

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

КУРТЄВ КОСТЯНТИН КОСТЯНТИНОВИЧ

УДК 633.854.78:631.51:631.582:631.559:631.811/.815(477.7)

ДИСЕРТАЦІЯ

**ЕФЕКТИВНІСТЬ СУЧАСНИХ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ
УКРАЇНИ**

201 Агрономія

Кафедра польових і овочевих культур

Дисертація на здобуття наукового ступення доктор філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
Результатів і тестів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ **К. К. Куртєв**

Науковий керівник: **Щербаков Віктор Якович**, доктор с.-г. наук, професор

Одеса 2026

АНОТАЦІЯ

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктор філософії за спеціальністю 201 Агронімія.

Сучасний рівень виробництва соняшника в Україні характеризується застосуванням різноманітних інновацій: високопродуктивні ІМІ-стійкі гібриди, інтегрований захист рослин від бур'янів, хвороб і шкідників, високопродуктивна техніка, сучасні технології обробітку ґрунту (Strip-till, No-till, Verti-till), нові технології вирощування: Clearfield, Expressun, A.I.R., мультифункціональні рiстрегулюючі препарати і т. ін. Виробники широко застосовують усі інноваційні елементи, але це застосування носить безсистемний характер. Мається на увазі, що ту чи іншу інновацію виробники використовують за рекомендаціями дистриб'ютора, тому що наукових досліджень, присвячених порівняльній оцінці різних рекомендацій майже немає, або вони не орієнтовані на вузький спектр інновацій.

Серед усіх елементів переліченого комплексу інновацій найбільш впливовим на умови життя рослин є ґрунтообробіток, який здійснюється сучасними агрегатами, які відсутні в наукових установах. Разом з вибором генотипу, який тепер визначає не лише сортогібридні особливості, а й саму технологію, цей дует факторів представляє безумовний інтерес і є актуальним напрямком досліджень.

Полеві дослідження було проведено на полях ТОВ «Колос» Роздільнянського району Одеської області протягом 2023-2025 рр. Автор висловлює подяку за надану можливість використання різноманітної дороговартісної техніки і земель директору ТОВ Юрію Вікторовичу Яловчуку, без підтримки якого ці дослідження були б неможливі.

Ґрунти дослідних ділянок представлені звичайним чорноземом з вмістом гумусу 4,0-4,2%, рН – 7,8-8,2 та загальною шпаруватістю 57-58%.

За погодними умовами роки досліджень суттєво відрізнялись: 2023 р. одержав оцінку 17 балів; 2024 – 14, а 2025 – лише 8 балів, тобто перші 2 роки були середньосприятливими, а 2025 – вкрай несприятливими.

Схема польового двохфакторного дослідю передбачає вивчення чотирьох систем ґрунтообробітку і двох технологій:

Технологія обробітку ґрунту (Фактор А):

- 1) Безполицевий, на глибину 30 см. Обробка стерньовим культиватором Horsch Tiger 6MT;
- 2) Вертикальний, на глибину до 20см. Verti-till обробіток агрегатом Salford 7000;
- 3) Мінімальний, на глибину 8-10см. Дискування дискатором Qualidisc 7000 (контроль);
- 4) Strip-till, на глибину до 20см.Прямий висів посівним комплексом Mzuri Pro-til 6T;

Технологія вирощування (Фактор В):

- 1) Clearfield технологія з гібридом P64LP130;
- 2) Classic технологія з гібридом NK Kondi.

Повторення у досліді чотирьохразова, ділянки розташування із елементами рендомізації, площа дослідної ділянки становила 12000 м², а облікова – 560 м².

Показано, що фактори дослідю суттєво впливають на широкий спектр екологічних умов, зокрема:

- запас продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту у варіантах із Strip-till обробітком під час проходження соняшником найбільш відповідальних фаз розвитку перевищував контроль на 6,5-12,3% і лише в кінці вегетації ця перевага зникала;
- найбільш економічним витрачанням води на утворення фітомаси і насіння характеризуються посіви соняшника за класичною технологією, у яких коефіцієнт водоспоживання був на 69 пунктів меншим, ніж за технології Clearfield;
- за рахунок застосування Verti-till, Strip-till систем створюється посівний шар ґрунту з щільністю, який перевищує варіант мінімальної обробітку з дискатором Qualidisc 7000 на 0,09 г/см³ (8,0%), що забезпечує зменшення

загальної шпаруватості у посівному шарі на 2,8%. Водночас позитивно змінюється співвідношення капілярних і некапілярних пор (40,2 та 8,4% проти 29,4 та 22,0% на контролі);

- за потенційною забур'яненістю дослідні поля характеризувались середнім рівнем з наявністю у шарі 0-20 см 39,8-41,2 тис. насінин бур'янів на 1 м²;
- при застосуванні технології Clearfield рівень забур'яненості менший, ніж за класичної технології: середня кількість однорічних бур'янів становила відповідно 6,0 і 8,8 шт./м², а багаторічних – 0,8 і 2,1 шт./м². Ще більш висока перевага Clearfield простежується за сухою біомасою бур'янів, яка становила у першому випадку 1,7-6,1, а у другому – 6,1-11,9% від загальної біомаси фітоценозу.

Спостереження за ростом рослин соняшника показали, що той позитивний вплив, що створила Strip-till технологія у вигляді важливих екологічних показників реалізується і на показниках росту рослин, зокрема на довжині їх стебла: у порівнянні з контролем ця технологія призвела до зростання цього показника на 4-6 см. Оскільки довжина стебла має прямий кореляційний зв'язок з урожаєм надземної біомаси, то і рівень цього показника був зрозумілим.

По рокам технологія мала неоднаковий вплив: у 2023 р. перевагу як за сирою, так і за сухою біомасою забезпечила класична технологія з гібридом Р64LP130, а у 2024 і 2025 рр. – перевага була на боці Clearfield технології. Цікаво, що об'ємна маса посіву по фазам розвитку коливається у доволі вузькому діапазоні: сира – від 0,77 до 1,14, а суха – від 0,24 до 0,33 кг/м³. За цим показником кращою була Clearfield технологія, а по системам обробітку ґрунту суттєвої різниці не зафіксовано (0,2-0,3 по сирій і 0,06-0,10 кг/м² по сирій), що не перевищує НІР.

Вивчення кореневої системи соняшника показало, що вона має певні особливості:

- 1) глибоке проникнення (до 20 см);
- 2) основна частина коренів розташована не у шарі 0-10 см, як у інших культур, а у 10-20 см;

3) стрижневий корінь проникає вглиб на 40-50 см.

Гібрид NK Kondi розвиває більш потужну кореневу систему з перевагою маси коренів над P64LP130 у 6,7%. Під дією Strip-till та Verti-till систем обробітку зростає не лише загальна маса коренів, але й підвищується показник їх продуктивності. У середньому за 2 роки за цих систем обробітку продуктивність коренів становила 2,54-2,55 кг/кг, тоді як у контролі цей показник поступався на 0,18-0,19 кг/кг, або на 5,9%.

Вивчення особливостей фотосинтетичної діяльності рослин зосереджувалось на визначенні динамічних показників площі листя з послідовними розрахунками фотосинтетичного потенціалу (ФП) та чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ). Ці дослідження показали, що площа листової асимілюючої поверхні досягає максимуму у фазі цвітіння і частина листя (10-13%) залишається фотосинтетично активними до фізіологічної стиглості насіння, причому класичний гібрид має вищу швидкість усихання листя і на фазу фізіологічної стиглості у нього залишається лише 3-6% зелених листків.

Системи Verti-till та Strip-till забезпечили формування максимальної площі листя з перевагою над контролем 12-13%. За величиною ФП вивчені технології майже не відрізнялись, а за ЧПФ прослідкувати якусь закономірність було неможливо. Максимальний вміст хлорофілу зафіксовано у фазі цвітіння за системами Verti-till та Strip-till, причому вміст хлорофілу «в» був стабільним, а хлорофіл «а» зростав майже удвічі.

Проведений цикл спостережень і підрахунків щодо формування генеративного апарату соняшника дав можливість зробити висновок про можливість використання показника кількості приквітників для раннього прогнозування продуктивності. За кількістю трубчастих квіток у кошику виявлена перевага гібрида NK Kondi, який у середньому за 3 роки сформував їх на 3,2% більше.

Підрахунки повноцінно розвинених насінин у кошику (індивідуальна продуктивність) показали, що за технологією обробітку ґрунту Strip-till не лише

зростає кількість трубчастих квіток, але й досягається максимальний рівень реалізації потенційної продуктивності: перевага над контролем досягала 8%. За технологіями Verti-till та Strip-till спостерігалось зростання діаметра кошика на 1,2-1,4 см, але у цьому разі щільність кошика (кількість насінин на 1 см²) була меншою і це теж можна вважати за позитивний момент, бо надмірна щільність – це погіршення умов розвитку насіння.

Облік урожайності показав, що у перерахунку на чисту і суху масу цей показник менше, ніж біологічна урожайність на розмір втрат при час збирання.

Максимального рівня урожайності з базисними показниками вологості і засміченості у середньому за 3 роки досягнуто за прямого висіву соняшника за технологією Strip-till посівним комплексом Mzuri Pro-til 6T, який забезпечив приріст у порівнянні з контролем 13,2% за Clearfield та 15,5 – за Classic технологіями.

Середній рівень урожайності за класичною технологією був на 4,6% вищим, ніж Clearfield, але цьому сприяли більш сприятливі умов в 2023 та 2024 рр., бо у посушливому 2025 р. спостерігалось зворотне явище: урожайність за Clearfield технологією була на 17,2% вищою за Classic. Показано, що співвідношення насіння:листочестеблова маса у гібрида NK Kondi було вужчим (1:1,10 проти 1:1,16 у P64LP130).

Лабораторні дослідження показали, що вивчені фактори впливають не лише на кількісні (рівень урожайності), але й якісні показники, а саме:

- об'ємна маса насіння (натура) у обох гібридів зростає на 23-24 г/л;
- лущинність насіння при застосуванні прямого висіву посівним комплексом Mzuri Pro-til 6T за технологією Strip-till зменшується у порівнянні з контролем на 1,2-1,3%;
- особливо важливою зміною якості насіння є зростання його олійності у варіанті з Strip-till технологією на 1,0-1,1%;

- білковість насіння по варіантам дослідів мала несуттєві коливання, але по рокам чітко простежується перевага показників у посушливому 2025 р., коли вміст сирого білку був на 1,5-1,8% вище, ніж у 2023 та 2024 рр.;
- за вмістом лінолевої кислоти олія з гібриду P64LP130 перевищувала NK Kondi на 4%. Серед технологій обробітку ґрунту знову ж таки перевага була на боці Strip-till (1,3-1,5%).

Економіко-енергетичний аналіз виробництва соняшника дозволяє зробити такі заключення:

- за основними економічними показниками перевага зафіксована за варіантом з технологією Strip-till і класичної технології. У цьому разі одержано максимальний рівень чистого прибутку (28660 грн/га), найнижчу собівартість продукції (13266 грн/т) та найвищий рівень рентабельності (80,9%);
- окупність енерговитрат на виробництво енергоємністю одержаної продукції виявилась дуже низькою: біоенергетичний коефіцієнт не перевищував 1,32, що свідчить актуальність пошуку менш енерговитратних інновацій.

В якості рекомендацій виробництву пропонується застосовувати як Clearfield, так і Classic технології, віддати перевагу першій на менш окультурених полях з недостатньою вологозабезпеченістю. В усіх випадках рекомендовано замість традиційних культивуацій і дискувань застосовувати Verti-till і Strip-till обробітки.

Ключові слова: соняшник, ІМІ-стійкі гібриди, Clearfield, Classic технологія, Verti-till, Strip-till обробіток ґрунту, фотосинтетичні показники соняшника, забур'яненість посівів, урожайність біологічна і фактична, якісні показники, економіка виробництва, енергетичний аналіз, агроценоз, якість продукції, якість насіння, система основного обробітку ґрунту, елементи технології вирощування, продуктивність соняшнику, ефективність систем обробітку ґрунту, південний Степ України, землеробство.

ABSTRACT

The dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 06.00.09 Crop Production (201 Agrarian Sciences and Food), Odesa State Agrarian University, Odesa, 2026.

The current level of sunflower production in Ukraine is characterized by the use of various innovations: high-yield IMI-resistant hybrids, integrated plant protection against weeds, diseases and pests, high-performance machinery, modern tillage systems (Strip-till, No-till, Verti-till), new cultivation technologies such as Clearfield, ExpressSun and A.I.R., multifunctional plant growth regulators and others. Producers widely apply all innovative elements; however, this application is unsystematic. This means that one or another innovation is used according to distributor recommendations because scientific studies devoted to a comparative evaluation of different recommendations are almost absent or are focused on a narrow range of innovations.

Among all elements of the listed innovation complex, tillage has the greatest impact on plant living conditions, as it is carried out using modern implements that are not available in research institutions. Together with the choice of genotype, which now determines not only varietal and hybrid characteristics but also the technology itself, this pair of factors is of unquestionable interest and represents a relevant research direction.

Field experiments were conducted on the fields of LLC “Kolos” in Rozdilna District of Odesa Region during 2023–2025. The author expresses gratitude to the director of the LLC, Yurii Yalovchuk, for providing the opportunity to use various expensive machinery and land, without whose support these studies would have been impossible.

The soils of the experimental plots were represented by ordinary chernozem with a humus content of 4.0–4.2%, pH 7.8–8.2 and total porosity of 57–58%.

According to weather conditions, the research years differed significantly: 2023 received a score of 17 points, 2024 – 14 and 2025 – only 8 points, that is the first two years were moderately favorable while 2025 was extremely unfavorable.

The scheme of the two-factor field experiment included the study of four tillage systems and two technologies.

Soil tillage technology (Factor A):

1. Non-inversion tillage to a depth of 30 cm. Stubble cultivation with the Horsch Tiger 6MT;
2. Verti-till tillage with the Salford 7000 implement;
3. Minimum tillage. Disk tillage with the Qualidisc 7000 disk harrow (control);
4. Strip-till. Direct drilling with an Mzuri Pro-Til 6T seeding complex.

Cultivation technology. (Factor B):

1. Clearfield technology with the hybrid P64LP130;
2. Classic technology with the hybrid NK Kondi.

The experiment had four replications, plot arrangement was randomized, the gross plot area was 12,000 m² and the accounting plot area was 560 m².

It was shown that the experimental factors significantly affect a wide range of environmental conditions, in particular:

- the reserve of available moisture in the one-meter soil layer under Strip-till during the most critical growth stages of sunflower exceeded the control by 6.5–12.3% and only at the end of the growing season did this advantage disappear;
- the most economical water uses for phytomass and seed formation was characteristic of sunflower crops under the Classic technology, where the water consumption coefficient was 69 units lower than under the Clearfield technology;
- due to the use of Verti-till and Strip-till systems, a seedbed layer with higher bulk density is formed compared with the Qualidisc 7000 control by 0.09 g/cm³ (8.0%), which ensures a decrease in total porosity of the seedbed layer by 2.8%. At the same time, the ratio of capillary to non-capillary pores changes positively (40.2 and 8.4% versus 29.4 and 22.0% in the control);
- in terms of potential weed infestation, the experimental fields were characterized by a medium level with 39.8–41.2 thousand weed seeds per 1 m² in the 0–20 cm soil layer;

- under the Clearfield technology, weed infestation was lower than under the Classic technology: the average number of annual weeds was 6.0 and 8.8 plants/m² respectively and perennial weeds 0.8 and 2.1 plants/m². An even greater advantage of Clearfield was observed for weed dry biomass, which accounted for 1.7–6.1% in the first case and 6.1–11.9% in the second of the total phytocenosis biomass.

Observations of sunflower plant growth showed that the positive effect created by the Strip-till system in terms of key environmental indicators was also reflected in growth parameters, in particular stem length, which increased by 4–6 cm compared with the control. Since stem length has a direct correlation with aboveground biomass yield, the level of this parameter was expected.

By years, the effect of technology differed: in 2023, the Classic technology with the hybrid P64LP130 provided an advantage in both fresh and dry biomass, while in 2024 and 2025 the advantage was on the side of the Clearfield technology. It is noteworthy that crop bulk density by growth stages varied within a rather narrow range: fresh biomass from 0.77 to 1.14 and dry biomass from 0.24 to 0.33 kg/m³. According to this indicator, the Clearfield technology was superior, while among tillage systems no significant differences were recorded (0.2–0.3 for fresh biomass and 0.06–0.10 kg/m² for dry biomass), which did not exceed the LSD.

The study of the sunflower root system showed that it has specific features:

- deep penetration up to 200 cm;
- the main root mass is located not in the 0–10 cm layer as in other crops but in the 10–20 cm layer;
- the taproot penetrates to a depth of 40–50 cm.

The hybrid NK Kondi develops a more powerful root system with root mass exceeding that of P64LP130 by 6.7%. Under Strip-till and Verti-till systems, not only total root mass increases but also root productivity. On average over two years, root productivity under these systems was 2.54–2.55 kg/kg, while in the control this indicator was lower by 0.18–0.19 kg/kg or 5.9%.

The study of photosynthetic activity focused on determining dynamic indicators of leaf area followed by calculations of photosynthetic potential (PP) and net photosynthetic productivity (NPP). These studies showed that leaf assimilating surface area reaches a maximum at the flowering stage and part of the leaves (10–13%) remains photosynthetically active until physiological seed maturity. The Classic hybrid had a higher rate of leaf senescence and at physiological maturity retained only 3–6% of green leaves.

Verti-till and Strip-till systems ensured the formation of the maximum leaf area with an advantage over the control of 12–13%. In terms of PP, the studied technologies differed little, while for NPP chaotic variation was observed with no clear pattern. The maximum chlorophyll content was recorded at the flowering stage under Verti-till and Strip-till systems, with chlorophyll b remaining stable and chlorophyll a increasing almost twofold.

The conducted cycle of observations and calculations on the formation of the generative apparatus of sunflower allowed the conclusion that the number of involucre bracts can be used for early productivity forecasting. By the number of tubular florets per head, the hybrid NK Kondi showed an advantage, forming on average 3.2% more over three years.

Counts of fully developed seeds per head (individual productivity) showed that under the Strip-till system not only did the number of tubular florets increase but also the maximum realization of potential productivity was achieved, with an advantage over the control of up to 8%. Under Verti-till and Strip-till systems, head diameter increased by 1.2–1.4 cm but head density (number of seeds per 1 cm²) was lower, which can also be considered positive since excessive density worsens seed development conditions.

Yield accounting showed that biological sunflower yield was almost equal to bunker mass, as the absence of losses in biological yield was compensated by increased moisture content and contamination of the bunker mass. Under Verti-till and Strip-till systems, biological yield exceeded the control by 12–16%.

The maximum yield level with standard moisture and contamination indicators averaged over three years was achieved under direct sowing of sunflower with the Mzuri Pro-Til 6T seeding complex, which provided an increase compared with the control of 13.2% under Clearfield and 15.5% under Classic technologies.

The average yield level under the Classic technology was 4.6% higher than under Clearfield, due to the more favorable years 2023 and 2024, whereas in the dry 2025 the opposite was observed: yield under the Clearfield technology was 17.2% higher than under Classic. It was shown that the seed to straw ratio in the hybrid NK Kondi was narrower (1:1.10 versus 1:1.16 in P64LP130).

Laboratory studies showed that the studied factors affect not only quantitative indicators (yield level) but also qualitative traits, namely:

- seed bulk density in both hybrids increased by 23–24 g/L;
- seed hull content under direct sowing with the Mzuri Pro-Til 6T seeding complex decreased compared with the control by 1.2–1.3%;
- a particularly important quality change was the increase in oil content under the Strip-till system by 1.0–1.1%;
- seed protein content across treatments showed insignificant variation but by years a clear advantage of the dry 2025 was observed, when crude protein content was 1.5–1.8% higher than in 2023 and 2024;
- in terms of linoleic acid content, oil from the hybrid P64LP130 exceeded NK Kondi by 4%. Among tillage systems, the advantage again belonged to Strip-till (1.3–1.5%).

Economic and energy analysis of sunflower production allows the following conclusions:

- according to key economic indicators, the advantage was recorded for the variant with the Strip-till system and the Classic technology, where the maximum net profit (28,660 UAH/ha), the lowest production cost (13,266 UAH/t) and the highest profitability level (80.9%) were obtained;

- the payback of energy inputs by the energy content of the obtained products was very low, as the bioenergetic coefficient did not exceed 1.32, indicating the relevance of searching for less energy-intensive innovations.

As recommendations for production, it is proposed to use both Clearfield and Classic technologies, giving preference to the former on less cultivated fields with insufficient moisture supply. In all cases, it is recommended to replace traditional cultivations and diskings with Verti-till and Strip-till tillage.

Keywords: sunflower, IMI-resistant hybrids, Clearfield, Classic technology, Verti-till, Strip-till soil tillage, photosynthetic parameters of sunflower, weed infestation of crops, biological and actual yield, quality indicators, production economics, energy analysis, agrocenosis, product quality, seed quality, primary tillage system, elements of cultivation technology, sunflower productivity, efficiency of tillage systems, Southern Steppe of Ukraine, agriculture.

СПИСОК ОПУБЛЮКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в фахових наукових виданнях України:

1. **Куртєв К.**, (особистий внесок 80% авторства – ідея, виконання наукового дослідження, науково-пошукові роботи) Щербаков В., Рудік О. (10% - підготовка матеріалу). «Порівняльна оцінка сучасних інноваційних технологій обробітку ґрунту під соняшник в умовах південного степу. Журнал: «Таврійський аграрний вісник». 2025. №142, (1). С. 158-166. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.1.20>
2. **Куртєв К.К.** (особистий внесок 90% авторства – ідея, виконання наукового дослідження, науково-пошукові роботи), Домарацький Є.О. (10% - підготовка матеріалу). Забур'яненість посівів і продуктивність соняшника за класичною та Clearfield-технологіями. Журнал: «*Plant Varieties Studying and protection*». 2025. Т.21, №4. С. 212-219. DOI: <https://doi.org/10.21498/2518-1017.21.4.2025.346229>
3. **Куртєв К.К.** (особистий внесок 100% авторства) Продуктивність соняшника залежно від інноваційних систем обробітку ґрунту та технології вирощування. Журнал: «Таврійський науковий вісник». 2026. №2 (147). С. 3-12. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.1>
4. **Куртєв К.К.**, (особистий внесок 90% авторства – ідея, виконання наукового дослідження, науково-пошукові роботи) Руденко В.А. – (10% підготовка матеріалу). Особливості формування кореневої системи та продуктивності соняшнику залежно від обробітку ґрунту і технології вирощування. Журнал: «Вісник аграрної науки». 2026. №. 3 (876) С. 13-20. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202603-02>

Тези наукових доповідей

5. **Куртєв К.К.**, Щербаков В.Я., Руденко В.А. Водоспоживання і урожайність соняшника за різних систем обробітку ґрунту. *Ротмістровські читання. Частина 2: Технології вирощування сільськогосподарських культур та трансформація властивостей ґрунту в умовах змін клімату: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої до 130-річчя*

заснування Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції. Одеса, 2025. URL: <https://icsanaas.com.ua/wp-content/uploads/2026/02/Збірник-матеріалів-конференції-25-вересня-2025-року-Одеська-ДСДС-ІКОСГ-НААН.pdf> (Здобувачем отримано експериментальний матеріал, на основі якого підготовлено тези).

6. **Куртєв К.К.**, Щербаков В.Я., Руденко В.А. Урожайність соняшнику в залежності від сучасних систем обробітку ґрунту. Роль бавовнику та інших технічних культур для сільськогосподарського виробництва в умовах зміни клімату : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Одеський національний економічний університет. Одеса, 2025. URL: <https://icsanaas.com.ua/wp-content/uploads/2026/01/Збірник-матеріалів-конференції-15-жовтня-2025-року.pdf> (Здобувачем отримано експериментальний матеріал, на основі якого підготовлено тези).

7. **Куртєв К. К.**, Щербаков В. Я., Руденко В. А. Вплив систем обробітку ґрунту на водний режим соняшника в умовах змін клімату. Адаптація агровиробництва до змін клімату та ґрунтової родючості: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. ДУ «Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН України». Миколаїв, 2025. URL: <https://icsanaas.com.ua/wp-content/uploads/2026/02/Збірник-матеріалів-конференції-9-жовтня-2025-рокуМиколаївська-ДСДС-ІКОСГ-НААН.pdf> (Здобувачем отримано експериментальний матеріал, на основі якого підготовлено тези).

ВСТУП.....	18
РОЗДІЛ 1.....	24
СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ПРОГРАМНИХ ПИТАНЬ.....	24
1.1. Роль соняшника в системі аграрного виробництва України	24
1.2. Ботаніко–біологічна характеристика соняшника.....	30
1.3. Сутність інноваційних технологій вирощування соняшника.....	37
1.4. Особливості обробітку ґрунту за інноваційними технологіями.....	42
Висновки до розділу 1.	50
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	51
2.1. Ґрунтово–кліматична характеристика зони дослідів	51
2.2. Характеристика ґрунтів дослідних ділянок.....	55
2.3. Погодні умови в роки досліджень.....	58
Висновки до розділу 2.	66
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	67
3.1. Мета і завдання досліджень	68
3.2. Загальнометодичні питання	68
3.3. Методика супутніх досліджень	72
3.4. Характеристика гібридів, що вивчались у досліді.....	79
3.5. Агротехніка у досліді.....	81
Висновки до розділу 3.	83
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	84
4.1. Характеристика екологічних умов залежно від систем обробітку ґрунту	84
4.1.1. Водний режим ґрунту.....	84
4.1.2. Щільність ґрунту	92
4.1.3. Особливості забур'яненості посівів.....	95
Висновки до підрозділу 4.1.	101
4.2. Особливості лінійного росту рослин та формування надземної і кореневої біомаси.....	103
4.2.1. Довжина стебла.....	103
Висновки до підрозділу 4.2.	112
4.3. Формування кореневої системи соняшника	114

Висновки до підрозділу 4.3.	122
4.4 Фотосинтетична діяльність посівів соняшника	123
Висновки до підрозділу 4.4	132
4.5. Особливості формування генеративних органів рослин соняшника.....	132
Висновки до підрозділу 4.5.	141
4.6. Урожайність соняшника залежно від технології обробітку ґрунту і технології вирощування	143
Висновки по підрозділу 4.6.	154
4.7. Якість одержаної продукції.....	155
4.7.1. Фізичні показники якості	156
4.7.2. Технологічні показники якості	160
Висновки до підрозділу 4.7	168
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА І БІОЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИВЧЕНИХ ФАКТОРІВ.....	170
5.1. Економічна ефективність.....	170
5.2. Біоенергетична ефективність інноваційних елементів технології вирощування соняшника	175
Висновки до розділу 5.	178
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	179
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	183
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	184
ДОДАТКИ.....	205

ВСТУП

Останні 35 років характеризуються стрімким зростанням посівних площ і валових зборів соняшника в Україні. Якщо взяти 80–ті роки минулого століття, то у ті часи соняшник в Україні вирощували стабільно на площі 1,4–1,5 млн. гектарів, мали середню урожайність 11–12 ц/га і відповідно валовий збір був в межах 1,6–1,7 млн. т. Починаючи з 1990 року, площі під цією культурою почали зростати і вже у 2000 році досягли 3 млн. га. Але на цьому процес не зупинився. До 2015 року соняшник стали висівати не лише у традиційних регіонах, а в усіх ґрунтово–кліматичних зонах країни. Посівна площа за цей час перетнула межу 5 млн. га і Україна стала найпотужнішим експортером соняшника у світі.

Дуже цікавим є той факт, що разом із зростанням посівних площ спостерігалось постійне збільшення урожайності, яка зараз стабілізувалась на рівні 2,1–2,5 т/га, тобто у 2 рази більше, ніж за радянських часів. Цей феномен можна пояснити безпрецедентним впровадженням у технологію цієї культури різноманітних інновацій:

- створення нового покоління гетерозисних гібридів, які мають потенціальну урожайність 4–5 т/га;
- залучення у технологічний процес нової високопродуктивної техніки для обробітку ґрунту, внесенню добрив, догляду за посівами і збирання урожаю;
- розробка інноваційних технологій вирощування соняшника (Clearfield, express sun та A.I.R.);
- оптимізація системи удобрення;
- застосування мультифункціональних рістрегуляційних препаратів
- інтегрована система захисту рослин від бур'янів, шкідників і хвороб;
- нові системи ґрунтообробітку (No–till, Mini–till, Strip–Till , Verti–till).

Безумовно, що лише такий комплекс оптимізації елементів технології дав результат, який можна назвати революційним.

Актуальність теми. Треба відзначити, що весь цей комплекс в основному не є досягненням аграрної науки України, бо його запозичено в різних країнах світу і представлено для споживання чисельними дистриб'юторами світових фірм. Таким чином, виробники обирають будь-які інновації лише на підставі реклами фірм, у той час як дослідження у специфічних умовах України з визначення ефективності інноваційних елементів технології практично не проводиться, або їх дуже обмежена кількість.

Серед усіх перелічених елементів інноваційного комплексу найбільш впливовим на умови життя рослин є ґрунтообробіток, який через осередкові механізми може впливати на усі фактори життя рослин протягом усієї вегетації. Разом з вибором генотипу, який тепер визначає не лише сортогібридні особливості, а й саму технологію, цей дует факторів представляє безумовний інтерес і є актуальним напрямком досліджень.

Зв'язок роботи з науковими програмами, темами. Дана робота є складовою частиною досліджень кафедри польових та овочевих культур Одеського державного аграрного університету, визначення науковою тематикою: «Формування стабілізуючих елементів систем землеробства шляхом оптимізації агрозаходів та застосування поліфункціональних препаратів в умовах кліматичних змін» (номер державної реєстрації ... 0125U002489...) і виконувалась як авторська ініціатива.

Мета і завдання досліджень. Метою даної роботи є пошук оптимальної технології обробітку ґрунту серед найбільш розповсюджених інновацій, які включають безполицевий обробіток, мінімальний обробіток (традиційне дискування), сучасний вертикальний обробіток (Verti-till), смугову технологію Strip-Till, які сьогодні застосовують під соняшник на 80% посівних площ.

Окрім цього програмою передбачалось дати порівняльну оцінку ефективності інноваційної Clearfield і традиційної класичної технології із застосуванням ґрунтових гербіцидів.

Для досягнення цієї мети програмою досліджень було передбачено вирішити такі конкретні завдання:

- на основі водного балансу ґрунту розрахувати коефіцієнт водоспоживання для характеристики особливостей використання вологи;
- дати розгорнуту характеристику бур'яної рослинності, як складової агрофітоценозу, з метою порівняння Clearfield і Classic технологій;
- визначити особливості формування кореневої маси і її розташування по ґрунтовому профілю;
- охарактеризувати вплив вивчених факторів на вміст хлорофілу і його фракційний склад;
- прослідкувати за формуванням генеративних органів і порівняти потенційну та фактичну урожайності соняшника з аналізом річних особливостей з визначенням фізичних і технологічних показників якості продукції;
- зробити розрахунки основних економічних показників на підставі калькуляції реальних виробничих витрат.

Об'єкт досліджень. Вплив систем інноваційного обробітку ґрунту і технологій (Clearfield та Classic) на екологічні фактори життя рослин та особливості їх росту і розвитку.

Предмет досліджень. 2 гібриди соняшника, їх реакція на досліджувані фактори, формування урожаю і показників якості продукції, економічна і біоенергетична ефективність, аналіз ґрунту, ріст і розвиток рослин.

Методи досліджень. Для реалізації програми досліджень використовували такі методи:

- польовий для спостереження за умовами навколишнього середовища та особливостями росту і розвитку рослин;
- візуальний для визначення фенологічних змін рослин;
- вимірювально–ваговий для характеристики продукційного процесу;

- аналітичний для характеристики якісних показників продукції і деяких фізіологічних властивостей;
- розрахунковий для визначення вторинних показників (коефіцієнт водоспоживання, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу, продуктивність кореневої системи, об'ємна маса посіву і т.д.);
- розрахунково–порівняльний для економічної та біоенергетичної оцінки вивчених заходів;
- математично–статистичний для проведення дисперсійного аналізу з метою визначення достовірності різниць між варіантами досліду, а також для пошуку кореляційних зв'язків, їх напрямку і тісноти.

Наукова новизна одержаних результатів. Проведено піонерську роботу з порівняльної оцінки інноваційних систем ґрунтообробітку та інноваційної технології Clearfield з класичною технологією. До вивчення уперше були залучені такі технології ґрунтообробітку:

- стерньовий культиватор Horsch Tiger 6MT для обробітку.
- агрегат Salford 7000, що забезпечує Verti-till технологію;
- дискатор Qualidisc 7000, як контроль; - мінімальний обробіток.
- посівний комплекс Mzuri Pro-til 6T, який забезпечує Strip-till обробіток.

Практичне значення одержаних результатів. Одержано чітке уявлення про ефективність Clearfield і Classic технологій, яка стверджує про їх відносну рівність. Але за середніми даними перевага все ж таки зафіксована на боці класичної технології. Отримані результати мають перспективи широкого практичного застосування. Для виробників це означає можливість і доцільність застосування обох варіантів.

Важливим елементом практичного значення є рекомендація при вирощуванні соняшника застосувати Strip-till та Verti-till технології, тобто посівний комплекс Mzuri Pro-till та агрегат Salford 7000.

Матеріали досліджень вибірково можуть бути використані для розробки рекомендацій, написанні підручників, при проведенні занять у аграрних навчальних закладах

Особистий внесок здобувача. Здобувач є автором ідеї досліджень і напрямку досліджень. Дисертаційна робота - це самостійно виконане і опрацьоване дослідження. Автор провів аналіз літературних джерел вітчизняних і світових науковців, разом з керівником розробив програму і методику, закладав польові досліді, відбирав зразки ґрунту і рослин для аналізів, проводив математичну обробку експериментальних матеріалів, підготував дисертаційну роботу, опублікував основні положення дисертації у фахових виданнях, розробив рекомендації виробництву і впровадив кращі варіанти.

Апробація результатів досліджень. Основні положення і результати дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися: на звітних конференціях професорського–викладацького складу агробіотехнологічного факультету Одеського державного аграрного університету, м. Одеса, 2023–2025 рр.), на Днях поля: IV Всеукраїнська науково-практична конференція «Аграрна наука: Стан та перспективи розвитку» 28 листопада 2024 року м. Одеса.; Польовий семінар на тему: «Технологія захисту та Живлення Соняшнику, Кукурудзи і Ріпаку в умовах південного степу Одеської області» 11.06.2024 року, с. Вишневе, Роздільнянський р-он., Одеська обл, ТОВ «Колос»; Проведення конференції для Агрономів на тему: «Оптимальні системи захисту та живлення для соняшнику та ріпаку» 16.01.2024 р. м. Одеса; Участь у польовому семінарі на тему: «Технологія захисту та Живлення Кукурудзи і Соняшнику в умовах південного степу Одеської області» 04.08.2023 року, м. Сарата, Одеська обл, Демо Поле BASF; Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених , присвячена до Дня науки в Україні «Формування інноваційних агротехнологій в умовах змін клімату для забезпечення сталого розвитку агропромислового комплексу України», 19 травня 2023 року м. Одеса; Виїзний семінар на тему: Технологія вирощування Соняшнику та ріпаку (системи

обробітку ґрунту, системи захисту від шкідників і хвороб) село Старі Маяки, Одеська обл. 04.09.2025.

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 4 наукових праць категорії В у наукових фахових виданнях та 3 тези доповідей за темою дисертаційних досліджень.

Робота викладена на 221 сторінках комп'ютерного набору і включає «Вступ» та 5 розділів, «Висновки» та «Рекомендацій виробництву».

РОЗДІЛ 1.

СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ПРОГРАМНИХ ПИТАНЬ

1.1. Роль соняшника в системі аграрного виробництва України

Соняшник є однією з найважливіших сільськогосподарських культур України. За обсягами вирощування та експорту соняшникової олії Україна стабільно утримує світове лідерство протягом останніх двох десятиліть, забезпечуючи 40–55 % світового експорту цього продукту [1]. Культура відіграє визначну роль у торгівельному агросекторі і показує найвищу рентабельність серед польових культур.

Згідно з історичними та ботанічними джерелами, батьківщиною соняшнику є Північна та Центральна Америка. Його першими одомашнили корінні народи американського континенту ще в 3–му тисячолітті до н.е. Індіанці активно вирощували цю культуру: насіння смажили, варили, перемелювали на борошно, а згодом навчилися отримувати з нього олію. Ймовірно, соняшnikова олія використовувалася в давні часи не лише в їжу, а й як засіб догляду за шкірою і волоссям, а також під час різних обрядів і ритуалів [3].

З погляду конкурентоспроможності, виробництво насіння соняшнику залишається для сільськогосподарських підприємств України одним із найприбутковіших видів діяльності протягом останніх років. Це зумовлено стабільно високим попитом на насіння та соняшникову олію як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. Попит на цю продукцію практично не реагує на зростання цін (коефіцієнт еластичності за ціною близький до нуля). Водночас у останні роки спостерігається зниження рівня рентабельності вирощування соняшнику. Основними причинами є зростання собівартості виробництва через використання дорожчого насінневого матеріалу та підвищення загального рівня культури землеробства (посилений захист рослин, внесення добрив тощо) [2].

Сучасні напрями розвитку та підвищення ефективності виробництва й переробки соняшнику треба розглядати в поєднанні виробничо–економічного вдосконалення з дотриманням екологічних обмежень та гарантуванням високої

екологічної якості продукції. Нераціональні технології неминуче призводять до зниження врожайності, погіршення якості насіння й олії, а водночас спричиняють серйозну деградацію ґрунтів, забруднення довкілля та втрату природних ресурсів. Усе, представлене вище, породжує додаткові витрати, різко зменшує рентабельність і суттєво обмежує довгострокові можливості розвитку аграрних підприємств. Пріоритетом стратегії має стати системне впровадження інновацій на всіх етапах – від вирощування до переробки соняшнику – за умови суворого дотримання екологічних вимог [4, 141].

Між тим, Україна посідає лідируючі позиції у світі за обсягами експорту насіння соняшнику та соняшникової олії, активно нарощуючи присутність на ринках Європейського Союзу, країн Близького Сходу й інших регіонів [5]. Як зазначає Пастернак О., в Україні обсяги виробництва насіння соняшнику стабільно зростають, насамперед, завдяки його винятковій ліквідності та гарантованому збуту. У 2023 році рівень рентабельності цієї культури досяг 82,1 %. Соняшник займає щонайменше 15 % усіх посівних площ країни, що дає Україні можливість виробляти близько чверті світового обсягу насіння. Високий і стійкий попит як на внутрішньому, так і на зовнішніх ринках забезпечує аграрним підприємствам стабільно високі прибутки та робить соняшник однією з найпривабливіших сільськогосподарських культур [6, 143]. Одним із інноваційно-інвестиційних напрямів є надання пріоритету вітчизняним науковим розробкам та високотехнологічним рішенням, а також орієнтація на виробництво й експорт продукції з поглибленою переробкою [20, 142].

Попри політичну й економічну нестабільність, українські переробні підприємства демонструють виняткову стійкість і продовжують успішно нарощувати свою присутність на міжнародних ринках [15]. Індія залишається найбільшим і найстабільнішим покупцем української соняшникової олії: на її частку припадає 33,1 % усього експорту. Друге місце посідає Європейський Союз, який закуповує близько 30 % українського обсягу. За останні п'ять років споживання соняшникової олії в ЄС зросло з 1,4 млн тонн у 2015 році до 2 млн тонн

у 2019 році, причому понад 90 % цього приросту забезпечує саме Україна. Третю позицію в рейтингу імпортерів займає Китай, який купує 17 % від загального обсягу експортованої з України соняшникової олії [16].

