yield Response to Reproductive Stage Soil-Applied Nitrogen and Folial-Applied Boron. Agronomy Journal. Vol. 93. № 6. P. 1200-1209.

Vyshnivskiy P. S., Furman O. V. (2020). SOYBEAN PRODUCTIVITY DEPENDING ON ELEMENTS OF GROWING TECHNOLOGY IN THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(1): 13–22. <https://doi.org/10.31548/agr2020.01.013>

Abstract. A significant role in solving the problem of vegetable protein deficiency is playing soybeans, modern high-performance varieties of which, with developing and improving of adaptive components its growing technologies, are able to form consistently high yields of high-quality seeds. Among these components, selection of varieties, clarification of fertilizing doses and seed inoculation in accordance with soil and climatic conditions of a particular region, are of great importance.

The purpose of research was to identify features of soybean productivity formation of different varieties depending on seeds inoculation and doses and timing of mineral fertilizers applica-

tion in conditions of the Right-Bank Forest-Steppe. The experiment was laid during 2013–2015 in conditions of the SERF “Salivonkivske” of the Institute of Bioenergetic Crops and Sugar Beet of NAAS on typical low humus chernozems.

According to the results of research, was established that in conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine the maximum yields studied hybrids formed under condition of combination seed treatment before sowing by phosphonitragin and application of N30P60K60 like the main fertilizer and extra feeding N15 in the budding phase, what allowed to obtain at early-ripening variety Vilshanka 2.91 t/ha and at mid-season variety Suzir’ya – 3.17 t/ha. Compared with the absolute control, the yield increase in these variants by 1.02 and 0.98 t/ha, respectively

Key words: soybean, variety, inoculation, top dressing, fertilizers, productivity

ВПЛИВ СПОСОБУ СІВБИ, НОРМИ ВИСІВУ І РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ АМАРАНТУ ВОЛОТИСТОГО

М. І. ДУДКА, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

Державна установа Інститут зернових культур НААН України,
лабораторія агробіологічних ресурсів кукурудзи і сорго
E-mail: maize-technology@ukr.net

Анотація. У публікації наведено результати досліджень розробки елементів технології вирощування амаранту волотистого (*Amaranthus paniculatus*) в умовах північного Степу України. За вирощування амаранту волотистого на зерно найбільш продуктивними виявилися широкорядні (45 см) посіви з нормою висіву 1,0 кг/га, врожайність зерна становила 1,77 т/га за фактичної густоти стояння рослин 593 тис./га. Застосування повного мінерального удобрення (N90P90K30) забезпечувало підвищення врожайності зерна амаранту волотистого на 0,42 т/га порівняно до контролю (без добрив). За такої дози добрив винос рослинами азоту на формування 1 т зерна становив 20,6 кг, фосфору та калію – відповідно 13,2 і 5,6 кг.

Найвищу врожайність зеленої маси (42,38 т/га), збір кормових одиниць (6,89 т/га) і перетравного протеїну (0,67 т/га) за одноукісного використання посівів отримано за вирощування сумісних агрофітоценозів амаранту волотистого з кукурудзою. У сумі за два укуси (основний і отавний) найвищу врожайність зеленої маси (50,10 т/га), збір кормових одиниць (8,41 т/га) і перетравного протеїну (0,89 т/га) забезпечив сумісний посів амаранту волотистого із сорго-суданковим гібридом.

Ключові слова: амарант волотистий, спосіб сівби, норма висіву, мінеральні добрива, сумісні агрофітоценози, продуктивність

Актуальність.

В умовах глобальної зміни клімату продуктивність традиційних місцевих видів однорічних культур стає все більше нестабільною за роками, виникає потреба в залученні високоадаптивних видів рослин, створенні ефективних моделей агрофітоценозів. Важлива роль між тим належить ін-

тродукції рослин, як основному джерелу збагачення культурного видового різноманіття. У зв'язку з цим, актуальним є пошук нових нетрадиційних високопродуктивних рослин, здатних не лише конкурувати з традиційними сільськогосподарськими культурами, але і значно їх переважати за адаптивністю, стабільністю та іншими господарсько-цінними показниками.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Серед представників світової флори останнім часом у сільському господарстві важливого значення, як інтродуценти, набувають види родини амарантових (Вавилов Н. И., 1987; Гопцій Т. И., Воронков Н. Ф. & Григорьев В. И., 1992).

Вибір оптимальної площі живлення рослин – одне з найбільш важливих питань за вирощування будь-якої сільськогосподарської культури. Від його правильного вирішення залежить не тільки рівень і якість урожаю, але й можливість механізації технологічного процесу та витрати праці на одиницю продукції.

В умовах лівобережного Лісостепу, за даними експериментальних досліджень Т. І. Гопцій (Гопцій Т. І., 1999), на насіння амарант доцільно вирощувати ширококорядно з розміщенням рослин за схемою 45x10 см (220 тис./га) з нормою висіву 0,55 кг/га (0,8 млн/га схожих насінин), а за рядковим способом – за схемою 15 x 20 см (330 тис./га) – 0,8 кг/га (1,16 млн/га схожих насінин). Оптимальною за вирощування амаранту на насіння є доза азоту 60 кг/га д. р. на фоні $P_{60}K_{60}$.

В умовах зрошення південного Степу, за результатами досліджень М. Г. Гусева та Д. П. Войташенка (Гусев М. Г. & Войташенко Д. П., 2006), за вирощування амаранту на зерно кращим виявився ширококорядний спосіб сівби (60 см) за норми висіву насіння 2,25 млн шт./га, водночас було одержано найбільшу урожайність (1,85 т/га) за рівня рентабельності 287,2 %. За внесення на таких посівах дози добрив $N_{90}P_{60}K_{30}$ урожайність зерна підвищилася до 2,54 т/га за рівня рентабельності 309,3 %.

У комплексі ефективних заходів щодо підвищення продуктивності однорічних польових культур, якості корму та одержання сталих урожаїв у літньо-осінній період провідна роль належить широкому впровадженню в сільськогосподарське виробництво економічно доцільних способів їх вирощування, наприклад, у складних агрофітоценозах (Гусев М. Г. та ін., 2007).

Мета дослідження. Вивчити вплив способу сівби та норми висіву, удобрення на урожайність зерна амаранту волотистого, визначити доцільність вирощування культури на зелений корм у сумісних агрофітоценозах за одно- та двоукісного використання посівів.

Матеріали та методи дослідження.

Дослідження проводили в Ерастівській дослідній станції ДУ Інститут зернових культур НААН України (Дніпропетровська область, П'ятихатський район). Ґрунт дослідної ділянки чорнозем звичайний малогумусний. Уміст гумусу в орному шарі (0–30 см) становить 4,0 %, запаси загального азоту – 0,23–0,26 %, рухомого фосфору – 0,11–0,16 %, обмінного калію – майже 2 %.

У польовому досліді (1993 – 1995 рр.), визначали вплив норми висіву та способу сівби амаранту волотистого (*Amaranthus paniculatus*) американського сортозразка R-158 на урожайність зерна. До схеми досліді були включені такі чинники: спосіб сівби (А) – суцільний рядковий (15 см), ширококорядні (45 і 70 см); норма висіву насіння (В) – 0,75 кг/га, 1,0; 1,25 і 1,50 кг/га. Мінеральні добрива дозою $N_{40}P_{40}K_{40}$ вносили під передпосівну культивування.

Запаси вологи на час сходів в 0–100 см шарі ґрунту в роки прове-

дення досліджень змінювались від 111,8 мм (1994 р.) до 137,9 мм (1995 р.). Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за Г. Т. Селяніновим в період вегетації амаранту волотистого від сходів до воскової стиглості зерна в 1993 і 1994 рр. становив відповідно 0,81 і 0,88 (тобто умови недостатнього зволоження), а в 1995 р. – 1,0 (умови помірного зволоження).

Дослідження з вивчення впливу доз мінеральних добрив на зернову продуктивність амаранту волотистого проводили у 2000–2002 рр. У схему досліду були включені варіанти: без добрив (контроль), $N_{60}P_{60}$, $N_{60}K_{30}$, $P_{60}K_{30}$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{30}$ та $N_{90}P_{90}K_{30}$. Сівбу амаранту волотистого персективного сорту Дніпровський 1 здійснювали широкорядним (45 см) способом нормово висіву насіння 1,0 кг/га.

Запаси продуктивної вологи в шарах ґрунту 0–10 і 0–100 см в роки досліджень на час сівби амаранту змінювались в межах від 12,4 до 17,2 мм та від 126,8 (2002 р.) до 165,3 мм (2000 р.) відповідно.

Гідротермічні умови вегетації амаранту впродовж досліджень істотно різнилися. Найбільш сприятливим за зволоженням був 2000 р., гідротермічний коефіцієнт за період сходів – воскова стиглість зерна при цьому дорівнював 1,06. Погодні умови 2001 і 2002 рр. були дещо контрастними, ГТК вегетаційного періоду становили відповідно 0,96 і 0,77.

Ефективність сумісних агрофітоценозів кукурудзи та соргових культур (сорго цукрового та сорго-суданкового гібрида) з амарантом волотистим визначали у 2009–2011 рр. Видовий склад пізніх ярих агрофітоценозів і норми висіву (млн шт./га схожого насіння): кукурудза на зелений корм (0,28), сорго цукрове

(1,0), сорго-суданковий гібрид (1,2), амарант волотистий (0,65). Одновидові та сумісні агрофітоценози сіяли широкорядним (45 см) способом. У сумісних посівах розміщення злакових компонентів і амаранту волотистого на площі здійснювалося у разі чергування рядів 2 : 1 та відповідно в співвідношенні 79,0 + 46,0 % до норм висіву культур в одновидовому посіві, загущення кожного компонента на площі становило 12,5 %. Мінеральний фон – $N_{60}P_{60}K_{60}$. У досліді висівали: середньоранній гібрид кукурудзи Білозірський 295 СВ, сорт сорго цукрового – Силосне 48, сорго-суданковий гібрид Почин 80, амаранту волотистого – сорт Атлант.

Запаси продуктивної вологи в 0–10 і 0–100 см шарах ґрунту під час сівби змінювались від 10,0 (2010 р.) до 14,1 (2011 р.) і від 113,8 (2010 р.) до 148,1 мм (2011 р.), що було достатнім для одержання своєчасних сходів та росту і розвитку рослин на початку вегетації. Кількість атмосферних опадів за першу половину вегетації пізніх ярих агрофітоценозів (період сівби – збирання першого укусу) в роки досліджень варіювала від 86 (2009 р.) до 206 мм (2011 р.) або 72,9–174,8 % від багаторічних показників.

Залишок вологи в 0–100 см шарі ґрунту після збирання основного укусу пізніх ярих агрофітоценозів істотно залежав від видового складу травостою і змінювався за вирощування одновидових посівів, в середньому, від 41,2 (сорго-суданковий гібрид) до 54,8 мм (амарант), а у сумісних посівах – від 58,1 (сорго-суданковий гібрид + амарант) до 65,3 мм (кукурудза + амарант). Поповнення запасів вологи за рахунок атмосферних опадів протягом другої половини вегетації сумісних посівів змінювалось

залежно від погодних умов періоду від 64,8 (2011 р.) до 80,1 мм (2010 р.) або на 71,1–87,9 % від середніх багаторічних показників.

Виробничу перевірку ефективності вирощування сумісних посівів амаранту волотистого з кукурудзою та сорго-суданковим гібридом проводили у 2011–2013 рр. у кормовій сівозміні Ерастівської дослідної станції ДУ ІЗК НААН.

Проведення дослідів здійснювали за методиками проведення досліджень із кормовими культурами (Методика полевого опыта, 1974; Бабич А.О., 1998). Статистичну обробку експериментальних даних проводили за Б. О. Доспеховим (Доспехов Б. А., 1958).

Результати дослідження та їх обговорення.

Найбільшу середню площу листя (відповідно 47,4 і 42,7 тис. м²/га) у період цвітіння сформували суцільний рядковий (15 см) і широкорядний (45 см) посіви амаранту волотистого з нормою висіву насіння 1,25 кг/га, а широкорядні з міжряддями 70 см (35,8 тис. м²/га) – за норми висіву 1,0 кг/га.

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) у період гілкування – цвітіння на суцільних рядкових (15 см) посівах амаранту волотистого, за нормами висіву, становила 4,96 г/м² за добу та була на 5,5–5,8 % більша, ніж на широкорядних із міжряддями 45 і 70 см. У наступний період вегетації (цвітіння – воскова стиглість зерна) середній показник ЧПФ за трьох способів сівби був майже однаковим і становив 0,52–0,49 г/м² за добу.

За середніми даними, серед досліджуваних способів сівби (чинник А) більш ефективним виявився широкорядний (45 см) посів. Порівняно до

суцільного рядкового (15 см) і широкорядного (70 см) посівів урожайність зерна амаранту волотистого була більшою відповідно на 28,9 і 9,9 % (табл. 1).

Серед досліджуваних норм висіву насіння (чинник В) більш ефективною виявилася норма 1,0 кг/га. Урожайність зерна амаранту волотистого між тим була більшою, ніж за норми 0,75 кг/га на 16,0 %, а порівняно до норм висіву 1,25 і 1,50 кг/га – відповідно на 10,1 і 22,6 %.

Найбільш продуктивними виявилися широкорядні (45 см) посіви амаранту волотистого за норми висіву насіння 1,0 кг/га, які за індивідуальної продуктивності 2,98 г/рослину забезпечили урожайність зерна 1,77 т/га за фактичної густоти стояння рослин 593 тис./га.

У польових дослідах (2002 – 2002 рр.) з визначення впливу доз мінеральних добрив на зернову продуктивність амаранту волотистого встановлено, що запаси нітратного азоту в орному шарі ґрунту (0–30 см) у фазі повних сходів рослин на контролі (без мінеральних добрив) становили 11,9 мг/кг ґрунту, за внесення мінеральних добрив дозою N₃₀P₃₀K₃₀ – 14,1 мг/кг, а в разі внесення подвійної та потрійної доз азотно-фосфорних мінеральних добрив (N₆₀P₆₀K₃₀ і N₉₀P₉₀K₃₀) – їхня кількість збільшувалася відповідно до 22,0 і 28,6 мг/кг або в 1,8 і 2,4 раза. У період інтенсивного росту рослин амаранту волотистого (повні сходи – фаза цвітіння) вміст нітратів у ґрунті, залежно від фону мінерального живлення закономірно знижувався – на 28,7–71,7 %.

Уміст рухомого фосфору у фазі повних сходів у середньому для орного шару на контролі становив 129 мг/кг ґрунту. Передпосівне застосування 30–90 кг/га д. р. фосфорних міне-

**1. Густота рослин, індивідуальна продуктивність і урожайність зерна
амаранту волотистого залежно від способу сівби і норми висіву,
1993 – 1995 рр.**

Спосіб сівби (чинник А)	Норма висіву, кг/ га (В)	Густота рослин, го./ м ²	Маса зерна з рослини, г	Уро- жай-ність зерна, т/га	Середнє за чинником	
					А	В
Суцільний ряд- ковий, 15 см	0,75	46,2	2,21	1,02	1,21	1,31
	1,0	61,1	1,98	1,21		1,52
	1,25	76,3	1,80	1,37		1,38
	1,50	86,4	1,42	1,23		1,24
Широкорядний із міжряддями 45 см	0,75	45,1	3,44	1,55	1,56	-
	1,0	59,3	2,98	1,77		-
	1,25	74,4	2,06	1,53		-
	1,50	83,2	1,66	1,38		-
Широкорядний із міжряддями 70 см	0,75	43,9	3,10	1,36	1,32	-
	1,0	53,8	2,92	1,57		-
	1,25	72,5	1,71	1,24		-
	1,50	81,4	1,38	1,12		-
НІР 05, т/га для чинника:		А	-	0,01–0,02	-	-
		В	-	0,02–0,02	-	-
		АВ	-	0,03–0,04	-	-

ральних туків на фоні відповідного азотно-калійного удобрення сприяло підвищенню середнього вмісту доступного для рослин фосфору в 0–30 см шарі ґрунту на 16–50 мг/кг або на 12,4–38,8 %. У період інтенсивного росту рослин амаранту волотистого (повні сходи – цвітіння), вміст рухомого фосфору в орному шарі закономірно зменшувався.

У фазі повних сходів амаранту волотистого вміст обмінного калію в орному шарі ґрунту за природної його родючості (контроль) становив 102 мг/кг ґрунту, під впливом мінеральних добрив вміст його підвищувався лише на 1–3 мг/кг ґрунту. Протягом вегетаційного періоду вміст обмінного калію закономірно знижувався й у фазі повної стиглості зерна дорівнював 90–94 мг/кг ґрунту.

Покращання ґрунтового живлення за вирощування амаранту волотистого сприяло підвищенню вмісту азоту в його зерні на 0,14–0,24 %, фосфору та калію – відповідно на 0,07–0,15 і 0,06 %, водночас винос азоту з ґрунту урожаєм основної та побічної частин продукції збільшувався внаслідок підвищення урожайності як зерна, так і вегетативної маси в 1,4–1,7 раза, а загального фосфору та калію – відповідно в 1,3–1,6 і 1,3–1,5 раза.

Найбільший винос поживних речовин із ґрунту як загальним урожаєм (азоту – 136,8 кг/га, фосфору – 57,7 і калію – 236,9 кг/га), так і урожаєм зерна (азоту – 28,0 кг/га, фосфору та калію – відповідно 18,0 і 7,6 кг/га) відмічено на посівах амаранту волотистого за внесення найбільшої дози мінеральних добрив ($N_{90}P_{90}K_{30}$),

де рослинами культури сформовано найвищий рівень зернової продуктивності. За такої дози добрив винос поживних речовин рослинами на формування 1 т урожаю зерна становив за азотом 20,6 кг, за фосфором та калієм – відповідно 13,2 і 5,6 кг.

За покращання ґрунтового живлення індивідуальна зернова продуктивність рослин підвищувалася на 18,2–45,5 %, водночас виповненість його зерна (маса 1000 зернин) збільшувалася лише на 2,9–4,3 %. Між тим коефіцієнт розмноження рослин на удобрених ділянках підвищувався на 514–1181 порівняно до контрольних рослин і дорівнював 3717–4384.

Дослідженнями встановлено, що отримання високої врожайності зерна амаранту волотистого забезпечує застосування повного мінерального удобрення (табл. 2).

Найбільший вплив на підвищення рівня урожайності зерна, за парного використання здійснювали азотно-фосфорні й азотно-калійні добрива. На ділянках цих варіантів одержано приріст урожайності зерна на 0,33–0,25 т/га (або 35,1–26,6 %) за

найвищої окупності кг д. р. елементів живлення (2,77 –2,75 кг д. р./кг) урожайністю зерна.

Серед елементів мінерального живлення збільшенню врожаю зерна більшою мірою сприяли азотні добрива де приріст врожайності на ділянках цього варіанту від внесення 60 кг/га д. р. азоту (на фоні $P_{30}K_{30}$) дорівнював 0,21 т/га. Між тим окупність кілограма д. р. азоту приростом врожайності зерна була найбільшою і становила 3,5 кг.

Для визначення ефективності сумісних агрофітоценозів кукурудзи та соргових культур (сорго цукрового та сорго-суданкового гібрида) з амарантом волотистим, експериментальні польові дослідження проводили у 2009 – 2011 рр.

Аналіз урожайності пізніх ярих агрофітоценозів показав, що сумісні посіви кукурудзи та соргових культур з амарантом волотистим за умови розміщення компонентів на площі рядками, які чергуються 2 : 1 за одночасного їхнього загущення на 12,5 %, у середньому за роки досліджень, перевищували агрофітоценози як амаранту за урожайністю зеленої маси

2. Урожайність зерна амаранту волотистого та окупність добрив залежно від доз мінерального удобрення, 2000 – 2002 рр.

Доза добрив, кг/га д.р.	Урожайність зерна, т/га	Приріст урожайності зерна, ±		Окупність добрив зерном, кг д. р./кг
		т/га	%	
Без добрив (контроль)	0,94	–	–	–
$N_{60}P_{60}$	1,27	+ 0,33	+ 35,1	2,75
$N_{60}K_{30}$	1,19	+ 0,25	+ 26,6	2,77
$P_{60}K_{30}$	1,12	+ 0,18	+ 19,1	2,00
$N_{30}P_{30}K_{30}$	1,17	+ 0,23	+ 24,5	2,55
$N_{60}P_{60}K_{30}$	1,33	+ 0,39	+ 41,5	2,60
$N_{90}P_{90}K_{30}$	1,36	+ 0,42	+ 44,7	2,00

NP_{05} , т/га

0,03–0,06

(на 24,5–50,2 %) та збором абсолютно сухої речовини (на 29,5–64,8 %), так і посіви кукурудзи (відповідно на 6,9–28,9 і 3,1–31,3 %) (табл. 3).

Найвищу урожайність зеленої маси (42,38 т/га) і збір абсолютно сухої речовини (7,95 т/га) серед сумісних агрофітоценозів у основному укосі сформував посів кукурудзи з амарантом волотистим, який за цими показниками перевищував посіви сорго цукрового та сорго-суданкового гібриду з амарантом відповідно на 9,7–11,0 і 3,9–10,2 %.

Найвищим рівнем урожайності зеленої маси в сумі за два укоси (51,10 т/га) та збором сухої речовини (10,12 т/га) серед сумісних агрофітоценозів, у середньому за роки досліджень, вирізнялися посіви сорго-суданкового гібриду з амарантом волотистим за чергування двох рядків злакової культури, як більш продуктивного компонента, з одним рядком амаранту за загущення кожного з видів рослин на 12,5 % щодо їхніх одновидових посівів.

Зазначимо, що завдяки наявності в зеленому кормі сумісних посівів дольової частки білкового компонента, загальний збір перетравного протеїну в агрофітоценозах із кукурудзою, сорго цукровим і сорго-суданковим гібридом підвищився відповідно на 0,10; 0,07 і 0,14 т/га, а забезпеченість кормової одиниці перетравним протеїном тим часом підвищилася на 22,8; 15,9 і 21,8 % проти одновидових посівів злакових культур.

За даними економіко-енергетичного аналізу вирощування злаково-амарантових посівів встановлено, що серед сумісних агрофітоценозів за одноукісного використання найвищу урожайність зеленої маси (42,4 т/га) і вихід кормових одиниць (6,9 т/га) за найвищих показників рівня рентабельності (155,2 %) і енергетичного коефіцієнта (10,68) сформував посів кукурудзи з амарантом волотистим (табл. 4).

3. Урожайність кормової маси пізніх ярих агрофітоценозів залежно від їх видового складу, 2009–2011 рр.

Видовий склад агрофітоценозу	Урожайність зеленої маси, т/га			Збір абсолютно сухої речовини, т/га		
	основний укіс	отавний укіс	всього за два укоси	основний укіс	отавний укіс	всього за два укоси
Кукурудза	39,65	–	39,65	7,71	–	7,71
Сорго цукрове	34,80	11,0	45,80	6,75	2,03	8,78
Сорго-суданковий гібрид	36,92	13,98	50,90	7,82	2,83	10,65
Амарант	26,30	7,73	34,03	4,78	1,36	6,14
Кукурудза + амарант	42,38	–	42,38	7,95	–	7,95
Сорго цукрове + амарант	37,75	10,98	48,73	7,14	2,02	9,16
Сорго-суданковий гібрид + амарант	38,28	12,82	51,10	7,64	2,48	10,12

НІР095, т/га	2009 р.	0,94	0,43
	2010 р.	1,37	1,11
	2011 р.	0,78	0,68

4. Економіко-енергетична ефективність вирощування пізніх ярих агрофітоценозів, 2009–2011 рр.

Видовий склад агрофітоценозу	Збір з одного гектара, т			Собівартість, грн/т к. од.	Рівень рентабельності, %	Енергетичний коефіцієнт
	суха речовина	кормові одиниці	перетравний протеїн			
Кукурудза	7,71	7,2	0,57	1854	169,7	10,32
Сорго цукрове	8,78	8,2	0,72	1697	194,6	11,71
Сорго-суданковий гібрид	10,65	8,6	0,75	1658	201,6	12,09
Амарант	6,14	4,0	0,63	2815	77,6	11,13
Кукурудза + амарант	7,95	6,9	0,67	1959	155,2	10,68
Сорго цукрове + амарант	9,16	7,7	0,79	1826	173,8	11,85
Сорго-суданковий гібрид + амарант	10,12	8,4	0,89	1699	194,2	12,03

За двоукісного використання сумісних агрофітоценозів найвищу урожайність зеленої маси (48,7–51,1 т/га), вихід кормових одиниць (7,7–8,4 т/га) за найнижчих показників собівартості продукції (1699–1826 грн/т кормових одиниць) та найвищих показників рівня рентабельності виробництва (173,8–194,2 %) і енергетичного коефіцієнта (11,85–12,03) забезпечили сумісні посіви сорго цукрового і сорго-суданкового гібрида з амарантом волотистим.

Результати виробничої перевірки (2012–2013 рр.) підтвердили високу ефективність вирощування сумісних агрофітоценозів кукурудзи і сорго-суданкового гібрида з амарантом волотистим на зеленому кормі в умовах природного зволоження північної частини Степу (табл. 5).таУ середньому за два роки найбільшу врожайність зеленої маси (40,5 т/га) і збір абсолютно сухої речовини (7,70 т/га) за одноукісного використання забезпечили сумісні посіви кукурудзи з амарантом

5. Вплив видового складу на продуктивність одновидових і сумісних пізніх ярих агрофітоценозів у виробничих умовах

Видовий склад агрофітоценозу	Урожайність зеленої маси, т/га			Збір з одного гектара*, т		
	2012 р.	2013 р.	середнє	абсолютно сухої речовини	кормові одиниці	перетравний протеїн
Кукурудза на зелений корм	36,4	39,6	38,0	7,64	6,49	0,51
Кукурудза + амарант	38,5	42,4	40,5	7,70	6,16	0,60
Сорго-суданковий гібрид	45,8	51,4	48,6	10,17	8,25	0,72
Сорго-суданковий гібрид + амарант	43,6	48,8	46,2	8,68	7,97	0,84

Примітка: дані в середньому за 2012–2013 рр.

волотистим, між тим збір перетравного протеїну з одиниці площі в сумісних посівах збільшився в середньому на 17,6 % проти одновидових посівів кукурудзи з одночасним поліпшенням забезпеченості ним кормової одиниці в зеленому кормі на 19 г.

Посіви сорго-суданкового гібрида з амарантом за двохукісного використання поступалися за урожайністю зеленої маси (на 4,9 %), збором абсолютно сухої речовини (на 14,7 %) та виходом кормових одиниць (на 3,4 %) одновидовим посівам злакової культури, проте перевищували її за збором перетравного протеїну (на 16,6 %) з одночасним поліпшенням забезпеченості ним кормової одиниці в зеленому кормі на 18 г.

Висновки і перспективи.

Найбільшу урожайність зерна амаранту волотистого (1,77 т/га) отримано за широкорядного (45 см) способу сівби з нормою висіву насіння 1,0 кг/га. Застосування повного мінерального добрива ($N_{60-90} P_{60-90} K_{30}$) забезпечує підвищення урожайності зерна на 0,39–0,42 т/га.

У сумісних агрофітоценозах з амарантом волотистим за їхнього одноукісного вирощування як компонент необхідно використовувати кукурудзу, а за двохукісного – сорго цукрове та сорго-суданковий гібрид, за сівби застосовувати чергування двох рядків злакової культури з одним рядком амаранту та загушення кожного із видів рослин на 12,5 % проти їхніх одновидових посівів.

