

РІВЕНЬ ПРОЯВУ ГОСПОДАРСЬКИХ ОЗНАК КОНДИТЕРСЬКОГО СОНЯШНИКА В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Коркодола Максим Миколайович

аспірант

Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва Національної академії аграрних наук України, м. Харків, Україна

ORCID: 0000-0003-1960-2039

maksimkorkodola@gmail.com

Останніми роками у світовому виробництві підвищується частка сортів і гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання. Клімат України дозволяє отримувати високі врожаї кондитерського соняшника з гарними технологічними показниками, що задовольняють вимоги кондитерської галузі харчової промисловості. Але питання агротехніки крупноплідного соняшника досліджено недостатньо. Метою наших досліджень було вивчити рівень прояву господарських ознак генотипів кондитерського соняшника та визначити ефективні агроприйоми їх вирощування.

У статті наведено результати досліджень 2019–2021 рр. щодо рівня прояву морфологічних ознак, елементів продуктивності рослини, ознак якостей насіння та урожайності насіння кондитерського соняшника в умовах північного Степу України (Дніпропетровська область).

Оцінювали такі технологічні агроприйоми та їх градації: 1) Основний обробіток ґрунту – подвійне дискування стерні, відвальний обробіток на глибину 22–25 см; безвідвальна – дискування в два сліди, безвідвальний обробіток на глибину 25–27 см. 2) Добрива: $N_{20}P_{40}K_{40}$, $N_{40}P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{90}K_{60}$. 3) Густина стояння рослин: 20,4, 31,7, 40,8 тис. рослин / га. 4) Сорт/гібрид: три сорти-популяції (СПК, Білочка та Запорізький кондитерський) і один F1 гібрид (Гудвін); 5) Рік досліджень.

Отримані дані свідчать, що зона проведення досліджень сприятлива для отримання високих урожаїв насіння кондитерського соняшника, з високими кондитерськими якістьми, але рівень прояву господарських ознак суттєво залежав від застосованих агротехнічних прийомів вирощування і погодних умов року. Виявлено розмах варіювання (мінімальні і максимальні значення) морфологічних ознак досліджених генотипів (висоти рослини, діаметра кошика), елементів продуктивності рослини (вага насіння з кошика, маса 1000 насінин), біохімічних якостей насіння (вміст олії в насінні, вміст білка в ядрі насіння), технологічних показників насіння (вихід насіння фракції 3,8+), та урожайності насіння. Зокрема найбільшу масу 1000 насінин (122,3 г) сформував сорт СПК в умовах 2021 року, вирощений по схемі 90×90 (20,4 тис. росл./га) із застосуванням мінеральних добрив у дозі $N_{40}P_{60}K_{60}$ і відвальному обробітку ґрунту. Установлено частку впливу застосованих агротехнічних прийомів на прояв досліджених ознак і показників. Визначено зв'язки між дослідженими ознаками на основі кореляційного аналізу. Доведено, що при розробці технологічних карт вирощування генотипів кондитерського соняшнику слід враховувати сортові особливості.

Ключові слова: кондитерський соняшник, сорт, гібрид, господарські ознаки, обробіток ґрунту, добрива, густина стояння рослин.

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.2.6>

Вступ. Соняшник – найважливіша олійна культура у нашій країні (Shekhova, 2020). Біологічні та генетичні особливості соняшнику, різноманіття природних умов його вирощування, а також вимоги олійно-жирової, харчової та лакофарбової промисловості зумовлюють багатогранність та специфіку задач у селекції цієї культури та агротехнічних прийомів її вирощування, які забезпечують високу якість насіння (сировини) (Puzik et al., 2014; Illkiv, 2014). Кондитерська промисловість ставить перед сільськогосподарською наукою свої задачі – вирощування крупноплідних сортів соняшнику з хорошими фізико-механічними якістьми насіння, підвищенням вмістом у них білка, технологічними у переробці, з коефіцієнтом їх шеретування (виходом чистого ядра) не нижче 0,6–0,7 (Demir, 2014; Shevchenko & Aliiev, 2018; Aldemir et al., 2016).

Крім того, сорти та гібриди кондитерського соняшника характеризуються добре виповненим насінням з масою 1000 насінин 130–170 г. Бажаний вміст білка у кондитерської сировини до 22–23 %. Це має важливе значення для виготовлення високоякісних кондитерських ви-

бів, штучного мигдального молока, мигдальної крупи (Jannatdoust et al., 2016; Ziaiefard et al., 2016). Білкова сировина рослинного походження відноситься до поновлюваних джерел і утворюється у результаті фотосинтезу. Білок нових високобілкових кондитерських сортів успішно конкурує з білками тваринного походження (Fick & Miller, 2015; Kyryuchenko et al., 2011). Кондитерський соняшник привертає увагу споживачів завдяки високим смаковим якістьми, а також поживній цінності (високий вміст мінералів, джерело високоякісного білка (Joita-Rasuceanu, 2018).

Частка сортів і гібридів кондитерського напрямку використання у світовому виробництві соняшника неухильно підвищується, і наразі становить близько 4 % посівних площ (Pilorgé, 2020). Клімат України дозволяє отримувати високі врожаї кондитерського соняшнику з масою 1000 насінин до 150 г (Makliak et al., 2014).

В літературних джерелах наведено розрізнені результати досліджень щодо рівня прояву таких господарських ознак кондитерського соняшника, як морфоло-

гічні ознаки (висота рослини та діаметр кошика), ознаки насіння (маса 1000 насінин, лушпинність, питома вага насіння, вихід крупного насіння), урожайність насіння.

Зокрема обмежена інформація щодо впливу прийомів вирощування на морфологічні ознаки, наприклад на висоту рослини кондитерських генотипів. Сорти та гібриди кондитерського соняшнику здебільшого відносять до групи високорослих. Дослідження впливу прийомів вирощування на рівень прояву ознаки набувають для кондитерських генотипів особливого значення, оскільки суттєве підвищення висоти рослини може призвести до вилягання рослин і ураженню їх хворобами (Hladni et al., 2014).

