

УДК 631.811.9:678.048

№ держреєстрації

0116U002732

Інв.№

Міністерство освіти і науки України
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
(ТДАТУ)

72312, Запорізька обл., м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18
тел. (0619) 42-65-53

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з наукової роботи та
міжнародної діяльності
д.т.н., професор
_____ В.Т. Надикто

ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ
ОБҐРУНТУВАННЯ АНТИСТРЕСОВИХ ПРИЙОМІВ В
ІНТЕНСИВНИХ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЯХ
ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ, БОБОВИХ І ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР У
СТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ
(проміжний)

Директор НДІ АТЕ
д. т. н., професор

О.П. Прісс

Керівник НДР
д. с.-г. н., доцент

О.А. Єременко

2019

Рукопис закінчено 23 грудня 2019 р.

Результати цієї роботи розглянуто Науково-технічною радою
Науково-дослідного інституту «Агротехнологій та екології»
протокол № __ від _____ 2019 р.

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 108 с., 4 рис., 19 табл., 149 джерел.

Об'єкт досліджень - процес формування врожайності та якості насіння сільськогосподарських культур.

Мета роботи: оптимізувати продукційний процес рослин пшениці озимої, гороху та соняшнику щодо реалізації біологічного потенціалу врожайності та якості насіннєвого матеріалу через використання новітніх агроприйомів вирощування.

Методи досліджень: У процесі виконання роботи застосовували спеціальні та загальнонаукові методи досліджень.

Серед спеціальних методів використовували: 1) польовий метод – встановлення взаємодії об'єкта дослідження з біотичними і абіотичними факторами в умовах досліджуваної зони; 2) лабораторні методи: а) хімічні – визначення хімічного складу вегетативної маси рослин і насіння; б) морфофізіологічні – визначення біометричних параметрів рослини; в) фізичні – визначення показників фізичної якості насіння; г) біохімічні методи – визначення вмісту хлорофілу, каротиноїдів, МДА, жирів, жирних кислот, амінокислот та ін.; 3) статистичні методи: дисперсійний, регресійний, кластерний аналізи – підготовка експериментальних даних до аналізу, визначення вірогідності даних, виявлення залежностей між досліджуваними показниками, математичне обґрунтування моделей агрофітоценозів; 4) порівняльно-розрахунковий – визначення економічної та енергетичної ефективності технологій вирощування.

В результаті проведених досліджень:

- Встановлено, що гідротермічні умови 2019 року були дуже нерівномірні: м'яка і відносно волога зима, затяжна і посушлива весна, надмірно зволожений початок літа, дуже посушливий кінець літа та осінь;
- зафіксовано вірогідне збільшення корневих бульбочок на рослинах

гороху при сумісному застосуванні біостимуляторів (Стимпо, Регоплант) з мікробіологічним препаратом Азотофіт на різних фазах вегетації;

- обробка насіння гороху та позакореневі обробки біостимуляторами Стимпо, Регоплант та Азотофітом протягом вегетації збільшили ІПП максимально в 1,7 рази в період вегетативного росту та в 1,3 рази в період генеративного розвитку. При сумісному застосуванні біопрепаратів зафіксовано більш активне формування площі листкової поверхні рослин гороху, ніж при роздільному застосуванні;
- вміст загального хлорофілу у разі сумісної дії досліджуваних препаратів залишався на рівні визначеному для варіантів гороху з роздільним використанням біостимуляторів та Азотофіту;
- встановлено, що у разі сумісної дії біостимуляторів Стимпо з мікробіологічним препаратом Азотофіт ЧПФ у фазах 5-6 прилистків-бутонізація та бутонізація-цвітіння перевищувала на 7,6 – 34,0% та за сумісної дії Регопланту з Азотофітом – на 13,0 – 14,0% показник кращого варіанту при роздільному застосуванні препаратів;
- синергістична взаємодія Стимпо та Регопланту з Азотофітом збільшувала кількість бобів на рослині гороху від 8% до 28% порівняно з варіантами окремого використання препаратів;
- при сумісній обробці рослин гороху Стимпо та Регопланту з Азотофітом маса 1000 насінин збільшувалася на 4,4% та 6,3% відповідно та порівняно з контролем;
- отримана біологічна врожайність гороху при роздільному застосуванні препаратів Азотофіт, Стимпо, Регоплант становила відповідно 3,4; 3,7 та 3,4 т/га, що перевищувало врожайність контрольних посівів, яка становила 3,1 т/га. Тоді як, при сумісному застосуванні Азотофіту та Стимпо врожайність складала 4,4 т/га та Азотофіту з Регоплантом - 4,2 т/га;
- отримані дані вказують на перспективність подальшого дослідження та

розкриття механізмів синергістичної дії біопрепаратів особливо в агрокліматичних умовах сухого Степу України;

- передпосівна обробка насіння пшениці біопрепаратами Стимпо та Регоплант стимулювала процеси росту та розвитку пшениці. Польова схожість насіння сортів пшениці оброблене біорегулятором росту збільшилася на 5-10%, в залежності від сорту, порівняно з контрольними посівами;
- встановлено, що біорегулятори збільшували кількість продуктивних пагонів, сприяли збільшенню маси зерна в колосі, підвищували вихід товарної частини врожаю, що в кінцевому рахунку збільшило біологічну врожайність озимої пшениці;
- при аналізі двуфакторного дослідження частка впливу сорту на врожайність озимої пшениці дуже сильна, і становить 54,5%, менш сильно вплинув, безпосередньо, препарат Стимпо та Регоплант. Проте і частка взаємодії біопрепарату з сортовими особливостями культури значна (13,6%);
- встановлено, що на вміст білку та кількість і якість клейковини в зерні пшениці озимої суттєвий вплив відіграють як генетичний потенціал якості досліджуваних сортів, так і погодні умови в період вегетації рослин;
- за сукупними показниками якості зерно пшениці озимої сорту Озерна може бути віднесено до сортів середньої хлібопекарської сили (добрий наповнювач). Зерно усіх інших досліджуваних сортів належить до групи задовільних наповнювачів;
- встановлено, що на вміст білку та кількість і якість клейковини в зерні пшениці озимої суттєвий вплив відіграють як застосування регулятора росту та азотних підживлень, так і їх сумісне внесення;
- на ваговитість зерна переважаючий вплив мало використання різних рівнів азотних підживлень;

- зерно найвищої якості було отримано за сумісного застосування регулятора росту АКМ та роздрібного внесення азотних добрив для підживлення пшениці озимої сорту Золотоколоса;
- в умовах стресу, викликаного патогенною мікрофлорою, шкідниками та нестабільними погодними умовами в роки досліджень, обрані фунгіцидні та фунгіцидно-інсектицидні обробки, а також їх поєднання з РРР АКМ не мали негативного впливу на ріст і розвиток рослин та формування елементів структури врожаю;
- найкращі показники елементів структури врожаю та урожайність були сформовані рослинами за використання передпосівних обробок Ламардор з Гаучо та Ламардор з Гаучо і АКМ, що дозволило реалізувати генетичний потенціал продуктивності на 47 і 51 % відповідно;
- позитивний вплив передпосівної обробки насіння різнокомпонентними баковими сумішами на розвиток рослин пояснюється зниженням активності протікання процесів пероксидації, що проявилось у зменшенні вмісту МДА в середньому впродовж вегетації рослин на 6,2 – 30,3% в залежності від варіанту обробки у порівнянні з контролем;
- встановлено морфологічні особливості гібридів соняшнику контрольних і дослідних зразків. Так, площа листової поверхні у контрольного варіанту гібриду Андромеда була більшою за гібрид Ніагара на 36%. Використання для позакореневого підживлення рослин соняшнику гібридів Андромеда і Ніагара мікроелементами мав кращу тенденцію до збільшення фітомаси (за висотою рослин, кількістю листків, діаметром стебла, площею листової поверхні);
- позакоренева обробка мікроелементами суттєво вплинула на діаметр кошика і масу насіння з нього. Так діаметр кошику дослідного варіанту з використанням мікроелементів гібриду Ніагара був вищий за контроль на 18%, а маса насіння з одного кошику на 11,6 % для гібриду Андромеда і на 11,5% для гібриду Ніагара. Однак, гібрид Ніагара при

позакореневому підживленні мікроелементами сформував більш ваговите насіння, порівняно з контролем, на 35%;

- доведено, що більшу масу 1000 насінин (в 1,6 рази) серед контрольних варіантів забезпечив гібрид соняшнику Ніагара, порівняно з гібридом Андромеда;
- позакоренева обробка рослин соняшнику гібридів Ніагара і Андромеда мікроелементами сприяє збільшенню біологічної урожайності соняшнику в умовах південного Степу України. Так, урожайність контрольних варіантів обох досліджуваних гібридів становила 1,80 – 1,84 т/га. При цьому варіанти з використанням мікроелементів були достовірно вищими за контроль на 0,28 – 0,30 т/га.
- при побудуванні ранжируваного ряду встановлено, що оптимальним для вирощування обох гібридів соняшнику (Андромеда, Ніагара) є варіант з позакореневим підживленням мікроелементами – перший ранг ($\varphi(x_1) = 2,26$ і $\varphi(x_1) = 2,17$ відповідно). До другого рангу відноситься контрольний варіант у обох гібридів, що підтверджується значенням цільової функції $\varphi(x_2) = 6,85$ і $\varphi(x_2) = 6,87$;
- найвищим рівнем рентабельності вирощування соняшнику відрізнялися варіанти дослідів з позакореневим підживленням мікроелементами у обох гібридів, де значення цього показника були вищими за контрольні варіанти на 27,8 – 30,0 в.п.

Ключові слова: пшениця озима, соняшник, горох, регулятор росту рослин, гідротермічні умови, протруйник, мінеральне живлення, фотосинтетична діяльність, ріст та розвиток рослин, урожайність.

СПИСОК ВИКОНАВЦІВ

| | |
|------------------------|--|
| Д. с.-г. н., доцент | О.А. Єременко (участь у 1.1, 1.2, 1.3, 1.4) |
| К. с.-г. н., доцент | Л.В. Тодорова (участь у 1.3) |
| К. с.-г. н., доцент | М.О. Колесніков (участь у 1.4) |
| К. с.-г. н., доцент | Л.А. Покопцева (участь у 1.2) |
| К. б. н., ст. викл. | Ю.П. Пащенко (участь у 1.4) |
| К. с.-г. н., ст. викл. | З.В. Білоусова (участь у 1.1) |
| К. с.-г. н., ст. викл. | Ю.О. Кліпакова (участь у 1.1) |
| Асистент | М.В. Капінос (участь у 1.3) |
| Асистент | К.С. Євстафієва (участь у 1.4) |
| Аспірант | О.Г. Євтушенко (участь у 1.1) |
| Аспірант | І.М. Пушкарьов (участь у 1.2) |
| Аспірант | О.В. Онищенко (участь у 1.2) |
| Аспірант | А.О. Веренчук (участь у 1.3) |
| Аспірант | В.А. Кенева (участь у 1.1) |
| Аспірант | А.О. Федосова (участь у 1.2) |

Тематика підпрограми 1 «Обґрунтування антистресових прийомів в інтенсивних ресурсозберігаючих технологіях вирощування зернових, бобових і олійних культур у Степовій зоні України»

| Шифр теми | Назва теми | Керівник теми |
|-----------|---|-----------------|
| 1.1. | Обґрунтування факторів інтенсифікації в ресурсозберігаючих технологіях вирощування озимих зернових культур за умов недостатнього зволоження Степу України | Білоусова З.В. |
| 1.2. | Розробити сучасні інтенсивні технології вирощування олійних культур за умов недостатнього зволоження Південного Степу України | Єременко О.А. |
| 1.3. | Оптимізація процесів азотфіксації та управління формуванням урожаю бобових і олійних культур у Степовій зоні України | Єременко О.А. |
| 1.4. | З'ясувати роль біостимуляторів у фізіологічних реакціях та способах підвищення стійкості зернових та зернобобових культур до дії осмотичного стресу в зоні Південного степу України | Колесніков М.О. |

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ | 10 |
| АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПЕРІОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ | 13 |
| ВПЛИВ БІОСТИМУЛЯТОРІВ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ПРЕПАРАТУ НА ПРОДУЦІЙНИЙ ПРОЦЕС ГОРОХУ ПОСІВНОГО (<i>PISUMSATIVUM</i> L.) В УМОВАХ СУХОГО СТЕПУ УКРАЇНИ | 16 |
| З'ЯСУВАННЯ РОЛІ БІОСТИМУЛЯТОРІВ У ФІЗІОЛОГІЧНИХ РЕАКЦІЯХ ТА СПОСОБАХ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (<i>TRITICUM AESTIVUM</i> L.) ДО ДІЇ ОСМОТИЧНОГО СТРЕСУ | 28 |
| ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ІНТЕНСИВНИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ | 37 |
| ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ІНТЕНСИВНИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ДІЇ РЕГУЛЯТОРА РОСТУ ТА РІВНЯ АЗОТНОГО ЖИВЛЕННЯ | 45 |
| УРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ | 54 |
| ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ НІАГАРА І АНДРОМЕРА ЗА ДІЇ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ | 65 |
| ENRICHMENT OF FIELD CROPS BIODIVERSITY IN CONDITIONS OF CLIMATE CHANGING..... | 80 |
| CHANGES IN ENZYMATIC ACTIVITY OF THE ARABLE SOIL LAYER UNDER DIFFERENT SYSTEMS OF PRIMARY TILLAGE AND FERTILIZATION OF TYPICAL CHERNOZEM IN THE SHORT CROP ROTATION OF THE RIGHT-DANK FOREST STEPPE ZONE OF UKRAINE | 93 |

АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Мелітопольський район розташований у підзоні Південного Степу. В його межах переважають ландшафти середньостепового підтипу з порівняно однорідною структурою [1].

Кліматичні умови підзони характеризуються значними тепловими ресурсами та недостатнім зволоженням. У Мелітопольському районі стійкий перехід середньодобової температури повітря через 5 °С (тобто настання весни) в середньому спостерігається у третій декаді березня. Теплозабезпеченість рослин характеризується сумами активних температур понад 5 °С 3400 – 3600 °С, вище 10 °С – 3000 – 3200 °С. Останні весняні заморозки бувають у кінці третьої декади квітня, а перші осінні – в другій половині жовтня. Середня тривалість безморозного періоду – 200 – 210 діб. Літо тепле. Кількість діб із максимальною температурою повітря вище плюс 30 °С за рік – 25. Абсолютний максимум температури повітря – плюс 41 °С (табл.1). Стійкий перехід її через 5 °С у бік зниження (припинення вегетації), як правило, настає в першій декаді листопада. Середня річна температура повітря дорівнює 9,8, середня температура липня – плюс 22,8 °С [2].

Проте не все тепло може бути використане сільськогосподарськими культурами внаслідок нестачі вологи. У цілому за рік на території зони випадає близько 400 мм опадів, тоді як максимально можливе випаровування перевищує вказаний показник приблизно в два рази. Це підтверджується також значеннями гідротермічного коефіцієнта (ГТК), який становить 0,8 – 0,9, що свідчить про належність району до посушливої зони [3].

Розподіляються опади протягом року нерівномірно. За вегетаційний період (із температурами повітря понад 5 °С) їх випадає 290 – 320 мм, що становить 70 – 80 % річної суми. Сума опадів за період із температурою повітря вище 10 °С дорівнює 230 – 260 мм, тобто 60 – 65 % загальної кількості. В теплий період року часто спостерігається атмосферна посуха. Ймовірність настання бездощових періодів тривалістю понад 50 діб – 40 %.

Майже щорічно протягом трьох – шести декад і більше рослини ростуть за несприятливого режиму зволоження ґрунту, тобто при запасах продуктивної вологи в орному шарі менше 19 мм. Крім того, протягом року буває в середньому 56 днів із суховіями [2].

Ефективність кліматичних ресурсів визначається запасами вологи, яка є інтегральним показником природних факторів і господарської діяльності людини [4]. Основні запаси продуктивної вологи в ґрунті створюються за рахунок осінньо-зимових опадів. На території зони запаси вологи забезпечують нормальний розвиток сільськогосподарських культур тільки у весняний період. В цей час запаси продуктивної вологи сягають 110 – 150 мм у метровому шарі, або 75 – 90 % максимально можливих значень. Найменші запаси вологи як у верхніх шарах, так і в метровому шарі ґрунту спостерігаються протягом жовтня. В деякі роки (у 15 % випадків) запаси продуктивної вологи на полях можуть бути практично відсутні.

Температурні умови зимового періоду характеризуються таким показником, як середнє з абсолютних мінімумів температури повітря, який на дослідній території становить мінус 13 – 13 °С. Абсолютний мінімум температур повітря в окремі роки може знижуватися до мінус 26 – 33 °С. Середня температура найхолоднішого місяця року (січня) – мінус 3,1 °С.

Зима без- або малосніжна, із частими відлигами. Сніговий покрив нестійкий, його висота в середньому становить 8 см, а максимальна – 35 см. Максимальна глибина промерзання ґрунту – 50 см. На території зони початок сніготанення в середньому припадає на 23 лютого, кінець – на першу декаду березня. Повне відтаювання ґрунту в районі дослідження відбувається у другій декаді березня. В шарі 0 – 10 см ґрунт прогрівається до 5 °С наприкінці березня – на початку квітня [2].

Отже, кліматичні ресурси степової зони забезпечують сприятливі умови для вирощування на всій території озимої пшениці, кукурудзи, зернобобових, соняшнику, плодово-ягідних і інших культур.

Таблиця 1

Агрокліматичні та гідрометеорологічні показники за даними метеостанції «Мелітополь» (1979–2019 рр.)

| Показник | Рік (період) | Місяць | | | | | | | | | | | | За рік |
|---|-----------------|--------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Середня багаторічна температура повітря, °С | 1979-2018 | -1,9 | -1,4 | 3,1 | 10,4 | 16,8 | 21,2 | 23,7 | 23,2 | 17,2 | 10,4 | 4,0 | -0,1 | 10,5 |
| Середньомісячна температура повітря, °С | 2018 | -0,7 | -0,3 | 1,6 | 13,4 | 19,8 | 23,4 | 24,8 | 25,8 | 18,7 | 13,3 | 2,9 | 0,5 | 11,9 |
| | 2019 | -0,3 | 1,0 | 3,8 | 11,4 | 18,3 | 25,3 | 23,1 | 23,6 | 17,9 | 11,8 | – | – | – |
| Абсолютний максимум температури повітря, °С | 1979-2018 | 14,5 | 20,1 | 22,5 | 32,3 | 35,2 | 36,8 | 39,5 | 41,0 | 37,7 | 33,6 | 23,3 | 17,2 | 41,0 |
| | 2018 | 11,3 | 11,3 | 13,6 | 28,5 | 32,5 | 36,6 | 35,0 | 36,9 | 33,5 | 25,4 | 16,5 | 7,4 | 36,9 |
| | 2019 | 9,1 | 13,1 | 17,3 | 25,6 | 31,8 | 36,4 | 35,2 | 36,8 | 32,8 | 26,3 | – | – | – |
| Середнє з абсолютних максимумів, °С | 1979-2018 | 8,5 | 10,3 | 16,7 | 24,3 | 29,7 | 33,3 | 35,7 | 35,7 | 30,5 | 24,1 | 16,2 | 10,9 | 36,8 |
| Абсолютний мінімум температури повітря, °С | 1979-2018 | -26,3 | -25,1 | -17,3 | -19,5 | -0,6 | 5,4 | 1,1 | 5,0 | -1,6 | -8,4 | -15,7 | -21,8 | -26,3 |
| | 2018 | -17,4 | -13,2 | -11,6 | 0,5 | 8,4 | 8,5 | 14,0 | 15,0 | 2,3 | 0,8 | -7,8 | -5,2 | -17,4 |
| | 2019 | -14,0 | -9,5 | -5,3 | -2,0 | 5,6 | 9,8 | 13,4 | 11,0 | 2,9 | -1,6 | – | – | – |
| Середнє з абсолютних мінімумів, °С | 1979-2018 | -15,7 | -13,6 | -7,7 | -1,5 | 4,1 | 9,6 | 12,1 | 10,9 | 4,6 | -2,1 | -7,0 | -12,5 | -18,1 |
| Середня багаторічна кількість опадів, мм | 1979-2018 | 44,0 | 34,4 | 35,7 | 34,4 | 46,5 | 54,0 | 44,2 | 34,8 | 39,5 | 32,5 | 37,8 | 42,8 | 480,6 |
| Кількість опадів, мм | 2018 | 53,4 | 47,8 | 70,1 | 5,5 | 22,4 | 32,4 | 80,1 | 6,1 | 80,7 | 18,1 | 36,8 | 74,3 | 527,7 |
| | 2019 | 52,4 | 11,1 | 37,9 | 49,4 | 96,2 | 14,4 | 42,1 | 55,1 | 13,2 | 18,7 | – | – | – |
| Середній багаторічний ГТК | 1979-2018 | - | - | - | 1,1 | 0,9 | 0,9 | 0,6 | 0,5 | 0,8 | 1,0 | - | - | 0,8 |
| ГТК | 2018 | - | - | - | 0,1 | 0,4 | 0,5 | 1,0 | 0,1 | 1,4 | 0,4 | - | - | 0,6 |
| | 2019 | - | - | - | 1,4 | 1,7 | 0,2 | 0,6 | 0,8 | 0,2 | 0,5 | - | - | 0,7 |

АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПЕРІОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Агrometeorологічну характеристику погодних умов доцільно описувати з осіннього періоду 2018 року, оскільки у звіті є дані спостережень за озимими культурами, вегетаційний період яких розпочався восени попереднього року.

У 2018 році осінь розпочалася в середині третьої декаді вересня, що співпадає із середніми багаторічним даними. Хоча в першій і другій декаді жовтня спостерігалися періоди з середньодобовими температурами повітря, що були вище 15 °С, але це були не суттєві потепління.

За умовами зволоження вересень був надмірно вологим, тому що опадів в першій та другій декаді випало в 3 рази більше середніх багаторічних значень. В третій декаді жовтня середня температура повітря дорівнювала 10,9 °С, тобто ще тривала активна вегетація, а кількість опадів була суттєво нижче норми, тому жовтень слід вважати дуже сильно посушливим, оскільки ГТК дорівнює 0,4 (табл. 1).

В листопаді відбулося стрімке зниження температури. З 01 листопада відбувся стійкий перехід середньодобової температури повітря через 10 °С у бік зменшення, тобто закінчилася активна вегетація, а через 8 днів закінчилася вегетація польових культур, тому що з 09 жовтня середня температура повітря не підіймалася вище 4,8 °С на фоні від'ємних значень мінімальних температур, тобто майже щодня спостерігалися приморозки. Кількість опадів була в межах норми.

Таким чином, гідротермічні умови осені 2018 року були дуже складними й характеризувалися надмірним зволоженням вересня та суттєвою нестачею вологи в жовтні.

Не зважаючи на те, що середньомісячні та середньодекадні температури повітря в листопаді і грудні були позитивними (в межах 0,5 – 2,9 °С), датою початку зими можна вважати 29 листопада, коли середньодобова температура повітря знизилася до –3,0 °С.

Зима тривала до 25 лютого 2019 року і характеризувалася постійними змінами періодів з позитивними середньодобовими температурами (не вище 4,7 °С) на періоди з від'ємними температурами (до –8,5 °С в першій декаді січня).

Мінімальні температури повітря не опускалися нижче $-14,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (09 січня 2019 року). Кількість опадів за зимовий період випало у 1,5 рази більше норми.

Таким чином, зима 2018-2019 року була м'якою та достатньо забезпеченою атмосферними опадами.

Затяжна весна з частими коливаннями середньодобової температури повітря більше та менше $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ тривала два місяці з 26 лютого до 26 квітня 2019 року. В березні відмічалися від'ємні середньодобові температури повітря (до $-2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$) з пониженням мінімальних температур до $-5,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Проте це не повинно було пошкодити посіви озимих культур, температури не сягали критичних значень.

За лютий та перші дві декади березня випало 21 мм опадів, що суттєво нижче середньої багаторічної кількості для цього періоду (37 % від норми). Проте в третій декаді березня та другій декаді квітня кількість опадів була відповідно у 2,1 та 4,6 разів більше норми.

На початку квітня спостерігалось різке зростання температури повітря: 01 квітня відбувся стійкий перехід середньодобової температури повітря через $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ у сторону збільшення, а вже через 6 днів (07 квітня) – через $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В цілому, умови зволоження весняного періоду можна вважати задовільними (в межах норми).

Літо наступило 12 травня при стійкому переході середньодобової температури повітря понад $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Травень можна охарактеризувати як надмірно зволожений, оскільки ГТК цього періоду сягає 1,7.

Червень був жарким та дуже посушливим: середньомісячна температура повітря була суттєво вище норми (на $4,1\text{ }^{\circ}\text{C}$), максимальні – сягали $36,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, що не суттєво нижче абсолютного максимуму для цього періоду, а кількість опадів була у 3,8 рази менше норми. Зважаючи на те, що в червні відбувається дозрівання озимих зернових культур, то у звітному році виникла велика вірогідність прояву таких явищ, як «запал» та «захват» зерна.

Гідротермічні умови липня у 2019 році були в межах норми.

Температурний режим серпня суттєво не відрізнявся від середньо–багаторічних даних, а умови зволоження були дуже не рівномірними. Так, в першій декаді серпня випало 90 % місячних опадів, отже ця декада була

надмірно зволожена. Проте з початку другої декади серпня почалася дуже сильна посуха, яка тривала до середини жовтня.

Кінець літа припав на 19 вересня. Активна вегетація закінчилася 27 жовтня зі стійким переходом середньодобової температури повітря через 10 °С у бік зниження. Перший заморозок був зафіксований 09 жовтня і сягав – 1,6 °С, а наступний – через дві декади – 31 жовтня (–1,0 °С). Наприкінці жовтня відбулося різке зниження середньодобової температури повітря з 10–11 °С до 2–3 °С.

Таким чином, гідротермічні умови 2019 року були дуже нерівномірні: м'яка і відносно волога зима, затяжна і посушлива весна, надмірно зволожений початок літа, дуже посушливий кінець літа та осінь.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Панас Р.М. Ґрунтознавство: [навчальний посібник]. Львів: Новий світ-2000, 2006. 372 с.
2. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1985. 247 с.
3. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Ситов В.М., Ярмольська О.Є. Практикум з сільськогосподарської метеорології. ТЕС, 2001. 400 с.
4. Синицина Н.И., Гольцберг И.А., Струнников З.А. Агроклиматология. Л.: Гидрометеоиздат, 1973. 341 с.

ВПЛИВБІОСТИМУЛЯТОРІВТА МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ПРЕПАРАТУНА ПРОДУКЦІЙНИЙ ПРОЦЕС ГОРОХУ ПОСІВНОГО (*PISUMSATIVUM* L.) В УМОВАХ СУХОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Один із напрямків екологізації землеробства є раціональне застосування зернобобовогоклину, тобто введення в сівозміни високобілкових культур. Таки чинники, як низька якість посівного матеріалу, недостатнє живлення, ґрунто-кліматичні умови, дії хвороб та шкідників, порушення агротехніки однозначно знижують врожайність сільськогосподарських культур та не дозволяють їм в повній мірі реалізувати свій генетичний потенціал. Південий степ України характеризується цілим комплексом несприятливих абіотичних факторів, які негативно впливають на ріст, розвиток сільськогосподарських культур, суттєво знижують їх продуктивність [1].

В Україні горох є найпоширенішою культурою, він здатний формувати досить високі і стабільні врожаї зерна порівняно з іншими зерновими бобовими культурами. В 2019 році посівні площі під горохом в Україні скоротилися на 20%, проте в минулому 2018 році цей показник становив 431 тис. га. Слід зазначити, що на зону степу припадає майже половина посівних площ гороху. У розрізі областей найбільше площ під культуру відведено в Запорізькій області - 60 тис. га, Одеській - 43 тис. га та Харківській - 34 тис.га.Горох дуже вимоглива культура до світла, вологи, ґрунту тому часто не реалізує генетичний потенціал продуктивності в умовах несприятливих факторів [2].