Карамушка і Мороз в своєму глибокому аналізі ринку України продемонстрували, що розвиток аграрних ринків зернових та олійних культур показує їх активну динаміку. Про це свідчить зростання обсягів виробництва: за роки незалежності виробництво зернових майже подвоїлося, тоді як обсяги олійних культур зросли в сім разів. Узагальненим показником ефективності виробництва та реалізації цих культур є рівень рентабельності та товарності продукції. В умовах глобалізації та посилення впливу світового капіталу українські аграрії для забезпечення конкурентоспроможності на внутрішньому та зовнішньому ринках мають активно впроваджувати інноваційні рішення [17].

У 2015 році основні обсяги виробництва насіння соняшнику зосереджувалися у Дніпропетровській (1,2 млн т), Запорізькій (0,8 млн т), Кіровоградській (1,09 млн т), Одеській (0,9 млн т) та Харківській (1,1 млн т) областях. На ці регіони припадало близько половини всіх посівів соняшнику, з яких отримували приблизно 50 % загального обсягу насіння. На 2025 рік, хоча обсяги виробництва дещо змінилися, градація основних міст–виробників залишилася незмінною з певними особливостями [18].

Однак, за висновками І. Кириленка, Україна наразі не є учасницею жодного з потужних економічних об'єднань світу й не має широкої мережі двосторонніх угод про вільну торгівлю. Значна частина вітчизняної аграрної продукції експортується переважно через транснаціональні корпорації, зазвичай без довгострокових контрактів, що позбавляє країну стабільних валютних надходжень і передбачуваних прямих інвестицій в аграрний сектор. Відсутність надійних гарантій співробітництва створює серйозні ризики для АПК. Натомість цілеспрямована державна підтримка національних сільгоспвиробників забезпечувала б стійке наповнення державного бюджету, зміцнення платіжного балансу та гарантовану продовольчу безпеку України [9].

На сучасному етапі розвитку української економіки особливого значення набуває трансформація зовнішньої торгівлі, що безпосередньо пов'язана з процесом європейської інтеграції. К. Наконечна у своїх роботах вказує на те, що аграрний сектор України володіє потужним виробничим потенціалом, який значно перевищує внутрішні потреби країни та здатен стати ключовим драйвером економічного зростання. Проте реалізація цього потенціалу неможлива без повноцінного переходу на міжнародні стандарти якості продукції та суттєвої лібералізації митно–тарифного регулювання для українських експортерів [10].

Ю. Кернасюк зазначає, що вітчизняний агробізнес здатен суттєво зменшити втрати від несприятливої цінової кон'юнктури насамперед шляхом інтенсифікації виробництва олійних культур. Це дає змогу знизити собівартість продукції та перейти від конкуренції за ціною до конкуренції за витратами [11]. Отже, реальне підвищення економічної ефективності та конкурентоспроможності вирощування соняшнику, ріпаку й сої можливе лише завдяки широкому впровадженню сучасних інтенсивних та інноваційних технологій [12, 13, 146].

Необхідно оцінити поточну ефективність українського експорту, визначити його реальну місткість та виявити резерви для подальшого нарощування обсягів поставок на зовнішні ринки. В своїх дослідях Васильковська, Андрієнко та Малаховська прийшли до висновків, що запровадження високоолеїнових гібридів соняшнику у виробничий процес є економічно обґрунтованим. Використання цієї культури створює передумови для підвищення продуктивності діяльності підприємства, збільшення обсягів отриманої продукції та зростання фінансових надходжень. Це, у свою чергу, забезпечує додатковий прибуток і зміцнення фінансової стабільності господарства. Наголошують, що зміна структури виробництва не потребує розширення посівних площ, а отже, не створює ризиків зниження родючості ґрунтів. Соняшник повинні розглядати як перспективний та інноваційний напрям розвитку аграрного підприємства [14, 147].

У сучасній економічній науці питаннями ринку соняшнику та його розвитку активно займаються провідні дослідники сьогодення, серед яких – А. Алтухов, Д.

Вермель, В. Гончаров, М. Дворядкіна, В. Логінов та низка інших відомих фахівців. Їхні роботи присвячені аналізу формування й динаміки ринку соняшнику, оцінці економічної ефективності технологій вирощування, а також широкому колу проблем ринкової інфраструктури та управління галуззю. Отримані результати мають суттєве теоретичне й прикладне значення та активно використовуються для вдосконалення системи управління виробництвом і збутом соняшнику [7].

Зростання валового збору насіння соняшнику в Україні відбувається переважно завдяки розширенню посівних площ, а не за рахунок підвищення врожайності з гектара. Оскільки однією з ключових умов ефективного використання ґрунтово-кліматичного потенціалу є одночасне нарощування виробництва рослинницької продукції та забезпечення стабільних прибутків, аграрії не скорочують площі під соняшником. Високі ринкові ціни роблять його вирощування рентабельним навіть за порівняно низької врожайності – 1,0–1,2 т/га [8].

На сьогодні вітчизняна олійно-жирова галузь демонструє позитивну динаміку завдяки виробництву соняшникової олії, а Україна є визнаним світовим лідером у цій сфері. У маркетинговому році 2018/2019 країна виробила 6,4 млн тонн соняшникової олії, з яких на експорт припало 6 млн тонн, тоді як загальний світовий ринок цієї продукції становив 10 млн т. Вітчизняні заводи модернізуються, впроваджуються сучасні лінії рафінації та дезодорації. За даними «Укроліяпром», в країні відсутні заводи та промислові лінії рівня двадцятирічної давнини, що свідчить про високий технологічний рівень галузі [145, 148, 166].

За майже однакових витрат на виробництво вирощування високоолеїнового соняшнику дозволяє отримувати вищу ціну на сировину. Високий вміст олеїнової кислоти робить соняшкову олію близькою за властивостями до оливкової, підвищує її антиоксидантну стабільність та знижує температуру застигання. Наразі основний попит на високоолеїновий соняшник формується в країнах Європейського Союзу, а в найближчій перспективі очікується його зростання через обов'язкове маркування продуктів із зазначенням джерела олії. Для українських

виробників це унікальна можливість отримати додатковий прибуток без збільшення витрат, а також мінімізувати ризики коливань цін, задовольняючи європейський попит на кулінарні олії [144].

Різниця у ціні між високоолеїною та звичайною соняшниковою олією може досягати до \$200 за тону, при цьому витрати на вирощування залишаються порівнянними. Насіння таких сортів повинно містити не менше 82,5 % олеїнової кислоти. В Україні під високоолеїновими гібридами займали близько 200 тис. га, що забезпечило експорт олії на рівні 170 тис. тон. Селекційно–генетичні досягнення стимулюють розвиток цього напрямку: із близько 300 об'єктів соняшнику, внесених до Державного реєстру, 58 гібридів відзначені як високоолеїнові [149].

У 2019 році прогнозувалося виробництво соняшнику на рівні 14–14,5 млн тонн із відносно стабільними цінами. Наразі спостерігається тенденція переведення соняшникової олії в сегмент преміум–класу, що може сприяти зростанню цін та розвитку галузі. Водночас високоолеїнова олія не стане повсюдно поширеною у світі.

Проте площі під соняшником перевищують рекомендовані науковцями норми, що зумовлено високою рентабельністю культури. За розрахунками Інституту аграрної економіки НААН, у 2017 році витрати на виробництво однієї тони соняшнику становили 5200 грн з урахуванням роботи, техніки, засобів захисту рослин і насіння, тоді як ціна реалізації не опускалася нижче 11 тис. грн, що забезпечувало рентабельність понад 100 %. [19].

Слід зазначити, що інтенсивне розширення посівних площ соняшнику в Україні супроводжується серйозними агроекологічними ризиками. Ключовою проблемою є порушення науково обґрунтованих сівозмін, коли соняшник повертається на те саме поле через 2–3 роки, а подекуди й частіше, що суперечить рекомендаціям вітчизняних і зарубіжних учених [61]. Але це не означає, що треба повністю відмовлятися від вирощування соняшнику. Соняшник приносить користь завдяки стрижневій кореневій системі, яка виносить поживні речовини з глибини

3-4 м, покращуючи доступність елементів живлення для пшениці з мілкою кореневою системою. На полях KSG Agro соняшник виявився кращим за сою, оскільки менше виснажує верхній шар ґрунту вологою, залишаючи більше вологи для сівби озимини. Рештки соняшнику на поверхні зменшують утворення льодової кірки взимку, захищаючи сходи. Також гарний результат був отриманий на Апостольському відділенні в 2021 році: після соняшнику з слабким стеблом (через посуху) застосували нульовий обробіток ґрунту, що зберегло вологу та дало врожайність пшениці 6,5–7 т/га. Коренева система соняшнику врятувала ґрунт, покращивши доступ фосфору з глибини, а рештки захистили від льодової кірки взимку. В ТОВ ім. Шевченко Київської області соняшник після ріпаку дав приріст продуктивності пшениці на 12–15% за рахунок біологічної активності ґрунту (+65% мікроорганізмів) порівняно з монокультурним вирощуванням [152].

Таким чином, незважаючи на економічну привабливість культури, подальше нарощування виробництва соняшнику без науково обґрунтованого вдосконалення технологій вирощування, зокрема систем обробітку ґрунту та екологізації захисту рослин, створює загрозу сталому розвитку аграрного виробництва.

1.2. Ботаніко–біологічна характеристика соняшника

Соняшник (*Helianthus annuus L.*) – це однорічна трав'яниста рослина, родина айстрових (*Asteraceae*).

Проростання насіння соняшнику відбувається за температури ґрунту на глибині загортання насіння 8–10 °С. Підвищення температури істотно прискорює появу сходів. За температури ґрунту 8–10 °С сходи з'являються через 15–20 днів після сівби, за 15–16 °С - через 9–10 днів, а при прогріванні ґрунту до 20 °С - через 6–8 днів. Насіння, що проклонулося, здатне витримувати зниження температури до –10 °С, а насіння у фазі набубнявіння - до –13 °С. Сходи соняшнику переносять короточасні заморозки до –8 °С. Водночас після появи сходів потреба рослин у теплі зростає. Найбільш сприятливою температурою для росту й розвитку соняшнику, починаючи з фази цвітіння, є 25–27 °С. Підвищення температури

повітря понад 30 °C негативно впливає на ріст і фізіологічні процеси рослин, зумовлюючи пригнічення їх розвитку [172].

Соняшник є надзвичайно світлолюбивою культурою, яка потребує повного сонячного освітлення без затінення для нормального росту та розвитку. Похмура погода чи затінення призводять до затримки росту, формування дрібного листя та зниження врожайності, подовжуючи вегетаційний період. Рекомендується щонайменше 6 годин прямого сонячного світла щодня, оскільки рослина геліотропна та орієнтується на сонце. Затінення пригнічує фотосинтез, зменшує розмір листя та врожай насіння. У північних регіонах вегетація подовжується через недостатнє світло. Бур'яни посилюють конкуренцію за світло, вимагаючи своєчасного захисту [174, 159, 160].

Соняшник найкраще росте на легких і середньо-суглинкових чорноземах із нейтральним або слабкокислим рівнем рН (6,0–7,5). Ґрунти мають бути добре дренованими, без надмірної кислотності чи засолення, а за потреби проводити вапнування для оптимізації умов розвитку кореневої системи. Важкі глинисті, заболочені чи сухі піщані ґрунти не підходять, оскільки ускладнюють ріст і врожайність культури [173].

Фізіологія росту і розвитку соняшника охоплює послідовні фази від сходів до фізіологічної стиглості, з акцентом на інтенсивний розвиток кореневої системи на ранніх етапах. У фазі росту стебла (ВВСН 30-39) рослина активно нарощує вегетативну масу, досягаючи приросту 3-5 см на добу, а корені випереджають надземну частину. Перехід до репродуктивної фази відбувається з утворенням кошика, коли визначається кількість листків і квіток, з піком поглинання поживних речовин перед цвітінням [175, 138].

Соняшник - С3-рослина з високою інтенсивністю фотосинтезу (неттофотосинтез 40–50 мг CO₂/дм²/год), що наближається до показників С4-культур, таких як кукурудза. Геліотропізм притаманний молодим кошикам до цвітіння: вони рухаються зі сходу на захід вдень і повертаються назад уночі, максимізуючи освітлення, після чого фіксуються обличчям на схід [161, 176].

Посуhostійкість забезпечується глибокою кореневою системою (до 2–3 м), восковим нальотом на листі для зменшення транспірації та здатністю відновлюватися після в'янення [177].

Соняшник переважно фотоперіодично нейтральний, але деякі генотипи реагують на короткий (<11 год) чи довгий (>14 год) день, а високий інтенсивність світла прискорює цвітіння. При дефіциті азоту нижні листки жовтіють, за посухи - в'януть з подальшим відновленням, оптимальна температура фотосинтезу - 25–27°C. За шкалою ВВСН: 00–09 (проростання), 10–19 (сходи–листки), 51–59 (бутонізація), 61–69 (цвітіння), 71–89 (дозрівання) [178].

Коренева система соняшнику має стрижневий тип і характеризується високим ступенем розгалуження та значною глибиною проникнення, яка може сягати 2–3 м. Центральним елементом є головний стрижневий корінь, що формується з первинного зародкового корінця. Від нього відходять потужні бічні корені, які інтенсивно галузяться і, залежно від умов зволоження ґрунту та просторового розподілу елементів живлення, формують два або три яруси кореневої системи [181].

- Перший ярус бічних коренів закладається у приповерхневому шарі ґрунту. На початкових етапах вони розвиваються переважно в горизонтальному напрямку, а на відстані 10–40 см від стрижневого кореня змінюють напрям росту на вертикальний, проникаючи вглиб ґрунту майже паралельно головному кореню та утворюючи велику кількість дрібних всмоктувальних корінців. Глибина їх поширення зазвичай становить 50–70 см.
- Другий ярус формується на глибині 30–50 см від поверхні ґрунту. Бічні корені цього рівня ростуть під певним кутом до вертикальної осі, створюючи щільне переплетення коренів із високою поглинальною здатністю. Окремі з них можуть проникати на глибину 90–100 см.

Окрім стрижневого кореня та його бічних розгалужень, соняшник здатний формувати додаткові стеблові (придаткові) корені, які відростають від під

сім'ядольного коліна за наявності вологого шару ґрунту. На початкових етапах розвитку вони ростуть майже горизонтально або під незначним кутом до вертикальної осі рослини, а на відстані 15–40 см від головного кореня заглиблюються в ґрунтовий профіль [179, 180].

Стебло культурних форм соняшнику є прямостоячим, переважно нерозгалуженим, циліндричної або слабко ребристої форми, з поверхнею, вкритою жорсткими опушеними волосками. Внутрішня частина стебла заповнена губчастою паренхімною тканиною, що забезпечує механічну міцність і транспорт поживних речовин [182].

У фазі досягання верхівкова частина стебла разом із кошиком зазвичай нахилиється під дією маси суцвіття, однак у процесі висихання насіння спостерігається часткове випрямлення. Висота рослин соняшнику відзначається значною мінливістю і визначається генотипом та напрямом використання: у скоростиглих сортів вона становить 50–70 см, у силосних форм може досягати близько 4 м, тоді як у більшості олійних сортів коливається в межах 120–150 см [183, 182].

Рослини соняшнику одностеблі, проте за певних умов здатний формувати бічні пагони, на яких інколи закладаються додаткові суцвіття.

Соняшник зазвичай формує одне основне стебло, однак за сприятливих умов здатний до галузнення, при якому на бічних пагонах можуть закладатися додаткові суцвіття [185].

Листки великі, черешкові. Листкова пластинка має овально-серцеподібну форму із загостреною верхівкою та зубчастим краєм. Поверхня листків вкрита короткими шорсткими волосками. Нижні листки розміщуються супротивно, тоді як більшість листків на стеблі має чергове розташування. Кількість листків істотно варіює залежно від групи стиглості сорту: у ранньостиглих форм вона становить 23–26, у середньостиглих - 28–29, у пізньостиглих - 34–36 і більше. Характерною біологічною особливістю листового апарату соняшнику є геліотропізм - здатність листків змінювати орієнтацію відповідно до положення сонця [186, 187].

Суцвіття соняшнику - багатоквітковий кошик, який у період досягання може мати опуклу, плоску або увігнуту форму. Основу суцвіття утворює масивне квітколоже. Діаметр кошика значною мірою залежить від напряму використання сорту: у олійних форм він становить 15–20 см, у сортів типу межеумка - 20–25 см, а у лузальних - досягає 40–45 см [188].

У кошику формуються квітки двох морфологічних типів: язичкові та трубчасті. Язичкові квітки розміщуються по краю суцвіття в один або кілька рядів, мають великі жовті віночки та є стерильними, виконуючи переважно функцію приваблення запилювачів.

Основну масу квітколожа займають трубчасті двостатеві плодоносні квітки, забезпечені плівчастими приквітниками, які під час досягання закінчуються шорсткими зубцями. Віночок трубчастих квіток п'ятизубчастий, оранжево-жовтого забарвлення. Тичинок п'ять, їхні пиляки зростаються між собою, утворюючи тичинкову трубочку навколо маточки. Маточка характеризується наявністю стовпчика з дволопатевою приймочкою; зав'язь нижня, одногніздова. У межах одного кошика закладається від 800 до 1500 трубчастих квіток [189. 190].

Важливою морфологічною особливістю квітки соняшнику є наявність спеціалізованих органів - нектарників, які забезпечують виділення нектару. Соняшник є типовою перехреснозапильною рослиною. Період цвітіння одного кошика триває 7-10 днів. У суцвітті спочатку розпускаються язичкові квітки, після чого на наступний день починається цвітіння трубчастих квіток першого периферійного ряду. Надалі щоденно відбувається послідовне розкривання трубчастих квіток від периферії до центра кошика. Приймочки трубчастих квіток зберігають здатність до запліднення до 10 днів [191].

Плід соняшнику - сім'янка з шкірястим оплоднем (лушпинням), усередині якого розміщується насінина (ядро). Насінина вкрита тонкою прозорою оболонкою та складається із зародка, представленого сім'ядолями і зародковим корінцем. У високоолійних сортів лушпинність становить 18-22%, у гібридів - 21–28%.

Лушпиння сім'янки має три основні шари клітин: зовнішній - епідерміс, середній - гіподермальну паренхіму (пробкову тканину) та внутрішній - склеренхіму. Сім'янка слабчотиригранна, донизу звужена, гола, ребриста, різного забарвлення (біла, чорна, смугаста тощо). Маса 1000 насінин варіює в межах 45–120 г [192].

Насіння соняшнику характеризується вмістом сирової олії на рівні 48–55% залежно від сорту та умов вирощування, з високим рівнем ненасичених жирних кислот (лінолева кислота - 55–65%, олеїнова - 20–30%). Сирий протеїн становить 18–24%, сира клітковина - 12–16%, азотні екстрактивні речовини - до 25%, зола - 3,5–4,5%. Мінеральний склад включає фосфор (1,2–1,5%), калій (0,8–1,2%), магній (0,4%), кальцій (0,15%), з мікроелементами як залізо (0,01%), марганець (0,002%) та цинк. У макусі після віджиму олії протеїн зростає до 35–42%, клітковина - 14–18%, зола - 5–6,5%, з низьким вмістом олії (1–2%). Листя багате на каротин (10–15 мг%), хлорофіл (0,2–0,3%), а стебла - на целюлозу (35%) та гемицелюлозу (25%). Винос елементів живлення з урожаем: N - 25–30 кг/га, P₂O₅ - 12–15 кг/га, K₂O - 20–25 кг/га на 1 т насіння [184, 150]

Рід соняшнику (*Helianthus L.*) об'єднує понад 50 видів, більшість з яких є багаторічними. Серед однорічних видів у культурі поширений лише *Helianthus annuus L.* За сучасною класифікацією Ф. С. Венцлавовича, його поділяють на два самостійні види: соняшник культурний (*Helianthus cultus Wenz.*) і соняшник дикорослий (*Heliantus ruderalis Wenz.*).

Соняшник культурний за морфологічними та біологічними ознаками поділяється на два підвиди: польовий (*ssp. sativus*) і декоративний (*ssp. ornamentalis*) [193].

За розмірами сім'янок, ступенем їх виповнення та іншими морфологічними ознаками розрізняють три господарсько-біологічні групи соняшнику: олійний, лузальний та межеумок [194].

Олійний соняшник характеризується порівняно низькорослими рослинами (1,5–2,5 м), тонким поодиноким або слабко гіллястим стеблом. Кошик має діаметр

15–25 см. Сім'янки невеликі, з тонкою оболонкою, добре виповнені ядром; маса 1000 сім'янок становить 35–80 г, лушпинність - 25–35% [169].

Лузальний соняшник є високорослим (висота стебел близько 4 м). Листки великі, кошик діаметром 35–45 см. Оболонка сім'янок товста, ребриста, ядро не повністю заповнює внутрішню порожнину, що зумовлює високу лушпинність (45–56%). Маса 1000 сім'янок - 100–170 г [168].

Межеумок займає проміжне положення між олійним і лузальним соняшником. За висотою стебла, розмірами листків, кошиків і сім'янок він наближається до лузального типу, а за ступенем виповненості ядра - до олійного.

Характерною особливістю сім'янок соняшнику є наявність панцирного шару в оболонці плоду. Верхні клітини склеренхіми виділяють чорну речовину - фітомелан, що містить близько 76% вуглецю та формує панцирний шар між пробковою тканиною і склеренхімою. Панцирний шар виконує захисну функцію, запобігаючи пошкодженню сім'янок соняшникомовою міллю.

Вегетаційний період соняшнику триває 120–140 днів. У процесі вегетації розрізняють такі фази розвитку: сходи, початок утворення кошика, цвітіння та досягання. Орієнтовна тривалість міжфазних періодів становить: сівба - сходи (14–16 днів), сходи - початок утворення кошика (37–43 дні), початок утворення кошика - цвітіння (27–30 днів), цвітіння - досягання (44–50 днів) [153].

За науковцем Ф. М. Куперманом, у розвитку рослин соняшнику виділяють 12 етапів органогенезу: від недиференційованого конуса наростання і закладання зародкових органів до формування зародка, наливання та повного досягання сім'янок [186].

У висновку можна підсумувати, що морфолого-біологічні особливості соняшнику, а саме потужна коренева система, потреба у поживних речовинах, високе водоспоживання та тривалий вегетаційний період зумовлюють підвищені вимоги до правильного планування процесів ведення землеробства. Реалізація продуктивного потенціалу культури можлива лише за тільки за умови науково

обґрунтованого добору сортів, але й оптимізації обробітку ґрунту, системи удобрення та захисту рослин.

1.3. Сутність інноваційних технологій вирощування соняшника

Незважаючи на високий генетичний потенціал продуктивності сучасних гібридів, стабільність врожаїв соняшника суттєво обмежується дією комплексу біотичних і абіотичних факторів. Серед біотичних факторів особливої шкоди завдає паразитична рослина вовчок соняшниковий (*Orobanche cumana* Wallr.), яка належить до найнебезпечніших кореневих паразитів цієї культури [27].

Традиційні методи боротьби, а саме сівозміни, глибока оранка, гербіциди, протягом десятиліть дозволяли лише частково стримувати поширення вовчка, однак не вирішували проблему кардинально. Більше того, висока еволюційна пластичність вовчка призвела до швидкого подолання паразитом раніше ефективних стійких гібридів: за останні 30–40 років у країнах Південно–Східної Європи, Туреччини, України та Китаї послідовно з'явилися нові фізіологічні раси (від G до L і далі, які долають генетичну стійкість навіть найсучасніших комерційних гібридів [22, 154-156].

Саме тому сучасний етап розвитку технологій вирощування соняшника характеризується переходом до комплексних інноваційних систем, що базуються на глибокому розумінні фізіолого–біохімічних властивостей рослин [153, 157].

Відомо, що в кореневих клітинах соняшника синтезуються речовини, які стимулюють проростання соняшника [28, 29, 158], тому соняшник у сівозміні повертали на те саме поле не раніше ніж через 7 років, що давало змогу природним чином зменшити ураження посівів вовчком. Згодом розпочалися пошуки гербіцидів, здатних ефективно стримувати розвиток цього паразита. Важливим завданням було знайти такі препарати, які б пригнічували вовчок, але при цьому не завдавали шкоди самим рослинам соняшнику. Тому багато виробників звернули увагу на гербіциди групи імідазолінонів. Уперше дикорослі форми соняшнику, що проявляли стійкість до гербіцидів цієї групи, були виявлені американськими

дослідниками у штаті Канзас у 1996 році [30, 135]. Важливою перевагою є те, що ці гербіциди (зокрема Євролайтнінг та інші) не лише стримують розвиток вовчка, а й знищують понад 40 видів дводольних бур'янів та близько 20 видів злакових. Саме тому формування стійкості соняшнику до цих препаратів згодом стало одним із ключових напрямів селекційних досліджень [31].

Було встановлено, що стійкість соняшнику до гербіцидів групи імідазолінонів контролюється двома генами з полудомінантним характером успадкування. Основну роль відіграє ген *imr1*, який забезпечує прояв стійкості, тоді як *imr2* виступає геном-модифікатором і підсилює дію основного гена. Водночас у літературі наведено дані про існування альтернативного механізму ІМІ-стійкості, коли її формування регулюється лише одним геном із частковим домінуванням [32, 137].

Імідазолінонові гербіциди пригнічують фермент ацетолактатсинтазу – ключовий елемент у біосинтезі амінокислот валіну, лейцину та ізолейцину. Саме зміни у структурі або функціонуванні цього ферменту й забезпечують здатність рослин витримувати дію препаратів даної групи [136].

Досягнення генетиків були впроваджені у селекційну практику: було створено низку гібридів соняшнику, стійких до ІМІ-гербіцидів. Спочатку стійкість мала лише одна з батьківських ліній, однак нині переважає підхід, коли обидві батьківські форми несуть відповідні гени, що дозволяє отримувати більш надійні та високостійкі гібриди [34].

Основою технології Clearfield є використання гібридів соняшнику, стійких до ІМІ-гербіцидів. Принцип роботи системи досить простий: для сівби застосовують ІМІ-стійкий гібрид, а у фазі чотирьох справжніх листків посіви обробляють гербіцидом Євролайтнінг або Каптора у нормі 1,0–1,2 л/га. Однієї обробки цілком достатньо, щоб забезпечити ефективний контроль бур'янів. Гібриди, придатні для цієї технології, зазвичай маркують як CL-гібриди або ІМІ-гібриди. Селекційні програми у багатьох країнах – це достатньо важливий елемент створення сортотипів, тому асортимент нових гібридів постійно розширюється.

Компанія BASF поширює вихідний селекційний матеріал, що містить гени ІМІ-стійкості і він успішно використовується провідними компаніями – Syngenta, Limagrain, Euralis, Maisadour та іншими. [33].

Варто підкреслити, що ІМІ-стійкі гібриди не є трансгенними та не належать до продуктів генної інженерії. Їх отримано виключно методами класичної селекції.

Технологія Clearfield, реалізується через комбінацію гербіциду Євролайтінг та стійких (ІМІ-R) гібридів соняшника, отриманих традиційною селекцією, що забезпечує ефективну боротьбу з бур'янами (однорічними дводольними, злаковими та деякими багаторічними) однією обробкою у фазі 4-го справжнього листка, зберігаючи поле чистим 3–4 декади після сівби до початку інтенсивного формування біомаси. Вона гарантує високу врожайність, олійність та якість урожаю без значних втрат, є придатною для No-till/Mini-till/Strip-till, з акцентом на ресурсозбереження та безпеку для довкілля, хоча потребує перевірки гібридів постачальником. Найсерйознішим стримуючим фактором стабільних врожаїв в усіх агрозонах України є бур'яни, тому технологія Clearfield® забезпечує тривалий контроль, максимальну віддачу з гектара та визнання на світовому ринку [55, 151, 164].

У досліджах Балабанової Д., Паунова М. та ін. показано, що технологія Clearfield, яка передбачає використання імазамоксу (40 г д.р./га) для ефективної боротьби з бур'янами в східноєвропейських регіонах, дозволяє вирощувати стійкі (ІМІ-R) гібриди соняшника без значних втрат урожаю. Гербіцид тимчасово спричиняє пожовтіння, зниження газообміну (на 28,7%), вмісту хлорофілу (на 29,5%) та ефективності PSII, особливо за умов стресу. Інноваційним доповненням є біостимулятор на основі екстракту амінокислот (AAE, 3 л/га), який при комбінованому застосуванні зменшує інгібування росту (на 14 DAT – часткове відновлення), фотосинтезу (на 8,4% замість 28,7%) та пошкоджень PSII, підвищуючи толерантність рослин до гербіцидного стресу [54, 165].

Використання системи Clearfield у вирощуванні соняшнику є одним з найбільш ефективних рішень для контролю бур'янів, включно з такими складними

видами, як нетреба звичайна (*Xanthium strumarium*) та амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia*), які погано піддаються дії традиційних гербіцидів. Крім того, ІМІ-гербіциди забезпечують результативне пригнічення вовчка, навіть нових рас, проти яких ще не створено генетичних джерел стійкості [23–26].

Важливо відмітити негативну сторону даної технології. У статті Дель Піно А.М. та ін. акцентовано екологічні та селекційні ризики системи Clearfield, пов'язані з переносом генів стійкості до імідазолінових гербіцидів від культурних гібридів соняшника до диких популяцій *Helianthus annuus* через природну гібридизацію та перезапилення, що призводить до утворення стійких бур'янів, важких у контролі, та накопичення насіннєвих банків у ґрунті на 1–10+ років. Дикий соняшник як інвазивний вид ускладнює вирощування культурних сортів через неефективність традиційних гербіцидів, а ІМІ-технологія, хоч і забезпечує контроль бур'янів (*Xanthium spp.*, *Brassica spp.*), посилює ризик генного потоку, формуючи гібриди бур'ян–культура з підвищеною стійкістю до АНАС–інгібіторів. Для мінімізації outcrossing запропоновано інноваційний підхід – селективне інгібування репродуктивних структур (пилку) водним екстрактом полину (*Artemisia vulgaris* L.), який дозозалежно порушує кальцієвий гомеостаз ($[Ca^{2+}]_{cp}$), знижує проростання пилку дикого та конвенційного соняшника (на 34–37% при 0,4 мг), але слабо впливає на ІМІ-стійкий (на 6%), завдяки фенольним кислотам (кофеїнова, ферулова), що забезпечує екологічно безпечний контроль без загрози для культурних рослин [56–60].

Цікаві дослідження були проведені Ашрафом Ф. та Сіддікі Е. – був зроблений комплексний аналіз фізіолого–біохімічних механізмів толерантності рослин до посухи з акцентом на ключову роль регуляторів росту в адаптаційних процесах. Була детально розкрита складна взаємодія між осмотичним регулюванням, антиоксидантним захистом та гормональною сигналізацією, що дозволяє рослинам підтримувати клітинний гомеостаз в умовах дефіциту вологи. Особливої уваги було приділено екзогенному застосуванню та ендогенній модуляції фітогормонів.

Дослідження підкреслило, що рослина, в якій використовуються регулятори росту, забезпечує не лише виживання в екстремальних умовах, а й стабілізацію метаболічних процесів, що є фундаментальним для розробки нових агротехнічних підходів та виведення стійких сортів сільськогосподарських культур. Наведені дані поглиблюють розуміння молекулярних засад адаптації та підтверджують ефективність використання стимуляторів росту як дієвого інструменту підвищення посухостійкості в умовах глобальних кліматичних змін [81].

Нашими вітчизняними аграріями були також проаналізовані стимулятори росту при вирощуванні соняшнику для підвищення адаптивного потенціалу сільськогосподарських культур. Дослідження акцентує увагу на практичних аспектах застосування регуляторів росту в реальних умовах відкритого ґрунту, де рослини постійно піддаються комплексному впливу абіотичних стресорів, зокрема дефіциту вологи та високих температур. Встановлено, що обробка посівів стимуляторами сприяє інтенсифікації фізіологічних процесів, зокрема активізації фотосинтетичного апарату та зміцненню кореневої системи, що забезпечує кращу абсорбцію вологи з нижчих шарів ґрунту. Результати польових випробувань підтверджують, що інтеграція регуляторів росту в технологічну карту вирощування є дієвим механізмом стабілізації врожайності, оскільки вони виступають як антистресант, що нівелює негативний вплив посухи через модуляцію біохімічного статусу рослинного організму [82].

Повертаючись до питання вологозабезпечення, можна згадати цікаве дослідження, де представлено результати ґрунтового аналізу реакції сучасних гібридів соняшнику на дефіцит вологи, що є критичним чинником у формуванні врожайності в умовах глобального потепління. Дослідники навели детальні дані щодо адаптивності різних генотипів, що базуються на використанні системи індексів посухостійкості. Дослідження фокусується на диференціації гібридів за рівнем їхньої пластичності та стабільності, виокремлюючи форми з найбільш ефективними механізмами ощадного використання вологи та високим регенераційним потенціалом. Наведені результати мають важливе значення для

фізіологічного обґрунтування добору батьківських форм у селекції та оптимізації сортової агротехніки, оскільки використання інтегральних індексів дозволяє не лише констатувати рівень стійкості, а й прогнозувати потенційну врожайність культури в конкретних ґрунтово–кліматичних зонах з недостатнім зволоженням. У висновках підкреслено, що ідентифікація стійких гібридів на основі їхніх фізіолого–генетичних особливостей є ключовою передумовою стабілізації виробництва насіння соняшнику в умовах зростаючої аридності клімату [83].

Поряд із гербіцидними технологіями інноваційний підхід до вирощування соняшника передбачає інтеграцію селекційних, агротехнічних та фізіолого–біохімічних рішень. Важливого значення набувають гібриди з підвищеною толерантністю до абіотичних стресів, оптимізація сівозмін, мінімізація обробітку ґрунту, а також застосування біостимуляторів та індукторів стійкості. Саме поєднання цих елементів дозволяє зменшити пестицидне навантаження, уповільнити адаптацію бур'янів і паразитів та забезпечити довготривалу стабільність урожаю.

1.4. Особливості обробітку ґрунту за інноваційними технологіями

У сучасних умовах зміни клімату, зростання вартості паливно–енергетичних ресурсів та необхідності довгострокового збереження родючості ґрунтів особливої актуальності набувають інноваційні системи обробітку. Ці технології спрямовані на мінімізацію механічного втручання, раціональне використання вологи та ресурсів. Найбільш перспективними в цьому напрямі вважають No–Till і Strip–Till, які набули широкого поширення у світовій практиці та демонструють високу ефективність у виробничих умовах.

Інноваційні системи обробітку ґрунту та посіву, зокрема No–Till і Strip–Till, сьогодні розглядаються як одні з найбільш перспективних інструментів підвищення стійкості аграрного виробництва та збереження родючого потенціалу ґрунтів.

Технологія No-till (нульовий обробіток ґрунту) мінімізує механічний вплив на орний шар, що дозволяє зберегти природну структуру ґрунту, значно зменшити інтенсивність ерозійних процесів та сприяє накопиченню органічної речовини. За результатами досліджень Інституту ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського, впровадження No-till під час вирощування кукурудзи в умовах Полісся дає змогу утримувати на 30–35 % більше вологи у верхніх горизонтах, ніж за традиційних систем механічного обробітку [35].

Система ця була запроваджена в 1955 році у Великій Британії. Це стало досяжним завдяки створенню гербіцидів суцільної дії з коротким терміном розкладання.

В Україні ця система вперше була запроваджена в 1970 році. Використовувалися завезені стерньові сівалки для прямої сівби, які за недосконалості конструкцій так і не набули широкого розповсюдження.

Актуальність впровадження технології No-till в Україні найбільш усвідомлюють виробники, які застосовують її у різних варіантах та ґрунтово-кліматичних зонах. Основними чинниками її впровадження є комплекс переваг порівняно з традиційними системами землеробства:

- економічні аспекти: зниження витрат на вирощування сільськогосподарських культур;
- екологічні аспекти: підвищення вмісту органічної речовини у ґрунті та поліпшення її балансу, ефективніше накопичення вологи, збереження структурних властивостей ґрунту та зменшення ерозійного ризику;
- організаційні аспекти: скорочення кількості технологічних операцій у процесі вирощування культур;
- соціальні аспекти: зменшення трудових витрат та рівня зайнятості, що дозволяє працівникам залучатися до інших видів діяльності.

Зазначені переваги повною мірою відповідають сучасним умовам агровиробництва в Україні і, з огляду на прогнозовані зміни, набуватимуть ще більшого значення в перспективі. Ці обставини визначають необхідність розробки

та адаптації нових систем землеробства, пристосованих до специфіки українських ґрунтово-кліматичних умов, зокрема технології No-Till. [42].

Довготривалі дослідження, виконані М. Войтовик та співавторами після запровадження технології No-till у 2007 році та проведені впродовж 13 років, засвідчили, що агрофізичні характеристики ґрунту, зокрема щільність його будови, упродовж усього періоду спостережень залишалися відносно стабільними. Водночас агрохімічні показники, які відзначаються вищою динамічністю, зазнали істотних трансформацій. Так, вміст гумусу підвищився на 1,4% порівняно з вихідними значеннями, що супроводжувалося сталою тенденцією до зростання концентрації легкогідролізованого азоту. Виявлені зміни, ймовірно, зумовлені тісним кореляційним зв'язком між зазначеними показниками та накопиченням органічної речовини в ґрунті за умов мінімального механічного втручання [48].

No-till – це технологія землеробства, що передбачає повну відмову від глибокого механічного розпушення ґрунту, завдяки чому істотно знижується інтенсивність ерозійних процесів. Сівбу культур здійснюють без попереднього обробітку ґрунту шляхом формування вузької, чітко контрольованої посівної щілини, глибина якої забезпечує оптимальне загортання насіння.

До ключових переваг системи належать зменшення водної та вітрової ерозії, створення сприятливого середовища для розвитку ґрунтової мікробіоти, обмеження вторинного ущільнення ґрунту, а також суттєве скорочення витрат пального та трудових ресурсів. Водночас застосування технології No-till супроводжується низкою обмежень, зокрема підвищенням рівня забур'яненості й чисельності шкідників, що зумовлює зростання пестицидного навантаження на агроєкосистему. Додатковими стримувальними чинниками є потреба у значних капіталовкладеннях у спеціалізовану посівну техніку та зниження ефективності технології на ґрунтах із низьким вмістом гумусу [48, 49].

Технологія Strip-till (смуговий обробіток ґрунту), що передбачає обробіток ґрунту окремими смугами, поєднує в собі елементи класичного та нульового обробітку. Однією з ключових її переваг є можливість локального внесення добрив

безпосередньо в зону майбутнього розміщення кореневої системи. Такий підхід не лише зменшує витрати на мінеральне живлення, а й забезпечує швидше та рівномірніше формування сходів, що є критично важливим на стартових етапах розвитку культури [36]. Ця технологія спрямована на створення оптимальних умов для розвитку кореневої системи рослин, особливо стрижневого типу, шляхом цілеспрямованого розпушування ґрунту безпосередньо у зоні росту коренів. При цьому поживні залишки видаляються з поверхні над рядком, водночас міжряддя залишаються захищеними соломою, що сприяє збереженню вологи та покращує структурні властивості ґрунту [44].

Технологія Strip-till може застосовуватися як із попередньою обробкою стерні, так і без неї. Вибір способу обробки залежить від якості залишків попередньої культури, їхньої кількості та, що є особливо важливим, рівномірності розподілу по поверхні післяжнивних решток, а також від конкретного ефекту, якого прагнуть досягти. У випадках великого обсягу післяжнивних залишків або їх нерівномірного розподілу, що може бути наслідком недостатньої роботи подрібнювача та розподільника на комбайні, виникає необхідність застосування ситчастої борони перед основним розпушуванням ґрунту. Цей агрегат допомагає покращити розподіл соломи на полі, однак він не завжди здатний повністю виправити всі нерівномірності. Ця технологія передбачає виконання таких основних операцій: формування стрічок у ґрунті, осіннє та весняне внесення добрив, а також проведення посіву [45].