References

1. Vavylov, N. Y. (1987). Proyskhozhdennye y heohrafiya kulturnikh rastenyi [Origin and geography of cultivated plants]. Lenynhrad: Nauka. [in Russian]
2. Hoptsyi, T. I., Voronkov, N. F., Hryhorev. V. Y. (1992). Amarant: vozdelivanye, perspektyvi yspolzovanyia [Amaranth: cultivation, prospects of use]. Kharkov: Ukr. NTU. [in Russian]
3. Hoptsyi, T. I. (1999). Amarant: biolohiia, vyroshchuvannia, perspektyvy vykorystannia, selektsiia: monohrafiia [Amaranth: biology, growing, perspectives of use, selection: monograph]. Kharkiv. [in Ukrainian]
4. Gusev, M. H., Voitashenko, D. P. (2006). Prduktivnist amarantu zernovoho napriamku zalezho vid sposobu sivyby ta normy vysyvu. [The grain of the amaranth is productive, depending on the method of sowing and the seeding rate]. Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture, 46, 109–112. [in Ukrainian]
5. Gusev, M. H., Snihovyi, V. S., Kokovikhin, S. V., Sevidov, O. F. (2007) Intensyfikatsiia polovoho kormovyrobnystva na zroshuvanykh zemliakh pivdnia Ukrainy: monohrafiia [Intensification of field fodder production on irrigated lands of southern Ukraine: monograph]. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
6. Izdatel'stvo VNII kormov. (1974). Methods of field experiments with feed crops. Moskva : Izdatel'stvo VNII kormov.
7. Babych A. O. At al. (1998) Methods of conducting experiments on feed production and feeding animals . Kyiv : Ahrarna nauka.
8. Dospekhov, B. A. (1985). Metodika polevogo opita (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy) [Methodology of feld experience (with the basics of statistical processing of research results)] Moscow: Agropromizdat, 351 [in Russian]

Dudka N. I. (2020). INFLUENCE OF THE METHOD OF SOWING, RATE OF SEEDING AND LEVEL OF MINERAL NUTRITION ON PRODUCTIVITY OF LOVE-LIES-BLEEDING. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(1): 23–32. <https://doi.org/10.31548/agr2020.01.005>

Abstract. The publication presents the results of research on the development of elements of the technology of growing of love-lies-bleeding (*Amaranthus paniculatus*) in the conditions of the northern Steppe of Ukraine. At growing of love-lies-bleeding for grain, the most productive were the wide-row (45 cm) sowings with the seeding rate 1,0 kg/ha, the grain yield was 1,77 tons/ha with actual plant density 593 thousand/ha. Application of complete mineral fertilizer (N90P90K30) provided an increase in the yield of love-lies-bleeding 0,42 t/ha compared with the control (without fertilizers). With this dose of fertilizer, the carry-over of nitrogen by plants to form 1 ton of grain was 20,6 kg, and that of phosphorus and potassium was 13,2 and 5,6 kg, respectively. The highest yield of green mass (42,38 t/ha), collection of feed units (6,89 t/ha) and digestible protein (0,67 t/ha) with once cut use of sowing were obtained at companion growing of agrophytocenoses of love-lies-bleeding and maize. In total for two hay cutting (main and late) the highest yield of green mass (50,10 t/ha), the collection of feed units (8,41 t/ha) and digestible protein (0,89 t/ha) provided the companion sowing of love-lies-bleeding with sudan-grass hybrid.

Key words: love-lies-bleeding, method of sowing, seeding rate, mineral fertilizers, companion agrophytocenoses, productivity

ЗМІНА ПОКАЗНИКІВ РОДЮЧОСТІ ТА ЦЕЛЮЛОЗОЛІТИЧНА АКТИВНІСТЬ ҐРУНТУ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ЗЛАКОВИХ ТРАВСТОІВ

У. М. КАРБІВСЬКА

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

ORCID ID: 0000-0002-0540-8887

ДВНЗ «Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника»

вул. Галицька 201, м. Івано-Франківськ, 76000

E-mail: yljakarbivska@ukr.net

Анотація. Висвітлено результати досліджень щодо зміни показників родючості та целюлозної активності ґрунту за вирощування злакових трав залежно від удобрення. Внесення фосфорно-калійних добрив у дозі $P_{60}K_{90}$ суттєво впливало на накопичення сухої кореневої маси лише за поєднаного внесення їх з азотом. На фоні внесення N_{75} приріст кореневої маси збільшився на 0,63 т/га, а на фоні N_{150} – на 0,63 т/га за $HP_{0,5}$ 0,35 т/га. Найбільше кореневої маси нагромаджувалося за внесення мінеральних добрив у дозах $N150P_{60}K_{90}$, а найменше – у варіанті без добрив. Фосфору, у корінні злакового травостою орного шару ґрунту на різних варіантах удобрення накопичувалося у межах від 11 до 17 кг/га, а калію – в межах 50–76 кг/га.

Під дією щорічного внесення на злаковий травостій $N75$ окремо або в поєднанні з внесенням $P60K90$ целюлозна активність ґрунту збільшилася на 4–5 %, а за внесення N_{150} – 6 %.

Ключові слова: удобрення, коріння, ґрунт, злакові трави, поживні речовини, сінокісне використання, целюлозолітична активність, показники родючості

Актуальність.

Для того, щоби зберегти і збільшити родючість ґрунтів, а також підвищити їхню стійкість до несприятливих антропогенних чинників, слід накопичувати органічну речовину в ґрунті. Через різке зменшення поголів'я худоби в господарствах України розв'язати цю проблему внесенням гною практично неможливо. Тому потрібно знайти шляхи для відновлення та утримання на оптимальному рівні родючість ґрунтів завдяки

альтернативним способам накопичення органічної речовини в ґрунті. Одним з основних ресурсів і перспективним напрямом у розв'язанні цієї проблеми може бути вирощування багаторічних трав (Балаєв А. Д. та ін., 2011).

Застосування добрив є одним із найефективніших заходів поліпшення сінокосів. Під його впливом відбуваються спрямовані зміни умов зростання лучних рослин, що призводить до домінування цінних видів злакових трав (Тєбердієв Д. М., Родионова А. В., 2015).

Для визначення доз добрив застосовують різні методи, у тому числі балансово-розрахунковий, економіко-математичний, метод хімічної діагностики, який ґрунтується на даних хімічного аналізу рослин, і метод, який базується на рекомендаціях науково-дослідних установ (Кургак В.Г., 2010). Головним критерієм визначення доз добрив для сіножатей і пасовищ, за використання будь-якого методу є дані дослідів: вони ж взяті за основу під час розроблення рекомендацій внесення добрив. Для орієнтовного визначення доз азоту запропоновано користуватися розрахунковим шляхом, зважаючи на середні можливості трав, ефективно використовувати 2,5 кг N за добу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Однією з основних проблем сьогодення є відтворення родючості ґрунтів, зокрема дослідження поживного режиму. Це пов'язано з необхідністю систематичного підвищення ефективної родючості ґрунтів, урожайності сільськогосподарських культур і якості отриманої продукції. Агрохімічним властивостям ґрунтів належить провідна роль у створенні оптимальних умов росту та розвитку сільськогосподарських культур та стабілізації екологічного стану агроландшафтів.

Під час вирощування сільськогосподарських культур до ґрунту надходить значна частина рослинних решток, основною складовою яких є целюлоза. Уміст її у рослинах знаходиться в межах 45 – 80%. В орному шарі її кількість складає 5 % і є великим резервом ґрунтової родючості. Целюлозоруйнівні мікроорганізми здійснюють розклад рослинних решток,

виділяючи при цьому в середовище окислювальні ферменти, які володіють властивістю синтезувати гумусові речовини із продуктів розкладу цих решток (Шикіула М.К. та ін., 2002).

Особливості дерново-підзолистого ґрунту, що характеризується кислою реакцією ґрунтового розчину, відносною бідністю на поживні елементи й органічну речовину, наявністю інертного підзолистого горизонту, а також промивного режиму, визначають і невисокий рівень його біологічної активності. Проте окультурення ґрунту змінює властивості та умови існування мікроорганізмів унаслідок збагачення необхідними для мікрофлори мінеральними елементами та органічними сполуками (Повх О.В., Мерленко І.М., 2013).

З огляду на те, що здебільшого ґрунтів Передкарпаття має низький уміст поживних речовин, для одержання високих і сталих врожаїв потрібно щороку поповнювати їхні запаси фосфором, калієм та інших елементами, але основним лімітувальним чинником є забезпеченість азотом (Ярмолюк М. Т. та ін., 2010).

Для лучних агрофітоценозів характерною є добре розвинена коренева система – гарант успішної довголітньої експлуатації як за сінокошення, так і за випасання. Така дернина високоефективно використовує добрива, протистоїть виродженню, формує велику кількість як надземної, так і підземної маси, запобігає ерозії ґрунтів на схилах. З підвищенням доз азотних добрив протиерозійна стійкість лучних травостоїв збільшується (Кургак В.Г., Лук'янець О.П., 2004; Кургак В. Г., Товстошкур В. М., 2010). На початку кожного вегетаційного періоду коріння злаків росте швидше, ніж бобових, і тому

злаки краще реагують на внесення добрив ранньою весною. Дія добрив знижується, коли погіршуються умови зволоження (Кургак В. Г., Товстошкур В. М., 2010). Багато дослідників виявили, що основна маса коріння (80–90 %) перебуває у верхньому шарі (0–10 см) ґрунту та різко зменшується у його профілі. Найкраще вона розвивається у разі достатнього зволоження ґрунту, а в посушливих умовах кореневих залишків удвічі менше (Оліфірович В. О. та ін., 2018, Ярмолук М. Т. та ін., 2013).

Рациональне застосування добрив біологічного та хімічного походження сприяє трансформації поживних речовин у ґрунті, активізації ростових процесів у рослинах, підвищенню біологічної активності мікрофлори ґрунту, а головне, - збільшує продуктивність сільськогосподарських культур (Велкленко Ю.А., Підпалій І.Ф., 2015).

Мета досліджень – визначити вплив злакового травостою та удобрення на целюлозолітичну активність та показники родючості дерново-підзолистого ґрунту.

Матеріали і методи дослідження.

Експериментальні дослідження проводили впродовж 2017–2019 рр. на дослідному полі кафедри агрохімії і ґрунтознавства дендрологічного парку «Дружба» ДВНЗ «Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника» GPS прив'язка: широта 48°56'55", довгота – 24°41'35". Дослідження виконували за методикою Інституту кормів НААН (Бабич А. О., 1994).

Облік урожаю проводили шляхом скошування та зважування зеленої маси з облікової площі. Урожайні дані обробляли дисперсійним мето-

дом (Доспехов, 1985). Перерахунок на абсолютно суху масу проводили за висушування пробного снопа вагою 0,5 кг зеленої маси за температури 105 °С до постійної ваги. Нагромадження кореневої маси визначали після відбору ґрунтових проб стаканом розміром 516,9 см³ на глибині 0–20 см у чотирикратному повторенні з наступним відмиванням на ситах діаметром 0,25 мм і зважуванням у повітряно-сухому стані. Дослідження загальної біологічної активності проводили методом Мішустіна, Вострова й Петрової (за інтенсивністю розкладання целюлозолітичної активності ґрунту використовували шкалу, запропоновану Д.В.Звягінцевим: 10 % – дуже слабка, 10-30 – слабка, 30–50 – середня, 50–80 – сильна, понад 80 % – дуже сильна).

Лабораторні дослідження проводили в сертифікованій та акредитованій агрохімічній лабораторії кафедри агрохімії і ґрунтознавства ДВНЗ «Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника». Зразки ґрунту відбирали перед закладанням досліду та після трьохрічного вирощування трав. Визначали такі показники: вміст загального гумусу – за Тюрінім, рН сол. – потенціометрично на іономірі, лужногідролізований азот – за Корнфілдом, рухомий фосфор та рухомий калій за Кірсановим.

Схема досліду включала наступні чинники: чинник А – види трав та норми висіву їхнього насіння, кг/га: костриця лучна, 8 + стоколос безостий, 12 + тимофіївка лучна, 12; чинник В – удобрення: 1. Контроль (без добрив); 2. P₆₀; 3. K₉₀; 4. P₆₀K₉₀; 5. N₇₅; 6. N₇₅P₆₀K₉₀; 7. N₁₅₀; 8. N₁₅₀P₆₀K₉₀. Площа посівної ділянки – 15 м², облікової – 10 м², повторність досліду чотириразова, попередник гречка.

Фосфорно-калійні добрива вносили щорічно поверхнево рано навесні, а азотні – у три прийоми N_{25} та N_{150} навесні по мерзлоталому ґрунті та після першого і другого укосів. У досліді використовували наступні види добрив: азотні – аміачна селітра (34 %), калійні – калімагнезія (26 %), фосфорні – простий суперфосфат (18,7 %).

Безпокривну сівбу суміші злакових трав із тимофіївки лучної, стоколосу безостого та костриці лучної провели влітку 2016 року. Використання травостоїв триукісне. Перший укіс проводили у фазі колосіння злаків, отав – через 30-35 днів після попереднього укосу.

Ґрунт дослідного поля – дерново-підзолистий поверхнево оглеєний на алювіально-делювіальних відкладах. Реакція ґрунтового розчину сильноокисла (рН – 4,6). Вміст гумусу в шарі 0-20 см – 2,1 %. Рухомих форм елементів живлення в орному шарі ґрунту в середньому містилося: рухомого фосфору (67,3 мг/кг ґрунту) та калію (96,8 мг/кг ґрунту).

Погодно-кліматичні умови в роки проведення досліджень дещо відрізнялися від середньобагаторічних показників як за кількістю опадів, так і за значеннями середньодобових температур. Так середньодобова температура повітря протягом вегетаційного періоду перевищувала середньо багаторічне значення (15,3 °C) на 0,8 °C. Водночас кількість опадів понад норму (462 мм) було відзначено лише у 2016 році – на 91,6 мм, що позитивно вплинуло на формування врожаю злакової травосумішки в рік посіву. У 2018 році сума опадів була недостатньою на 93,6 мм менше середньо багаторічного значення, що негативно впливало на відростання трав в отавах.

Результати дослідження та їх обговорення.

Аналіз результатів наших досліджень, проведених упродовж 2017 – 2019 рр. з вивчення доз і співвідношень NPK мінеральних добрив на продуктивність показав, що на сіяному злаковому травостої (тимофіївка лучна, стоколос безостий і костриця лучна) найбільш діючим мінеральним поживним елементом виявився азот (табл. 1).

Визначено, що за внесення азоту в дозі N_{75} з розподілом під кожний із трьох укосів по 25 кг.д.р. на різних фонах фосфорно-калійних добрив, продуктивність злакового травостою в середньому зросла від 2,53-3,47 т/га до 5,35-6,53 т/га сухої маси, а за внесення $N_{150(50+50+50)}$ – відповідно до 7,46-8,80 т/га. Отже, найвищу продуктивність трав'яного корму одержано за внесення N_{150} .

Вивчення зміни показників родючості дерново-підзолистого ґрунту показало, що багаторічний злаковий травостій за різних доз і співвідношень N, P, K нагромаджував сухої кореневої маси в межах від 5,21 до 8,07 т/га (табл. 2).

Поміж поживних елементів, як і на продуктивність надземної біомаси, найбільш діючим на нагромадження кореневої маси був азот. Але дія різних його доз була не однаковою. За внесення N_{75} окремо або в поєднанні з внесенням $P_{60}K_{90}$ накопичення сухої кореневої маси збільшилося від 5,21 – 5,45 до 7,32 – 7,95 т/га з приростом на 1 кг азоту 28 – 33 кг сухої маси коріння. За внесення N_{150} окремо або в поєднанні з внесенням $P_{60}K_{90}$ накопичення сухої кореневої маси збільшилося до 7,39 – 8,07 т/га сухої маси коріння. За внесення N_{150} у порівнянні з дозою N_{75} збільшення накопичення

1. Вплив доз і співвідношень NPK добрив на продуктивність злакового травостою

Дози добрив	Суха маса за роками, т/га			Суха маса, т/га, середнє за 2017-2019 рр.
	2017	2018	2019	
Без добрив	2,71	2,57	2,30	2,53
P ₆₀	2,96	2,77	2,70	2,81
K ₉₀	3,14	2,90	2,82	2,95
P ₃₀ K ₄₅	3,35	3,09	2,94	3,13
P ₆₀ K ₉₀	3,78	3,38	3,24	3,47
N ₇₅	5,57	5,34	5,13	5,35
N ₇₅ P ₆₀	6,19	5,61	5,49	5,76
N ₇₅ K ₉₀	6,31	5,59	5,53	5,81
N ₇₅ P ₃₀ K ₄₅	6,48	6,03	5,89	6,13
N ₇₅ P ₆₀ K ₉₀	6,78	6,55	6,25	6,53
N ₁₅₀	8,13	7,19	7,06	7,46
N ₁₅₀ P ₆₀	8,66	7,81	7,59	8,02
N ₁₅₀ K ₉₀	8,75	8,09	7,76	8,20
N ₁₅₀ P ₃₀ K ₄₅	9,08	8,34	8,07	8,50
N ₁₅₀ P ₆₀ K ₉₀	9,28	8,75	8,38	8,80
НІР _{0,5} т/га	0,44	0,38	0,33	0,38

сухої кореневої маси було не істотним. Внесення фосфорних і калійних добрив у дозі P₆₀K₉₀ суттєво впливало на накопичення сухої кореневої маси лише за поєданого внесення їх з азотом. У цьому разі на фоні внесення N₇₅ приріст кореневої маси збільшився на 0,63 т/га, а фоні N₁₅₀ – на 0,63 т/га за НІР_{0,5} 0,35 т/га. Найбільше кореневої маси нагромаджувалося за внесення мінеральних добрив у дозах N₁₅₀P₆₀K₉₀, а найменше – у варіанті без добрив.

Співвідношення надземної маси до маси коренів, як коефіцієнт продуктивної дії коренів сіяного злакового травостою із суміші трав залежно від доз і співвідношень N, P, K у наших дослідженнях коливалось у межах 0,49 – 1,09.

Поміж поживних елементів на коефіцієнт продуктивної дії коріння

найбільше впливав азот. За внесення N₇₅ окремо або в поєднанні з внесенням P₆₀K₉₀ коефіцієнт продуктивної дії коріння збільшився від 0,49 – 0,52 до 0,73 – 0,82, а за внесення N₁₅₀ у поєднанні з внесенням P₆₀K₉₀ – до 1,01 – 1,09 або у 2,1 рази.

Під час аналізу накопичення основних поживних елементів у сухій кореневій масі шару ґрунту 0 – 20 см сіяного злакового травостою із суміші трав залежно від доз та співвідношень N, P, K встановлено, що вміст азоту в ній коливався в межах 1,06 – 1,40 % (табл. 3). За внесення N₇₅ окремо або в поєднанні з внесенням P₆₀K₉₀ концентрація азоту в сухому корінні збільшилася від 1,06 – 1,07 до 1,23 – 1,24, а за внесення N₁₅₀ у поєднанні з внесенням фосфорно-калійних добрив – до 1,38 – 1,40.

2. Накопичення кореневої маси злаковим травостоєм залежно від удобрення у шарі ґрунту 0-20 см (середнє за 2017 – 2019 рр.)

Удобрєння	Суша надземна маса, т/га	Суша коренева маса, т/га	Співвідношення надземної маси до маси коренів
Без добрив	2,53	5,21	1 : 0,49
P ₆₀	2,81	5,45	1 : 0,52
K ₉₀	2,95	5,58	1 : 0,53
P ₆₀ K ₉₀	3,47	5,47	1 : 0,63
N ₇₅	5,35	7,32	1 : 0,73
N ₇₅ P ₆₀ K ₉₀	6,53	7,95	1 : 0,82
N ₁₅₀	7,46	7,39	1 : 1,01
N ₁₅₀ P ₆₀ K ₉₀	8,80	8,07	1 : 1,09
НІР _{0,5}	0,38	0,35	

Уміст фосфору в сухому корінні коливався в межах 0,19–0,24 %, а калію – 0,92–1,03 %. Внесення азотних добрив призводило до несуттєвого зменшення вмісту цих елементів у корінні, тоді як внесення фосфору та калію в дозі P₆₀K₉₀ на безазотному фоні призводило до збільшення вмісту цих елементів у сухому корінні, відповідно на 2 і 7 %.

Аналіз показників накопичення в сухому корінні злакового травостою азоту показав, що його на 1 га шарі

ґрунту 0-20 см нагромаджувалося у межах 55–111 кг/га. Найбільше на накопичення в кореневій масі азоту впливали азотні добрива. За внесення N₇₅ окремо або в поєднанні з внесенням P₆₀K₉₀ нагромадження азоту в корінні збільшилося від 55-58 до 91–98 кг/га або в 1,7 раза, а за внесення N₁₅₀ у поєднанні з внесенням P₆₀K₉₀ – до 103–111 кг/га., що зумовлено як збільшенням нагромадження кореневої маси, так і збільшенням кон-

3. Накопичення основних поживних елементів у кореневій масі злакового травостою залежно від удобрення у орному шарі ґрунту (середнє за 2017 – 2019 рр.)

Удобрєння	Вміст у коренях, % в сухій масі			Накопичення у коренях, кг/га		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без добрив	1,06	0,22	0,96	55	11	50
P ₆₀	1,07	0,24	0,95	58	13	52
K ₉₀	1,06	0,21	1,03	59	12	57
P ₆₀ K ₉₀	1,06	0,23	0,98	58	13	54
N ₇₅	1,24	0,21	0,94	91	15	69
N ₇₅ P ₆₀ K ₉₀	1,23	0,22	0,95	98	17	76
N ₁₅₀	1,40	0,19	0,92	103	14	70
N ₁₅₀ P ₆₀ K ₉₀	1,38	0,21	0,94	111	17	76
НІР _{0,5}	0,04	0,01	0,02			

центрації азоту в корінні. Внесення фосфорних і калійних добрив також збільшувало накопичення в корінні азоту на 3 – 8 кг/га.

Фосфору в орному шарі ґрунту на різних варіантах удобрення накопичувалось у межах від 11 до 17 кг/га, а калію – 50 – 76 кг/га. Найбільше фосфору та калію накопичувалося за внесення $N_{75}P_{60}K_{90}$ і $N_{150}P_{60}K_{90}$ з показниками відповідно 17 і 76 кг/га. Внесення фосфорно-калійних добрив збільшувало накопичення цих елементів у корінні відповідно на 2 – 3 та 4 – 7 кг/га.

Зміна показників фізико-хімічних і агрохімічних властивостей ґрунту під злаковим травостоєм залежно від доз та співвідношень N, P, K у орному шарі дерново-підзолистого кислого ґрунту за період із 2017 до 2019 року наведено в таблиці 4.

На варіантах без внесення азоту спостерігалася тенденція до зменшення вмісту рухомого азоту в ґрунті на 0,3-0,8 %. Тим часом як внесення азоту в дозах N_{75} та N_{150} сприяло збільшенню його в ґрунті на 3,1 – 4,2 % за НІР_{0,5} 2,7 %.

За щорічного внесення P_{60} окремо або в поєднанні з калійними добривами

у варіантах без внесення азоту відбулося збільшення вмісту рухомого фосфору на 4,6 – 9,5 мг/кг за НІР_{0,5} – 4,2 мг/кг. На варіантах із внесенням азоту за внесення P_{60} спостерігалася лише тенденція до збільшення в ґрунті фосфору.

За щорічного внесення K_{90} окремо або з фосфорними добривами у варіантах без внесення азоту відбулося несуттєве збільшення рухомого калію. У варіантах без внесення калію відбулося суттєве зменшення вмісту його в ґрунті, що зумовлено значними виносом калію з урожаєм.

Аналіз результатів досліджень із визначення целюлозолітичної активності ґрунту під злаковим травостоєм залежно від добрив у орному шарі дерново-підзолистого ґрунту протягом 2017 – 2019 рр. показали, що в найбільшій мірі на активність впливало щорічне внесення азоту добрив (табл. 5).

Під дією щорічного внесення на злаковий травостій N_{75} окремо та в поєднанні з внесенням $P_{60}K_{90}$ целюлозолітична активність ґрунту збільшилася на 4 – 5 %, а за внесення N_{150} – 6 %. Аналогічна закономірність спостерігалась і за роками досліджень.

4. Зміна показників агрохімічних властивостей ґрунту під злаковим травостоєм залежно від доз добрив у шарі ґрунту 0-20 см

Удобреньня	N за Корнфілдом, мг/кг		P ₂ O ₅ за Кірсановим, мг/кг		K ₂ O за Кірсановим, мг/кг	
	2017 р.	2019 р.	2017 р.	2019 р.	2017 р.	2019 р.
Без добрив	53,6	53,2	67,3	67,1	97,2	95,1
P_{60}	53,2	52,6	68,2	77,7	97,3	95,3
K_{90}	54,7	53,4	67,4	66,9	94,1	98,2
$P_{60}K_{90}$	53,5	52,3	67,2	68,8	97,0	99,1
N_{75}	52,7	55,9	67,3	63,0	93,6	87,5
$N_{75}P_{60}K_{90}$	53,5	56,6	66,3	67,5	96,8	90,6
N_{150}	54,6	58,8	66,5	60,3	95,5	85,9
$N_{150}P_{60}K_{90}$	53,7	57,9	67,6	68,1	96,7	92,7
НІР _{0,5}	2,7		4,2		4,8	

5. Целюлозолітична активність ґрунту під злаковим травостоєм залежно від доз добрив у шарі ґрунту 0-20 см, %

Удобрення	Роки користування			Середнє
	2017	2018	2019	
Без добрив	10	11	11	11
P ₆₀	11	11	12	11
K ₉₀	11	12	12	12
P ₆₀ K ₉₀	11	12	12	12
N ₇₅	14	15	15	15
N ₇₅ P ₆₀ K ₉₀	14	15	15	15
N ₁₅₀	16	17	17	17
N ₁₅₀ P ₆₀ K ₉₀	17	18	18	18
НІР _{0,5}	2	1	2	2

Висновки та перспективи.

Застосування азотних добрив на злаковому травостої в дозах N₇₅ та N₁₅₀ сприяло збільшенню азоту в ґрунті на 3,1 – 4,2 % за НІР_{0,5} 2,7 %. Без внесення азоту в сухому корінні багаторічних злакових травостоїв міститься 0,89 – 1,07 % азоту, 0,21 – 0,24 % фосфору і 0,95 – 1,03 % калію, а нагромаджується на 1 га цих елементів відповідно – 57 – 59 кг, 12 – 18 і 50 – 70 кг.

У разі збільшення дози азоту на злаковому травостої до N₁₅₀ у порівнянні з N₇₅ збільшується коефіцієнт продуктивної дії коріння – в 1,4 рази, а вміст азоту в сухому корінні – на 0,15 – 0,16 %. Уміст фосфору та калію в сухому корінні збільшується в порівнянні з варіантом без внесення добрив відповідно на 0,02 % за внесення P₆₀, та на 0,07% – за внесення K₉₀.

Під дією щорічного внесення на злаковий травостій N₇₅ окремо та в поєднанні з внесенням P₆₀K₉₀ целюлозолітична активність ґрунту збільшилася на 4 – 5 %, а за внесення N₁₅₀ – 6 %.

Вважаємо за необхідне застосувати мінеральні добрива під злакові

травостої, які підвищують целюлозну активність ґрунту та нагромадження органічної речовини в ньому.