Важливою ознакою в структурі врожайності соняшника відіграє діаметр кошика, пов'язаний з продуктивністю рослини. Оптимальний розмір кошика враховують при виборі оптимальної густоти стояння рослин, такої, яка забезпечує максимальну масу 1000 насінин та економічно рентабельний рівень врожайності (Hladni et al., 2014). Установлено позитивну кореляцію між висотою рослини та діаметром кошика окремих кондитерських сортів (Goksoy & Turan, 2007).

Товарне насіння соняшнику складається з насінин різного розміру. Виробники кондитерського насіння соняшнику намагаються досягти максимального відсотку вмісту комерційно важливих фракцій, отже підвищити показник «вихід крупної фракції насіння». Дослідники повідомляють про високий вихід крупної (4,5+) фракції насіння, який в окремих випадках може сягнути 83,6 % (Leonova, 2017). Економічно значущою можна вважати фракцію 3,8+ (Korkodola & Makliak, 2020).

Насіння сортів і гібридів, призначених для використання в кондитерській промисловості, характеризуються високою масою 1000 насінин і легко обрушується завдяки низькій лушпинності (Humeniuk, 2001). Опти-

мальний рівень лушпинності насіння кондитерського соняшника складає 23–28 % (Humeniuk & Fadeiev, 2004).

Отримання високих та сталих врожаїв кондитерських сортів з насінням, яке має гарні технологічні показники (крупність, показники шеретування та ін.) можливо лише при застосуванні агротехнічних прийомів вирощування із врахуванням біологічних особливостей даних сортів (Polyakov et al., 2013). Система основного обробітку ґрунту (Terzić et al., 2017), оптимальні дози внесення мінеральних добрив (Schultz et al., 2018; Tovar Hernández, 2023; Koutroubas & Christos, 2020; Coêlho et al., 2022), густота стояння рослин (Killi, 2004; Balalić et al., 2016; Mijić et al., 2021; Feng et al., 2022; Rezaizad et al., 2022) – основні агротехнічні прийоми, які впливають як на рівень врожайності, так і на якісні показники насіння соняшника.

Загалом питання агротехніки крупноплідного соняшника досліджено недостатньо. Метою наших досліджень було вивчити рівень прояву господарських ознак генотипів кондитерського соняшника та визначити ефективні агроприйоми їх вирощування.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проведено впродовж 2019–2021 рр. на експериментальному незрошуваному полі в селищі Баловка Дніпропетровського району Дніпропетровської області, розташованому на відстані 25 км на північний захід від міста Дніпро, в північній частині степової зони, на лівому березі ріки Дніпро, на широті 48°37'03.1"N, довготі 34°48'17.3"E. Результати агрохімічних аналізів ґрунту представлено в таблиці 1. На дослідній ділянці домінують чорноземні ґрунти звичайного підтипу. У зразку ґрунту, згідно з аналітичними результатами лабораторного аналізу, виявлено дуже низький вміст гумусу (1,88 %). Безпеченість основними елементами живлення: азотом та фосфором – висока; калієм – дуже висока, сіркою – середня. Реакція ґрунтового розчину (рН) – нейтральна (6,68).

Таблиця 1

Результати агрохімічних аналізів ґрунту дослідної ділянки соняшника

| Гумус, % | рН, водне | рН, сольове | Рухомі форми, мг / 100 г ґрунту | | | |
|----------|-----------|-------------|---------------------------------|--------|-------|-------|
| | | | азот | фосфор | калій | сірка |
| 1,88 | 6,68 | 5,66 | 3,45 | 20,2 | 20,1 | 4,1 |

Агрокліматичні умови вегетаційного періоду 2019–2021 року відрізнялись від середньобагаторічних показників (табл. 2). Погодні умови вегетаційного періоду 2019 року в Дніпропетровській області були задовільними для росту й розвитку соняшнику. Погодні умови вегетаційного періоду 2020 року в Дніпропетровській області характеризувалися недостатньою кількістю опадів у червні і липні, яка дорівнювала відповідно 38,5 мм і 20,4 мм, що на 20,5 мм і 35,6 мм менше, ніж середньобагаторічне значення. Погодні умови вегетаційного періоду 2021 року були найсприятливішими для росту й розвитку соняшнику. Спостерігали велику кількість опадів у червні, липні і серпні, яка дорівнювала відповідно 202,3 мм, 69,4 мм і 51,4 мм, що на 143,3 мм, 13,4 мм і 14,4 більше, ніж середньобагаторічне значення.

Дослідження проведено на трьох сортах-популяціях соняшнику кондитерського напрямку використання: СПК і Білочка (оригіатор – ВНДІОК ім. В.С. Пустовойта), Запорізький кондитерський (оригіатор – Інститут олійник культур НААН), та одного гібрида F₁ Гудвін (оригіатор – Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН).

Дослідження проведено відповідно до загальноприйнятих методик, прийнятих у землеробстві та рослинництві (Moiseichenko & Yeshchenko, 1994; Rozhkov et al., 2016). Проводили передпосівну культивуацію (за добу до сівби). Сівбу проводили за допомогою ручних саджалок. Формування густоти стояння рослин проводили вручну, до досягнення запланованої кількості рослин відповідно до схеми досліду. При цьому залишали здорові, добре розвинуті рослини.