Активне використання засобів захисту рослин, мінеральних добрив призводить до деградації ґрунтів, зниженню кількості різних груп ґрунтових бактерій та їх фізіологічної активності, як результат, порушення структури агроценозів. До найбільш важливих представників ґрунтової мікрофлори відносяться бактерії, які здатні до азотфіксації. До них належать вільно існуючі в ґрунті мікроорганізми роду *Azotobacter*.

Одними з заходів підвищення стійкості рослин є застосування регуляторів росту, які екологічно безпечні, інтенсифікують фізіологічні

процеси в рослинах. Їх використання позитивно впливає на стан мікробного угруповання ґрунтів, дозволяє зменшити вплив стресових факторів, реалізувати генетичні програми, збільшити урожай [3].

Мета роботи полягає у з'ясуванні особливостей роздільного та сумісного впливу біостимуляторів («Стимпо», «Регоплант») та мікробіологічного препарату «Азотофіт-Р» на ріст, розвиток, формування фотоасиміляційного апарату та урожайність гороху посівного сорту Оплот в умовах сухого Степу України.

Завдання:

- дослідити вплив біостимуляторів Стимпо, Регоплантта препарату Азотофіт на схожість, ріст та розвиток рослин гороху посівного протягом вегетації у разі окремого та сумісного застосування;
- оцінити вплив досліджуваних препаратів на формування ризобіально-кореневого комплексу у рослин гороху посівного сорту Оплот;
- визначити вплив біостимуляторів Стимпо, Регоплантта препарату Азотофіт на формування листової поверхні посівів гороху та накопичення фотосинтетичних пігментів та продуктивність фотосинтезу;
- з'ясувати вплив біостимуляторів Стимпо, Регоплантта препарату Азотофіт на елементи структури біологічного врожаю та урожайність гороху посівного сорту Оплот у разі окремого та сумісного застосування.

Матеріали та методи дослідження. Дослід проводили з використанням насіння та рослин гороху посівного (*Pisum sativum* L.) середньостиглого сорту Оплот вусатого морфологічного типу в умовах дослідного поля ТДАТУ (м. Мелітополь).

Сорт гороху Оплот внесений до Реєстру сортів рослин України з 2011 р.

Оригігатор– Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН.

Сортовирізняльні ознаки. Різновидність – *contecstum* (зчеплена), підрізновидність – *vulgare* (звичайна жовтонасіннєва).

Сорт напівкарликовий, безлисточкового типу. Стебло звичайне. Висота рослин 55 – 75 см. Міжвузлів до першого суцвіття – 14–16. Квітки білі, на квітконіжках по дві квітки. Біб луцильного типу, середньокрупний, з тупою верхівкою, боби добре виповнені, кількість насінин у бобі 5-6, максимальна – 7. Насіння рожеве, округло-здавлене з гладкою поверхнею.

Господарські ознаки. Сорт зернового напряму використання, середньостиглий. Тривалість вегетаційного періоду 79-85 діб. Посухостійкий. Маса 1000 насінин 260–280 г. Вміст білка в насінні 20 – 22%. Стійкий до вилягання, придатний до збирання прямим комбайнуванням.

Дослідні ділянки закладалися на чорноземах південних наносних з вмістом гумусу (за Тюрнімом) – 2,6%, азоту (за Корнфілдом) – 111,3 мг/кг, рухомого фосфору (за Чириковим) – 153,7 мг/кг, обмінного калію (за Чириковим) – 255 мг/кг. Це відповідає високому вмісту калію, підвищеному вмісту фосфору і низькому вмісту азоту. Реакція ґрунтового розчину нейтральна (рН водне 7,0, рН сольове 7,3). Профіль ґрунту не засолений легкокорозчинними солями, але є слабосолонцюватим з вмістом обмінного натрію 7% від ЄКО. Ґрунт можна віднести до земель високої якості, які достатньо забезпечені поживними елементами та мають сприятливі фізико-хімічні, агрофізичні властивості та придатні для вирощування зернобобових, але для отримання високих урожаїв якісної продукції необхідно інтенсифікувати технологію вирощування культури.

Дослідження впливу біостимуляторів та мікробіологічного препарату на продукційний процес гороху посівного проводили в дрібноділянковому досліді.

Насіння гороху перед посівом обробляли за схемою: варіант 1 – контроль, насіння інкрустоване розчином Ліпосаму (5 мл/л робочого розчину); варіант 2 – насіння перед сівбою інкрустовали мікробіологічним препаратом Азотофіт-р (10 мл/л); варіант 3 - Стимпо (25 мл/т) на розчині Ліпосаму (5 мл/л); варіант 4 - Регоплант (250 мл/т) на розчині Ліпосаму (5 мл/л); варіант 5 - Стимпо (25 мл/т) сумісно з Азотофітом (10 мл/л) на розчині Ліпосаму; варіант 6 - Регоплант (250

мл/т) сумісно з Азотофітом (10 мл/л) на розчині Ліпосаму. Після підсушування проводили посів у добре підготований ґрунт з нормою висіву 1,1 млн. шт. схожих насінин/га на ділянках площею 2,5 м². Позакореневі обробки проводили у фазу 2-3 прилистка та у фазу бутонізації з використанням рекомендованих норм для Стимпо – 20 мл/га, Регоплант – 50 мл/га та Азотофіт – 10 мл/л. Обприскування посівів проводили у вечірній час з використанням ранцевого обприскувача з нормою використання робочого розчину 300 л/га. Проти горохового зерноїда використовували інсектицид (Актара 25 в.г.; 0,1 л/га), боротьба з бур'янами здійснювалася ручним способом. Збір врожаю проведено ручним способом. Відбір рослинних зразків та проб проводили у фази ВВСН 12-13 (2-3 пари прилистків), 15-16 (5-6 пар прилистків), 51-55 (бутонізації), 61-65 (цвітіння), 75-79 (бобоутворення).

Біостимулятори Стимпо та Регоплант представляють собою композиційні поліфункціональні препарати, біозахисні властивості яких обумовлені синергійним ефектом взаємодії продуктів життєдіяльності в культурі *in vitro* гриба-мікроміцета *Cylindrocarponobtisiuucium* 680, виділеного з кореневої системи женьшеню (суміш амінокислот, вуглеводів, жирних кислот, полісахаридів, фітогормонів, мікроелементів) та аверсектинів - комплексних антипаразитарних макролідних антибіотиків, продуктів метаболізму ґрунтового стрептоміцету *Streptomyces avermitilis* [4].

Азотофіт-Р – препарат виробництва «БТУ Центр» містить клітини бактерії *Azotobacterchroococcum* в кількості $(1-9) \times 10^9$ КУО/см³, а також мікро- та макроелементи, біологічно активні продукти життєдіяльності бактерій: ферменти, амінокислоти, вітаміни, фітогормони, фунгіцидні речовини. Даний препарат виявляє ростостимулюючі властивості не лише шляхом асоціативної азотфіксації, а й через сприяння синтезу нікотинової, пантотенової кислот, піридоксину, біотину, гетероауксину [5].

Контролювали польову схожість насіння гороху. Підраховували кількість корневих бульбочок рослин гороху. Площу листового апарату визначали методом висічок та на підставі отриманих даних визначали індекс листової

поверхні. Вміст хлорофілу визначали флуориметрично за допомогою N-тестеру (виробництво Японія, Yara) та результати виражали в умовних одиницях. Визначали елементи біологічної врожайності, а саме: середню кількість рослин на 1 м², середню кількість бобів на 1 рослині, середню кількість насінин у бобі, масу 1000 насінин, вологість насіння, біологічну урожайність, розраховували господарський коефіцієнт. Облік біологічної врожайності посівів гороху проводили відповідно до загальноприйнятих в агробіології методик [6, 7]. Результати дослідів опрацьовано статистично з розрахунком t-критерію Ст'юдента та найменшої істотної різниці (НІР₀₅). Статистичну обробку проведено із застосуванням панелі Microsoft Office Excel 2016 та Agrostat.

Результати дослідження. Азотфіксація відіграє велику роль у круговороті азоту в природі, у збагаченні ґрунту й водою зв'язаним азотом. Єдиними організмами, здатними здійснювати цей процес, є бактерії, які називаються азотфіксаторами, або діазотрофами. До вільноіснуючих азотфіксаторів належать види бактерій роду *Azotobacter*. Інокуляція насіння бобових та небобових рослин різосферними асоціативними бактеріями є перспективним шляхом рішення проблеми азотного живлення рослин. Застосування біологічних препаратів збільшує стійкість рослин до захворювань та стресових факторів, знижує собівартість продукції рослинництва, поліпшує фітосанітарний стан посівів та підвищує продуктивність ріллі.

Взаємодія рослини з різосферними діазотрофами є складним багатоступінчастим процесом, контрольованим на різних рівнях організації рослин і мікроорганізмів. Ключовою ланкою мікробно-рослинної взаємодії є утворення унікальних органів на коренях рослин — бульбочок, де створюються необхідні умови для фіксації молекулярного азоту [8, 9, 10].

В ході проведених дослідів було встановлено, що Стимпо, Регоплант та Азотофіт за умов роздільної передпосівної обробки насіння простимулювали утворення кореневих бульбочок, чисельність яких зросла на 11,7-23,5% вже в фазі ВВСН 12-13 і сягнула максимуму в фазі бутонізації (рис. 1).

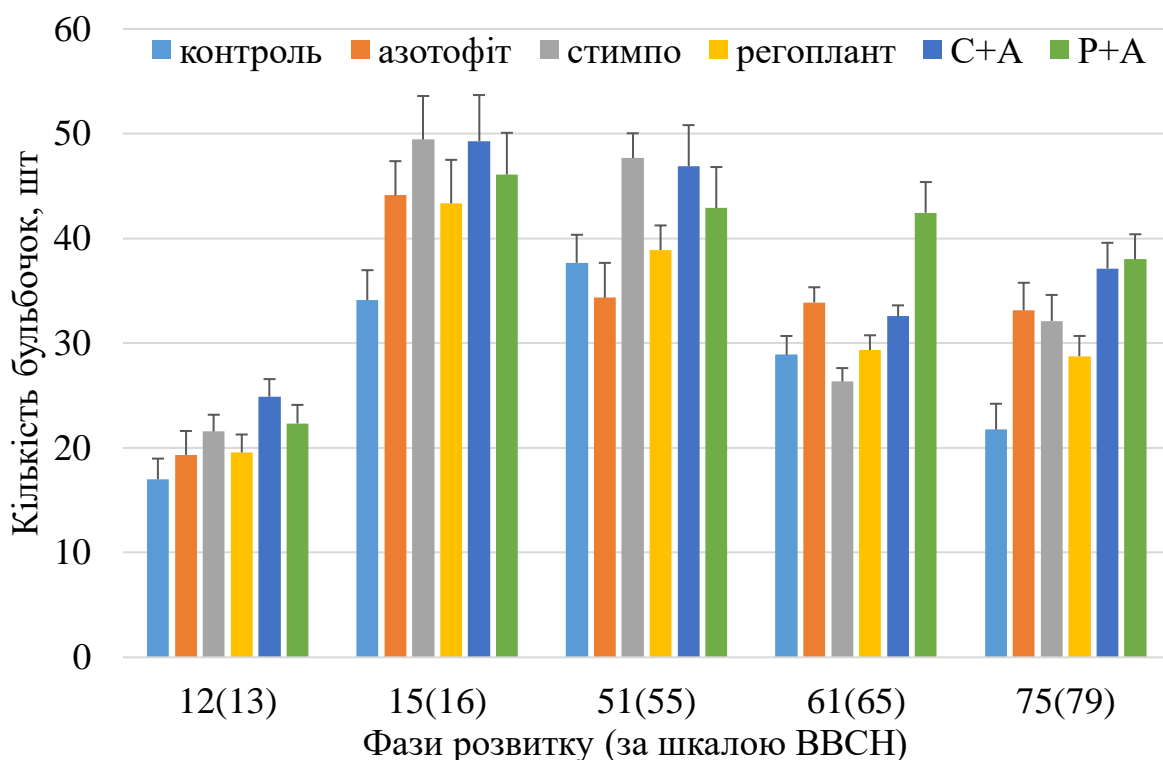


Рис. 1. Кількість бульбочок на кореневій системі рослин гороху за окремої та сумісної дії біостимуляторів (Стимпо, Регоплант) та мікробіального препарату Азотофіт протягом вегетації.

Стимпо та Регоплант сумісно з Азотофітом вірогідно підвищили чисельність бульбочок на 13,8 – 16,6% до фази ВВСН 51-55 порівняно з варіантами де зазначені препарати використовувалися окремо.

Якщо максимальна кількість бульбочок в контрольному варіанті була відмічена в фазу бутонізації і сягнула 37 шт./роsl., то при застосуванні біостимуляторів та мікробіологічного препарату максимальна кількість бульбочок була зафіксована вже в фазі 5-6 прилистків і становила в межах 43-49 шт./роsl.

В період цвітіння вірогідно підвищена чисельність корневих бульбочок залишилася лише при сумісному застосування біостимулятору Регоплант з Азотофітом порівняно з результатами отриманими у варіантах при їх окремому застосуванні. Так, при сумісному застосуванні Регопланту та Азотофіту кількість кульбочок зростала на 15% порівняно з варіантом в якому застосовували окремо Азотофіт та на 31% порівняно з варіантом в якому

застосовували окремо Регоплант в період бобоутворення. При сумісній дії Стимпо та Азотофіту кількість кульбочок зростала на 12% в період бобоутворення порівняно з варіантом в якому застосовували окремо Азотофіт та на 16% порівняно з варіантом в якому застосовували окремо Стимпо.

Формування високого врожаю сільськогосподарських рослин є результатом фотосинтезу, у процесі якого з простих речовин утворюються багаті енергією органічні сполуки. Як відомо, інтенсивність накопичення органічної речовини, а від тоді й продуктивність фотосинтезу залежить від величини листової поверхні, яка визначається біометричними параметрами рослин і тривалістю активної діяльності листя, що й зумовлює кількісні та якісні показники врожаю.

Від розмірів фотосинтетичного апарату та його активності в онтогенезі рослин залежить рівень реалізації генетичного потенціалу сортів гороху. Оптимізація азотного живлення за рахунок утворення додаткової кількості ризобій при застосуванні біопрепаратів позитивно відбивається на ростових процесах і формуванні фотоасиміляційної поверхні посівів гороху [11, 12].

Обробка насіння гороху та позакореневі обробки біостимуляторами Стимпо, Регоплант та Азотофітом протягом вегетації забезпечили збільшення ЛПП максимально в 1,7 рази в період вегетативного росту та в 1,3 рази в період генеративного розвитку. При сумісному застосуванні біопрепаратів зафіксовано більш активне формування площі листової поверхні рослин гороху, ніж при роздільному застосуванні (рис. 2).

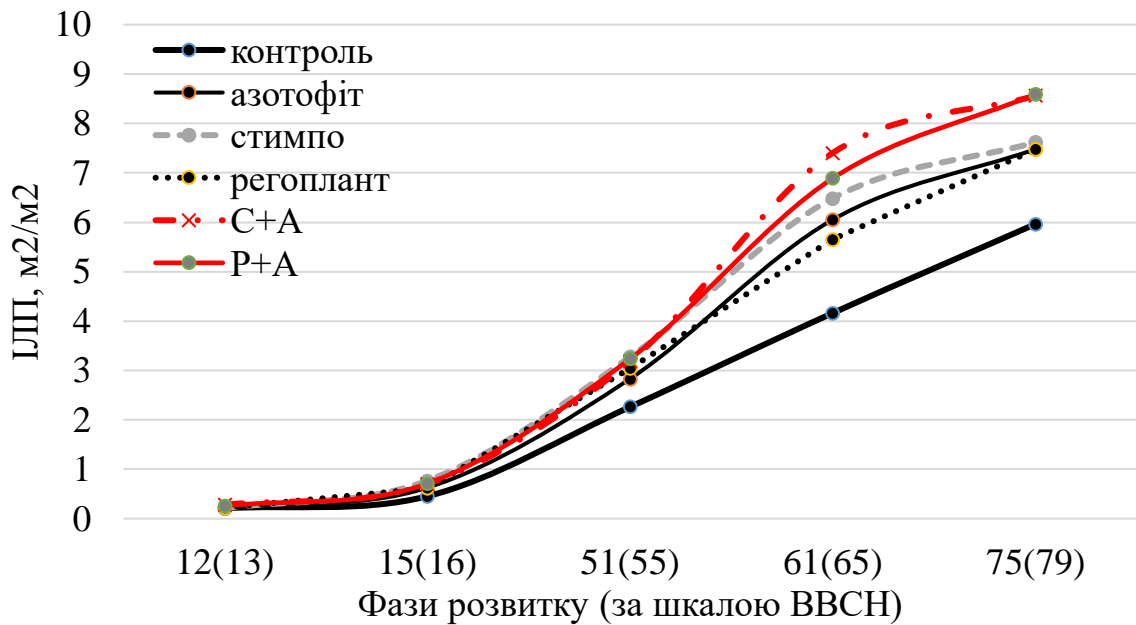


Рис. 2. Зміни індексу листкової поверхні посівів гороху за окремої та сумісної дії біостимуляторів (Стимпо, Регоплант) та мікробіального препарату Азотофіт протягом вегетації.

Так, у варіантах посівів гороху з сумісною дією Стимпо та Азотофіту показник ЛП перевищував значення у варіантів з роздільною дією препаратів на 14% у фазу цвітіння та на 12% у фазу бобоутворення. За сумісної дії Регопланту та Азотофіту ЛП посівів гороху збільшувався на 14% в фазу цвітіння та на 15% у фазу бобоутворення порівняно з тими варіантами де рослини оброблялися препаратами окремо.

Дія біостимуляторів та мікробіологічного препарату на вміст хлорофілу в прилистках гороху мала неоднозначний характер (рис. 3). Протягом вегетативного розвитку рослин не відмічено суттєвої дії препаратів на вміст хлорофілу як при роздільному, так й при сумісному застосуванні. Проте, починаючи з фази бутонізації та до фази бобоутворення, відмічено, що вміст хлорофілу в прилистках гороху за дії препаратів зростав на 8 – 19% порівняно з абсолютним контролем.

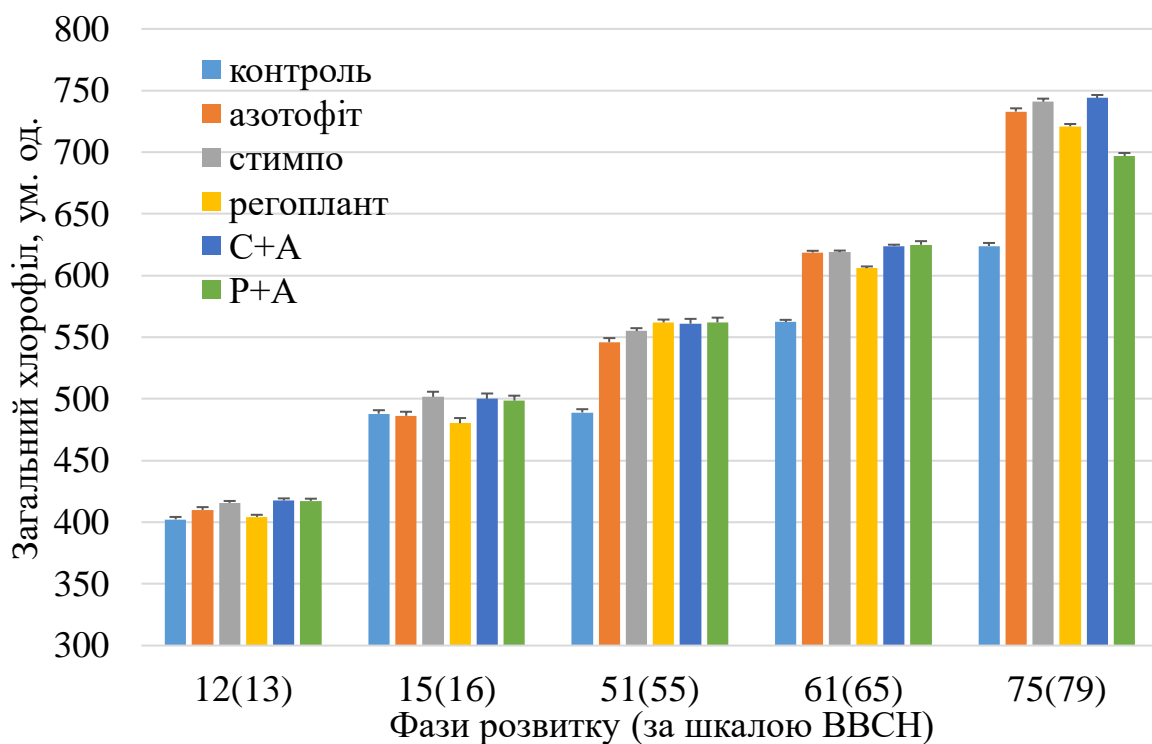


Рис. 3. Зміни вмісту загального хлорофілу в листках гороху за окремої та сумісної дії біостимуляторів (Стимупо, Регоплант) та мікробіального препарату Азотофіт протягом вегетації.

Слід відмітити про відсутність синергістичного ефекту між біостимуляторами та мікробіологічним препаратом Азотофіт в напрямку впливу на процеси синтезу та накопичення фотосинтетичних пігментів. Тому, вміст хлорофілу у разі сумісної дії препаратів залишався на рівні визначеному для варіантів гороху з роздільним використанням біостимуляторів та мікробіального препарату або навіть нижче.

Існує певний зв'язок між продукційним процесом та фотосинтетичними показниками. Відомо, що чиста продуктивність фотосинтезу визначається співвідношенням добового приросту маси усієї рослини до показників фотосинтетичного потенціалу.

Максимальні рівні ЧПФ відмічено у періоди до цвітіння гороху і становлять близько 14 г/(см²*добу). Протягом наступного періоду вегетації відмічено зниження інтенсивності накопичення сухої речовини. Мінімальні показники ЧПФ відмічено у фазі бобоутворення і становлять близько 2

г/(см²*добу). Одна із причин цього часткове затінення середніх та нижніх ярусів листків рослин гороху верхніми ярусами. Встановлено, що у разі сумісної дії біостимуляторів Стимпо з мікробіологічним препаратом Азотофіт ЧПФ у фазах 5-6 прилистіків-бутонізація та бутонізація-цвітіння перевищувала на 7,6 – 34,0% та за сумісної дії Регопланту з Азотофітом – на 13,0 – 14,0% показник кращого варіанту при роздільному застосуванні препаратів (рис. 4).

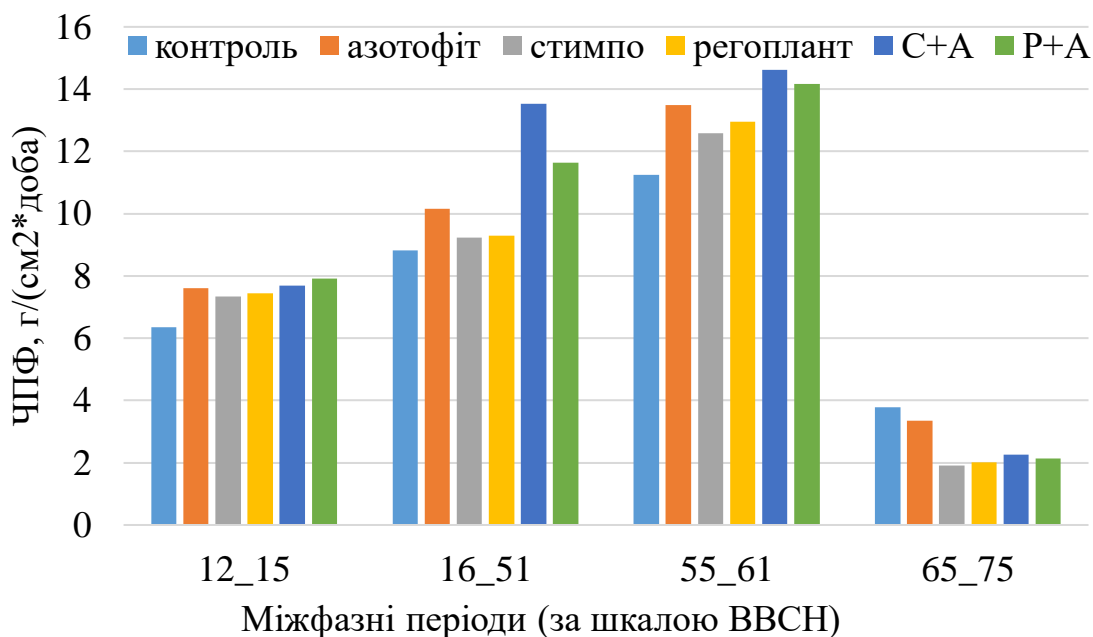


Рис. 4. Зміни ЧПФ посівів гороху за окремої та сумісної дії біостимуляторів (Стимпо, Регоплант) та мікробіального препарату Азотофіт протягом вегетації.

В період цвітіння-бобоутворення ЧПФ посівів гороху дослідних варіантів було нижче за абсолютний контроль. Хоча в період цвітіння-бобоутворення статистичної різниці між варіантами з окремим або сумісним використанням препаратів не виявлено.

Підвищення фотосинтетичних показників у інтенсивних сортів гороху сприяло підвищенню рівня урожаю зерна. Тобто, біопродуктивність рослин є комплексом фізіологічних, морфологічних та інших ознак і властивостей.

З даних наведених у таблиці 1 видно, що використання препаратів Стимпо, Регоплант та Азотофіт викликало збільшення кількості бобів на рослині на

21%; 3% та 5% відповідно та порівняно з контролем. Подібна зміна пояснюється тим, що біопрепарати подовжували фазу цвітіння гороху, зменшували втрати квіток на верхніх ярусах рослин, що обумовлювало збільшення загальної кількості бобів.

Таблиця 1

Елементи структури врожайності посівів гороху сорту Оплот під впливом препаратів та Азотофіту протягом вегетації

| Показники | Варіанти | | | | | | HIP ₀₅ |
|--------------------------------|----------|----------|--------|-----------|---------------------|------------------------|-------------------|
| | контроль | Азотофіт | Стимпо | Регоплант | Стимпо +Азотофіт | Регоплант +Азотофіт | |
| Кількість бобів на рослині, шт | 3,8 | 4,0 | 4,6 | 3,9 | 5,0 | 4,8 | 0,5 |
| Кількість насіннин у бобі, шт | 3,0 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,1 | 2,9 | 0,2 |
| Маса 1000 насінин, г | 288,9 | 294,3 | 305,2 | 292,5 | 307,2 | 310,8 | 8,4 |
| Біологічна врожайність, ц/га | 31,3 | 34,4 | 37,5 | 34,2 | 44,2 | 42,1 | 5,2 |
| Коефіцієнт господарський | 0,25 | 0,26 | 0,29 | 0,26 | 0,29 | 0,29 | 0,01 |

Сумісна взаємодія Стимпо та Регопланту з Азотофітом збільшувала кількість бобів на рослині гороху від 8% до 28% порівняно з варіантами окремого використання препаратів. В ході даного дослідження сумісна обробка рослин біостимуляторами та мікробіологічним препаратом Азотофіт не викликала вірогідних мін у кількості насіннин у бобі. Також, зафіксовано, що при сумісній обробці рослин гороху Стимпо та Регопланту з Азотофітом маса 1000 насінин збільшувалася на 4,4% та 6,3% відповідно та порівняно з контролем.

Основним критерієм, який дає можливість комплексно оцінити ефективність технологічних заходів вирощування сільськогосподарських культур, є врожайність зерна. Отримана біологічна врожайність гороху при роздільному застосуванні препаратів Азотофіт, Стимпо, Регоплант становила

відповідно 3,4; 3,7 та 3,4 т/га, що перевищувало врожайність контрольних посівів, яка становила 3,1 т/га. Тоді як, при сумісному застосуванні Азотофіту та Стимпо врожайність складала 4,4 т/га та Азотофіту з Регоплантом - 4,2 т/га, що в свою чергу перевищувало на 18-41% та 23-35% відповідно, показники врожайності посівів гороху всіх інших варіантів.