References

1. Ahroekolohichne obgruntuvannya adaptivnykh resursooshchadnykh tekhnologii stvorennia ta vykorystannia bahatorichnykh kormovykh ahrofitotsenziv / Yu. A. Veklenko ta in. Visnyk ahrarnoi nauky. 2013. Spets. vyp. S.78–83.
2. Babych A.O. Metodyka provedennia doslidiv z kormo vyrobnytstva ta hodivli tvaryn. Kyiv, 1994. 80 s.
3. Balaiev A.D., Kovalchuk O.P., Doroshkevych N.F.(2011). Zmina vmistu ta zapasiv humusu v siromu lisovomu ґрунті за zastosuvannia riznykh syderalnykh kultur yak zelenoho dobryva. Kormy i kormovyrobnytstvo. Vyp.70. S.106–110.
4. Veklenko Yu.A., Korniiichuk O.V., Kovtun K.P. Ta In.. (2013). Suchasni systemy vedennia lukopasovyshchnoho hospodarstva v Ukraini. / [Modern Pasture Management Systems in Ukraine]. Kiev: Ahrarna nauka, 32 s.
5. Dospekhov B.A. Metodyka polevoho opyta (s osnovamy statystycheskoi obrabotky

- rezultatov yssledovanyi). Yzd.5-e. dop. y pererab. Moskva, 1985. 351 s.
- Ekobiologichni y ahrotekhnichni osnovy stvorennia ta vykorystannia travianystykh fitotsenoziv / M.T.Iarmoliuk ta in. Lviv: PAIS, 2010. 232 s.
 - Kurhak V. H., Lukianets O.P. (2004). Vplyv typu travostoiu, system udobrennia ta vykorystannia na produktyvnist sukhodilnykh luchnykh uhid pivnichnoho Lisostepu Ukrainy. / [Influence of grass type, fertilizer systems and utilization on the productivity of land meadows of the northern Forest-Steppe of Ukraine]. Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho derzhavnogo ahrarnoho universytetu. Vyp. 17. S.9–15.
 - Kurhak V. H., Tovstoshkur V. M. (2010). Vplyv vydovoho skladu ta udobrennia bahatorichnykh travostoiv na pokaznyky rodiuchosti gruntiv. Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva UAAN». Vyp. 3/4. S. 15–25.
 - Kurhak V. H. (2010). Luchni ahrofitosenozy./[Meadow agrophytocoenoses]. Kiev. DIA, 370 p.
 - Olifirovych V.O., Osadchuk V.D., Chynchuk O.S., Kravchenko V.S. (2018). Nahromadzhennia korenevoi masy bobovo-zlakovoho travostoiu zalezno vid skladu travosumishky ta udobrennia. [The accumulation of root mass of legumes and grasses depending on the composition of the grass mix and fertilizer]. Visnyk ahrarnoi nauky. Vyp.11.S.201–208.
 - Povkh O.V., Merlenko I.M. Stan mikrobiotsenozu dernovo-pidzolystoho supishchanoho hruntu pid vplyvom orhanichnykh dobryv ta mikrobiologichnykh preparativ. Visnyk Sumskoho natsionalnogo ahrarnoho universytetu. 2013. Vyp. 3. S.61–64.
 - Teberdyev D. M., Rodyonova A. V. (2015). Efektyvnost udobrenni na dolholetnem senokose. Kormoproizvodstvo. № 10. S. 3–7.
 - Yarmoliuk M.T. Sedilo H.M. Konyk H.S. ta in. (2013). Ahroekobiologichni osnovy stvorennia ta vykorystannia luchnykh fitotsenoziv. / [Agroecobiological bases of creation and use of meadow phytocoenoses: monogr]. Lviv: SPOLOM, 304 p.

Karbivska U. M. (2020). CHANGE OF INDEXES OF FERTILITY AND CELLULOSE ACTIVITY OF SOIL FOR GROWING OF CEREAL TRAVOSTOEB DEPENDING ON A FERTILIZER . PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(1): 33–41.

<https://doi.org/10.31548/agr2020.01.033>

Abstract. The results of researches are reflected in relation to the change of indexes of fertility and cellulose activity of soil for till of cereal herbares depending on a fertilizer. Bringing of phosphoric - of potassium fertilizers in the dose of $P_{60}K_{90}$ substantially influenced on the accumulation of dry root mass only at the united bringing them with nitrogen. On a background bringing of N_{75} the increase of root mass increased on 0,63 t/ha, and on a background N_{150} - on 0,63 t/ha.

Change of indexes of fertility and cellulose activity of soil for growing of cereal *mpaobocmoeb* depending on Most root mass accumulated for bringing of mineral fertilizers in the doses of $N_{150}P_{60}K_{90}$ and least - in a variant without fertilizers. To phosphorus, in the roots of cereal *mpaobocmoeb* in a top-soil on the different variants of fertilizer from 11 to 17 kg/ha accumulated in limits and, and to potassium - within the limits of 50 - 76 kg/ha.

Under operating of the annual bringing on cereal *mpaobocmoeb* of N_{75} separately or in combination with bringing of $P_{60}K_{90}$ cellulose activity of soil increased on 4 - 5 for bringing of N_{150} - 6%.

Keywords: fertilizer, root, soil, cereal herbares, nutritives, haying use, cellulose activity, indexes of fertility

ВПЛИВ ПОЗАКОРЕНЕВОГО УДОБРЕННЯ МІКРОЕЛЕМЕНТАМИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЖЕНЬШЕНЮ В УМОВАХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

С. Ю. БУЛИГІН, доктор сільськогосподарських наук,
професор, академік НААН

С. В. ВІТВИЦЬКИЙ, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Л. І. КУЧЕР, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Р. П. БОГДАНОВИЧ, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

О. Г. ЖУК, кандидат сільськогосподарських наук (Боярська ЛДС)
Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: lora_kucher@ukr.net

orcid.org/0000-0002-7211-693X

Анотація. У статті висвітлений стан проблеми з інтродукцією женьшеню в зоні Полісся України. Головною метою було вивчення впливу мікродобрив “Реаком” (Zn, Cu, B, Mo, Co) у дозі 2,5 л/га та 5 л/га на ріст надземної частини та коренів трирічних сіянців і шестирічних саджанців женьшеню, уміст макро- і мікроелементів у листках рослин, продуктивність плодonoшення шестирічних рослин в умовах Полісся України. Дослідження проводили на території Боярської ЛДС на дерново-підзолистому легкосуглинковому ґрунті на флювіогляціальних пісках, які підстилаються мореною.

Застосування в позакореневе підживлення рослин женьшеню мікродобрив “Реаком” сприяло підвищенню продуктивності плодonoшення і збільшенню маси коренів на 25-35 %, фітохімічні показники яких відповідали вимогам тимчасової фармакопейної статті 42У-163/160/37-536-97 і були віднесені до розряду товарних. Найбільший вихід трирічних коренів женьшеню зафіксовано за максимальної дози позакореневого удобрення “Реаком” для садово-городніх культур, але найбільшу масу вони мали за обприскування “Реаком” для женьшеню №1 в дозі 5 л/га. Шестирічні корені женьшеню формували максимальну продуктивність і вихід коренів за меншої дози “Реаком” для женьшеню №2.

Ключові слова: ґрунт, продуктивність, плодonoшення, женьшень, позакореневе підживлення, мікроелементи, Реаком

Актуальність.

Однією із причин відмови від вирощування рослин женьшеню є його специфічні вимоги до кліматичних та ґрунтових умов. Найбільше його вирощують Південна Корея – 27480 т, Китай – 44749 т, США -1054 т, Канада – 6486 т, що складає приблизно 99 % світового виробництва женьшеню. Україна імпортує цієї сировини на 106 тис. доларів США (In-Ho Baeg, Seung-Ho So, 2013), що вказує на високу потребу в цій сировині.

Під час вирощування женьшеню велику увагу надають вивченню фізико-хімічних і агрохімічних показників ґрунту (Joseph P. Hou, 2019; In-Ho Baeg, Seung-Ho So, 2013), але недостатньо вивчено вплив мікроелементів на ріст і урожайність женьшеню на бідних за родючістю ґрунтах із низьким вмістом мікроелементів.

Мікроелементи мають важливе значення в живленні женьшеню, попри їхню низьку концентрацію в ґрунті, порівняно з макроелементами. Отже, динамічний діапазон оптимальних концентрацій мікроелементів є досить вузьким, і вимагає жорсткого регулювання, для забезпечення вимог рослин у різних умовах навколишнього середовища (Hyun-O Jin, Ung-Jin Kim, Deok-Chun Yang, 2009).

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Женьшень звичайний (*Panax ginseng*) – багаторічна трав'яниста рослина родини аралієвих (*Araliaceae*) з потужним стрижневим м'ясистим коренем, який широко застосовують у фармакології. Як лікарська рослина женьшень відомий у народній медицині понад 4000 років (Бунцевич

Л. Л., 2014). Його препарати тонізують серцево-судинну систему, ендокринні залози – гіпоталамо-гіпофізарно-наднирникову систему, сприяють виробленню необхідного рівня гормонів, стимулюють обмін речовин, особливо жирів, посилюють оксидативні процеси, регулюють обмін вуглеводів, збільшуючи синтез глікогену та знижують вміст глюкози в крові, проявляють знеболювальну дію (Брехман І. І., 1957, 1974; Муравьева Д. А., 1989; Hyun-O Jin, Ung-Jin Kim, Deok-Chun Yang, 2009). Препарати женьшеню входять у комплекс засобів, що застосовуються під час лікування променевої хвороби (Маянский Г. М., 1963).

Комплексне вивчення листків женьшеню, як цінної лікарської сировини, здійснюється з 1985 року (Грушвицкий І.В., 1987). Листки женьшеню, крім специфічних для них речовин, містять ті ж глікозиди, що й корені, але в більшій кількості, особливо наприкінці вегетації. Настоянка з листя женьшеню прискорює загоювання ран (Барнаулов О. Д., 1983; Дардымов І. В., 1974; Молоковський Д. С., 1984).

У природних умовах женьшень в Україні не росте. Для його успішного культивування необхідне суворе дотримання агротехніки в поєднанні із заходами захисту рослин від хвороб і шкідників (Joseph P. Hou., 2019).

Розповсюдженню грибкових, вірусних і бактеріальних хвороб женьшеню сприяє ряд чинників: вирощування без доступу прямого сонячного світла впродовж декількох років, перезволоження ґрунту та повітря, слабка аерація ґрунту, загущеність рослин у посадках (Латышева Т. А., 1981; Joseph P. Hou., 2019).

Розвивається корінь женьшеню досить повільно (Фатеев А. І., 2004).

За п'ять років культивування коренів, їхня вага в Корей досягає в середньому 20-40 г, у Тебердинському заповіднику – 30-40 г.

Мікроелементи в живленні рослин дозволяють більш повноцінно використовувати воду, світло та первинні елементи живлення (азот, фосфор, калій), що і собі зумовлює до підвищення кількісних та якісних характеристик урожайності. Мікроелементи сприяють кращому відновленню тканин та відчутно зменшують ризик ураження рослин хворобами, підвищуючи їхню стійкість, прискорюють розвиток рослин і дозрівання насіння (Бунцевич Л. Л., 2014; Фатеев А. И., 2004; Hyun-O Jin, Ung-Jin Kim. Deok-Chun Yang, 2009).

У вигляді неорганічних солей, мікроелементи позитивно діють на рослини лише на кислих ґрунтах, а найбільш ефективні вони у формі комплексонатів (хелатів) металів. Перші партії різних композицій мікродобрив на основі комплексонатів металів в Україні були виготовлені в науково-виробничому центрі “Реаком” у м. Дніпрі (Фатеев А. І., Булигін С. Ю., 2001).

Метою роботи було вивчення дії мікродобрив “Реаком” на ріст надземної частини та коренів трирічних сіянців і шестирічних саджанців женьшеню, уміст макро- і мікроелементів у листках рослин, продуктивність плодоношення шестирічних рослин, фітохімічні показники сіянців і саджанців женьшеню в умовах Полісся України.

Матеріали та методи досліджень.

Дослідження проводили на території Боярської ЛДС, яка розташована у Південній частині Українського

Полісся та перебуває на межі із лісостеповою зоною. Клімат характеризується високою кількістю опадів та порівняно високими середньорічними температурами. Ґрунт дерново-підзолистий легкосуглинковий на флювіогляціальних пісках, що підстилаються мореною.

Ґрунт дослідної ділянки має такі характеристики: рН сольовий – 5,4, гідролітична кислотність – 3,79 мг-екв/100 г ґрунту, вміст гумусу – 1,95 %, уміст обмінних катіонів кальцію – 13,6 мг-екв/100 г ґрунту, обмінних катіонів магнію – 3,3 мг-екв/100 г ґрунту, азоту сполук, що легко гідролізуються – 26,6 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору – 177мг/кг ґрунту, обмінного калію – 72 мг/кг ґрунту. Уміст рухомих мікроелементів складав: бору – 0,9, марганцю – 61,0, міді – 0,5, цинку – 4,2 мг/кг ґрунту. Отже, даний ґрунт недостатньо насичений основами та мікроелементами (В, Zn, Cu) для успішного вирощування женьшеню.

Вивчався вплив мікродобрив у хелатній формі на ріст надземної частини та коренів трирічних сіянців і шестирічних саджанців женьшеню, вміст основних елементів і мікроелементів у листках цих рослин, продуктивність плодоношення шестирічних рослин, фітохімічні показники сіянців і саджанців женьшеню, які визначали за загальноприйнятими методиками.

Вивчали такі варіанти підживлення: 1- Контроль (без добрив); 2 – “Реаком” для садово-городніх культур - 2,5 л/га; 3 – “Реаком” для садово-городніх культур - 5 л/га; 4 – цинковий комплекс -ОЄДФ -2,5 л/га; 5 – цинковий комплекс-ОЄДФ-5 л/га; 6 – “Реаком-Н” -2,5 л/га; 7 – “Реаком-Н”- 5 л/га; 8 – “Реаком” для женьшеню № 1-2,5 л/га; 9- “Реаком” для женьшеню № 1- 5 л/га; 10 – “Реаком” для

женьшеню № 2 – 2,5 л/га; 11 – “Реаком” для женьшеню № 2 – 5 л/га.

Мікродобрива були внесені шляхом триразового позакореневого підживлення в першій половині вегетаційного періоду на грядках розміром 15м² (в посівах) та 20 м² (в посадках). Визначення якісного складу та кількісного вмісту елементів проводили на приладі КАС-120 методом атомно-абсорбційної спектроскопії з атомізацією в повітряно-ацетиленовому полум’ї (Зирін М. Г., 1997). Підготовка проби для аналізу складалася з обвуглювання рослинного матеріалу за нагрівання в муфельній печі (температура не більше 500 °С) з попередньою обробкою проб розведеною сульфатною кислотою. Випалювання проб проводили з кратерів графітових електродів у розряді дуги перемінного

струму (джерело збудження спектрів ІВС-28) за сили струму 16А та експозиції 60 °С. Для отримання спектрів і їхньої реєстрації на фотоплатівках використовували спектрограф ДФС-8. Вимірювання інтенсивності ліній у спектрах аналізованих проб і градувальних зразків проводили за допомогою мікрофотометра МФ-1. Вміст хімічних елементів визначено згідно із загальноприйнятими методиками та відповідно до ГОСТів (ГОСТ 13496.4 – 93, ГОСТ 26570 – 95, ГОСТ 26657 – 97, ГОСТ 27995 – 88, ГОСТ 27996 – 88, ГОСТ 27997 – 88).

Результати та їх обговорення.

Із досліджуваних макроелементів у листках женьшеню на всіх варіантах підживлення переважає азот, вміст яко-

1. Уміст основних макро- і мікроелементів в листках шестирічних саджанців женьшеню залежно від позакореневого внесення мікродобрив

№ вар.	Варіанти досліджу	Уміст елементів, % на суху речовину					Уміст елементів, мг/кг			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Mn	Cu	Zn	Fe
1	Контроль	3,13	0,269	2,10	1,3	0,4	86	7,6	23	100
2	“Реаком” для садово-городніх культур - 2,5 л/га	3,09	0,260	1,55	1,2	0,4	86	40	40	105
3	“Реаком” для садово-городніх культур - 5,0 л/га	3,01	0,225	1,57	1,3	0,4	144	100	100	100
4	Цинковий комплекс ОЄДФ - 2,5 л/га	3,35	0,234	1,48	1,5	0,5	56	112	300	84
5	Цинковий комплекс ОЄДФ - 5,0 л/га	3,09	0,224	1,43	1,3	0,4	56	88	360	100
6	“Реаком” - Н - 2,5 л/га	3,06	0,307	1,58	1,6	0,5	56	6,4	40	174
7	“Реаком” - Н - 5,0 л/га	3,01	0,279	1,51	1,4	0,4	72	7,6	20	244
8	“Реаком” для женьшеню № 1 - 2,5 л/га	2,98	0,247	1,68	1,6	0,5	130	50	200	174
9	“Реаком” для женьшеню № 1 - 5,0 л/га	2,98	0,269	1,71	1,3	0,3	130	56	150	100
10	“Реаком” для женьшеню № 2 - 2,5 л/га	3,35	0,280	1,51	1,4	0,4	144	20	125	100
11	“Реаком” для женьшеню № 2 - 5,0 л/га	3,04	0,343	1,83	1,3	0,4	200	18	164	100

го по варіантах досліду мав незначну варіацію (табл.1). Різниця у вмісті фосфору за варіантами досліду була більш помітна, ніж за вмістом азоту.

Найбільше фосфору було в листках 11 варіанту, де застосовували "Реаком" для женьшеню № 2 в дозі 5,0 л/га – 0,343 %, найменше – у листках варіантів 3 і 5 відповідно 0,225 і 0,0224 %, де застосовувались "Реаком" для садово-городніх культур у дозі 5,0 л/га та цинковий комплекс ОЄДФ у дозі 5,0 л/га.

Вміст K_2O по варіантах досліду був у межах 1,43-2,10 %. Внесення мікродобрив сприяло зменшенню його кількості, порівняно з контролем.

Уміст Са за варіантами досліду коливався від 1,2 до 1,6 %. Найбільше його зафіксовано на варіантах 6 і 8, де рослини обробляли "Реаком – Н" у дозі 2,5 л/га та "Реаком" для женьшеню № 1 в дозі 2,5 л/га – 1,6 %. Найменший уміст кальцію – 1,2 % був на варіанті 2, де застосовувався "Реаком" для садово-городніх культур у дозі 2,5 л/га.

Уміст Mg у листках женьшеню мав незначні коливання за варіантами від 0,3 до 0,5 %.

Кількість марганцю в листках варіювала в широких межах – 56-200 мг/кг. Найбільший його вміст зафіксовано на варіанті 11 – 200 мг/кг, де рослини обробляли препаратом "Реаком" для женьшеню № 2 в дозі 5,0 л/га. Найменшу його кількість (56 мг/кг) мали листки рослин 4 та 5 варіантів, де застосовувався цинковий комплекс ОЄДФ у дозі 2,5 і 5,0 л/га, та 6 варіанта з використанням "Реаком – Н" у дозі 2,5 л/га.

Найменшу кількість міді – 6,4 мг/кг мали листки рослин у 6 варіанті, де застосовувався "Реаком – Н" у дозі 2,5 л/га, а найбільшу – 112 мг/кг - рослини 4 варіанту із викорис-

танням цинкового комплексу ОЄДФ у дозі 2,5 л/га. У рослин 3 варіанту із використанням "Реаком" для садово-городніх культур у дозі 5,0 л/га відмічено вміст міді 100 мг/кг.

Найбільш суттєва різниця за варіантами досліду була за вмістом цинку в листках женьшеню. Перевагу мали позакореневі підживлення цинковим комплексом ОЄДФ - 5,0 та 2,5 л/га (варіант 5 і 4), за застосування яких у рослин уміст цинку становив – відповідно 360 та 300 мг/кг.

Уміст заліза в листках женьшеню за варіантами позакореневого підживлення коливався від 84 до 244 мг/кг і був найбільшим у рослинах 7 варіанта (244 г/кг).

Маса насіння з однієї рослини в більшості варіантів підживлення досліду була більшою проти контролю (табл.2). Цей показник мав перевагу на варіантах підживлення 4 і 5, де застосовувався цинковий комплекс ОЄДФ у дозах 2,5 і 5,0 л/га та 10 і 11 із підживленням "Реаком" для женьшеню № 2 у дозах 2,5 і 5,0 л/га.

Найбільшу урожайність насіння з 1м² площі зафіксовано на варіанті 3 і 4, де рослини обприскувалися цинковим комплексом ОЄДФ у дозах 2,5 і 5,0 л/га: приріст проти контролю склав відповідно 145,6 і 133,3 %.

Отже, на продуктивність плодоношення шестирічних рослин женьшеню найкраще впливають цинкові добрива для женьшеню № 2 в дозі 2,5 л/га та "Реаком" для садово-городніх культур у дозі 2,5 л/га.

Для оцінки ефективності дії мікроелементів на урожай товарних коренів за кожним варіантом досліду були визначені їхні кількість та маса в сирому стані. У 25 коренів із кожного варіанту були проведені біометричні заміри маси, довжини, діаметру коренів та

2. Урожайність насіння шестирічних саджанців женьшеню та його маса залежно від позакореневого внесення мікродобрив

№ вар.	Варіанти підживлення	Урожайність насіння з 1 м ² площі		Маса насіння з однієї рослини, г	
		г	% до контролю	M ± m	t
1	Контроль	18,02	100,0	1,02 ± 0,10	-
2	“Реаком” для садово-городніх культур – 2,5 л/га	22,02	122,2	0,94 ± 0,12	0,5
4	“Реаком” для садово-городніх культур – 5,0 л/га	18,02	100,0	1,17 ± 0,12	1,0
5	Цинковий комплекс ОЄДФ – 2,5 л/га	26,23	145,6	1,29 ± 0,14	1,6
6	Цинковий комплекс ОЄДФ – 5,0 л/га	24,02	133,3	1,20 ± 0,14	1,0
7	“Реаком” - Н – 2,5 л/га	19,02	105,5	1,01 ± 0,12	0,1
8	“Реаком” - Н – 5,0 л/га	14,01	77,7	0,78 ± 0,10	1,7
9	“Реаком” для женьшеню № 1 – 2,5 л/га	17,52	97,2	1,05 ± 0,11	0,2
10	“Реаком” для женьшеню № 1 – 5,0 л/га	16,02	88,9	0,97 ± 0,10	0,4
11	“Реаком” для женьшеню № 2 – 2,5 л/га	23,02	127,7	1,61 ± 0,11	3,9
12	“Реаком” для женьшеню № 2 – 5,0 л/га	17,02	94,4	1,28 ± 0,12	1,7

довжини бруньки. Результати досліджень трирічних рослин показують, що загальний вихід сянців з 1 м² площі по варіантах був більшим проти контролю (103,2-138,9 %), за винятком варіантів 7 і 10 (табл. 3).

Одним з основних показників, що характеризує ефективність застосування добрив є маса коренів з 1 м² площі.

Маса трирічних коренів із 1 м² площі варіювала від 282,1 до 531,3 г. На всіх варіантах досліду, за винятком варіанту 7, вихід коренів був більшим, ніж на контрольному варіанті.

Найбільшу масу 531,3 г або 139,1 % до контролю накопичували корені женьшеню за підживлення “Реаком” для женьшеню № 2 у дозі 5,0 л/га. Дещо меншу масу коренів з 1 м² площі мали рослини варіантів 3 і 5 (138,2 та

133,2 % до контролю), де на 3 варіанті застосовувався для обприскування “Реаком” для садово-городніх культур у дозі 5,0 л/га та на 5 варіанті цинковий комплекс ОЄДФ у дозі 5,0 л/га.

Найменший вихід коренів за масою з 1 м² площі був у рослин 7 варіанту, де позакореневе підживлення проводилось “Реаком -Н” у дозі 5,0 л/га. Урожай кореневої маси тут склав 73,9 % до контролю.

Загальний вихід шестирічних коренів женьшеню з 1 м² площі (за винятком варіанту 6) був вищим у порівнянні із контролем на 3,7-22,2 % (табл. 4). Найвищий вихід саджанців був у рослин варіанту 10 – 122,2 %, де застосовувалося позакореневе живлення рослин “Реаком” для женьшеню № 2 в дозі 2,5 л/га.

3. Урожайність трьохрічних коренів женьшеню з 1м² площі та їх біометричні показники залежно від позакореневого внесення мікродобрих

№ вар.	Варіанти досліду	Загальний вихід рослин з 1м ² площі		Маса кореня, г		Діаметр кореня, мм		Довжина кореня, см		Довжина бруньки, мм		Маса коренів з 1м ² площі	
		шт	%	M±m	t	M±m	t	M±m	t	M±m	t	г	%
1	Контроль	95	100	4,02±0,16	-	10,2±0,18	-	1,64±0,38	-	11,5±0,20	-	381,9	100,0
2	“Реаком” для садово-городніх культур – 2,5 л/га	108	113,7	3,75±0,16	1,2	9,8±0,24	1,3	15,9±0,44	0,9	10,8±0,31	1,9	405,0	106,0
3	“Реаком” для садово-городніх культур – 5,0 л/га	132	138,9	4,00±0,22	0,1	10,1±0,22	0,4	16,5±0,31	0,2	11,8±0,25	0,9	528,0	138,2
4	Цинковий комплекс ОЄДФ – 2,5 л/га	112	117,9	4,08±0,23	0,2	9,7±0,26	1,6	17,1±0,47	1,2	11,6±0,22	0,3	457,0	119,7
5	Цинковий комплекс ОЄДФ – 5,0 л/га	98	103,2	5,19±0,31	3,3	10,6±0,18	1,6	18,2±0,58	2,6	12,2±0,30	1,9	508,6	133,2
6	“Реаком - Н” – 2,5 л/га	108	113,7	3,62±0,16	1,7	9,6±0,28	1,8	16,4±0,35	-	11,2±0,24	1,0	391,0	102,4
7	“Реаком - Н” – 5,0 л/га	82	86,3	3,44±0,19	0,9	9,6±0,20	2,2	16,2±0,52	0,3	11,6±0,48	0,2	282,1	73,9
8	“Реаком” для женьшеню № 1 – 2,5 л/га	122	128,4	3,83±0,22	0,7	9,5±0,24	2,3	17,1±0,49	1,1	12,2±0,31	1,9	467,3	122,4
9	“Реаком” для женьшеню № 1 – 5,0 л/га	115	121,0	4,62±0,27	1,9	10,3±0,24	0,3	16,8±0,57	0,6	11,7±0,43	0,4	531,3	139,1
10	“Реаком” для женьшеню № 2 – 2,5 л/га	93	97,9	4,55±0,30	1,6	10,1±0,23	0,3	16,2±0,38	1,4	11,8±0,29	0,8	423,2	110,8
11	“Реаком” для женьшеню № 2 – 5,0 л/га	106	111,6	4,26±0,24	0,8	9,7±0,26	1,6	17,0±0,59	0,8	13,8±0,43	4,2	451,6	118,2

Застосування “Реаком” для женьшеню №2 в дозі 2,5 л/га в позакоренево підживлення сприяло максимально-му накопиченню маси коренів рослин 863,9 г, що становило 123,6 % до контролю. Маса коренів на варіантах, із внесенням цинкового комплексу ОЄДФ у дозі 2,5 та 5,0 л/га була на 68-69 г меншою.

За даними статистичної обробки достовірна різниця за варіантами бі-

ометричних показників 3 і 6-річних коренів була практично відсутня, тому можна зазначити лише тенденцію до їхнього покращення.