Погодні умови вегетаційного періоду соняшнику, 2019–2021 рр.

| Місяць | Показник | Середньо-багаторічне значення показника | Середньомісячне значення показника | | | ± до середньобагато-річного значення | | |
|----------|-------------------|---|------------------------------------|------|-------|--------------------------------------|-------|--------|
| | | | 2019 | 2020 | 2021 | 2019 | 2020 | 2021 |
| Березень | Сер.-добова t, °C | 0,7 | 4,4 | 2,6 | 1,6 | +3,7 | +1,9 | +0,9 |
| | Опади, мм | 34,0 | 31,0 | 34,9 | 48,6 | -3,0 | +0,9 | +14,6 |
| Квітень | Сер.-добова t, °C | 9,4 | 11,2 | 8,9 | 8,0 | +1,8 | -0,5 | -1,4 |
| | Опади, мм | 12,0 | 32,3 | 11,5 | 53,5 | +20,3 | -0,5 | +41,5 |
| Травень | Сер.-добова t, °C | 16,0 | 17,9 | 13,8 | 15,8 | +1,9 | -2,2 | -0,2 |
| | Опади, мм | 46,0 | 48,3 | 38,1 | 27,0 | +2,3 | -7,9 | -19,0 |
| Червень | Сер.-добова t, °C | 19,6 | 24,0 | 21,7 | 19,5 | +4,4 | +2,1 | -0,1 |
| | Опади, мм | 59,0 | 30,6 | 38,5 | 202,3 | -28,4 | -20,5 | +143,3 |
| Липень | Сер.-добова t, °C | 21,3 | 21,5 | 23,5 | 23,6 | +0,2 | +2,2 | +2,3 |
| | Опади, мм | 56,0 | 59,2 | 20,4 | 69,4 | +3,2 | -35,6 | +13,4 |
| Серпень | Сер.-добова t, °C | 20,6 | 21,2 | 22,0 | 22,8 | +0,6 | +1,4 | +2,2 |
| | Опади, мм | 37,0 | 57,5 | 11,9 | 51,4 | +20,5 | -25,1 | +14,4 |
| Вересень | Сер.-добова t, °C | 15,4 | 16,3 | 19,4 | 13,8 | +0,9 | +4 | -1,6 |
| | Опади, мм | 36,0 | 19,8 | 32,1 | 23,5 | -16,2 | -3,9 | -12,5 |

Облікова площа ділянки 11,55 м². Повторність триразова, розміщення варіантів у дослідах систематичне.

У польових дослідах проводили фенологічні спостереження і вимірювання рослин. Перед збиранням визначали продуктивність рослини шляхом зважування насіння з кошика. Також визначали кількість насінин у кошику. Урожайність визначали суцільним подільноним методом з подальшим перерахуванням на стандартну 10%-ву вологість та 100 % чистоту. Ознаки та показники насіння визначали за загальноприйнятими методиками (Aliiev, 2020). Вміст олії в насінні визначали методом ядерно-магнітного резонансу за допомогою експрес-аналізатору АМВ 1006. Вміст білка в ядрі насіння визначали титриметричним методом К'ельдаля.

Використовували комп'ютерні програми Statistica 8.0 (Stat Soft. Inc.) і Microsoft Excel.

В досліді представлені дві системи основного обробітку ґрунту: класична – дискування в два сліди, відвальний обробіток на глибину 22-25 см; безвідвальна – дискування в два сліди, безвідвальний обробіток на глибину 25-27 см. Отже, досліджували два способи основного обробітку ґрунту (фактор А): відвальний та безвідвальний.

Досліджували три фони застосування мінеральних добрив (фактор В): N₂₀P₄₀K₄₀, N₄₀P₆₀K₆₀, N₆₀P₈₀K₈₀.

Досліджували три схеми посіву (фактор С):

– 70×70 см: ширина міжряддя 70 см, відстань між рослинами у рядку 70 см, густина посіву 20,4 тис. росл. /1 га;

– 70×35 см: ширина міжряддя 70 см, відстань між рослинами у рядку 35 см, густина посіву 40,8 тис. росл. /1 га;

– 90×35 см: ширина міжряддя 90 см, відстань між рослинами у рядку 35 см, густина посіву 31,7 тис. росл. /1га.

Фактор D – сорт, гібрид. Фактор E – погодні умови у відповідні роки досліджень (2019-2021).

Результати. За отриманими результатами, елементи агротехніки, які досліджували, по різному впливали на ознаки крупноплідних сортів і гібрида соняшнику.

Рівень прояву морфологічних ознак і елементів продуктивності рослини досліджених генотипів суттєво варіював залежно від генотипу, року досліджень та застосованого агротехнічного прийому. Висота рослин сортів і гібрида соняшнику істотно змінювалася під впливом всіх досліджених агроприймів. Зокрема за відвального обробітку, висота рослини варіювала: для СПК від 159,1 до 230,1 см, для Білочки від 130,3 до 183,2 см, для Запорізького кондитерського від 172,2 до 239,9 см, для Гудвіна від 141,4 до 200,4 см (табл. 3). Максимальну висоту рослини (270,4 см) встановлено в умовах 2021 року у сорту Запорізький кондитерський, за густоти стояння рослин 20,4 тис./га із застосуванням мінеральних добрив у дозі N₆₀P₆₀K₈₀ і безвідвальному обробітку. За багатфакторного дисперсійного аналізу, найбільшим чином на висоту рослини вплинули умови року (середня багаторічна частка впливу фактору E – 36,47 %) і сортові особливості (середня багаторічна частка впливу фактору D – 34,76 %).

На вагу насіння з одного кошика істотно вплинули всі досліджені агроприйоми. За відвального обробітку, ознака варіювала: для СПК від 66,4 до 123,3 г, для Білочки від 71,3 до 132,6 г, для Запорізького кондитерського від 73,8 до 146,3 г, для Гудвіна від 63,4 до 113,3 г. Найбільшим чином на вагу насіння з одного кошика вплинула густина стояння рослин (середня багаторічна частка впливу фактору C – 37,31 %), умови року (середня багаторічна частка впливу фактору E – 27,38 %) і внесення добрив (середня багаторічна частка впливу фактору B – 18,68 %).

Маса 1000 насінин істотно змінювалася під впливом всіх досліджених агроприймів. За відвального обробітку, за варіантами досліду ознака варіювала: для СПК від 87,1 до 122,3 г, для Білочки – від 85,4 до 114,4 г, для Запорізького кондитерського від 81,5 до 114,0 г, для Гудвіна від 74,3 до 106,9 г.