Strip-till є компромісною технологією, що інтегрує елементи класичного обробки з принципами ґрунтозберезувального землеробства. Механічному впливу піддається виключно зона майбутнього рядка, що сприяє локальному прогріванню та підсушуванню ґрунту навесні, а також створює умови для точкового внесення мінеральних добрив безпосередньо в зону розвитку кореневої системи рослин.

До основних переваг цієї технології належать висока ефективність смугового розміщення елементів живлення, зниження ступеня ущільнення ґрунтового

профілю, а також скорочення витрат пального і кількості проходів техніки по полю. Водночас застосування Strip-till має певні обмеження, серед яких відзначають підвищений ризик заселення посівів гризунами, необхідність використання високоточних навігаційних систем для агрегатів та значні початкові інвестиції у спеціалізоване обладнання [46, 50, 51].

Технологія Mini-till (мінімальний обробіток ґрунту) передбачає обмеження механічного впливу на ґрунт із метою підвищення економічної ефективності та екологічної збалансованості виробництва. Це сприяє зниженню витрат пального, добрив і засобів захисту рослин, оптимізації сівозмін, зменшенню техногенного навантаження та підвищенню врожайності. Перевагами є швидке весняне просихання ґрунту та можливість застосування наявної техніки, тоді як недоліки включають ризик ерозії та відносно високі витрати енергоносіїв [52].

Ця технологія передбачає проведення обробітку ґрунту переважно у верхніх горизонтах на глибину до 8-10 см. Технологічний процес реалізується у 2–3 послідовні етапи: спочатку здійснюють подрібнення післяжнивних решток, далі проводять лушення стерні на глибину 4–6 см, після чого виконують дисковий обробіток на 8–10 см. Додатково, з періодичністю один раз на 3–4 роки, застосовують глибоке розпушування ґрунту на 25–35 см з метою руйнування ущільнених прошарків [90].

Завдяки обмеженій глибині механічного впливу зменшуються втрати ґрунтової вологи, а збереження на поверхні близько третини рослинних решток сприяє зниженню інтенсивності ерозійних процесів і запобігає утворенню ґрунтової кірки. Додатковими перевагами є скорочення витрат паливно-мастильних матеріалів і добрив, а також підвищення ресурсу експлуатації сільськогосподарської техніки.

Водночас застосування цієї технології супроводжується певними обмеженнями, зокрема ризиком поступового ущільнення ґрунтового профілю, тенденцією до підвищення кислотності ґрунту та зростанням рівня забур'яненості посівів [53].

Технологія Verti-till (вертикальний обробіток ґрунту) орієнтований на зменшення ущільнення верхніх ґрунтових горизонтів, активізацію вертикального росту кореневої системи рослин, оптимізацію водно-повітряного режиму та підтримання потенційної родючості ґрунту. Технологічна сутність Verti-till полягає у поверхневому обробітку ґрунту на глибину 5–6 см із частковим загортанням рослинних решток, що сприяє прискоренню їх мінералізації, водночас значна частина поживних залишків залишається на поверхні поля, виконуючи захисну функцію.

До основних переваг вертикального обробітку належать розпушення верхнього шару ґрунту без формування плужної підшви, запобігання утворенню надмірно ущільнених прошарків, а також збереження поживних решток, що позитивно впливає на протиерозійний стан ґрунту. Водночас обмежувальними чинниками застосування Verti-till є необхідність спеціалізованого технічного оснащення та потреба адаптації технологічних параметрів до конкретних ґрунтово-кліматичних умов господарства [46, 47]. Для цього використовують так звані турбо-культиватори КВО-4, КВО-7, Salford та ін.

Сучасні інтенсивні системи землеробства орієнтовані на максимально раціональне використання земельних та матеріальних ресурсів, що дозволяє отримувати високоякісну сільськогосподарську продукцію у найбільших можливих обсягах за конкретних природно-кліматичних і економічних умов. Такі системи покликані не лише підвищувати продуктивність, а й вирішувати ключові проблеми аграрного виробництва: протидіяти посухам, зменшувати прояви ерозійних процесів, забезпечувати екологічну стійкість агроландшафтів і загалом сприяти охороні довкілля. Основою цих систем є науково обґрунтовані плодозмінні сівозміни, що забезпечують відтворення родючості ґрунту та стабільність виробництва [87, 88].

- 1) Просапна система землеробства належить до найінтенсивніших і найбільш енергоємних форм ведення сільського господарства. В межах цієї системи понад 50 % ріллі відводиться під інтенсивні просапні

культури, які потребують значних обсягів органічних (50–60 т/га) та мінеральних (до 1 т/га) добрив, пестицидів і достатньої вологи. Часто застосовуються сидеральні посіви для підвищення продуктивності. Така інтенсивність забезпечує високий вихід продукції з 1 га, однак супроводжується значним виносом елементів живлення та підвищеним фізичним навантаженням на ґрунт через активний механічний обробіток. Через це необхідне застосування спеціальних агротехнічних заходів для запобігання деградації та ерозії ґрунтів. Просапна система широко використовується у господарствах, що вирощують високоінтенсивні культури, такі як цукрові буряки, соняшник, кукурудзу на зерно та інші [37, 38, 42].

- 2) Зернопарова система землеробства характеризується значною насиченістю сівозмін зерновими культурами (озимі та ярі продовольчі, а також фуражні – ячмінь, овес) і виділенням 5–25 % ріллі під чисті пари. Ця система забезпечує високий урожай зерна з одиниці площі, а родючість ґрунту підтримується завдяки внесенню органічних та мінеральних добрив, проведенню ґрунтозахисних заходів, накопиченню вологи та боротьбі з бур'янами [39, 40, 42].
- 3) Зернопросапна система передбачає, що основну частину площі займають зернові та просапні культури. Вона є більш інтенсивною за зернопарову та забезпечує максимальний вихід продукції, проте потребує підвищених норм добрив і ретельного ґрунтозахисного обробітку. Відсутність чистих парів в сівозмінах зумовлює необхідність використання гербіцидів. Зернопаропросапна система поєднує у сівозмінах зернові, просапні культури та чистий пар. За інтенсивністю вона займає проміжне місце між зернопросапною і зернопаровою системами, забезпечуючи стабільний урожай зерна та кормових культур [41, 42].
- 4) Зернотрав'яна система землеробства відзначається тим, що не менше половини ріллі займають зернові культури, а обов'язковою складовою

сівозмін є багаторічні трави. Вона характеризується середнім виходом зерна, але високим урожаєм сіна та соковитих кормів. У посушливих регіонах застосування цієї системи пов'язане з ризиком зниження продуктивності, проте вона відзначається високою ґрунтозахисною ефективністю. Родючість підтримується багаторічними травами та внесенням добрив [42, 86].

- 5) Плодозмінна система передбачає, що зернові культури займають до половини площі, а решту – просапні та бобові. Високий рівень урожайності досягається за рахунок внесення добрив і пестицидів, а родючість ґрунту підтримується за рахунок чергування культур і ґрунтозахисних заходів [41, 42].
- б) Ґрунтозахисна система має на меті збереження та відновлення родючості ґрунтів, а також їх захист від водної та вітрової ерозії. Вона передбачає комплекс науково обґрунтованих організаційних, агротехнічних, лісомеліоративних, гідротехнічних та інших заходів для забезпечення довгострокової стійкості агроєкосистем [43, 42].

Соняшник, зазвичай розміщують після озимих зернових культур, або коренеплодів [89].

Обробіток ґрунту під соняшник, за класичної технології, як правило, починають із луцення стерні попередньої культури, далі проводять зяблеву оранку на глибину 20–22 см, навесні – ранньовесняне боронування і культивуацію зябу [84, 85].

Застосування інноваційних технологій обробітку створює передумови для ефективної реалізації інноваційних систем захисту та живлення соняшнику, зокрема за умов підвищеного абіотичного навантаження та інтенсифікації виробництва.

Висновки до розділу 1.

Результати аналізу літературних джерел свідчать про надзвичайно важливе значення соняшника для економіки держави та аграрного сектору в цілому. Встановлено, що соняшник поєднує високу господарську цінність, має високий експортний потенціал і стабільний рівень рентабельності. Все це зумовлює постійне розширення його посівних площ. Водночас надмірне використання соняшника в сівозмінах створює низку агроекологічних і виробничих ризиків.

Огляд наукових джерел показав, що ботаніко-біологічні особливості соняшника, а саме потужна коренева система, реакція на умови зволоження, живлення та способи основного обробітку ґрунту, підтверджує його чутливість до технологічних заходів, внаслідок чого агроному потрібно обрати такі елементи технології, які б найбільш повно відповідали біологічним потребам культури та конкретним ґрунтово-кліматичним умовам зони вирощування. Однак застосування класичної технології або Clearfield часто має безсистемний характер, а результати наукових досліджень щодо порівняльної ефективності окремих технологічних елементів залишаються недостатньо вивченими, особливо для умов Південного Степу України.

Відсутність повної науково обґрунтованої оцінки ефективності сучасних інноваційних систем обробітку ґрунту та технологій вирощування соняшника в умовах Південного Степу України зумовлює необхідність проведення додаткових досліджень у цьому напрямі. Саме на вирішення вищезазначених питань і спрямована дисертаційна робота.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Аграрна наука базується виключно на проведенні польових дослідів, результати яких багато в чому залежать від умов, в яких ці дослідження проводяться. Саме ця залежність обумовила зональність, або адаптивність технологій. Різноманіття умов виробництва накладає відповідний відбиток на агротехнологіях і на їх модифікації. Наші досліді проводились протягом 2023–2025 рр. в Роздільнянському районі Одеської області на землях ТОВ «Колос». Висловлюю велику подяку директору ТОВ Яловчуку Юрію Вікторовичу за надану можливість використання техніки і землі, без чого ці досліді були б неможливі.

2.1. Ґрунтово–кліматична характеристика зони дослідів

Степова зона України умовно розподіляється на 3 підзони: південний, центральний і північний Степ. Середньобогаторічна норма опадів у південному Степу 398; у центральному – 430; а у північному – 452 мм. Для південного Степу головним типом ґрунтів є південні чорноземи і каштанові ґрунти. У центральному Степу привалюють поруч з південними звичайні чорноземи, а у північному – виключно звичайні чорноземи. Перехід від південного до північного Степу – це послідовна зміна ґрунтів у бік зростання родючості, а атмосферних опадів – збільшення річної суми. Нижче наводимо коротку характеристику основних типів ґрунту цієї зони (табл. 2.1):

Таблиця 2.1

Характеристика основних типів ґрунту південного Степу України

Типи ґрунтів	Вміст гумусу, %	Вміст доступних NPK мг/кг ґрунту			Середня щільність шару 0-30 см, г/м ³
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Чорнозем південний	2,8-3,2	40-50	60-70	180-200	1,21
Чорнозем звичайний	3,2-4,1	60-80	70-80	220-260	1,26
Каштанові ґрунти:					
темнокаштанові	2,4-2,6	35-40	90-100	130-160	1,18
світлокаштанові	1,8-2,4	30-35	80-90	100-120	1,13

Але навіть в межах однієї підзони у різних її частинах погодно-кліматичні і ґрунтові умови можуть суттєво відрізнятись. Погодні умови для Цебриківської громади Роздільнянського району наведено нижче (табл. 2.2):

Таблиця 2.2

Характеристика погодних умов за середньобагаторічними показниками (метеостанція «Роздільна»)

Місяць	Атмосферні опади, мм				Температура повітря, °С			
	декада			Сума за місяць	декада			Сума за місяць
	I	II	III		I	II	III	
Січень	12	6	12	30	-2,2	-4,0	-3,7	-3,3
Лютий	8	14	6	28	-2,8	-2,5	-1,9	-2,4
Березень	11	13	6	30	1,5	5,0	5,5	4,0
Квітень	12	10	14	36	5,9	6,3	8,8	7,0
Травень	22	20	8	50	13,4	17,7	18,7	16,6
Червень	20	24	20	64	18,7	19,1	20,4	19,4
Липень	8	10	22	40	20,7	20,9	21,7	21,1
Серпень	13	14	11	38	21,4	20,9	20,7	21,0
Вересень	9	10	11	30	20,1	17,4	11,1	16,2
Жовтень	14	10	12	36	10,6	8,8	6,4	8,6
Листопад	9	10	11	30	6,8	5,6	1,1	4,5
Грудень	7	14	9	30	0	-0,5	-2,5	-1,0
сума за рік				442	сума за рік			+9,3

В цілому клімат цього регіону можна вважати помірно континентальним. Розберемо умови по порам року:

Зима – це найхолодший період року з середньою температурою січня – 3,3 °С. Грудень і лютий теж мають від’ємне значення температури – відповідно -1,0 та -2,4 °С. За цей період промерзання ґрунту відбувається на глибину до 65 см, але по рокам цей показник коливається від 20 до 70 см.

Сніговий покрив, як такий, існує спорадично – від 5-7 до 18-20 діб. Взагалі взимку випадає найменша кількість атмосферних опадів – лише 19,9% від річної суми.

Найвірогідніше справжня зима триває 30-40 діб – з 25 грудня до 5 лютого. Лютий може мати велику строкатість температур: від -10-12 до +10-12 °С. У виробничників навіть культивується термін «лютневі вікна» [131-134], тобто тривалі відлиги, які аграрії часто використовують для проведення сільськогосподарських робіт.

Весна – характеризується прохолодною погодою від 1,5 до 9,0 °С у березні і квітні. Лише травень зазвичай приносить справжнє тепло і середньобагаторічна позначка цього показника досягає 19,4 °С.

З точки зору виробництва – це напружений і водночас складний період, коли треба точно розрахувати час і технологію виконання усіх робіт посівного комплексу.

Опадів навесні випадає дещо більше, ніж взимку, але наростаючі температури швидко підсушують посівний шар ґрунту і одержати дружні і повні сходи, особливо пізніх ярих культур, не завжди вдається. Для озимих культур особливо важливим періодом є травень, але для соняшника все ж таки визначальними є опади у червні і липні.

Літо – найпроблематичніший період життя усієї рослинності Степу, окрім озимих. І хоча влітку випадає найбільше опадів (32% річної кількості), цей період все одно залишається у зоні Степу проблематичним по вологозабезпеченню. У ці місяці з поверхні ґрунту щодобово випаровується 7-8 мм вологи. Тому дощі менше

10 мм майже непродуктивні. Така несприятлива ситуація поглиблюється тим, що в останні 3 десятиліття температура повітря визначальних місяців невпинно зростає: за середньобагаторічними показниками вона становить 21-22 °С, а за останні 10 років – перетнула позначку у 24,5 °С. Дощі влітку мають ливнєвий характер і коли їх сума перевищує 30-40 мм, починається руйнація ґрунту у вигляді водної ерозії.

Осінь – початок цього сезону у Степовій зоні мало чим відрізняється від літнього періоду опадів: за перші 2 декади вересня випадає всього 19 мм, а температура повітря тримається на рівні 20 °С. Цей період має виключно важливе значення для озимих культур, але для соняшника він відіграє лише роль нагромадження ґрунтової вологи. В цілому осінь сприятлива для озимих, принаймні 45-50 діб – з 20 вересня по 10 листопада. Зазвичай у цей період ґрунти набирають достатньо вологи, а температура повітря дозволяють рослинам пшениці, ячменю і ріпаку вегетувати і сформувати близький до оптимуму фенотип.

Таким чином, на підставі наведених характеристик можна зробити висновок, що, в цілому, умови зони у деяких випадках можуть стати на перешкоді одержанню базового рівня урожаю. Для кожної культури ризик може змінюватись від 10 до 40%. Для соняшника, який має високий рівень посухостійкості, цей ризик є мінімальним і становить не більше 7% [172].

2.2. Характеристика ґрунтів дослідних ділянок

Всі роки досліджень поля змінювались відповідно до існуючої в господарстві сівозміни. Тому ґрунти, хоч і мали багато спільного, але водночас мали й деякі відмінності. Ці відмінності стосуються і вмісту гумусу, і забезпеченості доступними формами поживних речовин, і механічним складом. Кожне поле господарства має агрохімічний паспорт, в якому відображені основні показники якості ґрунту. Для характеристики цих ґрунтів ми і скористались цими даними, які для ТОВ було підготовлено компанією Yara UK Limited-Pocklington у березні 2025 року. Ці дані наведено у таблиці 2.3:

Таблиця 2.3

**Агрохімічна характеристика ділянок, на яких закладались польові
досліди за три роки**

Вміст	Одиниця виміру	Роки			Норматив
		2023	2024	2025	
P ₂ O ₅	ppm	9,0	10	9	101
K ₂ O	ppm	291	337	327	401
Mg	ppm	454	379	345	100
Ca	ppm	5974	5868	6486	1600
Mn	ppm	185	192	192	110
B	ppm	3,37	3,48	4,36	1,6
Cu	ppm	7,3	6,1	6,3	2,1
Mo	ppm	0,02	0,02	0,02	0,2
Fe	ppm	94	100	72	100
Zn	ppm	2,9	2,1	2,5	2,1
S	ppm	10	10	8	8
Ємність катионного обміну	meg./100 г	29,4	28,4	31,0	15
гумус	%	4,0	4,1	4,2	-
Ph	од.	7,8	7,9	8,2	7,0

Перш за все треба відзначити катастрофічну нестачу фосфору, що відповідним чином має корегувати систему удобрення. Калій майже у нормі, але для такої калієлюбивої культури як соняшник його треба додавати у кількості 30-40 кг/га діючої речовини.

Мікроелементи майже усі, окрім молібдену і заліза, присутні у достатній кількості.

Ємність катіонів достатня, аби добре утримувати поживні речовини, а Рн схиляється до слаболужного значення, за якою можуть проявлятися ознаки засолення.

Водно-фізичні властивості ґрунту дослідних ділянок спеціально не визначались і господарство не має таких даних. Тому коротку характеристику цих властивостей наводимо по довідковим матеріалам (табл. 2.4):

Таблиця 2.4

Характеристика ґрунтів ТОВ «Колос» за їх вологоємністю

Вид вологоємності	Одиниця виміру	Значення показника
Повна	%	56
Капілярна	%	47
Розриву капілярів	%	36
Найменша	%	29
Вологість в'янення	%	11,3
Максимальна гігроскопічність	%	7,5

Для практичного користування перш за все значущим є найменша вологоємність, яка становить 65-70% від вологості розриву капілярів і вологість в'янення (часто вологість сталого в'янення), яка дорівнює 1,5 максимальної гігроскопічності. Перший показник – це орієнтир для визначення потреби зрошення (60-70% від НВ), а другий – для розрахунку запасу продуктивної вологи, бо ці 11,3% є «мертвим» запасом.

Фізичні властивості ґрунту теж запозичено нами з довідників. Серед усього різноманіття цих ознак ми зупинили свою увагу на щільності, шпаруватості та структурності (табл. 2.5):

Таблиця 2.5

Фізичні властивості ґрунтів ТОВ «Колос»

Рік	Щільність, г/см ³			Шпаруватість, %			Сума агрегатів розміром від 0,25 до 7,0 мм, %
	0-10	0-30	0-100	загальна	капілярна	некапілярна	
2023	1,02	1,26	1,38	58	46	12	67
2024	0,99	1,26	1,40	57	47	10	63
2025	1,05	1,27	1,41	58	48	10	64

Якщо зважити на те, що оптимальною є щільність ґрунту в межах 1,15-1,22 г/см³, то ґрунти ТОВ «Колос» перевищують цей показник в орному шарі на 0,04-0,09 г/см³ за винятком верхнього (0-10 см) шару, який має зайву розпушеність.

За рівнем шпаруватості ґрунти відносяться до кращих, але з деяким перебільшенням некапілярних пор за рахунок невеликого зменшення капілярних. Тут оптимум мав бути таким: загальна шпаруватість – 58; капілярна – 50; некапілярна – 8%.

За сумою фракцій 0,25-7,0 мм ґрунти можна вважати структурними вище середнього рівня.

2.3. Погодні умови в роки досліджень

Загальна характеристика зони, де проводили досліді, хоч і дає уявлення про відповідність природно-кліматичних умов біологічним потребам культури, але ніяк не може дати об'єктивну оцінку конкретним умовам року. Справа у тому, що по рокам спостерігається величезна варіабельність як атмосферних опадів, так і температурного режиму. То ж в посушливих умовах один рік може наближатись до вологих тропіків, а другий – дорівнює пустелі. Це, звичайно, деяке перебільшення, але розбіжність умов у різні роки дійсно вражаюча.

Три роки, які ми проводили дослідження, жодного разу не забезпечили оптимальних умов, але принаймні двічі (2023 і 2024 рр.) загальний рівень умов був на середньобагаторічному рівні. Деталі кожного з цих років буде відзначено нижче під час їх характеристики. Але 2025 р. за умовами вегетаційного періоду наближався до найнесприятливіших. Таке різноманіття умов для об'єктивної оцінки програмних факторів виявилось корисним, бо дало можливість диференціювати результати і зробити неоднозначними висновки.

Характеристику двох основних показників погодних умов 2023 року наводимо у таблиці 2.6:

Таблиця 2.6

Погодні умови 2023 року

Місяць	Атмосферні опади, мм				Температура повітря, град °С			
	декада			сума за місяць	декада			середня за місяць
	I	II	III		I	II	III	
Січень	11,5	0	0	11,5	1,6	3,2	-1,6	1,1
Лютий	0	7,0	9,0	16,0	-2,6	1,8	2,9	0,7
Березень	0	10,0	21,5	31,5	4,3	4,8	6,5	5,2
Квітень	39,0	42,0	26,5	107,5	8,6	11,2	10,6	10,1
Травень	1,0	0	13,5	14,5	12,2	16,3	29,0	16,2
Червень	0	13,5	15,5	29,0	18,9	22,1	22,9	21,3
Липень	35,5	12,0	27,5	75,0	24,5	23,5	25,2	24,4
Серпень	31,5	0	16,0	47,5	23,7	24,9	25,7	24,8
Вересень	0	0	0	0	20,8	18,8	20,2	19,9
Жовтень	0	13,0	0	13,0	13,6	11,4	17,7	14,2
Листопад	18,5	31,0	17,0	66,5	12,2	5,7	1,3	6,4
Грудень	10,0	11,0	0	21,0	1,7	2,9	2,0	2,2
сума за рік				433	середня за рік			12,2

Як бачимо, за показниками вологозабезпечення і температурного режиму цей рік наближався до середньобагаторічних значень. Опадів випало 433 мм (98% від багаторічної норми), а температура повітря за період вегетації і була на 2,2 °С вищою. Особливо це перевищення було помітним у липні і серпні.

Головним позитивом року були рясні опади (107,5 мм у квітні), які компенсували травневий і червневий недобір і коли вже посіви майже почали стресувати від посухи, у липні знову доволі рівномірно по декадам випало 75 мм, які разом з серпневими опадами (47,5) забезпечили соняшнику формування достатнього рівня потенційної урожайності, яка у кінцевому рахунку реалізувалась на 70% і це дало змогу одержати доволі високий рівень фактичного урожаю. Прохолодна і дощова погода у листопаді дозволила створити певний запас продуктивної вологи на наступний 2024 рік.

Погодні умови 2024 року за більшістю показників поступались попередньому року, хоча за сумою річних опадів цей рік був лідируючим (535 мм, або 121% від норми), багато в чому він не відповідав вимогам соняшника і тому урожайність в цьому році була нижче, ніж у 2023 р. Погодні умови цього року наведено у таблиці 2.7:

Таблиця 2.7

Погодні умови 2024 року

Місяць	Атмосферні опади, мм				Температура повітря, град °С			
	декада			сума за місяць	декада			середня за місяць
	I	II	III		I	II	III	
Січень	9,5	0	0	9,5	0,6	-2,6	-0,7	-0,9
Лютий	3,5	0	0	3,5	2,8	3,7	1,9	2,8
Березень	0	52,0	66,0	118,0	-0,3	3,8	5,3	2,9
Квітень	1,0	31,5	36,5	69,0	10,0	12,2	12,6	11,6
Травень	0	34,0	0	34,0	9,5	11,1	17,1	12,6
Червень	6,0	26,0	0	32,0	20,9	22,3	23,5	22,2
Липень	14,5	10,0	0	24,5	26,6	29,8	24,9	27,1
Серпень	32,5	0	2,0	34,5	24,0	24,9	23,9	24,3
Вересень	81,0	22,0	0	103,0	20,1	20,6	18,8	19,8
Жовтень	0	0	50,0	50,0	17,2	9,6	8,5	11,8
Листопад	0	15,0	0	15,0	4,0	3,8	0,9	2,9
Грудень	33,0	7,0	2,0	42,0	1,3	2,5	2,1	2,0
сума за рік				535,0	середня за рік			12,4

Певний запас ґрунтової вологи, створений листопадними опадами 2023 р., були зведені на нівець майже повною відсутністю дощів протягом січня і лютого 2024 р. Але березень суттєво виправив ситуацію за рахунок рясних опадів сумою 118 мм. Квітень теж був достатньо вологим (66 мм опадів). Травень став перехідним місяцем від сприятливості до посухи. Хоча у червні, липні і серпні періодично випадали опади, які могли підтримувати нормальний розвиток рослин соняшника, волога втрачалась катастрофічно, бо середньомісячна температура липня становила 27 °С! Це рекордна позначка за усі роки спостережень. І все таки рослини витримали цю спеку за рахунок глибинної вологи і сформували урожай майже на рівні 2023 р.

Найкурьознішим чином склались умови 2025 року. Тут межували різні крайнощі і в цілому цей рік ми відносимо до категорії гостропосушливих і несприятливих з точки зору реалізації потенціалу вивчених гібридів. Навіть перший погляд на метеодані цього року, дає змогу переконатись у справедливості вищесказаного (табл. 2.8).

Таблиця 2.8

Погодні умови 2025 року

Місяць	Атмосферні опади, мм				Температура повітря, град °С			
	декада			сума за місяць	декада			середня за місяць
	I	II	III		I	II	III	
Січень	0	2,0	12,0	14,0	0,6	-2,5	0,8	-0,9
Лютий	11,0	1,0	0	12,0	2,1	3,5	1,7	2,4
Березень	4,0	22,5	11,5	39,0	-0,5	3,6	5,5	2,9
Квітень	3,0	0	0	3,0	9,7	12,3	11,8	11,3
Травень	27,5	20,5	29,0	77,0	10,2	11,3	18,1	13,2
Червень	0	12,0	0	12,0	21,0	22,5	24,1	22,5
Липень	0	3,5	6,5	10,0	27,2	28,8	25,3	27,0
Серпень	0	2,0	0	2,0	26,2	27,9	28,1	27,4
Вересень	0	1,5	100,4	101,9	23,1	20,7	22,0	21,9
Жовтень	28,0	24,5	20,3	72,8	19,4	17,7	10,2	15,8
Листопад	4,4	11,0	0	15,4	14,1	10,4	8,2	10,9
Грудень	11,0	7,4	12,0	30,4	4,0	2,1	2,8	3,0
сума за рік				389,5	середня за рік			13,1

Як бачимо, посушливі місяці на початку року не сприяли створенню глибинних запасів вологи, тим більше, що бездощовим виявився квітень. Травневі опади (77 мм) дали змогу сходам розвинути та укріпити кореневу систему, яка одразу пішла в глибину. Самим складним періодом року з точки зору формування продуктивності виявився весь літній цикл: за червень, липень і серпень випало лише 24 мм опадів, що становить 16,9% від середньобагаторічної норми. Лише повна відсутність бур'янів, а також глибоке проникнення коренів дали змогу врятувати ситуацію і одержати урожай на рівні безрентабельності, а також глибоке проникнення коренів дали змогу врятувати ситуацію і одержати урожай на рівні безрентабельності, або низького рівня цього показника.

До несприятливих умов треба додати спекотну погоду у період формування урожаю. Вище було згадано, що у липні 2024 р. було відзначено температурний рекорд. Так у 2025 р. такий же рівень тримався 2 місяці. І все це після того, що у травні, навпаки, відзначено рекордно низьку температуру лише 13,2 °С. Все це визначило несприятливість умов року.

Для комплексної оцінки погодних умов ми розробили систему 5-бальної оцінки різних показників. Сума цих балів дає змогу визначити ступінь сприятливості погодних умов того чи іншого року. Наводимо ці розрахунки (табл. 2.9):

Таблиця 2.9

Комплексна оцінка сприятливості погодних умов року

Показник	Оцінка за 5-бальною шкалою					
	2023 р.		2024 р.		2025 р.	
	кількість	бал	кількість	бал	кількість	бал
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Річна сума опадів	433	4	535	5	389,5	3
Сума опадів за вегетацію	192,5	5	161,5	4	101	2

Продовження таблиці 2.9

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Сума опадів за найвідповідальний період (черв., лип.)	104,0	5	56,5	3	22	2
ГТК за червень - липень	0,74	4	0,38	2	0,15	1
Середня температура повітря у липні, серпні	22,8	3	24,6	1	24,8	1
Загальна сума балів	-	21	-	15	-	8

Така оцінка дає змогу розставити по місцях роки досліджень:

- 2023 р. – 21 балів, I місце;
- 2024 р. – 15 балів, II місце;
- 2025 р. – 8 балів, III місце.

Висновки до розділу 2.

Аналіз довідкових матеріалів та фактичних метеоданих дозволяють зробити такі висновки:

- ґрунтово-кліматичні умови південного Степу Одеської області відповідають вимогам культури соняшника і дозволяють одержувати його високі урожаї на основі інноваційних технологій;
- роки досліджень суттєво відрізнялись один від одного і за сприятливістю посіли місця: 2023 р. – I; 2024 р. – II і 2025 р. – III місце.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Усі основні положення цього розділу роботи було опрацьовано вже під час визначення теми. Будь яка тема передбачає певний комплекс досліджень, який може забезпечити повне і різностороннє розкриття механізму впливу тих чи інших чинників на ріст і розвиток рослин, а у кінцевому рахунку – формування їх продуктивності і визначення основних показників якості одержаної продукції.

Якщо взяти конкретно тему даної роботи, то коло питань, що треба було вивчити є дуже широким, бо обробка ґрунту – це один з найрадикальніших агрозаходів з точки зору впливу на усе різноманіття факторів життя рослин. Умовно весь комплекс чинників, які може змінювати обробка ґрунту, можна розділити на 5 груп:

- 1) екологічні умови (фізичний стан ґрунту, водно–фізичні показники ґрунту, особливості забур'яненості);
- 2) лінійний ріст рослин і формування фітомаси (динаміка довжини стебла, кількість листків на рослині, особливості усихання листків по ярусам, нагромадження надземної і підземної фітомаси);
- 3) формування генеративних органів, реалізація потенційної продуктивності, індивідуальна та популятивна продуктивність рослин;
- 4) якість одержаної продукції (вміст хімічних сполук, вихід з одиниці площі рослинної олії, склад жирних кислот в олії);
- 5) показники економічної біоенергетичної ефективності того чи іншого способу обробки ґрунту (виробничі витрати, вартість продукції, чистий прибуток, порівняння енерговитрат та енергоємності продукції з визначенням коефіцієнта енергоефективності.

Саме цей матеріал і майже у такій же послідовності буде представлено в якості змісту основного розділу роботи – результати дослідження.

3.1. Мета і завдання досліджень

Метою даної роботи є пошук оптимальної технології вирощування серед найбільш розповсюджених інновацій, які включають традиційне дискування, сучасний вертикальний обробіток, смугову технологію Strip-till, які сьогодні застосовують під соняшник на 80% посівних площ, а також порівняльна оцінка Clearfield та Classic технологій.

Для досягнення цієї мети програмою досліджень було передбачено вирішити такі конкретні завдання:

- на основі водного балансу ґрунту розрахувати коефіцієнт водоспоживання для характеристики особливостей використання вологи;
- дати розгорнуту характеристику бур'яної рослинності, як складової агрофітоценозу, з метою порівняння Clearfield і Classic технологій;
- визначити особливості формування кореневої маси і її розташування по ґрунтовому профілю;
- охарактеризувати вплив вивчених факторів на вміст хлорофілу і його фракційний склад;
- прослідкувати за формуванням генеративних органів і порівняти потенційну та фактичну урожайності соняшника з аналізом річних особливостей з визначенням фізичних і технологічних показників якості продукції;
- зробити розрахунки основних економічних показників на підставі калькуляції реальних виробничих витрат.

3.2. Загальнометодичні питання

Полевий дослід по вивченню ефективності сучасних інноваційних способів обробки ґрунту під соняшник проведено протягом 2023–2025 рр. На полях першої сівозміни ТОВ «Колос» Роздільнянського району Одеської області.

У першій рік досліджень усе поле площею 110 га було розділено навпіл, де висіяно 2 гібриди. Для кожного гібрида виділено 16 полос площею 3,44 га кожна,

тобто усього було 4 повторення. Площа облікової ділянки становила 12000 м² (1,2 га). У наступні роки площу ділянок суттєво зменшили (дослідна ділянка мала 2240, а облікова – 560 м²). Повторення залишилось 4-разове.

Схема двохфакторного дослідження передбачала 4 варіанти, які представляли собою застосування сучасних ґрунтообробних агрегатів з різними типами роботи (фактор А):

1. Horsch Tiger 4MT – стерньовий культиватор, обладнаний дисколаповими робочими органами з шириною захвату 4м. Який забезпечує Безполицевий обробіток на глибину 30см.
2. Salford 7000 – агрегат, який забезпечує Verti-till технологію з розпушуванням ґрунту без його перевертання з метою запобігання ущільнень посівного шару до 20см..
3. Qualidisc 7000T – це сучасний дискатор, здатний маневрувати щодо глибини обробки від 3 до 15 см. Ця дискова борона дає класичний Мінімальний тип обробітки ґрунту і тому саме цей варіант ми обрали як контроль.
4. Mzuri Pro-til 6T – посівний агрегат, який за один прохід готує ґрунт, вносить добрива і здійснює висів соняшника. Цей агрегат забезпечує Strip-Till технологію обробку ґрунту до 20см.. Обробці підлягають смуги шириною 18 см, що у загальному виразі становить 26% усієї площі.

На наведених нижче фото добре простежуються особливості кожного з вивчених способів обробки ґрунту (рис. 1.1; 1.2; 1,3 та 1.4).



Рис. 1.1. Вигляд поля, обробленого стерньовим культиватором Horsch Tiger 4MT за Безполіцевою технологією.



Рис. 1.2. Поле, оброблене за технологією Verti-till агрегатом Salford 7000



Рис. 1.3. Контрольний варіант, оброблений дискатором Kverneland Qualidisc 7000T за мінімального обробітку.



Рис. 1.4. Strip-till технологія при використанні посівного агрегата Mzuri Pro-till 6T

Водночас нас цікавила реакція на ці способи обробітку ґрунту різних типів гібридів соняшника під різні технології вирощування (фактор В):

- 1) **P64LP130** ІМІ–стійкий, придатний для вирощування за Clearfield технологією;
- 2) **NK Kondi** класичний гібрид, що вирощується за традиційною технологією із застосуванням ґрунтових гербіцидів;

Таким чином, дослід був двохфакторним із загальною кількістю 8 варіантів.

Ділянки у досліді першого року розташовували послідовно в 1 ярус, а у 2024 та 2025 рр. – методом рендомізації. Нижче наводимо схеми розташування ділянок у досліді 2023 (рис. 1.5) та 2024-2025 (рис. 1.6) років для Clearfield технології. Для Classic технології розташування було аналогічним.

I повторення				II повторення				III повторення				IV повторення			
2	3	1	4	4	1	3	2	3	1	4	2	1	2	4	3
6	7	5	8	8	5	7	6	7	5	8	6	5	6	8	7

Рис. 1.5. Схема розміщення ділянок у польовому досліді 2024 р.

I повторення				II повторення				III повторення				IV повторення			
1	4	2	3	4	2	3	1	2	3	4	1	3	4	2	1
5	8	6	7	8	6	7	5	6	7	8	5	7	8	6	5

Рис. 1.6. Схема розташування ділянок у польовому досліді 2025 р.

Такий же принцип розташування ділянок було застосовано і у 2025 р.

3.3. Методика супутніх досліджень

Польовий дослід протягом усього періоду вегетації супроводжувався проведенням різноманітних спостережень замірів, аналізів, розрахунків та інших елементів і методів дослідження [139]. Більшість цих супутніх досліджень проводили у відповідності до загальноприйнятих методик, але деякі з них були

нами модифіковані і доопрацьовані для реалізації конкретних завдань. Ці доопрацювання будуть висвітлені у наведеному матеріалі.

Серед усього різноманіття цих досліджень треба відзначити головні, а саме:

1. Для вивчення **водного режиму ґрунту** визначали такі показники:

- вологість визначали 3 рази за вегетацію: під час сівби, на початку формування кошику і перед збиранням урожаю. Проби ґрунту відбирали пошарово (0–10; 10–20; 20–30; 30–40; 40–60; 60–80 і 80–100 см). Бюкси з пробями сушили у шафі за температурою 105°C до постійної ваги. По кількості випаровуваної води розраховували вологість ґрунту за формулою:

$$V = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1} \times 100, \text{ де}$$

V – вологість ґрунту, %;

m_1 – маса сирого ґрунту, г;

m_2 – маса сухого ґрунту, г.

- запас продуктивної вологи розраховували за формулою:

$$W = 0,1gh(V - V_B), \text{ де}$$

W – запас продуктивної вологи, мм;

g – щільність ґрунту, г/см³;

h – шар ґрунту, см;

V – вологість ґрунту фактична, %;

V_B – вологість сталого в'янення, % (для дослідного поля цей показник дорівнював 11,7%).

- коефіцієнт водоспоживання розраховували за формулою:

$$K_B = \frac{(W_1 - W_2 + 0)}{y_6}, \text{ де}$$

K_B – коефіцієнт водоспоживання, м³/1 тону біомаси;

W_1 – запас продуктивної вологи під час сівби, м³/га;

W_2 – запас продуктивної вологи у повній стиглості соняшника, м³/га;

О – атмосферні опади за вегетацію, мЗ/га;

Уб – урожай сухої надземної маси, т/га.

2. **Щільність ґрунту** визначали окремо в середині міжряддя і у самому рядку по шарам 0–5; 5–10 та 10–20 см. Проби ґрунту відбирали спеціальним буром, який не порушує природньої будови і таким чином після висушування до постійної ваги легко визначити щільність за формулою:

$$g = \frac{m}{V}, \text{ де}$$

g – щільність ґрунту, г/см³;

m – маса сухого ґрунту з непорушеною будовою, г;

V – об'єм проби, см³;

Окрім цього, щільність ґрунту вимірювали спеціальним приладом – пенетрометром. Це експрес–метод, який дозволяє швидко і на різних глибинах визначити щільність ґрунту.

3. **Забур'яненість посівів** визначали у фаза 3–4 листа, на початку формування кошика, цвітіння і повної стиглості підрахунком кількості бур'янів на площадці розміром 70x71,5 (0,5 м²) у шестиразовому повторенні. Одержуваний результат множили на 2 і визначали кількість бур'янів на 1 м². Під час підрахунку бур'яни виривали і визначали суху масу на 1 м² і на 1 га.

4. **Польову схожість** визначали на виділених ділянках площею 0,5 м² (рамка 70x71,5 см) підрахунком повноцінних сходів у 8–разовому повторенні (по 4 ділянки у двох неграничних повтореннях). Суму з усіх 8 повторень ділили на 4 (8x0,5>4м²) і одержували фактичну густоту сходів. Польову схожість визначали відношенням кількості сходів до кількості висіяних насінин.

5. **Фенологічні дослідження** проводили згідно з методикою сортовипробування. За початок фази вважали наявність 15% рослин, які досягли цієї фази, а за повний – 75%.