Вплив досліджуваних мікродобрих на основні фітохімічні показники проводили в Державному науковому центрі лікарських засобів. За даними центру всі зразки три- та шестирічних коренів женьшеню відповідали вимо-

4. Урожай 6-річних коренів женьшеню з 1 м² площі та їхні біометричні показники залежно від позакореневого внесення мікродобрив

№ вар.	Варіанти досліджу	Загальний вихід рослин з 1 м ² площі		Маса кореня, г		Діаметр кореня, мм		Довжина кореня, см		Довжина бруньки, мм		Маса коренів з 1 м ² площі	
		шт.	%	M±m	t	M±m	t	M±m	t	M±m	t	г	%
1	Контроль	27	100,0	25,88±1,62	-	20,0±0,49	-	25,7±0,69	-	13,8±0,35	-	698,8	100,0
2	“Реаком” для садово-городніх культур – 2,5 л/га	27	100,0	25,86±1,79	-	1,94±0,58	0,8	26,9±0,86	1,1	13,6±0,60	0,3	698,2	99,9
3	“Реаком” для садово-городніх культур – 5,0 л/га	28	103,7	24,43±0,95	0,8	18,9±0,47	1,6	25,0±0,63	0,7	13,8±0,48	-	684,0	97,9
4	Цинковий комплекс ОЄДФ – 2,5 л/га	28	103,7	28,43±1,79	1,0	19,4±0,81	0,6	28,7±0,61	-	13,4±0,37	0,8	796,0	113,9
5	Цинковий комплекс ОЄДФ – 5,0 л/га	29	107,4	27,42±1,39	0,7	19,5±0,51	0,7	24,8±0,57	1,0	14,5±0,42	1,3	795,2	113,8
6	“Реаком” - Н – 2,5 л/га	26	96,3	26,30±1,47	0,2	20,0±0,46	-	24,9±0,84	0,7	14,3±0,27	1,1	683,8	97,8
7	“Реаком” – Н – 5,0 л/га	28	103,7	24,49±1,38	0,6	20,0±0,46	-	25,3±0,69	0,4	14,2±0,37	0,8	685,7	98,1
8	“Реаком” для женьшеню № 1 – 2,5 л/га	32	118,5	22,63±0,73	1,8	19,5±0,27	0,9	24,5±0,42	1,5	15,2±0,30	3,0	724,2	103,6
9	“Реаком” для женьшеню № 1 – 5,0 л/га	28	103,7	28,09±1,72	0,9	20,0±0,44	-	25,3±0,68	0,4	14,2±0,26	0,9	786,5	112,6
10	“Реаком” для женьшеню № 2 – 2,5 л/га	33	122,2	26,18±1,38	0,1	19,0±0,47	1,5	24,6±0,67	1,1	13,6±0,28	0,4	863,9	123,6
11	“Реаком” для женьшеню № 2 – 5,0 л/га	29	107,4	25,03±1,54	0,4	18,6±0,52	2,0	24,0±0,70	1,7	14,1±0,35	0,6	725,9	103,9

гам тимчасової фармакопейної статті 42У-163/160/37-536-97 (ВФС 42У-163/160/37-536-97, 1997), що свідчить про їхню високу активність і можливість віднести їх до розряду товарних.

Висновки.

Застосування в позакоренево підживлення рослин женьшеню мі-

кродобрив “Реаком” сприяло підвищенню продуктивності плодоношення і збільшенню маси коренів на 25-35 %, фітохімічні показники яких відповідали вимогам тимчасової фармакопейної статті 42У-163/160/37-536-97 і були віднесені до розряду товарних.

Найбільший вихід трирічних коренів женьшеню зафіксовано за мак-

симальної дози позакореневого удобрення “Реаком” для садово-городніх культур, але найбільшу масу вони мали за обприскування “Реаком” для женьшеню № 1 в дозі 5 л/га. Шестирічні корені женьшеню формували максимальну продуктивність і вихід коренів за меншої дози “Реаком” для женьшеню № 2 (2,5 л/га).

References

1. Barnaulov O.D., & Pospelova M.L. (1983), Farmakologicheskiye svoystva nastoyki list'yev zhen'shenya. Rastitel'nyye resursy, 19(3), 297-303.
2. Brekhman I.I. (1957), Zhen'shen'.-L.,180 s.
3. Brekhman I.I. (1974), Rol' biologicheskikh aktivnykh veshchestv v protsessakh adaptatsii: Adaptatsiya i problemy obshchey patologii. Tez.dokl. vsesoyuznoy konferentsii, Novosibirsk, 72-74.
4. Buntsevich L.L., Ageyeva N.M., Kostyuk M.A., Besedina Ye.N. (2014), Vyrashchivaniye zhen'shenya v kulture in vitro, razrabotka napitkov s primeneniym yego ekstraktov, Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii, 30(06). <http://journalkubansad.ru/pdf/14/06/11.pdf>
5. Bulygin S.Yu. Demishev L.F., Doronin V.A., Zarishnyak A.S., Pashchenko Ya.V., Turovskiy Yu.E., Fateyev A.I., Yakovenko M.M., Kordin A.I. (2003), Mikroelementy v sel'skom khozyaystve: 3-e izd. dopolnennoye. – D.: Sich, 100s.
6. VFS 42U-163/160/37-536-97. Vremennaya farmakopeynaya stat'ya. Vvoditsya vpervye.- Vved. 5.12.97.
7. Grushvitskiy I.V. (1987), Perspektiva bezotkhodnogo ispol'zovaniya kul'tiviruyemogo zhen'shenya. Lekarstvennoye rasteniyevodstvo: Obzornaya informatsiya. - M., 11-14.
8. Dardymov I.V., Bezdedko G.N., Khasina E.I. (1974), Adaptogeny i osnovnyye mekhanizmy ikh deystviya. Adaptatsiya i problemy obshchey patologii. Tez. dokl. Vsesoyuznoy konferentsii, Novosibirsk, 72-74.
9. Zyrin N.G. & Obuhov A.I. (1997), Spektralnyy analiz pochv, rasteniy i drugih biologicheskikh obektov. – M.,1997.- 333s.
10. Latysheva T.A. & Sevryuk N.I. (1981), Pyatnistosti kul'tiviruyemogo zhen'shenya i mery bor'by s nimi. Lekarstvennoye rasteniyevodstvo: Ekspres-informatsiya. M.: TSBNTI Minmedbioprom, 8-10.
11. Mayanskiy G.M. (1963), Lechebnoye deystviye zhen'shenya i eleuterokokka pri khronicheskoy luchevoy bolezni. Soobshcheniye Dal'nevostochnogo filiala SO AN SSSR.- Vladivostok, 19, 131-134.
12. Murav'yeva D.A. (1989), Korn'i i farmakologiya. Nash volshebnyk zhen'shen'.- Omsk.-143-159.
13. Molokovskiy D.S. & Barnaulov O.D. (1984), Nastoyka list'yev zhen'shenya kak novoye adapticheskoye fitoterapevticheskoye sredstvo. 1-ya Respublik. konf. po medits. botanike.- K.-147-148.
14. Fatieiev A.I., & Bulyhin S.Yu. Eds. (2001), Mikroelementy u sil'skomu hospodarstvu. - Kharkiv, -62s.
15. Fateyev A.I., Miroshnichenko N.N., Turovskiy Yu.E. (2004), Mikroelementy, chudesnyye milligramm, – Khar'kov.- 15s.
16. Hyun-O Jin, Ung-Jin Kim, Deok-Chun Yang. (2009), Effect of Nutritional Environment in Ginseng Field on the Plant Growth of Ginseng (Panax ginseng C. A. Meyer), Journal of Ginseng Research, 33(3), 234-239. <https://doi.org/10.5142/jgr.2009.33.3.234>
17. Joseph P. Hou. (2019), Growing Ginseng Plant in China and the United States the Healing Power of Ginseng Book Chapter. <https://doi.org/10.1201/9780429489112-9>
18. In-Ho Baeg, & Seung-Ho So. (2013), The world ginseng market and the ginseng (Korea). Journal of Ginseng Research, 37(1), 1-7. <http://dx.doi.org/10.5142/jgr.2013.37>

Bulygin S. Yu., Vitvitskiy S.V., Kucher L.I., Bohdanovych R.P., Zhuk O.G. (2020). INFLUENCE OF NON-ROOT FERTILIZER BY MICROELEMENTS ON GINSENG YIELD. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(1):42–51. <https://doi.org/10.31548/agr2020.01.042>

Abstract: *The article shows the state of the problem with the introduction of ginseng in the Polesie zone of Ukraine. The main goal was to study the effect of Reakom micronutrient fertilizers (Zn, Cu, B, Mo, Co) at a dose of 2.5 l/ha and 5 l/ha on the growth of the aerial part and the roots of three-year-old seedlings and six-year-old ginseng seedlings, the contents of macro- and microelements in plant leaves, the fruiting productivity of six-year-old plants in the conditions of Polissya Ukraine. The studies were conducted on the territory of the Boyarsky LDS on sod-podzolic light-loamy soil on fluvio-glacial sands, which are underlain by moraine.*

The use of Reakom micronutrient fertilizers in foliar dressing of plants contributed to an increase in fruiting productivity and an increase in root mass by 25-35%, the phytochemical parameters of which corresponded to the requirements of the temporary pharmacopoeial article 42B-163/160 / 37-536-97 and were classified as commodity. The greatest yield of three-year-old ginseng roots was recorded at the maximum dose of Reakom foliar fertilizer for garden crops, but they had the greatest mass when sprayed with Reakom for ginseng N 1 at a dose of 5 l/ha. Six-year-old ginseng roots formed the maximum productivity and root yield with a lower dose of Reakom for ginseng N 2 (2,5 l/ha).

Key words: *soil, productivity, fruiting, ginseng, foliar top dressing, microelements, Reakom*

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ СТІЙКОСТІ СІРИХ ЛІСОВИХ ҐРУНТІВ ЗА РІЗНОГО ВИКОРИСТАННЯ

Є. М. БЕРЕЖНЯК, кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри екології агросфери та екологічного контролю

М. Ф. БЕРЕЖНЯК, кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри ґрунтознавства і охорони ґрунтів ім. М.К. Шукучи

Д. А. ІВАНІЯ, магістр

Національний університет біоресурсів і природокористування України

<https://orcid.org/0000-0001-5945-1285>

E-mail: genybereg1980@gmail.com

Анотація. Дослідження показників родючості ґрунтів, що визначають їхню екологічну стійкість є актуальними, особливо в реаліях їхнього сучасного сільськогосподарського використання, за якого в багатьох регіонах країни проявляються деградаційні процеси. Визначення екологічної стійкості сірих лісових ґрунтів, які перебувають у тривалому сільськогосподарському обробітку проводили згідно з методичними підходами розроблених вченими на чолі з акад. О. Г. Тараріко.

У статті наведено результати досліджень показників ґрунту та здійснено оцінку параметрів їхньої екологічної стійкості. Встановлено, що сільськогосподарське використання ґрунтів господарства із насиченням у сівозміні переважно культур інтенсивного типу – соняшнику, кукурудзи, сої та застосуванням важкої сільськогосподарської техніки призвело до проявів агрофізичної деградації у вигляді надмірної брилястості – 28,9 %, розпилення ґрунту – 7,62 % та підвищення щільності – 1,44–1,47 г/см³. Виявлено тенденції щодо прояву дегуміфікації ґрунтів господарства зумовлені прямо чи опосередковано їхнім інтенсивним сільськогосподарським використанням із насиченням просапних культур та низьким рівнем внесення органічних добрив. Вміст гумусу в темно-сірому ґрунті на оброблюваних полях після збирання сої становив $2,89 \pm 0,11$ %, на аналогічному ґрунті під лісосмугою – $3,75 \pm 0,05$ %.

Зниження деградаційних процесів можна досягти введенням у сівозміну багаторічних трав, які у великій мірі, зменшать навантаження на ґрунт і суттєво покращать його структуру та вміст органічної речовини, а також будуть добрим попередником під пшеницю озиму та інші культури, підвищуючи не лише економічні показники господарювання, а й екологічну стійкість ґрунтів. Для тимчасового зупинення дегуміфікації необхідно створити умови для введення в систему удобрення збільшеної частки органічних добрив, а також максимальним використанням побічної продукції культур.

Ключові слова: гумус, структура, брилястість, пил, лісосмуга, щільність складення, агрофізична деградація, протидефляційна стійкість

Вступ.

Ґрунт є основним компонентом навоколишнього природного середовища й біосфери загалом. Відомо, що цей природний ресурс виконує важливі біосферні функції: продуктивні (виробництво біомаси, продовольства), екологічні (біоекологічні, біоенергетичні, біогеохімічні, гідрологічні, газово-атмосферні), соціальні. Сучасний стан земельних ресурсів України викликає занепокоєння, адже на значних площах родючих ґрунтів поширені процеси деградації земель. Серед основних причин є недотримання екологічно збалансованого співвідношення сільськогосподарських угідь, лісів, водойм, а також значне посилення антропогенного навантаження на ґрунтовий покрив у останні десятиліття, що негативно вплинуло на стійкість агроландшафтів (Патика В. П., Тараріко О. Г., 2002). Деградація ґрунтів є також наслідком використання інтенсивних технологій їхнього обробітку, недотримання сівозмін із насиченням їх просапними культурами та недосконалої організації взаємовідносин в аграрному секторі. Тому питання збалансованого використання ґрунтів, їхня охорона та боротьба з деградацією є актуальними та потребують вирішення (Балюк С. А., 2010).

Огляд публікацій за темою досліджень. В Україні основні види деградації поширені на значній території. Так, площі земель, де виражена водна ерозія становить 13,3 млн га; вітрова ерозія – 6; хімічна деградація – 14; фізична – 12,6 млн га (Заришняк А. С., Балюк С. А., Медведєв В. В., 2016). Найбільший відсоток від площі ріллі має втрата гумусу та поживних речовин – 43 %, переущільнення – 39 %, замулення та кіркоутворення

– 38 % (Трускавецький Р. С., Цапко Ю. Л., 2016). Такі результати вказують на ймовірність зменшення площ орних земель в активному обробітку та зниження землезабезпеченості населення в Україні. На деградованих ґрунтах погіршується адаптація рослин до змін клімату та посушливих умов і нестачі вологи. Залежно від ступеня прояву деградаційних процесів урожайність сільськогосподарських культур знижується на 10–20, а в деяких випадках на 30–50 %, а збитки тільки через недобір продукції можуть досягати понад 20 млрд грн/рік (Кучер А. В. та ін., 2015).

В. В. Медведєв і Г. В. Титенко (2017) констатують, що за останні 40–50 років кількість проходів тракторів на полях під час виконання технологічних операцій збільшилась майже у 1,5 рази, а середня маса машин – подвоїлась. Питомий тиск на ґрунт сучасної техніки в 1,5–2,0 рази перевищує допустимі норми. Це призводить до того, що фізична деградація відбувається не тільки в орному, а й в підорному шарах ґрунту. Деформація розповсюджується як у вертикальному, так і в горизонтальному напрямках.

Надмірне ущільнення ґрунту призводить до багатьох негативних наслідків: збільшується щільність складення ґрунту та підвищується його брилястість, зростає опір проникнення в нього кореневої системи, знижується водопроникність, а відповідно, втрата ґрунтом вологи, яка вже не може бути використана рослинами, а це підвищує ймовірність проявів водної ерозії. Збільшення ерозійних процесів призводить до втрати з продуктами ерозії поживних речовин, водночас знижується врожайність сільськогосподарських культур та

погіршується фітосанітарний стан посівів (Бережнюк Є. М., 2018). Окрім фізичної деградації на значних площах родючих ґрунтів розповсюджена й дегуміфікація (втрата гумусу ґрунтами). Так, за даними Національної доповіді стану родючості ґрунтів найбільші втрати гумусу відбуваються в лісостеповій зоні України і становлять від 0,55 до 0,60 т/га щорічно (Балюк С. А. та ін., 2016). Загалом від початку 90-х років минулого століття й до нинішнього часу щорічно фіксується від'ємний баланс гумусу та макроелементів живлення, особливо азоту й калію (Заришняк А. С. та ін., 2016; Балаєв А.Д., Піковська О.В., Тонха О.Л., 2019).

Метою роботи була оцінка екологічної стійкості темно-сірих опідзолених ґрунтів, що перебувають в інтенсивному сільськогосподарському використанні, виявлення деградаційних процесів та розроблення шляхів поліпшення їхньої родючості. Для порівняння досліджували параметри аналогічних ґрунтів у лісостепу, що знаходиться поруч, де серед деревних порід переважали *Quercus robur*, *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, а трав'янистий покрив здебільшого був представлений різнотрав'ям та злаковими.

Матеріали й методи досліджень.

Дослідження екологічної стійкості ґрунтів проводили на оброблюваних землях ТОВ «Агрофірма «Іванків»». Селище міського типу Іванків знаходиться в Бориспільському районі Київської області. За геоморфологічним районуванням це лісостепова рівнина Придніпровської низовини. Рельєф переважно рівнинний, інколи хви-

лястий, добре означені підвищення чергуються з низинами, що нерідко переходять у болота. За типологією ґрунтів, в основному переважають темно-сірі опідзолені та чорноземи опідзолені легкосуглинкові на лесі. Господарство спеціалізується в основному на вирощуванні зернових, зернобобових і олійних культур переважно кукурудзи, сої та соняшнику, а також пшениці озимої для оплати за оренду.

Під час проведення досліджень були використані методичні підходи описані в колективній монографії «Агроекологічний моніторинг та паспортизація земель» за редакцією В. П. Патики, О. Г. Тараріко (2002 р.) в розділі «Сучасні деградаційні процеси та еколого-агрохімічний стан сільськогосподарських земель України», підготовлений групою авторів (О. Г. Тараріко, В. І. Сорока, Д. М. Бенцаровський, М. В. Козлов, Н. В. Палапа). За твердженням вчених суть екологічної стійкості ґрунтів полягає в їхній здатності, як природного тіла, протидіяти постійному антропогенному навантаженню і протягом тривалого часу змінювати свої параметри дуже повільно.

За критеріями оцінки відмінного стану ґрунтів сільськогосподарського призначення параметри повинні бути в оптимальних межах, які зумовлені генетичними особливостями ґрунтів та їхнім сучасним сільськогосподарським використанням. Зміщення ґрунтових параметрів від оптимальних значень вказує на певний рівень деградації, відповідно такі ґрунти потребують корекції під час проведення технологічних операцій і додаткових матеріальних затрат на меліоративні заходи. Необхідно зазначити, що «екологічна стійкість ґрунтів» є складовою інтегрального

Таблиця 1. Параметри екологічної стійкості ґрунтів
(Інститут агроекології і природокористування НААН України, 2002)

Назва показників	Нормативи за ступенем придатності		
	придатні	обмежено придатні	непридатні
Потужність гумусованого шару, см	> 50	50–25	< 25
Вміст гумусу в орному шарі, %	6–4	4–2	< 2
Гранулометричний склад ¹	Св; Сс; Сл	С	Пз; Пр
Реакція ґрунтового розчину, рН _{ксі}	> 5,5	5,5–4,6	< 4,6
Сума ввібраних основ, мг-екв/100 г ґрунту	> 20	20–10	< 10
Ступінь насичення обмінними основами, %	> 70	70–50	< 50
Протиерозійна стійкість за вмістом повітряно-сухих агрегатів 0,25–10 мм, %	> 75	75–50	< 50
Рівноважна щільність складення, г/см ³ супіщаних і піщаних ґрунтів середнього та важкого гран. складу	1,3–1,5 1,1–1,3	1,5–1,7 1,3–1,5	> 1,7 < 1,3 > 1,5 < 1,1

¹– Св – суглинок важкий; Сс – суглинок середній; Сл – суглинок легкий; С – супісок; Пз – пісок зв'язний; Пр – пісок пухкий.

показника «екологічний стан ґрунту» до якого ще входять «агрохімічні показники родючості» та «параметри санітарно-гігієнічного стану». Комплекс цих показників та їхніх параметрів було використано під час проведення осереднених нормативів придатності сільськогосподарських земель для створення екологічно-чистих сировинних зон із виробництва продуктів дитячого та дієтичного харчування. Водночас землі поділялися на придатні, обмежено придатні та непридатні для цих цілей. Назва показників, оцінка параметрів екологічної стійкості ґрунтів і їх придатності представлена у таблиці 1.

Дослідження показників ґрунту для оцінки його екологічної стійкості проводили за такими методами: гранулометричний склад за ДСТУ 4730 : 2007; щільність складення ґрунту – ДСТУ ISO 11272 : 2001; структуру ґрунту та ступінь її брилястості за ДСТУ 4744:2007; вміст

гумусу – ДСТУ 4289 : 2004; кислотність ґрунту (рН_{ксі}) – ДСТУ ISO 10390 : 2007; суму обмінних основ ГОСТ 27821-88; гідролітичну кислотність – ДСТУ 7537 : 2015; проти-дефляційну стійкість ґрунтів - за емпіричною залежністю Є. І. Шиятого й О. В. Лавровського. Повторність аналітичних досліджень – чотирьохразова. Статистичний обробіток експериментальних даних виражений через довірчий інтервал середньозваженого показника.

Результати досліджень та їх обговорення.

Екологічне й агрономічне значення гранулометричного складу ґрунтів надзвичайно велике. Співвідношення в ґрунтах елементарних механічних часток різних розмірів створює їхню полідисперсність, високу питому поверхню, а відповідно і виражені сорбційні властивості щодо взаємодії

Таблиця 2. Гранулометричний склад темно-сірого опідзоленого ґрунту за різного використання

Спосіб використання	Фракції, мм і їх уміст, %						Гранулометричний показник структури-рності
	1,0–0,25 (крупний пісок)	0,25–0,05 (дрібний пісок)	0,05–0,01 (крупний пил)	0,01–0,005 (середній пил)	0,005–0,001 (дрібний пил)	менше 0,001 (мул)	
Поле після сої	8,21	28,8	39,6	5,44	4,87	13,1	26,2
Лісосмуга	1,93	33,8	37,19	7,29	4,18	15,61	32,1

з водою, повітрям, хімічними елементами, які потрапляють у ґрунт, а це обумовлює здатність накопичувати поживні речовини й енергію та формувати продуктивність посівів. Також від гранулометричного складу залежать фізичні параметри ґрунтів – структура, щільність складення, водопроникність, стійкість ґрунту до водно-ерозійних процесів і дефляції.

Результати досліджень гранулометричного складу за різного використання ґрунтів представлені в таблиці 2. Як свідчать дані таблиці переважає фракція крупного пилу та дрібного піску, а вміст мулу становить 13,1–15,6 %. Повна назва ґрунту за гранулометричним складом – темно-сірий опідзолений піщано-крупнопилувато легкосуглинковий.

На ґрунтах такого гранулометричного складу у зв'язку з інтенсивним розорюванням земель, змінами клімату в бік збільшення його посушливості та недостатньої кількості опадів на поверхні ґрунту формується значна кількість пилу, який здатний за сильного вітру переміщуватися на певну відстань і відкладатися. Щодо стійкості ґрунтів до вітрової ерозії Є. І. Шиятий і О. В. Лавровський (1972) розробили методику експериментального визначення показника, який базується на зв'язності ґрунтових агрегатів зумовлений умістом певних фракцій гранулометричного

складу ґрунту, що беруть участь у їхньому структуроутворенні та механічній стійкості до дефляції.

Оцінка здатності ґрунтів зв'язуватися в агрегати за їхнім гранулометричним складом має таку емпіричну залежність:

$$S_i = 34,7 + 0,9x_1 + 0,3x_2 - 0,4x_3 \quad (1)$$

де S_i – показник здатності ґрунту до зв'язування в агрегати, %; x_1 – уміст мулу (механічні елементи менше 0,001 мм), %; x_2 – уміст дрібнозернистого піску (0,05–0,25 мм), %; x_3 – уміст грубозернистого піску (1,0–0,25 мм), %.

За нашими даними гранулометричного складу було розраховано протидефляційну стійкість ґрунту на полі, яке інтенсивно використовується після збирання сої:

$$S = 34,7 + 11,79 + 8,64 - 3,28 = 51,85 \%, \quad (2)$$

За класифікацією Є. В. Шиятого даний ґрунт належить до III групи потенціалу небезпеки дефляції. Підтвердженням цього факту є наявність значної кількості пилу в повітрі після виконання осінніх технологічних операцій з обробітку (рис. 1). За показником зв'язності в агрегати ґрунт у лісосмузі був значно стійкішим до проявів видування і складав – 58,12 % та оцінювався як II група потенціалу небезпеки дефляції.

$$S = 34,7 + 14,05 + 10,14 - 0,77 = 58,12 \%, \quad (3)$$



Рис. 1. Характерні прояви дефляції під час обробітку ґрунту і його надмірна брилястість, (ТОВ «Агрофірма «Іванків»», 2019)

Важливе агрономічне значення має і структурно-агрегатний склад ґрунту, оскільки добра структура зумовлює забезпеченість рослин, мікроорганізмів водою, теплом і повітрям, створює фізичні умови розвитку кореневих систем і міграції живих організмів. Дослідження структурного складу верхнього 0–10 см шару темно-сірого опідзоленого ґрунту за різного використання показали, що структура відрізнялася між оброблюваним ґрунтом і лісосмугою. Так, уміст брилистих агрегатів (понад 10 мм) у полі після сої

становив значну кількість 28,9 % (рис. 2), що вказує на прояви агрофізичної деградації, розпилена фракція (менше 0,25 мм) знаходилася на рівні 7,62 %, а вміст агрономічно-цінних агрегатів був 61,0 %. На темно-сірому ґрунті під лісосмугою вміст брил був значно менший і складав 12,6%, пил – 7,20 %, а агрономічно-цінні агрегати становили 80,2 %, що відповідає за шкалою М. Савінова, як відмінна структура.

Щільність складення є фізичною характеристикою ґрунту, що визначає його ефективну родючість, а, отже, і врожай-

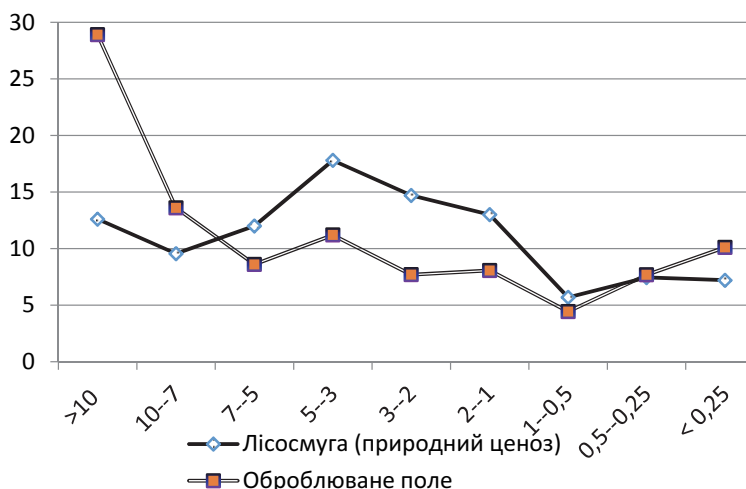


Рис. 2. Структурно-агрегатний склад темно-сірого опідзоленого ґрунту залежно від використання

ність сільськогосподарських культур. Культурні рослини негативно реагують як на ущільнені ґрунти, так і на ґрунти, що мають пухке зложення, яке позбавляє кореневу систему рослин необхідного контакту з твердою частиною ґрунту. Водночас зростають втрати вологи через дифузне випаровування, зменшується об'ємна концентрація поживних речовин. Надзвичайно пухкі ґрунти легко піддаються дефляції, особливо їхня пилова фракція (Булигін С. Ю. та ін., 2018). Підвищена щільність, з протиерозійної точки зору, так само сприяє низькій водопроникності і, відповідно, поверхневому стоку та змиву дрібнозему.

Дослідження із визначення щільності складення ґрунту ми проводили в полі опісля збирання сої (антропогенне навантаження) та в лісосмузі (природний аналог) у шарах ґрунту 0-10, 10-20 і 20-30 см. Встановлено, що спосіб використання ґрунтів істотно впливає на його щільність складення. Так середньозважений показник щільності з чотирьохразового пошарового визначення був високий і становив $1,44 \pm 0,04$ г/см³ у шарі 0–10 см; $1,47 \pm 0,05$ г/см³ у шарі 10-20 см і $1,40 \pm 0,05$ г/см³ у шарі 20-30 см (табл. 3), що помітно вище за оптимальні значення для вирощування зернових культур для даного типу

ґрунтів. Така щільність оброблюваного ґрунту вказує на прояви агрофізичної деградації, підтвердженням тому є і надмірна брилястість орного шару. Натомість щільність складення ґрунту під лісосмугою була значно меншою.

Гумус – інтегральний показник рівня родючості ґрунтів. Із гумусовими речовинами пов'язані умови життєдіяльності рослин, придатність ґрунту до сільськогосподарського використання, його фізичний стан та біохімічна активність. За нашими дослідженнями середньозважений уміст гумусу після збирання сої в кореневмісному шарі ґрунту становив $2,89 \pm 0,11$ % (табл. 4) і відповідає за ДСТУ 4289 : 2004 як середній показник щодо родючості темно-сірого опідзоленого ґрунту. Під лісосмугою гумусу в ґрунті було достовірно більше, а його вміст складав $3,75 \pm 0,05$ %, що оцінюється як підвищений.