Розмах варіювання морфологічних ознак і елементів продуктивності кондитерського соняшнику залежно від агротехнічних прийомів вирощування, 2019–2021 рр.

| Обробіток ґрунту (А) | Сорт, гібрид (D) | Висота рослини, см | | Діаметр кошика, см | | Вага насіння з кошика, г | | Маса 1000 насінин, г | |
|-----------------------------|----------------------|--------------------|-------|--------------------|------|--------------------------|-------|----------------------|-------|
| | | min | max | min | max | min | max | min | max |
| Відвальний | СПК | 159,1 | 230,1 | 19,0 | 30,8 | 66,4 | 123,3 | 87,1 | 122,3 |
| | Білочка | 130,3 | 183,2 | 21,3 | 32,5 | 71,3 | 132,6 | 85,4 | 114,4 |
| | Зап. конд. | 172,2 | 239,9 | 22,9 | 34,9 | 73,8 | 146,3 | 81,5 | 114,0 |
| | Гудвін | 141,4 | 200,4 | 21,3 | 32,5 | 63,4 | 113,3 | 74,3 | 106,9 |
| Безвідвальний | СПК | 155,4 | 258,9 | 22,3 | 31,0 | 73,9 | 146,2 | 81,5 | 118,3 |
| | Білочка | 145,5 | 231,5 | 21,1 | 30,0 | 66,1 | 126,3 | 82,5 | 113,3 |
| | Зап. конд. | 172,4 | 270,4 | 21,4 | 30,4 | 69,8 | 132,9 | 75,1 | 107,4 |
| | Гудвін | 135,3 | 213,1 | 20,2 | 26,9 | 60,8 | 102,5 | 65,1 | 99,3 |
| Схема посіву (С) | | | | | | | | | |
| Відвальний | 70×70 | 147,2 | 239,9 | 19,1 | 32,0 | 88,8 | 146,3 | 85,3 | 122,3 |
| | 90×35 | 130,3 | 217,1 | 23,8 | 38,9 | 76,5 | 115,4 | 82,0 | 116,4 |
| | 70×35 | 139,3 | 227,8 | 21,3 | 33,7 | 63,4 | 96,0 | 74,3 | 106,2 |
| Безвідвальний | 70×70 | 154,6 | 270,4 | 20,2 | 28,6 | 79,1 | 146,2 | 84,7 | 118,3 |
| | 90×35 | 135,3 | 245,8 | 20,9 | 31,0 | 68,9 | 113,3 | 82,8 | 113,3 |
| | 70×35 | 151,8 | 261,0 | 20,6 | 29,1 | 60,8 | 95,6 | 65,1 | 102,4 |
| Доза мінеральних добрив (В) | | | | | | | | | |
| Відвальний | $N_{20}P_{40}K_{40}$ | 130,3 | 237,2 | 19,0 | 36,2 | 63,4 | 112,9 | 74,3 | 116,3 |
| | $N_{40}P_{60}K_{60}$ | 131,5 | 239,9 | 20,1 | 37,5 | 76,9 | 135,0 | 75,3 | 122,3 |
| | $N_{60}P_{80}K_{80}$ | 130,9 | 238,9 | 20,6 | 38,9 | 81,8 | 146,3 | 80,2 | 121,9 |
| Безвідвальний | $N_{20}P_{40}K_{40}$ | 135,3 | 241,7 | 20,2 | 29,2 | 60,8 | 112,1 | 65,1 | 113,9 |
| | $N_{40}P_{60}K_{60}$ | 143,1 | 254,9 | 20,9 | 30,1 | 71,2 | 133,1 | 70,0 | 115,6 |
| | $N_{60}P_{80}K_{80}$ | 154,1 | 270,4 | 20,5 | 31,0 | 76,7 | 146,2 | 67,1 | 118,3 |

Найбільшу масу 1000 насінин (122,3 г) сформував сорт СПК в умовах 2021 року, вирощений по схемі 90×90 (20,4 тис. росл./га) із застосуванням мінеральних добрив у дозі $N_{40}P_{60}K_{60}$ і відвальному обробітку.

На масу 1000 насінин найбільшим чином вплинули умови року (середня багаторічна частка впливу фактору Е 32,11 %), густота стояння рослин (середня багаторічна частка впливу фактору С 26,75 %) і сортові особливості (середня багаторічна частка впливу фактору D 25,92 %).

Ознаки насіння і врожайність соняшнику також істотно змінювалися під впливом всіх досліджених агроприймів. За відвального обробітку, вміст олії в насінні за варіантами дослідження варіював: для СПК від 36,3 до 48,3 %, для Білочки від 43,9 до 53,6 %, для Запорізького кондитерського від 35,8 до 44,9 %, для Гудвіна від 41,4 до 52,4 % (табл. 4). Найбільший вміст олії в насінні (55,0 %) сформував гібрид Білочка в умовах 2021 року, вирощений по схемі 90×35 (31,7 тис.росл./ га) із застосуванням мінеральних добрив у дозі $N_{40}P_{60}K_{60}$ і безвідвальному обробітку. Найбільшим чином на вміст олії в насінні вплинули сортові особливості (середня багаторічна частка впливу фактору D 47,04 %), умови року (середня багаторічна частка впливу фактору Е 15,31 %) і густота стояння рослин (середня багаторічна частка впливу фактору С 7,85 %).

За відвального обробітку, вміст білка за варіантами дослідження варіював: для СПК від 15,1 до 23,8 %, для Білочки від 9,3 до 21,8 %, для Запорізького кондитерського від 9,9 до 20,6 %, для Гудвіна від 18,4 до 27,4 %.

Найбільший вміст білка (28,5 %) сформував гібрид Гудвін в умовах 2020 року, вирощений по схемі 90×35 (31,7 тис.росл./1 га) із застосуванням мінеральних добрив у дозі $N_{20}P_{40}K_{40}$ і безвідвальному обробітку.

Найбільшим чином на вміст білка вплинули сортові особливості (середня багаторічна частка впливу фактору D 45,06 %), умови року (середня багаторічна частка впливу фактору Е 12,37 %) і густота стояння рослин (середня багаторічна частка впливу фактору С 10,68 %).

Визначено фракційний склад отриманого товарного насіння. За відвального обробітку, масова частка фракції 3,8+ склала: для СПК 36,3–62,9 %, для Білочки 36,3–63,0 %, для Запорізького кондитерського 30,1–63,0 %, для Гудвіна 40,8–81,4 %.