ВИСНОВКИ

1. Зафіксовано вірогідне збільшення корневих бульбочок на рослинах гороху при сумісному застосуванні біостимуляторів (Стимпо, Регоплант) з мікробіологічним препаратом Азотофіт на різних фазах вегетації.
2. Обробка насіння гороху та позакореневі обробки біостимуляторами Стимпо, Регоплант та Азотофітом протягом вегетації збільшили ІЛП максимально в 1,7 рази в період вегетативного росту та в 1,3 рази в період генеративного розвитку. При сумісному застосуванні біопрепаратів зафіксовано більш активне формування площі листкової поверхні рослин гороху, ніж при роздільному застосуванні.
3. Вміст загального хлорофілу у разі сумісної дії досліджуваних препаратів залишався на рівні визначеному для варіантів гороху з роздільним використанням біостимуляторів та Азотофіту.
4. Встановлено, що у разі сумісної дії біостимуляторів Стимпо з мікробіологічним препаратом Азотофіт ЧПФ у фазах 5-6 прилистків-бутонізація та бутонізація-цвітіння перевищувала на 7,6 – 34,0% та за сумісної дії Регопланту з Азотофітом – на 13,0 – 14,0% показник кращого варіанту при роздільному застосуванні препаратів.
5. Сінергістична взаємодія Стимпо та Регопланту з Азотофітом збільшувала кількість бобів на рослині гороху від 8% до 28% порівняно з варіантами окремого використання препаратів.
6. При сумісній обробці рослин гороху Стимпо та Регопланту з Азотофітом маса 1000 насінин збільшувалася на 4,4% та 6,3% відповідно та порівняно з

контролем.

7. Отримана біологічна врожайність гороху при роздільному застосуванні препаратів Азотофіт, Стимпо, Регоплант становила відповідно 3,4; 3,7 та 3,4 т/га, що перевищувало врожайність контрольних посівів, яка становила 3,1 т/га. Тоді як, при сумісному застосуванні Азотофіту та Стимпо врожайність складала 4,4 т/га та Азотофіту з Регоплантом - 4,2 т/га.
8. Отримані дані вказують на перспективність подальшого дослідження та розкриття механізмів синергістичної дії біопрепаратів особливо в агрокліматичних умовах сухого Степу України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Зернобобові культури в інтенсивному землеробстві / А. М. Розвадовський, А. О. Бабич, В. Ф. Петриченко [та ін.] ; за ред. А. М. Розвадовського. – К. : Урожай, 1990. – 172 с.
2. Таранухов В.Г. Горох: значение, биология, технология: научно-методическое пособие. В.Г. Таранухо, С.С. Камасин. Горки: БГСХА, 2009. С. 4-15.
3. Пономаренко С.П. Регулятори росту рослин в агробіоценозах: нові рішення [Текст] / С.П. Пономаренко, Г.О. Іутинська // Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. – Київ. – 2001. – Т.1. – С. 375-378.
4. Регулятори росту рослин. Рекомендації по застосуванню / Л.А. Анішин, С.П.Пономаренко, З.М. Грицаєнко. – К.: МНТЦ «Агробіотех», 2011. –54 с.
5. Волкогон В.В. Влияние стимуляторов роста растений на процесс биологической азотфиксации / В.В. Волкогон, П.Г. Дульнев; за ред. В.П.Кухаря // Элементы регуляции в растениеводстве: 3б. науч. пр. – К.: ВВП Компас, 1998. – С. 17-24.
6. Нідзельський, В. А. Визначення площі асиміляційної поверхні гороху вусатого / В. А. Нідзельський // Науковий вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. – 2010. – № 149. – С. 267–271.

7. Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії / В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, П.В. Костогриз, В.П. Опришко. - Вінниця: ПП «ТД Едельвейс і К», 2014. – 332 с.
8. Catroux G. Trends in rhizobial inoculants production and use / G. Catroux, A. Hartmann, C. Revellin // *Plant and Soil*. – 2001. – Vol. 230, № 1. – P. 21–30.
9. Шерстобоева О.В. Поліфункціональна активність азотобактеру в ґрунтах Лісостепу України / О.В. Шерстобоева, Л.І. Федак // *Агроєкол. журн.* – 2009. – № 1. – С. 351–354.
10. Каменєва І.О. Мікробіологічні препарати – ключ до біологізації технологій вирощування зернових і бобових культур / І.О. Каменєва, С.В. Дідович, Т.М. Мельничук, М.З. Толкачов. // Проблеми виробництва зерна в Україні: мат. Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів (м. Київ 30 трав. 2002 р.) / УААН. Ін-т зерн. господарства. – Д. :, 2002. – С. 77-78.
11. Kolesnikov M. The reaction of pea's plants pro-antioxidant system on biostimulants Stimpo and Regoplant treatment / M. Kolesnikov, U. Paschenko // *Studia Biologica*. – 2017. – V. 11(3-4). – P. 24-25.
12. Колесніков М.О. Вплив біостимуляторів Стимпо та Регоплант на продуктивність ячменю ярого / М.О. Колесніков, С.П. Пономаренко // *Агробіологія. Зб. наук. Праць БЦНАУ.* – 2016. - №1 (124). – С. 82-87.

З'ЯСУВАННЯ РОЛІ БІОСТИМУЛЯТОРІВ У ФІЗІОЛОГІЧНИХ РЕАКЦІЯХ ТА СПОСОБАХ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (*Triticum aestivum* L.) ДО ДІЇ ОСМОТИЧНОГО СТРЕСУ

Пшениця є цінною продовольчою культурою. Вона була одним із перших одомашнених злаків. Ареал поширення пшениці охоплює п'ять континентів нашої планети. Площі посіву щорічно складають біля 230 млн. га, а валові збори зерна – понад 565 млн. тонн [1].

Пшениця належить до родини *Poaceae*, роду *Triticum* L. Серед зернових культур вона представлена у виробництві найбільшою кількістю видів та сортів. Для підвищення врожайності даної культури широкого впровадження набула оптимізація умов вирощування шляхом поєднання дії структурних елементів технології (сорт, біологічні препарати, регулятор росту рослин, мікродобрива), що забезпечуватиме повну реалізацію генетичного потенціалу врожайності сортів пшениці. З'ясування ролі біостимуляторів у фізіологічних реакціях та способах підвищення стійкості пшениці озимої до дії осмотичного стресу не достатньо вивчена. Для рослин екзогенним фактором середовища є вміст солей у ґрунті, який визначає процеси життєдіяльності організму на всіх рівнях його організації, починаючи з молекулярного і закінчуючи фітоценозом. В малих кількостях солі виконують функцію мінерального живлення, а при високих концентраціях є стресовим фактором, під дією якого рослина набуває певних “реакцій–відповідей”, що в сукупності формує більш загальне поняття – адаптаційний синдром [2]. В умовах засолення ґрунту знижується урожайність озимої пшениці може зменшуватися до 50%. Озима пшениця – в основному степова культура, отож не випадково понад половину валового збору зерна виробляють у зоні Степу України [3]. Для степової зони характерним є аридний клімат при з високим рівнем інсоляції, що різко підвищує евапотранспірацію ґрунтових вод в результаті чого легкорозчинні солі ґрунтових вод накопичуються в верхньому родючому шарі ґрунту. Таким чином, актуальним становиться завдання щодо зменшення негативних

наслідків впливу засолення на формування врожайності озимої пшениці. Одним з рішень є біологічна меліорація (фітомеліорація), яка включає в себе й використання біологічно активних речовин, до яких належить біопрепарати Стимпо та Регоплант. Тому посилення сольової резистентності рослин з використанням препаратів біологічного походження – актуальне для сучасної технології вирощування зернових культур.

Підсумовуючи вище зазначене, актуальним з наукової та практичної точки зору є впровадження у виробництво біопрепаратів з метою вивчення їх ролі у фізіологічних реакціях та способах підвищення стійкості пшениці озимої до дії осмотичного стресу та забезпечення оптимальних умов для росту і розвитку рослин та підвищення врожайності в умовах Південного степу України.

Мета дослідження. Метою роботи було з'ясувати вплив регулятора росту рослин біологічного походження Стимпо на ростові процеси та біологічну врожайність пшениці озимої сортів Епоха одеська, Запашна, Фермерка, Статна та озимої твердої пшениці (*Triticum durum*) сортів Алий парус, Шулиндінка, Крейсер, Гавань в умовах Південного Степу України.

Матеріали і методи дослідження. Дрібноділянковий дослід проводили з використанням насіння та рослин озимої твердої пшениці (*Triticum durum*) сортів Алий парус, Шулиндінка, Крейсер, Гавань та сортів пшениці озимої м'якої (*Triticum aestivum*) Епоха одеська, Запашна, Фермерка та Статна в умовах дослідного поля ТДАТУ (м. Мелітополь).

Попередником був горох. Насіння висівали у добре підготований ґрунт. Догляд за посівами здійснювався за типовою технологічною картою, прийнятою для південного степу України. Насіння озимої пшениці контрольного варіанту не оброблялося, а дослідного варіанту обробляли біопрепаратом Стимпо у дозі 25 мл/т та Регоплант виробництва ДП МНТЦ «Агробіотех» в рекомендованій концентрації 250 мл/т шляхом інкрустації [6].

Позакоренева обробка рослин проводилась згідно рекомендаціям виробника 2 рази – у фазу кінець кущення – початок виходу в трубку рослин та

в фазу виходу флагового листа. Посів проводився на дослідних ділянках рендомізованим методом площею 2,5 м² з посівною нормою 4,5 млн. схожих насінин/га. Повторність 4-х разова, облікова площа становить 80 м². Посів проводився в II декаду вересня I декаду жовтня в залежності від погодних умов року. Схема досліду наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

Схема досліду встановлення ефективності вирощування пшениці озимої при застосуванні препаратів «Стимпо» та «Регоплант»

| Варіант досліду | Варіант |
|-----------------|--|
| 1 (К) | вода |
| 2 | інкрустація насіння «Стимпо» (25 мл/т) позакорена обробка «Стимпо» (20 мл/га) |
| 3 | інкрустація насіння «Регоплант» (25 мл/т) позакоренева обробка «Регоплант» (50 мл/га) |

При підготовці насіння для посіву і догляді за рослинами не використовувалися пестициди. Боротьба з бур'янами проводилась в ручну. Стан посіву контролювався постійно, кількість шкідників не перевищувала ЕПШ.

Спостереження проводились у фазу кущення, фазу кущення – початок виходу в трубку, трубкування – початок цвітіння, цвітіння – колосіння, фази наливу та повної стиглості зерна.

В ході досліду визначали польову схожість, густоту стояння рослин на 1м², коефіцієнт кущення рослин, виживаність рослин після перезимівлі, висоту рослин, співвідношення товарної та не товарної продукції рослин та показники біологічної врожайності [4].

Результати дослідження та їх обговорення. Передпосівна обробка насіння сільськогосподарських культур біопрепаратами та регуляторами росту рослин дозволяє значно підвищити ефективність виробництва продукції.

Польова схожість насіння сортів твердої пшениці оброблене біорегулятором росту Стимпо збільшилася на 5-10%, в залежності від сорту, порівняно з контрольними посівами.

Разом з тим, біорегулятори Стимпо та Регоплант позитивно вплинув на формування бічних пагонів, але ефект виявився менш виразним у сортів Гавань та Крейсер (збільшився на 5 та 10%) порівнюючи з аналогічним показником визначеним на посівах пшениці сортів Алий парус та Шулиндінка (збільшився на 23 та 32%). У сортів Епоха одеська, Запашна, Фермерка та Статна відмічено однаково добре формування бічних пагонів. Сорти пшениці м'якої озимої в умовах зими 2015–2016 рр. показали не високу зимостійкість, яка становила 52–71 %. Проте, лише сорти пшениці м'якої озимої Запашна та Фермерка майже не відреагували на дію Стимпо та Регопланту у зимовий період, тому відсоток рослин залишившихся після перезимівлі майже не вирізнявся порівняно з контрольними посівами.

Аналіз біологічної врожайності сортів пшениці м'якої озимої показав, що використання біорегулятора Стимпо викликало невірогідне збільшення кількості продуктивних пагонів у сорту Запашна на 2,9 % в порівнянні з контрольним варіантом, а у інших сортів даний показник збільшився на 6,0–49,2 %.

Відмічено, що Регоплант незначно вплинув на довжину стебла озимої пшениці сортів Алий парус та Крейсер. У сортів Шулиндінка та Гавань при дії біопрепарату довжина стебла збільшилась на 6,9-16,1%. Також збільшилась довжина колосу у сортів Алий парус та Шулиндінка на 6,1-9,9%, у сорту Крейсер даний показник не зазнав змін, а у сорту Гавань зменшився на 8,5% порівняно з вище зазначеним показником у рослин контрольних посівів.

Разом з тим, стимуляція біопрепаратом Стимпо бічного пагоноутворення дозволила отримати більшу кількість продуктивних стебел на 9,4-52,2%, в залежності від сорту, порівняно з варіантом без обробки біопрепаратом.

Кількість колосків у колосі майже не змінювалася у досліджуваних варіантах сортів твердої пшениці, крім сорту Шулиндінка. Кількість зерен у колоску при використанні Стимпо не змінювалась лише у сорту Гавань, у інших же сортів збільшилась на 10-12%. Відмічено збільшення на 8,5% маси отриманого насіння з 1 колоса за умов застосування Стимпо на пшениці лише у сорту Крейсер. Маса насіння в 1 колосі у інших сортів зменшився в 1,15-1,42 рази, в залежності від сорту. Зменшення даного показника пов'язане зі значним збільшенням продуктивного стеблостою у зазначених сортів у порівнянні з контролем.

Обробка біорегулятором Стимпо та Регоплант сортів Статна та Епоха одеська викликав зменшення кількості зерен в колосі на 14,1 та 22,9 % та маси насіння у колосі на 28,3 і 25,6%. Це пов'язано зі значним впливом біопрепарату на формування кількості продуктивних пагонів, що збільшилась у сорту Статна в 1,4 рази та у сорту Епоха одеська в 1,5 рази відносно контролю. Тобто зі збільшенням продуктивної кущистості на рослині зменшився розмір та вага колосся.

За дії біопрепаратів відмічено незначне зростання кількості колосків у колосі та зерен у колоску порівняно з контрольними варіантами пшениці сорту Запашна. Сумарно відмічено суттєве зростання кількості зерен у колосі, яке зросло за дії Стимпо та Регопланту майже до 43 штук на один колос. Маса зерна в колосі пшениці сорту Запашна зростала на 11 % за умов застосування препарату Стимпо.

Слід відзначити, що застосування біопрепаратів у період вегетації шляхом позакореневої обробки позитивно сприяло загальному формуванню біомаси, тому відмічено зростання маси отриманої соломи у сорту Шулиндінка. Проте, при використанні біорегулятора рослин на посівах твердої пшениці сортів Крейсер та Алий парус отримана менша маса соломи порівняно з контролем, що дозволило підвищити вихід товарної частини врожаю. Зазначені зміни дозволили змінити відношення виходу товарної частини продукції до не

товарної в бік зростання. Так, для твердої пшениці сорту Крейсер даний показник зріс на 21% порівняно з контролем.

Біологічна врожайність дуже сильно залежить від сортових особливостей культури. Так відмітимо, що найменша біологічна врожайність у сорту Крейсер 39,33 ц/га, а найбільша у сорту Шуліндінка 48,25 ц/га. Розрахунок біологічної врожайності сортів твердої пшениці за умов впровадження біопрепарату Стимпо до технології вирощування показав, що зміни елементів структури врожайності дозволили збільшити біологічну врожайність на 4,6-19,4% в залежності від сорту.

При аналізі двуфакторного дослідження частка впливу сорту на врожайність твердої озимої пшениці дуже сильна, і становить 54,5%, менш сильно вплинув, безпосередньо, препарат Стимпо та Регоплант, а частка впливу сорту на врожайність пшениці м'якої озимої більша (37,45 %), ніж вплив біопрепарату Стимпо. Проте і частка взаємодії біопрепарату з сортовими особливостями культури значна (13,6%).

ВИСНОВКИ

1. Передпосівна обробка насіння пшениці біопрепаратами Стимпо та Регоплант стимулювала процеси росту та розвитку пшениці. Польова схожість насіння сортів пшениці оброблене біорегулятором росту збільшилася на 5-10%, в залежності від сорту, порівняно з контрольними посівами.

2. Встановлено, що біорегулятори збільшували кількість продуктивних пагонів, сприяли збільшенню маси зерна в колосі, підвищували вихід товарної частини врожаю, що в кінцевому рахунку збільшило біологічну врожайність озимої пшениці.

3. При аналізі двуфакторного дослідження частка впливу сорту на врожайність озимої пшениці дуже сильна, і становить 54,5%, менш сильно вплинув, безпосередньо, препарат Стимпо та Регоплант. Проте і частка взаємодії біопрепарату з сортовими особливостями культури значна (13,6%)

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Нетіс І. Т. Озима пшениця в зоні Степу // Херсон:Айлант. – 2004. – 95 с.
2. Пюрко О. Є. Структурно-функціональні особливості галофітів в умовах Приазов'я України: дис. ... к. б. н: спец.03.00.12 / Київський національний ун-т ім. Тараса Шевченка. - К., 2003.
3. Бовсуновський О.М. Озима пшениця та цивілізаційний процес / О.М. Бовсуновський, М.О. Шепеля, С.О. Чорний // Посібник українського хлібороба.Науково-практичний щорічник. – Київ. – 2008, - С. 104-108.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ІНТЕНСИВНИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Постановка проблеми. Природно-кліматичні умови та родючі ґрунти Південного Степу України сприятливі для отримання високоякісного зерна пшениці озимої. Однак, внаслідок порушення технології вирощування даної культури, частка продовольчого зерна в загальному об'ємі вирощеної продукції не перевищує 15% [1].

Сьогодні поняття якості зерна характеризується в двох аспектах: по-перше, з точки зору його харчової цінності і, по-друге, можливості використання як сировини для переробки [2]. Одним із основних факторів, що визначає ефективність застосування зернової продукції на переробних підприємствах є її технологічні властивості, визначальними з яких виступають вміст білку та кількість і якість клейковини [3].

Технологічні властивості зерна залежать від біологічних особливостей культури, ґрунтово-кліматичних умов певного регіону, агротехнічних прийомів технології вирощування, методів та режимів післязбиральної доробки зерна [4,5]. Особливий вплив на формування якості зерна пшениці озимої мають генетичні особливості сорту, які визначають потенційну здатність рослин продукувати зерно із певними якісними показниками [6]. В той же час вміст поживних речовин в зернівках одного і того ж сорту може змінюватись в широких межах залежно від погодних умов періоду вегетації [7, 8].

Аналіз останніх досліджень. Одним із найбільш важливих технологічних показників якості зерна, що визначає його хлібопекарські властивості є вміст білку [5]. За сучасною класифікацією рослинні білки поділяють на чотири фракції, залежно від їх розчинності в різних розчинниках: альбуміни, глобуліни, проламіни та глютеліни. Останні дві групи при взаємодії з водою утворюють сильно гідратований гель, який називають клейковиною [7].

На накопичення білкових сполук в зерновій продукції важливий вплив має активне поглинання азоту із ґрунту, його накопичення в вегетативних органах протягом вегетації до формування зерна та подальша активна реутилізація азотистих речовин із вегетативних органів до зернівки [9]. Інтенсивність вказаних процесів можливо підвищувати за рахунок вдосконалення окремих елементів технології вирощування пшениці озимої [10]. Найдоступнішим елементом агротехнології в сучасному сільськогосподарському виробництві є підбір сортів із відповідними показниками якості [11]. Щорічно в сільськогосподарське виробництво України впроваджується велика кількість сортів пшениці озимої [12], які характеризуються генетичною різноякісністю вирощеної продукції. Ступінь реалізації генетичного потенціалу культури суттєво залежить від агрокліматичних чинників [13]. Це обумовлює необхідність вивчення сортової реакції пшениці озимої на конкретні умови регіону вирощування.

Формулювання цілей. Метою дослідження було встановити ступінь реалізації генетичного потенціалу сортів пшениці озимої щодо технологічних показників зерна за вирощування в умовах недостатнього зволоження Південного Степу України.

Експериментальну частину роботи проводили в умовах навчально-науково-виробничого центру Таврійського державного агротехнологічного університету впродовж 2015-2017 рр.

Агротехніка вирощування пшениці озимої на дослідних ділянках загальноприйнята для зони Південного Степу України [14]. Загальна кількість азоту, внесеного за період вегетації становила 60 кг/га діючої речовини. Попередник – чорний пар. У процесі досліджень було використано такі сорти пшениці озимої, як Шестопалівка, Магістраль, Шпалівка, Сталева, Озерна, Тронка, Тітона (оригінація ФГ «Бор»).

Лабораторні та польові дослідження проводили за Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур [15]. Розміщення дослідних ділянок систематичне, повторність – чотириразова. Вміст білку визначали за

методом Кьельдаля [16], кількість клейковини – методом відмивання з подальшим оцінюванням її розтяжності, гідратаційної здатності та деформації на приладі ИДК-1М [16].

Основна частина. За характеристикою оригінатора зерно всіх досліджуваних сортів відноситься до групи сильних пшениць [17]. Характерними властивостями борошна з таких пшениць є не лише здатність під час технологічного процесу утворювати формостійкі хлібобулочні вироби великого об'єму і гарної пористості, але і в сумішах з борошном низької хлібопекарської якості покращувати його властивості [5]. Вміст білку в зерні таких пшениць повинен бути більше 14%, клейковини – понад 28%, її якість – першої групи (45-75 ум.од.).

Результати проведених досліджень показують, що вміст білку в зерні пшениці озимої коливався від 9,7 до 13,3% залежно від сорту та погодних умов року (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст білку в зерні пшениці озимої залежно від сортових особливостей та погодних умов вегетації, %

| Сорт | Генетичний потенціал сорту* | Рік дослідження | | Середнє за 2016-2017 рр. | |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------|------------|--------------------------|-------------------------------------|
| | | 2016 р. | 2017 р. | факт. | % реалізації генетичного потенціалу |
| Шестопалівка | 16,0 | 12,1 | 10,8 | 11,5 | 72 |
| Магістраль | 17,0 | 12,5 | 10,2 | 11,4 | 67 |
| Шпалівка | 16,0 | 11,8 | 9,7 | 10,8 | 68 |
| Сталева | 16,0 | 12,4 | 9,9 | 11,2 | 70 |
| Озерна | 15,0 | 13,3 | 12,9 | 13,1 | 87 |
| Тронка | 14,2 | 12,2 | 10,2 | 11,2 | 79 |
| Тігона | 16,3 | 12,2 | 10,8 | 11,5 | 70 |
| <i>НІР₀₅</i> | - | <i>0,1</i> | <i>0,3</i> | <i>0,2</i> | - |

* за даними оригінатора

З таблиці 1 видно, що вміст білку у 2016 році був вищим, ніж у 2017 на 17%. Такі результати пояснюються особливостями гідротермічних умов періоду утворення і дозрівання зернівок, що мали суттєвий вплив на інтенсивність поглинання азоту і формування білкових речовин [9]. Адже гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за вказаний період у 2016 році становив 1,1, що вказує на достатнє зволоження, а у 2017 році він сягнув лише 0,5, що характерно для слабкої посухи.

Серед досліджуваних сортів найбільший вміст білку було відмічено у зерні сорту Озерна, де цей показник був на 12-17% більше, порівняно з іншими варіантами. Разом з тим, саме для цього сорту був характерним найбільший відсоток реалізації генетичного потенціалу якості, що можна пояснити високою адаптацією рослин до стресових умов регіону вирощування [18].

Результати дисперсійного аналізу підтверджують, що на вміст білку в зернівках пшениці озимої суттєвий вплив мають як погодні умови періоду вегетації (55,1%) та сортові особливості культури (35,5%), так і взаємодія досліджуваних факторів (8,5%).

У зв'язку з тим, що клейковина є гідратованим білком, кількість її визначається вмістом білку в зерні [5,7], що і підтверджується нашими дослідженнями: коефіцієнт кореляції між вказаними показниками склав $r = 0,8$.

Результати досліджень показують, що вміст клейковини в зернівках пшениці озимої змінювався аналогічно вмісту білку і коливався від 18,1 до 25,0% (табл. 2).

Найбільший вміст клейковини в середньому за період дослідження було відмічено для сорту Озерна, в якого даний показник був на 2-8% більше порівняно з іншими сортами. Слід також відмітити, що найвищим абсолютним значенням кількості клейковини характеризувалося зерно пшениці озимої сорту Магістраль в 2016 році (25,0%) з різким його зниженням (на 18%) у 2017 році, що узгоджується із показниками вмісту білку. Це може бути пояснено тим, що за несприятливих гідротермічних умов рослини даного сорту в більшій мірі

накопичують енергетично «вигідні» вуглеводи, ніж енергетично «дорогі» білки [7].

Таблиця 2

Кількість клейковини в зерні пшениці озимої залежно від сортових особливостей та погодних умов вегетації, %

| Сорт | Генетичний потенціал сорту* | Рік дослідження | | Середнє за 2016-2017 рр. | |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------|---------|--------------------------|-------------------------------------|
| | | 2016 р. | 2017 р. | факт. | % реалізації генетичного потенціалу |
| Шестопалівка | 33,0 | 23,5 | 21,9 | 22,7 | 69 |
| Магістраль | 35,0 | 25,0 | 20,5 | 22,8 | 65 |
| Шпалівка | 35,0 | 24,4 | 18,1 | 21,3 | 61 |
| Сталева | 32,0 | 22,8 | 20,5 | 21,7 | 68 |
| Озерна | 30,0 | 23,9 | 22,3 | 23,1 | 77 |
| Тронка | 30,0 | 24,3 | 20,8 | 22,6 | 75 |
| Тігона | 32,0 | 24,4 | 18,3 | 21,4 | 67 |
| <i>НІР₀₅</i> | - | 0,4 | 0,2 | 0,3 | - |

* за даними оригінатора

Визначальним фактором, що впливав на кількість клейковини в зерні пшениці озимої були погодні умови вегетації (69,5%) при суттєвому впливі сортових особливостей (11,5%) та сукупної дії досліджуваних факторів (18,6%).

Хлібопекарські якості зерна визначаються не лише вмістом клейковини в зерні, а і її якістю [3]. Проведені дослідження показують, що суттєвих відмінностей за якістю клейковини у різні роки спостережень відмічено не було (табл. 3), що можна пояснити однаковими гідротермічними умовами в міжфазний період пізня молочна стиглість – воскова стиглість (ГТК = 0, середньодобова температура повітря 25,2-27,7°C, середньодобова вологість повітря 54-57%). Адже саме в цей міжфазний період і закладається якість клейковини [7].

**Якість клейковини (ІДК) в зерні пшениці озимої залежно від
сортних особливостей та погодних умов року, ум.од.**

| Сорт | Рік дослідження | | Середнє за 2016-2017 рр. |
|-------------------------|-----------------|---------|--------------------------|
| | 2016 р. | 2017 р. | |
| Шестопалівка | 61 | 74 | 68 |
| Магістраль | 69 | 53 | 61 |
| Шпалівка | 61 | 67 | 64 |
| Сталева | 72 | 82 | 77 |
| Озерна | 79 | 85 | 82 |
| Тронка | 74 | 51 | 63 |
| Тітона | 81 | 62 | 72 |
| <i>НІР₀₅</i> | 3 | 3 | 3 |

Найвищими показниками якості клейковини характеризувалося зерно сортів Шестопалівка, Магістраль, Шпалівка і Тронка, у яких величина ІДК коливалася від 51 до 74 ум.од, що відноситься до першої групи якості. Зерно сортів Сталева, Озерна і Тітона сформувало клейковину зі задовільною еластичністю і сильною розтяжністю, що характерно для другої групи якості.

Визначальний вплив на формування якості клейковини мали сортові особливості пшениці озимої (49,4%) та сукупна дія досліджуваних факторів (46,8%).

В цілому, жоден із досліджуваних сортів не реалізував генетичного потенціалу якості сильних пшениць, що може бути наслідком недосконалої технології вирощування, в першу чергу, рівня азотного живлення. Адже за новітніми даними для формування продовольчого зерна сучасними високоінтенсивними сортами пшениці озимої система удобрення повинна передбачати внесення 90-120 кг/га діючої речовини азоту [19].