6. **Довжину стебла** вимірювали 3 рази за вегетацію:

- 1) початок формування кошика;
- 2) цвітіння;
- 3) повна стиглість.

Вимір робили рейкою з рисками через 1 см, яка мала довжину 2,5 м. Повторення – 6-разове по 10 рослин.

7. **Площу листової поверхні** соняшника визначали сканометрично у власній модифікації [168]. Для розрахунків спочатку сканували 20 листків з різних ярусів рослини і зважували їх. Таким чином, було одержано стандартний показник – середня площа одного листа: наприклад, 20 листків – це 5000 см², тобто 1 лист – це $5000: 20 = 250$ см². Далі рахуємо кількість листків на рослині і для переводу на площу множимо на фактичну кількість рослин під час виміру (рис. 1.7).



Рис. 1.7. Визначення площі листової поверхні соняшника

Для підвищення точності вимірів стандартну площу одного листа визначали триразово і брали середній показник.

Визначення площі листя проводили 3 рази за вегетацію:

- 1) фаза 4–5 листків;
- 2) початок утворення кошика;
- 3) цвітіння.

8. **Урожай надземної фітомаси** визначали у ті ж фази, що і площу листя. На усіх варіантах зрізали по 10 рослин під корінь, зважували їх і перераховували на площу 1 га по пропорції:

$$\frac{10 \text{ рослин} \cdot m}{\Gamma_{\phi} - X_{\Gamma}} \quad x = \frac{\Gamma_{\phi} \times m}{10}, \text{ де}$$

x – урожай сирої біомаси, г/м²;

Γ_{ϕ} – фактична густота рослин, шт/м²;

m – маса 10 рослин, г.

Для визначення урожаю абсолютно сухої біомаси одну рослину повністю подрібнювали на частки розміром до 1 см, з усієї маси відбирали пробу масою 40–50 г, висушували до постійної ваги і визначали вологість маси. Потім робили перерахунок на суху масу.

9. За показниками площі листя та урожаєм сухої надземної біомаси розраховували такі **показники фотосинтетичної діяльності рослин соняшника**:

а) **фотосинтетичний потенціал (ФП)** [162], який показує добуток від множення середньої за певний міжфазний період площі листя на тривалість цього періоду:

$$\text{ФП} = \frac{(S_1 + S_2)}{2} \times T, \text{ де}$$

ФП – фотосинтетичний потенціал, тис. м²/га×діб;

S_1 – площа листя на початку періоду, тис. м²/га;

S_2 – площа листя на кінець періоду, тис. м²/га;

T – тривалість періоду, діб.

б) **чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ)** розраховували діленням приросту сухої біомаси за певний період на ФП за цей час, тобто

$$\text{ЧПФ} = \frac{П_6}{\text{ФП}}$$

Цей показник показує скільки абсолютно сухої речовини утворює 1 м² листя за добу [163].

10. Водний баланс метрового шару ґрунту розраховували спрощеним методом за С.А. Веріго і Л.А. Разумовою [92]. Цей метод зветься спрощеним за те, що він не враховує окремо вологи, що випаровується з поверхні ґрунту.

11. Масу коренів визначали за методом НЗ Станкова [138]. Ґрунт з площі 0,25 м² вибирали пошарово (0–10; 10–20; 20–30; 30–50 см) разом з коренями; через сито відмивали ґрунт. Корені висушували і зважували.

12. Продуктивність роботи коренів визначали як відношення урожаю сухої надземної біомаси до сухої біомаси коренів. Таким чином продуктивність роботи коренів вимірюється у кг надземної біомаси на кг кореневої маси. Цей розрахунок робили у фазі цвітіння.

13. Для аналізу особливостей формування генеративних органів у фазі цвітіння робили підрахунок усіх сформованих бутонів і квіток (потенційна продуктивність). За кількістю одержаних повноцінних насінин визначали рівень реалізації потенціалу.

14. Урожай насіння визначали методом комбайнового збирання з усієї площі облікової ділянки, застосовуючи переобладнаний зерновий комбайн Claas 460 з шестирядною жнивваркою FIELLDAY 6 [167]. Під час обмолоту насіння не попадає у бункер, а накопичувалось у мішки, що чіпляли до відкритого вертикального транспортера. Зразки насіння аналізували на засміченість, визначали вологу і робили перерахунок на чистий урожай базисної вологості. Останнє розраховували за формулою:

$$Y_6 = Y_\phi \frac{100 - V_\phi}{100 - V_6}, \text{ де}$$

$У_6$ – урожайність з базисною вологістю, т/га;

$У_ф$ – урожайність з фактичною вологістю, т/га;

V_6 – базисна вологість (7,0%);

$V_ф$ – фактична вологість, %.

15. **Урожай листостебельної маси** з пустими кошиками визначали зважуванням проб з площі 2 м² у 4-разовому повторенні. Для цього зрізали з цієї площі усі рослини під корінь до обмолоту, зважували, визначали вихід насіння і решту приймали за соломку.
16. **Якість одержаної продукції** визначали у лабораторії Велико-Михайлівського ХПП. Зразки насіння аналізували на вміст жиру експрес-методом інфрачервоної спектроскопії. Цей метод не такий точний, як хімічний, але для порівняння в нашому досліді він цілком задовільний.
17. **Фізичні показники якості** (маса 1000 насінин, панцирність та ін.) визначали самостійно у відібраних зразках.
- 18.3 точки зору якості одержаної олії визначали **вміст лінолевої кислоти** (Омега-6). Ця поліненасичена жирна кислота не синтезується в організмі людини і її треба одержувати з їжею. Обидва досліджувані гібриди належать саме до лінолевої групи і тому цікаво мати зміни вмісту цієї кислоти залежно від типів обробки ґрунту. Цей аналіз здійснювали методом газової хроматографії в лабораторні ХПП Велико-Михайлівка.
19. Для визначення **достовірності різниць** показниками різних варіантів робили статистичну обробку експериментальних даних. Обробку здійснювали методом дисперсійного аналізу з визначенням найменшої істотної різниці (НІР). Якщо НІР дорівнювала або поступалась фактичній різниці, відмінність вважалась суттєвою і доказаною математично. У рази, коли НІР перевищувала фактичну різницю відмінність вважалась несуттєвою [91].

20. Між деякими показниками продуктивності визначали **рівень і напрям кореляції**. В нашому досліді визначали лише парні кореляції без залучення множинних зв'язків [139].
21. **Показники економічної ефективності** розраховували методом співставлення прямих виробничих витрат і вартості одержаної продукції. Розраховували показники чистого прибутку, собівартості продукції і рівня рентабельності виробництва [167].
22. **Енергоефективність** розраховували методом порівняння енерговитрат та енергоємності одержаної продукції. Відношення цих показників визначала біоенергетичний коефіцієнт [170, 171].

3.4. Характеристика гібридів, що вивчались у досліді

Для досліді було обрано гібрид соняшника P64LP130 від американської компанії Pioneer. Цей гібрид є стійким до імідазолінонів. Стійкість до препаратів уперше була виявлена у дикого соняшника *Helianthus annuus* у Канзасі у 1996 р. [102]. Стійкість соняшника до імідазолінонів може бути досягнута лише при гомозиготності [104]. Трохи пізніше було знайдено нове джерело ІМІ-стійкості CLNA-PLUS, розроблений методом мутагенеза [103]. Цей тип ІМІ-стійкості вважається більш ефективним у порівнянні з генами IMR1 та IMR2. Але й досьогодні більшість євролайтінг-стійких гібридів мають перше джерело стійкості.

Цей гібрид повністю відповідає вимогам інноваційної технології Clearfield Plus. Насіння гібриду має підвищений вміст лінолевої кислоти. Це середньостиглий гібрид з тривалістю вегетації 113–115 діб. Має генетично детерміновану стійкість до іржи. Високий рівень посухостійкості дозволяє вирощувати цей сортотип в умовах недостатнього зволоження.

Стебло діаметром 3,0–4,0 см стійке до вилягання і має висоту 170–190 см. За вегетацію на рослині утворюється 27–28 листків, які мають загальну площу 4,5–4,8 тис. см², або 22,5–24 тис. м²/га. Таку листову поверхню можна вважати за середній рівень.

Якщо оцінити деякі показники гібриду у балах, то результат буде таким:

Оцінка у балах (з 10)

Показник

1. Посухостійкість	8
2. Олійність	9
3. Стійкість до хвороб:	
- фомоз	6
- біла гниль кошика	7
- вертицильоз	9
- пероноспороз	9

В умовах поширення фомопсису потребує фунгіцидного захисту. Урожайність на сортовипробувальних станціях України коливалась від 2,7 до 5,1 т/га. Рекомендована густина рослин в умовах достатнього зволоження – 50–55, а недостатнього – 45–50 тис. рослин на 1 га. Маючи достатній рівень холодостійкості, гібрид підходить до ранніх строків сівби. В умовах Степу України оптимальною є сівба від 10 до 20 квітня. Основним попередником у виробництві є озима пшениця.

Другим гібридом, яким було включено у схему досліду, був класичний компанії Syngenta – НК Kondi. За тривалістю вегетації; цей гібрид, як і перший, є середньостиглим і визріває за 116–120 діб.

Гібрид інтенсивного типу, на родючих ґрунтах та за високих доз добрив дає рекордні урожаї з потенціалом до 5,0 т/га. Це лінолевий тип з вмістом олії 52–54% має толерантність до фомозу, фомопсису та білої гнилі (склеротинії). Стійкий до вовчка рас А–Е. Рекомендовано для вирощування в усіх зонах України, що свідчить про високу екологічну пластичність.

Рослини гібриду середньорослі з довжиною стебла 160–175 см. Рекомендована норма висіву 65 тис. насінин на 1 га. До збирання за такої норми висіву залишається 55–58 тис. рослин.

Посіви NK Kondi є добрим джерелом меду і тому рекомендовано на 1 га посіву ставити 2 вулика. Певний недолік цього гібриду – це недостатня посухостійкість, але в умовах нашого дослідження, цей негатив майже не проявляється.

3.5. Агротехніка у досліді

Для дослідів першого року було обрано поле із незначним схилом на південь (1,6°). У 2024 р. поле (частина з дослідними посівами) мало абсолютну рівність (0,6° схил на захід). У 2025 р., коли дослідна ділянка займала частину поля, був ідеально вирівняним. В усіх випадках попередником соняшника була озима пшениця, а перед попередником – озимий ріпак.

Загальне макроудобриво мало формулу $N_{80}P_{40}K_{20}$. Це рекомендована для зони центрального степу доза. Вона складалась із 250 кг/га КАС32, 200 кг/га гранульованого суперфосфату 20% та 50 кг/га калійної солі. Окрім макроелементів було застосовано LEAF FORTE з комплексом потрібних для соняшника мікроелементів. Як антистресант і стимулятор застосовували мультифункціональний препарат Хелафіт Комбі (л/га) у фазі початку формування кошика.

Насіння соняшника використовували готовим до сівби. Постачальники насіння представляють насіння відкаліброваним і протруєним комбінованим фунгіцидно-інсектицидним протруювачем. Для гібриду Р64LP130 контроль забур'яненості здійснювали одноразовим внесенням гербіциду Євролайтінг Плюс дозою 2 л/га.

Для класичного гібриду NK Kondi використовували ґрунтовий гербіцид Харнес. Цей гербіцид вносили перед сівбою у дозі 2 л/га. Ефективність Харнесу зростає за достатньої вологості ґрунту, тому строк сівби підганяли під опади.

Висівали насіння масою 1000 - 60г у кількості 60 тис. шт. на 1 га. То ж вагова норма висіву становила з урахуванням чистоти і схожості 3,8 кг/га. Це становить 0,4 посівної одиниці. Насіння постачається обробленим фунгіцидно-інсектицидним протруювачем і тому додаткової підготовки до сівби не потребує.

Ґрунт до сівби готували у відповідності до схеми досліду. У випадку із використанням посівного агрегату Mzuri Pro-til 6T здійснювалась пряма сівба без попередньої підготовки.

Для визначення оптимального строку сівби ми не використовували показник температури ґрунту, як зазвичай рекомендують. Тут керувались тим, що будь-яка температура ґрунту – це нестабільний показник, який після досягнення пропонуємого оптимуму може на 5–7 діб зменшитись до небажаного рівня. Тому орієнтувались на дату, на яку за середньо багаторічними показниками температури ґрунту досягає 10–11°C. Таким чином, строк сівби по рокам був майже незмінним: 2023 р. – 15 квітня; 2024 р. – 13 квітня і 2025 р. – 14 квітня.

Під час сівби насіння загорталось у ґрунт на глибину 5–6 см. Це трохи глибше, ніж рекомендовано, але надійніше з точки зору розташування насінин у достатньо вологому ґрунті. Ширина міжрядь була стандартною – 70 см. Будь-які сівалки легко перебудуються на іншу ширину: з 45 до 90 см.

Як вже було зазначено вище, контроль забур'яненості за системи Clearfield здійснювали за рахунок одноразового внесення Євролайтінгу Плюс. Цей гербіцид, як і Харнес, має широкий спектр дії і до половини вегетації підтримує поле у чистоті. Але, починаючи з фази початку формування кошика, розвивається друга хвиля бур'янів і перш за все це стосується амброзії. Цей бур'ян доволі успішно конкурує із соняшником і часто дає відчутний негативний ефект, особливо там, де спостерігається зрідженість травостою. Якщо ця хвиля бур'янів має значний рівень, то у таких випадках стає обов'язковим проведення передзбиральної десикації. У нашому досліді цей захід було здійснено у 2023 р., коли кількість амброзії (*Ambrosia artemisifolia*) і плоскухи (*Echinochloa crus-galli*) становила у середньому 3 і 2 рослини на 1 м² відповідно. Десикація прискорює процес підсихання кошиків і водночас висушує бур'яни, що значно полегшує збирання урожаю і зменшує втрати під час збирання. Використовували десикант Альфа–Дикват у дозі 2,5 л/га з додаванням прилипача ПАВ Альфаліп Екстра (0,25 л/га).

До збирання урожаю приступали за вологості насіння 9%. Зернові комбайни переобладнаються для соняшника установкою пристосування Змієвського. Висоту зрізу регулюємо на рівні 100–110 см від поверхні. При цьому жнивarka йде на висоті 50–60 см від поверхні.

Після збирання насіння транспортується на гарман, де проходить доочищення і втрачає ще 1,5–2,0% вологи. Таким чином, на зберігання насіння доводиться до вологості 7%.

Висновки до розділу 3.

1. Методичне забезпечення дослідження ґрунтувалося на використанні загальноприйнятих наукових підходів і стандартних методик проведення польових експериментів. З метою підвищення достовірності отриманих результатів окремі елементи методики були адаптовані відповідно до ґрунтово-кліматичних умов та специфіки дослідної схеми.
2. Закладання польового дослідження здійснювалося на ділянках із високим рівнем окультурення ґрунту та достатніми показниками природньої родючості, що забезпечило репрезентативність експериментальних даних і створило передумови для об'єктивної оцінки впливу досліджуваних факторів.
3. Аналіз біологічних та технологічних характеристик досліджуваних гібридів засвідчив їх відповідність вимогам сучасних технологій вирощування. Гібриди, що вивчались у досліді повністю відповідають вимогам технологій: Р64LP130 – ІМІ-стійкий для Clearfield Plus технології, а NK Kondi – класичний гібрид під технологію із застосуванням ґрунтових гербіцидів.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Характеристика екологічних умов залежно від систем обробітку ґрунту

Як вже було зауважено раніше, наші дослідження мали комплексний характер: охоплювали майже весь спектр умов життя рослин і особливостей соняшникового фітоценозу. Перш за все було поставлено завдання визначити деякі екологічні параметри у зв'язку з вивченими системами обробітку ґрунту. Найголовнішим екологічним чинником для умов Степу є ґрунтова волога [140]. Це питання вивчалось у вигляді водного балансу.

4.1.1. Водний режим ґрунту

Головним елементом водного режиму є вологість ґрунту. Для соняшника оптимальною є вологість у шарі 0–150 см 60–65% від польової вологоємності.

Для одержання своєчасних і повних сходів важливим є показник вологості шару 0–10 см, в якому розташовується насіння. Соняшник вимагає для цього вологість в межах 15–16%. У разі нестачі вологи сходи будуть або неповні, або з'являться із запізненням. У нашому досліді вологість верхнього шару ґрунту змінювалась від обробітку ґрунту таким чином (табл. 4.1).

Вологість ґрунту під час сівби у шарі 0–10 см залежно від технології обробітку

Таблиця 4.1

Технологія обробітку ґрунту	2023 р.		2024 р.		2025 р.		Середня за роки	
	0–5	5–10	0–5	5–10	0–5	5–10	5–10	0–5
	см	см	см	см	см	см	см	см
Безполицевий, 30см	17,3	20,4	16,6	20,2	13,0	15,1	15,6	18,6
Вертикальний, 10-20см	18,0	21,0	17,4	21,3	13,0	16,8	16,1	19,7
Мінімальний 8-10см	17,0	20,5	16,0	20,2	13,0	15,4	15,3	18,7
Strip-till до 20см	18,3	21,7	18,2	22,0	13,7	17,6	16,7	20,1
НІР ₀₅ , %	0,6	0,7	0,4	0,8	0,3	0,6	–	–

Як бачимо, у 2023 та 2024 рр. Усі технології обробітку забезпечити вологість у шарі ґрунту 0–5 см достатньо, аби одержати повноцінні і своєчасні сходи. Але у 2025 р., коли за весь квітень випало лише 3 мм опадів, вологи було недостатньо. Тому насіння вимушені були висіяти на глибину 6–7 см і таким чином із запізненням у 3 дні одержати задовільні сходи.

Різниця по варіантам дослідів була помітною протягом усіх років спостереження. Тут чітко простежується перевага Strip-Till технології з використанням посівного агрегату Mzuri Pro-til 6T. Близькі показники дає вертикальний обробіток ґрунту агрегатом Salford 7000, а безполицевий та мінімальний поступались за цим показником на математично доказану величину.

Одержана на початку періоду перевага Strip-Till технології з точки зору вологозабезпечення зберігалась і надалі. Лише у кінці вегетації різниця зникала, або перевага навіть була на боці контролю (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

**Динаміка вологості ґрунту у шарі 0–100 см під час вегетації соняшника
(середні за 2023–2025 рр.)**

Технологія обробітку ґрунту	Початок формування кошика			Цвітіння			Повна стиглість		
	Шар ґрунту, см								
	0–30	30–100	0–100	0–30	30–100	0–100	0–30	30–100	0–100
	Гібрид Р64LP130								
Безполицевий, 30см	17,3	19,8	19,6	14,9	18,2	17,8	14,4	15,7	15,8
Вертикальний, 10-20см	28,0	20,3	20,2	18,7	18,7	18,2	14,4	15,7	15,7
Мінімальний 8-10см	17,2	19,6	19,6	16,1	19,1	17,7	14,6	16,0	15,9

Продовження таблиці 4.2

Strip-till до 20см	18,3	20,5	20,7	15,6	19,0	18,4	15,8	16,2	15,9
	Гібрид НК Kondi								
Безполицевий, 30см	17,1	20,1	19,5	14,7	17,6	17,3	13,8	16,0	15,7
Вертикальний, 10-20см	17,6	20,1	19,5	15,0	18,2	18,4	13,6	16,9	15,5
Мінімальний 8-10см	17,0	19,5	18,9	14,7	17,5	17,3	14,0	16,1	15,5
Strip-till до 20см	18,0	20,4	20,0	15,3	18,4	18,3	13,5	15,7	15,2

По рокам загальна закономірність була майже такою, як і у середньому за роки, але треба відзначити, що умови зволоження у 2025 році були значно гіршими, ніж у попередні.

З точки зору впливу систем підготовки ґрунту до сівби на його вологість чітко простежується позитив при застосуванні технології вертикального обробітку та прямого висіву за Strip–Till технологією посівним комплексом Mzuri Pro–til 6T. Ця перевага у шарі 0–30 см становила 0,8–1,1% над контролем, а у шарі 0–100 см – 0,6–1,1%. Як було відзначено вище, певна перевага цих систем зберігалась і під час цвітіння: лише у повній стиглості вона зникала, а у шарі 0–30 см перевагу у 0,4–0,5% мав контроль. Це пов'язано з тим, що на варіантах з Вертикальним та Strip-till технологіями розвивалась більша вегетативна маса, яка для свого утворення споживала більше води.

Якщо порівнювати особливості водоспоживання гібридів, то тут легко помітити, що НК Kondi споживав більше води і тому ґрунт мав меншу вологість. У порівнянні з гібридом P64LP130 різниця була невеликою (0,3–0,4%), але вона проявлялась постійно.

Якщо розрахувати вміст продуктивної води, то загальна картина залишається незмінною, бо цей показник є вихідним з польової вологості ґрунту. Для розрахунку водного балансу використовується саме цей показник, тому наводимо і ці розрахунки (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Вміст продуктивної вологи (мм) у шарі ґрунту 0–100 см від вивчених чинників (середні за 2023–2025 рр.)

Технологія обробітку ґрунту	Під час сівби	Початок формування кошика	Цвітіння	Повна стиглість
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Гібрид Р64LP130				
Безполицевий, 30см	126,0	101,8	77,7	50,9
Вертикальний, 10-20см	132,4	109,9	83,1	49,6
Мінімальний 8-10см	124,4	101,8	76,4	52,6
Strip-till до 20см	132,0	116,6	85,8	52,3
Гібрид NK Kondi				
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Безполицевий, 30см	126,0	100,5	71,0	49,6
Вертикальний, 10-20см	132,4	100,5	85,8	46,9
Мінімальний 8-10см	124,4	92,5	71,0	46,9
Strip-till до 20см	132,0	107,2	89,4	42,9

Тут будь-який коментар є зайвим, бо продуктивна волога і вологість ґрунту мають прямий зв'язок

Тісний зв'язок між вологістю ґрунту та запасом продуктивної вологи можна проілюструвати графічно (рис. 4.1).

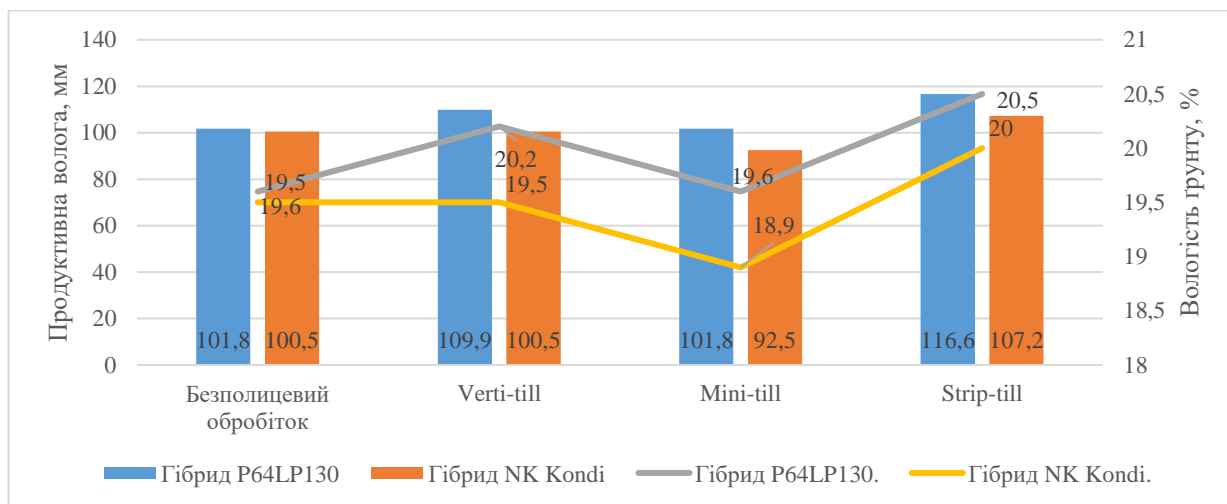


Рис. 4.1. Співвідношення вологості ґрунту і запасу продуктивної вологи у шарі 0–100 см (фаза початку формування кошика), середні за 2023–2025 рр.

Баланс водозабезпечення складається із наявної у ґрунті продуктивної вологи і атмосферних опадів за вегетацію. Таким чином, сумарне водоспоживання – це різниця між запасом продуктивної вологи на початку і в кінці вегетації плюс опади.

Як бачимо, криві запасу продуктивної вологи копіюють вологість ґрунту в усіх випадках. Тут чітко простежується перевага Strip-Till технології, яка простежується на обох гібридах. Близькі показники водозабезпечення створюються також за Verti-till технологією із застосування Salford 7000.

Для розрахунків було використано весь період від сівби до повної стиглості, тобто вегетаційний період плюс період від сівби до сходів. Кінцевим результатом розрахунку було визначення коефіцієнта водоспоживання, який уособлює собою рівень питомих витрат вологи на утворення одиниці біомаси. Різні науковці пропонують вести розрахунок коефіцієнта водоспоживання або на суху біомасу, або на урожай головної продукції. Нашою програмою передбачено розрахунок цього показника як на біомасу, так і на насіння. Розрахунки водного балансу залежно від вивчених заходів наведено нижче (табл. 4.4.).

Одержані результати перш за все показують зростання величини загального водоспоживання при збільшенні урожайності. Тому у крайніх варіантах різниця цього показника досягала 127–140 м³/га. Треба відзначити, що гібриди споживали однакову кількість вологи і різниця між ними за цим показником була несуттєвою.

Найвищий рівень загального водоспоживання відзначено у 2023 р. (у середньому по варіантах 2754 м³/га, тоді як у 2024 і 2025 р. – на 550–640 м³/га менше (Додаток Б)

Головним показником цих розрахунків є визначення коефіцієнта водоспоживання, який уособлює питомі витрати вологи на одиницю продукції. У цьому відношенні у обох гібридів перевагу мали варіанти технології вертикального обробітку агрегатом Salford 7000 та Strip-till у разі прямого висіву посівним агрегатом Mzuri Pro-till 6T. У середньому за роки досліджень коефіцієнт водоспоживання у варіанті з технологіями Вертикального та Strip-till становив відповідно 1028 та 1041 м³/т насіння для гібриду P64LP130, та 984–971 для NK Kondi. У контролі цей показник був на 47–60 м³/т насіння вищим у гібрида P64LP130 і на 52–65 м³ – у NK Kondi.

Таблиця 4.4

Водний баланс метрового шару ґрунту під посівом соняшника, середні за 2023–2025 рр.

Технологія обробітку ґрунту	Продуктивна волога, м ³ /га		Опади за вегетацію, м ³ /га	Загальне водоспоживання, м ³ /га	Урожай, т/га		Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т	
	сівба	повна стиглість			сухої біомаси	насіння	сухої біомаси	насіння
Гібрид Р64LP130								
Безполицевий, 30см	1260	509	1556	2307	4,84	2,12	477	1088
Вертикальний, 10-20см	1324	496	1556	2384	5,32	2,32	448	1028
Мінімальний 8-10см	1244	526	1556	2274	4,97	2,09	458	1088
Strip-till до 20см	1320	523	1556	2447	5,64	2,35	434	1041
Гібрид НК Kondi								
Безполицевий, 30см	1260	496	1546	2310	5,04	2,27	458	1017
Вертикальний, 10-20см	1324	469	1546	2401	5,38	2,44	446	984
Мінімальний 8-10см	1244	469	1546	2321	4,95	2,24	469	1036
Strip-till до 20см	1320	429	1546	2437	5,48	2,51	445	971

Така різниця у питомому водоспоживанні свідчить про високий рівень економії вологи на утворення урожаю за рахунок кращих систем обробітку ґрунту. Якщо поррахувати витрати вологи на великих площах, то результати мають вражаючу різницю (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

Витрати води на утворення насіння соняшника за різних систем обробітку ґрунту

Площа, на яку ведеться розрахунок	Варіант дослідю		Економія, м ³
	контроль	Mzuri Pro–til 6T	
1 га	1088	1041	47
1 поле сівозміни (110 га)	119,7 тис. м ³	114,5 тис. м ³	5,2 тис.
Для ТОВ КОЛОС (351 га)	381,9 тис. м ³	365,4 тис. м ³	16,5 тис.
Для Одеської обл. (420 тис. га)	457 млн. м ³	437 млн. м ³	20,0 млн.
Для України (5,1 млн. га)	5,54 млрд. м ³	5,30 млрд. м ³	240 млн.

Навіть для одного невеликого господарства, яким є ТОВ «КОЛОС», економія становить 16,5 тис. м³, що вистачило б для поливу 41 га нормою 400 м³/га. У масштабах Одещини та в цілому країни цифри виглядають вражаюче.

Таким чином, використані нами системи обробітку ґрунту справляють глибокий і довготривалий вплив на весь спектр показників водного режиму і найкраще у цьому відношенні себе показали вертикальний обробіток агрегатом Salford 7000 та прямий висів за системою Strip–Till посівним комплексом Mzuri Pro–til 6T. Надалі ця перевага перетворювалась у активізацію росту і розвитку рослин соняшника, про що буде представлено відповідний матеріал.

4.1.2. Щільність ґрунту

Будь-який обробіток ґрунту справляє безпосередній вплив на його фізичні властивості, у тому числі і на щільність. Щільність відіграє важливу роль у накопиченні і пересуванні вологи, формуванню і розвитку коренів і перебігу мікробіологічних процесів, а також розвитку бур'яної рослинності. Тому у такому досліді, як порівняльна оцінка ефективності різних систем обробітку ґрунту, вивчення щільності є не лише виправданим, але й необхідним.

Зазвичай для південних чорноземів оптимальною у шарі 0–10 см вважають щільність 1,11; 10–20 – 1,15; 20–30 – 1,25; 30–50 – 1,32; 50–100 – 1,38 г/см³. Але для кожного типу ґрунту та для кожної сільськогосподарської культури ці показники можуть змінюватись і тому у кожному випадку треба мати індивідуальний підхід.

Якщо ґрунт не обробляти і не ущільнювати, то через деякий час (4–6 років) ґрунт стабілізує щільність на певному рівні, який багато дослідників вважають оптимальним. Для нормального розвитку рослин соняшника оптимальною вважають щільність 1,28 г/см³ [93].

У нашому досліді ґрунт обробляли як суцільно, так і смугами. Тому і щільність визначали і у зоні обробітку, і там, де його не було. Найбільш цікавим було визначення щільності у шарі 0–10 см, тобто у зони висіву насіння. Результати цих визначень наводимо нижче (табл. 4.6).

Таблиця 4.6

**Щільність десятисантиметрового шару ґрунту залежно від технології
обробітку ґрунту, г/см³**

Технологія обробітку ґрунту	Сівба		Початок формування кошика		Цвітіння	
	у рядку	у міжрядді	у рядку	у міжрядді	у рядку	у міжрядді
2023 рік						
Безполицевий, 30см	1,11	1,11	1,18	1,20	1,19	1,20
Вертикальний, 10-20см	1,14	1,18	1,18	1,22	1,19	1,24
Мінімальний 8-10см	1,05	1,06	1,19	1,26	1,19	1,24
Strip-till до 20см	1,14	1,22	1,16	1,24	1,17	1,24
2024 рік						
Безполицевий, 30см	1,08	1,08	1,14	1,18	1,19	1,20
Вертикальний, 10-20см	1,09	1,14	1,16	1,21	1,21	1,21
Мінімальний 8-10см	1,04	1,04	1,17	1,18	1,20	1,21
Strip-till до 20см	1,11	1,17	1,14	1,21	1,28	1,26
2025 рік						
Безполицевий, 30см	1,01	1,03	1,10	1,18	1,18	1,20
Вертикальний, 10-20см	1,08	1,09	1,13	1,19	1,20	1,21
Мінімальний 8-10см	0,98	1,02	1,14	1,17	1,20	1,21
Strip-till до 20см	1,14	1,18	1,16	1,21	1,18	1,25
середня за 3 роки						
Безполицевий, 30см	1,10	1,07	1,14	1,19	1,19	1,20
Вертикальний, 10-20см	1,10	1,14	1,16	1,21	1,20	1,21
Мінімальний 8-10см	1,07	1,10	1,17	1,20	1,20	1,22
Strip-till до 20см	1,13	1,19	1,15	1,22	1,18	1,25

Безумовно, різниці, що простежуються у цих матеріалах, не мають високого рівня істотності, але в усіх випадках тенденція має однаковий характер. Цю тенденцію можна характеризувати як можливість створення більш щільного посівного шару за рахунок або вертикального обробітку (Salford 7000), або при застосуванні Strip-till технології посівного комплексу Mzuri із смуговою обробкою за системою Strip-Till . Якщо дискування розпушує ґрунт до щільності $1,05 \text{ г/см}^3$, то згадані вище технології забезпечують щільність на рівні $1,14 \text{ г/см}^3$. Якщо вирахувати в одному і другому випадках загальну шпаруватість ґрунту та цей показник дорівнюватиме відповідно 60 і 75%. Оптимум загальної шпаруватості за визначенням Демиденко О.В. і Тетерещенко Н.М. становить 55–60% [94]. То ж Verti-till і Strip-Till технології забезпечують суттєву перевагу, оптимізуючи показники шпаруватості. Але для оптимізації фізичних властивостей ґрунту важливим є не лише загальна шпаруватість, а й співвідношення капілярних і некапілярних пор. Це співвідношення має бути таким: капілярні – 40–44; некапілярні – 10–12% [95]. Коли ми визначаємо щільність ґрунту із зразків з непорушеною будовою, легко визначити загальну шпаруватість як відношення різниці між питомою вагою і щільністю до питомої ваги, виражене у відсотках. Наводимо ці розрахунки разом із співвідношенням капілярних і некапілярних пор (табл. 4.7).

Таблиця 4.7

Співвідношення капілярних і некапілярних пор у шарі ґрунту 0–10 см залежно від технології обробітку ґрунту (середні за 2023–2025 рр.)

Технологія обробітку ґрунту	Шпаруватість, %		
	загальна	капілярна	некапілярна
Безполицевий, 30см	50,0	31,2	18,9
Вертикальний, 10-20см	50,0	40,6	9,4
Мінімальний 8-10см	51,4	29,4	22,0
Strip-till до 20см	48,6	40,2	8,4

Після Salford та Mzuri ґрунт у зоні рядків був помітно вищої щільності і тому тут загальна шпаруватість була трохи меншою, але ці варіанти мали безумовну перевагу за рівнем капілярної шпаруватості яка у контролі досягла більше 50% від загальної. Тому і умови зберігання вологи у контролі були гіршими.

4.1.3. Особливості забур'яненості посівів.

Бур'яниста рослинність має високий рівень конкурентоспроможності по відношенню до культурних рослин. Бур'яни для своєї життєдіяльності потребують усі фактори середовища: вологу, поживні речовини, світло, сонячне випромінювання і т. ін.. Наші ґрунти мають величезний запас насіння бур'янів, яке може не втрачати схожості багато років і цей запас зветься потенційною забур'яненістю. На полях, де проводились наші досліді, кожен рік визначали потенційну забур'яненість (табл. 4.8).

Таблиця 4.8

Потенційна забур'яненість дослідних ділянок у роки досліджень, тис./м²

Рік досліджень	0–10 см		10–20 см		0–20 см	
	насіння бур'янів	вегетативн і органи	насіння бур'янів	вегетативн і органи	насіння бур'янів	вегетативн і органи
	в		в		в	
2023	28,3	0,17	12,9	0,10	41,2	0,27
2024	30,4	0,11	23,9	0,03	54,3	0,14
2025	20,9	0,21	18,9	0,12	39,8	0,33

Наведені дані свідчать про те, що потенційний рівень забур'яненості у 2 рази нижчий, ніж середньостатистичні показники. Наприклад, в опублікованому на сайті syngenta.ua повідомленні потенціал забур'яненості знаходиться на рівні >700 млн. насінин на 1 га (70 тис./м²) [96].

Цілком очікуваним є співвідношення насіння бур'янів та їх вегетативних органів розмноження (1:0,006), тобто насінин більше у 167 разів. Вегетативні

органи – це перш за все багаторічні бур'яни, але серед насіння теж зустрічаються багато видів багаторічників.

Розбір проб насіння, відмитого під час визначення потенційної забур'яненості є тривала і копітка робота. Тому ми визначали не усі роди і види бур'янів, а лише найрозповсюдженіші. Наводимо одержаний видовий склад (табл. 4.9).

Таблиця 4.9

Видовий склад бур'янів за даними визначення потенційної забур'яненості дослідних ділянок (середні з усіх ділянок)

№	Рід (<i>genus</i>)		Вид (<i>speciens</i>)		Родина (<i>familia</i>)	
Назва						
1	2	3	4	5	6	7
	укр	лат	укр	укр	укр	лат
Малорічні						
1	щириця	amarantus	загнута	retroflexus	амаранто ві	amarantacea e
2	лобода	chenopodi um	біла	album	амаранто ві	amarantacea e
3	амброзія	ambrosia	трирозділ ьна	trifida	айстрові	asteraceae
4	гречка	fallopian	в'юнка	convolvul us	гречкові	poligonaceae
5	нетреба	xantium	звичайна	strumariu m	айстрові	asteraceae

Продовження таблиці 4.9

1	2	3	4	5	6	7
6	мишій	setaria	зелений	viridis	тонконогові	poaceae
7	мишій	setaria	сизий	glauca	тонконогові	poaceae
8	плоскуха	echinochloa	звичайна	serus-gali	тонконогові	poaceae
ще 24 види бур'янів, які мали дуже малу питому вагу						
Багаторічні						
1	осот	cirsium	рожевий	arvense	айстрові	asteraceae
2	берізка	convolvulus	польова	arvensis	берізкові	convolvulaceae
3	осот	cirsium	жовтий	arvensis	айстрові	asteraceae
ще 7 видів бур'янів, які мали зустрічатись рідко						

Не дивлячись на величезне різноманіття, основу забур'яненості складають лише 11 видів, серед яких 8 малорічників і 3 багаторічника. Реально навіть не 3, а 2 багаторічники, бо осот жовтий, хоч і має доволі високий рівень присутності, але не в усі роки. Наприклад, у нашому досліді цей бур'ян був присутнім лише у 2024 році, а у 2023 та 2025 р. його не було зовсім.

За технологією Clearfield усі бур'яни практично були відсутні і лише друга хвиля виявила наявність деяких бур'янів. Яким було співвідношення різних видів бур'янів ілюструє наведений малюнок (рис. 4.2).

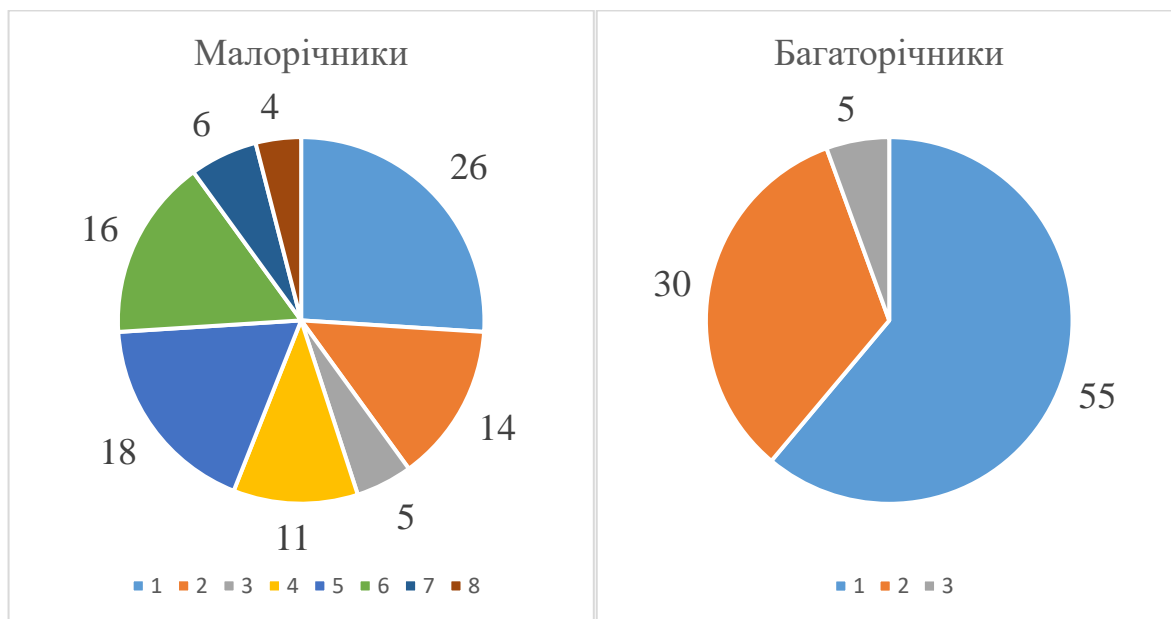


Рис. 4.2. Співвідношення малорічних і багаторічних бур'янів

Примітка: позначки 1–8 у малорічників і 1–3 у багаторічників показані у табл. 4.9.