За відвального обробітку, урожайність насіння за варіантами дослідження варіювала: для СПК від 1,88 до 3,88 т/га, для Білочки від 1,72 до 4,09 т/га, для Запорізького кондитерського від 1,96 до 4,24 т/га, для Гудвіна від 1,58 до 4,22 т/га. Найбільшу врожайність насіння (4,24 т/га) сформував сорт Запорізький кондитерський в умовах 2021 року, вирощений по схемі 70×35 (40,8 тис.росл./1 га) із застосуванням мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{80}K_{80}$ і відвальному обробітку. Найбільшим чином на врожайність насіння вплинули умови року (середня багаторічна частка впливу фактору Е 38,88 %), густота стояння рослин (середня багаторічна частка впливу фактору С 29,30 %) і внесення добрив (середня багаторічна частка впливу фактору В 14,43 %).

Значення найменшої істотної різниці (HIP_{05}) для ознак і показників продуктивності наведено в таблиці 5.

Розмах варіювання ознак насіння і урожайності кондитерського соняшнику залежно від агротехнічних прийомів вирощування, 2019–2021 рр.

| Обробіток ґрунту (А) | Сорт, гібрид (D) | Вміст олії в насінні, % | | Вміст білка, % | | Вихід фракції 3,8+, % | | Урожайність, т/га | |
|-----------------------------|---|-------------------------|------|----------------|------|-----------------------|------|-------------------|------|
| | | min | max | min | max | min | max | min | max |
| Відвальний | СПК | 36,3 | 48,3 | 15,1 | 23,8 | 36,3 | 62,9 | 1,88 | 3,88 |
| | Білочка | 43,9 | 53,6 | 9,3 | 21,8 | 36,3 | 63,0 | 1,72 | 4,09 |
| | Зап. конд. | 35,8 | 44,9 | 9,9 | 20,6 | 30,1 | 63,0 | 1,96 | 4,24 |
| | Гудвін | 41,4 | 52,4 | 18,4 | 27,4 | 40,8 | 81,4 | 1,58 | 4,22 |
| Безвідвальний | СПК | 39,6 | 49,7 | 16,1 | 24,8 | 33,0 | 58,8 | 1,72 | 3,87 |
| | Білочка | 41,7 | 55,0 | 9,6 | 22,6 | 36,4 | 68,7 | 1,69 | 3,91 |
| | Зап. конд. | 35,4 | 44,4 | 12,0 | 21,6 | 34,1 | 65,8 | 1,68 | 3,97 |
| | Гудвін | 44,6 | 53,0 | 20,4 | 28,5 | 47,0 | 73,8 | 1,42 | 3,78 |
| Схема посіву (С) | | | | | | | | | |
| Відвальний | 70×70 | 37,3 | 52,4 | 12,2 | 25,6 | 31,7 | 81,4 | 1,58 | 3,34 |
| | 90×35 | 40,5 | 53,6 | 14,4 | 27,4 | 36,3 | 70,9 | 2,11 | 3,93 |
| | 70×35 | 35,8 | 52,1 | 9,3 | 23,3 | 30,1 | 67,8 | 2,26 | 4,24 |
| Безвідвальний | 70×70 | 36,7 | 54,7 | 13,0 | 26,6 | 35,7 | 69,6 | 1,42 | 3,02 |
| | 90×35 | 41,0 | 55,0 | 16,4 | 28,5 | 37,7 | 72,2 | 1,93 | 3,63 |
| | 70×35 | 35,4 | 54,8 | 9,6 | 25,2 | 33,0 | 73,8 | 2,08 | 3,97 |
| Доза мінеральних добрив (В) | | | | | | | | | |
| Відвальний | N ₂₀ P ₄₀ K ₄₀ | 37,3 | 53,1 | 11,6 | 27,4 | 30,1 | 81,4 | 1,58 | 3,47 |
| | N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀ | 35,8 | 51,4 | 9,3 | 25,2 | 31,5 | 81,0 | 1,88 | 4,22 |
| | N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ | 37,6 | 53,6 | 12,6 | 26,9 | 31,7 | 68,7 | 1,97 | 4,24 |
| Безвідвальний | N ₂₀ P ₄₀ K ₄₀ | 35,4 | 54,7 | 12,0 | 28,5 | 33,0 | 69,8 | 1,42 | 3,44 |
| | N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀ | 35,7 | 55,0 | 9,6 | 25,3 | 34,1 | 73,8 | 1,69 | 3,97 |
| | N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ | 38,8 | 54,9 | 14,5 | 27,2 | 35,7 | 71,0 | 1,76 | 3,91 |

Таблиця 5

Найменша істотна різниця (НІР₀₅) за господарськими ознаками кондитерського соняшнику, 2019–2021 рр.

| Ознака, показник | Фактор досліду | | | | |
|----------------------------|----------------|-------|-------|-------|-------|
| | А | В | С | Д | Е |
| Висота рослини, см | 4,7 | 5,7 | 5,7 | 6,6 | 5,7 |
| Діаметр кошика, см | 0,27 | 0,33 | 0,33 | 0,38 | 0,33 |
| Вага насіння з 1 кошика, г | 0,58 | 0,71 | 0,71 | 0,82 | 0,71 |
| Маса 1000 насінин, г | 1,3 | 1,6 | 1,6 | 1,8 | 1,6 |
| Вміст олії в насінні, % | 1,0 | 1,3 | 1,3 | 1,5 | 1,3 |
| Вміст білка, % | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Вихід фракції 3,8+, % | 3,3 | 4,0 | 4,0 | 4,6 | 4,0 |
| Урожайність, т/га | 0,009 | 0,011 | 0,011 | 0,013 | 0,011 |

Коефіцієнти кореляції r між ознаками кондитерського соняшника наведено в таблиці 6, з якої видно, що найбільша кореляція існує між масою 1000 насінин і вагою насіння з кошика ($r=0,75^*$).