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що на вміст білку та кількість і якість клейковини в зерні пшениці озимої суттєвий вплив відіграють як генетичний потенціал якості досліджуваних сортів, так і погодні умови в період вегетації рослин.

2. За сукупними показниками якості зерно пшениці озимої сорту Озерна може бути віднесено до сортів середньої хлібопекарської сили (добрий наповнювач). Зерно усіх інших досліджуваних сортів належить до групи задовільних наповнювачів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ларченко К.А., Моргун Б.В. Ознаки якості зерна пшениці та методи їх поліпшення. *Физиология и биохимия культурных растений*. Київ, 2010. Т. 42. № 6. С. 463-474.
2. Рибалка О.І., Литвиненко М.А. Якість пшениці: новітні генетичні аспекти її поліпшення. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2007. № 6. С. 25–31.
3. Егоров Г.А. Технологические свойства зерна. М.: Агропромиздат, 1985. 334с.
4. Жемела Г.П., Шакалій С.М. Вплив попередників на врожайність та якість зерна пшениці м'якої озимої. *Вісник Полтавської державної академії*. Полтава, 2012. №3. С. 20-22.
5. Справочник по качеству зерна / Г.П. Жемела и др. Киев: Урожай, 1988. 216 с.
6. Возіян В.В., Любич В.В., Сухомуд О.Г. Технологічні властивості зерна сортів пшениці озимої різного еколого-географічного походження. *Збірник наукових праць ВНАУ*. Вінниця, 2013. Випуск 1(71). С. 121-125.
7. Николаев Е.В., Изотов А.М. Пшеница в Крыму. Симферополь: СОНАТ, 2001. 288 с.
8. Гасанова І.І. Заходи підвищення якості зерна озимої пшениці в Північному Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2008. №1. С. 29-32.
9. Калитка В.В., Золотухіна З.В. Засвоєння азоту рослинами інтенсивних сортів пшениці озимої за використання регулятора росту АКМ. *Наукові доповіді НУБіП України*. К., 2015. Випуск 2(51). http://nd.nubip.edu.ua/2015_2/14.pdf.

10. Корхова М.М. Урожайність та якість зерна пшениці озимої за вирощування в умовах Південного Степу України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. Київ, 2014. №4. С. 82-86.
11. Сидоренко А.В., Снігир В.П., Міненко О.В. Екологічний фактор і якість зерна пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2011. №2. С. 45-47.
12. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2018 рік. Київ, 2018. 447 с.
13. Хахула В.С., Улич Л.І., Улич О.Л. Вплив екологічного чинника на реалізацію селекційного потенціалу нових сортів пшениці озимої м'якої. *Агробіологія*. Біла Церква, 2013. № 11 (104). С. 44-49.
14. Лихочвор В. В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: НВФ «Українські технології», 2006. 730 с.
15. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Вип. 2. Зернові, круп'яні та зернобобові культури / за ред. В.В. Волкодава. К.: Держ. коміс. України по випробуванню та охороні сортів рослин, 2001. 65 с.
16. Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. Методи визначення показників якості продукції рослинництва / За ред. Ткачик С.О. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 160 с.
17. Каталог сортів озимої м'якої пшениці селекції фермерського господарства «Бор» / под ред. П.Н. Артюшенко. Одеса, 2016. 40 с.
18. Золотухіна З.В. Формування продуктивності високоінтенсивних сортів-дворучок пшениці в Південному Степу України. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали V міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів, с. Центральне, 21 квіт. 2017 р.* Вінниця, 2017. С. 59.
19. Костиря І.В. Урожайність зерна пшениці озимої та рівень його якості залежно від попередників і системи удобрення в умовах Присивашся. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2012. Вип. 58. С. 51-53.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ДІЇ РЕГУЛЯТОРА РОСТУ ТА РІВНЯ АЗОТНОГО ЖИВЛЕННЯ

Постановка проблеми. Застосування інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур на сучасному етапі можливе лише за умови раціонального використання добрив. В Україні середні показники внесення мінеральних добрив під польові культури, починаючи з 1990-х років, значно скоротилися [1]. І хоча з 2013 року спостерігається тенденція до підвищення обсягів їх внесення, вони все ще залишаються суттєво меншими від тих, що зафіксовані у розвинених країнах світу [2]. Так, за даними Держкомстату, станом на 2018 рік в Україні в середньому на 1 га удобреної посівної площі пшениці озимої вносилося 149 кг/га д.р. добрив, з них 107 – азотних, 24 – фосфорних і 18 калійних [3]. На Півдні України склалася дещо гірша ситуація із застосуванням мінеральних добрив. Так, в середньому по південним областям (Запорізька, Херсонська, Одеська, Миколаївська) під урожай пшениці озимої в 2018 році було внесено 136 кг/га д.р. добрив, з них 97 – азотних, 23 – фосфорних і 16 калійних [3].

Ефективність використання добрив в Україні також знаходиться на низькому рівні. Так, за даними Всесвітньої організації ФАО, прибавка врожаю зернових культур від застосування 1 кг азоту в Німеччині становить 20,3, Франції – 21,2, Великій Британії – 24,3 кг, в той час як в Україні даний показник не перевищує 12,2 кг [4, 5]. Частково це можна пояснити несприятливими ґрунтово-кліматичними умовами, але основною причиною залишається недосконалість системи живлення рослин. Тому на даний час дуже важливим є питання розробки високопродуктивних технологій підвищення ефективності засвоєння елементів живлення рослинами пшениці озимої, що відповідали б фізіологічним потребам певного сорту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В процесі життєдіяльності пшениця озима споживає багато макро- і мікроелементів, потреба в яких

збільшується з підвищенням урожаю. Функції кожного елемента живлення суворо специфічні і ні один з них не може бути замінений іншим [6]. Виключно велике значення для формування величини і якості врожаю пшениці має своєчасне забезпечення її в першу чергу азотом.

Азот є одним із основних елементів живлення пшениці озимої, який входить до складу білкових речовин і багатьох природних життєво важливих для рослин органічних сполук: білків, фосфатидів, нуклеопротейдів, багатьох ферментів, хлорофілу, алкалоїдів [6]. Він надходить в рослину з перших днів росту до молочного стану та повної стиглості. Тому оптимальне азотне живлення має першочергове значення при вирощуванні продовольчого зерна, оскільки без нього урожайність та якість зерна значно знижуються.

В цілому, що стосується доз і строків внесення азотних добрив, то серед учених на даний час немає єдиної точки зору. Результати зарубіжних [7] і вітчизняних [8] досліджень показують, що застосування азотних добрив виправдано при низькому його вмісті в ґрунті, а одноразове внесення високих норм (180-240 кг/га) в якості підживлення є неефективним [9]. Найбільша віддача від добрив спостерігається при низьких нормах їх внесення, а в міру збільшення – віддача на кожен додатково внесений кілограм зменшується [10]. Проте низькі норми не дають можливості реалізувати потенціал продуктивності сорту, тому потрібно застосовувати виключно оптимальні дози азоту, розраховані для конкретних умов вирощування. Для підвищення ефективності засвоєння рослинами елементів живлення із добрив перспективним є застосування різних рівнів азотного живлення та регуляторів росту.

Постановка завдання. Метою дослідження було визначити ефективність впливу регулятора росту та різних рівнів азотного підживлення на показники якості зерна пшениці озимої в умовах недостатнього зволоження Південного Степу України.

Експериментальну частину роботи проводили в умовах навчально-науково-виробничого центру Таврійського державного агротехнологічного університету впродовж 2009-2012 рр.

Дослід було закладено для сорту Золотоколоса. Попередник – чорний пар. Обробіток ґрунту та підготовку поля до сівби здійснювали за схемою, загальноприйнятою для зони Південного Степу України. Насіння висівали в першій декаді жовтня в добре підготовлений ґрунт звичайним рядковим способом, глибина загортання – 5-6 см, норма висіву – 5,0 млн. насінин на 1 га. У фазу кущіння вносили гербіцид з діючою речовиною трибенурон-метил в кількості 20 г/га. У фазу виходу в трубку рослини оброблялися фунгіцидом з діючою речовиною карбендазим в кількості 0,5 л/га. Для захисту від шкідників використовувався інсектицид з діючою речовиною диметоат в кількості 1,5 л/га.

Схема дослідів включала: фактор А – регулятор росту (контроль без регулятора росту, РРР АКМ); фактор В – норма азоту для підживлення (контроль без підживлення, N₂₆, N₃₄, N₄₈). Розміщення дослідних ділянок систематичне, повторність – чотириразова.

Передпосівну обробку насіння проводили за 1-2 дні до посіву методом інкрустації з розрахунку 10 л робочого розчину на 1 т насіння. Норма використання регулятора росту АКМ становила 0,33 л/т насіння. В період вегетації рослини обробляли у фазу виходу в трубку та при наливі зерна препаратом АКМ (0,33 л/га) із розрахунку 200 л/га робочого розчину. Для підживлення використовували рідке азотне добриво КАС 32. N₂₆ та N₃₄ було внесено в підживлення по мерзлоталому ґрунту, N₄₈ – вносили вроздріб: в підживлення по мерзлоталому ґрунту (N₃₄) та в позакореневе підживлення у фазу виходу в трубку (N₇) та наливу зерна (N₇).

Лабораторні та польові дослідів проводили за Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур [11]. Вміст білку визначали за методом К'єльдаля [12], кількість клейковини – методом відмивання з подальшим оцінюванням її розтяжності, гідратаційної здатності та деформації на приладі ИДК-1М [12], натуру – за допомогою пурки [12].

Виклад основного матеріалу дослідження. Основними речовинами, які визначають поживну цінність зерна пшениці озимої є білки і вуглеводи [13],

вміст яких залежить від сорту, погодних умов періоду вегетації рослин та особливостей технології вирощування. В свою чергу білкові речовини зерна (проламіни і глютеліни) при взаємодії з водою утворюють клейковину, високий вміст та гарна якість якої є головною умовою добрих хлібопекарських якостей майбутнього борошна [14].

Результати проведених досліджень показують, що використання регулятора росту АКМ в технології вирощування пшениці озимої сорту Золотоколоса сприяло зростанню показників якості зерна (табл.1).

Таблиця 1

Якість зерна пшениці озимої сорту Золотоколосазалежно від дії регулятора росту та рівня азотного живлення, середнє за 2010-2012 рр.

| PPP (фактор А) | Норма азоту для підживлення (фактор В) | Вміст білку, % | Вміст клейковини, % | ІДК, у.о. | Натура, г/л |
|---------------------|---|----------------|---------------------|-----------|-------------|
| контроль (без PPP) | N ₀ (контроль) | 11,3 | 22,4 | 90 | 715 |
| | N ₂₆ | 10,6 | 22,9 | 49 | 735 |
| | N ₃₄ | 11,2 | 23,0 | 87 | 737 |
| | N ₃₄ + N ₇ + N ₇ | 11,5 | 26,9 | 72 | 776 |
| Середнє (А) | | 11,2 | 23,8 | 75 | 741 |
| АКМ | N ₀ (контроль) | 11,5 | 22,8 | 100 | 726 |
| | N ₂₆ | 12,8 | 28,9 | 92 | 738 |
| | N ₃₄ | 11,5 | 24,2 | 75 | 749 |
| | N ₃₄ + N ₇ + N ₇ | 12,5 | 23,0 | 89 | 786 |
| Середнє (А) | | 12,1 | 24,7 | 89 | 750 |
| Середнє (В) | N ₀ (контроль) | 11,4 | 22,6 | 95 | 721 |
| | N ₂₆ | 11,7 | 25,9 | 71 | 737 |
| | N ₃₄ | 11,4 | 23,6 | 81 | 743 |
| | N ₃₄ + N ₇ + N ₇ | 12,0 | 25,0 | 81 | 781 |
| НІР ₀₅ А | | 0,2 | 1,5 | 7 | 3 |
| НІР ₀₅ В | | 0,1 | 0,3 | 2 | 3 |

Джерело: розроблено автором

Так, вміст білку у варіантах із застосуванням PPP був у середньому на 8% (відн.), а клейковини – на 4% (відн.) вище порівняно із контролем. Разом з тим якість клейковини була вищою в контрольних варіантах – в середньому на 14

у.о. більше, порівняно із варіантами використання РРР. Тобто, в складі клейковини контрольних варіантів переважав гідратований глютенін, який характеризується високою пружністю, в той час як за застосування АКМ зростає вміст гідратованого гліадину, що і спричинило формування сильно розтяжної клейковини [15].

Застосування азотних добрив лише для ранньовесняного підживлення пшениці озимої не мало суттєвого впливу на вміст білку та клейковини в зерні. Це можна пояснити тим, що азот, внесений на початкових етапах розвитку (III етап органогенезу), в більшій мірі використовується рослиною для формування кількості зерна, а не його якості.

Роздрібне підживлення азотними добривами (на III, V і VIII етапах органогенезу) нормою N_{48} сприяло зростанню вмісту білку на 5% (відн.), а вмісту клейковини – на 11% (відн.), порівняно з варіантом без підживлення. Незначне зростання вмісту білка за даного варіанту підживлень можна пояснити тим, що додаткове підживлення рослин пшениці азотними добривами в період наливу зерна за умов достатнього вологозабезпечення сприяє зростанню біомаси рослин, інтенсивності фотосинтезу та вмісту азоту, а старіння листків гальмується [16]. Але одночасно з цим зменшується інтенсивність реутилізації азоту, тобто формування білку в зернівці за такої обробки відбувається, в основному, за рахунок поглинання азотистих речовин із ґрунту [17]. Тому значного зростання білковості і не було відмічено.

Застосування регулятора росту АКМ сумісно з азотними добривами сприяло кращому засвоєнню та реутилізації азоту, що проявилось в збільшенні вмісту білку та клейковини. Найвищий ефект було відмічено за сумісного використання регулятора росту з низькою нормою азоту (N_{26}), коли вміст білка зростає на 21% (відн.), а вміст клейковини – на 26% (відн.), порівняно з варіантом без використання АКМ.

Сумісне використання роздрібного азотного підживлення (N_{48}) з регулятором росту АКМ сприяло зростанню вмісту білка на 9% (відн.) при одночасному зменшенні вмісту клейковини на 14% (відн.), порівняно з

варіантом без PPP. Тобто, при поєднанні позакореневого підживлення азотом з внесенням препарату АКМ збільшується синтез цитоплазматичних (розчинних білків) і уповільнюється утворення запасних білків клейковини [18].

Статистичний аналіз отриманих даних показав, що на вміст білку в зерні пшениці озимої найбільш сильний вплив мають регулятор росту (48%) та сумісне використання азотних добрив з PPP (36%). На вміст клейковини суттєво зростає вплив азотних підживлень (31%) та їх сумісного використання з регулятором росту АКМ (60%) в порівнянні з вкладом цих факторів в синтез білків.

Окрім біохімічних властивостей зерна, придатність його до переробки на борошно характеризують і фізичні властивості зернової маси. Одним із основних показників вказаної групи є натура зерна, яка визначає вихід борошна при його помелі, оскільки із високонатурного зерна можна отримати більше борошна і менше висівок [14].

Результати проведених досліджень показують, що застосування PPP АКМ в технології вирощування пшениці озимої сорту Золотоколоса значного впливу на зростання натури зерна не мало. Разом з тим використання азотних підживлень сприяло стабільному збільшенню вказаної величини на 2-8% залежно від варіанту досліду порівняно з контролем (без підживлень).

При поєднанні в технології вирощування пшениці озимої азотних підживлень та регулятора росту відбулося подальше зростання натури в середньому на 4% порівняно із відповідними варіантами без PPP. Окрім того слід відмітити, що лише за роздрібною використання азотних добрив (N_{48}) як окремо, так і з АКМ було отримано високу натуру зерна, в той час як за внесення N_{26} та N_{34} – середню, а в контролі – низьку [19].

Статистична обробка отриманих результатів підтверджує вагомий вплив азотних підживлень (95%) на формування натури зерна пшениці озимої сорту Золотоколоса. Разом з тим було виявлено кореляційну залежність середньої сили ($r = 0,41$) між вмістом білку і натурою зерна, оскільки білкові речовини

характеризуються високою щільністю і за рахунок цього можуть збільшувати ваговитість зернової маси [19].

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що на вміст білку та кількість і якість клейковини в зерні пшениці озимої суттєвий вплив відіграють як застосування регулятора росту та азотних підживлень, так і їх сумісне внесення.

2. На ваговитість зерна переважаючий вплив мало використання різних рівнів азотних підживлень.

3. Зерно найвищої якості було отримано за сумісного застосування регулятора росту АКМ та роздрібного внесення азотних добрив для підживлення пшениці озимої сорту Золотоколоса.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Балюк С.А. Грунтові ресурси України: стан і заходи їх поліпшення. *Вісник аграрної науки*. 2010. №6. С. 5-10.
2. Филлипс С., Нортон Р. Производство зерна пшеницы и применение минеральных удобрений в мире. *Питание растений*. 2012. №4. С. 2-5.
3. Внесення мінеральних та органічних добрив під урожай с/г культур у 2018 році: статистичний бюлетень /Державна служба статистики України.Київ, 2019. 52 с.
4. Моргун В.В. Швартау В.В., Киризий Д.А. Физиологические основы формирования высокой продуктивности зерновых злаков. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2010. Т.42, №3. С. 371-392.
5. Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства / Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций. Рим, 2012. 182 с.
6. Фізіологія рослин / Макрушин М.М. та ін. Вінниця: Нова Книга, 2006. 416 с.

7. Cao P., Lu Ch., Yu Zh. Historical nitrogen fertilizer use in agriculture and agro systems of the contiguous United States during 1850–2015: application rate, timing, and fertilizer types. *Earth System Science Data*. 2018. №10. P. 969–984. <https://doi.org/10.5194/essd-10-969-2018>
8. Філоненко Т.А. Забезпеченість сільськогосподарських культур елементами живлення та їх урожайність залежно від застосування зростаючих доз азотних добрив. *Вісник ХНАУ*. 2015. №1. С. 130-137.
9. Гасанова І.І. Бондаренко А.С., Пороцька Л.П., Гирка А.Д. Вплив заходів агротехніки на якість зерна озимої пшениці в північному Степу. *Бюлетень інституту зернового господарства УААН*. 2006. №26-27. С. 95-98.
10. Нетіс І.Т. Пшениця озима на Півдні України: монографія. Херсон: Олді Плюс, 2011. 401 с.
11. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Вип. 2. Зернові, круп'яні та зернобобові культури / за ред. В.В. Волкодава. К.: Держ. коміс. України по випробуванню та охороні сортів рослин, 2001. 65 с.
12. Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. Методи визначення показників якості продукції рослинництва / за ред. Ткачик С.О. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 160 с.
13. Справочник по качеству зерна / Г.П. Жемела и др. К.: Урожай, 1988. 216 с.
14. Егоров Г.А. Технологические свойства зерна. Москва: Агропромиздат, 1985. 334 с.
15. Вакар А.Б. Клейковина пшеницы. Москва: Из-во академии наук СССР, 1961. 254 с.
16. Gyuga P., Demagante A.L., Paulsen G.M. Photosynthesis and grain growth of wheat under extreme nitrogen nutrition regimes during maturation. *Journal of Plant Nutrition*. 2002. Volume 25. №6. P. 1281-1290.
17. Gooding M.J., Gregory P.J., Ford K.E., Ruske R.E. Recovery of nitrogen from different sources following applications to winter wheat at and after anthesis. *Field Crops Research*. 2007. № 2-3. P. 143-145.

18. Павлов А.Н. Накопление белка в зерне пшеницы и кукурузы. М.: Наука, 1967. 150 с.

19. Личко Н.М. Стандартизация и подтверждение соответствия сельскохозяйственной продукции. Учебник для вузов. М.: ДеЛи плюс, 2013. 512 с.

УРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ

Вступ. Під час вирощування сільськогосподарських культур найважливішими показниками продуктивності рослин є урожайність та якість зібраної продукції. Особливо це актуально для України, де провідною галуззю сільського господарства є виробництво зерна, а пшениця озима – основною зерновою культурою. Величина урожаю залежить від агротехнічних прийомів, які значною мірою впливають на зернову продуктивність рослин [1, 2]. Незадовільний фітосанітарний стан полів, спровокований короткоротаційними сівозмінами, не дозволяє виробникам висівати насіннєвий матеріал без протруювання через ризик втрат врожаю аж до 30 %. Тож сучасна інтенсивна технологія вирощування пшениці озимої передбачає протруювання насіння перед сівбою [3, 4]. Фактор передпосівної обробки насіння досить вагомий і має значний вплив на перебіг початкових фаз розвитку рослин, що відображається на продуктивності. Встановлено, що при використанні фунгіцидно-інсектицидних препаратів збільшується густина продуктивного стеблостою на 4,1-4,6%, маса зерна з колоса на 3,7%, та урожайність на 7,9-8,5% [5]. Однак використання даної групи препаратів призводить до хімічного навантаження на насінину та молоду рослину при проростанні і в період осінньої вегетації. Додавання регуляторів росту рослин (РРР) до протруйників частково знімає негативний вплив протруйників та є одним з шляхів підвищення реалізації біологічного потенціалу культури. Позитивний вплив таких композицій полягає, насамперед, у підсиленні стійкості рослин до несприятливих факторів середовища, зменшенні норм гербіцидів та інсектофунгіцидів при сумісному використанні з регуляторами росту, підвищенні урожайності та покращенні якості зерна [6].

Метою досліджень було встановлення впливу фунгіцидних та фунгіцидно-інсектицидних сумішей для передпосівної обробки насіння окремо

та в поєднанні з регулятором росту рослин АКМ на формування елементів структури врожаю та урожайність рослин пшениці озимої.

Матеріали та методи досліджень. Польові дослідження проводилися протягом 2014–2017 рр. у стаціонарному досліді кафедри рослинництва у навчально-виробничому центрі Таврійського державного агротехнологічного університету, який знаходиться в с. Лазурне Мелітопольського району Запорізької області. Ґрунт дослідного поля – чорнозем південний з вмістом гумусу 3,5 %, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 94,6 мг/кг, рухомого фосфору (за Чириковим) – 135,0 мг/кг та обмінного калію (за Чириковим) – 165,0 мг/кг ґрунту, рН_{KCl} – 6,8. Попередник – чорний пар.

Погодні умови вегетаційних періодів в роки дослідження характеризувались як достатньо вологі (2015 і 2017) чи слабо посушливі (2016). Але більш суттєвий вплив на формування елементів врожаю та урожайність пшениці озимої мав гідротермічний коефіцієнтне за весь вегетаційний період, а в окремі місяці (травень, червень) [7].

У дослідженнях використовували сорт пшениці озимої Шестопалівка, який рекомендовано для вирощування в зоні Степу України [8].

Перед посівом насіння обробляли різнокомпонентними протруйниками фунгіцидної дії та фунгіцидно-інсектицидною сумішшю (фактор А): Раксіл Ультра (0,25 л/т), Ламардор (0,2 л/т) та Ламардор (0,2 л/т) + Гаучо (0,25 кг/т) [9], та регулятором росту рослин (фактор В) – АКМ (0,33 л/т) [10]. Передпосівну обробку насіння проводили зазначеними препаратами за 1–2 дні до посіву методом інкрустації з розрахунку 10 л робочого розчину на 1 т насіння. Контролем слугував варіант з обробкою водою у кількості 10 л/т.

Насіння висівали в третій декаді вересня – першій декаді жовтня в добре підготовлений ґрунт стрічковим способом, глибина загортання 5–6 см, норма висіву – 5,5 млн. шт./га. Технологія вирощування пшениці озимої загальноприйнята для зони Південного Степу України, крім факторів взятих на вивчення. Повторність дослідів чотириразова, площа дослідної ділянки 100 м², облікової – 50 м².

Облік елементів структури врожаю та визначення біологічної урожайності проводили за загальноприйнятими методиками [11]. Визначення вмісту малонового діальдегіду (МДА) в листках рослин пшениці озимої впродовж вегетації визначали спектрофотометрично за реакцією з 2-тіобарбітуровою кислотою [12] та перераховували на суху речовину.

Дисперсійний та кореляційний аналізи результатів досліджень проводили за методикою Доспехова Б.А. із використанням програм MS Office 2010 та AgrostatNew [13].

Результати досліджень. Використання різнокомпонентних протруйників суттєво впливає на протікання фізіолого-біохімічних процесів в тканинах рослин пшениці озимої в осінній період вегетації та відображається на формуванні елементів структури врожаю (табл. 1).

Таблиця 1

**Елементи структури врожаю пшениці озимої
(середнє за 2015-2017 рр.)**

| Протруйник (фактор А) | PPP (фактор В) | Густота продуктивного стебл. шт./м ² | Довжина колоса, см | Кількість у колосі, шт | | Маса, г | |
|--------------------------|-------------------|--|--------------------------|---------------------------|-------|-------------------|---------------|
| | | | | колосків | зерен | зерен в колосі | 1000 зерен |
| Контроль | Без PPP | 424 | 6,8 | 14,4 | 32,0 | 1,15 | 35,7 |
| Без протр. | АКМ | 451 | 7,0 | 14,9 | 32,3 | 1,17 | 36,2 |
| Раксіл Ультра | Без PPP | 458 | 7,2 | 15,0 | 32,5 | 1,18 | 36,3 |
| | АКМ | 494 | 7,5 | 15,4 | 32,8 | 1,21 | 36,8 |
| Ламардор | Без PPP | 505 | 7,6 | 15,8 | 32,6 | 1,22 | 37,1 |
| | АКМ | 542 | 8,0 | 16,5 | 33,5 | 1,26 | 37,5 |
| Ламардор + Гаучо | Без PPP | 564 | 7,8 | 16,5 | 33,5 | 1,24 | 37,0 |
| | АКМ | 594 | 8,2 | 17,1 | 34,4 | 1,28 | 37,3 |
| НІР ₀₅ | фактора А | 14 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,02 | 0,5 |
| | фактора В | 12 | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,01 | 0,4 |

Густота продуктивного стеблостою, варіювала залежно від різнонаправленої дії препаратів, обраних для передпосівної обробки. В середньому за роки дослідження найменша кількість продуктивних стебел була

сформованарослинами контрольного варіанту –424 шт/м². Використання РРР АКМ сприяло підвищенню цього показника на 6,4% відносно контролю. Обробка різнокомпонентними фунгіцидними протруйниками (Раксіл Ультра, Ламардор) та фунгіцидо-інсектицидною сумішшю (Ламардор + Гаучо) підвищувала кількість продуктивних стебел у рослин на 8,0 – 33,0 % відносно контролю. Поєднання протруйників з АКМ мало позитивний вплив на розвиток рослини, що проявилось у збільшенні даного показника в 1,2 – 1,4 рази відносно контролю.

Застосування обраних протруйників позитивно вплинуло на величину колоса, довжина якого в середньому відносно контролю збільшилась на 10,7%. Зростання розміру суцвіття в середньому на 16,2% відносно контролю відбувалось і при поєднанні РРР АКМ з використаними протруйниками.

При дослідженні кількості колосків в колосі, встановлено, що контрольний варіант відзначався найменшими значеннями цього показника. Використання АКМ сприяло збільшенню кількості колосків в колосі на 3,5% відносно контролю, а обрані протруйники підвищували цей показник на 4,4 – 14,8% відносно контролю. Поєднання протруйників з АКМ підсилювало їхній вплив, що позначилось у зростанні кількості колосків на 7,2 – 19% відносно варіанту без застосування хімічної обробки насіння.

Кількість зерен в колосі – це важливий показник структури врожаю. Він залежить від кількості квіток в колосі, що починають закладатися в період виходу в трубку (формування елементів квітки) і завершується формуванням квітки та їх кількості, що припадає на період колосіння та цвітіння рослин [14].

Позитивний вплив передпосівної обробки насіння проявився у збільшенні кількості зерен у колосі відносно контрольного варіанту в середньому на 2,7 % за використання різнокомпонентних протруйників та на 4,9% при поєднанні їх з АКМ відносно контрольного варіанта.