Серед малорічників перевагу мали щиряця і мишій (60%), а серед багаторічників – осот рожевий (55%). Такі види як амброзія трироздільна та плоскуха звичайна привалювали наприкінці вегетації. Для гібриду НК Kondi застосовували, як було сказано вище, ґрунтовий гербіцид і тому спектр присутніх бур'янів був ширшим (табл. 4.10).

Таблиця 4.10

Забур'яненість соняшника залежно від технології обробітку ґрунту та технології вирощування (середні за 2023–2025 рр.)

Технологія обробітку ґрунту	Початок формування кошика		Цвітіння		Повна стиглість	
	однорічні	багаторічні	однорічні	багаторічні	однорічні	багаторічні
P64LP130 Clearfield						
1	2	3	4	5	6	7

Продовження таблиці 4.10

1	2	3	4	5	6	7
Безполицевий, 30см	5,0	0,3	4,0	0,3	6,0	1,3
Вертикальний, 10-20см	4,7	1,0	4,0	0,3	5,7	0,7
Мінімальний 8-10см	7,6	2,0	5,3	0,7	7,0	0,7
Strip-till до 20см	6,0	1,3	4,0	0	5,3	0,7
NK Kondi Classic						
Безполицевий, 30см	6,0	2,7	6,3	2,0	7,7	1,7
Вертикальний, 10-20см	6,3	2,0	5,7	2,7	8,0	2,3
Мінімальний 8-10см	9,7	4,3	11,3	4,3	12,5	3,0
Strip-till до 20см	6,7	1,7	8,3	2,7	7,0	1,3

Перш за все треба визначити, що обидві технології є доволі ефективними з точки зору контролю забур'яненості. Але якщо порівнювати їх між собою, то перевагу мала Clearfield технологія з внесенням 2.0 л/га Євролайтингу Плюс.

Технології обробітку ґрунту чіткого впливу на забур'яненість не мали. Але можна без побоювання зробити помилку стверджувати, що призводить до помітного зростання чисельності бур'янів, особливо багаторічних.

Для більш повної характеристики забур'яненості було проведено не лише кількісний облік бур'янів, а й їх біологічну масу. Результати цих досліджень наводимо нижче (табл. 4.11).

**Облік біологічної маси бур'янів залежно від технології вирощування
(середні за 2023–2025 рр.), г/м², фаза цвітіння**

Технологія	Тип бур'янів	Маса бур'янів, г/м ²	Агрегат для обробітку ґрунту			
			Horsch Tiger 6MT	Salford 7000	Qualidisc 7000	Mzuri Pro-til 6T
Clearfield гібрид P64LP130	однорічні	сиря	36,2	32,4	48,2	30,6
		суха	10,4	10,0	17,7	8,4
	багаторічні	сиря	13,5	12,1	20,4	–
		суха	4,8	3,8	7,0	–
Classic гібрид NK Kondi	однорічні	сиря	51,3	48,4	98,1	60,1
		суха	16,2	11,4	33,0	18,0
	багаторічні	сиря	54,4	62,8	112,0	56,6
		суха	16,6	19,2	34,4	17,0

Якщо класична технологія з точки зору кількості бур'янів на одиниці площі забезпечувала близький з Clearfield технологією результат, то за біологічною масою ця різниця простежується набагато суттєвіше. І все ж таки на такому невисокому рівні забур'яненості різниця навіть у 2–3 рази не є вирішальною з точки зору впливу на продуктивність фітоценозу. На наш погляд різниця у забур'яненості обумовлена більше рівнем конкурентоспроможності культурних рослин, які за Verti-till та Strip-Till системами мали більший габітус і таким чином їх опір бур'янам був сильнішим.

Наочну картину про частку сухої фітомаси бур'янів у загальному урожаї фітоценозу дає графік, представлений на рис. 4.3.

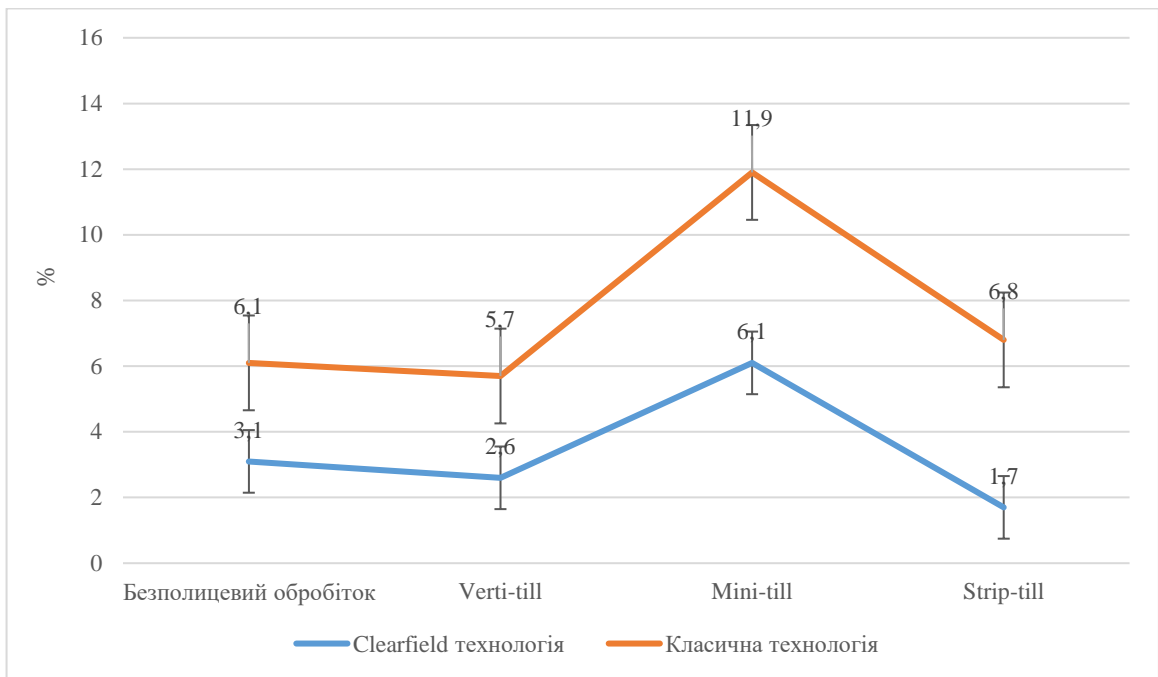


Рис. 4.3. Частка сухої біомаси бур'янів у загальному урожаї фітоценозу

Дійсно, частка біомаси бур'янів за класичної технології обробітку ґрунту перевищувала цей показник за Clearfield технології у 2 рази (3,37% проти 7,62%).

Стосовно обробітку ґрунту, то тут помітну перевагу мали Verti-till та Strip-till, які у середньому мали масу бур'янів 4,1% від загальної фітомаси проти 9,0% на контролі.

Висновки до підрозділу 4.1.

Проведені лабораторні аналізи, спостереження та розрахунки показали, що обидва фактори досліджування суттєво впливають на доволі широкий спектр екологічних умов, зокрема:

- запас продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту за Strip-till технології під час проходження соняшником найбільш відповідальних фаз розвитку перевищував контроль 6,5–12,3% і лише у кінці вегетації ця перевага зникала;
- розрахунки показали, що найбільш економічним витрачанням води на утворення сухої біомаси і насіння характеризуються посіви соняшника за

- класичною технологією, які мали коефіцієнт водоспоживання на 69 пунктів меншим, ніж за технології Clearfield;
- за рахунок застосування Verti-till та Strip-Till технологій створюється посівний шар ґрунту з щільністю, яка перевищує контрольний варіант на $0,09 \text{ г/см}^3$, або на 8%, що забезпечує зменшення загальної шпаруватості у посівному шарі на 2,8%. Водночас позитивно змінюється співвідношення капілярних і некапілярних пор (40,2 та 8,4% проти 29,4 та 22,0% на контролі);
 - за потенційною забур'яненістю дослідні поля характеризувались середнім рівнем наявності у шарі 0–20 см 39,8–41,2 тис насінин на 1 м^2 ;
 - при застосуванні технології Clearfield рівень забур'яненості був меншим, ніж за класичної технології: середня кількість однорічних бур'янів становила відповідно 6,0 і 8,8 шт./ м^2 , а багаторічних – 0,8 і 2,1 шт./ м^2 . Ще більш висока перевага технології Clearfield простежується за сухою біомасою бур'янів, яка становила у першому випадку 1,7–6,1, а у другому – 6,1–11,9% від загальної біомаси фітоценозу

4.2. Особливості лінійного росту рослин та формування надземної і кореневої біомаси.

4.2.1. Довжина стебла.

Сучасні сортозразки соняшника мають широкий спектр довжини стебла. Але найбільш поширені гібриди зазвичай мають стебло довжиною 170–200 см. Деякі дослідники вважають, що між довжиною стебла і урожайністю існує позитивний кореляційний зв'язок [97–99]. Інші дослідники відзначають, що зростання довжини стебла є негативною ознакою з точки зору продуктивності [100].

Гібриди, які було залучено до нашого дослідження, можна віднести до групи середньорослих і за даними фірм–постачальників насіння довжина стебла у гібрида Р64LP130 дорівнює 160–175, а у НК Kondi – 150–170 см. Але це дані, які оригінатор одержав за сприятливих умов. У разі відхилення умов до їх погіршення стебло стає коротшим [101].

Динамічне вимірювання довжини стебла у досліджуваних гібридів за різних систем обробітку ґрунту (3 рази за вегетацію) показало, що стандартні дані цього показника суттєво змінюються по рокам досліджень (табл. 4.12).

Таблиця 4.12

Довжина стебла у соняшника по рокам досліджень залежно від технології обробітку ґрунту і технології вирощування, см

Технологія обробітку ґрунту (А)	2023 р.			2024 р.			2025 р.			Середня за 3 роки		
	початок формування кошика	цвітіння	повна стиглість	початок формування кошика	цвітіння	повна стиглість	початок формування кошика	цвітіння	повна стиглість	початок формування кошика	цвітіння	повна стиглість
Р64LP130 Clearfield (В)												
Безполицевий, 30см	62	149	165	53	137	161	44	129	152	53	138	159
Вертикальний, 10-20см	64	153	166	55	141	163	50	133	155	56	142	161
Мінімальний 8-10см	60	147	164	50	137	157	41	128	150	50	137	157
Strip-till до 20см	63	154	167	56	143	165	48	132	154	56	143	162

Продовження таблиці 4.12

Середня по фактору А	62	151	165	54	140	164	46	131	153	54	140	160
NK Kondi Classic (B)												
Безполицевий, 30см	58	150	162	51	133	159	42	129	150	50	137	157
Вертикальний, 10-20см	59	156	166	54	136	161	46	132	154	53	141	160
Мінімальний 8-10см	55	148	159	50	129	157	40	130	148	48	136	155
Strip-till до 20см	59	154	166	55	135	162	47	133	155	54	141	161
Середня по фактору А	57	152	163	53	133	160	42	131	152	54	139	158
НІР ₀₅ , см	2	3	3	1	3	2	2	4	3	–	–	–

Перш за все треба відзначити, що соняшник обох гібридів входить у фазу початку формування кошика за довжини стебла 40–64 см. Після цієї фази соняшник продовжує швидкий ріст і через 30 діб (цвітіння) його стебло вже досягає 129–153 см, тобто приріст за добу перевищує 2 см. Навіть після цвітіння стебло соняшника продовжує зростати у довжині і за повної стиглості збільшується ще на 18–20 см. Але за цей період темп росту вже уповільнюється і решта ростових процесів також стає менш інтенсивною.

В якості інтерпретації інших результатів вимірювання перш за все треба відзначити, що в усі роки висота рослин була менше той, що задекларована оригіном. Як бачимо, вона коливалась від 150–155 см у 2025 р. до 164–167 у 2023 р.

Порівнюючи гібриди, можна зробити висновок, що за довжиною стебла вони майже однакові, але у середньому за 3 роки Піонер мав стебло на 2 см довше, ніж НК Kondi, що лише у деяких випадках виявилось істотною різницею.

Технології обробітку ґрунту мали суттєвіший вплив на висоту рослин по обом технологіям. У разі Clearfield перевага Вертикального та Strip-till за прямого висіву посівним комплексом Mzuri над контролем становила у середньому 4–5 см, контролем, а за класичної технології – 5–6 см.

Якщо порахувати добовий приріст довжини стебла по міжфазним періодам, то графічно одержимо таку картину (рис. 4.4).

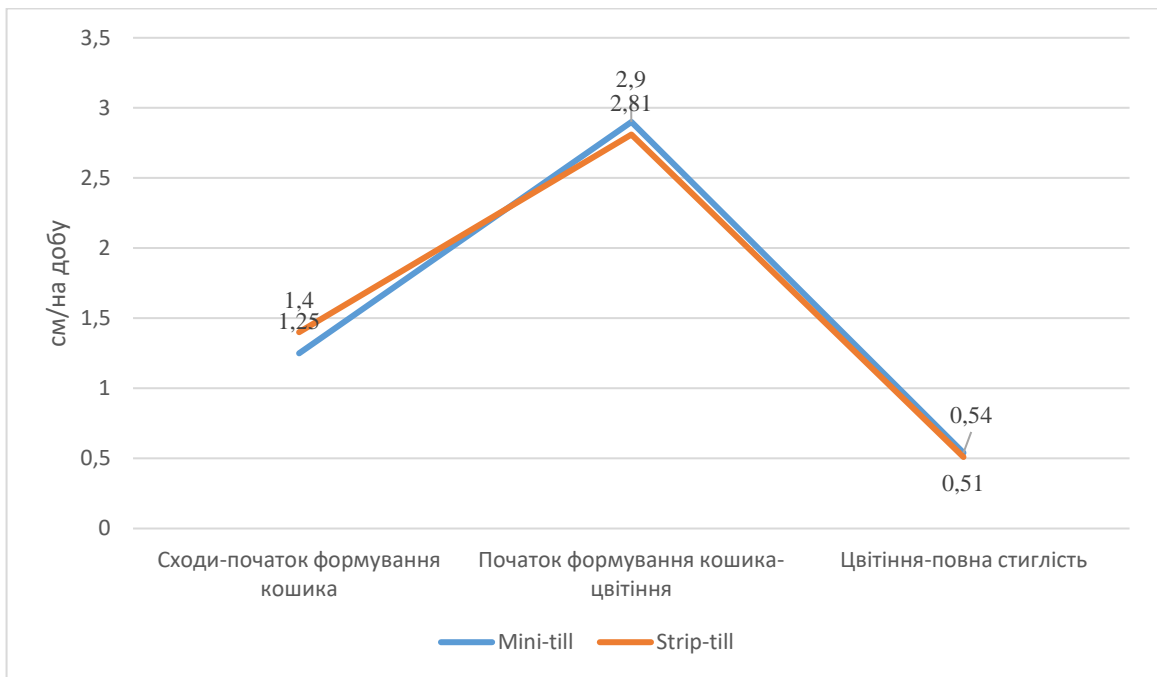


Рис. 4.4. Добовий приріст довжини стебла по міжфазним періодам (середній за 3 роки), см/на добу

Тут чітко простежується досягання максимуму за добовим приростом у міжфазний період від початку формування кошика до цвітіння. За цей період добовий приріст у 2 рази вищий, ніж у перші 40 діб вегетації і у 5 разів, ніж за 37 діб до повної стиглості. У той же час різниця між варіантами обробітку ґрунту відсутня і існуюча різниця не є суттєвою.

Довжина стебла визначає габітус рослин і тому вона тісно пов'язана з нагромадженням усієї надземної біомаси. У нашому досліді урожай біомаси визначали у ті ж самі строки, що і довжину стебла. Такий підхід дає можливість зробити розрахунок кореляційного зв'язку цих показників. Нас також цікавило визначення співвідношення різних органів рослини: стебел, листя, кошиків, вважаючи, що у разі збільшення частки кошиків можна це кваліфікувати як позитивний момент. Оскільки урожай біомаси суттєво відрізнялись по рокам досліджень, наводимо результати визначень окремо (табл. 4.13; 4.14; 4.15).

Таблиця 4.13

Урожай надземної біомаси соняшника у 2023 р., т/га

Технологія обробітку грунту	Початок формування кошика		Цвітіння		Повна стиглість	
	Надземна біомаса					
	сира	суха	сира	суха	сира	суха
Гібрид Р64LP130 Clearfield						
Безполицевий, 30см	6,4	1,64	14,1	4,22	15,8	5,53
Вертикальний, 10-20см	7,0	1,75	16,5	4,96	17,7	6,20
Мінімальний 8-10см	5,9	1,48	13,2	3,95	15,9	5,57
Strip-till до 20см	7,1	1,78	17,1	5,12	18,5	6,48
Середня по фактору А	6,6	1,66	15,2	4,56	17,0	5,95
Гібрид НК Kondi Classic						
Безполицевий, 30см	6,6	1,65	14,3	4,30	16,9	5,92
Вертикальний, 10-20см	7,0	1,75	16,2	4,87	17,9	6,27
Мінімальний 8-10см	6,1	1,53	13,7	4,10	16,4	5,74
Strip-till до 20см	7,3	1,83	17,0	5,10	18,3	6,41
Середня по фактору А	6,8	1,69	15,3	4,59	17,4	6,09
НІР ₀₅ , т	0,42	0,11	0,94	0,38	1,12	0,54

Цей рік характеризується тим, що за урожаєм біомаси перевагу мала класична технологія. У порівнянні з Clearfield технологією тут сформувалось у середньому 17,4 т/га сирої та 6,09 т/га сухої біомаси. Це на 5,4 та 2,7% більше, ніж за технології Clearfield.

Багато в чому схожі і результати 2024 р. (табл. 4.14).

Таблиця 4.14

Урожай надземної біомаси соняшника у 2024 р., т/га

Технологія обробітку грунту (А)	Початок формування кошика		Цвітіння		Повна стиглість	
	Надземна біомаса					
	сира	суха	сира	суха	сира	суха
Гібрид Р64LP130 Clearfield (В)						
Безполицевий, 30см	5,7	1,43	11,1	3,33	13,8	4,83
Вертикальний, 10-20см	6,3	1,58	11,7	3,51	15,0	5,25
Мінімальний 8-10см	5,4	1,35	11,0	3,30	14,9	4,87
Strip-till до 20см	6,8	1,70	12,3	3,69	16,4	5,74
Середня по фактору А	6,1	1,52	11,5	3,46	15,0	5,17
Гібрид НК Kondi Classic (В)						
Безполицевий, 30см	5,7	1,43	10,9	3,27	14,6	5,11
Вертикальний, 10-20см	6,0	1,50	11,3	3,39	15,5	5,43
Мінімальний 8-10см	5,3	1,33	10,7	3,21	14,9	4,90
Strip-till до 20см	6,2	1,55	11,5	3,45	15,8	5,53
Середня по фактору А	6,1	1,45	11,1	3,33	15,2	5,24
НІР ₀₅ , т	0,37	0,09	0,64	0,27	0,70	0,26

У цьому році початковий темп наростання біомаси був близьким до попереднього, але до наступної фази цей процес помітно загальмував і рослини нагромадили фітомаси порівняно з 2023 роком на 30–45% менше (від початку формування кошика до цвітіння). В цьому році за урожаєм біомаси обидва гібриди показали однаковий результат.

Решта закономірностей стосовно впливу систем обробітку ґрунту у 2024 році повністю копіювала попередній рік з тою лише різницею, що рівень відмінностей між варіантами був помітно меншим.

У 2025 році, зважаючи на погіршення умов зволоження, урожай сухої біомаси на кінець вегетації помітно поступався попереднім рокам (табл. 4.15).

Таблиця 4.15

Урожай надземної біомаси соняшника у 2025 р., т/га

Технологія обробітку ґрунту (А)	Початок формування кошика		Цвітіння		Повна стиглість	
	Надземна біомаса					
	сира	суха	сира	суха	сира	суха
Гібрид Р64LP130 Clearfield (В)						
Безполицевий, 30см	5,36	1,34	10,4	3,12	11,9	4,17
Вертикальний, 10-20см	6,00	1,50	11,7	3,50	12,9	4,52
Мінімальний 8-10см	4,88	1,22	10,2	3,07	11,7	4,10
Strip-till до 20см	5,68	1,42	12,0	3,60	13,4	4,69
Середня по фактору А	5,73	1,37	11,1	3,32	12,5	4,37
Гібрид НК Kondi Classic (В)						
Безполицевий, 30см	4,96	1,24	10,2	3,07	11,7	4,09
Вертикальний, 10-20см	5,48	1,37	11,1	3,32	12,7	4,44
Мінімальний 8-10см	4,60	1,15	10,2	3,07	12,0	4,20
Strip-till до 20см	5,60	1,40	11,6	3,49	12,9	4,51
Середня по фактору А	5,16	1,29	10,8	3,24	12,3	4,31
НІР ₀₅ , т	0,27	0,11	0,52	0,18	0,52	0,17

Для характеристики сортогібридних особливостей деякі дослідники використовують такий показник як об'ємна маса травостою. Якщо середню довжину стебла помножити на 10000 м² (гектар), то ми отримаємо гектарний об'єм травостою. Для розрахунку об'ємної маси треба урожай біомаси (кг/га) розділити на об'єм. Наведемо ці нескладні розрахунки (табл. 4.16).

Таблиця 4.16

Об'ємна маса посіву соняшника (середні за 2023–2025 рр.), кг/м

Технологія обробітку грунту (А)	Початок формування кошика		Цвітіння		Повна стиглість	
	Надземна біомаса (В)					
	сира	суха	сира	суха	сира	суха
Гібрид Р64LP130 Clearfield						
Безполицевий, 30см	1,11	0,27	0,86	0,26	0,87	0,30
Вертикальний, 10-20см	1,15	0,29	0,94	0,28	0,94	0,33
Мінімальний 8-10см	1,08	0,27	0,84	0,25	0,88	0,31
Strip-till до 20см	1,16	0,29	0,97	0,29	0,93	0,33
Середня по фактору А	1,12	0,28	0,90	0,28	0,91	0,32
Гібрид NK Kondi Classic (В)						
Безполицевий, 30см	0,99	0,25	0,81	0,24	0,85	0,30
Вертикальний, 10-20см	1,04	0,26	0,84	0,25	0,93	0,34
Мінімальний 8-10см	0,97	0,24	0,77	0,25	0,91	0,32
Strip-till до 20см	1,08	0,27	0,95	0,28	0,91	0,32
Середня по фактору А	1,02	0,26	0,84	0,26	0,90	0,32

Якщо розглянути динамізм цього показника, то тут чітко простежується певний його спад при переході від фази початку формування до цвітіння. Але на останньому міжфазному періоді (цвітіння–повна стиглість) рівень об'ємної маси стабілізується і залишається практично однаковим.

Порівнюючи об'ємну масу посівів обох гібридів, можна відзначити перевагу Піонера. Щоправда, перевага дуже невелика, але стійка. Тут немає математичної обробки, тому відзначаємо цю різницю як тенденцію.

Стосовно технології обробітку ґрунту результат виявився очікуваним, оскільки Verti-till та Strip-till забезпечують зростання густоти стеблостою, то і об'ємна маса цих варіантів вища: перевищення Strip-till над мінімальним

обробітком становило на початку вегетації 7,4, у середині – 15,4 та в кінці – 10%. Приблизно така ж перевага над контролем була і у варіанті Verti-till.

Взаємозалежність показників об'ємної маси посіву і урожаю сухої надземної маси добре простежується на графічному зображенні (рис. 4.5).

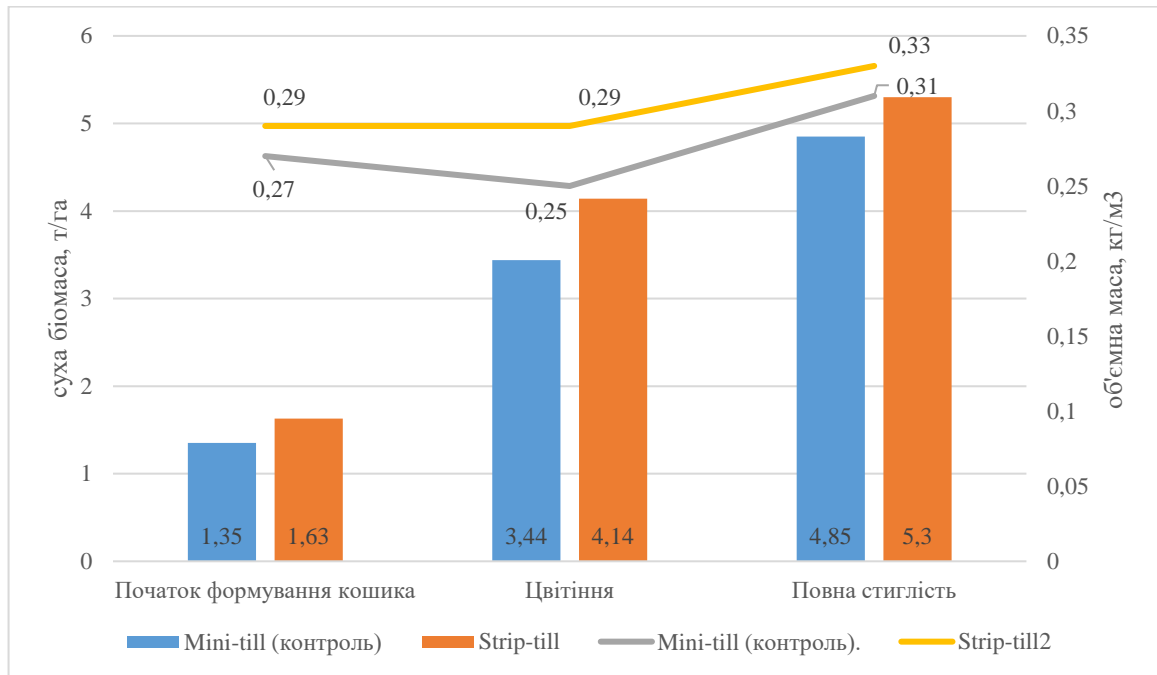


Рис. 4.5. Взаємозв'язок урожаю надземної біомаси і об'ємної маси посівів соняшника (середні за 3 роки).

Як бачимо, суха біомаса безперервно до повної стиглості зростає, а об'ємна маса залишається майже на одному рівні, лише має невеликий спад у фазі цвітіння.

Висновки до підрозділу 4.2.

Спостереження за ростом рослин і нагромадженням надземної біомаси та відповідні розрахунки дозволили сформуванати такі висновки:

- технології обробітку ґрунту мали суттєвий вплив на довжину стебла. При застосуванні Verti-till обробки та Strip-till за використання посівного комплексу Mzugi рослини були на 4–6 см вище, ніж у контролі. Добовий приріст стебла за період вегетації коливався по фазам від 0,5 до 2,9 см за обох технологій вирощування;

- урожай надземної біомаси як сирої, так і абсолютно сухої у 2023 році досяг максимуму за класичною, а у 2024 і 2025 рр. – за Clearfield технологією з різницею, яка переважала НІР, а відтак була на математично доказаному рівні;
- по варіантам обробітку ґрунту одержано закономірність, яка у точності повторює показник довжини стебла: сирої і сухої біомаси сформувалось більше за Verti-till та Strip-Till технологіями;
- об'ємна маса посіву соняшника по фазам розвитку коливається в межах: сира – 0,77–1,14; абсолютна суха – 0,24–0,33 кг/м³. За цим показником перевагу мала Clearfield технологія, а по системам обробітку ґрунту різниця між варіантами дослідів була невеликою і становила по сирій масі 0,2–0,3, а по сухій – 0,06–0,10 кг/м³.

4.3. Формування кореневої системи соняшника

Коренева система соняшника стрижнева, добре розгалужена і проникає у глибину до 3 м [105]. Схематично будова кореневої системи соняшника виглядає так (рис. 4.6):

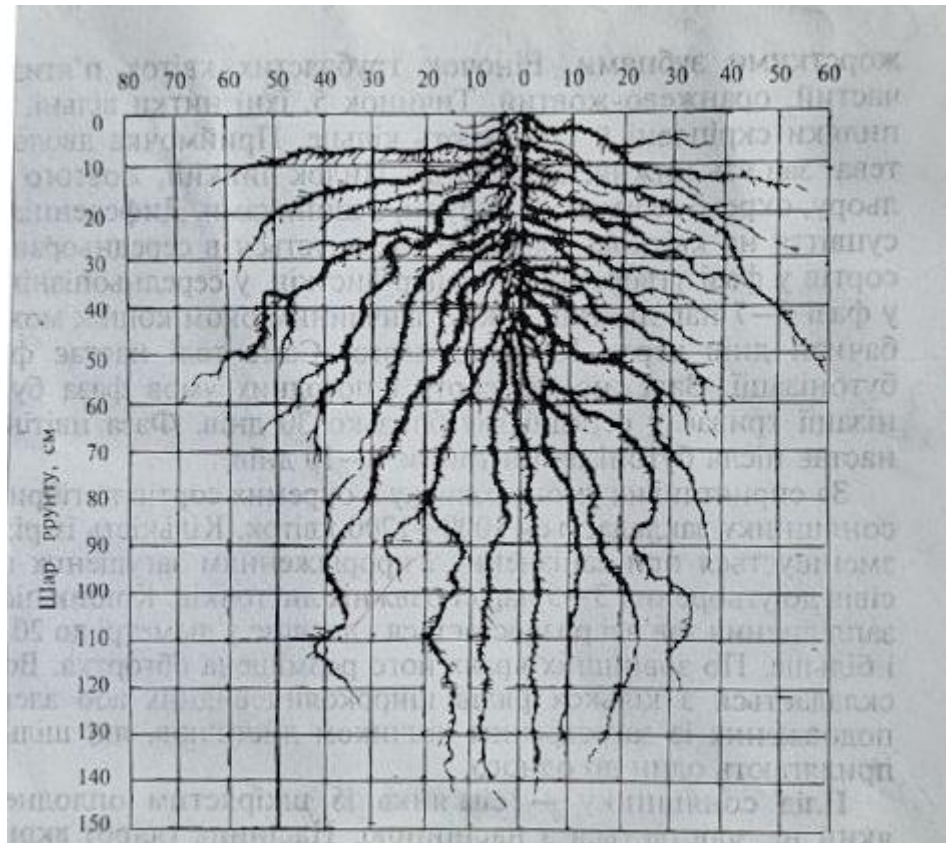


Рис. 4.6. Схема будови кореневої системи сучасних гібридів соняшника

З наведеної схеми видно, що корінь проникає у глибину на 150 см і має діаметр розповсюдження 100 см. По суті проникання стрижневої частини коренів не перевищує 50–55 см, а глибше проникають лише корені розгалуження. Якщо глибинні шари ґрунту зневоднюються, то коренева система локалізується у найменшій глибині, яка іноді не перевищує 60–70 см. Саме за рахунок такої кореневої системи соняшник характеризується як відносно посухостійка культура [84, 85]

Від умов навколишнього середовища залежить не лише загальна маса коренів, що утворює рослина, але й їх перерозподіл по шарам [106]. Тут інтегрується дія фізіологічних рухів кореня (гідротропізми, хемотропізми та навіть геотропізми).

Коріння соняшника росте швидко, особливо на початкових етапах розвитку. Вже на стадії 4–5 листків довжина кореня досягає 60–100 см. Основна маса коренів соняшника локалізується у шарі ґрунту 10–45 см. Саме тут функціонує до 70% усієї кореневої маси. На велику глибину (1,5–1,8 м) проникають не більше 4% коріння, але й цієї кількості достатньо для забезпечення рослин вологою у разі її відсутності у метровому шарі. Коренева система соняшника, окрім потужності, відзначається високою активністю і здатна використовувати навіть вологу конденсаційної роси [107].

Вивчення кореневої системи пов'язано з великими витратами часу і фізичних сил, бо весь процес досліджень пов'язан з необхідністю вибирання великої кількості ґрунту для вимивання. В польових умовах робота ускладнюється тим, що лише для одного зразка вагою ґрунту більше 80 кг (0,125 м² на глибину 50 см) треба витратити 150–200 л води. Ми не могли відмовитись від такого дослідження зовсім, але, враховуючи реальні можливості, обмежились лише одною фазою (цвітіння) і у шарі 0–50 см. До того ж, умови 2025 року не дозволили зробити цей аналіз і тому в роботі наводимо лише дворічні дані (табл. 4.17):

Таблиця 4.17

Абсолютно суха маса коренів соняшника у шарі ґрунту 0–50 см, т/га

Технологія обробітку ґрунту (А)	2023 рік				2024 рік				Середня за 2 роки			
	шар ґрунту, см											
	0–10	10–20	20–30	30–50	0–10	10–20	20–30	30–50	0–10	10–20	20–30	30–50
Гібрид Р64LP130 Clearfield												
Безполицевий, 30см	0,23	0,94	0,51	0,17	0,21	0,61	0,26	0,26	0,22	0,78	0,39	0,22
Вертикальний, 10-20см	0,30	0,90	0,58	0,18	0,22	0,69	0,23	0,22	0,26	0,80	0,40	0,20
Мінімальний 8-10см	0,21	0,92	0,49	0,15	0,26	0,58	0,28	0,19	0,24	0,75	0,38	0,17
Strip-till до 20см	0,31	0,91	0,60	0,19	0,28	0,68	0,29	0,20	0,30	0,80	0,40	0,20
Середня по фактору А	0,26	0,92	0,55	0,17	0,23	0,64	0,27	0,22	0,27	0,78	0,39	0,20
Гібрид НК Kondi Classic												
Безполицевий, 30см	0,23	1,02	0,53	0,14	0,18	0,73	0,27	0,20	0,20	0,88	0,40	0,17
Вертикальний, 10-20см	0,27	1,09	0,58	0,15	0,22	0,78	0,28	0,25	0,25	0,94	0,43	0,20
Мінімальний 8-10см	0,21	1,00	0,50	0,10	0,26	0,70	0,27	0,20	0,24	0,85	0,39	0,15
Strip-till до 20см	0,30	1,14	0,59	0,15	0,27	0,80	0,31	0,28	0,29	0,97	0,45	0,22
Середня по фактору А	0,27	1,06	0,55	0,14	0,23	0,77	0,28	0,23	0,25	0,91	0,42	0,18

Перш за все треба відзначити, що у посушливому 2024 році коренева система соняшника буда менш потужною, ніж у 2023 році. І це є певною несподіванкою, бо зазвичай в умовах несприятливого зволоження корені більше заглиблюються в пошуках вологи. Але пояснення такому факту є: все ж таки в посушливих умовах зростає частка коренів у загальному урожаї фітомаси, але в абсолютному виразі все одно перевагу мають сприятливі умови.

Як бачимо, за класичної технології гібрид НК Kondi сформував більш потужну кореневу систему, особливо в шарі 10–20 см. Це явище можна пояснити лише біологічними особливостями гібриду, бо решта факторів ніяк не впливала на таке розташування коренів.

Стосовно технології обробітку ґрунту треба зазначити, що існує кореляція між урожаєм біомаси і кореневою масою. Зроблені нами розрахунки показали, що коефіцієнт кореляції між цими показниками у досліді дорівнював $0,64 \pm 0,18$ – це середній рівень кореляції.

Для розуміння особливостей розвитку кореневої системи залежно від технології вирощування ми підраховали кореневу масу для усього 50–сантиметрового шару і ось які одержали результати цього підрахунку (табл. 4.18)

Таблиця 4.18

Абсолютно суха маса коренів у шарі ґрунту 0–50 см залежно від технології вирощування і систем обробітку ґрунту, т/га

Технологія обробітку ґрунту (А)	2023 р.		2024 р.		середня за 3 роки		Середн і по фактору (В)
	Технологія вирощування						
	Clearfiel d	Classi c	Clearfiel d	Classi c	Clearfiel d	Classi c	
Безполицевий , 30см	1,85	1,92	1,34	1,38	1,60	1,65	1,63
Вертикальний, 10-20см	1,96	2,09	1,42	1,53	1,69	1,81	1,75
Мінімальний 8-10см	1,77	1,81	1,33	1,43	1,55	1,62	1,59
Strip-till до 20см	2,01	2,18	1,45	1,66	1,73	1,92	1,83
Середні по фактору А	1,90	2,00	1,39	1,42	1,64	1,75	–

Дивлячись на ці дані, легко зробити ті ж самі висновки, що ми мали у попередній таблиці. Але тут, без зайвих підрахунків або додаткових показників, закономірність відзначених вище переваг в усіх без винятку випадках має місце. Пофакторіальні усереднення показника кореневої маси підтверджують усе сказане вище.

Окрім загальної маси коренів цікаво простежити за характером пошарового розміщення коренів залежно від вивчених чинників. Для наочно уявлення про розміщення коренів по шарах ґрунту ми усю масу прийняли за 100%, а по кожному шару вираховували його питому вагу у процентах і побудували такі діаграми (рис. 4.7; 4.8).

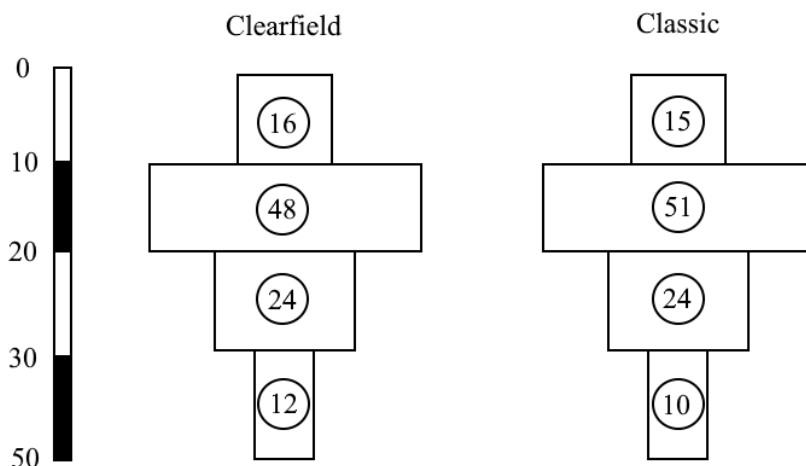


Рис. 4.7. Схема пошарового розташування коренів соняшника (середні за 2 роки), % від загальної маси

Перш за все треба відзначити особливість розташування коренів соняшника у порівнянні з іншими польовими культурами, у яких найбільша питома вага коренів розташовується у шарі 0–10 см. Тут ми бачимо, що половина усієї кореневої маси локалізована у шарі 10–20 см. Якщо подивитись на рис. 4.6, наведений нами раніше, то бачимо повне співпадіння.

В цілому за технологіями спостерігається схожа закономірність розташування коренів, але у гібрида НК Kondi спостерігається певна перевага 10–20 см на 3%. Водночас більш глибокий шар (30–50 см) у цього гібрида мав коренів на 2% менше. Це співпадає з біологічною характеристикою цього гібрида, як менш посухостійкого сорто типу.