Аналіз фізико-хімічних показників, що входять до визначення екологічної стійкості темно-сірого лісового ґрунту показав тісну кореляцію обмінної кислотності із гідролітичною, яка на орних землях була в межах $3,49 \pm 0,30$, а в ґрунті лісосмуги – $4,87 \pm 0,79$ мг-екв на 100 г ґрунту. Сума обмінних основ, представлена переважно кальцієм Ca²⁺

Таблиця 3. Будова кореневмісного шару темно-сірого опідзоленого ґрунту залежно від використання

Спосіб використання	Шар ґрунту, см	Вологість, %		Пористість, %		Щільність складення, г/см ³
		від маси	від об'єму	загальна	аерації	
Поле після збирання сої	0-10	$9,99 \pm 0,34$	14,4	44,2	29,8	$1,44 \pm 0,04$
	10-20	$6,94 \pm 0,20$	10,2	43,2	33,0	$1,47 \pm 0,05$
	20-30	$6,43 \pm 0,34$	9,00	45,9	36,9	$1,40 \pm 0,05$
Лісосмуга 50-ти років використання	0-10	$13,8 \pm 2,60$	14,8	58,5	43,7	$1,07 \pm 0,05$
	10-20	$8,83 \pm 0,83$	11,2	51,0	39,8	$1,27 \pm 0,05$
	20-30	$6,75 \pm 0,27$	9,38	46,3	36,9	$1,39 \pm 0,03$

Таблиця 4. Фізико-хімічні показники темно-сірого опідзоленого ґрунту залежно від використання

Спосіб використання	Вміст гумусу, %	Кислотність		Сума обмінних основ	Ступінь насичення ґрунту основами, %
		обмінна рН _{KCl}	гідролітична		
			мг-екв на 100 г ґрунту		
Польова сівозміна, поле після збирання сої	2,89 ± 0,11	6,13 ± 0,03	3,49 ± 0,30	13,2 ± 1,22	79,0
Лісосмуга 50-ти років використання	3,75 ± 0,05	5,78 ± 0,06	4,87 ± 0,79	20,1 ± 0,49	80,4

і магнієм Mg²⁺ та частково калієм K⁺ і натрієм Na⁺, знаходилася на рівні 13,2 ± 1,22 мг-екв на 100 г ґрунту із сільськогосподарським використанням, що класифікується з екологічної точки зору, як обмежено придатні ґрунти. Помітно вищим – 20,1 ± 0,49 мг-екв на 100 г ґрунту цей показник був у ґрунті під лісосмугою, що ми пояснюємо більшим поповненням біогенного кальцію та магнію, який утворився в результаті мінералізації листяної підстилки і трав бобово-злакових асоціацій.

Зведені дані експериментальних досліджень представлені у таблиці 5.

Узагальнюючи результати досліджень оброблюваного ґрунту відзначаємо, що за такими показниками як гранулометричний склад, реакція ґрунтового розчину, ступінь насичення ґрунту основами відповідають придатності для вирощування повноцінної екологічно-безпечної продукції, а за вмістом гумусу в орному шарі, сумою ввібраних основ, протиерозійною стійкістю за вмістом повітряно-сухих агрегатів і рівноважною щільністю складення – обмежено-придатними. Натомість у лісосмузі усі досліджувані показники, окрім вмісту гумусу, відповідали нормативу придатні.

Таблиця 5. Загальна оцінка екологічної стійкості темно-сірого опідзоленого ґрунту залежно від використання

Назва показників	Спосіб використання ґрунтів	
	Поле після збирання сої	Лісосмуга - 0,10-ти років використання
Вміст гумусу в орному шарі, %	2,89 ± 0,11 (обмежено придатний)	3,75 ± 0,05 (обмежено придатний)
Гранулометричний склад	Легкосуглинковий (придатний)	Легкосуглинковий (придатний)
Реакція ґрунтового розчину, рН _{KCl}	6,13 ± 0,03 (придатний)	5,78 ± 0,06 (придатний)
Сума ввібраних основ, мг-екв/100 г ґрунту	13,2 ± 1,22 (обмежено придатний)	20,1 ± 0,49 (придатний)
Ступінь насичення обмінними основами, %	79,0 (придатний)	80,4 (придатний)
Протиерозійна стійкість за вмістом повітряно-сухих агрегатів 0,25–10 мм, %	61,0 (обмежено придатний)	82,2 (придатний)
Рівноважна щільність складення, г/см ³	1,44 ± 0,04 (обмежено придатний)	1,07 ± 0,05 (придатний)

Висновки і перспективи

1. Результати проведених досліджень свідчать, що сільськогосподарське використання ґрунтів господарства із насиченням у сівозміні переважно культур інтенсивного типу – соняшнику, кукурудзи, сої та застосуванням важкої сільськогосподарської техніки призвело до проявів агрофізичної деградації у вигляді надмірної брилястості, розпилення ґрунту та підвищення щільності. Зниження деградаційних процесів можна досягти введенням у сівозміну багаторічних трав, які у великій мірі, зменшать навантаження на ґрунт і суттєво покращать його структуру та вміст органічної речовини, а також будуть добрим попередником під пшеницю озиму та інші культури, підвищуючи не лише економічні показники господарювання, а й екологічну стійкість ґрунтів.
2. Виявлено тенденції щодо прояву дегуміфікації ґрунтів господарства зумовлені прямо чи опосередковано їх інтенсивним сільськогосподарським використанням та порушенням оптимального співвідношення між видами угідь у системі землекористування. Для тимчасового зупинення дегуміфікації необхідно створити умови для введення у систему удобрення збільшеної частки органічних добрив чи впровадження сидерального землеробства з максимальним використанням побічної продукції культур.

References

1. Ahroekolohichnyy monitorynh ta pasporty-zatsiya silskohospodarskykh zemel [Agri-environmental monitoring and certification of

- agricultural lands] / za red. V. P. Patyky, O. H. Tarariko. – Kiev: Fitosotsiotsentr, 2002, 296.
2. Balayev, A. D., Pikovska, O. V., Tonkha, O. L. (2019). Vmist humusu ta labilnykh orhanichnykh rechovyn za riznoho vykorystannya chornozemu typovoho. [The content of humus and labile organic matter with different uses of typical chernozem]. Roslynnytstvo ta gruntoznavstvo, 286, 173–179.
3. Balyuk, S. A., Medvedyev, V. V., Vorotyntseva, L. I., Shemel, V. V. (2017). Suchasni problemy dehradatsiyi gruntiv i zakhody shchodo dosyahnennya neytralnoho yiyi rivnya [Current problems of soil degradation and measures to reach a neutral level] Visnyk ahraryoi nauky, 8, 5–11.
4. Berezhnyak, Ye. M., Berezhnyak, M. F., Shevchenko, I. P., Dzyamko, T. V. (2018). Otsinka stupenya dehradatsiyinykh protsesiv gruntiv na ornnykh zemlyakh Lisostepovoyi zony Kyivskoyi oblasti [Estimation of degree of degradation processes of soils on arable lands of the Forest-steppe zone of the Kiev region]. Naukovyy visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. Seriya «Biolojiya, biotekhnolojiya, ekolojiya». Kyiv: Vydavnychyy tsentr NUBiP Ukrainy, 287, 60–70.
5. Bulyhin, S. Yu., Vitvitsky, S. V., Timchenko, D. O., Didenko, V. I. (2018). Ahrotekhnichne pylennya ornnykh gruntiv Livoberezhnoho Lisostepu i Pivnichnoho Stepu Ukrainy [Agrotechnical sawing of arable soils of the Left Bank Forest Steppe and Northern Steppe of Ukraine], Visnyk ahraryoi nauky, 8, 5–11.
6. Kucher, A. V., Anisimova, O. V., Kazakova, I. V., Hapyeyev, L. V. (2015). Ekonomichne zabezpechennya vidtvorennya rodyuchosti gruntiv: rekomendatsiyi [Economic support for soil fertility reproduction: recommendations] / za red. A.V. Kuchera. Kharkiv: Smuhasta typohrafiya, 112.
7. Medvedyev, V. V., Titenko, H. V. (2017). Novitni materialy pro stan gruntovoho pokryvu Yevropeyskykh krayin i Ukrainy [The latest materials on the state of the soil cover of European countries and Ukraine]

- Visnyk KHNU im. V.N. Karazina, seriya «Ekolohiya». 16, 9–17.
8. Naukove zabezpechennya upravlinnya gruntovymy resursamy v konteksti yevrointehratsiynykh protsesiv [Scientific support for the management of soil resources in the context of Eurointegration processes]: naukova dopovid / A. S. Zaryshnyak, S. A. Balyuk, V. V. Medvedyev ta in.; Kharkiv: 2016. 44.
9. Pro stan rodyuchosti gruntiv Ukrayiny: natsionalna dopovid [About soil fertility of Ukraine: a national report] / S.A. Balyuk, V. V. Medvedyev, O. H. Tarariko ta in.; Kyiv: 2010. TOV «Vyk Prynt», 111.
10. Truskavetskyi, R. S., Tsapko, Yu. L. (2016). Osnovy upravlinnya rodyuchistyiu gruntiv [Fundamentals of soil fertility management]: monohrafiya: Kharkiv: Brovin O.V., 388.
-

Berezhniak E. M., Berezhniak M. F., Ivaniya D. A. (2020). THE EVALUATION OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY OF GRAY FOREST SOILS UNDER DIFFERENT USES. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(1): 52–61. <https://doi.org/10.31548/agr2020.01.052>

Abstract. *The article presents the results of studies of soil indicators and evaluation the parameters of their environmental sustainability. It has been established that the agricultural use of soil has led to manifestations of agrophysical degradation. It was noticed the high lumpiness above 28.9%, the soil silt content as 7.62% and bulk density was high 1.44–1.47 g/cm³. Trends in the manifestation of dehumification of agricultural soils due directly or indirectly to their intensive agricultural use are revealed. The humus content of dark gray soil in the cultivated fields after soybean harvest was $2.89 \pm 0.11\%$, on the similar soil under the forest stripe – $3.75 \pm 0.05\%$. Reduction of degradation processes can be achieved by introducing into the rotation of perennial grasses, which will improve its structure and organic matter content. To suspend dehumification, it is necessary to increase the proportion of organic fertilizers and to maximize the use of by-products of crops.*

Key words. *Humus, soil structure, lumpiness, silt, forest belt, soil bulk density, agrophysical degradation, anti-wind erosion resistance*

ЗБЕРЕЖЕННЯ РОДЮЧОСТІ ЧОРНОЗЕМІВ ЗВИЧАЙНИХ В УМОВАХ АРИДИЗАЦІЇ КЛІМАТУ

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

E-mail: pikovska_olena@ukr.net

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

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. В сучасних умовах змін клімату, що впливають на ріст та розвиток сільськогосподарських культур, актуальною є оцінка різних агротехнічних заходів за їх впливом на показники родючості ґрунтів. Важливу роль у технологіях вирощування відіграють системи обробітку ґрунту. Метою наших досліджень було встановлення впливу систем обробітку ґрунту в Північному Степу України на окремі показники родючості чорнозему звичайного. У досліді вивчали три системи обробітку: полицеву оранку на 23-25 см, мінімальний обробіток на 4-5 см і нульовий обробіток (прямий висів). У зразках ґрунту визначали вміст загального гумусу за методом Тюріна в модифікації Сімакова, структурно-агрегатний склад методом просіювання за Саввіновим, вологість ґрунту ваговим методом із розрахунком продуктивної вологи за різницею між фактичною вологістю та вологістю в'янення. Застосування прямого висіву та мінімального обробітку ґрунту забезпечували формування дефляційно стійкої поверхні 0-10 см шару ґрунту: вміст агрегатів розміром понад 1 мм складав відповідно 62 і 60 %, тоді як на варіанті з оранкою – 49 %. Вміст гумусу у шарі 0-30 см складав відповідно 4,58 % за нульового обробітку; 4,57 – за мінімального і 4,52 % за оранки. Мінімізація обробітку ґрунту також вищі запаси продуктивної вологи в метровій товщі ґрунту порівняно з традиційною оранкою.

Ключові слова: родючість ґрунту, аридизація клімату, чорнозем звичайний, продуктивна волога, нульовий обробіток, гумус, дефляційна стійкість ґрунту

Актуальність.

В Україні протягом останніх років відмічають зростання впливу глобального потепління на кліматичні умови. Аграрний сектор є головним в економіці країни, тому важливо адаптувати технології вирощування культур до нинішніх кліматичних умов. Провід-

ні метеорологи України зазначають, що сільське господарство є найбільш вразливою галуззю економіки України до коливань і змін клімату. Враховуючи інерційний характер сільськогосподарства та залежність його ефективності від погодних умов, уже зараз необхідне прийняття своєчасних та адекватних рішень щодо складних

проблем, обумовлених змінами клімату (Польовий А. М., Кульбіда М. І., Адаменко Т. І., Трофімова І. В., 2007). На викиди парникових газів впливають багато факторів, зокрема вміст в ґрунті карбону та елементів живлення (Sun, X., Tang, Z., Ryan, M. G., You, Y., & Sun, O. J., 2019).

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Питанням пошуку оптимальних систем обробітку ґрунту за впливом на урожайність культур присвячена значна увага вчених. Водночас важливим є вплив різних систем обробітку ґрунту на показники родючості, особливо в умовах сучасних глобальних змін клімату.

Dekemati, I., Simon, B., Vinogradov, S., & Birkás, M. (2019) зазначають, що історично обробіток ґрунту виконував завдання підготовки до висіву насіння та боротьби з бур'янами, проте він прискорив деградацію ґрунту через ерозію і втрату органічної речовини ґрунту. На основі дослідження різних систем обробітку ґрунту за впливом на структурно-агрегатний склад, кількість дощових черв'яків, реакцію ґрунтового середовища і вміст органічної речовини, встановлено, що для поліпшення як фізичних, так і біологічних властивостей ґрунтів слід зменшувати інтенсивність обробітку ґрунту.

Нульовий обробіток у світі застосовується як альтернатива традиційним технологіям вирощування культур. Li, Y., Li, Z., Cui, S., & Zhang, Q. (2020) проаналізувавши 264 публікації з питань нульового обробітку, кількісно визначили за допомогою інтенсивного мета-аналізу, що вплив No-till на фізичні властивості ґрунту досить складний і значною мірою залежить

від кліматичних умов, тривалості експерименту та текстури ґрунту. Вони вказують, що саме кліматичні умови є визначальними за впливом на ефективність нульового обробітку (Li, Y., Li, Z., Cui, S., & Zhang, Q., 2020). Саме тому важливим є дослідження впливу таких систем обробітку в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах у тривалих дослідах.

Важливу роль у збереженні ґрунтів сільськогосподарських угідь, зменшенні впливу кліматичних змін має стійкість структурних агрегатів ґрунту та органічна речовина ґрунту. Різні системи обробітку ґрунту можуть впливати на структуру ґрунту та вміст карбону, а отже, і на екологічну безпеку сільськогосподарських угідь (Wang, X. et al., 2019). Про тісний взаємозв'язок структури ґрунту та вмісту гумусу вказано в роботах ряду вчених (Guo, Y. et al., 2020; Бережняк М.Ф., Бережняк Є.М., 2010; Піковська О.В., Вітвіцька О.І., 2016; Булігін С.Ю., Величко В.А., Демиденко О.В., 2016).

Метою досліджень була оцінка змін показників родючості чорноземів звичайних за різних систем обробітку ґрунту в умовах аридизації клімату.

Методи дослідження.

Дослідження проводили у тривалому досліді в Дніпропетровській області у полі кукурудзи на силос. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем звичайний середньогумусний важко-суглинковий на лесі з вмістом гумусу 4,60%, нейтральною реакцією ґрунтового середовища. Дослід включав три варіанти систем обробітку ґрунту: оранку на 23-25 см; мінімальний обробіток на 4-5 см і прямий висів (нульовий обробіток, No-till). Систе-

ми удобрення та захисту рослин були однакові на всіх варіантах досліду.

У зразках ґрунту визначали вміст загального гумусу за методом Тюріна в модифікації Сімакова, структурно-агрегатний склад методом просіювання за Саввіновим, вологість ґрунту ваговим методом із розрахунком продуктивної вологи за різницею між фактичною вологістю та вологістю в'янення.

Результати та їх обговорення.

Дефляційно стійкими вважаються агрегати розміром понад 1 мм. За їх вмісту понад 60% дефляція не виникає. Системи обробітку ґрунту безпосередньо впливали на вміст таких часток за вирощування кукурудзи на силос (рис. 1).

Вітрова ерозія є однією з найбільших загроз ґрунтовому вкриттю степової зони, із зростанням посушливості клімату, її руйнівний вплив лише збільшується. Аналізуючи результати досліджень, слід

відзначити ґрунтозахисну роль мінімізації обробітку ґрунту. В зоні Степу значної шкоди посівам культур завдають весняні пилові бурі, які видувають верхній шар ґрунту. Саме тому важливо забезпечити оптимальний структурний стан поверхні ґрунту у верхньому 0-10 см шарі ґрунту. Найвищий вміст агрегатів розміром понад 1 мм у цьому шарі відмічено за нульового обробітку і він склав 62 %, за мінімального поверхня також була дефляційно стійкою, тоді як на варіанті з оранкою вміст часток понад 1 мм склав лише 49 %. Аналогічна тенденція спостерігалась і в нижніх шарах ґрунту. Загалом протягом весняно-літнього періоду за вирощування кукурудзи на силос найкращу дефляційну стійкість поверхні за вмістом агрегатів понад 1 мм було відмічено за прямого висіву.

Інтегральним показником родючості ґрунту є вміст гумусу. На рис. 2 представлено вміст гумусу у чорноземі звичайному.

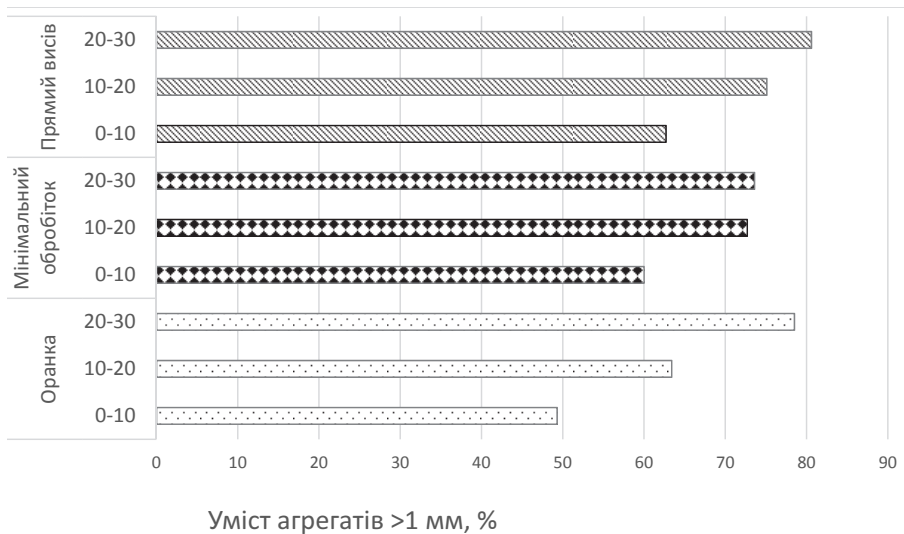


Рисунок 1. Вплив систем обробітку ґрунту на вміст дефляційно стійких агрегатів у чорноземі звичайному

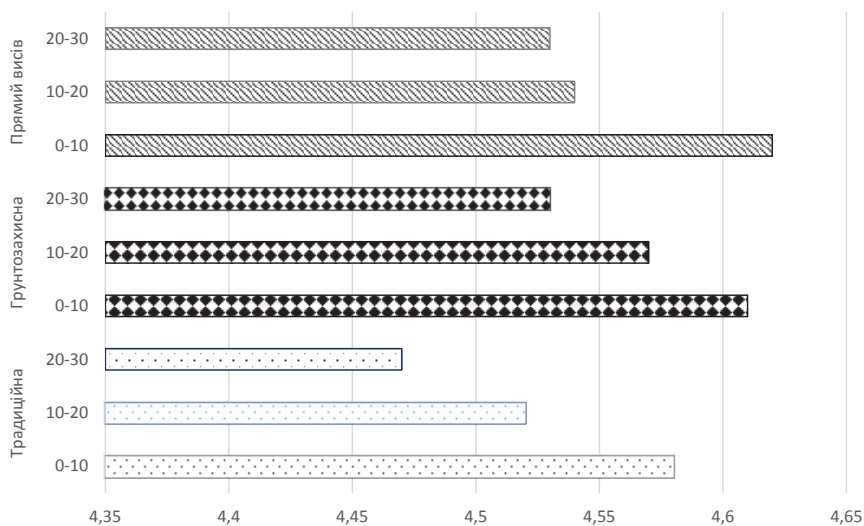


Рисунок 2. Вміст гумусу чорнозему звичайного за різних систем обробітку ґрунту, %

Дослідженнями вчених кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. проф. М.К.Шичули НУБіП України встановлено позитивний вплив мінімізації обробітку ґрунту на показники гумусового стану (Бережнюк М.Ф., Бережнюк Є. М., 2010; Піковська О.В., 2012; Тихенко О.В., 2006; Тонха О.Л., Піковська О.В., 2015; Тонха О.Л., Балаєв А.Д, Вітвіцький С.В., 2017).

Зниження інтенсивності обробітку чорнозему звичайного забезпечило збереження органічної речовини. У 0-10 см вміст гумусу за прямого висіву складав 4,62; за мінімального – 4,61 %, тоді як за оранки – 4,58 %. У середньому в шарі 0-30 см вміст гумусу складав відповідно 4,58 % за нульового обробітку; 4,57 – за мінімального і 4,52 % за оранки. Слід відзначити позитивний вплив як мінімального, так і нульового обробітків у запобіганні дегуміфікації ґрунтів. Враховуючи закріплення карбону у гумусі, варто відзначити також зниження його втрат у вигляді вуглекислого

газу. У дослідженнях О.В.Демиденка встановлено вплив різних систем удобрення у короткоротаційних сівозмінах на секвестрацію карбону, що дуже важливо в умовах змін клімату (Demidenko O., Zapasna Y., Velychko V., 2018).

В умовах аридизації клімату важливою є оцінка вологозберігаючого ефекту різних агротехнічних заходів. На рис. 3 представлені результати визначення запасів продуктивної вологи чорнозему звичайного.

Протягом вегетаційного періоду запаси вологи в ґрунті закономірно зменшувались. Як свідчать результати визначення, застосування прямого висіву забезпечило найвищі запаси продуктивної вологи протягом весняно-літнього періоду – 44-112 мм у метровій товщі ґрунту. Деяко нижчі запаси відмічені за мінімального обробітку – 40-105 мм. Застосування оранки зумовило найгірше збереження вологи у 0-100 см шарі на рівні 35-98 мм.

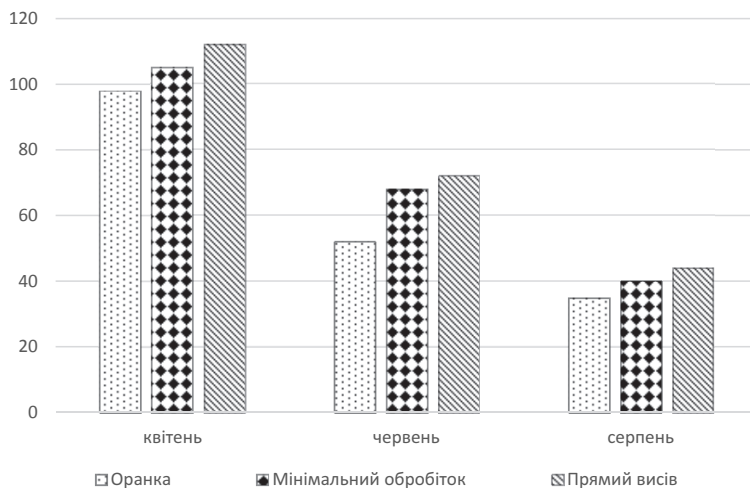


Рисунок 3. Запаси продуктивної вологи 0-100 см шару чорнозему звичайного за вирощування кукурудзи на силос, мм

Висновки.

У результаті проведених досліджень встановлено, що застосування мінімального та нульового обробітку ґрунту забезпечує збереження родючості чорнозему звичайного в умовах Північного Степу України.

Вміст агрегатів розміром понад 1 мм у 0-10 см шарі чорнозему звичайного за мінімального обробітку складав 60 %, за нульового – 62 %, тобто поверхню ґрунту можна вважати дефляційно стійкою, тоді як за оранки вміст часток був лише 49 %.

Зниження інтенсивності обробітку чорнозему звичайного забезпечило збереження органічної речовини: у шарі 0-30 см вміст гумусу складав відповідно 4,58 % за нульового обробітку; 4,57 – за мінімального і 4,52 % за оранки. Застосування прямого висіву забезпечило найвищі запаси продуктивної вологи у метровій товщі ґрунту протягом весняно-літнього періоду, за оранки – найменші.

References

1. Pol'ovyy A. M., Kul'bida M. I., Adamenko T. I., Trofimova I. V. (2007). Modelyuvannya vplyvu zminy klimatu na ahroklimatychni umovy vyroshchuvannya ta fotosyntetychnu produktyvnist' ozymoyi pshenytsi v Ukraini [Modeling the impact of climate change on agricultural growing conditions and photosynthetic productivity of winter wheat in Ukraine]. Ukr. hydrometeorol. journal. No. 2. P. 76-91.
2. Sun, X., Tang, Z., Ryan, M. G., You, Y., & Sun, O. J. (2019). Changes in soil organic carbon contents and fractionations of forests along a climatic gradient in china. Forest Ecosystems, 6(1) doi:10.1186/s40663-019-0161-7
3. Dekemati, I., Simon, B., Vinogradov, S., & Birkás, M. (2019). The effects of various tillage treatments on soil physical properties, earthworm abundance and crop yield in hungary. Soil and Tillage Research, 194 doi:10.1016/j.still.2019.104334.
4. Li, Y., Li, Z., Cui, S., & Zhang, Q. (2020). Trade-off between soil pH, bulk density and other soil physical properties under global no-tillage agriculture. Geoderma, 361 doi:10.1016/j.geoderma.2019.114099

5. Wang, X., Qi, J. -, Zhang, X. -, Li, S. -, Latif Virk, A., Zhao, X., . . . Zhang, H. -. (2019). Effects of tillage and residue management on soil aggregates and associated carbon storage in a double paddy cropping system. *Soil and Tillage Research*, 194 doi:10.1016/j.still.2019.104339
6. Guo, Y., Fan, R., Zhang, X., Zhang, Y., Wu, D., McLaughlin, N., . . . Liang, A. (2020). Tillage-induced effects on SOC through changes in aggregate stability and soil pore structure. *Science of the Total Environment*, 703 doi:10.1016/j.scitotenv.2019.1346174
7. Bereznyak M.F., Bereznyak YE.M. (2010) Optymizatsiya ahrofizychnykh parametriv chornozemnykh gruntiv za riznykh system obrobittu. [Optimization of Agrophysical Parameters of Black Earth Soils under Different Processing Systems.] *Visnyk ahraryoi nauky*. №12. P. 16–19. file:///C:/Users/user/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/vaan_2010_12_4%20(1).pdf
8. Pikovska O. V, Vitvitska O. I. (2016) Vplyv zas-tosuvannya solomy na pokaznyky rodyuchosti chornozemu typovoho. [Influence of straw application on fertility indexes of typical chernozem]. *Naukovyy visnyk Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy*. Seriya : Ahronomiya. Vyp. 235. P. 160-166. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_agr_2016_235_21
9. Bulyhin S.YU., Velychko V.A., Demydenko O.V. (2016) Ahrohenez chornozemu. [Agrogenesis of chernozem]. K.: Ahraryna nauka, 356 p.
10. Pikovska O. V. (2012) Vplyv riznykh system obrobittu gruntu na vmist i dynamiku humusu chornozemu zvychaynoho. [Influence of different soil tillage systems on the content and dynamics of humus of chernozem ordinary]. *Naukovyy visnyk Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy*. Ser.: Ahronomiya. Vypusk 176. P.170-173
11. Tykhenko O. V. (2006). Obhruntuvannya ta efektyvnist' gruntozakhysnoho zemlerobstva pry vyroshchuvanni ozymoyi pshe-nytsi. [Rationale and effectiveness of soil protection technologies of growing winter wheat]. *Visnyk ahraryoi nauky Prychornomor'ya*. 4. 2006. (37) tom 1.
12. Tonkha O.L., Pikovs'ka O. V. (2015). Grun-tozakhysni tekhnolohiyi vyroshchuvannya sil'skohospodars'kykh kul'tur i yakisnyy sklad orhanichnoyi rehovyny chornozemiv. [SOIL CONSERVATION TECHNOLOGY OF CROP GROWING AND QUALITATIVE COMPOSITION OF SOIL ORGANIC MATTER OF CHERNOZEMS]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. Vypusk 2 (51). <http://journals.urau.ua/index.php/2223-1609/article/viewFile/116910/110940>
13. Demydenko O., Zapasna Y., & Velychko V. (2018). Sequestration of carbon oxide in different fertilization systems in agrocenoses. *Agricultural Science and Practice*, 5(2), 37-51. <https://doi.org/10.15407/agrisp5.02.037>
14. Tonkha O.L., Balayev A.D., Vitvits'kyy S.V. (2017) Biologichna aktyvnist' i humusnyy stan chornozemiv Lisostepu i Stepu Ukrainy. *Monohrafiya*. [Biological activity and humus status of the Black Forests of the Steppe and Steppe of Ukraine. Monograph.]. K.: Vydavnytstvo, 355 p. <http://dglib.nubip.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/5117>

Pikovska O. (2020). CONSERVATION OF FERTILITY OF CHERNOZEM ORDINARY IN THE CONDITION OF CLIMATE ARIDIZATION. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(1): 62–68. <https://doi.org/10.31548/agr2020.01.062>

Abstract. *In the current climate change, affecting the growth of crops, it is relevant to evaluate various agrotechnical measures for their impact on soil fertility. Soil tillage systems play an important role in technologies of growing crops. The purpose of our research was to determine*

the impact of tillage systems in the Northern Steppe of Ukraine on fertility parameters of chernozem ordinary. In the experiment, three tillage systems were studied: plowing by 23-25 sm, minimum tillage by 4-5 sm and no-tillage (direct seeding).