Після завершення цвітіння рослин настає період, коли відбувається формування та налив зернівок колосу. Саме в цей час вагомим впливу набувають умови, в яких протікає процес формування ваговитості зерна і

позначаються вони на двох показниках структури врожаю – це маса зерен одного колосу та маса 1000 насінин.

Маса зерен з одного колосу та маса 1000 насінин за використання різнокомпонентних протруйників зростала на 5,2 % і 3,1% відповідно порівняно з контрольним варіантом. Додавання до бакових сумішей протруйників АКМ підсилювало дію протруйників, що відобразилось у збільшенні ваги зерен з одного колосу на 8,7%, а маси 1000 насінин– на 4,2% порівняно з контролем.

Таким чином отримані дані показують, що застосування протруйників та РРР впливають на формування елементів структури врожаю та урожайність пшениці озимої в цілому. В середньому за роки досліджень найнижча урожайність на рівні 4,84 т/га була сформована у контрольному варіанті (табл. 2).

Таблиця 2

**Біологічна урожайність пшениці озимої сорту Шестопалівка, т/га
(середнє за 2015-17 рр.)**

| Протруйник (фактор А) | РРР (фактор В) | Біол. урож, т/га | Прибавка до контролю | | Реалізація генетичного потенціалу, % |
|--------------------------|-------------------|------------------------|-------------------------|----|---|
| | | | ± т/га | % | |
| Контроль | Без РРР | 4,84 | - | | 32 |
| Без протр. | АКМ | 5,29 | 0,45 | 9 | 35 |
| Раксіл Ультра | Без РРР | 5,40 | 0,56 | 12 | 36 |
| | АКМ | 5,96 | 1,12 | 23 | 40 |
| Ламардор | Без РРР | 6,12 | 1,28 | 26 | 41 |
| | АКМ | 6,82 | 1,98 | 41 | 46 |
| Ламардор + Гаучо | Без РРР | 7,01 | 2,17 | 45 | 47 |
| | АКМ | 7,61 | 2,77 | 57 | 51 |
| НІР ₀₅ | фактора А | 0,28 | - | - | - |
| | фактора В | 0,15 | - | - | - |

Застосування РРР АКМ для передпосівної обробки окремо сприяло зростанню врожайності на 9,3% порівняно з контрольним варіантом. Використання для передпосівної обробки досліджуваних протруйників

збільшувало урожайність в середньому в 1,3 рази відносно контролю, що пояснюється захисним ефектом в період осінньої вегетації від патогенної мікрофлори та шкідників.

При додаванні до обраних протруйників РРР АКМ вплив останніх підсилюється, що проявляється у збільшенні врожаю відносно контрольного варіанта в середньому в 1,4 рази. Слід зазначити, що за роки дослідження найбільшу врожайність сформували рослини за передпосівної обробки фунгіцидно-інсектицидною сумішшю Ламардор з Гаучо (7,01 т/га) і Ламардор з Гаучо і АКМ (7,61 т/га).

Для розуміння механізмів впливу фунгіцидно-інсектицидних сумішей та РРР на метаболічні процеси, що протікають в рослинних тканинах, необхідно розглядати формування врожаю в умовах стресового навантаження. Адже ефективне формування елементів структури врожаю відбувається лише за умови протікання перекисних процесів на низькому рівні [15]. А, як відомо, інтенсифікація перекисних процесів відбувається за стресових умов [16, 17]. Про інтенсивність перекисного окислення ліпідів судять за рівнем накопичення МДА, який є маркером оксидативного стресу (табл. 3).

Найбільший вміст МДА відмічали у фазу сходів, що пояснюється значним впливом обробок на тканини проростка. Так в контрольному варіанті і у варіанті з використанням РРР АКМ цей показник становив 204,5 та 193,6 нмоль/г сухої речовини відповідно. Використання різнокомпонентних протруйників знижує вміст МДА на 7,9 – 22,2%, а поєднання обраних протруйників з АКМ для передпосівної обробки насіння посилює позитивний ефект, що проявляється в зниженні МДА на 12,5 – 26,8% відносно контролю. Досліджуючи фазу осіннього кушення встановлено зниження активності протікання перекисних процесів в тканинах рослин усіх дослідних варіантів на 1,1 – 4,3 % порівняно з фазою сходів. Таке зниження вмісту МДА позитивно впливало на розвиток рослин в дану фазу розвитку, причому найвищу ефективність на зменшення інтенсивності вільнорадикальних процесів було відмічено для варіантів з обробкою Ламардор+Гаучо і Ламардор з Гаучо і АКМ,

де спостерігалось зниження вмісту МДА на 2,4 та 4,3 % відносно контролю у порівнянні з фазою сходів, що відповідним чином і вплинуло на закладку продуктивних пагонів.

Таблиця 3

Вміст МДА в листках рослин пшениці озимої сорту Шестопапівка, нмоль/г сухої речовини (середнє за 2014-2017рр.)

| Протруйник (фактор А) | PPP (фактор В) | Фаза розвитку | | | | | | |
|--------------------------|-------------------|---------------|---------|-------|-------------------|----------------|----------|------------------|
| | | сходи | кущення | | вихід в трубку | коло- сіння | цвітіння | молоч. стигл. |
| | | | ПВ* | ВВ* | | | | |
| Контроль | Без PPP | 204,5 | 202,2 | 215,2 | 177,1 | 141,5 | 124,4 | 98,2 |
| Без протр. | АКМ | 193,6 | 191,4 | 205,0 | 162,3 | 130,1 | 116,6 | 92,6 |
| Раксіл Ультра | Без PPP | 188,4 | 185,1 | 196,4 | 158,4 | 129,0 | 112,2 | 86,6 |
| | АКМ | 178,9 | 175,5 | 188,2 | 144,8 | 115,2 | 106,0 | 80,5 |
| Ламардор | Без PPP | 168,8 | 166,3 | 174,2 | 146,5 | 115,7 | 98,5 | 75,2 |
| | АКМ | 158,7 | 156,3 | 164,0 | 132,9 | 103,7 | 92,1 | 68,7 |
| Ламардор + Гаучо | Без PPP | 159,1 | 155,2 | 158,3 | 139,6 | 105,3 | 92,9 | 70,8 |
| | АКМ | 149,7 | 143,2 | 145,8 | 125,2 | 96,3 | 86,8 | 63,4 |
| НІР ₀₅ | фактора А | 3,1 | 3,0 | 4,0 | 2,7 | 2,4 | 2,7 | 0,8 |
| | фактора В | 4,3 | 2,8 | 2,7 | 2,1 | 1,3 | 1,3 | 1,2 |

Примітка: * ПВ – припинення вегетації, ВВ – відновлення вегетації.

Тобто зниження рівня інтенсифікації вільнорадикальних процесів у фазу осіннього кущення позитивно впливало на формування продуктивних пагонів та закладку колосу, що підтверджується оберненою кореляційною залежністю між кількістю продуктивних стебел рослин та вмістом МДА у дану фазу розвитку ($r = -0,81 \div -1,00$), а також довжиною колоса та МДА ($r = -0,72 \div -0,99$).

Відновлення весняної вегетації характеризується підвищеним вмістом МДА, що свідчить про активне протікання фізіолого-біохімічних реакцій в рослинах дослідного сорту, який характеризується фізіологічно подвійною природою [8]. У інтенсивно зростаючих або молодих частинах рослин завжди утворюється підвищена кількість вмісту активних форм кисню (АФК) як побічного продукту метаболізму. Проте за відсутності достатньої кількості

антиоксидантів у клітині продукується надмірна кількість АФК, яка здатна ініціювати перекисне окислення [18].

Зниження динаміки вмісту МДА у всіх дослідних варіантах у фазу виходу в трубку в 1,1 – 1,3 рази порівняно з весняним кущенням позитивно вплинуло на формування кількості колосків в колосі. Слід зазначити, що з переходом рослин від вегетативного до репродуктивного періоду відбувається зниження вмісту МДА по всіх дослідних варіантах в 1,2 – 1,3 рази, що пояснюється захисною функцією каротиноїдів в листках рослин. Саме вони в період колосіння досягають свого максимального значення і володіють антиоксидантними властивостями [19].

При дослідженні перебігу перекисних процесів вміст МДА у фазу молочної стиглості зерна за дії протруйників був на 11,8 – 27,9 % меншим, ніж у контрольному варіанті. Поєднання досліджуваних препаратів з регулятором росту АКМ підсилювало позитивний вплив і сприяло зниженню вмісту МДА на 17,9 – 35,4 % відносно контрольного варіанта.

Отже, зниження рівня МДА в тканинах дослідних рослин сприятливо позначилось на процесі формування та наливу зерна. Це підтверджується оберненою кореляційною залежністю, яка була встановлена між масою 1000 насінин та вмістом МДА в листках рослин у період молочної стиглості зерна ($r = -0,61 \div -0,99$).

Статистична обробка отриманих даних свідчить, що на формування елементів продуктивності пшениці озимої сорту Шестопалівка вагому частку впливу мав протруйник (фактор А), доля якого складала 77,6 – 90,3%. Регулятор росту рослин (фактор В) також мав суттєвий вплив на зазначені показники і становив 8,4 – 16,0%.

ВИСНОВКИ

1. В умовах стресу, викликаного патогенною мікрофлорою, шкідниками та нестабільними погодними умовами в роки досліджень, обрані фунгіцидні та фунгіцидно-інсектицидні обробки, а також їх поєднання з РРР АКМ не мали

негативного впливу на ріст і розвиток рослин та формування елементів структури врожаю.

2. Найкращі показники елементів структури врожаю та урожайність були сформовані рослинами за використання передпосівних обробок Ламардор з Гаучо та Ламардор з Гаучо і АКМ, що дозволило реалізувати генетичний потенціал продуктивності на 47 і 51 % відповідно.

3. Позитивний вплив передпосівної обробки насіння різнокомпонентними баковими сумішами на розвиток рослин пояснюється зниженням активності протікання процесів пероксидації, що проявилось у зменшенні вмісту МДА в середньому впродовж вегетації рослин на 6,2 – 30,3% в залежності від варіанту обробки у порівнянні з контролем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИ ДЖЕРЕЛ

1. Мельник А.В., Собко М.Г., Дубовик О. О., Мельник А. В. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від строків сівби в умовах північної частини лівобережного Лісостепу України. Вісник Полтавської державної академії. 2014. № 1. С. 6-9. <http://repo.sau.sumy.ua/handle/123456789/2579>
2. Turkington T.K., Beres B. L., Kutcher, H. R et al. Winter wheat yields are increased by seed treatment and fall-applied fungicide. *Agronomy Journal*. 2016. Т. 108. №. 4. С. 1379-1389. doi:10.2134/agronj2015.0573
3. Жемела Г. П., Герман М. М. Урожайність пшениці м'якої озимої в залежності від передпосівної обробки насіння. Вісник Полтавської державної академії. 2010. № 4. С. 36-39.
4. DeVuyst E. A., Edwards J., Hunger B. and Weaver L. Insecticide and fungicide wheat seed treatment improves wheat grain yields in the US southern plains. *Crop Management*. 2014. Т. 13. №. 1. doi:10.2134/CM-2013-0039-RS
5. Желязков О. І. Вплив агротехнічних прийомів вирощування на зернову продуктивність пшениці озимої по стерньовому попереднику. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони, 2014. № 7. С. 133-139.

6. Буряк Ю. І., Бондаренко Л. В., Чернобаб О.В., Огурцов Ю.Є. Використання регуляторів росту рослин у прискореному розмноженні насіння нових сортів пшениці ярої. Селекція і насінництво. 2011. Випуск 99. С. 159-171.
7. Кліпакова Ю.О., Білоусова З.В. Вплив передпосівної обробки насіння та погодних умов року на урожайність та якість зерна пшениці озимої. Зрошуване землеробство. 2018. Вип. 69. С.41 – 45.
8. Артюшенко П.Н., Артюшенко Н.П., Артюшенко А.П., Артюшенко Ю.П. Каталог сортів озимої мягкой пшениці селекції фермерського господарства «Бор». Одеса, 2016. 40 с.
9. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. К.: Юнівест Медіа, 2016. 1024 с.
10. Пат. 10460 Україна, МКН⁷ А 01С1/06, А01N 31/14. Антиоксидантна композиція «АОК-М» для передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур. О.М. Заславський, В.В.Калитка, Т.О.Малахова (Україна). № 2004121 0460: заявл. 20.12.2004; опубл. 15.08.2005. – Бюл. № 8.
11. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костогриз П.В. та ін. Основи наукових досліджень в агрономії. Вінниця: ПП «ТД Едельвейс і К», 2014. 332 с.
12. Мусієнко М.М., Паршикова Т.В., Славний П.С. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології та екології рослин. К.: Фітосоціоцентр, 2001. 200 с.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
14. Подлесных Н. В. Особенности прохождения этапов органогенеза, фаз роста и развития, урожайность и качество озимой твердой и мягкой пшеницы в условиях Лесостепи Воронежской области. Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2015. № 3(46). С. 12 – 22.
15. Лысенко Н. Н., Макеева Т.Ф., Прудникова Е.Г., Хилкова Н.Л. Влияние удобрений и фунгицидов на фитосанитарное, физиологическое состояние и продуктивность зерновых культур. Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2012. Т. 37. №. 4. С.14 – 20.

16. Колупаев Ю.Е. Активные формы кислорода в растениях при воздействии стрессоров: образование и возможные функции. Вісник Харківського національного аграрного університету. 2007. Вип. 3 (12). С. 6 –26.
17. Карпенко В. П. Інтенсивність процесів ліпопероксидації та стан антиоксидантних систем захисту ячменю ярого за дії гербіциду Гранстар 75 і регулятора росту рослин Емістим С. Зб. наук. праць Уманського ДАУ. 2009. С. 30-39
18. Карпенко В.П., Просякін Д.І. Ліпопероксидаційні та антиоксидантні процеси в рослинах вівса голозерного за дії біологічно активних речовин. Вісник Уманського НУС. 2015. №1. С. 46-50.
19. Колупаев Ю. Е., Ястреб Т. О. Физиологические функции неэнзиматических антиоксидантов растений. Вісник Харківського національного аграрного університету. 2015. №. 2. С. 6 –25.

ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ НІАГАРА І АНДРОМЕДА ЗА ДІЇ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Вступ. У соціально-економічному розвитку країни сільське господарство посідає особливе місце. Це одна з основних галузей народного господарства, яка забезпечує виробництво продуктів харчування і є найпершою умовою суспільства. Продукти сільського господарства і промислові товари, що виробляються з сільськогосподарської сировини, становлять 75 % фонду народного споживання [1].

Увага до проблеми підвищення економічної ефективності сільськогосподарського виробництва в цілому та вирощування соняшника зокрема викликана, насамперед тим, що від успішного розв'язання її залежить зростання дохідності підприємств, підвищення конкурентоспроможності продукції на внутрішньому та світовому ринках, забезпечення сталого розвитку агропромислового комплексу.

Серед олійних культур соняшник посідає основне місце. Він має велике продовольче, кормове і промислове значення. Посівна площа його складає біля 2,7 млн. га, а валовий збір – біля 3 млн. т.

На кількість і якість урожаю соняшнику суттєвий вплив мають екологічні та метеорологічні умови зони вирощування. Південний Степ України – це зона ризикованого землеробства де переважають високі температури і мала кількість опадів. Актуальним для підвищення продуктивності соняшнику є пошук нових елементів технології вирощування. Так, оптимальне живлення рослин мікроелементами підвищує стійкість рослин до несприятливих погодних умов. Оскільки мікроелементи можуть засвоюватися рослинами через листки, позакореневі підживлення є одним з ефективних способів забезпечення ними рослин.

Тому *метою наших досліджень* було встановлення впливу позакореневої обробки рослин соняшнику мікроелементами гібридів Ніагара і Андромеда на формування урожаю соняшнику та його якості в умовах Степу України.

У відповідності з метою поставлені і вирішені такі завдання:

- дослідити морфологічні ознаки та продуктивність рослин соняшнику досліджуваних гібридів за дії позакореневого підживлення мікроелементами;

- побудувати ранжируваний ряд та встановити кращий до вирощування варіант дослідів;

- визначити економічну ефективність вирощування соняшнику досліджуваних варіантів.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводили в 2017 – 2019р.р. у Приазовському районі Запорізької області та лабораторії моніторингу якості ґрунтів та продукції рослинництва НДІ Агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного.

У польових дослідках використовували гібриди соняшнику Ніагара та Андромеда, оригінатор Euralis. Ґрунт – чорнозем південний з вмістом гумусу – 3,2%, N – 45 мг/кг ґрунту, P₂O₅ – 120 мг/кг ґрунту, K₂O – 233 мг/кг ґрунту, рН ґрунтового розчину – 6,5.

Умови зволоження ґрунту протягом проведення дослідів суттєво не різнилися як за кількістю опадів, так і за рівномірністю їх випадання. Гідротермічний коефіцієнт становив 0,70 – 0,81.

Погодно-кліматичні умови під час проведення досліджень різнилися по роках. Але, в цілому, були сприятливі для вирощування соняшнику.

Найбільша кількість опадів за вегетаційний період спостерігалася у 2017 і 2019 роках. 2018 рік був більш посушливим (особливо квітень – липень) на фоні високих температур у червні – серпні.

Соняшник вирощували на богарі з загальною площею 2 га. Площа облікових ділянок 50м², повторність чотирьохразова, розміщення ділянок систематичне. Попередник озима пшениця. Густота стояння рослин 46 тис.роsl./га. Соняшник вирощували за технологією, рекомендованою для зони Степу України.

У досліді у фазу 6 – 10 справжніх листків проводили позакореневе підживлення рослин соняшнику препаратом «Partner» універсальний мультикомплекс, який містить NPK 20:20:20 + S, B, Zn, Fe, Cu, Mo, Mn, MgO з нормою внесення 2,5 кг/га. За контрольний був прийнятий варіант без обробки мікроелементами.

Проби відбирались у фазу цвітіння та фазу технічної стиглості. У дослідях за загальноприйнятими методиками визначали наступні показники: висота стебла, діаметр стебла, площа листа, діаметр кошика, натура насіння, маса 1000насінин, маса насіння з одного кошика, вологість, біологічна врожайність.

Для кращого збереження і досягнення єдності при вимірюванні показника натури, маси насіння з одного кошика і маси 1000 насінин проводилась післязбиральна доробка насіння соняшнику, яка включала сушіння повітряно-сонячним способом до вологості 7% і очищення від сміттєвих домішок до значень не більше 1%.

Всі технологічні процеси та обробки засобами захисту рослин були однаково дотримані при вирощуванні всіх варіантів досліді.

Догляд за посівами, обліки та спостереження за ростом і розвитком рослин, формування структури врожаю соняшнику проводили відповідно до «Методики полевых опытов по изучению агротехнических приемов возделывания подсолнечника» [10 - 12].

Математичну обробку отриманих результатів проводили за критерієм Ст'юдента та комп'ютерною програмою Agrostat.

Результати дослідження та їх обговорення. Загальна фітомаса залежить в основному від висоти рослини, діаметра стебла і розміру кошика.

Форми, що мають масивне стебло з крупним кошиком є потенційно більш продуктивними. Водночас, збільшення густоти стояння рослин призводить до протилежних наслідків: спостерігається витягування рослин у висоту, при цьому діаметр стебла і кошика зменшується, а отже, зменшується і загальна фітомаса.

Тому для формування високого врожаю соняшнику необхідна висока інтенсивність накопичення органічної речовини, яка залежить від величини асиміляційного апарату і зумовлює кількісні та якісні показники врожаю.

З метою встановлення морфологічних особливостей гібридів соняшнику контрольних і дослідних зразків була визначена площа листової поверхні, яку визначали через 7 дів від початку масового цвітіння. Результати аналізу показали, що контрольний варіант гібриду Андромеда мав більшу площу листової поверхні за гібрид Ніагара на 36% (табл. 1). Але слід відмітити, що використання для позакореневого підживлення рослин соняшнику гібридів Андромеда і Ніагара мікроелементами мав кращу тенденцію до збільшення фітомаси (за висотою рослин, кількістю листків, діаметром стебла, площею листової поверхні).

Таблиця 1

Морфологічні ознаки гібридів соняшнику

| Гібрид | Варіант досліджу | Діаметр стебла, мм | Діаметр кошика, см | Кількість листків, шт. | Площа листової поверхні, см ² | Висота рослин, см |
|-----------|-----------------------------|--------------------|--------------------|------------------------|--|-------------------|
| Андромеда | Контроль | 17,6 ± 0,7 | 10,6 ± 0,4 | 24,6 ± 0,9 | 161,1 ± 7,1 | 139,1 ± 6,9 |
| | Підживлення мікроелементами | 19,1 ± 0,7 | 11,2 ± 0,4 | 25,7 ± 1,0 | 170,9 ± 8,2 | 149,3 ± 7,1 |
| Ніагара | Контроль | 17,0 ± 0,6 | 10,5 ± 0,4 | 22,2 ± 0,8 | 118,5 ± 5,2 | 101,9 ± 4,8 |
| | Підживлення мікроелементами | 17,7 ± 0,7 | 12,4 ± 0,4* | 23,9 ± 0,8 | 120,8 ± 5,0 | 109,5 ± 4,9 |

* - різниця достовірна, порівняно з контролем (при $P \leq 0,05$)

Також слід зазначити, що позакоренева обробка мікроелементами гібриду Ніагара суттєво вплинула на діаметр кошика. Так показник цього варіанту досліджу був вищий за контроль на 18%.

Однією з основних структурних одиниць урожаю соняшнику є маса насінин в одному кошику. Нами встановлено, що маса насіння з одного кошику у варіантах з використанням мікроелементів була достовірно вищою за контроль на 11,6% для гібриду Андромеда і на 11,5% для гібриду Ніагара (табл. 2).

Таблиця 2

**Продуктивність соняшнику за дії позакореневого підживлення
мікроелементами**

| Гібрид | Варіант дослідження | Маса насіння з одного кошика, г | Натура, г/л | Маса 1000 насінин, г | Біологічна врожайність, т/га |
|-----------|-----------------------------|---------------------------------|--------------|----------------------|------------------------------|
| Андромеда | Контроль | 40,1 ± 1,7 | 382,1 ± 12,4 | 68,3 ± 2,1 | 1,84 ± 0,06 |
| | Підживлення мікроелементами | 46,5 ± 1,6* | 413,9 ± 12,9 | 73,9 ± 2,3 | 2,14 ± 0,07* |
| Ніагара | Контроль | 39,2 ± 1,6 | 368,6 ± 10,9 | 42,5 ± 1,9 | 1,80 ± 0,06 |
| | Підживлення мікроелементами | 45,2 ± 1,5* | 381,2 ± 11,7 | 57,5 ± 2,0* | 2,08 ± 0,06* |

* - різниця достовірна, порівняно з контролем (при $P \leq 0,05$)

Маса 1000 насінин соняшнику - є одним з головних показників якості насіння, який характеризує запас поживних речовин у насінні. Це генетично зумовлений показник, але він може змінюватися залежно від ґрунтово-кліматичних умов та агротехнічних заходів.

Так, контрольний варіант гібриду соняшнику Андромеда за однакових умов вирощування з контрольним варіантом гібриду Ніагара мав більшу масу 1000 насінин в 1,6 рази. Однак, гібрид Ніагара при позакореновому підживленні мікроелементами сформував більш вагомі насіння, порівняно з контролем, на 35%.

Нашими дослідженнями встановлено, що за показником натури насіння обох гібридів за дії мікроелементів мав тенденцію до збільшення.

Урожайність гібридів є основною селекційною ознакою, формування якої залежить від її складових, які в свою чергу знаходяться під впливом агротехніки і факторів зовнішнього середовища. З урахуванням густоти

стояння 46 тис. росл./га для всіх варіантів дослідів нами була розрахована біологічна урожайність. Так, урожайність контрольних варіантів обох досліджуваних гібридів становила 1,80 – 1,84 т/га. При цьому варіанти з використанням мікроелементів були достовірно вищими за контроль на 0,28–0,30 т/га.

Таким чином, позакоренева обробка рослин соняшнику гібридів Ніагара і Андромеда мікроелементами сприяє покращенню показників якості і збільшенню біологічної урожайності соняшнику в умовах південного Степу України.

Вибір ідеального варіанту дослідів визначає проведення порівняльної оцінки контрольних і дослідних варіантів вирощування гібридів соняшнику Андромеда і Ніагара за їх властивостями. В зв'язку з цим виникає потреба використання механізму прийняття рішень за багатьма критеріями, який дозволяє виключити вплив на цільову функцію одиниць вимірювання вивчаємих показників, а також величин інтервалів допустимих значень кожного критерію на вибір кращого варіанту дослідів (цільову функцію) [18 – 21].

Для того, щоб виключити вплив одиниць вимірювання показників якості насіння соняшнику різних варіантів дослідів проводили операцію нормування, яка дозволяє перевести значення показників якості у безрозмірні величини ($f_j \rightarrow \hat{f}_j$). Перед проведенням такої операції необхідно встановити:

1) максимальне (f_j^+) і мінімальне (f_j^-) значення j -го критерію досліджуваних варіантів дослідів (x_i);

2) оптимальне значення j -го критерію за наступним правилом:

- якщо оціночний критерій (f_j) тягнеться до мінімального значення ($f_j^{onm} \rightarrow \min$), то $f_j^{onm} = f_j^-$;

- якщо оціночний критерій (f_j) тягнеться до максимального значення ($f_j^{onm} \rightarrow \max$), то $f_j^{onm} = f_j^+$.

Прагнення оптимального значення j -го критерію ($f_j^{opt} \rightarrow \min$; $f_j^{opt} \rightarrow \max$) враховується при виборі формули 1; 2 для проведення операції нормування

$$\hat{f}_j(x_i) = \begin{cases} \frac{(f_j(x_i) - f_j^-)}{(f_j^+ - f_j^-)}, & \text{якщо } f_j^{opt} \rightarrow \max & (1) \\ \frac{(f_j^+ - f_j(x_i))}{(f_j^+ - f_j^-)}, & \text{якщо } f_j^{opt} \rightarrow \min & (2) \end{cases}$$

$\hat{f}_j(x_i)$ - значення j -гокритерію в нормованому вигляді для i -го варіанту;

$f_j(x_i)$ - значення j -гокритерію для i -го варіанту у відповідних одиницях вимірювання;

$[f_j^+; f_j^-]$ - область допустимих значень j -гокритерію порівнюваних варіантів.

Після проведення операції нормування проводиться розрахунок значень цільової функції (φ) для кожного варіанту досліді (x_i) за формулою:

$$\varphi(\delta_i) = \sum_{j=1}^n |\hat{f}_j(x_i) - \hat{f}_j(x^e)| \rightarrow \min, \text{ ää } 0 \leq \hat{f}_j(x_i) \leq 1; \quad (3)$$

$$\hat{f}_j(x^e) = 1$$

$\varphi(x_i)$ - цільова функція i -го варіанту;

n – кількість критеріїв.

$\hat{f}_j(x_i)$ - значення j -гокритерію в нормованому вигляді для i -го варіанту;

$\hat{f}_j(x^u)$ - значення j -гокритерію в нормованому вигляді для ідеального варіанту;

x^u – ідеальний варіант (з оптимальними значеннями критеріїв).

Доведення, що $\hat{f}_j(x^u) = 1$. Якщо $f_j^{opt} \rightarrow \max$, то згідно формули 1

$$\hat{f}_j(x^u) = \frac{f_j(x^u) - f_j^-}{f_j^+ - f_j^-}, \text{ т.к. } f_j(x^u) = f_j^{opt} = f_j^+, \text{ то}$$

$$\hat{f}_j(x^u) = \frac{f_j^+ - f_j^-}{f_j^+ - f_j^-} = \frac{1}{1} = 1 \quad (4)$$

Якщо $f_j^{opt} \rightarrow \min$, то згідно формули 2

$$\widehat{f}_j(x^u) = \frac{f_j^+ - f_j(x^u)}{f_j^+ - f_j^-}, \text{ т.к. } f_j(x^u) = f_j^{onm} = f_j^-, \text{ то}$$

$$\widehat{f}_j(x^u) = \frac{f_j^+ - f_j^-}{f_j^+ - f_j^-} = \frac{1}{1} = 1 \quad (5)$$

Вибір кращого варіанту досліджування визначається з умов найбільшого наближення його цільової функції $[\varphi(x_i)]$ до цільової функції ідеального варіанту $[\varphi(x^u)]$, яка дорівнює нулю.