На наступній діаграмі можна наочно побачити розташування коренів по шарам залежно від технології обробітку ґрунту (рис. 4.8).

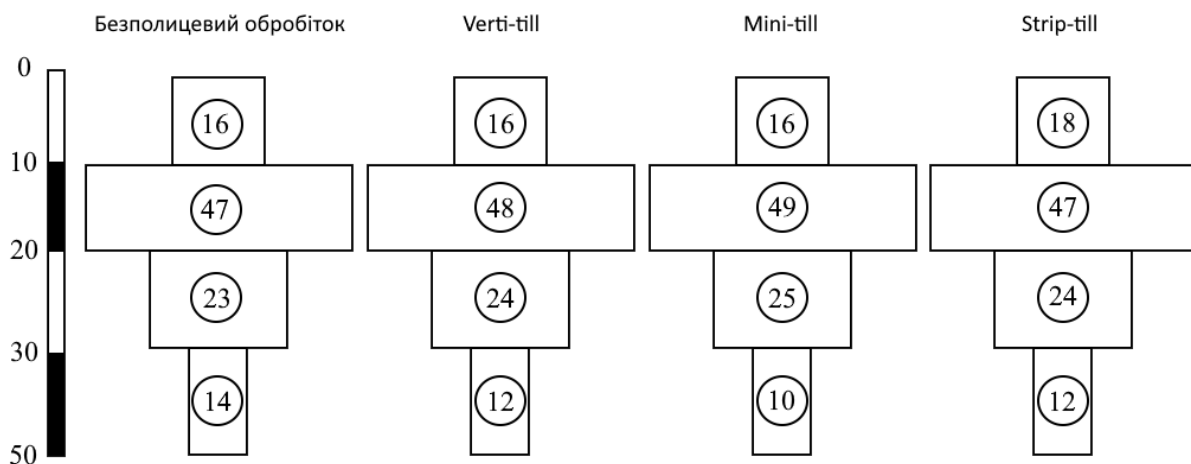


Рис. 4.8. Схема пошарового розташування коренів соняшника (середні за 2 роки), % від загальної маси

Ця діаграма показує, що принципової різниці у пошаровому розташуванні коренів соняшника немає. Найвні відмінності не перевищують 2%, що можна вважати як несуттєвий рівень. Лише контроль у глибокому шарі ґрунту (30–50 см) сформував кореневої маси на 4% менше, ніж за використання безполицевої технології за використання стерньового культиватора Horsch Tiger 6MT. Тут різниця становила 4%.

Важливим показником функціонування кореневої системи є її продуктивність тобто скільки надземної біомаси виробляє 1 кг коренів. Цей показник у вітчизняній науковій літературі зустрічається не часто. Але навіть коли в літературі зустрічається словосполучення «продуктивність кореневої системи соняшника», то мова йде про її здатність глибоко проникати у ґрунт, забезпечуючи формування задовільного урожаю біомаси. Наприклад, в публікації Української агропромислової групи під назвою «Соняшник, біологічні та фізіологічні особливості» [130] саме так автори трактують поняття продуктивності коренів. Ми наполягаємо, що фітомаса рослин утворюється завдяки роботі листя (фотосинтез) і коренів (волога, поживні речовини), а відтак кількість надземної біомаси на одиницю кореневої маси – це і є продуктивність.

Оскільки масу коренів визначали у фазі цвітіння, то і показник продуктивності кореневої системи розраховували саме на урожай сухої надземної біомаси у цю фазу. Результати цих розрахунків наведено у таблиці 4.19.

Таблиця 4.9

Продуктивність кореневої системи соняшника, кг/кг

Технологія обробітку ґрунту (А)	2023 р.			2024 р.			Середня		
	суха біомаса, т/га		продуктивність, т/кг/кг	суха біомаса, т/га		продуктивність, кг/кг	суха біомаса, т/га		продуктивність, кг/кг
	надз.	кор.		надз.	кор.		надз.	кор.	
Гібрид Р64LP130 Clearfield									
Безполицевий, 30см	4,22	1,85	2,29	3,33	1,34	2,49	3,78	1,59	2,38
Вертикальний, 10- 20см	4,96	1,96	2,53	3,51	1,36	2,58	4,24	1,66	2,55
Мінімальний 8-10см	3,95	1,77	2,23	3,30	1,31	2,52	3,63	1,54	2,36
Strip-till до 20см	5,12	2,01	2,55	3,69	1,45	2,54	4,40	1,73	2,54
Середня по фактору А	4,56	1,90	2,40	3,46	1,37	2,53	4,01	1,63	2,46
Гібрид NK Kondi Classic									
Безполицевий, 30см	4,02	1,92	2,09	2,56	1,34	1,91	3,29	1,63	2,02
Вертикальний, 10- 20см	4,18	2,09	2,00	2,92	1,36	2,15	3,55	1,73	2,05
Мінімальний 8-10см	3,81	1,81	2,10	2,79	1,31	2,13	3,30	1,56	2,11
Strip-till до 20см	4,24	2,18	1,94	2,88	1,35	2,13	3,56	1,77	2,07
Середня по фактору А	4,06	2,03	2,03	2,79	1,33	2,10	3,54	1,67	2,11

Як бачимо, під дією Verti-till та Strip-till технологіями обробітку ґрунту зросла не лише загальна коренева маса, але й її продуктивність. Так, на фоні

Clearfield технології середня за 2 роки продуктивність роботи коренів за цих систем обробітку становила відповідно 2,55 і 2,54, а у контролі – 2,36 кг надземної біомаси на кг коренів. На фоні Classic технології ці показники становили відповідно 2,05–2,27 проти 2,11 кг/кг у контролі.

Порівнюючи вивчені технології, легко помітити перевагу Clearfield. Тут продуктивність роботи кореневої системи становила у середньому за 2 роки 2,46 кг надземної біомаси на 1 кг коренів, а за технології Classic – лише 2,11, що на 14,2% більше.

Висновки до підрозділу 4.3.

Вивчення кореневої системи соняшника показало:

- на відміну від багатьох інших польових культур найбільша частка коренів розташовується у шарі 20–30 см (40–50% від загальної маси у шарі 0–50 см);
- гібрид NK Kondi розвиває більш потужну кореневу систему. У середньому за 2 роки перевага цього гібриду над P64LP130 за рівнем загальної сухої маси коренів становила 6,7%;
- розташування коренів по шарам ґрунтового профілю виявилось приблизно однаковим незалежно від варіантів досліду;
- під дією Verti-till та Strip-till технологіями обробітку ґрунту зростає не лише загальна маса коренів, але й підвищується показник її продуктивності. Якщо середня за 2 роки продуктивність роботи коренів становила за цих систем обробітку ґрунту відповідно 2,55 і 2,54, то у контролі цей показник був на 0,18–0,19 кг/кг нижче, що становить 5,9%.

4.4 Фотосинтетична діяльність посівів соняшника

Основною фабрикою органічної речовини у рослин є зелений листковий апарат. Процес формування листків на рослині має послідовний характер і вже у фазі «зірочки» закладаються усі майбутні листки. Усього за вегетацію на рослині гібридного соняшника утворюється від 23 до 33 листків [105]. Показано, що суттєві розбіжності у кількості листків на рослині обумовлюються роками, генетикою та взаємодією року і генотипу [108].

Площа листя однієї рослини залежно від багатьох чинників може коливатись у гібридних рослин від 515 до 1110 тис. см². За рекомендованої густоти посіву (50–60 тис/га) – на одному гектарі утворюється 25–33 тис. м² листової поверхні, тобто листовий індекс становить 2,5 – 3,3. Більшість дослідників вважають, що високий рівень листового індексу обумовлює відповідно високу урожайність. Зазвичай індекс листової поверхні зростає із загущенням травостою, але до певної межі [109].

Окрім загальної площі листової поверхні велике значення має швидкість досягнення максимуму і строку зберігання зелених листків, які здатні здійснювати фотосинтез. Швидкість усихання листя також обумовлює загальну тривалість вегетації.

Обробіток ґрунту, впливаючи на комплекс екологічних факторів, без сумніву змінює і загальну площу листового апарату рослин і їх продуктивність. По технології вирощування, фактору (В), нашого дослідження слід відмітити такі 2 напрями впливу на формування листового апарату:

- 1) генетична детермінація рівня листової поверхні різними гібридами;
- 2) різні гібриди вирощували за різною технологією, що також впливало на формування і функціонування листя.

Як і передбачали, вивчені фактори суттєво вплинули на розмір листового апарату (табл. 4.20):

Таблиця 4.20

Площа листової асимілюючої поверхні, середня за 2023–2025 рр.

Технологія обробітку грунту	5–6 листків		Початок формування кошика		Цвітіння		Фізіологічна стиглість	
	см ² /1 рослин у	тис. м ² /Г а	см ² /1 рослин у	тис. м ² /Г а	см ² /1 рослин у	тис. м ² /Г а	см ² /1 рослин у	тис. м ² /Г а
Гібрид Р64LP130 Clearfield								
Безполицевий, 30см	96	0,49	210	10,5	4438	21,3	728	3,35
Вертикальний , 10-20см	109	0,57	220	11,0	4792	23,0	798	3,67
Мінімальний 8-10см	101	0,52	200	10,0	4417	21,2	733	3,37
Strip-till до 20см	112	0,58	224	11,2	5000	24,0	828	3,81
Середня по фактору А	104	0,54	214	10,8	4520	22,6	776	3,57
Гібрид NK Kondi Classic								
Безполицевий, 30см	103	0,53	214	10,2	4427	21,5	706	3,35
Вертикальний , 10-20см	111	0,58	225	11,0	4621	22,6	765	3,67
Мінімальний 8-10см	104	0,52	205	10,2	4293	21,5	704	3,37
Strip-till до 20см	117	0,61	222	11,4	4626	23,6	786	3,81
Середня по фактору А	108	0,56	216	1,07	4502	22,4	740	3,57

Одержаний експериментальний матеріал дозволяє зробити аналіз, в якому міститься багато висновків. Перш за все треба відзначити специфічність реакції гібридів на умови року. 2023 і 2024 можна вважати як середні за сприятливістю, а 2025 – посушливий. Тому ми бачимо, що у більш сприятливих умовах гібрид NK Kondi формував потужнішу листову поверхню (Додаток Г). У 2023 році перевага цього гібрида у фазі цвітіння над P64LP130 становила 2,5%. У 2024 році з менш сприятливими умовами зволоження гібриди сформували однакову площу листя, а у 2025 р. – помітну перевагу мав гібрид P64LP130 з технологією Clearfield (на 6,2%).

Загальна для усіх років динаміка листової поверхні за вегетацію полягала у тому, що до фази цвітіння цей показник зростає, а потім поступово зменшується і у фазі фізіологічної стиглості залишається активними лише 14–16% листя. У посушливому 2025 році у цій фазі залишались зеленими 10–13% листків у гібрида P64LP130 і лише 3–6% у NK Kondi.

У зв'язку з тим, що обидва вивчені фактори впливали на густоту травостою протягом усієї вегетації, індивідуальна площа листя не завжди співпадала з листовим індексом. Тому цей показник придатний лише для розрахунків і може бути визначальним тільки у разі абсолютної густоти рослин.

Якщо взяти за основу наведені вище трьохрічні дані, то знайти перевагу будь-якої з вивчених технологій неможливо. Можна сміливо стверджувати, що за індексом листової поверхні ці технології однакові.

Що стосується технології обробітку ґрунту, то тут виділяються Verti-till та Strip-till технології, які обумовили формування площі листя на 12–13% більше за контроль. Спочатку (фаза 5–6 листків) ця перевага трохи менша (9–11%), а потім до кінця вегетації вона залишається стабільною як за Strip-till, так і за Classic технологією.

Динаміка площі листової поверхні за період вегетації гібриду P64LP130 простежується на представленій діаграмі (рис. 4.9).

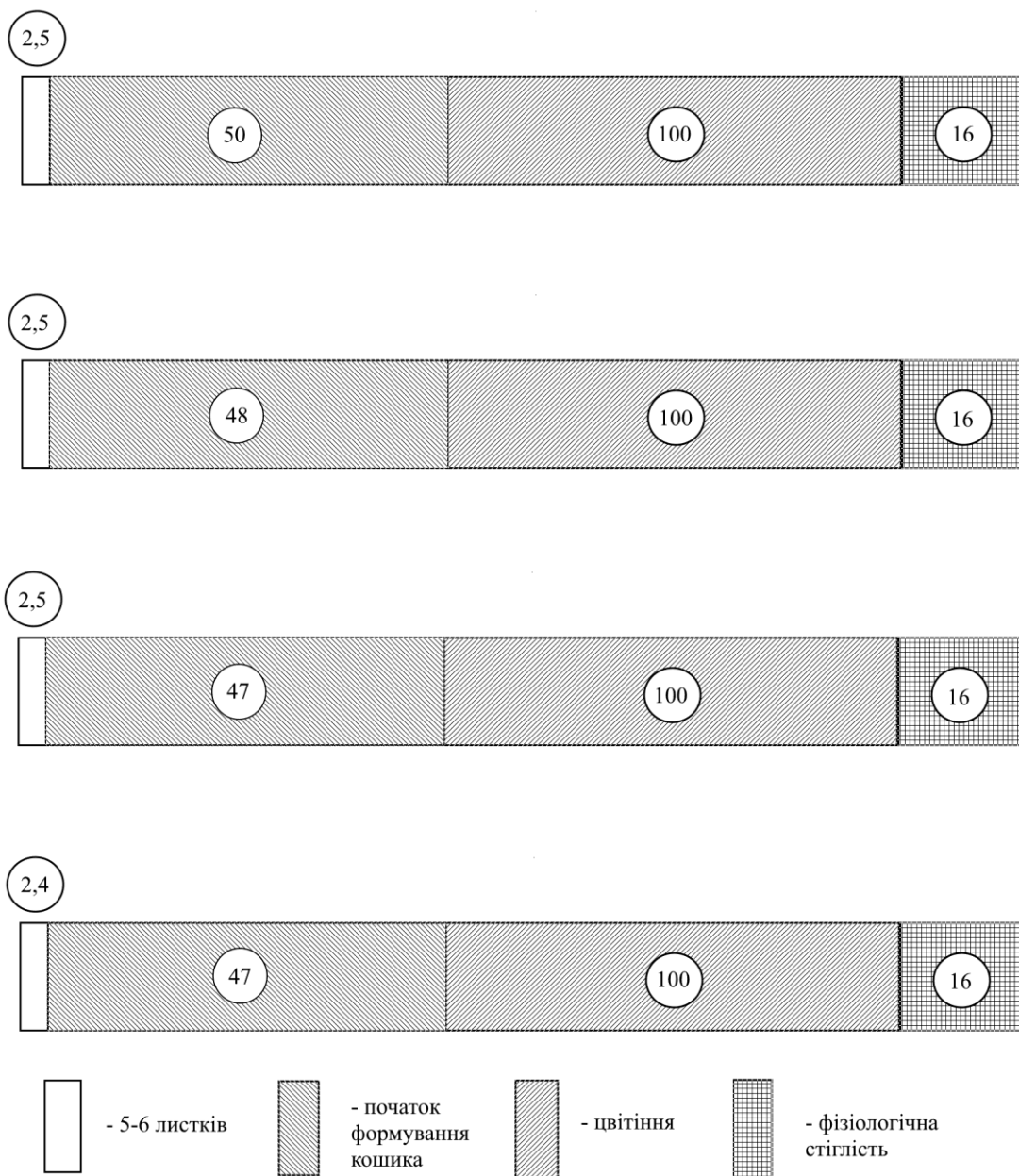


Рис. 4.9. Схема наростання і усихання листової поверхні соняшника, % від максимального рівня

На відміну від загальної площі, яка досягала максимуму у варіантах з обробкою Verti-till і Strip-till, різниці за питомою вагою цього показника у кожній фазі по усім варіантам досліду не спостерігалось. Ми не наводимо подібну діаграму для гібрида NK Kondi, тому що картина є абсолютно ідентичною.

Площа листової поверхні – це важливий, але не єдиний показник, що характеризує фотосинтетичну діяльність посіву. Багато дослідників

використовують також поняття «фотосинтетичний потенціал» і «чиста продуктивність фотосинтезу [110–116].

У більшості випадків фотосинтетичний потенціал (ФП) розраховують на весь період вегетації. З точки зору визначення абсолютних значень показника такий період цілком виправданий. Але для порівняння різних факторів можна і доцільно визначати окремі міжфазні періоди, які є відповідальними у формуванні урожаю. В нашому досліді половина усієї листової поверхні формується у міжфазний період «початок формування кошика–цвітіння». І це усього за 35 діб вегетації. Зрозуміло, що для розрахунків ФП ми обрали саме цей період. Одержані результати показують, що ФП знаходиться у прямому і доволі тісному зв'язку з показником загальної площі листової поверхні (табл. 4.21).

Таблиця 4.21

**Фотосинтетичний потенціал посіву соняшника за різних систем
обробітку ґрунту і технологій вирощування, середні за 2023–2025 рр.**

Технологія обробітку ґрунту (А)	Площа листя, тис. м ² /га			Тривалість періоду, діб	ФП, тис. м ² /га x діб
	початок формування кошика	цвітіння	середня		
Гібрид Р64LP130 Clearfield					
Безполицевий, 30см	10,5	21,3	15,9	34	541
Вертикальний, 10-20см	11,0	23,0	17,0	35	595
Мінімальний 8-10см	10,0	21,2	15,6	34	530
Strip-till до 20см	11,2	24,0	17,9	35	627

Продовження таблиці 4.21

Середня по фактору А	10,8	22,6	16,7	34,5	576
Гібрид NK Kondi Classic					
Безполицевий, 30см	10,2	21,5	15,9	34	541
Вертикальний, 10-20см	11,0	22,6	16,8	34	571
Мінімальний 8-10см	10,2	21,5	15,9	33	525
Strip-till до 20см	11,4	23,6	17,5	35	612
Середня по фактору А	10,7	22,4	16,6	34	564

Середня тривалість періоду між фазами початку формування кошика та цвітінням по варіантам обробітку ґрунту коливалась у обох гібридів від 33 до 35 діб. Найкоротшим цей період був у контролі, а найдовшим за системи Strip-till.

ФП – це результативна величина від множення середньої листової поверхні на тривалість розрахункового періоду. Тому цілком зрозумілою є перевага саме прямого висіву Mzuri Pro til 6T за Strip-till системою. У порівнянні з контролем гібрида P64LP130 за Strip-till обробітку по рівню ФП перевага становила 18,3%, а гібрида NK Kondi – 16,6%.

Порівнюючи Clearfield та Classic технології, легко зробити висновок про відсутність суттєвої різниці.

Фотосинтетичний потенціал обумовлює загальну можливість утворення органічної біомаси, але цей показник є визначальним з екстенсивного боку. Натомість інтенсивним показником фотосинтетичної діяльності посіву є чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ). Розрахунки цього показника наведено у таблиці 4.22.

Таблиця 4.22

**Чиста продуктивність фотосинтезу рослин соняшника залежно від
вивчених факторів, середні за 2023–2025 рр.**

Технологія обробітку грунту (А)	Урожай сухої біомаси, кг/га			ФП, тис. м2/га x діб	ЧПФ, г/м2 за добу
	початок формування кошика	цвітіння	середня		
Гібрид Р64LP130 Clearfield (В)					
Безполицевий, 30см	1470	3560	2090	541	3,86
Вертикальний, 10-20см	1610	3990	2380	595	4,00
Мінімальний 8-10см	1350	3440	2090	530	3,94
Strip-till до 20см	1630	4140	2510	627	4,00
Середнє по фактору А	1515	3783	2268	576	3,94
Гібрид NK Kondi Classic					
Безполицевий, 30см	1440	3290	1850	541	3,42
Вертикальний, 10-20см	1540	3550	2010	571	3,52
Мінімальний 8-10см	1340	3460	2120	525	4,03
Strip-till до 20см	1590	4010	2420	612	3,95
Середнє по фактору А	1478	3578	2100	564	3,72

Як бачимо, приріст сухої надземної фітомаси за розрахунковий період досягав максимального значення за системи обробітку ґрунту Strip-till. У

порівнянні з контролем за Clearfield технології прибавка становила 420 кг/га сухої біомаси. За Classic технології це перевищення було меншим, але все одно суттєвим (300 кг/га або 14%). ЧПФ пов'язана з приростом біомаси, але остаточний рівень цього показника залежить також від ФП. Тому максимального значення ЧПФ досягає не завжди там, де спостерігається вищий приріст. І все таки за Clearfield технології найвищий показник ЧПФ досягнуто за Strip-till технологією.

Порівнюючи рівень ЧПФ по фактору В можна відзначити перевагу гібрида Р64LP130 з Clearfield технологією, у якого цей показник перевищував Classic технологію на 0,22 г/м² за добу, або на 6,0%.

Вивчення процесів, пов'язаних з фотосинтезом було б неповним, якби поза увагою залишався такий основоположний елемент як хлорофіл, який безпосередньо здійснює фотосинтез.

Хлорофіл – це хімічна речовина, яка за своєю хімічною будовою схожа з гемоглобіном крові людини, але у центрі молекули замість заліза, хлорофіл має магній. Фракційний склад цієї речовини різноманітний у різних груп рослин: від одної фракції («а») до чотирьох і більше. Але головними фракціями, які визначають активність фотосинтезу є «а» і «в» [118, 163].

У науковій літературі зустрічаються твердження, що кореляція між вмістом хлорофілу і урожайністю зазвичай вища, ніж між площею листової поверхні і урожаєм [117, 162].

Ми мали можливість провести обмежені за об'ємом дослідження по вмісту хлорофілу в листі соняшника. Ці аналізи було проведено у 2024 році в лабораторії Одеського університету ім. Мечникова. Зразки зеленого листа відбирали у фазах початку формування кошика і цвітіння, листя подрібнювали і висушували.

Визначали вміст хлорофілу колориметричним методом у спиртовій витяжці. Фракції «а» і «в» визначали колориметруванням за різної довжини хвиль. Ця методика описана у Гриненко У.В., Шуравель І. О. (2017). Наводимо результати цих аналізів (табл. 4.23).

Таблиця 4.23

Вміст хлорофілу у листі соняшника, мг/г (технологія Clearfield), 2024 р.

Технологія обробітку грунту	Початок формування кошика			Цвітіння		
	Всього	у тому числі		Всього	у тому числі	
		«а»	«в»		«а»	«в»
Безполицевий, 30см	4,54	2,92	1,62	6,02	4,54	1,48
Вертикальний, 10-20см	5,01	3,37	1,64	6,49	4,98	1,51
Мінімальний 8-10см	4,72	3,12	1,60	5,98	4,49	1,49
Strip-till до 20см	4,84	3,24	1,60	6,41	4,91	1,50
НІР ₀₅ , мг	0,11	–	–	0,31	–	–

Якщо подивитись на динаміку вмісту хлорофілу, то від початку формування кошика до цвітіння загальний вміст зеленого пігменту зростає у контролі з 4,72 до 5,98 мг/г сухого листа. По фракціям динаміка інша: вміст хлорофілу «а» зростає майже у 1,5 рази, а фракція «в» зменшується на 7,4%. Оскільки хлорофіл «а» активує фотосинтез більше, то і загальна інтенсивність процесу при переході від однієї фази до другої зростає.

Цікавим є той факт, що система обробітку ґрунту Verti-till і Strip-till сприяють наростанню вмісту хлорофілу як загалом, так і по фракціям.

Пояснити таке становище можна тим, що ці системи обробітку створили більш сприятливі умови розвитку рослин, а відтак і синтез зеленого пігменту активізувався. У фазі цвітіння перевага Strip-till технології над Мінімальною технологією становила 0,43 мг/г сухого листа, або на 7,2%. Щоправда це підвищення здійснювалось виключно за рахунок фракції «а», тоді як «в» за усіх систем залишалась на одному рівні.

Висновки до підрозділу 4.4

Фотосинтетична діяльність посіву – це наслідок зміни умов росту і розвитку рослин. Тому майже усі показники фотосинтезу співпадають з раніше описаними показниками розвитку надземних і підземних органів рослин соняшника, а саме:

- площа листя досягає максимального значення у фазі цвітіння, але певна частина залишається зеленою до фізіологічної стиглості (до 10–13%), причому класичний гібрид підсихає швидше і на момент фізіологічної стиглості зеленого листя залишається лише 3–6%;
- максимальна площа листової поверхні формується за системами обробітку ґрунту Verti-till та Strip-till, які забезпечили перевагу над контролем у 12–13%;
- вивчені Clearfield та Classic технології мало відрізняються за величиною фотосинтетичного потенціалу, а системи Verti-till та Strip-till сприяли зростанню цього показника над контролем на 17–18%;
- чиста продуктивність фотосинтезу змінювалась по варіантам дослідження хаотично, без конкретних закономірностей, що є наслідком інтегрованої дії приросту біомаси за розрахунковий період і ФП;
- максимальний вміст хлорофілу зафіксовано у фазі цвітіння за систем Verti-till і Strip-till. З точки зору динаміки треба відзначити певну стабільність вмісту хлорофілу «в» при суттєвому зростанні фракції «а».

4.5. Особливості формування генеративних органів рослин соняшника

Закладка генеративних органів у соняшника починається з фази 4–6 пар справжніх листків. Від умов цього періоду (фаза початку формування кошика) багато у чому залежить майбутній урожай. Фахівці вважають за оптимум кошик середнього розміру з діаметром 20–25 см [119, 120]. Такий кошик для одержання високого урожаю має давати близько 1500 повноцінних насінин [121].

Суцвіття соняшнику має 2 типи квіток: крайові (язичкові) та трубчасті. Перші є безплідними і слугують лише як принада для комах–запилувачів. Другі –

фертильні двостатеві і саме вони утворюють насіння. У соняшника спостерігається явище протерандрія – дозрівання пиляків і приймочок у різний час, що унеможивлює самозапилення [118].

Цвітіння соняшнику триває 20–30 діб. Це пов'язано у першу чергу з різноякісністю рослин, які досягають фази цвітіння у різні строки. Самі ж квітки цвітуть теж довго протягом 8–10 діб.

Кількість трубчастих квіток, як було уже відзначено вище, є визначальним чинником кількості насінин у кошику. Але, на жаль, не всі квітки утворюють насіння. Виникає так звана пустозерність, яке обумовлена відсутністю умов середовища, що відповідають вимогам культури. Найчастіше – це недостатнє вологозабезпечення, яка призводить до пустозерності. З точки зору оцінки систем обробітку ґрунту і технологій вирощування визначення обох видів продуктивності дає змогу розкрити механізм впливу вивчених заходів. Аби простежити за усім періодом формування генеративних органів ми використали весь період від початку формування кошика до фізіологічної стиглості. Цей період у середньостиглих гібридів соняшника триває 65–70 діб. Спочатку було зроблено підрахунок приквітників. Багато фахівців вважають, що кількість приквітників дорівнює кількості листя на рослині. Наші підрахунки наведено нижче (табл. 4).

Таблиця 4.24

Кількість приквітників на одній рослині соняшника

Технологія обробітку ґрунту (А)	Рік			Середня за 3 роки
	2023	2024	2025	
Гібрид Р64LP130 Clearfield (В)				
Безполицевий, 30см	24	22	18	21,3
Вертикальний, 10- 20см	26	24	19	23,0
Мінімальний 8-10см	23	23	18	21,3
Strip-till до 20см	25	25	19	23,0
Безполицевий, 30см	24,5	23,5	18,5	22,2
Гібрид NK Kondi Classic (В)				
Безполицевий, 30см	25	23	16	21,3
Вертикальний, 10- 20см	26	24	17	22,3
Мінімальний 8-10см	23	22	16	20,3
Strip-till до 20см	27	25	17	23,0
Середня по фактору А	25,3	23,5	16,5	21,7

Висновок багатьох дослідників, що кількість приквітників є генетична детермінованою ознакою, у нас не знайшло підтвердження, бо коливання по рокам у гібрида Р64LP130 становило від 18 до 26, а у NK Kondi – від 16 до 27. Та й кількість листків на рослині було більшою, ніж кількість приквітників, але ми помітили інший зв'язок: чим більше приквітників, тим більше трубчастих квіток.

В цілому за цим показником перевага була на боці Clearfield технології, а по системам обробітку лідирували Verti-till та Strip-Till .

Таким чином, кількість приквітників може слугувати раннім маркером продуктивності кошика, коли рахувати квітки ще немає можливості. Безумовно,

така рання діагностика індивідуальної продуктивності не може мати високого рівня точності, але для попереднього прогнозу це цілком достатньо.

Під час розкриття приквітників з'являються перші язичкові квіти, які своїм яскравим кольором приваблюють комах-запилювачів. Через 2–3 доби починають розкриватись трубчасті квітки, які відрізняються нектароностістю і починається процес запилення, який послідовно охоплює периферійну частину кошику і розповсюджується до середини. Приблизно на середині цвітіння ми проводили облік кількості квіток у кошику. Результати цих підрахунків представлено у таблиці 4.25.

Таблиця 4.25

Кількість трубчастих квіток в одному кошику

Технологія обробітку ґрунту (А)	Рік			Середня за 3 роки
	2023	2024	2025	
1	2	3	4	5
Гібрид Р64LP130 Clearfield (В)				
Безполицевий, 30см	1586	1504	1388	1493
Вертикальний, 10-20см	1644	1582	1402	1543
Мінімальний 8-10см	1531	1496	1365	1464
Strip-till до 20см	1672	1601	1440	1571
Середня по фактору А	1608	1545	1399	1517
Гібрид NK Kondi Classic (В)				
Безполицевий, 30см	1606	1588	1407	1534
Вертикальний, 10-20см	1681	1631	1460	1591
1	2	3	4	5
Мінімальний 8-10см	1620	1578	1398	1532
Strip-till до 20см	1703	1650	1456	1594
Середня по фактору А	1653	1612	1430	1565

Потенційна продуктивність кошика по рокам коливалась в межах 1365–1703 трубчастих квіток. При цьому середня продуктивність гібрида NK Kondi перевищувала P64LP130 на 3,2%. Ця перевага спостерігалась в усі роки досліджень і по усім системам обробітку ґрунту, що свідчить про вищий рівень інтенсивності цього гібриду.

Програма наших досліджень передбачала підрахунок кількості повноцінно сформованих насінин. Цей аналіз проведено у фазі фізіологічної стиглості, коли насінина повноцінно сформувалась і лише її вологість залишається вище базисного рівня. За цим показником спостерігаються інші закономірності (табл. 4.26).

Таблиця 4.26

Кількість повноцінних насінин сформованих в 1 кошику

Технологія обробітку ґрунту (А)	Рік			Середня за 3 роки
	2023	2024	2025	
	2	3	4	
1	2	3	4	5
Гібрид P64LP130 Clearfield (B)				
Безполицевий, 30см	1076	1000	747	941
Вертикальний, 10-20см	1207	1181	854	1081
Мінімальний 8-10см	1085	1018	754	952
Strip-till до 20см	1226	1209	944	1126
Середня по фактору А	1149	1102	825	1025
1	2	3	4	5
Гібрид NK Kondi Classic (B)				
Безполицевий, 30см	1256	1168	629	1065
Вертикальний, 10-20см	1332	1230	770	1111
Мінімальний 8-10см	1254	1111	621	1066
Strip-till до 20см	1384	1254	833	1157
Середня по фактору А	1307	1191	713	1100

Зрозуміло, що фактична продуктивність кошика максимальною була у 2023, а мінімальною – 2025 році. У середньому за 3 роки кількість повноцінних насінин у 1 кошику у гібрида NK Kondi становила 1100, а у гібрида P64LP130 – 1025, що на 7,3% більше.

Verti-till та Strip-Till технології обробітку забезпечили не лише перевагу у потенціалі продуктивності, а і у його реалізації. У середньому за 3 роки технологія Strip-till де використовувалась пряма сівба посівним комплексом Mzugi гібрида P64LP130 забезпечила формування 1126 повноцінних насінин в 1 кошику, що на 74 насінини більше, ніж у контролі. У гібрида NK Kondi це перевага становила 91 насінину або на 8,5%.

Якщо порівняти рівні потенційної і фактичної продуктивності кошика, то легко помітити, що перша є більш стабільним показником у порівнянні з другим (табл. 4.27).

Таблиця 4.27

Рівень реалізації потенційної продуктивності соняшника залежно від технології обробітку ґрунту та технологій вирощування (% утворених повноцінних насінин до кількості трубчастих квіток)

Технологія обробітку ґрунту (А)	Рік			Середня за 3 роки
	2023	2024	2025	
Гібрид P64LP130 Clearfield (B)				
Безполицевий, 30см	67,8	66,5	53,8	62,7
Вертикальний, 10-20см	73,4	74,7	60,9	69,7
Мінімальний 8-10см	66,5	68,0	55,2	63,2
Strip-till до 20см	73,3	75,5	65,5	71,4
Середня по фактору А	70,3	71,2	58,8	66,8
Гібрид NK Kondi Classic (B)				
Безполицевий, 30см	78,2	73,6	44,7	65,5
Вертикальний, 10-20см	79,2	75,4	52,7	69,1

Продовження таблиці 4.27

Мінімальний 8-10см	77,4	70,4	44,4	64,1
Strip-till до 20см	81,2	76,0	57,2	71,5
Середня по фактору А	79,0	73,9	49,9	67,6

Найвищим рівнем реалізації потенційної продуктивності характеризується гібрид NK Kondi, що вирощували за класичною технологією. Але перевага цього гібриду над P64LP130 спостерігалась лише у 2023 та 2024 рр., у той час як в останній рік досліджень цей гібрид поступався на суттєву величину – 17,8%. Як вже було зазначено раніше, це є результат слабшої посухостійкості цього гібрида.

А технологія Verti-till та Strip-Till і у цьому відношенні мали перевагу на фоні обох технологій вирощування. У середньому за 3 роки перевага Mzugi над контролем по гібриду P64LP130 становила 8,2, а по NK Kondi – 7,4%.

Співвідношення кількості закладених трубчастих квіток, утворених повноцінних насінин та % пустозерності добре просліджується на наведеній діаграмі (рис. 4.10).

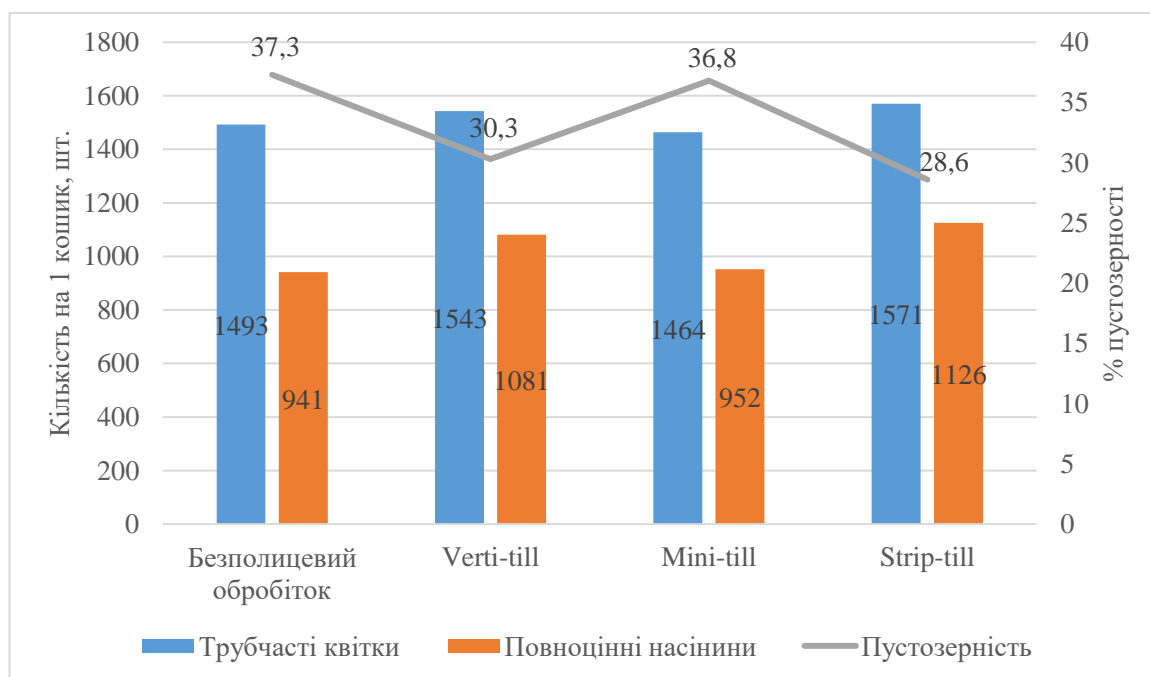


Рис. 4.10. Співвідношення трубчастих квіток, повноцінних насінин і пустозерності (середні за 3 роки, гібрид Р64LP130)

Тут ми бачимо, що обробіток агрегатом Salford 7000 за технологією Verti-till і прямий висів посівним комплексом Mzuri Pro-till 6T (Strip-till) забезпечують закладку максимальної кількості квіток у кошику, найвищого рівня реалізації потенціалу і мінімізують показник пустозерності: 28,6–30,3 проти 36,8% у контролі. Такі ж самі закономірності спостерігались і за технології Classic лише з тою різницею, що гібрид НК Kondi формував крупніший кошик (табл. 4.28).

Таблиця 4.28

Діаметр кошика залежно від обробітку ґрунту та технології вирощування, см

Технологія обробітку ґрунту (А)	Рік			Середня за 3 роки
	2023	2024	2025	
Гібрид Р64LP130 Clearfield (В)				
Безполицевий, 30см	19,8	19,0	15,4	18,1
Вертикальний, 10-20см	20,5	19,8	15,8	18,7
Мінімальний 8-10см	19,4	18,7	15,0	17,7
Strip-till до 20см	20,6	20,1	16,0	18,9
Середня по фактору А	20,1	19,4	15,6	18,4
Гібрид НК Kondi Classic (В)				
Безполицевий, 30см	20,8	19,7	14,7	18,4
Вертикальний, 10-20см	21,5	21,0	15,2	19,2
Мінімальний 8-10см	20,5	19,6	14,4	18,2
Strip-till до 20см	22,0	21,2	15,6	19,6
Середня по фактору А	22,5	20,4	15,0	19,3

Як бачимо, усі показники знаходяться у відповідності з вже описаними закономірностями:

- 1) кошики NK Kondi переважають P64LP130 за розміром у середньому на 0,9 см або на 4,9%;
- 2) у більш сприятливі роки соняшник формує кошик з діаметром 19–20 см, а за посушливих умов на 4–4,5 см менше;
- 3) за Verti-till та Strip-Till технологіями обробітку ґрунту рослини мають кошики, діаметр яких перевищує контроль (мінімальний обробіток дискатором Qualidisc) на 1,2–1,4 см.

Досліджуючи особливості формування генеративних органів соняшника нам було цікаво визначити щільність, розташування квіток і насінин у кошику. Цей показник є часткою від ділення кількості генеративних органів на площу кошика. Результати цих підрахунків наведено нижче (табл. 4.29).

Таблиця 4.29

Щільність кошика залежно від технології ґрунтообробки і технології вирощування (середні за 2023–2025 рр.)