Отже, вагу насіння з кошика визначає маса 1000 насінин. Інші достовірні коефіцієнти кореляції між вмістом фракції 3,8+ і вмістом олії в насінні ($r=0,59^*$), між вмістом фракції 3,8+ і вмістом білка ($r=0,67^*$), між висотою рослини і вмістом олії в насінні ($r=-0,69^*$) можна пояснити особливостями досліджених генотипів. Не визначено достовірної залежності між масою 1000 насінин і урожайністю насіння ($r=-0,23$).

Обговорення. Отримані дані свідчать про те, що зона проведення досліджень сприятлива для отримання висо-

ких урожаїв кондитерського соняшника, з високими кондитерськими якістьями, але рівень прояву господарських ознак суттєво залежав від застосованих агротехнічних прийомів вирощування і погодних умов року. Зокрема врожайність найбільшою мірою залежала від року випробування, що підтверджує широко висвітлену в літературі високу залежність урожайності соняшника від погодних умов року та необхідність підбору адаптованих генотипів (Škokić, 2012). У вивченому наборі генотипів, мінливість середньої врожайності за роками перевищила сортову мінливість. Іншими словами, за рівнем урожайності генотипи приблизно однаково реагували на погодні умови року.

Іншу картину спостерігали за такими ознаками, як вміст олії та білка. У дослідженому наборі геноти-

Коефіцієнти кореляції (r) між ознаками та показниками кондитерського соняшнику, 2019–2021 рр.

| Ознаки та показники | Діаметр кошика, см | Вага насіння з 1 кошика, г | Маса 1000 насінин, г | Вміст олії в насінні, % | Вміст білка, % | Вміст фракції 3,8+, % | Урожайність насіння, т/га |
|--------------------------|--------------------|----------------------------|----------------------|-------------------------|----------------|-----------------------|---------------------------|
| Висота рослин, см | 0,12 | 0,45 | 0,18 | -0,69* | -0,20 | -0,44 | -0,04 |
| Діаметр кошика, см | - | 0,07 | 0,38 | -0,28 | 0,03 | -0,18 | 0,48 |
| Вага насіння з кошика, г | - | - | 0,75* | -0,08 | -0,08 | -0,13 | -0,23 |
| Маса 1000 насінин, г | - | - | - | 0,00 | -0,15 | -0,22 | -0,23 |
| Вміст олії в насінні, % | - | - | - | - | 0,41 | 0,59* | -0,22 |
| Вміст білка, % | - | - | - | - | - | 0,67* | -0,15 |
| Вміст фракції 3,8+, % | - | - | - | - | - | - | -0,10 |

пів сортова мінливість середнього вмісту олії та білка перевищила мінливість за роками. Густота стояння рослин і внесення добрив є технологічними прийомами, за допомогою яких можна суттєво вплинути на рівень прояву цих ознак, що збігається з висновками інших авторів (Killi 2004; Melnyk & Shevchuk 2011; Balalić et al 2016).

Технологічними прийомами, за допомогою яких можна суттєво вплинути на господарські ознаки кондитерських генотипів, є густота стояння рослин і доза добрив. Це збігається з висновками інших авторів. Наприклад Balalić et al. (2016) встановили, що на врожайність і масу 1000 насінин кондитерських гібридів, окрім потенціалу гібрида, суттєво впливає густота стояння рослин.

Результати наших досліджень підтверджують позитивний вплив внесення мінеральних добрив на врожайність і масу 1000 насінин кондитерського соняшника, встановлений іншими авторами (Schultz et al., 2018; Li et al., 2018; Feng et al., 2022).

Отримані нами результати не збігаються з повідомленнями щодо позитивної кореляції між урожайністю соняшнику і масою 1000 насінин (Hladni et al., 2010; Sincik & Goksoy, 2014; Koutroubas & Christos, 2020). За значеннями коефіцієнта кореляції, рівень прояву врожайності визначається не масою 1000 насінин генотипу та не вагою насіння з кошика, а можливо взаємодією цих елементів урожайності.

Висновки. Рівень прояву морфологічних ознак, елементів продуктивності, ознак якості насіння та врожайності насіння досліджених сортів і гібрида соняшнику суттєво варіював залежно від генотипу, року досліджень та застосованого агротехнічного прийому. Висота рослини досягала до 258,9 см у сорту СПК; вага насіння з 1 кошика – до 146,3 г у сорту Запорізький кондитерський; маса 1000 насінин – до 118,3 г у сорту СПК; вміст олії в насінні – до 55 % у сорту Білочка; вміст білка – до 28,5 % у гібрида Гудвін; вихід фракції насіння 3,8+ – до 81,4 % у гібрида Гудвін; урожайність насіння – до 4,24 т/га у сорту Запорізький кондитерський.

Висота рослини найбільшою мірою змінювалася під впливом умов року і сортових особливостей; вага насіння з одного кошика – під впливом густоти стояння рослин, умов року і дози внесення добрив; маса 1000 насінин – під впливом умов року, густоти стояння рослин і сортових особливостей; вміст олії в насінні – під впливом умов року і густоти стояння рослин; вміст білка – під впливом сортових особливостей, умов року і густоти стояння рослин; врожайність насіння – під впливом умов року, густоти стояння рослин і дози внесення добрив.

Установлено позитивну кореляцію між масою 1000 насінин і вагою насіння з кошика ($r=0,75^*$). Доведено відсутність зв'язку між масою 1000 насінин і врожайністю досліджених генотипів.

Наведені загальні тенденції рівня прояву господарських ознак кондитерського соняшника мають сортові особливості, які необхідно враховувати при розробці технологічних карт вирощування.

Бібліографічні посилання:

1. Aldemir, M., Tan A.S. & Altunok, A. (2016). Performance of some confectionary sunflower (*Helianthus annuus* L.) varieties in Aegean region of Turkey. Proceedings of 19th International Sunflower Conference. Edirne, Turkey, 29 May – 2 June, 2016, 563–570.
2. Aliiev, E.B. (2020). Automatic phenotyping test of sunflower seeds. *Helia*, 43 (72), 51–66. doi: 10.1515/helia-2019-0019.
3. Balalić, I, Crnobarac, J, Miklič, V & Radić, V. (2016). Seed yield and protein content in sunflower depending on stand density. *Matica Srpska J. Nat. Sci.* 130, 93–103. doi: 10.2298/ZMSPN1630093B.
4. Chekhova, I. (2022). Sunflower is the main oil crop in Ukraine. *Helia*, 45(77), 167–174. doi: 10.1515/helia-2022-0007.
5. Coêlho, E. D. S., Souza, A. R. E. D., Lins, H. A., Santos, M. G. D., Freitas Souza, M. D., Tartaglia, F. D. L. & Barros Júnior, A. P. (2022). Efficiency of nitrogen use in sunflower. *Plants*, 11(18), 2390. doi: 10.3390/plants11182390.