Доведемо, що $\varphi(x^u) = 0$. Згідно формули 3,

$$\varphi(x^u) = \sum^n |\widehat{f}_j(x^u) - \widehat{f}_j(x^u)| = \sum^n |1 - 1| = 0.$$

Якщо величина цільової функції сорту $\varphi(x_i)$ в діапазоні значень критеріїв досліджуваних варіантів досліджування менше, тим більше придатний такий варіант до вирощування в умовах Степу.

У вигляді таблиць 3 і 4 представлені дані, отримані для вибору кращого для вирощування в умовах південного Степу України варіанту досліджування для обох вивчаємих гібридів соняшнику з двосторонньою альтернативно-критеріальною класифікацією, в яких дані значення критеріїв f_j і які характеризують показники продуктивності A_j – в кількісних шкалах та у безрозмірному вигляді.

Результати значень цільових функцій $\varphi(x_1)\dots\varphi(x_2)$ при виборі кращого варіанту дослідупри вирощуванні соняшнику гібриду Ніагара за дії мікроелементів в умовах південного Степу України

| Альтернативи | | Критерии, A_j | | | | | | | | | | | | | | | | | | Значення цільових функцій, $\varphi(x_i)$ | Ранг |
|--------------|--|----------------------------|-------|----------------------------|-------|---|-------|----------------------------|-------|--------------------------------|-------|---------------------|-------|---|-------|------------------------------|-------|---------------------------------------|-------|---|------|
| | | Висота рослини (см), A_1 | | Діаметр стебла (мм), A_2 | | Площа листової поверхні (см ² /росл.), A_3 | | Діаметр кошика (см), A_4 | | Кількість листків (шт.), A_5 | | Натура (г/л), A_6 | | Маса насіння з одного кошика (г), A_7 | | Маса 1000 насінин (г), A_8 | | Біологічна урожайність, (т/га), A_9 | | | |
| | | f_1 | f_1 | f_2 | f_2 | f_3 | f_3 | f_4 | f_4 | f_5 | f_5 | f_6 | f_6 | f_7 | f_7 | f_8 | f_8 | f_9 | f_9 | | |
| x_1 | Контроль | 101,9 | 0,28 | 17,0 | 0,30 | 118,5 | 0,42 | 10,5 | 0,15 | 22,2 | 0,24 | 368,6 | 0,31 | 39,2 | 0,18 | 42,5 | 0,10 | 1,80 | 0,15 | 6,87 | 1 |
| x_2 | Позакореневе підживлення мікроелементами | 109,5 | 0,72 | 17,7 | 0,65 | 120,8 | 0,60 | 12,4 | 0,85 | 23,9 | 0,76 | 381,2 | 0,67 | 45,2 | 0,84 | 57,5 | 0,89 | 2,08 | 0,85 | 2,17 | 2 |
| f_j^- | | 97,1 | | 16,4 | | 113,3 | | 10,1 | | 21,4 | | 357,7 | | 37,6 | | 40,6 | | 1,74 | | | |
| f_j^+ | | 114,4 | | 18,4 | | 125,8 | | 12,8 | | 24,7 | | 392,9 | | 46,7 | | 59,5 | | 2,14 | | | |
| $f_j(x^u)$ | | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | |
| f_j^{onm} | | 114,4 (max) | | 18,4 (max) | | 125,8 (max) | | 12,8 (max) | | 24,7 (max) | | 392,9 (max) | | 46,7 (max) | | 59,5 (max) | | 2,14 (max) | | | |

Результати значень цільових функцій $\varphi(x_1)\dots\varphi(x_2)$ при виборі кращого варіанту досліду при вирощуванні соняшнику гібриду Андромеда за дії мікроелементів в умовах південного Степу України

| Альтернативи | | Критерии, A_j | | | | | | | | | | | | | | | | | | Значення цільових функцій, $\varphi(x_i)$ | Ранг |
|-----------------------------------|--|----------------------------|-------|----------------------------|-------|---|-------|----------------------------|-------|--------------------------------|-------|---------------------|-------|---|-------|------------------------------|-------|---------------------------------------|-------|---|------|
| | | Висота рослини (см), A_1 | | Діаметр стебла (мм), A_2 | | Площа листової поверхні (см ² /росл.), A_3 | | Діаметр кошика (см), A_4 | | Кількість листків (шт.), A_5 | | Натура (г/л), A_6 | | Маса насіння з одного кошика (г), A_7 | | Маса 1000 насінин (г), A_8 | | Біологічна урожайність, (т/га), A_9 | | | |
| Варіант досліду гібриду Андромеда | | f_1 | f_1 | f_2 | f_2 | f_3 | f_3 | f_4 | f_4 | f_5 | f_5 | f_6 | f_6 | f_7 | f_7 | f_8 | f_8 | f_9 | f_9 | | |
| x_1 | Контроль | 139,1 | 0,29 | 17,6 | 0,24 | 161,1 | 0,28 | 10,6 | 0,29 | 24,6 | 0,30 | 382,1 | 0,22 | 40,1 | 0,18 | 68,3 | 0,21 | 1,84 | 0,14 | 6,85 | 1 |
| x_2 | Позакореневе підживлення мікроелементами | 149,3 | 0,71 | 19,1 | 0,76 | 170,9 | 0,67 | 11,2 | 0,71 | 25,7 | 0,67 | 413,9 | 0,77 | 46,5 | 0,84 | 73,9 | 0,77 | 2,14 | 0,84 | 2,26 | 2 |
| f_j^- | | 132,2 | | 16,9 | | 154,0 | | 10,2 | | 23,7 | | 369,7 | | 38,4 | | 66,2 | | 1,78 | | | |
| f_j^+ | | 156,4 | | 19,8 | | 179,1 | | 11,6 | | 26,7 | | 426,8 | | 48,1 | | 76,2 | | 2,21 | | | |
| $f_j(x^u)$ | | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | |
| f_j^{onm} | | 156,4 (max) | | 19,8 (max) | | 179,1 (max) | | 11,6 (max) | | 26,7 (max) | | 426,8 (max) | | 48,1 (max) | | 76,2 (max) | | 2,21 (max) | | | |

Для насіння соняшнику досліджуваних гібридів при проведенні порівняльної оцінки результатів досліджень встановлений ранжируваний ряд для вибору кращого варіанту досліду.

Виходячи з розрахунків, оптимальним для вирощування (табл. 3, 4) обох гібридів соняшнику (Андромеда, Ніагара) є варіант з позакореневим підживленням мікроелементами – перший ранг ($\varphi(x_1)=2,26$ і $\varphi(x_1)=2,17$ відповідно). До другого рангу відноситься контрольний варіант у обох гібридів, що підтверджується значенням цільової функції $\varphi(x_2)=6,85$ і $\varphi(x_2)=6,87$.

За допомогою економічних показників оцінюється економічна ефективність агропромислового виробництва, кожен з яких відображає кількісну і якісну характеристику економічних явищ і процесів, числовий вираз окремих категорій і понять (собівартості і рентабельності, валового і чистого доходу та інших).

Економічні показники є виразом якісних і кількісних змін в економіці сільськогосподарських виробництв. Їх величина змінюється залежно від розвитку аграрного виробництва, і відображає його об'єктивність.

Розрахунок економічної ефективності вирощування соняшнику у досліді зведено до таблиці 5.

Таблиця 5

Оцінка економічної ефективності вирощування соняшнику за дії позакореневого підживлення мікроелементами

| Показник | Андромеда | | Ніагара | |
|-----------------------------|-----------|--|----------|--|
| | Контроль | Позакореневе підживлення мікроелементами | Контроль | Позакореневе підживлення мікроелементами |
| Урожайність, т/га | 1,84 | 2,14 | 1,80 | 2,08 |
| Вартість продукції, грн./га | 11776 | 13696 | 11520 | 13312 |
| Виробничі затрати, грн./га | 5300 | 5430 | 5300 | 5430 |
| Чистий дохід, грн./га | 6476 | 8266 | 6220 | 7882 |
| Собівартість, грн./га | 2880 | 2537 | 2944 | 2611 |
| Рівень рентабельності, % | 122,2 | 152,2 | 117,4 | 145,2 |

Згідно розрахунків економічної ефективності найвищим рівнем рентабельності вирощування соняшнику відрізнялися варіанти досліду з позакореневим підживленням мікроелементами у обох гібридів. Так, значення цього показника були вищими за контрольні варіанти на 27,8 – 30,0 в.п.

ВИСНОВКИ

1. Встановлені морфологічні особливості гібридів соняшнику контрольних і дослідних зразків. Так, площа листової поверхні у контрольного варіанту гібриду Андромеда була більшою за гібрид Ніагара на 36%. Використання для позакореневого підживлення рослин соняшнику гібридів Андромеда і Ніагара мікроелементами мав кращу тенденцію до збільшення фітомаси (за висотою рослин, кількістю листків, діаметром стебла, площею листової поверхні)

2. Позакоренева обробка мікроелементами суттєво вплинула на діаметр кошика і масу насіння з нього. Так діаметр кошику дослідного варіанту з використанням мікроелементів гібриду Ніагара був вищий за контроль на 18%, а маса насіння з одного кошику на 11,6 % для гібриду Андромеда і на 11,5% для гібриду Ніагара. Однак, гібрид Ніагара при позакореновому підживленні мікроелементами сформував більш вагомі насіння, порівняно з контролем, на 35%.

3. Доведено, що більшу масу 1000 насінин (в 1,6 рази) серед контрольних варіантів забезпечив гібрид соняшнику Ніагара, порівняно з гібридом Андромеда.

4. Позакоренева обробка рослин соняшнику гібридів Ніагара і Андромеда мікроелементами сприяє збільшенню біологічної урожайності соняшнику в умовах південного Степу України. Так, урожайність контрольних варіантів обох досліджуваних гібридів становила 1,80 – 1,84 т/га. При цьому варіанти з використанням мікроелементів були достовірно вищими за контроль на 0,28 – 0,30 т/га.

5. При побудуванні ранжируваного ряду встановлено, що оптимальним для

вирощування обох гібридів соняшнику (Андромеда, Ніагара) є варіант з позакореневим підживленням мікроелементами – перший ранг ($\varphi(x_1)=2,26$ і $\varphi(x_1)=2,17$ відповідно). До другого рангу відноситься контрольний варіант у обох гібридів, що підтверджується значенням цільової функції $\varphi(x_2)=6,85$ і $\varphi(x_2)=6,87$.

6. Найвищим рівнем рентабельності вирощування соняшнику відрізнялися варіанти досліду з позакореневим підживленням мікроелементами у обох гібридів, де значення цього показника були вищими за контрольні варіанти на 27,8 – 30,0 в.п.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вольф В.Г. Соняшник на Україні: навч. посібник. К.: Центр учбової літератури, 1998. 192с.
2. Никитчин Д.И. Подсолнечник: учеб.пособие. К.: Урожай, 1999. 8с.
3. Барило В.А., Карпенко А.А., Винник П.Н. Технические культуры: учеб. пособие. К.: Высокие урожаи, 1989. 7 - 8 с.
4. Борисоник З.Б. Подсолнечник: учеб.пособие. К.: Урожай, 1999. 158с.
5. Музиченко О.О. Соняшник український. Пропозиція. 2004. №10. С. 45 – 47.
6. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво: навчальний посібник. К.: Аграрна освіта, 2001. 126 -135с.
7. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. К.: Центр навчальної літератури, 2004. 808 с.
8. Кириченко В.В., Маркова Т.Ю. Ідентифікація морфологічних ознак соняшнику. Харків, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН, 2007. 78 с.
9. Господаренко Г.М. Агрохімія: підручник, Київ: ТОВ «СІК ГРУП Україна», 2019. 560 с.

10. Методика полевых опытов по изучению агротехнических приемов возделывания подсолнечника. Методические рекомендации. Запорожье, 2005. 16 с.
11. Крищенко В.П. Методы оценки качества растительной продукции. М.: «Колос», 1983. 192 с.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
13. Перелік пестицидів и агрохімікатів дозволених до використання в Україні. К.: ЮнівестМаркетинг, 2018.
14. Подсолнечник в районах недостаточного увлажнения / Под ред. В.С. Подопригоры. Днепропетровск: Промінь, 1977. 112 с.
15. Селезнев К.Г. Погодные факторы урожая (осадки и температура воздуха) в XX столетии на юге Украины. Вісник аграрної науки. 1995. №1. С. 64 – 72.
16. Popov V.N., Starkov A.A. Alternative oxidase as a possible pathway of oxygen stress preservation in plant mitochondria: Abstr. 11 th Congress of the Federation of European Societies of Plant Physiology, Varna, 7 – 11 Sept., 1998. Buld. I. Plant Physiol. 1998. Spec. issue. P.178.
17. Picq G., Abramovsky P. Indicateurs et conditions de croissance associes a la teneur et au rendement en huile et en proteines des akenes de tournesol (*Helianthus annuus*). Oleagineux, corps gras. 1992. № 2. P. 38 – 48.
18. Теплицкий М.Г. Многокритериальный выбор комплексов технических средств для животноводства. Техника в сельском хозяйстве. 1989. №6. С. 25.
19. Покопцева Л.А., Иванченко О.А. Використання методу багатокритеріальної оптимізації для вибору оптимального варіанту передпосівної обробки насіння соняшнику антиоксидантним препаратом дистинол. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв, 2011. Вип.4. С.163 – 169.
20. Покопцева Л.А., Иванова І.Є., Вельчева Л.Г. Застосування методу багатокритеріальної оптимізації для вибору оптимального варіанту

передпосівної обробки насіння соняшнику сорту Чумак Вісник аграрної науки Причорномор'я. Вип.2(85). Т.1. Ч.2. Миколаїв, 2015 р. С. 83 – 90.

21. Іванова І.Є., Покопцева Л.А. Вибір оптимального сорту черешні для швидкого заморожування і тривалого зберігання методом багатокритеріальної оптимізації та економічна ефективність заморожених сортозразків згідно ряду ранжування. Таврійський науковий вісник. 2015. Вип.93. С. 37 – 42.

ENRICHMENT OF FIELD CROPS BIODIVERSITY IN CONDITIONS OF CLIMATE CHANGING

Introduction. Main subject of the research is: crops biodiversity enriching in artificially created human biocenoses, based on analysis of weather changes in the Right-bank Forest-steppe of Ukraine, and identification of crops that, by their biological and technological characteristics are suitable for introduction into production. The establishment of adaptive technologies elements for cultivation of rare field crops, which is a limiting in productivity formation. Products quality and directions of use (FAO, 2005).

Throughout the history of development, a human tries to adapt new species, to create varieties and hybrids, to develop technologies for their cultivation that are maximally adapted to cultivation conditions, adjust them to changing environmental conditions (Altieri, 2009; Lobell & Field, 2007; Lobell et al., 2006). But global changes in temperatures that continue to grow are also due to the environmental change-temperature rise, uneven precipitation, droughts, and so on (Daba et al., 2015; CNA, 2007; FAO, 2011; Fuhrer, 2003; French & Schultz, 1984; Mundial, 2012; Olesen & Bindi, 2002; Yeo, 1998). In this connection, the significant impact of various negative factors on yield and yield quality is predicted (Hatfield et al., 2011).

Before humanity there is a problem of rational use, preservation and enrichment of natural resources of the Earth (Beach et al., 2008); searching for crops that can be potentially adapted to conditions of cultivation and prevail over the known crops by ecological and biological properties (Sala et al., 2000); development of new sources of raw materials for the food industry, as well as useful components that can become a source of renewable energy sources, nutrition, medicines, crop production (Heller & Zavaleta, 2009; Lobell & Asner, 2003; Sendzikienė et al., 2012; Mundial, 2011). Ukraine has significant natural resources of valuable plant species (Rakhmetov, 2017). The concept of crop production in Ukraine needs a radical revision, from the view point of providing population by biologically valuable food and raw materials for industry, and not only the gross production of individual

export-attractive types of crop production (Rakhmetov et al., 2016).

Introduction to the culture of new species also requires introduction of adaptive cultivation technologies, with taking into account features of the species, variety, and hybrid, based on species adaptation to the conditions of cultivation, peculiarity of yield and quality formation (Rosenberg, 1992; Schwartz, 1992; Tilman et al., 2002). Industrial and valuable rare crops that are suitable for cultivation in Ukraine and have a significant prospect of distribution include: lentil (*Lens culinaris*), chickpea (*Cicer arietinum*), chufa (*Cyperus esculentus*); millet (*Panicum miliaceum*); sorghum (*Sorghum bicolor*); white mustard (*Sinapis alba*); brown mustard (*Brassica juncea*); coriander (*Coriandrum sativum*), mid-oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) (Makareviciene et al., 2013; Shcherbakova, 2017).

One of the main factors that provides a human with a complete protein and stabilizes soil fertility are legumes, in symbiosis with root nodule bacteria, can absorb nitrogen from the air (Pilar & Hirsch, 2017; Tubiello, F., Soussana, J. & Howden, M. 2007). For leguminous crops of polyfunctional use, in addition to traditional soybeans and peas, belongs lentil and chickpea-legumes that ensure not only availability of valuable food raw materials but also play an important ecological role due to the symbiotic nitrogen fixation and accumulation of nitrogen in the soil (Taran et al., 2016).

Among the rare cultures, chufa (earth almond) *Cyperus esculentus* L. deserves special attention as an oilseed, starchy plant with high dietary and healing properties. Chufa is a tuber crop with a high content of carbohydrates, proteins, fats, trace elements, vitamins, enzymes, which causes its wide use not only as food raw material, but also as raw material for biofuel production (Makareviciene et al., 2013).

In oilseed crops considerable attention deserves coriander, white and brown mustard-valuable ethereal-oil crops that are in high demand in the food, pharmaceutical, chemical industry and medicine (Mooney et al., 2009). In recent years, demand commodity for coriander seeds has grown significantly, which has become a product of export (Tilman et al., 2001). Millet-valuable grain crops used for

production of various food products, is a potential raw material for bioethanol production, solid fuels from by-products (Zaimenko et al., 2015).

The analysis of research year's weather conditions was determined by coefficient of deviations materiality agrometeorological regime elements of the current year from the average perennial, calculated by the formula 1:

$$Kc = \frac{(Xi - \bar{X})}{\sigma}$$

where: Kc-coefficient of deviations severity,

Xi-elements of the current weather,

X -average multi-year indicator,

σ -mean square deviation.

The level of coefficient of deviations severity corresponds to the gradation: Kc = 0/1-conditions are close to ordinary, Kc =1 / 2- conditions significantly differ from the average perennials, Kc>2-conditions close to rare.

Materials and methods. Field research was carried out in the stationary crop rotation Plant Growing Department of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine "Agronomic Research Station", v. Pshenychne, Vasylykivsky district of Kyiv region in the Right-bank Forest-Steppe of Ukraine, and the experiment with mid-oleic sunflower was also conducted in the Left-Bank Forest-Steppe and Steppe of Ukraine. In the zone of Forest-Steppe, experiments were laid on typical black soils, in the zone of Steppe on ordinary black soil.

In conducting field research with chickpea, lentil, coriander, chufa, linseed, white mustard and millet registration area was 25- 35 m² , total area 30-50 m² , repetition of the experiment quadruple, with systematic placement of plots. Sunflower was sown by wide-row method with row spacing 70 cm; the registration area of the plot is 50 m² , and the total area is 60-100 m² .

Results and discussion. The analysis of weather conditions showed a tendency the air temperature increasing and decrease of rainfall amount during period

of spring crops vegetation compare with the average annual data. Weather conditions had their own peculiarities, sometimes they were extreme, which adversely affected on growth, development and productivity of plants. Was noted a tendency of increasing amount of active and effective temperatures during the growing season, what necessitates expansion of field crops biodiversity, especially spring crops (Table 1).

Table 1

The coefficient of deviations severity (Kc) of precipitation and average monthly temperatures from the average perennial.

| Parameter | Year | Month | | | | |
|----------------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | IV | V | VI | VII | VIII |
| Temperature, °C | 2004 | 0.01 | - 1.01 | -2.71 | 0.72 | 0.8 |
| | 2005 | 0.12 | 0.71 | -3.32 | 2.02 | 1.5 |
| | 2006 | 0.52 | 0.09 | 0.42 | 0.05 | 0.61 |
| | 2007 | 0.34 | 1.31 | 1.32 | 1.24 | 2.23 |
| | 2008 | 0.32 | 0.7 | 0.43 | 0.05 | 1.11 |
| | 2009 | 0.42 | -0.72 | 0.51 | 1.14 | 0.93 |
| | 2010 | 1.92 | 2.63 | 10.6 | 2.31 | 0.13 |
| | 2011 | 0.14 | 2.12 | 9.13 | 0.42 | 0.25 |
| | 2012 | 3.11 | 2.03 | 11 | 0.92 | 2.03 |
| | 2013 | 2.12 | 2.11 | 1.42 | 1.23 | 1.21 |
| | 2014 | 0.55 | 1.33 | - 0.14 | 0.49 | 0.62 |
| | 2015 | 0.48 | 1.28 | 0.25 | 0.61 | 2.51 |
| | 2016 | 0.72 | 1.16 | 0.39 | 0.86 | 0.5 |
| | 2017 | 0.38 | 0.71 | 0.24 | -0.62 | 1.31 |
| Precipitation, mm | 2004 | -0.61 | -0.32 | -2.13 | -1.14 | -1.01 |
| | 2005 | 1.13 | 0.12 | -0.71 | -2.62 | -0.95 |
| | 2006 | -2.81 | -4.01 | 5.32 | -2.75 | -4.93 |
| | 2007 | -5.81 | 1.22 | -1.03 | -7.14 | -1.41 |
| | 2008 | 1.03 | -5.02 | -4.61 | -6.92 | -4.43 |
| | 2009 | - 4.66 | - 2.85 | - 1.72 | 0.44 | - 1.73 |
| | 2010 | - 0.42 | -0.43 | 1.34 | 2.3 | - 1.62 |
| | 2011 | - 0.49 | - 0.20 | 1.47 | - 0.11 | - 2.21 |
| | 2012 | - 2.03 | 1.44 | - 0.27 | 1.51 | - 0.41 |
| | 2013 | 0.51 | 0.21 | - 1.42 | - 0.8 | - 0.22 |
| | 2014 | - 0.51 | 4.74 | - 1.04 | 4.12 | - 0.65 |
| | 2015 | -1.11 | - 0.89 | - 3.31 | - 0.48 | - 2.01 |
| | 2016 | 0.51 | 2.23 | - 0.89 | - 0.67 | - 0.65 |
| | 2017 | -1.01 | - 0.71 | -1.42 | -1.1 | -0.7 |

Introduction to the culture of new species also requires introduction of adaptive cultivation technologies, with taking into account features of the species, variety, and hybrid, based on species adaptation to the conditions of cultivation, peculiarity of yield and quality formation. Industrial and valuable rare crops that are suitable for cultivation in Ukraine and have a significant prospect of distribution include: lentil (*Lens culinaris*), chickpea (*Cicer arietinum*), chufa (*Cyperus esculentus*); millet (*Panicum miliaceum*); sorghum (*Sorghum bicolor*); white mustard (*Sinapis alba*); brown mustard (*Brassica juncea*); coriander (*Coriandrum sativum*), linseed (*Linum usitatissimum* L.), mid-oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.). During 2008-2017 we conducted a series of experiments to achieve the goal (Table 2).

Lentil (*Lens culinaris* Medik)-Lentil (*Lens culinaris* Medik) is a leguminous crop, which by protein content inferior to soybean and fodder beans, it plants fix nitrogen, which is important in the context of ecological production and energy shortages. In field experiments, we explored that efficiency of lentil production depends on a number of factors, whose share in yield formation is: weather-31.7%; fertilizer-24.1%; seed inoculation-18.3%; variety-15.6%. The yield of lentil significantly depends on length of the growing season, which depends on the sum of effective temperatures and precipitation: 2008 year-92-109; 2009 year-105- 123; 2010 year-94-111 days. Fertilizers and seed inoculation cause to extending vegetation for 2-6 days. The yield of varieties Linza and Krasnograds'ka 39, growed on background N₃₀P₆₀K₆₀ was 2.19 and 2.01 t ha; Luganchanka and Svetlytsya-1.89 and 1.76 with yields in control 1.32; 1.27; 1.14 and 1.11 t ha respectively. With pre-sowing seed inoculation yields increase by 3.1-10.7% depending on fertilizer doses. Lentil actively fixes nitrogen-the mass of active nodules on the plants roots of varieties in the flowering phase is: Linza-67.2; Luganchanka-64.4; Svetlytsya-39.3; Krasnograds'ka 39-36.1 mg/plant for growing on background N₃₀P₆₀K₆₀. The active symbiotic potential increases proportionally to the mass of active nodules.

Table 2

Efficiency of cultivation of the less common types of field crops

| Crop | | Years of field research | Yield range, t ha | Content protein, % | Content oil, % |
|----------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|----------------|
| Lentil | <i>Lens culinaris Medik</i> | 2008-2010 | 1.24-3.11 | 23.8-31.1 | 1.33-1.95 |
| | | 2016-2017 | | | |
| Chickpeas | <i>Cicer arietinum L.</i> | 2010- 2017 | 1.97-4.50 | 22.2-28.9 | 4.05--5.12 |
| Chufa sedge | <i>Cyperus esculentus L.</i> | 2005-2011 | 4.82-7.64 | n/d | 24.4-27.4 |
| | | 2015-2017 | | | |
| Coriander | <i>Coriandrum sativum</i> | 2013-2017 | 0.92-2.37 | n/d | 17.2-25.7 |
| Sunflower | <i>Helianthus annus L.</i> | 2014-2017 S ¹ | 1.16-3.07 | 14.1-18.2 | 32.8-43.1 |
| high-oleic | | 2016-2018 F ² | 2.10 -3.68 | | |
| Oil flax | <i>Linum usitatissimum L.</i> | 2010-2013 | 1.59 -2.88 | 22.1-24.2 | 42.1-49.2 |
| | | 2016-2017 | | | |
| Millet | <i>Panicum miliaceum L.</i> | 2014-2017 | 1.91-4.27 | 10.2-14.1 | 3.3-3.9 |
| Indian mustard | <i>Brassica juncea L.</i> | 2005- 2011 | 1.68-2.70 | 22.2- 29.4 | 32.5- 37.5 |
| | | 2015-2017 | | | |

S-zone of the steppe; F-forest-steppe zone; 3 n/d-not determined.

Introduction of chickpea modern varieties Pam'yat', Triumph, Budjak, Odisey, optimization of nutrition system, pre-planting seed treatment, and system of protection allows to obtain competitive growth of culture in the Right-Bank Forest-Steppe with a yield from 1.97 to 4.50 t ha; content of protein in the seeds-22.2- 28.9% and 4.35-5.12% of fat. Considerable attention in research was paid to the development of an optimal system of varieties nutrition. Variety Odisey was the most productive formed 4.0-4.5 t ha of grain with main fertilizing P₆₀K₆₀ and extra feeding N₃₀ kg/ha a.s., with seed inoculation.

The aim of research with chufa *Cyperus esculentus L.* was to establish optimal fertilizing doses in accordance with biological characteristics of chufa variety Novinka. The scheme of experiment provided the following doses of fertilizing: P₁₄₀K₂₂₀ (control); N₁₄₀P₁₄₀K₂₂₀; N₁₈₀P₁₄₀K₂₂₀; N₂₂₀P₁₄₀K₂₂₀; N₂₆₀P₁₄₀K₂₂₀. Phosphorus and potassium fertilizers are introduced under the basic tillage, nitrogen-fractionally:

$\frac{3}{4}$ under the main soil cultivation, $\frac{1}{4}$ under pre-sowing cultivation. The regulation of mineral nutrition causes an increase in productivity: on background P₁₄₀K₂₂₀-2.11; N₁₄₀P₁₄₀K₂₂₀-5.24; N₂₂₀P₁₄₀K₂₂₀-6.65; N₂₆₀P₁₄₀K₂₂₀-6.79 t ha. It was established, that chufa oil is similar to the olive by composition of fatty acids.