In soil samples we determined the total humus content by the Tyurin method in the Simakov modification, the structural aggregate composition by the method of Savinov, the moisture content of the soil by the weight method. The use of no-tillage and reduced tillage provided the formation of a deflation-resistant surface of 0-10 cm soil layer: the content of aggregates larger than 1 mm was 62 and 60%, in the plowing variant - 49%. The humus content in the 0-30 cm layer was 4.58% in No-tillage variant, 4.57 – in reduced tillage and 4.52% for the plowing. Reducing tillage is also higher reserves of productive moisture in a meter layer of comparative with traditional plowing.

Keywords: *soil fertility, climate aridization, chernozem ordinary, productive moisture, no tillage, humus, soil deflation*

СЕЛЕКЦІЯ І НАСІННИЦТВО

УДК 633.15:631.527.3

<https://doi.org/10.31548/agr2020.01.069>

ЕКОЛОГІЧНА ПЛАСТИЧНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ СЕЛЕКЦІЇ ВНІС В УМОВАХ УКРАЇНИ

Я. Ю. ШАРИПІНА, кандидат біологічних наук,
начальник відділу селекції соняшнику ТОВ «Джін енд Сідз»
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5078-1608>

І. Ю. БОРОВСЬКА, доктор сільськогосподарських наук, с. н. с.,
начальник відділу імунітету рослин до хвороб та шкідників
ТОВ «Всеукраїнський науковий інститут селекції»
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9498-7269>

М. Ф. ПАРІЙ, кандидат біологічних наук,
директор ТОВ «Всеукраїнський науковий інститут селекції»
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9877-2241>

С. В. ГАЛУЩЕНКО, молодший науковий співробітник відділу селекції
кукурудзи і сорго
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2796-2467>

В. А. СМІРНОВА, молодший науковий співробітник
відділу біотехнології і генетичної інженерії
ТОВ «Всеукраїнський науковий інститут селекції»
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3231-4085>

Ю. С. КОСТЕНКО, технолог із агрономії відділу виробництва
ТОВ «Джін енд Сідз»
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2006-0011>

О. Ю. КУЛІШ, молодший науковий співробітник відділу
селекції кукурудзи і сорго ТОВ «Бета НК»
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2897-5606>

І. В. ШПАКОВИЧ, лаборант відділу виробництва
ТОВ «Джін енд Сідз»
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2595-4620>
E-mail: myu77sharp@gmail.com

Анотація. Зміна температурного режиму в період активної вегетації суттєво впливає на розвиток та формування урожайності сільськогосподарських культур і кукурудзи зокрема та зумовлює значне коливання валових зборів

її урожаю. З урахуванням досліджень зміни клімату фахівці побудували нову карту агрокліматичного зонування території України, яка показує зміну термічного режиму в регіонах протягом останніх десятиріч. Тому основною метою дослідження було виділення нових гібридів кукурудзи, які мають високу загальну адаптивну здатність, забезпечують найвищий рівень урожайності в сприятливих умовах і є адаптованими до вирощування в певних регіонах України. У статті представлені результати аналізу даних екологічного випробування нових гібридів кукурудзи ТОВ «Всеукраїнський науковий інститут селекції» (м. Київ, Україна), закладеного в п'яти областях України. Проведено групування пунктів випробування гібридів кукурудзи за подібністю кліматичних умов та схарактеризовано їхню сприятливість для вирощування кукурудзи. Різноманіття агрокліматичних умов і їхній розподіл протягом року щодо регіонів дозволило виявити потенціал гібридів за врожайністю, а також оцінити їхню екологічну пластичність і стабільність. Виділено перспективні гібриди кукурудзи середньоранньої та середньостиглої груп стиглості різного типу екологічної пластичності, з урожайністю понад 9,0 т/га за підсумками вивчення в п'яти пунктах. Визначено реакцію гібридів різних груп пластичності на відмінні за сприятливістю умови вирощування.

Перспективні за результатами вивчення їхньої екологічної пластичності і стабільності гібриди рекомендовано для вирощування в певних регіонах України.

Ключові слова: кукурудза, гібрид, урожайність, екологічна пластичність, стабільність

Актуальність.

Кукурудза на сьогодні є однією з основних культур світового землеробства, яка є суттєвою складовою зернового господарства України. Зміна термічного режиму, яка спостерігається протягом останніх десятиріч як у світі, так і на території нашої держави, суттєво впливає на розвиток та формування урожайності сільськогосподарських культур і кукурудзи зокрема та зумовлює коливання валових зборів її урожаю. Аналіз мінливості температури повітря протягом вегетації кукурудзи в Україні показав її суттєві зміни на всій території країни. Для кожної зони, від Полісся до Степу, характерне підвищення температури повітря протягом усього вегетаційного періоду культури. Підвищення температури

повітря у фазі розвитку третього листка-викидання волоті та, особливо, цвітіння за 10 років становило 0,7–0,9 °C і було несприятливим для кукурудзи, особливо в східному та центральному Лісостепу України. Зменшення продуктивності температури та погіршення умов для формування урожаю кукурудзи за цей період сягало 7–12 %. Водночас у західній області Лісостепової зони ріст температури сприяв збільшенню урожайності культури майже протягом усього періоду її вегетації, за винятком цвітіння, хоча й був несуттєвим (Балабух, 2019).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Повноту реалізації потенціалу продуктивності кукурудзи забезпечують не тільки група стиглості, але і придатність гібрида до регіональних умов виробництва (Черчель В. Ю.

Гайдаш О. Л., 2016). Тому створення гібридів, які поєднували б високу потенціальну продуктивність і генетично зумовлену пристосованість до певних кліматичних умов є одним з головних завдань селекції культури (Дзюбецький, Б. В., Черчель В. Ю., 2007). Здатність гібридів кукурудзи до відтворення генетично зумовленої високої врожайності значною мірою обмежують несприятливі умови року. Так, за результатами 2019 року середній показник урожайності культури становив 7,84 т/га. Про це свідчать дані інтерактивної карти «Урожай Онлайн 2019», де найвищі показники врожайності кукурудзи зафіксовано в господарствах Волинської (9,51 т/га), Хмельницької (8,69 т/га) та Рівненської (8,52 т/га) областей. Слідом йде Вінницька (8,16 т/га), Житомирська (8,06 т/га) та Сумська (7,96 т/га) області. Найнижча врожайність культури спостерігалася в агроформуваннях Дніпропетровської (3,99 т/га), Донецької (3,28 т/га) та Одеської (2,83 т/га) областей [4].

Проблемами селекції на стійкість до стресових чинників (посухо- та холодостійкість) займається напрям селекції кукурудзи на адаптивність. Різниця в перерозподілі потоку асимілятів, спрямованих на формування урожаю є критерієм добору генотипів за рівнем адаптивності. Для отримання високих та стабільних урожаїв кукурудзи бажано використовувати гібриди з різними типами реакції на мінливість умов середовища (Гудзь, Лавриненко, 1997).

Метою дослідження було виділення нових гібридів кукурудзи селекції ВНС у дослідях широкомасштабного екологічного випробування в різноманітних за агрокліматичними умовами регіонах України.

Матеріали і методи дослідження.

Закладку дослідних ділянок проводили у 2019 році в п'яти областях України – Київській (50°12'14.6»N 31°44'42.8»E), Черкаській (49°07'03.9»N 31°32'52.6»E), Дніпропетровській (48°22'37.8»N 35°45'36.1»E), Тернопільській (49°32'24.6»N 25°39'32.8»E), Чернігівській (50°26'27.0»N 32°41'46.2»E).

Як батьківські компоненти гібридів використані лінії, отримані від схрещування батьківських форм власної селекції. Гібриди, а також їхні батьківські компоненти, попередньо вивчали впродовж трьох років (2016 – 2018 рр.) в умовах експериментальної селекційної бази ВНС (Київська обл., Обухівський р-н, с. Безіменне) за основними морфологічними та агрономічними характеристиками.

Як об'єкт екологічного випробування використано 214 гібридів кукурудзи: 131 гібрид середньоранньої групи стиглості (ФАО 240–299) і 83 гібрида середньостиглої групи (ФАО 300–399). Як стандарти в досліді використано кращі зареєстровані в Україні гібриди селекції ВНС (Гран 6, ВН 63, Гран 1). Значний обсяг досліджуваного матеріалу зумовлений багаторічним процесом селекції за кількома селекційними програмами ВНС, а також можливістю прискорення створення лінійного матеріалу і проведення гібридизації в зимовий період у селекційних розсадниках Чилі.

Закладка дослідних ділянок, фенологічні спостереження та обліки проведено відповідно до загальноприйнятих для кукурудзи методик (Методичні рекомендації, 2003). Посів рендомізованих зразків здійснено у дворазовій повторності блоками по 23 зразки, у кожен блок введено 2

стандарти. Блокова рендомізація використана для створення еквівалентних груп. У межах блоку вплив умов розподілений випадковим чином. Загальний розмір ділянки 20 м², розмір облікової ділянки 10 м². Густота стояння рослин до збирання в зоні достатнього зволоження – 70–80 тис. рослин на гектар.

Збирання кукурудзи проведено селекційним комбайном (Haldrup CTS - 95 Twin Shaker), з програмним забезпеченням, наданим виробником. У процесі збирання визначено врожайність гібрида з ділянки (кг), вологість насіння і проведено відбір проб із зразка для подальших лабораторних досліджень.

Розраховували коефіцієнт лінійної регресії (b_i), який характеризує рівень екологічної пластичності гібрида, а також середньоквадратичне відхилення від лінії регресії (S_i^2), яке характеризує стабільність гібрида в різних умовах середовища, де – середнє значення ознаки за всіма генотипами, X_i – середнє значення ознаки i – го генотипу за пунктами, I_i – *індекс середовища*. Розподіл гібридів за коефіцієнтом екологічної пластичності (b_i) проведено на три групи: високопластичні $b_i > (1 + \sigma)$ – чутливість рівня ознаки генотипів на зміну умов вирощування виходить за межі чутливості всієї сукупності гібридів, а значення ознаки в сприятливих умовах (тобто в умовах із максимальним проявом ознаки) підвищується; середньопластичні $b_i = (1 \pm \sigma)$ – ступінь чутливості на мінливість умов навколишнього середовища перебуває на рівні середньої чутливості у вибірці гібридів, які досліджуються; низькопластичні $b_i = (1 - \sigma)$ – значення ознаки щодо решти генотипів у більш сприятливих умовах знижується (Пакудин, Лопатина, 1984).

Кластерний аналіз проведено методом повного зв'язку на основі евклідових відстаней. Обробку експериментальних даних здійснювали методами варіаційної статистики, регресійного та дисперсійного аналізу з використанням пакету прикладних програм Microsoft Office Excel 2010 і Statistics 10.0.

Результати дослідження та їх обговорення.

На формування клімату значною мірою впливають температурний режим, загальний обсяг опадів, їхній розподіл за регіонами і порами року. Кількісна оцінка просторового розподілу цих показників представлена гідротермічним коефіцієнтом (ГТК), який адекватно описує відмінності агрокліматичних ресурсів кожної точки екологічного випробування, закладеної в дослідженні для оцінки адаптивного потенціалу нових гібридів кукурудзи, за ступенем зволоженості.

Застосування кластерного аналізу дозволило провести групування точок випробування гібридів за подібністю кліматичних умов протягом вегетаційного періоду кукурудзи (рис. 1).

За результатами статистичного аналізу ГТК точку «Тернопіль» виділено в окремий кластер, як найбільш віддалену за кліматичними умовами від інших точок. Решта чотири точки за подібністю рівня зволоженості і, відповідно, розподілом ГТК, поєднано в один великий кластер. У межах кластера найвищим ступенем подібності кліматичних умов характеризуються точки «Черкаси» та «Київ». За подібністю кліматичних умов до цього кластера приєднується точка «Чернігів». Найвіддаленішим за евклідовими відстанями і кліматичними умовами в цьому кластері є точка «Дніпро».

1. Показники ГТК у точках випробувань

Пункт	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень
Дніпро	1,21	0,79	0,92	0,74	0,58	1,12	1,02
Черкаси	1,43	0,86	1,10	1,14	0,86	1,04	1,16
Тернопіль	1,78	1,65	1,55	1,58	1,18	0,71	1,41
Київ	1,60	0,87	1,16	1,16	0,89	0,94	1,26
Чернігів	1,50	0,93	1,30	1,32	1,07	0,90	1,46

У ході розрахунку екологічної пластичності і стабільності гібридів кукурудзи середньоранньої групи стиглості за індексами середовища виявлено, що найкращі умови для формування високої врожайності гібридів середньоранньої групи стиглості були умови точки «Тернопіль» ($I_i = 1,12$) (табл. 3). Наступною за розрахованими за рівнем урожайності індексами середовища для гібридів цієї групи стиглості була точка «Дніпро» ($I_i = 0,32$). Точку «Черкаси» за рівнем сформованої урожайності ($I_i = -1,03$) віднесено до найменш сприятливих і проміжним місцем за

сприятливістю між ними були умови Київської області ($I_i = -0,40$).

За розрахованими індексами середовища за рівнем урожайності для гібридів середньостиглої групи найбільш сприятливими умовами також визнано умови Тернопільської області ($I_i = 0,82$) (табл. 4). Наступними за рівнем сприятливості для гібридів цієї групи стиглості є умови точки «Дніпро» ($I_i = 0,64$). Серед точок із від'ємним значенням індексів середовища, умови Чернігівської області ($I_i = -0,67$) були найменш сприятливими для середньостиглих гібридів кукурудзи.

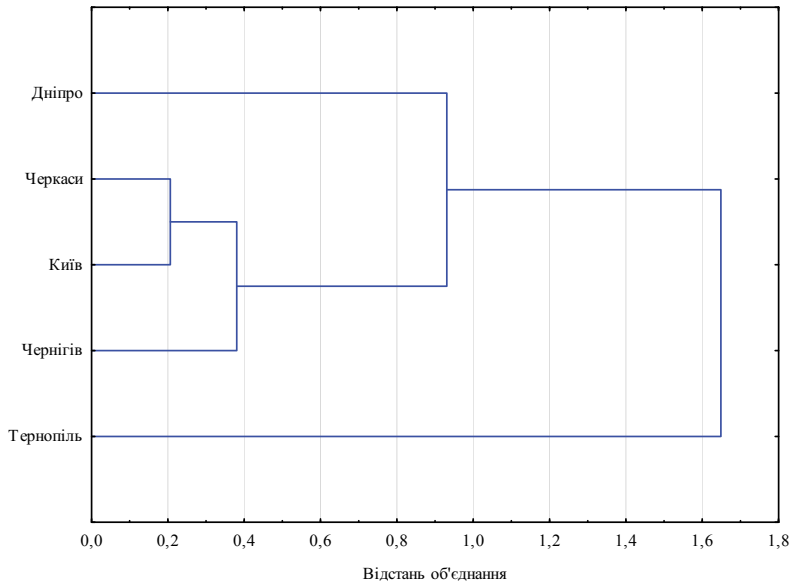


Рис. 1. Розподіл точок екологічних випробувань за подібністю кліматичних умов

Наступними за сприятливістю були умови Київської та Черкаської області ($I_i = -0,13$ та $I_i = -0,65$, відповідно).

Рівень адаптивності гібридів до різноманітних агрокліматичних умов середовища оцінювали за показниками екологічної пластичності та стабільності їх урожайності, головного критерію відбору (табл. 2).

У середньому за точками випробувань рівень урожайності кукурудзи коливався від 5,86 до 9,48 т/га в

гібридів середньоранньої групи стиглості й у межах 6,71–9,67 т/га – у середньостиглих гібридів.

Так, за рівнем коефіцієнтів екологічної пластичності, кількість високопластичних середньоранніх гібридів майже вдвічі перевищувала кількість високопластичних гібридів середньостиглої групи стиглості (26 проти 12). Гібриди в обох групах стиглості здебільшого мали середній тип пластичності. Різницю в бік збільшення кількості в 1,5

2. Параметри урожайності й екологічної пластичності за цією ознакою гібридів кукурудзи селекції ВНІС

Параметри	Розмах варіювання (min ÷ max) показників у групах за типами пластичності					
	високопластичні		середньопластичні		низькопластичні	
	кількість, шт.	частка, %	кількість, шт.	частка, %	кількість, шт.	частка, %
середньоранні гібриди (у досліді)						
дольова участь	26,0	19,8	85,0	64,9	21	16,0
урожайність, т/га	5,89–9,25		6,12–9,48		6,27–9,41	
коефіцієнт екологічної пластичності, b_i	1,72...2,51		0,28...1,67		0,28...-0,62	
за групою стиглості, т/га	7,89					
НІР ₀₅	0,15					
високоврожайні середньоранні гібриди						
дольова участь	4,0	3,1	50,0	38,2	9,0	6,9
урожайність, т/га	8,52–9,25		8,04–9,48		8,14–9,41	
коефіцієнт екологічної пластичності, b_i	1,73...2,12		0,30...1,70		0,26...-0,31	
середньостиглі гібриди (у досліді)						
дольова участь	12,0	14,5	57,0	68,7	8,0	9,6
урожайність, т/га	6,71–8,0		7,25–9,61		8,34–9,67	
коефіцієнт екологічної пластичності, b_i	2,27–3,59		0,02–2,06		-1,13...-0,20	
за групою стиглості, т/га	8,20					
НІР ₀₅	0,13					
високоурожайні середньостиглі гібриди						
дольова участь	–	–	33,0	39,8	8,0	9,6
урожайність, т/га	–	–	8,32–9,61		8,34–9,67	
коефіцієнт екологічної пластичності, b_i	–		0,02–1,67		-0,20... -1,13	

раза виявлено для середньоранніх: 85 гібридів середньоранньої групи стиглості проти 57 середньостиглих. За рівнем коефіцієнта екологічної пластичності найменшу кількість гібридів обох груп стиглості віднесено до низькопластичних. Різниця між низькопластичними гібридами середньоранньої групи стиглості та низькопластичними гібридами середньостиглої групи стиглості становила 2,6 раза (21 проти 8).

Частка достовірно високоурожайних гібридів кукурудзи становила 48,1 % в групі середньоранніх і 44,6 % – у групі середньостиглих.

Надалі надано характеристику за типами пластичності високоврожайних гібридів.

Серед високоурожайних гібридів середньоранньої групи стиглості за високим рівнем коефіцієнта екологічної пластичності ($b_i = 1,73-2,12$) виділені як найбільш чутливі до впливу екологічних умов вирощування чотири гібриди UA-46, UA-52, UA-54, UA-55, з рівнем урожайності в межах 8,52–9,25 т/га (табл. 3).

До середньопластичних гібридів середньоранньої групи стиглості ($b_i = 0,50-1,64$) віднесено UA 2, UA 17,

3. Показники екологічної пластичності та стабільності урожайності середньоранніх гібридів кукурудзи селекції ВНС

Код	Урожайність, т/га					Параметри адаптивності	
	Тернопіль	Черкаси	Київ	Дніпро	X_i	b_i	S_i^2
високопластичні							
UA 52	11,65	7,20	6,88	8,36	8,52	2,12	70,47
UA 54	11,29	7,59	6,76	9,04	8,67	1,91	58,73
UA 46	10,63	7,50	7,87	11,00	9,25	1,73	47,28
UA 55	11,22	6,62	9,91	8,63	9,09	1,73	53,17
середньопластичні							
UA 104	10,67	7,68	10,27	9,28	9,48	1,08	26,91
UA 17	9,89	9,66	7,39	10,22	9,29	0,52	12,98
UA 67	10,64	8,16	6,79	11,01	9,15	1,64	44,78
UA 2	9,21	8,75	7,50	10,87	9,08	0,65	13,52
UA 126	9,73	7,42	10,33	8,85	9,08	0,72	16,13
UA 103	9,23	7,04	11,23	8,71	9,05	0,50	12,86
низькопластичні							
UA 102	9,21	7,42	12,49	8,54	9,41	0,12	9,48
UA 5	9,91	9,63	8,61	9,47	9,41	0,26	7,44
UA 45	8,99	8,39	9,49	8,38	8,81	0,09	3,94
UA 116	8,00	7,32	11,53	8,69	8,89	-0,20	3,64
UA 81	7,59	7,24	10,45	9,24	8,63	-0,10	2,34
	9,01	6,86	7,49	8,21	7,89	1,00	27,36
σ	–	–	–	–	–	0,72	22,78
I_i	1,12	-1,03	-0,40	0,32	–	–	–

UA 67, UA 103, UA 104, UA 126, рівень урожайності яких коливався в межах 9,05–9,48 т/га.

За рівнем коефіцієнта екологічної пластичності від 0,26 до -0,31 дев'ять гібридів середньоранньої групи стиглості віднесено до низькопластичних, або ж тих, що мають слабку реакцію на умови середовища. З них гібриди UA 45, UA 57, UA 81, UA 113, UA 114, UA 116, UA 118 мали не тільки високу урожайність (8,14–8,89 т/га), але й за рівнем стабільності $S_i^2 = 0,32\text{--}3,94$ були віднесені до тих, що не мали значних коливань урожайності за пунктами випробувань.

Щодо параметрів адаптивності середньостиглих гібридів кукурудзи селекції ВНС під час сортування за рівнем урожайності, то гібриди високопластичного типу ($b_i = 2,27\text{--}3,59$) мали недостатньо високу врожайність

і тому в роботі надалі не будуть розглянуті. Високоурожайні гібриди кукурудзи в середньостиглій групі стиглості представлені тільки двома типами пластичності. Характеристика урожайності за пунктами випробувань і параметри адаптивності п'яти кращих середньопластичних і низькопластичних гібридів середньостиглої групи стиглості надано в таблиці 4.

Так, UA 178, UA 188, UA 189, UA 192, UA 193 і UA 196 виявили високий рівень урожайності, діапазон коливань якої становив 8,99–9,61 т/га. Коефіцієнт екологічної пластичності цих гібридів коливався в межах 0,03–0,72. Серед восьми низькопластичних гібридів кукурудзи середньостиглої групи стиглості (b_i від -0,20 до -1,13), гібриди UA 137, UA 159, UA 164, UA 172, UA 177, UA 179, UA 182, UA 186 мали урожайність у межах 8,34–9,67 т/га.

4. Показники екологічної пластичності та стабільності урожайності середньостиглих гібридів кукурудзи селекції ВНС

Код	Урожайність, т/га						Параметри адаптивності	
	Тернопіль	Черкаси	Київ	Дніпро	Чернігів	X_i	b_i	S_i^2
середньопластичні								
UA 188	10,18	8,19	10,13	9,80	9,73	9,61	0,18	0,81
UA 178	9,23	9,17	10,02	9,79	8,45	9,33	0,17	0,50
UA 192	9,70	8,79	9,90	9,07	8,67	9,22	0,13	0,38
UA 196	9,26	9,24	11,69	9,15	6,54	9,18	0,03	4,42
UA 189	9,92	7,79	8,57	9,51	9,17	8,99	0,72	0,77
низькопластичні								
UA 182	10,24	7,86	11,51	9,44	9,33	9,67	-0,23	2,55
UA 186	10,15	7,54	12,85	8,48	7,29	9,26	-0,34	7,32
UA 159	8,78	7,86	8,93	9,09	9,74	8,88	-0,20	0,68
UA 177	7,62	8,59	9,11	9,75	9,34	8,88	-0,45	0,90
UA 172	8,97	7,79	9,36	8,44	9,55	8,82	-0,41	0,88
	9,02	8,07	7,52	8,83	7,54	8,20	1,00	3,25
σ	0,82	-0,13	-0,67	0,64	-0,65		1,07	3,66
I_i	0,68	0,02	0,46	0,41	0,43	1,98	–	–

Висновки та перспективи.

Отже, за результатами випробування нових гібридів кукурудзи селекції ВНІС, закладеного в Київській, Черкаській, Дніпропетровській, Чернігівській, Тернопільській областях України виділено адаптовані до вирощування в певних регіонах України генотипи середньоранньої та середньостиглої груп стиглості, повною мірою охарактеризовані за потенціалом і типом екологічної пластичності.

Різноманітність агрокліматичних умов і їхній розподіл протягом року щодо регіонів дозволили диференціювати гібриди за врожайністю, а також оцінити їхню екологічну пластичність і стабільність.

За допомогою кластерного аналізу проведено групування пунктів випробування гібридів кукурудзи за подібністю кліматичних умов та схарактеризовано їхню сприятливість для вирощування кукурудзи. Розрахунок індексів середовища виявив, що найкращі умови для формування високої врожайності гібридів кукурудзи як середньоранньої, так і середньостиглої груп були в екологічних умовах Тернопільської області ($I_i = 1,12$ і $I_i = 0,82$, відповідно). Також сприятливими були умови Дніпропетровської області ($I_i = 0,64$) для гібридів кукурудзи середньостиглої групи стиглості. Кліматичні умови Тернопільської і Дніпропетровської областей є найбільш сприятливим із досліджених для формування високого рівня урожайності гібридів кукурудзи селекції ВНІС.

Під час визначення екологічної пластичності і стабільності виділено гібриди кожного типу пластичності як середньоранньої, так і середньостиглої груп, урожайність яких становила понад 9,0 т/га. У більш сприятливих

агрокліматичних умовах свій потенціал урожайності повною мірою проявлять високопластичні гібриди. У менш сприятливих зонах оптимально відреагують середньо- та низькопластичні гібриди.

Перспективні за результатами вивчення їх екологічної пластичності високоурожайні гібриди рекомендовано до вирощування в певних регіонах України.