6. Demir, I. (2021) The evaluation of confectionery sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars and populations for yield and yield components. *International Journal of Agriculture, Environment and Bioresearch*, 06 (01), 179–186. doi: 10.35410/IJAEB.2021.5612
7. Feng, J., Jan, Ch. & Seiler, G. (2022). Breeding, production, and supply chain of confection sunflower in China. *OCL*, 29 (11), 1–13. doi: 10.1051/ocl/2022004.
8. Fick, G. N. & Miller, J. F. (2015). Sunflower breeding. *Sunflower Technology and Production*, 395–439. doi: 10.2134/agronmonogr35.
9. Goksoy A.T. & Turan Z.M. Correlations and path analysis of yield components in synthetic varieties of sunflower (*Helianthus annuus* L.) (2007). *Acta Agronomica Hungarica*, 55(3), 339–345. doi:10.1556/AAgr.55.2007.3.10.
10. Hladni, N., Miklič, V., Jocić, S., Kraljević-Balalić, M. & Škorić, D. (2014). Mode of inheritance and combining ability for plant height and head diameter in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Genetika*, 46(1), 159–168. doi: 10.2298/GENSR1401159H.
11. Humeniuk, A. (2001). Kondyterskiy napriam u selektsii soniashnyku [Confectionery direction in sunflower breeding]. *Propozytsiya*, 3, 38–39 (in Ukrainian).
12. Humeniuk, A. & Fadeiev, A. (2004). Pro stvorennia sortiv soniashnyku kondyterskoho napriamu vykorystannia [About the creation of sunflower varieties for confectionary purposes]. *Propozytsiya*, 2, 30–31 (in Ukrainian).
13. Ilkiv, L. A. (2017). Efektyvnist vyrobnytstva vysokooleinovoho soniashnyku v Ukraini [The efficiency of the production of confectionery sunflower in Ukraine]. *Molodyi vchenyi*, 11 (51), 1171–1174 (in Ukrainian).
14. Jannatdoust, M., Darvishzadeh, R., Ziaefard, R., Ebrahimi, M. A., Maleki, H. H., Gholinezhad, E. & Hatamnia, A. A. (2016). Analysis of genetic diversity and population structure of confectionery sunflower (*Helianthus annuus* L.) native to Iran. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 19, 37–44. doi: 10.1007/s12892-015-0052-6.
15. Joita-Pacureanu, M. (2018). Sunflower seed production and processing in Romania. *International Symposium on confection sunflower technology and production. Symposium abstract*. Wuyuan, China, August 8-10, 70.
16. Killi, F. (2004). Influence of different nitrogen levels on productivity of oilseed and confection sunflowers (*Helianthus annuus* L.) under varying plant populations. *International Journal of Agriculture and Biology*, 6 (4), 594–598.
17. Korkodola, M.M. & Makliak, K.M. (2021). Efektyvnist' zastosovanykh elementiv tekhnolohiyi vyroshchuvannya sonyashnyku kondyters'koho napriamu vykorystannia [Efficiency of the applied elements of the technology of growing sunflower of confectionery direction]. *Naukovo-tekhnichnyy byuletyn Instytutu oliynykh kul'tur NAAN*, 31. Zaporizhzhya, 88–97 (in Ukrainian). doi: 10.36710/ioc-2021-31-08
18. Koutroubas, S. D. & Christos, A. D. (2020). Physiology and yield of confection sunflower under different application schemes of mepiquat chloride *Agriculture*, 10 (1), 15, 1–12.
19. Kyrychenko, V. V., Maklyak, K. M., Kryvosheyeva, O. V., Suprun, O. H., Varenyk, B. F., Krut'ko, V. I., Kutishcheva, N. M. & Vedmedeva, K. V. (2011). Pidsumky ta perspektyvy doslidzhen' z selektsiyi sonyashnyku v Ukrayini [Results and prospects of research on sunflower breeding in Ukraine.]. *Selektsiya i nasinnytstvo*. 11, 3–10 (in Ukrainian). doi: 10.30835/2413-7510.2011.66045
20. Leonova, N. M. (2017) Seleksiia soniashnyku na vykorystannia efektu heterozysu v hibrydiv F₁ kondyterskoho typu [Sunflower breeding with using heterosis effect in confectionery F₁ hybrids]: dys.... kand. s.-h. nauk: 06.01.05. Kharkiv, 2017, 202 (in Ukrainian).
21. Makliak, K. M., Leonova, N. M., Syvenko, V. I. & Udovichenko, A. Yu. (2020). Proiav heterozysu v F₁ hibrydiv soniashnyku kondyterskoho typu [Manifestation of heterosis in F₁ confectionery sunflower hybrids]. *Selektsiya i nasinnytstvo*, 117, 99–109. doi: 10.30835/2413-7510.2020.206994 (in Ukrainian).
22. Melnyk, A. V. & Shevchuk, Yu. V. (2011). Tekhnolohichni aspekty pry vyroshchuvanni kondyterskoho soniashnyku v umovakh Lisostepu Ukrainy [Technological aspects of growing of confectionary sunflower in the conditions of the Forest-steppe of Ukraine]. *Materialy naukovo-praktychnoi konferentsii vykladachiv, aspirantiv ta studentiv Sumskoho NAU (20–29 kvitnya 2011 r.)*. III, 289 (in Ukrainian).
23. Mijić, A., Liović, I., Sudarić, A., Gadžo, D., Duvnjak, T., Šimić, B. & Markulj Kulundžić, A. (2021). Influence of plant density and hybrid on grain yield, oil content and oil yield of sunflower. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 86(1), 27–33.
24. Moiseichenko, V. F. & Yeshchenko, V. O. (1994). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: pidruchnyk* [Basics of scientific research in agronomy: textbook]. K.: Vyscha shkola, 334.
25. Pilorgé, E. Sunflower in the global vegetable oil system: situation, specificities, and perspectives (2020). *OCL*, 27 (34), 1–11. doi: 10.1051/ocl/2020028
26. Polyakov, O., Nikitenko, O. & Rozhkov, V. (2013). Vyroshchuvannya kondyters'koho sonyashnyku [Cultivation of confectionery sunflower]. *Propozytsiya*, 12, 73–74 (in Ukrainian).
27. Puzik, V. K., Petrov, V. M. & Babaryka, Ya. V. (2014). Stan i perspektyvy vyroshchuvannya ta formuvannya rynku soniashnyku v Ukraini [State and prospects of cultivation and formation of the sunflower market in Ukraine]. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba*, 1–18 (in Ukrainian).
28. Rezaizad, A., Arman, S., Sadatasylan, K. & Mansourifar, S. (2022). Effect of plant density and drought stress on important agronomic characteristics of confectionery sunflower. *Environmental Stresses in Crop Sciences*. doi: 10.22077/escs.2021.4177.1985.
29. Rozhkov, A. O., Puzik, V. K. & Kalens'ka, S. M. (2016). *Doslidna sprava v ahronomiyi: navch. posibnyk* [Research work in agronomy: a study guide]. U 2 kn. Kn. 1. Teoretychni aspekty doslidnoyi spravy. Kh., Maydan, 316. (in Ukrainian).
30. Schultz, E., DeSutter, Th., Sharma, L., Endres, G., Ashley, R., Bu, H., Markell, S., Kraklau, A. & Franzen, D. (2018). Response of sunflower to nitrogen and phosphorus in North Dakota. *Agronomy Journal*, 110 (2), 685–695. doi: 10.2134/agronj2017.04.0222