The limiting factor for growing white mustard Smuglyanka is time of sowing and seeding rates. Field experiment is multifactorial: factor A-time of sowing: first-with soil temperature at a depth 10 cm 4-5 °C (III decade of March-the first decade of April) (control); second-with soil temperature-6-7 °C (I-II decade of April), third (III)-with soil temperature-8-9 °C (II-III decade of April); factor B-sowing rates: 1.5; 2.0; 2.5 (control) million similar seeds per 1 hectare.

On average over the years, the most productive sowings of white mustard were with second time of sowing and sowing rate 2.0 million pieces/ha-2.70 tons/ha. With sowing rate lowering as well with it increase, the yield was decreased. In first and third sowing periods was yield decreasing compare to the second period, but regularities of it dependence from sowing rates was remained. The lowest yield -1.68 t ha was obtained with sowing rate 1.5 million similar seed/ha and third sowing period, during which the high average daily temperatures during period of flowering-seeds formation and lack of moisture negatively effect on white mustard yield.

Coriander (*Coriandrum sativum*) Coriander coriander (*Coriandrum sativum*) is grown to produce seeds and vegetative mass. Traditionally, coriander grown in the Mediterranean countries, and its cultivation and processing in Ukraine is at the level of introduction for cultivation in the southern regions. In Ukraine and in the world practice, the modern development of food, cosmetic and medical industries depends to large extent on the availability of essential oils raw materials, which is only satisfied with 30% now. The yield of coriander is 0.92-2.37 t ha. The highest yield of coriander varieties Oksanit and Nectar is formed with sowing rate 2.5 million pcs./ha on background N₉₀P₄₀K₈₀ and N₁₃₅P₆₀K₁₂₀-1.96-2.37 t ha. The highest yield of variety Caribe was formed by sowing 3.0 million seeds/ha on background N₁₃₅P₆₀K₁₂₀-2.06 t ha. The share of the 'Fertilizer' factor in the coriander seed production is 12.0%; 'Sowing rate'-56.0%; 'Variety'-5.1% and 'Weather conditions'-18.8%. The average

yield of coriander for growing without fertilizer was 1.47 t ha, and with variable sowing rates-from 1.5 to 3.0 million seed per hectare, the yield increase was 0.19-0.41 t ha.

The application of $N_{90}P_{40}K_{80}$ and $N_{135}P_{60}K_{120}$ provides an increase in the essential oils collection-22.1-26.7 kg/ha and content of essential oil in the seeds to 1.89-2.29%, which exceeds control by 1.3-3.5 kg /ha and 0.07-0.15%. Collection of fatty oils per 1 hectare with cultivation on background of various fertilizer standards changes at the range 311.3-338.9 kg/ha, 292.6-319.4 and 278.2-303.9 kg/ha, for varieties Oksanit, Nectar and Caribe respectively.

For linseed cultivating, there are many factors that limit yields-row spacing, sowing rates. In order to establish reaction of varieties to these factors, during the 2016-2018 years, we conducting research in a field multivariate experiment: factor A-varieties: Iceberg, Liryna; factor B-sowing rates-4, 6, 8 and 10 million similar seed per hectare; factor C-the width between rows-12.5, 25 and 37.5 cm. We have established a varietal reaction to the study factors. In variety Liryna yield increased with densify: with width between rows 12.5 cm from 1.20 t ha for rate 4 million /ha to 1.94 t ha for rate 10 million/ha. At width between rows changing this variety reacted poorly. Variety Iceberg, by contrast, has shown a good reaction to increasing spacing between rows and yields reducing with sowings densify. So the highest yields of this variety were with wide 37.5 cm:1.60 t ha for sowing rate 4 million seeds per hectare; 1.54 t ha for 6 million /ha; 1.51 t ha for 8 million /ha and 10 million/ha on average for 2016-2017.

In the contrasting conditions of the southern Steppe and the northern part of the Left- Bank Forest-Steppe of Ukraine, studies were carried out on the identification of hybrids of mid-oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) of various regional selections for establishment of stable and plastic hybrids for conditions of insufficient and unstable moisture provision. Hybrids differed considerably from one another in response to a lack or excess of moisture, low or high temperatures, a predisposition to disease and other factors. During 2014-2017, 29 hybrids of sunflower were explored under the same conditions, with an assessment of their

yield, stability and plasticity of hybrids. The presented samples included hybrids of both domestic and foreign selection and one of the main objectives of the study was to establish a level of adaptability. The range of variations in yields, in terms of hybrids and years of research, was 0.81-3.07 t ha, and on average, in terms of hybrids, 1.55-2.45 t ha. The highest yields on average in the years of research have formed hybrids: PR64F66-2.45; EC Bella-2,35 t ha; another 11 hybrids formed yields above 2.00 t ha, but below the indicated hybrids; 15 hybrids formed yields in the range from 1.50 to 1.99 t ha, and one hybrid formed yield below 1.50 t ha. The lowest productivity, as the average for years of research and in absolute yields, was formed by hybrids; Forward-1.15 t ha, with a range of changes from 0.81 to 1.46 t ha; Yason 1.55 t ha, with a range of changes from 1.36 to 1.80 t ha.

In Ukraine, currently, the low prevalence of groats crops, and in particular millet (*Panicum miliaceum*) with high demand for a quality grain. During 2014-2017, field studies have been carried out on the technological features of growing three millet varieties for organic production. The duration of millet vegetation in conditions of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine is 90-106 days and is determined by variety, system of protection against weeds, weather conditions and plant nutrition. This length of vegetation allows grow millet in all zones of Ukraine. With extra-feeding vegetative plants by Gumisol Plus, vegetation is lengthened for 3-6 days, which contributes to the bigger formation of generative organs. productivity of millet varieties with row spacings mulching increases by 39.5-44.2%; mulching by worked-out mycelium -17.0-19.1%; mulching by sawdust-13.7-16.1% and 21.7-24.1% for mechanical protection, compare with technology without protection from weeds 2.14-2.51 tons/ha. in millet cultivation with row spacings mulching by film and seed treatment by preparation Hetomik, yield of grain on average is 3.38 t ha; 3.34 and 3.45 t ha, and for chemical protection system-3.51 t ha; 3.54 and 3.63 tons per hectare, respectively, for varieties Zapovitne, Myronivske 51 and Omriyane. With using Gumisol Plus, the yield increase is 0.12-1.03 t ha or 4.2-40.2%, depending on variety and combination of preparation application, and reach 4.01 t ha for its combined use. According to technologies of millet organic grain production, the

share of factor 'protection system from weeds' in the yield formation is the determining-54.2%. Yields of millet varieties on 22.4% are determined by factor 'weather conditions'; 10.1%-by factor seed 'treatment'; 7%-by factor 'variety'. Millet grain quality is determined by genetic characteristics of variety with a slight change depending on cultivation technology. Protein content in the grain of variety Zapovitne is 8.7- 10.5%; Myronivske 51-9.4-11.2; Omriyane-11.0-12.5%, depending on protection system, pre-sowing seed treatment, nutrition; starch content- 53.4-55.3%; 50.2-53.2 and 47.1-49.8% respectively to the variety; fat content-3.4-3.9%; cellulose-6.0-6.7%. The graininess is an important technological feature: 14.6-15.4% in variety Zapovitne; 16.5-17.6-Myronivske 51; 13.6-14.7%- Omriyane. Weed protection systems had an integrated impact on the grain quality class, which resulted to development of a non-herbicide cultivation technology for the food grain production.

CONCLUSIONS.

Analysis of weather conditions and the correspondence of biological characteristics of rare cultures in Ukraine have allowed distinguish cultures that have high production efficiency. Developed elements of adaptive cultivating technology for species, introduced into the field culture, contribute to reducing the influence of uncontrolled factors on productivity formation, the role of species increasing, sustainable development of formed agrocenoses, improving the quality of raw materials and food safety.

REFERENCES

1. Altieri, M. A. (2009). Agroecology, small farms, and food sovereignty. *Monthly review*, 61(3), 102-113. Beach, R. H., DeAngelo, B. J., Rose, S., Li, C., Salas, W., & DelGrosso, S. J. (2008). Mitigation potential and costs for global agricultural greenhouse gas emissions 1. *Agricultural Economics*, 38(2), 109-115.
2. CNA, National Security and the Threat of Climate Change (2007). <http://securityandclimate.cna.org>. Accessed 9.6.2011. Collins, N. C., Tardieu, F., & Tuberosa, R. (2008). Quantitative trait loci and crop performance under abiotic stress:

where do we stand?. *Plant physiology*, 147(2), 469-486.

3. Daba, K., Tar'an, B., Bueckert, R., & Warkentin, T. D. (2016). Effect of temperature and photoperiod on time to flowering in Chickpea. *Crop Science*, 56(1), 200-208. DOI: 10.2135/cropsci2015.07.0445.
4. Bot, A., & Benites, J. (2005). The importance of soil organic matter: Key to drought-resistant soil and sustained food production (No. 80). Food & Agriculture Org. FAO. FAOSTAT. (2011). <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Accessed 9.6.2011.
5. French, R. J., & Schultz, J. E. (1984). Water use efficiency of wheat in a Mediterranean-type environment. I. The relation between yield, water use and climate. *Australian Journal of Agricultural Research*, 35(6), 743-764.
6. Fuhrer, J. (2003). Agroecosystem responses to combinations of elevated CO₂, ozone, and global climate change. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 97(1-3), 1-20.
7. Hatfield, J. L., Boote, K. J., Kimball, B. A., Ziska, L. H., Izaurralde, R. C., Ort, D., Thomson, A. M., & Wolfe, D. (2011). Climate impacts on agriculture: implications for crop production. *Agronomy journal*, 103(2), 351-370.
8. Heller, N. E., & Zavaleta, E. S. (2009). Biodiversity management in the face of climate change: a review of 22 years of recommendations. *Biological conservation*, 142(1), 14-32.
9. Lobell, D. B., & Asner, G. P. (2003). Climate and management contributions to recent trends in US agricultural yields. *Science*, 299(5609), 1032-1032.
10. Lobell, D. B., & Field, C. B. (2007). Global scale climate-crop yield relationships and the impacts of recent warming. *Environmental research letters*, 2(1), 014002.
11. Lobell, D. B., Field, C. B., Cahill, K. N., & Bonfils, C. (2006). Impacts of future climate change on California perennial crop yields: Model projections with climate and crop uncertainties. *Agricultural and Forest Meteorology*, 141(2-4), 208-218.
12. Makareviciene, V., Gumbyte, M., Yunik, A., Kalenska, S., Kalenskii, V.,

- Rachmetov, D., & Sendzikiene, E. (2013). Opportunities for the use of chufa sedge in biodiesel production. *Industrial crops and products*, 50, 633-637.
13. Malla, G. (2008). Climate change and its impact on Nepalese agriculture. *Journal of agriculture and environment*, 9, 62-71.
 14. Mooney, H., Larigauderie, A., Cesario, M., Elmquist, T., Hoegh-Guldberg, O., Lavorel, S., Mace, G., Palmer, M., Scholes, R., & Yahara, T. (2009). Biodiversity, climate change, and ecosystem services. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1(1), 46-54.
 15. Mundial, B. (2011). *Climate-Smart Agriculture: Increased Productivity and Food Security, Enhanced Resilience and Reduced Carbon Emissions for Sustainable Development*. Banco Mundial, Washington DC.
 16. World Bank. (2012). *Turn Down the Heat: Why a 4 °C Warmer World Must Be Avoided*.
 17. Olesen, J. E., & Bindi, M. (2002). Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. *European journal of agronomy*, 16(4), 239-262.
 18. Martínez-Hidalgo, P., & Hirsch, A. M. (2017). The nodule microbiome: N₂-fixing rhizobia do not live alone. *Phytobiomes*, 1(2), 70-82.
 19. Rakhmetov, D. (2017). Scientific and innovative principles of introduction, selection and use of useful plants in Ukraine. *Forestry and Gardening*, 13. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Lis/article/view/9778> (in Ukraine).
 20. Rakhmetov, D., Kalenska, S., & Rakhmetova, S. (2016). Introduction of new and of rare medicinal plants in Ukraine. In: III International Scientific Conference. Berezotocha, 71-77 (in Ukraine).
 21. Rosenberg, N. J. (1992). Adaptation of agriculture to climate change. *Climatic Change*, 21(4), 385-405.
 22. Sala, O., Chapin, F., Armesto, J., Berlow, E. & Bloomfield, J. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *science*, 287(5459), 1770-1774.
 23. Schwartz, M. W. (1992). Potential effects of global climate change on the biodiversity of plants. *The Forestry Chronicle*, 68(4), 462-471.

24. Sendžikienė, E., Makarevičienė, V., & Kalenska, S. (2012). Exhaust emissions from the engine running on multi-component fuel. *Transport*, 27(2), 111-117.
25. Shcherbakova, E. N., Shcherbakov, A. V., Andronov, E. E., Gonchar, L. N., Kalenskaya, S. M., & Chebotar, V. K. (2017). Combined pre-seed treatment microbial inoculans with and Mo nanoparticles changes composition of root and rhizosphere microbiome structure of chickpea (*Cicer arietinum* L.) plants. *Simbiosis*. 13. DOI 10.1007/s13199-016-0472-1.
26. Taran, N., Batsmanova, L., Kosyk, O., Smirnov, O., Kovalenko, M., Honchar, L., & Okanenko, A. (2016). Colloidal Nanomolybdenum Influence upon the Antioxidative Reaction of Chickpea Plants (*Cicer arietinum* L.). *Nanoscale research letters*, 11(1), 476.
27. Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., & Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418(6898), 671.
28. Tilman, D., Fargione, J., Wolff, B., D'Antonio, C., Dobson, A., Howarth, R., Schindler, D., Schlesinger, W., Simberloff, D., & Swackhamer, D. (2001). Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science*, 292(5515), 281-284.
29. Tubiello, F. N., Soussana, J. F., & Howden, S. M. (2007). Crop and pasture response to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(50), 19686-19690.
30. Yeo, A. (1998). Predicting the interaction between the effects of salinity and climate change on crop plants. *Scientia Horticulturae*, 78(1-4), 159-174.
31. Zaimenko, N. V., Cherevchenko, T. M., Gaponenko, M. B., & Rakhmetov, G. B. (2015). Plant introduction, conservation and enrichment of biodiversity in MM Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine. *Plant Introduction*, 68, 3-9.

CHANGES IN ENZYMATIC ACTIVITY OF THE ARABLE SOIL LAYER UNDER DIFFERENT SYSTEMS OF PRIMARY TILLAGE AND FERTILIZATION OF TYPICAL CHERNOZEM IN THE SHORT CROP ROTATION OF THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE ZONE OF UKRAINE

Introduction

Scientists convincingly prove the need of integrated monitoring of agricultural landscapes of Ukraine by indices of the soil enzymatic activity, which they consider as an indicator not only of biological parameters of soil fertility, but also of the level of anthropogenic pressure on the national land resources (Dadenko E.V., 2005).

Enzymes are biological catalysts of mineralization and humification of organic matter in the soil environment. Since their source is a soil biota, the enzymatic activity of the soil can be used to draw conclusions about the intensity and direction of complex and versatile biochemical processes in the soil (Dobrovolsky G.V., 2006).

The enzymatic activity of soils is an important factor of the formation of quantitative and qualitative humus indices. The changes are manifested by the involvement of virgin chernozem soils in an agricultural process or by the application of various techniques of their use. First and foremost, it has an impact on the biodegradation processes of fresh organic matter and on the participation in the formation of structural elements of humus substances, thereby defining the composition of organic matter in the soil (Bayer C., Martin-Neto L., Mielniczuk J. Et ai., 2002). The transformation of the humus composition determines a macroscopic structural arrangement that, in turn, determines functional abilities of humus substances to accumulate and support migration of various elements in the ecosystem (Orlov D.S., 1990; Piccolo A., 2002).

After the death of soil biota, the enzymes, included in its structure, are mainly sorbed by silty and colloid fractions of the soil, concentrating on their surface, and are able to stay active for a sufficiently long period of time. When the soil dispersion

increases, the proportion of sorbed enzymes in it also grows which, in contrast to the enzymes of living organisms, represents a relatively stable biological indicator of the fertility of the soil environment. Post-harvest remains of the roots and above-ground parts of plants are also a source of soil enzymes (Kuprevich V.F., 1966).

Hydrolytic enzymes serve as catalysts of the mineralization processes of many organic soil substances. The activity of some of them reflects the intensity and direction of hydrolysis processes of protein and organophosphorus compounds, sugars, cellulose and other intermediate products of the mineralization of plant and animal remains (Khaziev F.Kh., 1976).

Invertase, a component of the flora and fauna of the soil, is a rather widespread enzyme in the soil environment. Affecting glycosyl compounds, it activates fructotransferase reactions. A catalytic activity of invertase depends on the amount and composition of organic matter in the soil environment. Therefore, researchers of the soil enzymatic activity justify the invertase activity by its presence in dead post-harvest above-ground parts of plants and root remains (Galstian A.Sh., 1974).

It is known that the activity of catalase and invertase provide scientists with a possibility to compare the intensity of gas exchange between soil and atmosphere and the decomposition of various carbon compounds in the soil environment (Nadtochii P.P., Muslyva T.M., Volvach F.V., 2010).

According to experts, the biological soil activity is evaluated by the activity of enzymes, microorganisms and the intensity of carbon dioxide production by the soil environment (Prymak I.D., Riaba O.I. et al., 2014).

A high enzymatic and microbiological activity in the soil environment can cause an excessive mineralization of organic matter, in particular humus, and, consequently, result in the unproductive losses of nitrogen and ash nutrition elements of plants (Prymak I.D., Panchenko O.B., Panchenko I.A., 2017).

It should be noted that there is a limited number of studies, discussing the influence of mechanical tillage on the enzymatic activity of soils in Ukraine, and their results are often contradictory. Most national scientists indicate that more favourable

enzymatic activity of typical chernozem is promoted by the application of deep tillage in the rotation once in 4-5 years, especially if adding organic fertilizers for the cultivated crops. In the period between the tillage they offer surface, shallow, disk, chisel or subsurface cultivation (Tsiuk O.A., 2013; Panchenko O.B., 2016).

A number of scientists stresses that only permanent surface and beardless tillage of chernozem soils will provide optimal activity of soil enzymes (Petrenko L.R., Andrienko V.A., Ridei N.M., 1998).

Experts of Sokolovskyi Institute of Soil Science and Agrochemistry have found out that the intensive plowing of typical chernozem leads to the change in oxide-reductase activity due to the increase in the biological mineralization and decrease in the humus system stability. The dehydrogenase activity in their experiments increased during tillage because of the release of oxygen-containing functional groups that had been determined by the active mineralization of fresh organic matter (Skrylnyk E.V., Makliuk O.I., Popirnyi M.A., 2017).

The purpose of research was to identify patterns of changes in the soil enzyme activity when applying moldboard, beardless, moldboard-beardless and disk systems of primary tillage and fertilization of the typical chernozem to provide the optimal humus status and crop rotation productivity at the level of 5.5-6.0 t/ha of dry matter.

Materials and methods

The field studies were carried out over the period 2015–2017 in a permanent field experimental plot of Bila Tserkva National Agrarian University. The soil was represented by typical chernozem, light loamy, with low humus content. The experiment was repeated three times; the count area was 112 m².

Four variants of primary tillage (Table 1) and four fertilization systems were studied in the crop rotation. Annual levels of fertilizers used per 1 ha of the rotation area were as follows: zero level – without fertilizers, the 1st level – 8 t/ha of manure + N₇₆P₆₄K₅₇, the 2nd level – 12 t/ha of manure + N₉₅P₈₂K₇₂, and the 3^d level – 16 t/ha of manure + N₁₁₂P₁₀₀K₈₆.

Table 1

Primary soil tillage systems in the crop rotation

| No of the field | Crop in the rotation | Type of soil tillage* | | | |
|-----------------|--|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| | | Moldboard tillage (control) | beardless tillage (chisel) | Moldboard-beardless (differentiated) | Disking (permanent, shallow) |
| | | Depth (cm) and tillage techniques | | | |
| 1 | Soybeans | 16-18 (t.) | 16-18 | 16-18 (ch.) | 10-12 (d.h.) |
| 2 | Winter wheat + white mustard for green manure | 10-12 (d.h.) | 10-12 (ch.) | 10-12 (d.h.) | 10-12 (d.h.) |
| 3 | Sunflower | 25-27 (t.) | 25-27 (ch.) | 25-27 (t.) | 10-12 (d.h.) |
| 4 | Spring barley + white mustard for green manure | 10-12 (d.h.) | 10-12 (ch.) | 10-12 (d.h.) | 10-12 (d.h.) |
| 5 | Maize | 25-27 (t.) | 25-27 (ch.) | 25-27 (ch.) | 10-12 (d.h.) |

*Notes: *t*-tillage, *d.h.* – disk harrow, *ch.* – chisel.

The studied soil is represented by typical chernozem, deep, with low humus content, coarse pulverescent light loamy, on carbonated loess. Calcium carbonates occur at a depth of 55-62 cm. The arable soil layer contains near 17% of silty particles and from 46 to 54% of coarse dust; humus (by the method of Turin and Kononova) constitutes 3.4%, weak hydrolyzed nitrogen (by Cornfield's method) – 110, movable compounds of phosphorus and potassium (by Chirikov's method) – 120 and 110 mg/kg of soil, respectively.

The tillage to a depth of 16 – 18 and 25 – 27 cm was provided by a plough PLN 3 – 35, shallow tillage (10 – 12 cm) by a heavy disk harrow BDV – 3.0, beardless (chisel) tillage – by deep loosener GR – 3.4.

Among organic fertilizers, the half-rotted cattle manure on a straw litter was used, mineral fertilizers included ammonia saltpetre, simple granulated superphosphate and potassium chloride.

The enzymatic activity of the arable (0-30 cm) soil layer was identified according to standard methods (Khaziev F.Kh., 2005; Horodnii M.M., Lisoval A.P., Bykin A.V. et al., 2005).

Results and discussion

Identification of soil enzymes, carried out by the authors, reinforces the fact that the invertase activity shows noticeable changes under the influence of different methods, depth and techniques of mechanical tillage of typical chernozem and the application of fertilizers (Table 2).

The systematic shallow tillage for all the crops in the rotation (variant 4), when the remains of roots, above-ground parts of plants and organic fertilizers are localized in the upper part (0-10 cm) of the arable layer of typical chernozem, leads to the increase in the invertase activity by 17-26%, compared with the moldboard primary tillage. In the lower parts (10-20 and 20-30 cm) of the arable soil layer a reverse correlation was recorded: the invertase index was, respectively, 8-16 % and 21-33% higher during the moldboard tillage, in comparison with the disk tillage in the crop rotation.

Similar, but less pronounced, patterns in the invertase activity in different parts (0-10, 10-20, 20-30 cm) of the arable layer of typical chernozem were found in the sites where the system of beardless primary soil tillage had been applied in the crop rotation.

On average, according to the experimental variants in the crop rotation, the invertase activity of the arable soil layer under the chisel and disk tillage was, respectively, 10.5% and 15.6% lower than that in the control. Under the differentiated tillage, this index was 9.8% higher than that for the moldboard tillage.

It was established that the invertase activity of the arable soil layer increased during the vegetation period of cultivated plants from April to August, which was apparently associated with the increase in the root mass of agrophytocoenoses, increase in the temperature and the number of microorganisms.

One of the most common oxidation-reduction enzymes of typical chernozem is catalase, which formation the soil experts associate with the structure of microbial coenosis and the activity of root systems of agrophytocoenoses.

It has been established that the catalase ensures detoxification of cell-destructive hydrogen peroxide. The latter is a product of the breathing process of soil

biota and the oxidation of organic substances, which are a leading component of newly formed specific humus compounds (humic acids, fulvic acids and humines) (Khaziev F.Kh., 1976).

In our experiment, the catalase activity of the arable layer of typical chernozem was, respectively, 7.2% and 9.5% higher in the beardless and disk tillage in the rotation than that in the control. And in sites with the differentiated tillage, this indicator was 8.6% lower than in the variants with the moldboard tillage.

The fertilization norm of 8 tons of manure + N₇₆P₆₄K₅₇ per 1 ha of the crop rotation, compared with non-fertilized areas, has averagely increased the activity of invertase and catalase in the experimental variants by 45.1 and 32.9%, correspondingly.

The application of 12 t/ha of manure + N₉₅P₈₂K₇₂ has led to the increase in these indices by 19.5% and 22.3%, compared with the sites, fertilized with 8 t/ha of manure + N₇₆P₆₄K₅₇. However, the application of 16 t/ha of manure + N₁₁₂P₁₀₀K₈₆ has raised the invertase and catalase activity of the arable layer only by 9.6% and 15.2%, compared to the variants where 12 t/ha of manure + N₉₅P₈₂K₇₂ was applied.

Therefore, the increase in the amount of fertilizers does not provide a direct proportional increase in the activity of these enzymes.

It is known that urease can penetrate in the soil with above-ground and root post-harvest remains of plants and organic fertilizers or is formed in the soil environment as an intermediate product of decomposition of organic nitrogen-containing substances. It belongs to a group of amidase enzymes and ensures the urea hydrolysis. The urease activity is considered by scientists as a crucial factor of the soil nitrogen cycle (Petrenko L.R., Andrienko V.A., Ridei N.M., 1998).

In our experiment, this index in the upper part (0-10 cm) of the arable layer was 12.4-21.6% higher in a disk harrow tillage than when applying a plough. Under a systematic soil loosening by chisel this index increased by 6.7 – 8.8 %, compared with the control. In the middle (10-20 cm) and especially in the low (20-30 cm) parts of the typical chernozem arable layer, the reverse correlation was recorded.

Table 2

Enzyme activity of the arable soil layer under different systems of primary tillage and fertilization in the crop rotation

| Type of soil tillage (factor A) | Fertilization levels (factor B) | Invertase, mg of glucose per 1 g of soil in 24 hrs. | Catalase, ml of O ₂ per dry soil in 1 min. | Urease, mg of N-NO ₃ , per 100 g of soil in 3 hrs. | Protease, mg of amine nitrogen per 100 g of soil in 20 hrs. | Phosphatase, mg of P ₂ O ₅ per 100 g of soil in 48 hrs. | Dehydrogenase, Lenard's units of optical density | Polyphenol oxidase | Peroxidase | Coefficient of humus accumulation |
|--------------------------------------|---------------------------------|---|---|---|---|---|--|--|------------|-----------------------------------|
| | | | | | | | | Mg of purpurogallin per 100 g of soil in 30 min. | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Moldboard (control) | 0 | 8.06 | 2.95 | 2.38 | 114 | 0.8 | 0.123 | 61 | 123 | 49.6 |
| | 1 | 11.23 | 3.88 | 3.83 | 141 | 1.6 | 0.181 | 90 | 134 | 67.2 |
| | 2 | 13.38 | 4.84 | 4.64 | 158 | 2.2 | 0.268 | 113 | 144 | 78.5 |
| | 3 | 14.60 | 5.62 | 5.25 | 172 | 2.6 | 0.330 | 135 | 162 | 83.3 |
| Beardless (chisel) | 0 | 6.85 | 3.15 | 2.19 | 105 | 0.6 | 0.122 | 62 | 131 | 47.3 |
| | 1 | 9.99 | 4.30 | 3.59 | 129 | 1.3 | 0.183 | 92 | 143 | 64.3 |
| | 2 | 12.09 | 5.17 | 4.42 | 142 | 1.9 | 0.267 | 111 | 150 | 74.0 |
| | 3 | 13.39 | 5.89 | 5.04 | 154 | 2.2 | 0.328 | 137 | 175 | 78.3 |
| Moldboard-beardless (differentiated) | 0 | 9.12 | 2.72 | 2.46 | 108 | 1 | 0.132 | 70 | 131 | 53.4 |
| | 1 | 12.43 | 3.55 | 4.01 | 134 | 1.8 | 0.199 | 102 | 141 | 72.3 |
| | 2 | 14.69 | 4.37 | 4.88 | 150 | 2.5 | 0.299 | 126 | 150 | 84.0 |
| | 3 | 15.69 | 5.14 | 5.56 | 163 | 2.9 | 0.375 | 150 | 170 | 88.2 |
| Disking | 0 | 6.02 | 3.29 | 2.16 | 99 | 0.6 | 0.117 | 57 | 125 | 45.6 |
| | 1 | 9.59 | 4.37 | 3.55 | 122 | 1.4 | 0.169 | 84 | 137 | 61.3 |
| | 2 | 11.46 | 5.28 | 4.38 | 141 | 1.8 | 0.247 | 106 | 151 | 70.2 |
| | 3 | 12.79 | 5.97 | 5.00 | 145 | 2.3 | 0.301 | 127 | 171 | 74.3 |
| HIP 0.05 | A | 0.35 | 0.06 | 0.13 | 3.1 | 0.2 | 0.019 | 4 | 4 | 2.3 |
| | B | 0.50 | 0.11 | 0.17 | 3.5 | 0.2 | 0.028 | 6 | 5 | 3.4 |
| | AB | 0.57 | 0.16 | 0.21 | 4.2 | 0.3 | 0.034 | 8 | 6 | 4.8 |

The urease activity of the arable soil layer in unfertilized sites, with the application of 8 t of manure + N₇₆P₆₄K₅₇, 12 t of manure + N₉₅P₈₂K₇₂, and 16 t of manure + N₁₁₂P₁₀₀K₈₆ per 1 ha of the arable land of the crop rotation, decreases in the chisel tillage, compared with that in the control, by 8.1; 6.3; 4.8 and 4.0%, correspondingly, and in the disk tillage - by 9.3; 7.3; 5.6 and 4.8%. Therefore, judging from this biological index of soil fertility, the difference between beardless, disk and moldboard tillage was reducing with the increasing level of the applied fertilizers (approximately 2 times reduction when using the highest norm of fertilizers). The urease activity was higher in the regular chisel than in the disk tillage.