Технологія обробітку ґрунту (А)	Діаметр кошика, см	Площа кошика, см ²	Кількість у кошику		Припадає на 1 см ² площі кошика	
			трубч. квіток	повноц. нас.	трубч. квіток	повноц. нас.
1	2	3	4	5	6	7
Гібрид P64LP130 Clearfield (В)						
Безполицевий, 30см	18,1	257	1493	941	5,8	3,7
Вертикальний, 10-20см	18,7	275	1543	1081	5,6	3,9
Мінімальний 8-10см	17,7	246	1464	952	5,9	3,8
Strip-till до 20см	18,9	280	1571	1126	5,6	4,0

Продовження таблиці 4.29

1	2	3	4	5	6	7
Середня по фактору А	18,4	265	1517	1026	5,7	3,9
Гібрид NK Kondi Classic (B)						
Безполицевий, 30см	18,4	266	1534	1065	5,8	4,0
Вертикальний, 10-20см	19,2	289	1591	1111	5,5	3,8
Мінімальний 8-10см	18,2	260	1532	1066	5,9	4,1
Strip-till до 20см	19,6	302	1594	1157	5,3	3,8
Середня по фактору А	19,3	279	1565	1100	5,6	3,9

Якщо порівнювати вивчені гібриди за щільністю кошика, то, як бачимо, суттєвої різниці не виявлено ні за кількістю квіток на 1 см², ні за повноцінним насінням.

Стосовно технологій обробітку ґрунту більш щільний кошик формувався у контрольному варіанті. Це можна пояснити тим, що за доволі близькими показниками по кількості квіток, діаметр кошика на контрольному варіанті був суттєво меншим, а тому і щільність була вищою. Таким чином високий рівень щільності кошика можна розглядати як негативне явище, яке може обмежити масу 1000 насінин.

Висновки до підрозділу 4.5.

Проведений цикл спостережень і розрахунків що до формування генеративного апарату соняшника дозволяє зробити такі висновки:

- кількість приквітників може слугувати показником, який вже у фазі формування кошика дає можливість прогнозувати продуктивність суцвіття;
- за кількістю трубчастих квіток у кошику перевагу мав гібрид NK Kondi, який у середньому за 3 роки сформував їх на 3,2% більше;
- підрахунки повноцінно розвинених насінин у кошику показали, що обробіток ґрунту агрегатом Salford 7000 (Verti-till) і прямий висів посівним комплексом Mzuri (Strip-till) забезпечили найвищий рівень реалізації потенційної продуктивності у гібрида P64LP130 перевага становила у середньому 5–8% у порівнянні з контролем;
- за технологій обробітку ґрунту Verti-till і Strip-Till формувався кошик з діаметром, який перевищував контроль на 1,2–1,4 см. Слід зазначити, що за цих технологій обробітку ґрунту кошика мали меншу щільність, ніж у контролі, що є позитивною ознакою для розвитку насіння.

4.6. Урожайність соняшника залежно від технології обробітку ґрунту і технології вирощування

Урожай – це та продукція, заради якої відбувається весь виробничий процес. Тому усі показники, які ми розглядали раніше і на яких базували переваги того чи іншого чинника можна вважати допоміжними, тоді як урожай – це основа, що інтегрує в собі весь спектр досліджених в роботі факторів.

Соняшник, як і інші польові культури, дає основну і побічну продукцію. Основна – це насіння як сировина для олієжирової промисловості. Таким чином, соняшник є типово-технічною культурою і безперечним лідером серед олійних. Побічна продукція – це солома (сухі стебла, листя і пусті кошики). Цей вид продукції мало використовується у господарських цілях, але за багатьма корисними показниками солomu можна утилізувати, принаймні для виготовлення паливних брикетів або як субстрат для вирощування грибів. На сьогоднішній день при визначенні вартості одержаної продукції враховують лише вартість насіння.

Урожайність можна розглядати у двох вимірах: індивідуальна (продуктивність одної рослини) та популятивна (продуктивність усіх рослин на одиниці площі). У нашому досліді було одержано такий рівень індивідуальної продуктивності (табл. 4.30).

Таблиця 4.30

Індивідуальна продуктивність соняшника у досліді, г/1 кошик

Технологія обробітку ґрунту (А)	Рік			Середня за 3 роки
	2023	2024	2025	
1	2	3	4	5
Гібрид Р64LP130 Clearfield (В)				
Безполицевий, 30см	55,4	49,0	35,9	46,8

Продовження таблиці 4.30

1	2	3	4	5
Вертикальний, 10-20см	62,2	57,9	41,0	53,7
Мінімальний 8-10см	55,8	49,9	36,2	47,3
Strip-till до 20см	63,1	59,2	45,3	55,9
Середня по фактору А	59,2	54,0	39,6	50,9
Гібрид НК Kondi Classic (B)				
Безполицевий, 30см	64,7	57,2	30,2	50,7
Вертикальний, 10-20см	68,6	60,3	37,0	55,3
Мінімальний 8-10см	64,6	54,4	29,8	49,6
Strip-till до 20см	71,3	61,4	45,3	59,3
Середня по фактору А	67,3	58,4	34,2	53,3

Показана вище кількісна індивідуальна продуктивність (кількість насінин у кошику) тут у такій же закономірності представлена у ваговому вимірі. Характерно, що за Classic технології кошики були найпродуктивнішими (2023 та 2024 рр.) і водночас найменшими (2025 р.). Це явище вже пояснювались раніше і тому зараз не потребує повторення.

Стосовно технології ґрунтообробітку переваги спостерігались в усі роки досліджень і за обох технологій за прямого висіви посівним комплексом Mzuri Pro-till 6T (Strip-till). У середньому за 3 роки перевага цього варіанту над контролем у гібрида P64LP130 становила 18,2, а у НК Kondi – 19,6%. Близькі показники

індивідуальної продуктивності забезпечила також Verti-till обробка агрегатом Salford 7000. Цей варіант забезпечив приріст маси зерна з 1 кошика за технології Clearfield на 13,5 а за Classic – 11,5%.

Визначення індивідуальної продуктивності – це один із головних елементів розрахунку біологічної урожайності для усього травостою. Для цього треба лише помножити масу насіння з 1 кошика на кількість рослин з одиниці площі. Саме так роблять експерти, коли виникає страховий випадок, або є необхідність визначити приблизний валовий збір, щоб сформувавши розмір торгової партії. У разі закладки насіння на тривале зберігання виробник має знати який об'єм продукції надійде з поля і заздалегідь мати уявлення про вартість такого зберігання і розмір сховищ.

Біологічна урожайність – це реальний урожай, який не враховує можливі втрати під час збирання. Аби точніше біологічна урожайність співпадала з фактичною, треба масу 1000 насінин визначати за базисною вологістю. У такому разі індивідуальна продуктивність (добуток множення кількості насінин у кошику на масу їх 1000) буде відповідати стандартному базисному виміру.

Саме за такою методикою ми і розраховували індивідуальну продуктивність, а відтак і біологічна урожайність була близькою до фактичної (табл. 4.31).

Таблиця 4.31

Біологічна урожайність соняшника за різних технологій обробітку ґрунту і технологій вирощування, т/га

Технологія обробітку ґрунту (А)	Рік			Середня за 3 роки
	2023	2024	2025	
1	2	3	4	5
Гібрид Р64LP130 Clearfield (В)				
Безполицевий, 30см	2,77	2,35	1,76	2,29
Вертикальний, 10-20см	3,11	2,78	2,01	2,63

Продовження таблиці 4.31

1	2	3	4	5
Мінімальний 8-10см	2,79	2,39	1,77	2,32
Strip-till до 20см	3,16	2,84	2,22	2,74
Середня по фактору А	2,96	2,59	1,94	2,50
Гібрид NK Kondi Classic (B)				
Безполицевий, 30см	3,33	2,75	1,48	2,52
Вертикальний, 10-20см	3,53	2,89	1,81	2,74
Мінімальний 8-10см	3,33	2,61	1,46	2,47
Strip-till до 20см	3,67	2,95	2,22	2,95
Середня по фактору А	3,47	2,80	1,68	2,65

Як бачимо, величина біологічної урожайності по рокам змінюється від 2,96 (2023 р.) до 1,94 (2025 р.) у гібрида P64LP130 і від 3,47 (2023) до 1,68 (2025 р.). То ж коливання у гібрида NK Kondi суттєвіші, ніж у P64LP130.

Тут простежуються такі ж самі зв'язки, як за показника маси насіння з 1 кошика, хоча і є певні особливості, пов'язані із зміною густоти рослин по варіантам ґрунтообробітку.

Під час комбайнового збирання урожаю бункерна маса зазвичай має підвищену вологість і засміченість, які становили по рокам відповідно 10,9 і 7% та 5,4 і 4%. Наводимо бункерний урожай (табл. 4.32).

Таблиця 4.32

Бункерна урожайність соняшника, т/га

Технологія обробітку ґрунту (А)	Рік			Середня за 3 роки
	2023	2024	2025	
Гібрид Р64LP130 Clearfield (В)				
Безполицевий, 30см	2,85	2,19	1,74	2,26
Вертикальний, 10-20см	3,23	2,86	1,94	2,68
Мінімальний 8-10см	2,98	2,52	1,78	2,43
Strip-till до 20см	3,28	2,87	2,07	2,74
Середня по фактору А	3,09	2,62	1,89	2,53
Гібрид НК Kondi Classic (В)				
Безполицевий, 30см	3,32	2,77	1,43	2,51
Вертикальний, 10-20см	3,49	3,03	1,72	2,75
Мінімальний 8-10см	3,30	2,64	1,44	2,46
Strip-till до 20см	3,59	3,13	1,84	2,85
Середня по фактору А	3,42	2,89	1,66	2,66

За рахунок того, що бункерний збір був з надлишком вологості і за чистотою на 4–5% переважав біологічний, його рівень мав бути суттєво вищим. Але за рахунок того, що при розрахунках біологічного урожаю не беремо до уваги втрати при збиранні, рівень цих показників суттєво збільшився. У середньому за роки досліджень різниця між бункерним збором та біологічною урожайністю майже відсутня. Але все це стосується конкретних умов і не може бути механічно перенесено на будь-які випадки.

Загальний вигляд співвідношення бункерного збору і біологічної урожайності представлено на діаграмі (рис. 4.11).

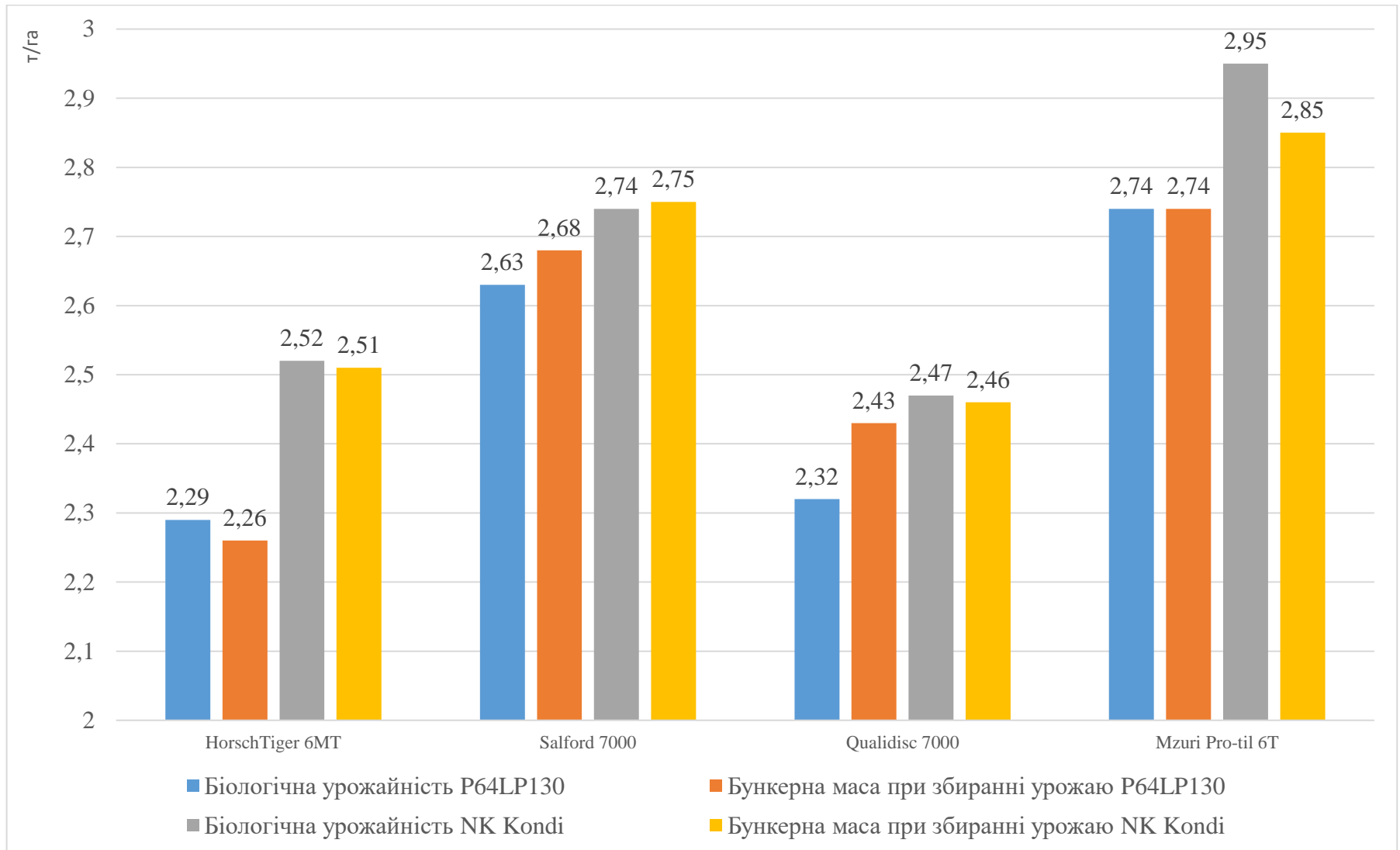


Рис. 4.11. Співвідношення бункерної маси і біологічного урожаю соняшника (середні за 2023–2025 рр.)

Ми бачимо, що чіткої закономірності немає: то біологічна урожайність вища за бункерну масу, то, навпаки, урожай бункерний переважає біологічний. Пояснення цьому вже було наведено вище і тому зараз немає рації повторюватись.

Остаточним показником продуктивності соняшника є вихід насіння з базисною вологою. За вологості насіння 7–8% унеможлиблюється ріст мікроорганізмів, утворення цвілі, проростання насіння та окислення олії. Зазвичай насіння після збирання урожаю має вологість 12–14%, що спонукає виробників піддавати такий урожай штучному сумішшю. Але у наших дослідах під час збирання урожаю вологість насіння була: 2023 р. – 10; 2024 р. – 9; 2025 р. – 7%. За таких умов соняшникове насіння не вимагало сушіння, бо навіть у 2024 р. зайві 3% вологості легко знімали за рахунок очищення на ЗАВ–40 і подвійного перекидання перед завантаженням складів. А у 2025 р. після очищення насіння мало вологість навіть нижче базисної.

Окрім вологості під час остаточного визначення урожаю, також враховували засміченість, яка становила 4–5% і була в основному представлена шматочками кошиків, подрібненими приквітниками, пустим насінням та вегетативними частками бур'янів. Неорганічні домішки (грунт, каміння, металеві частини) мали питому вагу не більше 0,1%.

Водночас із визначенням урожаю насіння проводили облік виходу побічної продукції (листочастельна маса + обмолочені кошики) з метою визначення співвідношення насіння:соллома. Результати обліку урожаю з базисною вологістю і з урахуванням засміченості наведено нижче (табл. 4.33).

Таблиця 4.33

Урожайність соняшника залежно від технологій обробітку ґрунту та технологій вирощування, т/га

Технологія обробітку ґрунту (А)	2023 р.			2024 р.			2025 р.			Середні за 3 роки		
	насі ння	солома	співвідн ошенні насіння: солома	насіння	солома	співвідн ошенні насіння: солома	насіння	солома	співвідн ошенні насіння: солома	насіння	солома	співвідн ошенні насіння: солома
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Гібрид Р64LP130 Clearfield (В)												
Безполицевий, 30см	2,62	2,91	1:1,11	2,06	2,77	1:1,34	1,69	2,48	1:1,47	2,12	2,72	1:1,28
Вертикальний, 10-20см	2,97	3,23	1:1,09	2,69	2,86	1:1,06	1,88	2,64	1:1,40	2,51	2,91	1:1,16
Мінімальний 8-10см	2,74	2,83	1:1,03	2,37	2,50	1:1,05	1,73	2,37	1:1,37	2,28	2,35	1:1,03
Strip-till до 20см	3,02	3,46	1:1,15	2,70	3,04	1:1,12	2,01	2,68	1:1,33	2,58	3,06	1:1,19

Продовження таблиці 4.33

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Середня по фактору А	2,84	3,11	1:1,10	2,46	2,72	1:1,11	1,83	2,54	1:1,39	2,37	2,76	1:1,16
Гібрид NK Kondi Classic (В)												
Безполицевий, 30см	3,05	2,87	1:0,94	2,60	2,51	1:0,97	1,39	2,71	1:1,94	2,35	2,70	1:1,15
Вертикальний, 10-20см	3,21	3,06	1:0,95	2,85	2,58	1:0,90	1,67	2,78	1:1,66	2,58	2,81	1:1,09
Мінімальний 8-10см	3,04	2,70	1:0,89	2,48	2,42	1:0,98	1,40	2,80	1:2,00	2,31	2,64	1:1,14
Strip-till до 20см	3,30	3,11	1:0,94	2,94	2,59	1:0,88	1,78	2,74	1:1,54	2,67	2,81	1:1,13
Середня по фактору А	3,15	2,94	1:0,93	2,72	2,53	1:0,93	1,56	2,76	1:1,77	2,48	2,74	1:1,10
НІР ₀₅ , т	0,17	0,21	–	0,21	0,24	–	0,12	0,20	–	–	–	–

Розглянемо одержані дані по рокам. 2023 р. був кращим з точки зору погодних умов і тому у цей рік соняшник сформував найвищу урожайність. У гібрида P64LP130 урожай цього року перевищив показник 2024 р. на 15,4, а у 2025 р. – на 55,2%. Гібрид NK Kondi також сформував максимальний урожай насіння: на 15,8% більше, ніж у 2024 р. і на 101,9% ніж у 2025 р.

В цілому продуктивність гібриду NK Kondi з Classic технологією у цьому році була вищою, ніж у гібрида P64LP130 з технологією Clearfield, а серед систем обробітку ґрунту кращий результат показав прямий висів посівним комплексом Mzuri Pro till 6T за Strip–Till технологією.

2024 р. був середньосприятливим, але за опадами у критичні періоди поступався 2023 р.. Тому урожайність обох гібридів була нижче. Але у цей рік Classic технологія забезпечила теж вищу урожайність, ніж Clearfield.

У 2025 р. картина круто змінилась. Перевага за урожайністю була на боці Clearfield технології і становила 17,3%. Така особливість легко пояснюється тим, що гібрид NK Kondi поступається P64LP130 за посухостійкістю. Але системи Verti–till та Strip–Till і у цьому році забезпечили перевагу над контролем у 13,2 – 15,6%. Це дуже важливий момент, який дає підставу зробити висновок про безперечну перевагу цих систем обробітку незалежно від умов року.

У середньому за 3 роки досліджень все ж таки невелику перевагу (4,6%) мала Classic технологія з гібридом NK Kondi. А перевага агрегатів Salford і Mzuri залишилась на стабільному рівні по обом технологіям.

Урожай побічної продукції в абсолютно сухому стані майже дорівнював збору насіння. Так, у гібрида P64LP130 маса насіння становила 46,2% від загальної біомаси, а у гібрида NK Kondi – 46,6%. Взагалі у гібрида NK Kondi співвідношення насіння: солома було трохи вужчим (1:1,10 проти 1:1,16) у порівнянні з P64LP130.

Маючи показники біологічної і фактичної урожайності можна поррахувати розмір втрат при збиранні. Цей нескладний розрахунок наведено у таблиці 4.34.

Таблиця 4.34

Розмір втрат при збиранні урожаю (середні за 3 роки)

Технологія обробітку ґрунту (А)	Урожайність, т/га		Втрати при збиранні	
	біологічна	фактична	т/га	%
Гібрид Р64LP130 Clearfield (В)				
Безполицевий, 30см	2,29	2,12	0,17	7,4
Вертикальний, 10- 20см	2,63	2,51	0,12	4,6
Мінімальний 8-10см	2,32	2,28	0,04	1,7
Strip-till до 20см	2,74	2,58	0,16	5,8
Середня по фактору А	2,50	2,37	0,13	5,2
Гібрид NK Kondi Classic (В)				
Безполицевий, 30см	2,52	2,35	0,17	6,7
Вертикальний, 10- 20см	2,74	2,58	0,16	5,8
Мінімальний 8-10см	2,47	2,31	0,15	6,5
Strip-till до 20см	2,95	2,67	0,28	9,5
Середня по фактору А	2,65	2,48	0,17	6,4

Як бачимо, у середньому втрати під час збирання урожаю становлять 5–6%. Якщо взяти фактичні втрати у виробництві, то вони становлять 7%. Так що у нашому досліді зафіксовано середній розмір втрат. Якоїсь залежності від наших програмних чинників стосовно розміру втрат нами не було зафіксовано, а те, що наведено у таблиці, то можна вважати випадковістю.

Висновки по підрозділу 4.6.

Комплекс проведених спостережень, зважувань і розрахунків при виконанні обліку урожайності дозволяє зробити такі висновки:

- найвища продуктивність кошиків відзначена за Classic технологією у роки з більш сприятливими умовами (2023–2024 рр.), тоді як у посушливому 2025 р. цей показник був найгіршим;
- розмір біологічної урожайності майже дорівнював бункерній масі з підвищеною вологістю і з певним рівнем засміченості. Максимального рівня ці показники досягали за системами Verti–till та Strip–Till обробітку з перевагою над контролем у 12–16%;
- максимальний рівень урожаю насіння з базисною вологістю і абсолютною чистотою зафіксовано за прямого висіву соняшника посівним комплексом Mzuri Pro til 6T, який забезпечив Strip–Till систему обробітку. У порівнянні з контролем середнє підвищення врожаю у гібрида P64LP130 становило 13,2, а у гібрида NK Kondi – 15,5%;
- середній рівень урожайності соняшника за Classic технологією був на 4,6% вищим, ніж за Clearfield технології, але це за рахунок більш сприятливих 2023-2024 рр., тоді як у посушливому 2025 р. навпаки на 17,2% урожайність була вищою за Clearfield;
- урожай соломи майже дорівнював збору насіння: у гібрида P64LP130 на солону – 53,8, а у NK Kondi – 53,4% від загальної сухої біомаси. Співвідношення насіння: солома у гібрида NK Kondi було вужчим (1:1,10 проти 1:1,16 у P64LP130).

4.7. Якість одержаної продукції.

Соняшник – суто технічна культура групи олійних. Це означає, що його насіння сировиною для олієжирової промисловості. Виробництво рослинної олії сьогодні досягло високого рівня і триває зростати. Серед найпоширеніших олій світу соняшникова займає четверте місце (табл. 4.35).

Таблиця 4.35

Світове виробництво рослинної олії, 2021 р.

Вид олії	млн. тон	%
Пальмова	82,9	35,3
Соєва	67,7	28,8
Ріпакова	33,3	14,1
Соняшникова	21,6	9,2
Пальмоядрова	9,9	4,2
Арахісова	7,3	3,1
Інші	12,3	5,3
Разом	235	100

Світовий ринок завжди відчуває дефіцит олії і олійної сировини, тому продукція олійних культур у тому числі і соняшника є високоліквідною.

В Україні на долю соняшника припадає 90% від загального виробництва рослинних олій [121].

Якщо оцінювати якість олійної сировини, треба усі показники розділити на 2 групи: 1) фізичні; 2) технологічні. До першої групи відносяться: маса 1000 насінин, натура насіння (об'ємна маса), панцирність, а до другої – вміст жиру, жирнокислотний склад олії, число омилення.

4.7.1. Фізичні показники якості

Розглянемо першу групу показників якості. Про масу 1000 насінин вже згадувалось, коли розглядали індивідуальну продуктивність. Зараз покажемо як змінювався цей показник по варіантам дослідів (табл. 4.35).

Таблиця 4.35

Маса 1000 насінин соняшника залежно від технологій обробітку ґрунту і генотипу, г

Технологія обробітку ґрунту (А)	Рік			Середня за 3 роки
	2023	2024	2025	
1	2	3	4	5
Гібрид Р64LP130 Clearfield (В)				
Безполицевий, 30см	51,4	49,0	48,1	49,8
Вертикальний, 10-20см	51,5	49,6	48,0	49,6
Мінімальний 8-10см	51,0	49,0	48,0	49,7
Strip-till до 20см	51,5	48,9	48,6	49,6
Середня по фактору А	51,4	49,1	48,2	49,7
Гібрид NK Kondi Classic (В)				
Безполицевий, 30см	51,5	48,9	48,0	49,5
Вертикальний, 10-20см	51,0	49,0	48,0	49,3
Мінімальний 8-10см	51,4	48,8	47,6	49,3
Strip-till до 20см	51,1	48,9	47,8	49,3

Продовження таблиці 4.35

1	2	3	4	5
Середня по фактору А	51,3	48,9	47,9	49,4
НІР ₀₅ , г	0,31	0,41	0,36	–

Як бачимо, результат визначення маси 1000 насінин вражає однаковість: і обидва гібриди і усі варіанти обробітку ґрунту в усі роки досліджень мали однакову масу 1000 насінин. Не було зафіксовано жодного випадку, коли б фактична різниця за цим показником переважала б НІР. Тільки по рокам коливання досягало 2–3 г.

Визначення показника об'ємної маси насіння показало, що між варіантами дослідів були суттєві відмінності (табл. 4.36).

Таблиця 4.36

Об'ємна маса насіння соняшника, г/л

Технологія обробітку ґрунту (А)	Рік			Середня за 3 роки
	2023	2024	2025	
1	2	3	4	5
Гібрид Р64LP130 Clearfield (В)				
Безполицевий, 30см	442	457	408	436
Вертикальний, 10-20см	458	460	414	444
Мінімальний 8-10см	439	439	405	428
Strip-till до 20см	464	458	424	445
Середня по фактору А	451	454	413	439
Гібрид NK Kondi Classic (В)				

Продовження таблиці 4.36

1	2	3	4	5
Безполицевий, 30см	432	430	392	418
Вертикальний, 10-20см	440	440	406	429
Мінімальний 8-10см	426	422	391	413
Strip-till до 20см	450	449	412	437
Середня по фактору А	437	435	400	424
НІР ₀₅ , г/л	16	21	18	–

Тут все зрозуміло: об'ємна маса насіння соняшника за обох технологій виявилась однаковою. За абсолютним рівнем цей показник можна вважати високим, бо його коливання залежно від умов року та особливостей генотипу мають амплітуду від 350 до 470 г/л. У нашому випадку середній розмір об'ємної маси становить 439 г/л, або 93% від максимуму. Навіть у несприятливому 2025 році натура насіння соняшника становила 400–420 г/л.

По системах обробітку ґрунту була зафіксована суттєва різниця на користь Strip-Till обробітку із застосуванням посівного комплексу Mzuri Pro-til 6T. Ця різниця в усі роки перевищувала НІР, а відтак була доказана математично. Максимальне перевищення над контролем за об'ємною масою відзначено у гібрида НК Kondi у 2024 році (27 г/л, або 6,4%). Застосування для обробітку ґрунту агрегата Salford 7000 за технологією Verti-till також сприяло зростанню об'ємної маси у середньому за 3 роки на 26 г/л у обох гібридів.

Панцирність – це наявність у насіннєвій оболонці щільного шару склеренхімних клітин, просочені їх смолистою речовиною фітомеланом. Визначається перш за все особливостями генотипу. За державним стандартом

України (ДСТУ 2949–94) [123] панцирність соняшникового насіння має бути в межах 98–100%. У нашому досліді такий рівень панцирності не завжди було досягнуто (табл. 4.37).

Таблиця 4.37

Панцирність соняшника залежно від факторів, що вивчались, %

Технологія обробітку ґрунту (А)	Рік			Середня за 3 роки
	2023	2024	2025	
Гібрид Р64LP130 Clearfield (В)				
Безполицевий, 30см	98	97	94	96,3
Вертикальний, 10-20см	98	99	97	98,0
Мінімальний 8- 10см	98	98	96	97,3
Strip-till до 20см	98	100	98	98,7
Середня по фактору А	98	98,5	96,3	97,6
Гібрид НК Kondi Classic (В)				
Безполицевий, 30см	100	98	96	98,0
Вертикальний, 10-20см	99	99	98	98,7
Мінімальний 8- 10см	99	97	97	97,7
Strip-till до 20см	100	100	99	99,7
Середня по фактору А	99,5	98,5	97,5	98,5

Взагалі рівень панцирності був доволі високим. Але ми бачимо, що за роки досліджень мали місце 3 випадки, коли панцирність була нижчою за стандарт.

Співвідношення фізичних показників якості соняшникового насіння добре ілюструється графічним зображенням (рис. 4.12).

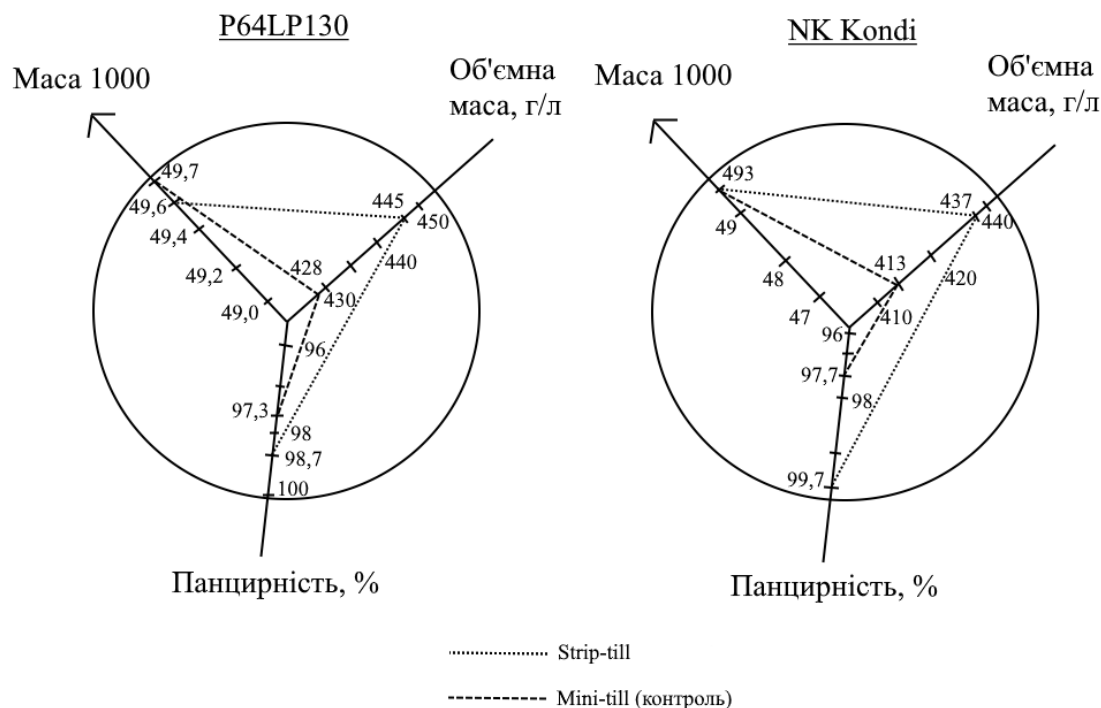


Рис. 4.12. Співвідношення досліджених фізичних показників якості соняшникового насіння (середні за 3 роки)

В цілому усі досліджені фізичні показники якості сформувались на високому рівні і тому їх і не варто було доводити до оптимуму.

4.7.2. Технологічні показники якості

До цієї групи якісних показників відносяться такі:

- олійність (вміст жиру у сім'яниках або ядрах);
- білковість (вміст білка у сім'яниках та ядрах);
- жирнокислотний склад олії (співвідношення жирних кислот, які є складовими олії);

- число омилення (кількість КОН, необхідного для нейтралізації вільних жирних кислот);
- лушпинність (маса лушпиння, % до маси сім'янок).

Розглянемо вплив вивчених чинників на основні технологічні показники. Одним з таких є лушпинність. Цей показник у олійних сортів і гібридів соняшника становить 21–25% [120]. Навіть 1% лушпинності може мати великі наслідки з точки зору виходу олії. Наприклад, за вмісту лушпиння 21% вихід ядер становить 79%, а за 24 – лише 76%. То ж з 1 га за урожайності 2,5 т у першому випадку вихід ядер буде 1975 кг, а у другому – 1900 кг. То ж вихід олії, з цієї різниці, становитиме $75 \times 0,6 = 45$ кг. Якщо взяти 200 га, то це буде 9000 кг олії. Тому кожен відсоток лушпинності у кінцевому результаті матиме високий рівень економічної ефективності. У нашому досліді лушпинність була на середньому рівні (табл. 4.38).

Таблиця 4.38

Лушпинність соняшника залежно від досліджених факторів, %

Технологія обробітку грунту (А)	Рік			Середня за 3 роки
	2023	2024	2025	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Гібрид Р64LP130 Clearfield (В)				
Безполицевий, 30см	21,4	23,0	24,0	22,8
Вертикальний, 10-20см	21,1	22,0	25,1	22,1
Мінімальний 8-10см	22,0	23,2	24,4	23,2
Strip-till до 20см	21,1	21,8	22,7	21,9

Продовження таблиці 4.38

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Середня по фактору А	21,4	22,5	23,6	22,5
Гібрид НК Kondi Classic (В)				
Безполицевий, 30см	23,1	24,4	25,1	24,2
Вертикальний, 10-20см	22,6	23,1	24,4	23,4
Мінімальний 8-10см	23,4	24,2	24,9	24,2
Strip-till до 20см	22,0	23,3	23,8	23,0
Середня по фактору А	22,8	23,8	24,6	23,7
НІР ₀₅ , %	0,18	0,26	0,19	–

При порівнянні гібридів, які вивчали у досліді, легко помітити перевагу Р64LP130, у якого лушпинність в усі роки була нижчою, ніж у НК Kondi. У середньому за 3 роки різниця становила 1,5%, що є суттєвим і доказаним математично рівнем переваги. Якщо порахувати вихід чистого ядра з 1 га, то у Р64LP130 він дорівнює у середньому $2580 \times 0,775 = 1999$ кг, а у НК Kondi - $2740 \times 0,763 = 2090$ кг, тобто перевага НК Kondi скоротилась до 90 кг ядер.

Аналізуючи одержаний експериментальний матеріал, легко помітити і перевагу Strip-Till обробітку ґрунту, де висівали посівним комплексом Mzuri Pro-till 6Т. Середня за 3 роки перевага цієї системи над контролем була у зменшенні лушпинності на 1,3% у гібрида Р64LP130 і на 1,2% у НК Kondi.

Основним показником якості соняшникового насіння є вміст жиру, який у різних сортів і гібридів зазвичай коливається в межах 48–54%. Але в залежності від умов вирощування цей показник може варіювати з більшою амплітудою – від 45 до

55%. Тому ми передбачили у програмі досліджень проведення аналізів на олійність. Результати цих аналізів наведено нижче (табл. 4.39).

Таблиця 4.39

Вміст жиру в соняшниковому насінні, %

Технологія обробітку ґрунту (А)	Рік			Середня за 3 роки
	2023	2024	2025	
Гібрид Р64LP130 Clearfield (В)				
Безполицевий, 30см	52,2	51,4	48,9	50,9
Вертикальний, 10- 20см	52,6	52,5	51,2	52,1
Мінімальний 8-10см	52,0	52,0	50,4	51,5
Strip-till до 20см	53,2	53,3	50,9	52,5
Середня по фактору А	52,5	52,3	50,4	51,7
Гібрид NK Kondi Classic (В)				
Безполицевий, 30см	54,4	52,8	46,9	51,4
Вертикальний, 10- 20см	54,4	53,4	48,0	51,9
Мінімальний 8-10см	53,7	52,2	47,4	51,1
Strip-till до 20см	54,7	54,0	48,0	52,2
Середня по фактору А	54,3	53,1	47,6	51,7

Аналізуючи зміну показника по рокам, стає очевидним поступове зменшення олійності насіння від кращих (2023 р.) до гірших (2025 р.) умов. Це стало певною несподіванкою, тому що за загальним уявленням при погіршенні умов цей показник зростає. Цей факт ми не в змозі пояснити і тому залишаємо для подальших перевірок.

У середньому за 3 роки досліджень обидва гібриди показали абсолютно однаковий рівень вмісту жиру (51,7 %). Але по рокам спостерігалась інша картина: у 2023 р. перевагу мав НК Kondi на 1,8%. У 2024 р. також лідирував НК Kondi, але з перевагою лише 0,8%, а у 2025 р. цей гібрид поступався за олійністю Р64LP130 на 2,8%. Цей факт також свідчить про кращий синтез жирів у рослин за сприятливі умови, маючи на увазі слабшу посухостійкість НК Kondi.

Порівнюючи технології обробітку ґрунту, легко помітити перевагу Strip–Till обробітку, хоча рівень цієї переваги по рокам над контролем коливався в межах 0,5–1,3%. Середній показник олійності за роки досліджень у цьому варіанті був на 1,9% вище контролю по гібриду Р64P130 і на 2,2% – по НК Kondi.

Окрім олії, яка є основною продукцією переробки соняшникового насіння, важливе значення має побічний продукт – шрот, або макуха. Перший – це за екстрактивним методом відділення олії, а другий – за пресування. Шрот і макуха – цінний високобілковий корм для тварин, який містить 35–40% протеїну. Для України цей шрот є одним з основних джерел рослинного білка [124]. Тому вміст білка у соняшниковому насінні – це один з найважливіших технологічних показників. Результати наших аналізів білковості насіння наведені у табл 4.40.

Вміст сирого білку в насінні соняшника залежно від технології та обробітку ґрунту, %

Технологія обробітку ґрунту (А)	Рік			Середня за 3 роки
	2023	2024	2025	
Гібрид Р64LP130 Clearfield (В)				
Безполицевий, 30см	19,5	20,4	21,4	20,4
Вертикальний, 10-20см	19,6	20,5	21,7	20,6
Мінімальний 8-10см	19,8	20,3	21,0	20,6
Strip-till до 20см	19,7	20,4	22,0	20,7
Середня по фактору А	19,7	20,4	21,5	20,5
Гібрид NK Kondi Classic (В)				
Безполицевий, 30см	19,0	20,0	20,6	19,9
Вертикальний, 10-20см	19,3	19,8	20,9	20,0
Мінімальний 8-10см	19,0	20,0	20,4	19,8
Strip-till до 20см	19,4	20,3	21,0	20,2
Середня по фактору А	19,2	20,0	20,7	20,0

Як бачимо, загальний рівень білковості насіння дуже високий, причому у більш сприятливі роки він був нижчим, а у посушливих умовах білковість зростала. Наприклад, у гібрида Р64LP130 вміст білку у більш сприятливому 2023 р. мав показник на 1,8% нижчий, ніж у посушливому 2025 р.

Тут простежується перевага гібриду Р64LP130 над NK Kondi, яка у середньому за роки досліджень становила 0,5%. Хоча це невелика різниця, але вона

спостерігалась в усі роки і тому її можна вважати суттєвою, хоча тут дисперсійний аналіз відсутній.

По технологіям обробітку ґрунту переваги жодної з вивчених не зафіксовано. Робимо висновок, що білковість – ознака з високим рівнем генетичної детермінації.

За жирнокислотним складом соняшникова олія включає як насичені жирні кислоти (пальмітинова та стеаринова), так і ненасичені (поліненасичена лінолева та мононенасичена олеїнова). Гібриди, які вивчались у досліді, відносяться до групи лінолевих, тобто основою є поліненасичена лінолева кислота. Зважати на цей факт нами було включено до програмної аналітики саме лінолеву кислоту. Результати цих аналізів представлено у таблиці 4.41.