31. Shevchenko, I. & Aliiev, E. (2018) Study of the process of calibration of confectionery sunflower seeds. *Food Science and Technology*, 12 (4), 135–142. doi: 10.15673/fst.v12i4.1209
32. Sincik, M. & Goksoy, A. T. (2014). Investigation of correlation between traits and path analysis of confectionary sunflower genotypes. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici*, 42 (1), 227–231.
33. Škorić, D. (2012). Sunflower breeding. In: *Sunflower Genetics and Breeding*. International Monography. Serbian Academy of Sciences and Arts Branch in Novi Sad, 165–354.
34. Terzić, S., Miklič, V. & Čanak, P. (2017). Review of 40 years of research carried out in Serbia on sunflower pollination. *OCL*, 24 (6), 1–7. doi: 10.1051/ocl/2017049
35. Tovar Hernández, S., Carciocchi, W. D., Diovisalvi, N. V., Izquierdo, N., Wyngaard, N., Barbieri, P. & Calvo, N. I. R. (2023). Does nitrogen fertilization rate, timing, and splitting affect sunflower yield and grain quality? *Crop Science*. doi: 10.1002/csc2.20932.
36. Ziaiefard, R., Darvishzadeh, R. & Bernousi, I. (2016) Study of genetic diversity of agro-morphological traits in confectionary sunflower (*Helianthus annuus* L.) populations using multivariate statistical techniques. *Journal of Crop Breeding*, 8 (17), 54–42. doi: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.54

Korkodola M. M., PhD Student, Plant Production Institute named after V. Ya. Yuriev of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Expression of economic features in confectionary sunflower in the Northern Steppe of Ukraine

Recently, the portion of confectionary sunflower varieties and hybrids has been increasing in the global production. The climate in Ukraine allows harvesting high yields of confectionary sunflower with good technological parameters meeting the confectionary industry requirements. However, farming techniques for large-fruited sunflower have not been fully investigated. Our purpose was to evaluate expression of economic features in confectionary sunflower genotypes and to choose effective agricultural methods of their cultivation.

The article presents results of a 2019–2021 study on expression of morphological traits, plant performance constituents, seed quality characteristics, and seed yield of confectionary sunflower in the Northern Steppe of Ukraine (Dnipropetrovska Oblast).

The following farming methods and their gradations were evaluated: 1) Basic tillage: traditional moldboard plowing – tandem disking of stubble, moldboard plowing to a depth of 22–25 cm; non-moldboard tillage – tandem disking of stubble, non-moldboard tillage to a depth of 25–27 cm. 2) Fertilizers: $N_{20}P_{40}K_{40}$, $N_{40}P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{80}K_{80}$. 3) Plant density: 20,400, 31,700, 40,800 plants/ha. 4) Variety/hybrid: three varieties – populations ('SPK', 'Bilochka' and 'Zaporizkyi Kondyterskyi') and one F1 hybrid ('Hudvin'). 5) Year of trials.

The data indicated that the study location was favourable for harvesting high yields of high-quality confectionary sunflower seeds, but expression of economic characteristics significantly depended on the cultivation methods and weather conditions. The variation ranges (minimum and maximum values) of the morphological traits (plant height, head diameter), plant performance constituents (seed weight per head, thousand seed weight), biochemical qualities of seeds (oil content in seeds, protein content in kernels), technological parameters of seeds (3.8+ seed fraction output), and seed yield were determined in the investigated genotypes. In particular, the largest weight of thousand seeds (122.3 g) was recorded for variety 'SPK' in 2021; the variety was grown according to the 90x90 design (20,400 plants/ha) with application of mineral fertilizers in a dose of $N_{40}P_{60}K_{60}$ and moldboard plowing. The contributions of the farming techniques to the expression levels of the investigated traits and parameters were determined. Relationships between the investigated features were assessed by correlation analysis. It was proven that one should take into account varieties' peculiarities when developing technological charts for confectionary sunflower cultivation.

Key words: confectionary sunflower, variety, hybrid, economic features, tillage, fertilizers, plant density.