The highest urease activity of the arable soil layer as a whole for the crop rotation was recorded in the moldboard-beardless tillage. In the unfertilized sites and with the application of the higher amount of fertilizers than it had been mentioned above, it was, respectively, 3.4; 4.7; 5.2 and 5.9% higher than that in the control. It was also recorded the increase in the agrotechnical effectivity of fertilizers in the differentiated tillage according to this index of the soil enzymatic activity.

The hydrolysis intensity of organic protein-containing substances is evaluated by the activity of proteolytic enzymes. Free amino acids, formed owing to the decomposition of proteins as a result of the protease activity, are subjected to ammoniation and nitrification, thereby causing the formation of mobile forms of the soil nitrogen. In addition, a certain proportion of amino acids takes part in humification of the soil organic matter by means of condensation with oxidized forms of certain aromatic compounds.

The protease activity in the upper (0-10 cm) part of the arable layer of typical chernozem was 12.3 -16.7% higher in the disk tillage, than in the moldboard tillage in the crop rotation. In the chiselling, this index was 8.8-11.8% higher than that in the control.

The protease activity in the lower (20-30 cm) part of the arable soil layer in the chisel and disk tillage, was, respectively, 11.4% and 16.3% lower than in the moldboard tillage.

It was established that the decrease in the tillage intensity of typical chernozem in the crop rotation leads to the decline in the protease activity in the arable soil layer. The highest index was recorded in the moldboard tillage, the lowest - in the disk tillage, where it made up 86.5% compared with that in the control. In the moldboard-beardless and chisel tillage in the crop rotation, this index was, respectively, 5.2 and 9.6% lower than that in the control.

The introduction of 8 tons of manure + N₇₆P₆₄K₅₇, 12 tons of manure + N₉₅P₈₂K₇₂ and 16 tons of manure + N₁₁₂P₁₀₀K₈₆ caused, respectively, 23.9; 39.5 and 49.7% increase in the protease activity of the arable soil layer, compared with the unfertilized areas.

Among a wide range of hydrolytic enzymes, which activity determines the amount and forms of available nutrition elements for agricultural crops, soil phosphatases are of great importance. Their direct involvement in the decomposition of plant and animal remains ensures the formation of the organic substances, which have phosphorus in their structure. In particular, they are carbohydrate esters, organic acids, lipids, specific humus compounds, phytin, etc, which further hydrolysis produces the orthophosphoric acid available to cultivated plants (Maltseva N.M., Davydova O.E., Kots S.Ya. et al., 2005).

The highest phosphatase activity of the arable soil layer, as a whole for the crop rotation, was recorded in the differentiated tillage, where this index exceeded the control by almost 15%. In the case of disk and chisel tillage, the phosphatase activity was, correspondingly, 16.2% and 17.6% lower.

The influx of the main part of plant remains and organic fertilizers to the upper (0-10 cm) part of the arable soil layer, as observed in the chisel and disk tillage in the crop rotation, increases the phosphatase activity in it by 26.1 and 32.3%, respectively, if compared with the moldboard tillage.

In order to study the direction and intensity of oxidation processes in plant and animal remains within a general framework of the cultivated soil formation, it is first of all necessary to investigate the activity of oxidation-reduction soil enzymes, in particular, dehydrogenases, which catalyse dehydrogenation processes (reactions of splitting hydrogen out of organic soil substances) and are intermediate carriers of hydrogen. In the soil environment there is a fairly diverse spectrum of dehydrogenation substrates, in particular, humic acids, carbohydrates, amino acids, alcohols, aromatic acids, etc. (Dobrovolsky G.V., Nikitin E.D., 2006; Kuprevich V.F., Sherbakova T.D., 1966).

A sufficiently high dehydrogenase activity in the soil is observed in respect to carbohydrates and organic acids. Hydrogen, formed due to the dehydrogenation, is usually transferred to atmospheric oxygen or organic compounds such as xenons. The oxidation of organic acids and carbohydrates are observed under the mineralization and humification processes of plant and animal remains in the soil environment (Nadtochii P.P., Myslyva T.M., Volvach F.V., 2010).

The dehydrogenase activity of the soil directly depends on the available content of the oxidation substrate, found in plant and animal remains. In this respect, according to scientists, the dehydrogenase activity is a fairly reliable indicator of the content of plant remains in different parts of the arable soil layer (Dadenko E.V., 2005; Khaziev F.Kh., 1976). This has been also convincingly proved by the results of our research.

When applying the permanent chisel and disk tillage in the crop rotation, the dehydrogenase activity of the upper (0-10 cm) part of the arable soil layer was, respectively, 16-22% and 24-29% higher, whereas that of the lower part (20-30 cm) was 18-26% and 25-34 % lower than in the control. It was associated with the localization of organic remains during the plowing without turning over the tilled layer of typical chernozem.

Generally, in the crop rotation, this index in the arable layer was similar in the moldboard and beardless tillage.

The highest dehydrogenase activity in the arable soil layer was observed in the differentiated, the lowest - in the disk tillage, compared with that in the control. It has been found out that increasing norms of fertilizers intensify the difference in the activity indices of this enzyme between the mentioned tillage techniques and the control. Thus, in the unfertilized sites, with the application of 8 t/ha of manure + N₇₆P₆₄K₅₇, 12 t/ha of manure + N₉₅P₈₂K₇₂ and 16 t/ha of manure + N₁₁₂P₁₀₀K₈₆, the difference between the differentiated and moldboard tillage was, respectively, 7.1; 9.8; 11.4 and 13.5%, and between the disk and moldboard tillage - 4.8; 6.5; 7.7 and 8.7%.

It should be noted that for the beardless and disk tillage in the rotation, the differentiation of the arable layer of typical chernozem by dehydrogenase activity has a relatively constant pattern. The highest activity of this enzyme is observed in June, and the lowest is in April and October.

Humification of organic matter of the soil is inseparably linked with the decomposition processes of plant remains. Polyphenol oxidases take an active part in the processes of transformation of organic compounds of the aromatic series into the components of the soil humus substances. They conduct catalytic oxidation of phenols to quinones in the presence of atmospheric oxygen. Therefore, their highest activity is observed in the upper layers of the tilled soil.

A great number of scientists assume that aerobic processes occur in the upper layers of the soil, and anaerobic – in the lower layers (Shikula N.K., Nazarenko V.G., 1990). However, not all the researchers agree with the conclusion that the aerobic and anaerobic conditions can be found within the arable layer (Grechin I.P., 190).

The scientists associate the formation of primary molecules of humic acids with quinones, which are a result of the condensation with amino acids and peptides.

A majority of the experts make a simultaneous evaluation of the activity of polyphenol oxidase and peroxidase. It is due to the fact that the peroxidase oxidises organic soil compounds, in particular, phenols, amines and some heterocyclic

substances at the expense of the oxygen, containing in hydrogen peroxide and organic peroxides, which in turn, are a result of the life activity of soil biota and actions of some oxides. The scientists have proved a great importance of the peroxidase in the reactions, determining the intensity of mineralization processes of humus substances of the soil. On the basis of this understanding, the researchers propose to evaluate the intensity of soil humus accumulation by the ratio of the activity of these two enzymes (polyphenol oxidase and peroxidase) calling it the humus accumulation coefficient (Kuprevich V.F., Sherbakova T.D., 1966).

The polyphenol oxidase activity of the typical chernozem arable layer was almost identical in the moldboard and chisel tillage in the crop rotation. On average, in the experimental variants, this index in the moldboard-beardless tillage was 12.3% higher, and in the disk tillage – 6.4% lower than that in the control.

The peroxidase activity in the disk, differentiated and the chisel tillage in the crop rotation was, relatively, 3.7; 5.2 and 6.4% higher than that in the control.

A significant increase of the polyphenol oxidase activity in the upper soil layer (0-10 cm) was recorded in the beardless and especially disk tillage. In the middle (10-20 cm) and lower (20-30 cm) parts of the arable layer, this index was higher in the sites with the differentiated tillage, where the importance of this enzyme in humus-forming processes grows because of the reduced peroxidase activity and increased humus accumulation coefficients.

In case if the lower parts of the arable layer have relatively anaerobic conditions, the decay of vegetation remains will be accompanied by a retarded oxidation of polyphenols under the effect of peroxidase. The latter uses the oxygen of hydrogen and peroxide compounds, in contrast to the polyphenol oxidase, which consumes the oxygen of the ground air.

Since, as it has been mentioned above, peroxidase is an agent of the mineralization of the soil humus substances, and since the moldboard-beardless tillage (compared with chisel and especially disk tillage) causes an increase in both polyphenol oxidase and protease activity of the typical chernozem arable layer,

then it is logical to expect that it is a differentiated tillage in the crop rotation where the increase in the intensity of humus formation will be manifested.

In the unfertilised sites, when using 8 t/ha of manure + N₇₆P₆₄K₅₇, 12 t/ha of manure + N₉₅P₈₂K₇₂, and 16 t/ha of manure + N₁₁₂P₁₀₀K₈₆, the humus accumulation coefficient decreased in the beardless tillage, compared with the moldboard, by 4.1; 4.5; 5.1 and 6.0%, respectively; in the disk tillage – 8.2; 9.0; 10.3; and 10.8 %. In the moldboard-beardless tillage this index increased by 8.2; 7.5; 7.7 and 6.0 %, respectively, compared with that in the control.

When applying the above-mentioned norms of fertilizers, the polyphenol oxidase activity increased by 48.0; 83.7 and 121.6 %, respectively, the peroxidase activity – by 8.9; 16.8 and 33.2 %, and the humus accumulation coefficient increased by 36.1; 57.7 and 66.5%, respectively, in comparison with the unfertilized variants.

A significant increase in the density of decinormal alkaline extraction from typical chernozem, which we have recorded in the moldboard-beardless system of primary tillage in the rotation, indicates the faster rate of new formation of mobile humic acids. In our view, it is connected with more optimal distribution of introduced fertilizers in the arable layer and available remains of vegetation mixed with the soil that ensure intensive activity of microbiota in relation to humus development in the soil environment.

The productivity of crop rotation was almost the same in the moldboard and differentiated soil tillage. A noticeable decrease in this productivity was recorded in the beardless and disk tillage, compared with the moldboard one. Thus, the harvest of dry substance (grain, seeds, straw of wheat and barley), forage units and yield of digestible protein per 1 ha of the arable land on average for the experiment variants were, respectively, as follows: in the moldboard tillage – 4.73; 4.83 and 0.40 t; in the beardless tillage – 4.21; 4.27 and 0.35 t; in the moldboard-beardless– 4.72; 4.84 and 0.40 t; in the disk tillage – 4.34; 4.46 i 0.36 t with HIP_{0.05} equalling 0.28; 0.33; and 0.02 t/ha, correspondingly. Therefore, the above-mentioned indices of the crop rotation productivity were lower in the disk tillage

by 8.2; 7.7 and 10.0%, correspondingly; in the beardless tillage – by 11.0; 11.6 and 12.5% compared to those in the control.

The highest indices of profitability and energetic efficiency coefficient in all the variants of primary tillage in the rotation were obtained by using 12 t/ha of manure + N₉₅P₈₂K₇₂ per 1 ha of the arable land.

CONCLUSIONS

Localization of plant remains and organic fertilizers in the upper soil layer in the beardless and disk tillage leads to the increasing activity of enzymes. The highest coefficient of humus accumulation was recorded in the moldboard-beardless, the lowest – in the disk tillage. Fertilizers raise the soil enzymatic activity. A differentiated system of primary tillage in the crop rotation is recommended, which includes plowing to a depth of 25-27 cm for the sunflower, beardless tillage for the maize and soybeans (25-27 and 16-18 cm, respectively) and shallow (10-12 cm) tillage by a disk harrow for the rest of crops in the rotation. It is proposed to use 12 tons of manure + N₉₅P₈₂K₇₂ per one hectare of the arable land.

REFERENCES

1. Dadenko, E.V. (2005). Some methodical aspects of the application of enzymatic activity indices in the diagnostics and monitoring of soils. Abstracts of reports of the international scientific conference “Ecology and Biology of Soils”-Rostov-on-Don, 143-147.
2. Dobrovolsky, G.V., Nikitin, E.D. (2006). Ecology of soils. Moscow State University Press, 476 p.
3. Bayer, C., Martin – Neto, L., Mielniczuk J. et al. (2002). Tillage and cropping system effects on soil humic acid characteristics as determined by electron spin resonance and fluorescence spectroscopies. Geoderma, 105, 81-92.
4. Orlov, D.S. (1990). Humic acids of soils and general humification theory. Moscow State University Press, 325 p.

5. Piccolo, A. (2002). The supramolecular structure of humic substances. A novel understanding of humus chemistry and application in Soil Science. *Advances in Agronomy*, 75, 57 – 133.
6. Kuprevich, V.F., Sherbakova, T.D. (1966). Soil enzymology. Nauka i Technika, 276 p.
7. Khaziev, F.Kh. (1976). Soil enzymatic activity. Moscow: Nauka, 179 p.
8. Galstian, A.Sh. (1974). Enzymatic activity of soils of Armenia, 174 p.
9. Nadtochii, P.P., Myslyva, T.M., Volvach, F.V. (2010). Soil ecology: Monograph, 473 p.
10. Prymak, I.D. Riaba, O.I. et al. (2014). Theoretical bases of contemporary agriculture, 525 p.
11. Prymak, I.D., Panchenko, O.B., Panchenko, I.A. (2017). Enzyme activity of typical chernozem when applying different systems of tillage and fertilization of crops in the specialized tilled crop rotation. *Bulletin of Lviv National Agrarian University*, 21, 30-37.
12. Tsiuk, O.A. (2013). The theoretical rationale and development of the ecological farming system in the forest-steppe zone of Ukraine: abstract of the dissertation for a degree of the Candidate of Agricultural Sciences: spec. 06.01.01 “General Farming”, 41 p.
13. Panchenko, O.B. (2016). Restoration of soil fertility of typical chernozem depending on the systems of primary tillage and fertilization in the tilled crop rotation of the Right-bank forest-steppe zone of Ukraine: abstract of the dissertation for a degree of the Candidate of Agricultural Sciences: spec. 06.01.01 “General Farming”, 22 p.
14. Petrenko, L.R., Andrienko, V.A., Ridei, N.M. (1998). Changes in soil biological properties when applying tillage without turning over the soil layer. *Restoration of soil fertility in soil-protective agriculture*, 122-144.
15. Skrylnyk, E.V., Makliuk, O.I., Popirnyi, M.A. (2017). Impact of enzymatic activity of typical chernozem on the composition and hydrophobic-hydrophilic

properties of humic acids when using different types of tillage. Bulletin of Agrarian Sciences, 5, 11-16.

16. Khaziev, F.Kh. (2005). Methods of soil enzymology, 252 p.

17. Horodnii, M.M., Lisoval, A.P., Bykin A.V. et al. (2005). Agrochemical analysis: Textbook, 262-272.

18. Maltseva, N.M., Davydova, O.E., Kots, S.Ya. et al., (2005). Phosphatase activity of rhizosphere and roots of cultivated plants when applying new complex preparations. Physiology and biochemistry of cultivated plants, 37(5), 443-451.

19. Shikula, N.K., Nazarenko, V.G. (1990). Minimum tillage of black soils and restoration of their fertility, 320 p.

20. Grechin, I.P. (1970). Some results and further objectives in the research of oxygen soil regime. Bulletin of Timiryazev Agricultural Academy, 1, 103-110.

**Перелік наукових публікацій, які були надруковані виконавцями
підпрограми 1 за 2019 рік**

1. Єременко О.А. Екологічна пластичність та стабільність гібридів соняшнику зарубіжної селекції в умовах Південного Степу України. Сучасні наукові дос-лідження на шляху до євроінтеграції: матеріали міжнародного науково-практичного форуму (21-22 червня 2019р.) Таврійський державний агротех-нологічний університет імені Дмитра Моторного; Ч. 1. С. 68-71.
2. Кліпакова Ю.О., Пріс О.П., Білоусова З.В., Єременко О.А. Урожайність пшениці озимої залежно від передпосівної обробки насіння. Вісник аграрної науки, 2019, №4. С. 16-24.
3. Єременко О.А., Онищенко О.В., Пушкарьов І.М., Веренчук А.О., Федосова А.О. Математичні взаємозв'язки між врожайністю олійних культур та гідротермічними умовами вегетаційного періоду в Південному Степу України. Збірник тез II міжнародної науково-практичної конференції "Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти" 10-12 квітня 2019р. ДУ НМЦ "Агроосвіта", Київ-Миколаїв-Херсон, С. 13-15.
4. Kalenska S., Yeremenko O., Novictska N., Yunyk A., та інші. Enrichment of field crops biodiversity in conditions of climate changing. Ukrainian Journal of Ecology, 2019, 9(1). P. 19-24.
5. Prymak I., Panchenko O., Yeremenko O., Fedorchuk M., та інші. Changes in enzymatic activity of the arable soil layer under different systems of primary tillage and fertilization of typical chernozem in the short crop rotation of the right-bank forest-steppe zone of Ukraine. Ukrainian Journal of Ecology, 2019, 9(2). P. 14-20.
6. Yeremenko O., Kalenska S., Pokoptseva L., Todorova L. The influence of АКМ growth regulator on photosynthetic activity of oilseed flax plants in the conditions of insufficient humidification of the Southern Steppe of Ukraine. Modern Development Paths of Agricultural Production. Springer Link. 2019. P. 793-806.
7. Maliuk T., Pcholkina N., Yeremenko O., Kozlova L. Nitrogen in Soil Profile and Fruits in the Intensive Apple Cultivation Technology. Modern Development Paths of Agricultural Production. Springer Link. 2019. P. 737-751.
8. Kalenska S., Yeremenko O., Novytska N., Kalenskyi V., та інші. Management by formation of winter wheat resistant agrocenoses in the forest-steppe of Ukraine. Abstract proceedings poster presentations 1st international wheat congress, July 22-26, 2019. P. 434. Saskatoon, Saskatchewan, Canada.
9. Білоусова З.В., Паламарчук В.О. Вплив агротехнічних прийомів вирощування на урожайність та якість зерна пшениці озимої. Матеріали VII Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів за підсумками наукових досліджень 2019 року. Мелітополь, 2019. С. 49.
10. Bilousova Z., Klipakova Yu., Keneva V., Kuleshov S. Influence of the Growth Regulator Application Method on Antioxidant Plant System Activity of

Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.). Modern Development Paths of Agricultural Production Trends and Innovations / Volodymyr Nadykto Editor. Springer Nature Switzerland AG, 2019. P. 615-622.

11. Білоусова З.В., Кенева В.А. Порівняльна оцінка сортів пшениці озимої вітчизняної та іноземної селекції в умовах Південного Степу України *Рослинництво XXI століття: виклики та інновації. до 120-ти річчя кафедри рослинництва НУБІП України*: мат. Міжнар. наук.-практ. конф., 25-26 вересня 2019 року. Київ, 2019. С. 59-60.

12. Білоусова З.В., Кенева В.А., Семененко А.І. Сортіві особливості формування урожаю ячменю ярого в умовах Південного Степу України. Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво: матеріали доповідей Міжнародної науково-практичної конференції, 16-18 жовтня, Миколаїв); С. 32-34 Матер. Міжнар. наук.-практ. конф., 16-18 жовтня 2019 р. Миколаїв, 2019. С. 32-34.

13. Білоусова З.В. Вплив азотних підживлень на продуктивність рослин ячменю озимого. *Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції*: матеріали міжнародного науково-практичного форуму, 21-22 червня 2019 р. Ч. 1. Мелітополь, 2019. С. 31-33.

14. Білоусова З.В., Кліпакова Ю.О. Технологічні властивості зерна інтенсивних сортів пшениці озимої. *Праці ТДАТУ*, 2019. Вип. 19. Т. 1. С.262-269.

15. Кліпакова Ю.О., Прісс О.П., Білоусова З.В., Єременко О.А. Урожайність пшениці озимої залежно від передпосівної обробки насіння. *Вісник аграрної науки*, 2019. №4. С.16-22.

16. Білоусова З.В. Вплив зрошення на продуктивність гібриду соняшнику НК БРЮ. *Олійні культури: інновації та перспективи*. Збірник тез Міжнародної наукової інтернет-конференції, 14 травня 2019 р. Запоріжжя, 2019. С.64-65.

17. Клипакова Ю.О., Белоусова З.В. Особенности формирования продуктивности пшеницы озимой (*triticum aestivum* l.) в зависимости от предпосевной обработки семян. *Știința agricolă*, 2018. № 2. С. 30-36.

18. Білоусова З.В., Кліпакова Ю.О., Кенева В.А. Особливості підбору сортів пшениці озимої та ярого ячменю за умов змін клімату. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти*: Збірник тез II Міжнародної науково-практичної конференції, 10-12 квітня 2019 року. ДУ НМЦ «Агроосвіта», Київ – Миколаїв – Херсон, 2019. С.152-154.

19. Білоусова З.В. Технологічні властивості зерна пшениці озимої залежно від дії регулятора росту та рівня азотного живлення. *Таврійський науковий вісник*, 2019. Вип. 110. Частина 1. С. 19-24.

20. Білоусова З.В., Муха В.Р. Особливості формування врожаю пшениці озимої залежно від впливу попередника. *Перлини степового краю*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., 20-22 листопада 2019 року. Миколаїв, 2019. С. 8-10.

21. Тодорова Л.В., Малюк Т.В., Федосова А.О. Аналіз особливостей змін гідротермічних умов Південного регіону України. Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції: матеріали міжнародного науково-практичного форуму (21-22 червня 2019р.) Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного. - Ч. 1. - С. 178-181.

22. Єременко О.А., Білоусова З.В., Федосова А.О. та інші. Науково-практичні рекомендації для агровиробників «Розробка та впровадження інноваційних методів агроекології в степовому ландшафті Запорізької та Херсонської областей». The GEF Small Grant Programme, 2019. 54 с.

23. Федосова А.О., Стіхіна А.В. Урожайність сафлору красильного в Україні і в світі. Міжнародна науково-практична конференція «Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво» 16-18 жовтня 2019 р.: тези доповідей. м. Миколаїв : МНАУ, 2019. 158 с. С. 34-36.

24. Покопцева Л.А., Надарая В. Особливості розміщення зернових мас сої при тривалому зберіганні. Матер. VI Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф. молодих учених, магістрантів та студентів "Інноваційні агротехнології". Мелітополь, ТДАТУ, 2019. Вип. VI. С.15-17.

25. Покопцева Л.А., Богославський Є. Вплив первинної обробки на збереженість насіння соняшнику. Матер. VI Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф. молодих учених, магістрантів та студентів "Інноваційні агротехнології". Мелітополь, ТДАТУ, 2019. Вип. VI. С.3-4.

26. Капінос М.В. Формування пігментного комплексу та фотосинтетичної продуктивності гороху посівного за дії регуляторів росту рослин та мікробних препаратів. Матеріали міжнародного науково-практичного форуму «Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції» 21-22 червня 2019р.: тези доповідей. Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного за загальною редакцією д.т.н. професора Надикто В.Т. Мелітополь, 2019. Ч. 1. С. 24 – 26.

27. Колесніков М.О. Без приморозків. Садівництво по-українськи. 2019. № 2 (32). С. 47-50.

28. Kolesnikov, M., Paschenko, Y., Ninova, H., Kapinos, M., & Kolesnikova, A. (2019). Effect of Preparations Methyure (6-Methyl-2-Mercapto-4-Hydroxypyrimidine) on Corn (*Zea Mays* L.) Biological Productivity Under Saline Soil Conditions. In *Modern Development Paths of Agricultural Production* (pp. 719-728). Springer, Cham.

29. Колесніков М.О., Пащенко Ю.П. Сумісний вплив біорегуляторів росту та мікробіологічних препаратів на продукційний процес *Pisum sativum* L. Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції: матеріали міжнародного науково-практичного форуму (21-22 червня 2019 р.) Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного; за ред. Надикто В.Т. Мелітополь, 2019. Ч. 1., С. 14 – 17.

30. Євстафієва К.С., Колесніков М.О. Вплив біопрепарату Стимпо на формування основних елементів врожайності сортів пшениці твердої озимої. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Розвиток аграрної

галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво», 16 – 18 жовтня 2019 р. Миколаїв: МНАУ, 2019. С. 5.

31. Колесніков М.О., Пащенко Ю.П. Дія біостимуляторів та мікробіологічних препаратів на формування корневих бульбочок *Pisum sativum l.* в умовах південного степу України. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво», 16 – 18 жовтня 2019 р. Миколаїв: МНАУ, 2019. С. 26-27.

32. Калінін О.В., Колесніков М.О. Сумісний вплив біостимуляторів та мікробіологічного препарату Азотофіт на формування фотоасиміляційного апарату *Pisum Sativum L.*. Матеріали Міжвузівської студентської науково-практичної конференції «Інноваційні аспекти виробництва плодоовочевої продукції», 8-9 жовтня 2019 р. Мелітополь, 2019. С. 91-94.

33. Рябцун С., Колесніков М.О. Динаміка поглинання елементів живлення виноградом з ґрунту. Матеріали Міжвузівської студентської науково-практичної конференції «Інноваційні аспекти виробництва плодоовочевої продукції», 8-9 жовтня 2019 р. Мелітополь, 2019. С. 99 – 102.

34. Рябцун С., Колесніков М.О. Особливості поглинання макроелементів виноградом з ґрунту протягом вегетації. Матеріали VII Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів ТДАТУ. Факультет АТЕ, 11-22 листопада 2019 р., Мелітополь: ТДАТУ, 2019. С. 84.

35. Овечко К.О., Пащенко Ю.П. Розміри листкового апарату та фотосинтетична продуктивність *Pisum sativum L.* за дії біостимуляторів (Стимпо і Регоплант) та Ризогуміну. Матеріали Міжвузівської студентської науково-практичної конференції «Інноваційні аспекти виробництва плодоовочевої продукції», 8-9 жовтня 2019 р. Мелітополь, 2019. С. 95 – 98.

36. Овечко К.О., Пащенко Ю.П. Вплив біостимуляторів та Ризогуміну на фотосинтетичну продуктивність гороху посівного. Матеріали VII Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів ТДАТУ. Факультет АТЕ, 11-22 листопада 2019 р., Мелітополь: ТДАТУ, 2019. С. 82.