References

1. Balabukh V. O. (2019) Vplyv zminy klimatu na formuvannya urozhainosti kukurudzy v ahroklimatychnykh zonakh Ukrainy. [Impregnation of the climate to the form of the maize yield in the agro-climatic zones of Ukraine]. *Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia*, 3 (54), 103–104.
2. Cherchel V. Yu., Haidash O. L. (2016) Otsinka adaptivnoi zdatnosti ta ekolohichnoi stabilnosti skorostyhykh hibrydiv kukurudzy (*Zea mays* L.) v kontrastnykh umovakh vyprovuvannya [Assessment of adaptive capacity and ecological stability of mature maize hybrids (*Zea mays* L.) under contrasting test conditions]. *Biologichnyi visnyk MDPU imeni Bohdana Khmelnytskoho*, 6 (3), 18–25.
3. Dziubetskyi B. V., Cherchel V. Yu. (2007) Seleksiia hibrydiv kukurudzy, stiikykh do ekstremalnykh umov vyroshchuvannya. [Selection of maize hybrids resistant to extreme growing conditions. *Bulletin of the Grain Institute*]. *Dnipropetrovsk, Biuletyn Instytutu zernovoho hospodarstva*, 31–32, 3–11.
4. Serednia vrozhainist kukurudzy v Ukraini perevyshchyla 6 t/ha [The average corn yield in Ukraine exceeded 6 t / ha]: URL: <https://superagronom.com/news/8456-serednya-vrojainist-kukurudzi-v-ukrayini-perevischila-6-t-ga>
5. Hudz Yu. V., Lavrynenko Yu. A. (1997) *Teoriya y praktyka adaptivnoi selektsyy kukurudy* [Theory and practice of adaptive breeding of maize]. Kherson: Borysfen - polyhrafservys, 168.

6. Metodichni rekomendatsii dlia polovoho ta laboratornoho vuvchennia henytychnykh resursiv kukurudzy (druhe vydannia) [Guidelines for field and laboratory study of maize genetic resources (second edition)] Kharkiv: IR, 2003, 43.
7. Pakudyn, V. Z., Lopatyina L. M. (1984) Otsenka ekolohycheskoi plastychnosti y stablynosti sortov selskokhoziaistvennykh kultur. [Assessment of ecological plasticity and stability of agricultural varieties.], Selskokhoziaistvennaia byolohyia 4, 109–113.

Sharypina YA. YU., Borovska I. YU., Pariy M. F, Halushchenko S. V., Smirnova V. A., Kostenko YU. S., Kulish O. YU., Shpakovych I. V. (2020). ECOLOGICAL PLASTICITY OF MAIZE HYBRIDS, DEVELOPMENT BY UKRAINIAN SCIENTIFIC INSTITUTE OF PLANT BREEDING, UNDER THE CONDITIONS OF UKRAINE. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(1): 69–78. <https://doi.org/10.31548/agr2020.01.69>

Abstract. Changes in the temperature behavior during the period of active vegetation considerably affect the development and yield of agricultural crops, in particular, maize, and lead to significant fluctuations in its gross yield. Basing on studies of climate changes, experts have constructed a new map of agro-climatic zoning of the territory of Ukraine, which reflects the changes in the thermal regime in the regions over the past decades. Therefore, the main purpose of our study was to identify new maize hybrids that are adapted for cultivation in certain regions of Ukraine, with high overall adaptability and high yields in favorable conditions. The article presents the results of analyzing the data of the environmental trials of new maize hybrids, development by the “Ukrainian Scientific Institute of Plant Breeding” (VNIS, Kyiv, Ukraine), which were conducted in 5 regions of Ukraine. The trial location of maize hybrids was grouped by climatic conditions, and their suitability for maize growing was characterized. The variety of agro-climatic conditions and their distribution in the regions during the year made it possible to evaluate the hybrids’ yield potential as well as to assess their environmental plasticity and stability. Based on the results of the five-location studies, promising mid-early and mid-ripening maize hybrids with various environmental plasticity and yields of over 9.0 t/ha were distinguished. The response of hybrids with various plasticity to cultivation conditions differing in favorableness was determined. Based on the results of studying their ecological plasticity and stability, the promising hybrids are recommended for cultivation in certain regions of Ukraine.

Key words: maize, hybrid, yield, environmental plasticity, stability

ФОРМУВАННЯ ФРАКЦІЙНОГО СКЛАДУ ТА ПОСІВНИХ ЯКОСТЕЙ НАСІННЯ БАТЬКІВСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ СТОЯННЯ

В. В. БАГАТЧЕНКО, аспірант*

<https://orcid.org/0000-0001-7595-5918>

В. Л. ЖЕМОЙДА, кандидат сільськогосподарських наук доцент

<http://orcid.org/0000-0002-4411-1592>

Р. О. СПРЯЖКА, аспірант*

<https://orcid.org/0000-0001-7434-084X>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: volodimirbagatchenko@ukr.net

Анотація. Представлені результати досліджень впливу густоти стояння на вихід фракційного складу та посівні якості насіння батьківських компонентів кукурудзи (простих гібридів) Ріст СВ, Рушник СВ, Річка С та (самозапилених ліній) УР 9зС, УР 331 СВ, УР 12 зС, які є батьківськими компонентами гібридів кукурудзи занесених до Державного реєстру сортів рослин України.

Встановлено, що досліджувані батьківські компоненти забезпечили формування різних фракцій та посівних якостей насіння залежно від генетичних особливостей та різної густоти стояння рослин, що дозволило оптимізувати досліджувані агротехнічні прийоми їхнього вирощування.

Оптимальними густотами стояння рослин які дозволяють підвищити вихід насіння найбільш цінних I та II фракцій кукурудзи та їхніх посівних якостей (маса 1000 насінин, енергія проростання, схожість) відповідно для батьківських компонентів Ріст СВ (62,5 %, 24,5 %, 287,2 г, 95,9 %, 98,6 %) та Рушник СВ (65,0 %, 20,0 %, 326,2 г, 95,6 %, 99,0 %) являється – 75 тис./га; для Річки С (65,0 %, 20,0 %, 254,7 г, 95,4 %, 97,2 %) й УР 331 СВ (61,0 %, 23,0 %, 266,6 г, 96,0 %, 99,0 %) – 95 тис./га та для УР 9 зС (63,7 %, 21,3 %, 228,5 г, 94,4 %, 98,8 %) й УР 12 зС (63,7 %, 21,3 %, 316,9 г, 96,6 %, 99,5 %) – 85 тис./га.

Ключові слова: кукурудза, батьківські компоненти, самозапилені лінії, густина стояння рослин, фракційний склад, посівна придатність

Актуальність.

Батьківські компоненти кукурудзи (прості гібриди та лінії) мають певні

морфологічні та біологічні особливості. Потенційну продуктивність для кожного біотипу можливо отримати за умов створення сприятливих для росту та розвит-

*Науковий керівник – В. Л. Жемойда

ку рослин умов, а саме застосовуючи різні прийоми агротехніки вирощування та використовуючи природно – кліматичні ресурси зони вирощування.

Одним з основних шляхів підвищення врожайності і зниження собівартості насіння є підвищення густоти стояння рослин. Однак, водночас, необхідно пам'ятати, що за надмірного загушення рослин погіршуються елементи структури врожаю та якість зерна. Тому, вивчення реакції батьківських компонентів кукурудзи на загушення є дуже актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Оптимальна густина рослин є одним із найважливіших чинників для одержання високих урожаїв кукурудзи (Красновський С. А., Жемойда В. Л., 2010; Каленська С. М., Таран В. Г., 2018). Існує різноманітність реакцій генотипів кукурудзи на загушення та можливість відбору форм, що не знижують врожайність зі збільшенням густоти стояння до певної межі, тому дослідні установи випробовували окремі лінії та гібриди за різної густоти (Панькін В. С., Павлюк О.О., 2005; Allard R. W., 1996). Кукурудза, на відміну від багатьох інших культур, більш чутлива до зміни густоти стояння (Хромяк В.М., 1986). Оптимальна кількість продуктивних рослин на гектар та їхнє рівномірне розподілення в рядках є одним із чинників, які визначають рівень врожайності кукурудзи (Абельмасов О. В., Бебех А. В., 2018), створюючи сприятливі умови для фотосинтезу, кращого використання родючості ґрунтів, вологи та добрив (Kemanian A. R., Stöckle C. O., 2007).

Необхідно зазначити, що різні гібриди спроможні давати максимальний урожай за різної густоти стояння

рослин, оскільки розміри листового апарату і тривалості його роботи значною мірою обумовлюються генетично закріпленими можливостями гібридів (Лещук Н. В. та ін., 2013).

Важливе значення має також фракція насіння і глибина його загорання. Дослідженнями, проведеними на дослідному полі Луганського національного аграрного університету Капустиним С. І., встановлено, що насіння простих гібридів крупної фракції мало польову схожість 98 %, тоді як середньої в межах 66–75 %, і відповідно до глибини загорання 9–12 см і 6–12 см. Вони також зазначають, що в посушливих умовах за сівби насіння крупної фракції за глибини загорання 9 см зерно мало нижчу збиральну вологість, рослини були вищими та мали довші качани (Капустін С. І. та ін., 2009).

Густина рослин кукурудзи сильно впливає на вологозабезпеченість. Рослини у найбільш загущених посівах використовують запаси доступної вологи в метровому шарі ґрунту на розвиток вегетативних органів, в основному в першій половині вегетаційного періоду. Кризовий, щодо вологозабезпеченості період у кукурудзи починається після утворення 12–13 листків у середньоранніх і середньостиглих та 14–15 – у середньопізніх і пізньостиглих гібридів. На час утворення качанів вологозабезпеченість рослин різко погіршується, що у разі загушення посівів призводить до гальмування ростових процесів, зниження інтенсивності фотосинтезу і до зниження продуктивності рослин (Teller E. at. al., 1999).

Мета дослідження – установити особливості формування фракційного складу та показників посівних якостей насіння батьківських компонентів кукурудзи за різної густоти стояння рослин в умовах Лісостепу України.

Матеріали й методи дослідження.

Експериментальну роботу виконували впродовж 2014–2018 рр. на дослідних полях ТОВ «Агрофірма «Колос»; лабораторні дослідження проводили в «Дослідній лабораторії» ТОВ «Агрофірма «Колос». Погодні умови 2014–2018 рр. були сприятливими для вирощування насіння кукурудзи та проведення досліджень, проте були контрастними за роками. Сумарна кількість опадів за квітень – жовтень становила: у 2014 році – 474,6 мм, 2015 році – 268,2 мм, 2017 році – 226,8 мм та у 2018 році – 350,6 мм. Сума ефективних температур становила: у 2014 році – 2170,7 °С, 2015 році – 2011 °С, 2017 році – 2145,3 °С та у 2018 році – 1957,6 °С.

Площа облікової ділянки 7, 35м². Повторність дослідів трьох разова. Посів проводили рендомізованим способом.

Матеріалом для досліджень слугували батьківські компоненти: самозапилені лінії (УР 9 зС, УР 331 СВ, УР 12 зС) та прості гібриди (Ріст СВ, Рушник СВ, Річка С).

Варіанти густоти стояння батьківських компонентів: гібриди (75, 85, 95 тис./га); лінії (85, 95, 105 тис./га).

Польові та лабораторні дослідження проводили відповідно до чинних методик, а саме: «Методики дослідної справи» (Доспехов Б. А., 1989), «Методики проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні» (Ткачик С. О., 2016); «Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових на відмінність, однорідність і стабільність» (Ткачик С. О., 2016).

Визначення фракційності насіння проводили використовуючи лаборатор-

ні сита. Насіння ділили на 4 фракції: I фракція – КП (крупні плоскі) ширина понад 8,0 мм, товщина менше ніж 5,5 мм; II фракція – МП (мілкі плоскі) ширина 6,5–8,0 мм, товщина менше ніж 5,0 мм; III фракція – КК (крупні круглі) ширина понад 8,0 мм, товщина понад 5,5 мм; IV фракція – КМ (мілкі круглі) ширина 6,5–8,0 мм, товщина 5,0 мм.

Попередник – пшениця м'яка озимого типу розвитку. Сівбу батьківських компонентів гібридів і самозапильних ліній кукурудзи проводили на глибину 4–6 см ручними сівалками на різну густоту стояння рослин 75, 85, 95, 105 тис./га з наступним прикочуванням кільчасто-шпоровими котками.

Облік та формування густоти стояння проводили у фазі 3–5 листків окремо за кожною ділянкою.

Результати дослідження та їх обговорення.

Аналіз показників структури урожаю батьківських компонентів кукурудзи, а саме: довжина початку, діаметр початку, кількість рядів зерен та кількість зерен в ряду є важлими ідентифікаційними ознаками кукурудзи та важливими складовими формування насінневої продуктивності та урожайності насіння загалом. Вплив густоти стояння рослин кукурудзи на структуру урожаю батьківських компонентів гібридів кукурудзи приведено в таблиці 1.

Як видно з даних таблиці 1. гібрид Ріст СВ сформував типові вирівняні качани довжиною 20,0 см та діаметром 4,7 см за густоти стояння 75 тис./га. З підвищенням густоти стояння, довжина качанів і діаметр зменшувалися. За густоти стояння рослин 85 тис./га качани були із найбільшою кількістю рядів 15,2 шт, але кількість зерен у ряду в середньому була нижчою. Ана-

1. Вплив густоти стояння на показники структуру урожаю батьківських компонентів кукурудзи (середнє 2014-2018 р.р.)

№ дослі- ду	Густота стояння, тис./га (фактор Б)	Початок:		Кількість рядів, шт	Число зерен в ряду, шт
		довжина, см	діаметр, см		
Ріст СВ (фактор А)					
1	75	20,0	4,7	14,8	40,4
2	85	19,1	4,6	15,2	38,8
3	95	19,5	4,7	16,0	38,0
Рушник СВ (фактор А)					
1	75	21,0	5,0	14,4	39,8
2	85	19,6	5,0	15,6	35,0
3	95	17,5	4,8	14,8	34,8
Річка С (фактор А)					
1	75	18,1	4,7	14,4	36,2
2	85	18,0	4,7	15,6	36,6
3	95	19,2	4,8	14,8	37,0
УР 9зС (фактор А)					
1	85	15,7	3,9	14,4	31,8
2	95	14,9	3,8	12,8	30,8
3	105	12,5	4,0	15,9	25,4
УР 331 СВ (фактор А)					
1	85	13,1	4,2	15,2	25,0
2	95	13,7	4,4	15,6	25,8
3	105	12,7	4,2	15,6	25,4
УР 12 зС (фактор А)					
1	85	12,7	4,5	15,6	22,4
2	95	14,5	4,4	15,6	30,4
3	105	13,5	4,5	15,2	26,4
НІР 05 АБ		1,10	0,19	0,89	1,05
НІР А		0,63	0,11	0,52	0,61
НІР Б		0,67	0,12	0,54	0,67

логічна залежність спостерігалася і у гібриду Рушник СВ, довжина качана якого склала 21 см за густоти стояння 75 тис./га, з діаметром близько 5 см. Однак, у гібриду Річка С найдовші качани були сформовані за густоти стояння 95 тис./га. Самозапильні лінії УР 12 зС та УР 331 СВ сформували

качани довжиною 14,5 і 13,7 см відповідно за густоти 95 тис./га. Для самозапильної лінії УР 9 зС оптимальною виявилася густота 85 тис./га, яка забезпечила найкращі показники структури урожаю: довжину початку – 15,7 см, діаметр – 3,9 см та число зерен в ряду 31,8 шт.

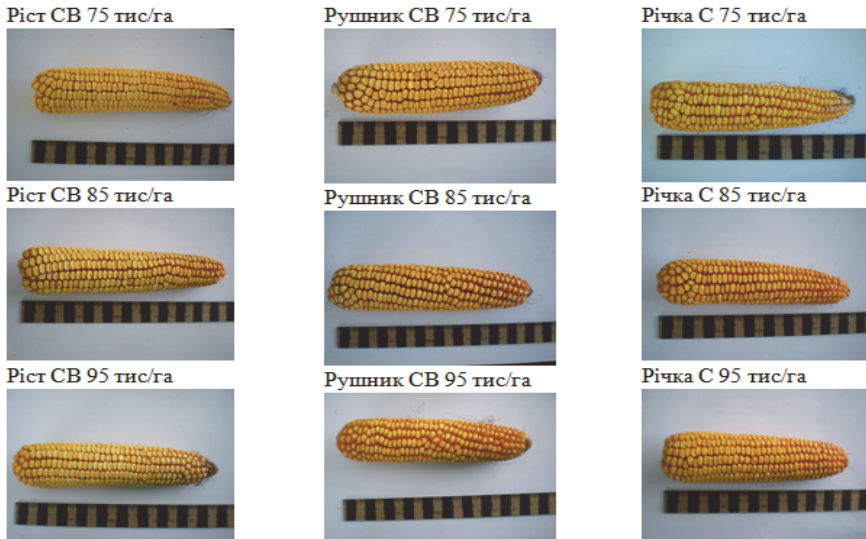


Рис. 1. Початки батьківських компонентів (гібридів) залежно від густоти стояння

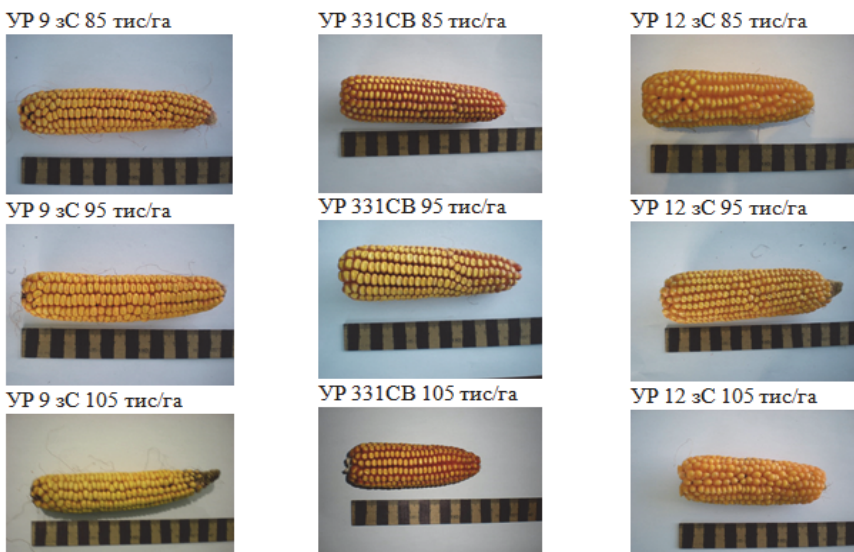


Рис. 2. Початки батьківських компонентів (ліній) залежно від густоти стояння

За результатами аналізу проведених досліджень відмічено (рис. 3), що найвищий вихід кондиційного насіння І фракції був у всіх трьох гібридів Ріст СВ – 62,5 %, Рушник СВ – 65,0 %, Річка С – 65,0 % за

густоти стояння 75 тис./га. Найвищі показники виходу насіння І фракції серед ліній, зокрема УР зС – 63,7 %, УР 331СВ – 65,0 %, УР 12 зС – 32,0 % зазначено за густоти посіву 85 тис./га.

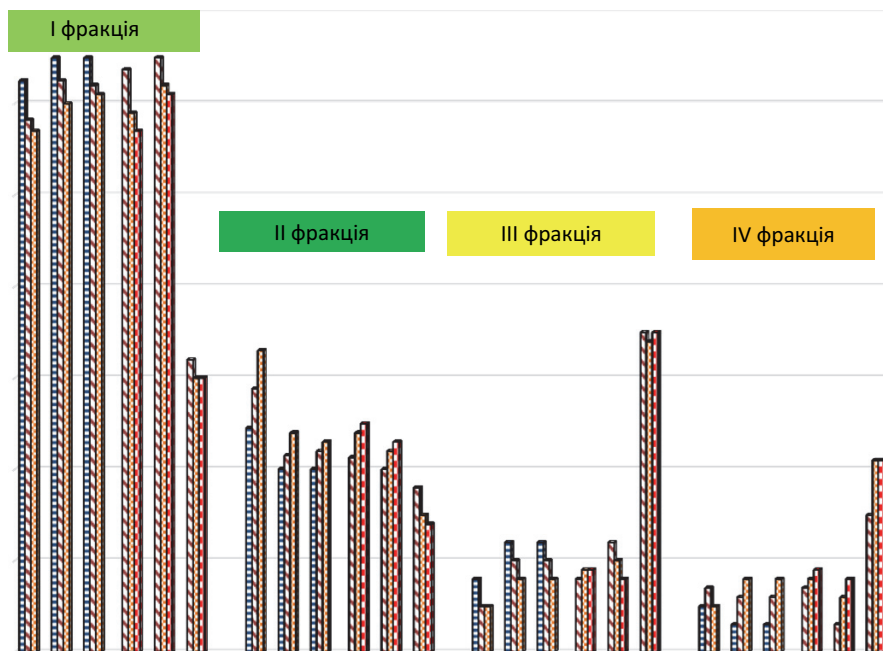


Рис. 3. Вихід насіння (%) батьківських форм кукурудзи за фракціями залежно від густоти стояння рослин, (середнє за 2014 – 2018 рр.)

Зазначено (рис. 4., рис. 5.), що в рослин гібриду Ріст СВ найвищу масу 1000 насінин – 287,2 г, енергію проростання – 95,9 % та схожості – 98,6 % сформу-

вали за густоти 75 тис./га. За цієї ж густоти стояння рослин гібрид Рушник СВ сформував найвищий показник маси 1000 насінин – 326,2 г, енергії проро-

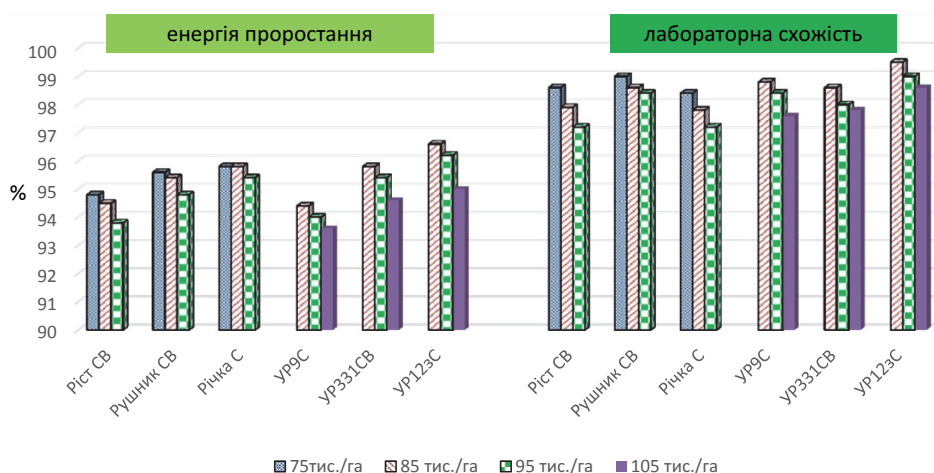


Рис. 4. Посівні якості насіння (%) батьківських компонентів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, (середнє за 2014 – 2018 рр.)

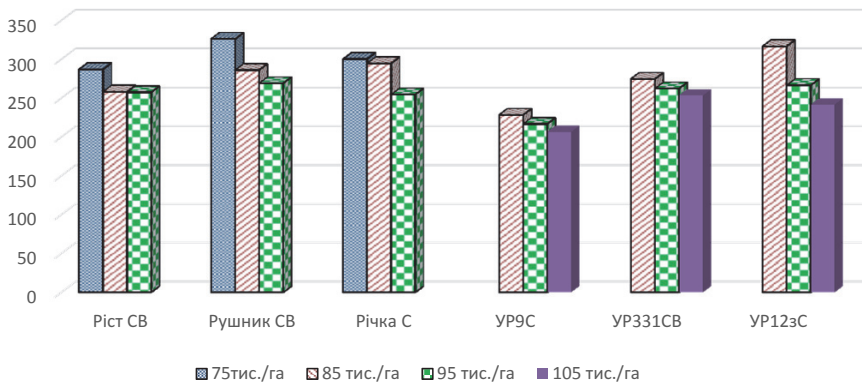


Рис. 5. Маса 1000 насінин (г.), батьківських компонентів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, (середнє за 2014 – 2018 рр.)

стання – 95,6 % та схожості – 99,0 %. Ця ж густина стояння була найсприятливішою для гібрида Річка С рослини якого сформували масу 1000 насінин – 300,5 г, енергією проростання та схожість – 95,8 % та – 98,4 %. Серед ліній УР 9 зС найвищу масу 1000 насінин – 228,5 г, з енергією проростання насіння – 94,4 % та схожості – 98,8 % рослини сформували за густоти стояння 85 тис./га, а із загущенням до 95 тис./га спостерігалось зниження маси 1000 насінин – 206,7 г, енергії проростання та схожості відповідно до 93,6 % та – 97,6 %.

Висновки.

За результатами досліджень встановлено, що найбільш оптимальною густиною стояння рослин для батьківських компонентів гібридів Ріст СВ та Рушник СВ виявилася 75 тис./га, за якої: гібрид Ріст СВ забезпечив найбільший вихід (I – 62,5 % і II – 24,5 %) фракції та високим показником посівних якостей: масою 1000 насінин 287,2 г, енергією проростання – 95,9 % та схожістю – 98,6 %; а гібрид Рушник СВ – найвищий вихід (I – 65,0 % і II – 20 %) фракції та високим показником посівних

якостей: масою 1000 насінин – 326,2 г, енергією проростання – 95,6 % та схожістю – 99,0 %. Для гібрида Річка С найбільш оптимальною виявилася 95 тис./га, що забезпечило найвищий вихід (I – 65 % і II – 20 %) фракції та високим показником посівних якостей: масою 1000 насінин – 254,7 г, енергією проростання – 95,4 % та схожістю – 97,2 %.

Оптимальною густиною стояння для ліній УР 9 зС та УР 12 зС виявилася 85 тис./га, а для УР 331 СВ 95 тис./га, що дозволило отримати вихід насіння найбільш цінних I та II фракцій та посівних якостей насіння: маса 1000 насінин, енергія проростання, схожість. Відповідно для УР 9 зС (63,7 %, 21,3 %, 228,5 г, 94,4 %, 98,8 %), УР 12 зС (63,7 %, 21,3 %, 316,9 г, 96,6 %, 99,5 %), УР 331 СВ (61,0 %, 23,0 %, 266,6 г, 96 %, 99,0 %).

Для отримання найбільш цінних фракцій насіння кукурудзи та високої посівної придатності вищевказані батьківські компоненти доцільно вирощувати за вказаною рекомендованою густиною стояння. Оптимальні густоти стояння досліджуваних батьківських компонентів створюють передумови керування формуванням продуктив-

ності рослин та господарсько-цінних характеристик гібридів та ліній, а звідси – потенційно-можливою урожайністю фенотипів та рівнем біологічного та господарського урожаю насіння.

References

1. Krasnovskiy S. A., & Zhemoida V. L. (2010). Seleksiia kukurudzy na stikist do abiotychnykh faktoriv. Vseukrainska naukova konferentsiia molodykh uchenykh. 1, 185–186. [in Ukrainian]
2. Kalenska, S. M., & Taran, V. Í. (2018). Harvest index of corn hybrids, depending on plant density, fertilizing doses and weather conditions of growing. *Plant Varieties Studying and Protection*, 14(4), 415–421. [in Ukrainian] <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.4.2018.151909>
3. Pankin V. S., & Pavliuk O.O. (2005). Hustota stoiannia roslyn hibrydiv kukurudzy v umovakh Tsentralnoho Lisostepu Ukrainy. *Biuletyn instytutu zernovoho hospodarstva*. 23-24. 33-35. [in Ukrainian]
4. Allard R. W. (1996) Genetic basis of the evolution of adaptiveness in plants. *Euphytica*, 1996. 92 (1–2), 1–11.
5. Khromyak V.M. (1986) Optimal'naya gusstota stoyaniya rastenij. *Kukuruzna i sorgo*. 1. 24. [in Russian]
6. Abelmasov, O. V., & Bebekh, A. V. (2018) Specifics of the key yield components manifestation in self-pollinated corn lines under different growing conditions. *Plant Varieties Studying and Protection*, 14(2), 209–214. [in Ukrainian] <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.2.2018.134771>
7. Kemanian, A. R., Stöckle, C. O., Huggins, D. R., & Viegas, L. M. (2007). A simple method to estimate harvest index in grain crops. *Field Crop. Res.*, 103(3), 208–216. doi: 10.1016/j.fcr.2007.06.007
8. Leshchuk, N. V., Tagantsova, M. M., & Stadenichenko, O. A. (2013). Methodological aspects of the use of the histogram and the variation curve of morphological traits of maize (*Zea mays* L.) hybrids. *Plant Var. Stud. Prot.*, 1, 43–46. [in Ukrainian] doi: 10.21498/2518-1017.1(18).2013.58712
9. Kapustin S. I., Kovtun M. V, Kapustin A. S. et al. (2009) Vplyv strokiv sivy na urozhainist kukurudzy, strukturni pokaznyky roslyn ta yii vodospozhyvannia. *Naukovyi visnyk Luhanskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya: Silskohospodarski nauky*. 11. 22–29. [in Ukrainian]
10. Teller E., Caldeira K., G. (1999) Canavan et al. Long-range weather prediction and prevention of climate catastrophes: a status report. *International Seminar on Planetary Emergencies*. (Erice, Italy, 19–24 August).. P. 3–44.
11. Dospekhov B.A. (1989) *Metodika polevogo opy`ta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy*. [in Russian]
12. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy zernovykh, krupianykh ta zernobobovykh na prydatnist do poshyrennia v Ukraini* [Method for grain, cereal and leguminous varieties VCU expert examination in Ukraine]. Vinnytsia: Nilan-LTD. [in Ukrainian]
13. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy zernovykh na vidminnist, odnoridnist i stabilnist* [Method of examination of plant varieties of the group of grains for difference, homogeneity and stability]. (2nd ed., rev.). Vinnytsia: Nilan-LTD. [in Ukrainian]

Bagatchenko V. V., Jemeida V. L., Spriazhka R. O. (2020). FORMATION OF FRACTIONAL COMPOSITION AND SOWING QUALITY OF SEEDS, PARENTAL COMPONENTS OF MAIZE DEPENDING ON DENSITY. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(1): 79–87. <https://doi.org/10.31548/agr2020.01.079>

Abstract. Results of research of influence of standing density on the yield of fractional composition and sowing qualities of seeds of parent components of corn are presented (simple hybrids) Rist SV, Rushnyk SV, Richka S and (self-dusting lines) UR 9zS, UR 331 SV, UR 12 zS, which are parent components of hybrids of corn are listed in the State register of plant varieties of Ukraine.

It was established that the studied parental components ensured the formation of various fractions and sowing qualities of seeds depending on genetic characteristics and different plant densities, which made it possible to optimize the studied agrotechnical methods of growing them.

Optimum plant densities will increase the yield of seeds of the most valuable fractions of maize I and II and their sowing qualities (weight of 1000 seeds, germination energy, germination), respectively, for the parent components of Rist CB (62.5%, 24.5%, 287.2 g, 95.9%, 98.6%) and Rushnyk SV (65.0%, 20.0%, 326.2 g, 95.6%, 99.0%) is 75 thousand / ha, for Richka C (65.0%, 20.0%, 254.7 g, 95.4%, 97.2%) and UR 331 CB (61.0%, 23.0%, 266.6 g, 96%), 99.0%) 95 thousand / ha and for SD 9 zS (63.7%, 21.3%, 228.5 g, 94.4%, 98.8%) and SD 12 zS (63.7%, 21.3%, 316.9 g, 96.6%, 99.5%) 85 thousand / ha.

Key words: corn, parent components, self-filing lines, plant standing density, fractional composition, sowing validity

АПРОБАЦІЯ МЕТОДИКИ ВИМІРЮВАННЯ ВМІСТУ ЗАЛИШКОВИХ КІЛЬКОСТЕЙ ПЕСТИЦИДІВ У ПЛОДАХ ТОМАТІВ

Н. Ю. ТЕРЕЩЕНКО, кандидат хімічних наук,
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

О. І. ХИЖАН, кандидат хімічних наук, доцент

Л. О. КОВШУН, доктор технічних наук, професор
Національний університет біоресурсів та природокористування
України

E-mail: hrybova_n@i.ua

olenakhyzhan@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2986-3251>

Анотація. Встановлено величини, що характеризують придатність розробленої та апробованої методики виконання вимірювань вмісту залишкових кількостей пестицидів у плодах томатів. Встановлено, що робочий діапазон вимірювання залишкових кількостей пестицидів становить від 0,01 мг/кг до 1,0 мг/кг, похибка результатів випробування в рамках робочого діапазону не перевищує 10 %. Відсоток вилучення ксенобіотиків зі зразків встановлено в дослідженнях зразків плодів томатів, штучно збагачених пестицидами. Величина відсотку вилучення перебуває в діапазоні від 80% до 110 %, коефіцієнт варіації не перевищує 5 %. Стабільність методики встановлена впродовж 6 місяців у серії внутрішньолaborаторних досліджень референтних зразків. Методика апробована в аналізі 53 зразків плодів томатів, 5 зразків томатної пасти та 10 зразків томатного соку. За результатами хроматографічного контролю на хроматограмах 47 зразків плодів томатів не було виявлено ксенобіотиків, виявлено один зразок плодів томатів та п'ять зразків томатної пасти зі слідовими кількостями цільових пестицидів (азоксистробін, дельтаметрин, диметоморф, металаксил-М, піраклостробін), вміст яких не перевищував встановлених нормативними документами в Україні та ЄС гігієнічних норм.

Ключові слова: плоди томатів, ксенобіотики, залишкові кількості пестицидів, апробація методики, хроматографія

Актуальність.

В Україні районовано та вирощується понад 150 сортів і гібридів томатів, що відрізняються продуктивністю, строками дозрівання, типом, формою, забарвленням плодів та стійкістю проти різних хвороб. За вирощування цієї культури для мінімізації впливу руйнівних чинників та надання плодам томатів споживчих якостей, збереження корисних для організму людини властивостей використовують майже дві сотні препаратів засобів захисту рослин (ЗЗР) (Коломієць Ю. В., Григорюк І. П., Буценко Л. М., 2015). Як правило, після застосування на культурі препаратів ЗЗР упродовж певного терміну в складі різних частин рослини акумулюються діючі речовини ЗЗР та здійснюють захист рослини від негативного фактору. Залишкові кількості пестицидів ЗЗР забезпечують захист рослини, водночас у цей період споживання плодів у їжу супроводжується потраплянням до організму споживача різної кількості небезпечних ксенобіотиків (Антоненко А. М., 2019). Для захисту здоров'я споживачів у розвинутих країнах світу вміст залишкових кількостей пестицидів у продукції рослинництва та продукції їхньої переробки нормується та ретельно контролюється. В Україні норми вмісту залишкових кількостей пестицидів встановлено державними санітарними правилами та нормами (ДСанПіН України 8.8.1.2.3.4-000-2001). У ДСанПіН України 8.8.1.2.3.4-000-2001 також зазначено застосовану для здійснення відповідного лабораторного контролю методику виконання випробувань продукції (МВВ). Також лабораторний контроль продукції рослинництва

сьогодні здійснюється акредитованими лабораторіями різної форми власності згідно з апробованими, атестованими та зазначеними в сфері акредитації лабораторії МВВ. Належний лабораторний контроль продукції рослинництва на виробництві надає можливість виробникові виявляти та здійснювати контроль критичних точок виробництва, виготовляти безпечну та якісну продукцію. Слід зазначити, що експортні партії продукції, зазвичай, потребують від виробника контролю за значно ширшим, у порівнянні із встановленим ДСанПіН України 8.8.1.2.3.4-000-2001, переліком залишкових кількостей пестицидів. Кожна країна-імпортер української продукції має власний перелік ксенобіотиків і здійснює відповідний лабораторний контроль на своїй території. Водночас в Україні є потреба виконання відповідних досліджень для забезпечення захисту національних виробників та забезпечення їх конкурентоспроможності на зовнішніх ринках.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Оскільки державні стандартизовані методи лабораторного контролю не так швидко оновлюються, а державні вимоги до безпечності лише з часом гармонізуються відповідно до іноземних вимог, виробники-експортери проводять сертифікацію продукції у відповідних іноземних лабораторіях, або в акредитованих науково-дослідницьких підрозділах провідних наукових установ країни (Ушкалов В. О., Данчук В. В., Самкова О. П., Баранов Ю. С., Виговська Л. М., Войціцький В. М., Щербань Є. П., 2017). Дослідження переважної

кількості найменувань залишкових кількостей ксенобіотиків, у тому числі пестицидів, проводять за допомогою хроматографічних методів із різними типами детекторів. Наприклад, автори роботи (Melo A., Cunha S. C., Mansilha C., Aguiar A., Pinho O., Ferreira I. M., 2012). застосували метод газової мас-спектрометрії (ГХ/МС/МС) до аналізу залишкових кількостей пестицидів у екстрактах зразків продукції рослинництва. Робочий діапазон вимірювання залишкових кількостей пестицидів у складі зразку становив від 0.01 мг/кг до 0.2 мг/кг, мінімальний відсоток вилучення ксенобіотиків становить не менше 70 %, а максимальний не більше 116 %. Величина відносного стандартного відхилення середньої величини вимірної кількості вмісту пестициду залежить від його хімічної групи та будови молекули, варіюється в діапазоні від 3% до 19%, за винятком хлороталонілу (23 %). Отримані в роботі (Albero B., Sánchez-Brunete C., Tadeo J. L., 2003) дані говорять, що авторами роботи запропоновано задовільні умови вилучення і вимірювання пестицидів у складі рослинної витяжки. У роботі (Cortés J. M., Vázquez A., Santa-María G., Blanch G. P., Villén J. 2009) для кількісного визначення залишків пестицидів було запропоновано нову методику, що відрізнялась етапом очищення витяжки пестицидів від коекстрактивних сполук матриці за допомогою гель-проникної хроматографії. Застосування гель-проникної хроматографії дозволило отримати очищені від матричних сполук розчини пестицидів та встановити їхній вміст методом газової хроматографії (ГХ/МС) та методом рідинної хроматографії (ВЕРХ/МС/МС). Встановлено, що

межа виявлення пестицидів залежить від хімічної структури аналіту та перебуває в діапазоні від 0,2 мг/кг до 6,0 мг/кг, коефіцієнт кореляції лінійної залежності зони робочих концентрацій становив $r \geq 0.98$. Автори виконали валідаційні дослідження запропонованого аналітичного методу для визначення залишкових кількостей пестицидів у зеленій масі та зразках овочів та фруктів. Результати атестації методики показали, що відсоток вилучення пестицидів перебувають у діапазоні від 80 до 120 %. Тим часом автори роботи, досліджуючи результати апробації запропонованої методології в трьох різних лабораторіях встановили, що для забезпечення 100 % виявлення та ідентифікації цільових пестицидів необхідними є узгодження в роботі застосованого вимірювального обладнання.

Метою досліджень є апробація методики лабораторного контролю вмісту залишкових кількостей пестицидів у плодах томатів, томатній пасті та томатному соку.

Матеріали і методи досліджень.

Робота проведена з використанням розчинників та реактивів кваліфікації «для хроматографії» та «ч.д.а.»: ацетонітрил, метанол, деіонізована вода, мурашина кислота, оцтова кислота, трифтороцтова кислота, хлоридна кислота, сульфатна кислота, гідроксид натрію, сульфат магнію, хлорид натрію, хлорид кальцію, цитрат натрію. Для очищення рослинних витяжок від коекстрактивних речовин використовували сорбенти: Al_2O_3 та $nSiO_2$, активоване вугілля марки ОУ-А (ДСТУ 4453-74), колонки ТФЕ (ChromSpher P1, Varian™), картриджі, заповнені

сумішами первинних і вторинних амінів виробництва Supelco, картриджи, заповнені вугіллям графітізованим виробництва Supelco. Відбір проб здійснено згідно з відповідною нормативною документацією. У роботі застосовано зразки продукції рослинництва: плоди томатів різних сортів, томатну пасту та томатний сік. Сформовано паралельні лабораторні проби, з яких по три проби в рамках одного дослідження, були штучно збагачені цільовими ксенобіотиками або маркерами різних груп ксенобіотиків.

Гомогенізація проб проводилася шляхом подрібнення в стакані лабораторного млину-гомогенізатору ЛЗМ-1, за різних температур (від +4 °С до +25 °С). Для буферизації розчину шару гомогенізованого зразка та на етапі очистки рослинної витяжки використовували хімічні сполуки кваліфікації «ч.д.а.»: сульфат магнію, хлорид натрію, цитрат натрію дигідрат, цитрат калію, хлорид кальцію, оксид алюмінію. Екстракція здійснювалася методом мацерації в пластикових пробірках із політетрафторетилену, у колбах із темного скла та пластикових колбах із поліметилпентену, захищених світлонепроникними кожухами. Інтенсифікація масоперенесення під час вилучення аналітів відбувалася за варіювання співвідношення сировина-екстрагент, під дією температури, перемішування, ультразвукових хвиль частотою 37 кГц (генерувалися установкою фірми Advantage Lab).

Розділення фаз екстракційної системи проведено із використанням центрифуги Thermo Scientific, протягом 10 хв. за сталого обертання зі швидкістю від 4000 до 7000 обертів за хвилину, за температури в камері центрифуги від 4 °С до 20 °С. Отримана

рослинна витяжка виокремлена після центрифугування від рослинного матеріалу була очищена від коекстрактивних речовин методами дисперсійної твердофазної екстракції з використанням органічних розчинників та сорбентів: сумішей первинних і вторинних амінів, графітізованого вугілля або за допомогою рідинно-рідинної переекстракції. Концентрування очищеної витяжки ксенобіотиків проведено за допомогою ротаційного випаровувача фірми ІКА. Аналіз вмісту ксенобіотиків в отриманих із витяжок розчинів проведено відповідно до переліку аналітів методом високоефективної хроматографії з мас-селективним детектором із застосуванням хроматографу Dionex Summit MSD-3200Q TRAP, методом газової мас-спектрометрії із застосуванням хроматографу GC/MS A.01.10.3/Agilent Technologies, методом високоефективної рідинної хроматографії із флуоресцентним та діодноматричним детекторами (ВЕРХ/ФЛД та ВЕРХ/ДАД/ФЛД) із застосуванням хроматографів Ultimate 3000 фірми Dionex. Результати аналітичних сигналів, спектри аналітів опрацьовано за допомогою калібрувальних залежностей, бібліотеки баз даних програми Chromeleon 6.0 та бібліотеки мас-спектрів NIST 0.5.

Результати досліджень та їх обговорення.

Методика вимірювання вмісту залишкових кількостей пестицидів у зразках продукції рослинництва складається із трьох основних етапів: отримання рослинної витяжки, отримання робочих розчинів, здійснення інструментального контролю вмісту ксенобіотиків.

На першому етапі з гомогенізованого зразка продукції рослинництва відбувається екстракція зі зразка наявних пестицидів до складу рослинної витяжки. Для цього створюється система органічний розчинник - водно-сольовий розчин - гомогенізований зразок. В органічний шар екстрагуються не тільки цільові пестициди, а й коекстрактивні речовини.

Як можна бачити з таблиці 1 до рослинної витяжки екстрагуються 22 хімічні сполуки, хімічний склад коекстрактивних речовин не досліджувався, оскільки коекстрактивні сполуки виокремлюються з рослинної витяжки за допомогою методів твердофазної та рідинно-рідинної екстракції (ТФЕ та РРЕ). Рослинна витяжка пестицидів досліджується хроматографічними методами згідно з умовами атестованої методики, розробленої для кількісного вимірювання певної групи аналітів у продукції рослинництва. Як можна бачити з таблиці 1 нижня межа визначення залишків пестицидів різних хі-

мічних груп перебувають на рівні 0.01 мг/кг, похибка вимірювання не перевищує 10 %. Порівнюючи величину нижньої межі визначення аналіту та норми його вмісту у плодах томатів (ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001, 2001) та продуктах їхньої переробки було встановлено, що дана методика дозволяє контролювати вище зазначені показники безпечності. Верхня межа визначення залишків пестицидів, наведених у таблиці 1 становить 1.0 мг/кг, похибка вимірювання не перевищує 4 %.

Для підтвердження можливості визначення вмісту пестициду в присутності інших ксенобіотиків цим методом, а також у випадку не повного очищення рослинної витяжки від коекстрактивних речовин, у роботі проведено аналіз рослинних витяжок, що не містили аналітів (3 паралелі холостих проб), модельних систем та штучно збагачених пестицидами зразків плодів томатів із різними варіаціями хімічного складу аналітів і коекстрактивних сполук.

1. Перелік цільових пестицидів, нижня межа та похибка кількісного вимірювання аналіту (N = 3, n = 10, P = 0,95)

Сполука	Нижня межа, мг/кг	Похибка, %	Сполука	Нижня межа, мг/кг	Похибка, %
азоксистробін	0,01	9,8	піраклостробін	0,01	9,0
дельтаметрин	0,01	9,5	римсульфурон,	0,01	10,0
диметоат	0,01	9,1	тіаметоксам	0,01	10,0
диметоморф	0,01	9,5	тебуконазол	0,01	9,3
дифеноконазол	0,01	9,0	тіаклоприд	0,01	9,7
метоміл	0,01	10,0	тербутилазин	0,01	9,1
манкоцеб	0,01	9,6	фамоксадон	0,01	9,3
металаксил-м	0,01	9,2	флудиоксоніл	0,01	9,7
лямбда-цигалотрин	0,01	9,6	флуазифоп-п-бутил	0,01	9,9
метрибузин	0,01	10,0	хілазофоп-п-етил	0,01	9,8
s-метолахлор	0,01	9,7	хлорпірифос	0,01	9,5

2. Діапазон внесеної кількості пестицидів та метрологічні характеристики встановленої величини вмісту

Сполука	Внесено, мг/кг	Метрологічні характеристики встановленої величини вмісту			
		ХСР	CV,%	Вилучення, %	Похибка, %
Азоксистробін	0,01	0,01	3,8	90-110	10
	0,05	0,04	2,7	80-100	10
	1,0	0,97	3,0	95-101	3,1
Диметоморф	0,01	0,01	4,2	92-108	8
	0,05	0,05	3,1	90-110	10
	1,0	0,96	3,5	92-100	4
Тебуконазол	0,01	0,01	4,0	90-100	10
	0,05	0,05	3,9	90-100	10
	1,0	0,90	4,6	84-98	6
Хлорпірифос	0,01	0,01	3,2	90-100	10
	0,05	0,05	3,9	90-100	10
	1,0	0,90	3,3	87-93	6,5

Як можна бачити з таблиці 2, отримані середні значення очікуваних величин (ХСР) збігаються у межах похибки із внесеними до зразка рівнями вмісту ксенобіотиків. Під час апробації досліджено та підтверджено, що робочий діапазон вимірювання залишкових кількостей пестицидів у складі зразка становить від 0.01 мг/кг до 1.0 мг/кг, мінімальний відсоток вилучення ксенобіотиків становить не менше 80 %, а максимальний не більше 110 %, похибка вимірювання не перевищує 10 % та зменшується в діапазоні концентрацій аналіту від 0.5 мг/кг до 1.0 мг/кг. Величина коефіцієнта варіації вимірюваної кількості вмісту пестициду варіюється в діапазоні від 2 % до 5 %. Наведені в таблиці 2 дані отримано за результатами хроматографічного аналізу. Виявлення піків аналітів нижньої межі кількісного вимірювання (0,01 мг/кг) проведено при співвідношеннях

шум/сигнал від 1 шум: 6 сигнал. Використані інструментальні методи мас-спектрометрії газової та рідинної хроматографії є селективними методами. Під час отримання хроматограм у методі рідинної хроматографії застосовано селективні умови збору іонів відповідного аналіту. У методі газової мас-спектрометрії під час обробки хроматограм застосовано функцію очищення спектрів, принцип мас-фрагментації – виділення із сукупності мас-іонів, отриманих за іонізації електронним ударом (70 eV), мас-іонів характерних для цільового аналіту. У поєднанні з часом утримання, зафіксованим відповідно до часу утримання аналітичного стандарту, це полегшує опрацювання результатів хроматографічного аналізу.

Було проаналізовано 53 зразків плодів томатів, 5 зразків томатної пасти та 10 зразків томатного соку. За результатами хроматографічно-

3. Перелік пестицидів та результати контролю їх залишкових кількостей в зразку плодів томатів р.к. 12

Найменування показників	Визначено, мг/кг	Норми *	Норми **
Азоксистробін	0,01	не нормується	0,3
Дельтаметрин	0,01	0,3	0,3
Диметоморф	< 0,01	не нормується	0,1
Металаксил-М	0,01	0,04	0,2
Піраклостробін	< 0,01	0,3	0,3

* Державні санітарні правила та норми ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001

** PESTICIDES EU-MRLs Regulation (EC) No 396/2005, Tomatoes.

го контролю на хроматограмах 47 зразків не було виявлено (за часом утримання та мас-спектрами піків) ксенобіотиків, що відповідали сполукам пестицидного характеру. Переважна більшість зразків не містила пестицидів. Водночас у роботі виявлено один зразок плодів томатів та п'ять зразків томатної пасти із вмістом цільових пестицидів. Результати встановленої кількості пестицидів у томатах та томатній пасті співставленні з їхнім допустимим умістом, дозволеним ДСанПіН України 8.8.1.2.3.4-000-2001. У томатній пасті виявлено від одного до чотирьох пестицидів у кількості, що не перевищувала встановлених гігієнічних нормативів. У томатах реєстраційний код (р.к.) 12 виявлено п'ять пестицидів, інших хімічних сполук пестицидного характеру не виявлено.

У кожному зі зразків томатної пасти та в зразку плодів томатів р.к. 12, наведеного в таблиці 3, виявлено диметоморф. Диметоморф – діюча речовина препаратів захисту рослин фунгіцидної дії, дозволений для захисту овочевих культур картоплі, томатів, огірків, цибулі та винограду від комплексу хвороб. Згідно з рекомендаціями із засто-

сування обприскування рослини препаратом проводять до появи перших ознак хвороби й обробляють протягом всього періоду вегетації з інтервалом від 7 до 14 днів. Самостійно диметоморф не застосовується, цей пестицид входить до складу трьох-компонентних та двох-компонентних препаратів із манкоцебом, піраклостробіном, металаксиллом або аметоктрадином. Манкоцеб у навколишньому середовищі нестабільний, швидко гідролізується (від декількох годин до трьох діб) у кислому та лужному середовищі, виявити залишкові кількості цієї сполуки в зразках можна лише в перші дні після обробки рослини. Залишкові кількості піраклостробіну та металаксилу-М виявлені в продукції, говорять про те, що ці пестициди не лише є стійкими в навколишньому середовищі, а й не розкладаються в умовах пастеризації. Аналізуючи залишкові кількості діючих речовин виявлених препаратів можна припустити, що препарати застосовувалися згідно з інструкціями і не перевищували рекомендованих норм внесення. Виявлені залишкові кількості пестицидів є меншими за величини максимально допустимого рівня вмісту.

Висновки та перспективи досліджень.

У роботі проведено апробацію методики вимірювання залишкових кількостей пестицидів, що залишаються в складі плодів томатів після застосування на культурі засобів захисту рослин. Встановлено, що робочий діапазон вимірювання залишкових кількостей пестицидів становить від 0.01 мг/кг до 1.0 мг/кг. Величина відсотку вилучення пестицидів зі зразка до рослинної витяжки перебуває в діапазоні від 80 % до 110 %, величина коефіцієнта варіації не перевищує 5 %. Стабільність методики встановлена упродовж 6 місяців у серії внутрішньо лабораторних досліджень референтних зразків. Методика апробована із застосуванням модельних систем та 53 зразків плодів томатів, 5 зразків томатної пасти, 10 зразків томатного соку. Виявлено один зразок плодів томатів та п'ять зразків томатної пасти зі слідовими кількостями кількох цільових пестицидів, вміст яких не перевищував встановлених гігієнічних норм.

References

1. Kolomiets, Yu. V., Hryhoriuk, I. P., Butsenko, L.M. (2015), Efektyvnist vplyvu funhitsydiv na zbudnykiv bakterialnykh khvorob tomativ. *Visnyk ahraryi nauky*, 10, 21-24. http://agrovisnyk.com/pdf/ua_2015_10_04.pdf
2. Antonenko A. M. (2019), Pestytsydy yak chynnyky ryzyku rozvytku khvorob shchytopydibnoi zalozy: hihienichna rehlamentatsiia ta obgruntuvannia kryteriiv hihienichnoho monitorynhu.: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia d-ra med. nauk : spets. 14.02.01 «Hihiena ta profesiina patohiia» / Antonenko Anna Mykolaivna; Natsionalnyi med. un-t im. O.O. Bohomolt-sia MOZ Ukrainy. – K., 2019. – 36 s.
3. Ushkalov, V. O., Danchuk, V. V., Samkova, O. P., Baranov, Yu. S., Vyhovska, L. M., Voitsitskyi, V. M., ... & Shcherban, Ye. P. (2017). Biolohichna bezpeka: rezultaty monitorynhu ahroresursiv, produktsii APK ta kharchovykh produktiv za 2014-2016 roky. *Veterynarna medytsyna: Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk*, 103, 88-92. http://jvm.kharkov.ua/sbornik/103/1_22.pdf
4. Melo, A., Cunha, S. C., Mansilha, C., Aguiar, A., Pinho, O., & Ferreira, I. M. (2012). Monitoring pesticide residues in greenhouse tomato by combining acetonitrile-based extraction with dispersive liquid-liquid microextraction followed by gas-chromatography-mass spectrometry. *Food chemistry*, 135(3), 1071-1077. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.05.112.
5. Albero, B., Sánchez-Brunete, C., & Tadeo, J. L. (2003). Determination of endosulfan isomers and endosulfan sulfate in tomato juice by matrix solid-phase dispersion and gas chromatography. *Journal of chromatography A*, 1007(1-2), 137-143. <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-chromatography-a/vol/1007/issue/1> doi: 10.1016/S0021-9673(03)00954-3
6. Cortés, J. M., Vázquez, A., Santa-María, G., Blanch, G. P., & Villén, J. (2009). Pesticide residue analysis by RPLC-GC in lycopene and other carotenoids obtained from tomatoes by supercritical fluid extraction. *Food chemistry*, 113(1), 280-284. <https://www.sciencedirect.com/journal/food-chemistry/vol/113/issue/1> doi : 10.1016/j.foodchem.2008.07.010
7. DSANPYN 8.8.1.2.3.4-000-2001. Dopustymy dozy, kontsentratsii, kilkosti ta rivni vmistu pestytsydiv u silskohospodarskii syrovyni, kharchovykh produktakh, povitri robochoi zony, atmosferному povitri, vodi vodoimyshch, hrunti. Postanova Holovnoho derzhavnogo sanitarnoho likaria Ukrainy vid 20.09.2001 № 137.

Tereshchenko N., Khyzhan O., Kovshun L. (2020). APPROBATION OF METHOD MEASURING A PESTICIDES RESIDUAL CONTENT IN TOMATOES.

PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(1): 88–96. <https://doi.org/10.31548/agr2020.01.088>

Abstract. *Approbation of method was studied, the values which characterizing the suitability of the developed and tested method measuring a pesticides residual content in tomatoes have been established. It is established that the working range of measurement of pesticide residues is from 0.01 mg/kg to 1.0 mg/kg, the error of the test results within the working range does not exceed 10%. Percentage of xenobiotics extracted from samples was established in studies of tomatoes samples artificially enriched with pesticides. The percentage of extraction is in the range of 80% to 110%, the coefficient of variation does not exceed 5%. The stability of the technique is established for 6 months in a series of in-laboratory studies of reference samples. The technique was tested in the analysis of 53 samples of tomato fruits, 5 samples of tomato paste and 10 samples of tomato juice. According to the results of chromatographic control by chromatograms of 47 tomato fruits samples, no xenobiotics were detected, one sample of tomatoes and five samples of tomato paste with trace amounts of target pesticides were detected (azoxystrobin, deltamethrin, dimethomorph, metalaxyl-M, pyraclostrobin) according to the Ukraine and the EU hygiene standards.*

Keywords: *tomatoes, xenobiotics, pesticide residues, method approbation, chromatography*

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.