Таблиця 4.41

Вміст лінолевої кислоти в соняшниковій олії залежно від вивчених факторів, %

Технологія обробітку ґрунту (А)	Рік			Середня за 3 роки
	2023	2024	2025	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Гібрид Р64LP130 Clearfield (В)				
Безполицевий, 30см	58,3	57,7	55,5	57,2
Вертикальний, 10-20см	59,4	59,3	57,0	58,6
Мінімальний 8-10см	59,0	57,9	56,0	57,6
Strip-till до 20см	60,1	59,4	57,3	58,9

Продовження таблиці 4.41

1	2	3	4	5
Середня по фактору А	59,2	58,6	56,5	58,1
Гібрид НК Kondi Classic (В)				
Безполицевий, 30см	55,3	53,4	50,8	53,2
Вертикальний, 10-20см	57,0	55,0	51,9	54,6
Мінімальний 8-10см	56,2	53,7	50,6	53,5
Strip-till до 20см	57,7	54,9	52,3	55,0
Середня по фактору А	56,6	54,3	51,4	54,1

В усіх випадках зафіксовано високий вміст лінолевої кислоти, яка у сучасних лінолевих гібридів має стелю 62%. Порівнюючи гібриди, треба відзначити перевагу Р64LP130, яка у середньому за 3 роки становила 4%.

Також простежується чітка, хоча і невелика, перевага за вмістом лінолевої кислоти за системи обробітку Strip-till . У середньому за 3 роки цей варіант забезпечив зростання вмісту лінолевої кислоти по гібриду Р64LP130 на 1,3%, а по гібриду НК Kondi – 1,5%. Пояснити цей факт важко, маючи на увазі відсутність інших супутніх досліджень. Але його зафіксовано і будемо у подальшому шукати обґрунтоване пояснення.

Співвідношення технологічних показників якості соняшникового насіння простежимо аналогічно фізичним показникам на діаграмі (рис. 4.13).

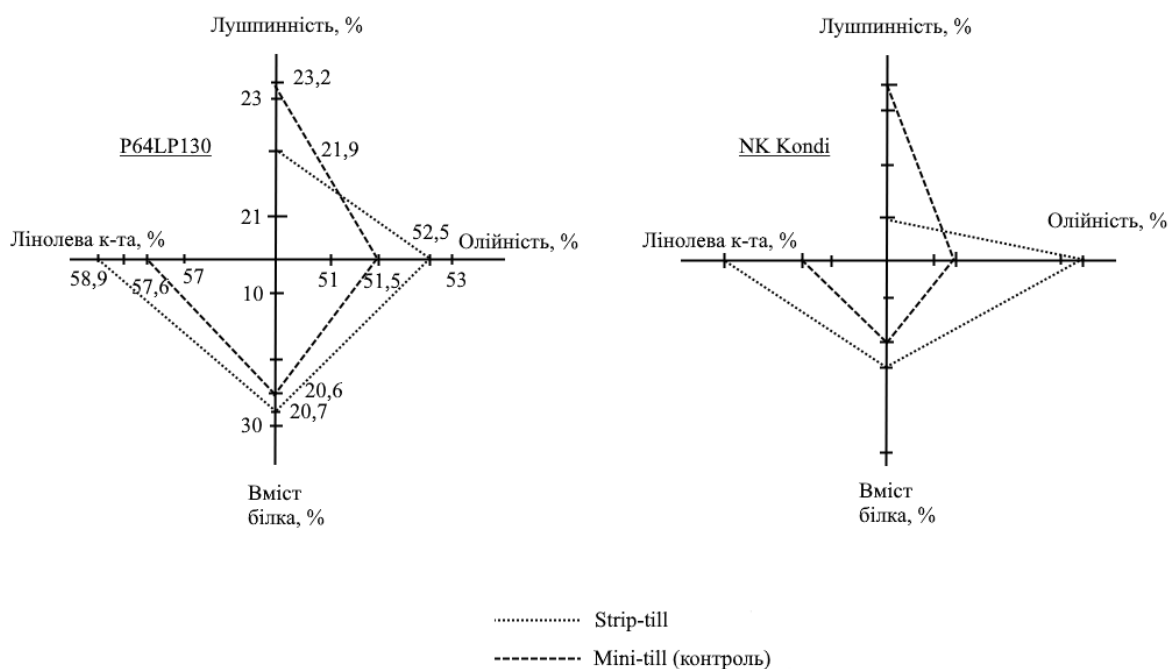


Рис. 4.13. Співвідношення технологічних показників якості (середні за 2023–2025 рр.)

Як бачимо, перевага Mzugi Pro–till БТ з усіх вивчених технологічних показників очевидна. Тільки вміст білку для обох варіантів виявився по суті однаковим.

Висновки до підрозділу 4.7

Проведені багаторічні лабораторні дослідження показали, що вивчені фактори впливають не лише на кількісні (рівень урожайності), але й на якісні показники, а саме:

- серед фізичних показників якості позитивна різниця простежується лише по об'ємній масі, яка у разі застосування Strip–Till обробітку зростає порівняно з контролем у середньому за 3 роки на 23 г/л у гібрида P64LP130 та на 24 г/л – у NK Kondi;

- за рівнем лушпинності вивчені гібриди мали незначну різницю з перевагою P64LP130. Система обробітку Strip–Till сприяє формуванню насіння з меншою лушпинністю на 1,2–1,3%;
- олійність соняшникового насіння досягає максимуму у більш сприятливі роки. Оскільки Verti–till та Strip–Till системи обробітку ґрунту оптимізують умови життя рослин, то і результат стосовно олійності виявився очікуваним. Ці системи сприяють зростанню олійності на 1,0–1,1%;
- білковість насіння, на відміну від олійності, за менш сприятливих умов зростає: у 2025 р., який мав високий рівень посушливості, вміст білку був на 1,5–1,8% вищим, ніж у більш сприятливому 2023 р.;
- за вмістом лінолевої кислоти олія з гібриду P64LP130 перевищувала цей показник NK Kondi на 4%. Позитивний вплив на вміст лінолевої кислоти показала пряма сівба посівним комплексом Mzuri Pro–til 6T за технологією Strip-till. Перевага над контролем становила у середньому за 3 роки 1,3–1,5%

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА І БІОЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИВЧЕНИХ ФАКТОРІВ

5.1. Економічна ефективність

Загальновідомо, що кінцевим результатом технологічних досліджень є обґрунтовані рекомендації виробництву. Але які б ці рекомендації не були бездоганними і цінними, їх не можна впроваджувати без аналізу їх економічної ефективності, особливо, коли розробка пов'язана з необхідністю збільшення виробничих витрат.

У нашому дослідженні впровадження кращих систем обробітку і технологій мають у кінцевому виразі як збільшення (застосування гербіцидів, проведення додаткових обробіток ґрунту, купівля високоякісного і дорогого насіння), так і зменшення (прямий посів посівним комплексом, застосування гербіцидів з невисокою ціною, зменшення витрат інсектофунгіцидів) прямих виробничих витрат. Тому економічний аналіз у такому випадку є невід'ємною складовою частиною досліджень [167].

Для розрахунків у цьому досліді враховували не лише виробничі витрати, а й орендну плату, бо ТОВ «Колос» весь земельний фонд орендує у пайщиків. Методика розрахунків проста: скалькуювати витрати, розрахувати вартість одержаної продукції і порівняти ці показники. Різниця між ними – це умовно чистий прибуток, а відношення чистого прибутку до витрат – це рівень рентабельності [168].

Найскладнішим є визначення виробничих витрат. Саме тут можливі чисельні помилки або статті, що залишилися поза увагою, або невірні розцінки і т. ін.. Тим не менше, ми спробували скалькуювати виробничі витрати за середньостатистичними цінами, розцінками і тарифами. Вийшло, що загальні витрати, які не ураховують особливостей окремих варіантів, становлять 34130 грн (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Калькуляція виробничих витрат за середніми розцінками 2023–2025 рр.

Статті витрат	Види витрат	Вартість, грн/га
Матеріальні ресурси	Насіння	2500
	Добрива	11900
	Гербіциди	1200
	Інсектициди	700
	Фунгіциди	860
	Десиканти	400
	Паливо	2700
	Мастила	300
Амортизаційні витрати	Енергозасоби	1050
	Знаряддя	1300
	Нерухомість	1050
Адмінгоспвитрати	Оплата персоналу	1640
Орендна плата за землю	Оплата пайщикам	8000
Зберігання продукції	Від збирання до реалізації	180
Податок		400
Разом	Усі види витрат	34130

Для того, щоб визначити виробничі витрати конкретно по кожному варіанту досліду, треба додати або відняти певні кошти, які становлять різницю з контролем. Потім до цих змін треба додати стандартні (34130 грн/га) витрати і одержимо поваріантний показник (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Розрахунок виробничих витрат по варіантам дослідів, грн/га

Технологія обробітку грунту	Стандартн і витрати	+/- до контролю					Разом вitra т
		насіння	гербіцид	загальна технологічн а витрата	збирання додатково і продукції	всього	
Гібрид P64LP130 Clearfield							
Безполицевий , 30см	34130	–	–	+480	–160	+320	34450
Вертикальний , 10-20см	34130	–	–	+740	+230	+970	35100
Мінімальний 8-10см	34130	–	–	–	–	–	34130
Strip-till до 20см	34130	–	–	+800	+300	+110 0	35230
Гібрид NK Kondi Classic							
Безполицевий , 30см	34130	– 240	– 102	+980	+70	+708	34838
Вертикальний , 10-20см	34130	– 240	– 102	+1140	+300	+109 8	35228
Мінімальний 8-10см	34130	– 240	– 102	+396	+30	+84	34214
Strip-till до 20см	34130	– 240	– 102	+1240	+390	+128 8	35418

Таким чином, середній рівень витрат за Clearfield технологією становить 34727 грн/га, а за Classic технології витрати становлять 34924 грн/га. Різниця дуже

незначна і її можна вважати несуттєвою, але під час подальших розрахунків вона буде впливати певним чином на результат.

Другим кроком на шляху визначення головних економічних показників є розрахунок вартості одержаної продукції. Середня ціна на соняшник у 2023 році становила 21200; у 2024 – 23600, а у 2025 – 27200 грн/т. Для об'єктивності розрахунків беремо середній показник за цей час $(21,2+23,6+27,2):3 = 24,0$ тис. грн/т. За такої ціни поваріантна вартість продукції і дорівнює (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Вартість одержаної у дослідях продукції (середня за 3 роки)

Технологія обробітку ґрунту	Урожай насіння, т/га	Вартість, тис. грн	
		1т	Всього урожаю
Гібрид Р64LP130 Clearfield			
Безполицевий, 30см	2,12	24,0	50,88
Вертикальний, 10-20см	2,51	24,0	60,24
Мінімальний 8-10см	2,28	24,0	54,72
Strip-till до 20см	2,58	24,0	61,92
Гібрид НК Kondi Classic			
Безполицевий, 30см	2,35	24,0	56,40
Вертикальний, 10-20см	2,58	24,0	61,92
Мінімальний 8-10см	2,31	24,0	55,44
Strip-till до 20см	2,67	24,0	64,08

За таких високих цін, які зараз на світовому ринку, навіть невелика різниця в урожайності помітно впливає на рівень загальної вартості продукції. У нашому досліді цей показник коливався в межах від 50,88 до 64,08 тис. грн/га.

За наявності показників виробничих витрат і вартості одержаної продукції можна зробити розрахунок усіх економічних показників.

Ми зупинились на головних: чистий прибуток, собівартість продукції і рівень рентабельності (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

Основні економічні показники вирощування соняшника за різних систем обробітку ґрунту і технологій (середні за 2023–2025 рр.)

Технологія обробітку ґрунту	Вартість продукції, тис. грн/га	Виробничі витрати, тис. грн/га	Чистий прибуток, тис. грн/га	Собівартість насіння, грн/т	Рівень рентабельності, %
Гібрид Р64LP130 Clearfield					
Безполицевий, 30см	50,88	34,45	16,43	16250	47,7
Вертикальний, 10-20см	60,24	35,10	25,14	13984	71,6
Мінімальний 8-10см	54,72	34,13	20,59	14969	60,3
Strip-till до 20см	61,92	35,23	26,69	13655	75,8
Гібрид NK Kondi Classic					
Безполицевий, 30см	56,40	34,84	21,56	14826	61,9
Вертикальний, 10-20см	61,92	35,23	26,69	13655	75,8
Мінімальний 8-10см	55,44	34,21	21,23	15004	62,1
Strip-till до 20см	64,08	35,42	28,66	13266	80,9

За усіма показниками обидві технології забезпечили близькі результати з невеликою перевагою Classic. Середній розмір чистого прибутку за технології Clearfield становив 22,21 тис. грн/га, а за Classic – 24,53 тис. грн/га. При цьому

собівартість за Classic технологією була на 527 грн/т менша, а рентабельність – на 6,2% вища.

По технологіям обробітку ґрунту безумовна перевага була за Strip–Till технологією у обох вивчених у досліді гібридів. За чистим прибутком перевага над контролем у гібрида P64LP130 становила 6100 грн./га, за рівнем рентабельності на 15,5%, а за собівартістю була меншою на 1314 грн/т. У гібрида NK Kondi ці показники становили відповідно 7430 грн/га, 18,8% та 1738 грн/т менше собівартість.

5.2 Біоенергетична ефективність інноваційних елементів технології вирощування соняшника

Вже понад 40 років аграрії – дослідники застосовують як один з показників раціональності виробництва тої чи іншої продукції біоенергетичний коефіцієнт. Цей показник є відношенням енергоємності продукції до енерговитрат на її виробництво. Цей напрямок виник тому, що останнє століття спостерігається шалене енерговикористання на 1 га посівів – витрати палива зросли до 70 л, внесення мінеральних добрив зростало з 60–70 до 400–450 кг/га діючої речовини, усі посівні площі стали обробляти пестицидами, з'явилися чисельні мультифункціональні препарати і т.д. У зв'язку з цим було запропоновано робити не лише економічний, а й біоенергетичний аналіз виробництва аграрної продукції, аби переконатись чи не переважають енерговитрати енергоємність [170].

Існує багато методик визначення біоенергетичної ефективності [125–129, 169]. Усі дослідники мають різні підходи, особливо до визначення витрат, але в основному фігурують позитивні результати: енергоємність продукції у 1,5–4,5 разів перевищує енерговитрати.

Зважаючи на особливість наших досліджень, які включають масштабні енерговитратні операції програмою наших досліджень було передбачено проведення цих енергорозрахунків. Калькуляція енерговитрат складна і завжди має відповідний рівень точності. По довідковим матеріалам можна вирахувати

стандартний рівень енерговитрат і на кшталт економіки, додали або відняли поваріантні відмінності. Це спростило роботу і дало можливість знайти реальні показники [171].

За стандартний показник ми використали результати розрахунків Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва [172]. За цими авторами енерговитрати по виробництву соняшника становлять 50,8 тис. мДж/га при енергоємності 1280 мДж/1ц сухої біомаси.

Користуючись наявними довідковими матеріалами і беручи за основу стандартні витрати, ми одержали такі рівні поваріантних енерговитрат (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

Поваріантні енерговитрати на виробництво соняшника

Технологія обробітку ґрунту	Стандартні енерговитрати, тис. мДж/га	+/- до контролю, тис. мДж.	Всього
Гібрид Р64LP130 Clearfield			
Безполицевий, 30см	50,8	+2,4	53,2
Вертикальний, 10-20см	50,8	+3,2	54,0
Мінімальний 8-10см	50,8	0	50,8
Strip-till до 20см	50,8	+3,8	54,6
Гібрид НК Kondi Classic			
Безполицевий, 30см	50,8	+4,1	54,1
Вертикальний, 10-20см	50,8	+4,8	55,6
Мінімальний 8-10см	50,8	+1,9	52,7
Strip-till до 20см	50,8	+5,0	55,8

Тепер, коли ми визначили поваріантні енерговитрати, можна перейти до кінцевого розрахунку – коефіцієнта біоенергетичної ефективності (табл. 5.6).

Таблиця 5.6

**Коефіцієнт біоенергетичної ефективності виробництва соняшника
залежно від вивчених факторів (середні за 2023–2025 рр.)**

Технологія обробітку ґрунту	Урожай сухої біомаси	Енергоємність, тис. мДж		Енерговитрати, тис. мДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності
		в 1т	в усьому урожаї		
Гібрид P64LP130 Clearfield					
Безполицевий, 30см	4,84	12,8	62,0	53,2	1,17
Вертикальний, 10- 20см	5,42	12,8	69,4	54,0	1,29
Мінімальний 8- 10см	4,63	12,8	55,4	50,8	1,09
Strip-till до 20см	5,64	12,8	72,2	54,6	1,32
Гібрид NK Kondi Classic					
Безполицевий, 30см	5,05	12,8	64,6	54,1	1,19
Вертикальний, 10- 20см	5,39	12,8	69,0	55,6	1,24
Мінімальний 8- 10см	4,95	12,8	63,4	52,2	1,21
Strip-till до 20см	5,48	12,8	70,1	55,8	1,26

Загальний висновок такий: виробництво соняшника за інноваційними технологіями характеризуються дуже високим рівнем енерговитрат і це обумовлює низький рівень окупності урожаєм. Максимального значення біоенергетичний коефіцієнт досягає за Clearfield технології при застосуванні Strip-till технології посівним комплексом Mzuri Pro-til (1,34).

Висновки до розділу 5.

Економіко–енергетичний аналіз виробництва соняшника за інноваційними технологіями дає підстави сформулювати такі висновки:

- Для вирощування соняшника за сучасними інноваціями розмір виробничих витрат становить 34–35 тис. грн/га з поваріантною різницею до 1300 грн/га;
- За сучасних цін на соняшник рівень вартості одержаної продукції навіть за середньої урожайності досягає 50–60 тис. грн/га;
- За основними економічними показниками перевагу мав варіант Strip–Till технології з використанням посівного комплексу Mzuri Pro–til: найвищий рівень чистого прибутку (26,7–28,7 тис. грн/га), найменша собівартість (13,3–13,7 тис. грн/т) і максимальний рівень рентабельності (75,8–80,9%);
- Окупність енерговитрат одержаною продукцією за інноваційними технологіями є низькою: біоенергетичний коефіцієнт коливався в межах від 1,09 (мінімальний обробіток Qualidisc, Clearfield технологія) до 1,32 (Strip-till технологія Mzuri Pro–til, Clearfield технологія), що свідчить про необхідність пошуку менш енерговитратних інновацій.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проведені комплексного характеру дослідження дозволяють зробити такі узагальнені висновки:

1. Роки досліджень за сприятливістю суттєво відрізнялись за комплексною (багатофакторною) оцінкою одержали такі бали: 2023 р. – 17; 2024 р. – 14; 2025 р. – 8.
2. Вивчені фактори мають широкий спектр впливу на екологічні фактори:
 - запас продуктивної вологи досягав максимального рівня за Strip-till системи перевищенням контролю у метровому шарі ґрунту на 6,5-12,3%;
 - Clearfield технологія дозволила зменшити коефіцієнт водоспоживання на 69 пунктів;
 - Verti-till і Strip-till технологія помітно ущільнюють посівний шар ґрунту (на 8%) і покращують співвідношення капілярних і некапілярних пор (40,2 та 8,4 проти 29,4 та 22,0% у контролі);
 - рівень забур'яненості при застосуванні Clearfield технології помітно зменшувався (6 бур'янів на 1 м² проти 8 за технології Classic). Ще більшою різниця була за сухою біомасою бур'янів (1,7-6,1 проти 6,1-11,9% від загальної біомаси фітоценозу);
3. Довжина стебла за Strip-till та Verti-till технологіями була на 4-6 см більше, ніж у контролі, а добовий приріст становив від 0,5 до 2,9 см за добу на обох технологіях.
4. Урожай як сирій, так і сухої надземної біомаси у 2023 та 2024 рр. був вищим за класичною технологією, а у 2025 р. – навпаки, перевага була за Clearfield.
5. Об'ємна маса посіву соняшника коливалась в межах 0,77-1,14 по сирій та 0,24-0,33 кг/м³ по сухій біомасі, причому за Clearfield технологією цей показник перевищував Classic на 0,2-0,3 по сирій та 0,06-0,10 кг/м³ по сухій біомасі.

6. Гібрид NK Kondi розвиває більш потужну кореневу систему з перевагою над P64LP130 6,7% при однаковому пошаровому розташуванні кореневої маси.
7. Під дією Verti-till та Strip-till технологіями зростає не лише загальна маса коренів, а й підвищується продуктивність їх роботи. У середньому за 2 роки цей показник за цих систем обробітку становив 2,54-2,55, у той час як на мінімальному обробітку – лише 0,18-0,19 кг біомаси на 1 кг коренів (на 5,9% нижче).
8. Площа листя у соняшника досягає максимального значення у фазі цвітіння, після чого починається поступове відмирання нижніх листків. Але й до фази фізіологічної стиглості у гібрида P64LP130 залишається 10-13% активних листків. Класичний гібрид NK Kondi швидше втрачає зелене листя і до фізіологічної стиглості активних залишається лише 3-6%.
9. Фотосинтетичний потенціал майже повторює залежності притаманні листовій поверхні, тому що різниця між варіантами по тривалості розрахункового періоду не перебільшувала двох діб.
10. Чиста продуктивність фотосинтезу змінювалась під дією вивчених факторів хаотично, без чіткої закономірності, тому цей показник не варто брати за основу.
11. За Verti-till та Strip-till технологіями обробітку спостерігалась суттєве зростання вмісту в листях хлорофілу «а», у той час як фракція хлорофілу «в» залишалась на одному рівні.
12. Розрахунки показали, що кількість приквітників у кошику має прямий зв'язок з кількістю трубчастих квіток, тобто цей показник може слугувати маркером продуктивності соняшника на ранніх етапах онтогенеза. Гібрид NK Kondi мав приквітників на 3,2% більше, ніж P64LP130.
13. Підрахунки повноцінно розвинених насінин у кошику показали, що обробіток ґрунтуза вертикальної технології агрегатом Salford 7000 та

Strip-till (прямий висів посівним комплексом Mzuri Pro-til 6T) забезпечили найвищий рівень реалізації потенційної продуктивності з перевагою над контролем 6-8%.

14. Діаметр кошика також досягав максимального значення за Strip-till технології. Перевага над контролем становила 1,2-1,4 см, проте щільність кошика була вищою у контролі. Треба відзначити, що високий рівень щільності кошика (кількість цінних насінин на 1 см²) не є позитивною ознакою, бо може депресувати нормальний розвиток насіння.
15. Розмір біологічної урожайності соняшника майже дорівнював бункерній масі, тому що вона мала підвищену вологу і певний рівень засміченості. За технологією Strip-till біологічна урожайність перевищувала контроль на 12-16%.
16. Максимальний урожай насіння з базисною вологістю і абсолютною чистотою зафіксовано за прямого висіву посівним комплексом Mzuri Pro-til 6T з Strip-till обробіткою. Цей варіант, у порівнянні з контролем, забезпечив підвищення урожаю гібрида P64LP130 на 13,2, а NK Kondi – на 15,5%.
17. У середньому за 3 роки урожайність соняшника за класичною технологією була на 4,6% вище, ніж Clearfield. Але це за рахунок більш сприятливих 2023 та 2024 рр., тоді як у 2025 р. одержано протилежний результат – Clearfield технологія забезпечила перевищення урожаю над класичною технологією у 17,2%.
18. Співвідношення насіння: солома було вужчим у гібрида NK Kondi (1:1,10), тоді як у гібрида P64LP130 цей показник дорівнював 1:1,16.
19. Технологія обробітку ґрунту Strip-till сприяла поліпшенню деяких показників якості насіння:
 - об'ємна маса зросла на 23 г/л;
 - лущинність зменшилась на 1,2-1,3%;
 - олійність зросла на 1,0-1,1%.

20. За вмістом лінолевої кислоти перевага відзначена у гібрида НК Kondi за класичної технології. Ця перевага становила 4%.
21. Максимальний рівень чистого прибутку 26,7-28,7 тис. грн/га, найменша собівартість (13,3-13,7 тис. грн/т насіння) та найвищий рівень рентабельності (75,8-80,9%) досягнуто за технологією Strip-till і використання посівного комплексу Mzuri Pro-til 6T.
22. Ступінь окупності енерговитрат за інноваційних технологій є низькою: біоенергетичний коефіцієнт коливався в межах 1,09-1,32, що свідчить про актуальність пошуку менш енерговитратних інновацій.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для підвищення ефективності інноваційних технологій вирощування соняшника треба розширити об'єм Strip-till технології, яка у порівнянні з традиційними методами дає змогу підвищити урожайність на 0,30 т/га (13,2%) за технологією Clearfield та на 0,36 т/га (15,6%) за Classic.

На сучасному етапі розвитку аграрних підприємств України доцільно застосовувати як Clearfield, так і Classic технології. Для першої треба обирати менш окультурені ґрунти із недостатнім вологозабезпеченням, а для другої – більш сприятливі умови.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шацька З. Я., Лесюта Н. Ю. Особливості зовнішньоторговельної діяльності вітчизняних підприємств в умовах воєнного стану. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». Серія: Економічні науки.* 2022. № 10 (66). С. 76–83. DOI: 10.25313/2520-2294-2022-10-8375.
2. Міненко Д. І. Аналіз виробництва соняшника в Україні. *Вісник СІТ ННІ БМ ХНТУСГ: збірник наукових праць.* Харків : ХНТУСГ, 2015. Вип. 1.
3. Косенко Р. О. Соняшник: історія виникнення та введення в культуру. *Історія науки і біографістика.* 2015. № 4. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/INB_Title_2015_4_11 (дата звернення: 08.01.2026).
4. Ігнатенко М. М. Стратегічні напрями розвитку і підвищення економічної ефективності виробництва та переробки соняшнику. *Український журнал прикладної економіки та техніки.* 2023. № 4. С. 53–58. DOI: 10.36887/2415-8453-2023-4-8.
5. Маслак О. Сучасні тенденції ринку соняшнику. *Техніка і технології АПК.* 2021. № 5 (8). С. 35–38.
6. Пастернак О. Перспективи ринку ріпаку і соняшнику. *Вісник Хмельницького національного університету.* 2020. № 3. С. 40–44.
7. Федоряка В. П., Бахчиванжи Л. А., Почколіна С. В. Ефективність виробництва і реалізації соняшнику в Україні. *Вісник соціально-економічних досліджень.* 2021. № 41 (2). С. 139–144.
8. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Москва І. С., Кудріна В. С. Ярі олійні культури на Півдні України, проблеми та перспективи вирощування. *Інноваційні технології в рослинництві: матеріали II Всеукраїнської інтернет-конференції,* 15 трав. 2019 р., м. Кам'янець-Подільський. Кам'янець-Подільський, 2019. С. 33–35.
9. Кириленко І. Г., Івченко В. Є., Дем'янчук В. В. Продовольча безпека України в світлі сучасних тенденцій світової економіки. *Економіка АПК.* 2017. № 8. С. 5–14.

10. Наконечна К. В., Якубовська Я. В. Експорт сільськогосподарської продукції України в умовах функціонування зони вільної торгівлі з ЄС. *Ефективна економіка*. 2018. № 12. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6767> (дата звернення: 08.01.2026).
11. Кернасюк Ю. Олійні культури: тенденції на ринку. *Агробізнес сьогодні*. URL: <http://agrobusiness.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/15275-oliini-kultury-tendentsii-narynku.html> (дата звернення: 08.01.2026).
12. Співак І. Світовий ринок соняшникової олії та місце України. Експертна платформа. URL: <https://prompolit.info/2019/05/28/svitovij-rinok-sonyashnikovoyi-oliyi-ta-mistseukrayini/> (дата звернення: 08.01.2026).
13. Savina S. Management of competitiveness of products of processing enterprises. *International independent scientific journal*. 2020. № 18. Vol. 2. P. 22–28.
14. Васильковська К. В., Андрієнко О. О., Малаховська В. О. Динаміка виробництва олійних культур в Україні та аналіз експорту олії. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2021. Вип. 98. С. 166–177. DOI: 10.31395/2415-8240-2021-98-2-166-177.
15. Васильковська К. В., Малаховська В. О. Аналіз експортного потенціалу зернових в Україні. *Центральноукраїнський науковий вісник. Економічні науки*. 2019. Вип. 3 (36). С. 313–320.
16. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 08.01.2026).
17. Карамушка О. М., Мороз С. І. Аналіз виробництва зернових та олійних культур в Україні. *Ефективна економіка*. 2018. № 10. DOI: 10.32702/2307-2105-2018.10.41.
18. Нужна С. А. Оцінка економічного ризику сільськогосподарських підприємств. *Економіка АПК*. 2007. № 4. С. 51–59.
19. Такі різні олії: що краще експортувати. *Агропрофі*. URL: <http://agroprofi.com.ua/statti/1664-taki-rizni-oliyi-shcho-krashche-eksportuvaty> (дата звернення: 15.11.2019).

20. Петриченко В. Ф., Воронецька І. С. Виробництво олійних культур в Україні: сучасні виклики та перспективи. *Економіка АПК*. 2017. Т. 24, № 10. С. 32–40.
21. Троценко В. *Соняшник: методи створення вихідного матеріалу та селекція* : монографія. Суми : Університетська книга, 2022. 286 с.
22. Макляк К. М., Кириченко В. В. Стійкість вихідного матеріалу соняшнику до нових рас вовчка (*Orobanche cymata* Wallr.). *Селекція і насінництво*. 2012. № 102. С. 16–21.
23. Борзих О., Сергієнко В., Сторчоус І. Дослідження післядії гербіцидів на основні сільськогосподарські культури. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 100 (4). С. 30–40.
24. Швартау В. В., Михальська Л. М. Резистентні до гербіцидів біотики бур'янів в Україні. *Доповіді Національної академії наук України*. 2022. № 6. С. 85–94. DOI: 10.15407/dopovidi2022.06.085.
25. Кіренко С. О. Аналіз системи гібрид + гербіцид у технологіях ExpressSun та Clearfield. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*. 2014. № 9. С. 25–29.
26. Ільченко А. С., Вареник Б. Ф. Створення вихідного селекційного матеріалу стійкого до сульфонілсечовинної та імідазолінонової груп. *The third international scientific congress of scientists of Europe*. P. 1003.
27. Leon A. J. et al. Use of RFLP markers for genetic linkage analysis of oil percentage in sunflower seed. *Crop science*. 1995. Т. 35. № 2. P. 558–564.
28. Alonso L. C. Resistance to Orobanche and resistance breeding: a review. *Current problems of Orobanche research: proc. 4th int. symp. Orobanche*. Albena, Bulgaria, 1998. P. 233–237.
29. Wegmann K. Progress in Orobanche research during the past decade. *Proc. 4th Int. Symp. Orobanche*. Albena, Bulgaria, 1998. P. 13–17.
30. Al-Khatib K. et al. Imazethapyr resistance in common sunflower (*Helianthus annuus*). *Weed Science*. 1998. P. 403–407.

31. Skoric D., Pacueanu-Joita M. Possibilities for increasing sunflower resistance broomrape (*Orobanche cumana*). *Jornal of Agricultural Science and Technology B.I.* 2011. P. 151–152.
32. Jonic S. et al. Development of inbred lines of sunflower with various oil qualities. *Actes Proceedings of the 15th International Sunflower Conference*. Toulouse, France, 2000. P. 12–15.
33. Yan H., Yang H. Y., Jensen W. A. An electron microscope study on in vitro parthenogenesis in sunflower. *Sexual Plant Reproduction*. 1989. Т. 2. № 3. P. 154–166.
34. Malidža G., Škorić D., Jocić S. Imidazolinone-resistant sunflower (*Helianthus annuus*): Inheritance of resistance and response towards selected sulfonylurea herbicid. *Proceedings of 15th International Sunflower Conference*. Toulouse, France, 2000. P. 42–47.
35. Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського. *Звіт про результати досліджень впливу технологій мінімального обробітку ґрунту на врожайність сільськогосподарських культур у зоні Полісся України*. Харків, 2024. 132 с.
36. *Conservation Tillage Systems for Sustainable Agriculture*. FAO Report. Rome, 2024. 88 p.
37. Голод Р., Білінська О., Шубала Г. Зерно-просапна сівозміна, як елемент одержання високих урожаїв сільськогосподарських культур. ББК 65.9 (4укр)-55 Н 35. 2016. № 25.
38. Присяжнюк М. В. Становлення та розвиток систем землеробства в УСРР у 20-х роках ХХ століття. *Зрошуване землеробство*. 2011. № 56. С. 298–310.
39. Єщенко В. О., Карнаух О. Б., Усик С. В. *Історія розвитку і класифікація сучасних систем землеробства*. 2021.
40. Kovalenko N. P. Особливості аграрного виробництва на українських землях у ХІХ столітті. *History of science and technology*. 2018. Vol. 8, № 1 (12). P. 139–148.

41. Бойко П., Мартинюк І., Цимбал Я. Становлення сівозмінних принципів у системах землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 99 (3). С. 5–13.
42. Косолап М. П., Кротінов О. П. *Система землеробства No-till*. Київ : Логос, 2011. 352 с.
43. Балаєв А. Д., Тонха О. Л. Ґрунтозахисна біологічна система землеробства і відтворення родючості ґрунтів. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. Сер.: Сільськогосподарські науки. 2013. № 3. С. 3–14.
44. Колодяжний І. О., Романащенко О. А., Калюжний О. Д. Особливості використання технології Strip-till. *Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції*. Кропивницький: ЦНТУ, 2019. С. 8–58.
45. Войтік А. В., Вихватнюк Р. В., Худік Л. М. Технологія обробітку ґрунту Strip-till: історичний розвиток та поширення в Україні. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. 2016. Вип. 46. С. 117–123.
46. Чайковський В. No-till та Verti-till – як в «Агрофорті» тестують на своїх полях обидві технології. *SuperAgronom.com*. 2021. URL: <https://superagronom.com/blog/849-no-till-ta-verti-till--yak-v-agrofort-testuyut-na-svoiyh-polyah-obidvi-tehnologiyi> (дата звернення: 08.01.2026).
47. Польовий П. Переваги переходу на технологію обробітку ґрунту Verti-till та особливості його впровадження на власних землях. *Здорова земля України*. 2021. URL: <https://healthysoil.in.ua/technology-to-increase-yields-and-profitability/> (дата звернення: 08.01.2026).
48. Voitovyk M. V., Barannyk A. V., Harbar V. V., Lisovskyi A. S. Practical monitoring of soil fertility with the implementation of soil-conserving farming systems (based on No-till technology). *Podilian Bulletin Agriculture Engineering Economics*. 2024. № 45. P. 7–15. DOI: 10.37406/2706-9052-2024-4.1.

49. Fernández F. G., Sorensen B. A., Villamil M. B. A comparison of soil properties after five years of No-till and Strip-till. *Agronomy Journal*. 2015. Vol. 107, № 4. P. 1339–1346. DOI: 10.2134/agronj14.0549.
50. Jaskulska I., Jaskulski D. Strip-Till One-pass technology in Central and Eastern Europe: A MZURI Pro-Til hybrid machine Case Study. *Agronomy*. 2020. Vol. 10, № 7. P. 925. DOI: 10.3390/agronomy10070925.
51. Технологія Strip-Till: кроки України до інновацій. *Ekipagro*. 2024. URL: <https://ekipagro.com/uk/tehnologiya-strip-till-kroki-ukrayini-do-innovatsij/> (дата звернення: 08.01.2026).
52. Вишневецька О. В. Переваги і недоліки ресурсощадних технологій обробітку ґрунту. *Вдосконалення фінансово-кредитного механізму забезпечення інноваційного розвитку аграрного сектору економіки, сільських територій та країн V-4* : матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Дубляни, 2022. Ч. 2. С. 235–237.
53. Мінімальна обробка ґрунту (Mini-till). URL: <https://superagronom.com/slovnikagronoma/minimalna-obrobka-gruntu-mini-till-id20491> (дата звернення: 15.04.2023).
54. Balabanova D. A., Paunov M., Goltsev V., Cuypers A., Vangronsveld J., Vassilev A. Photosynthetic performance of the imidazolinone resistant sunflower exposed to single and combined treatment by the herbicide imazamox and an amino acid extract. *Frontiers in plant science*. 2016. Vol. 7. P. 1559.
55. Жуйков О. Г., Середюк В. Ю. Технологія вирощування соняшника Clearfield® – світова історія та вітчизняний досвід. *Аграрні інновації*. 2024. № 23. С. 68–74. DOI: 10.32848/agrar.innov.2024.23.10.
56. Gryniewicz G., Poenie M., Tsien R. Y. A new generation of Ca²⁺ indicators with greatly improved fluorescence properties. *Journal of biological chemistry*. 1985. Vol. 260, № 6. P. 3440–3450.

57. Bradley K. W., Hagood E. S. Evaluations of selected herbicides and rates for long-term mugwort (*Artemisia vulgaris*) control. *Weed technology*. 2002. Vol. 16, № 1. P. 164–170.
58. Lecourieux D., Lamotte O., Bourque S., Wendehenne D., Mazars C., Ranjeva R., Pugin A. Proteinaceous and oligosaccharidic elicitors induce different calcium signatures in the nucleus of tobacco cells. *Cell calcium*. 2005. Vol. 38, № 6. P. 527–538.
59. Presotto A., Fernández-Moroni I., Poverene M., Cantamutto M. Sunflower crop-wild hybrids: Identification and risks. *Crop Protection*. 2011. Vol. 30, № 6. P. 611–616.
60. Del Pino A. M. et al. Selective inhibition of wild sunflower reproduction with mugwort aqueous extract, tested on cytosolic Ca²⁺ and germination of the pollen grains. *Plants*. 2021. Vol. 10, № 7. P. 1364.
61. Бойко П. І., Літвінов Д. В. Ефективність короткоротаційних сівозмін у сучасних системах землеробства. *Землеробство*. 2015. № 2. С. 38–46.
62. Гречишкіна Т. А. Ефективність застосування мікроелементів у системі живлення рослин соняшнику (огляд літератури). 2024.
63. Черно О. Д., Усатюк О. В. Формування врожаю соняшнику залежно від удобрення. *Редакційна колегія конференції*. 2025.
64. Балан Г. О. Хвороби соняшнику Причорноморського Степу України. 2019.
65. Антипова Л. К., Савченко Д. С., Шаповалов А. І. Розвиток хвороб соняшнику в Степу Південному України : дис. канд. с.-г. наук : 06.01.11. 2019.
66. Ткачук О. П., Бондарук Н. В. Поширення хвороб у посівах соняшнику залежно від удобрення. *Аграрні інновації*. 2024. № 24. С. 141–145. DOI: 10.32848/agrar.innov.2024.24.20.
67. Циліорик О. І., Шевченко С. М., Остапчук Я. В., Шевченко О. М., Деревенець-Шевченко К. А. Агроекологічні основи контролювання забур'яненості та поширення вовчка в посівах соняшнику Степу України. *Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Богдана Хмельницького*. 2018. №8 (1). С. 487-497.

68. Кас'янов М. С. Механізація вирощування соняшників з модернізацією культиватора для міжрядного обробітку. 2024.
69. Домарацький Є., Козлова О. *Волога для соняшнику*. 2020.
70. Чернявський О. О. та ін. *Технологія виробництва кормів*. 2025.
71. Бегішев М. А., Любченко О. М., Кравченко О. В., Замулко Ю. А. Соняшник—основна олійна культура півдня України. 2018.
72. Васильковська К., Малаховська В. Соняшник: виробництво і експорт. *Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції «Прикладні науково-технічні дослідження»*. Івано-Франківськ : АТНУ, 2021. С. 15–17.
73. Ковальова О. М., Яценко О. М. Високоолеїновий соняшник як інноваційний напрям розвитку сільськогосподарського підприємства. *Приазовський економічний вісник*. 2018. С. 223–229.
74. Цимбалюк Д. М. Соняшник—основна олійна культура заходу України. The 15 th International scientific and practical conference “Modern scientific research: achievements, innovations and development prospects”. *Berlin : MDPC Publishing*, 2022. P. 17.
75. Тимчишин О., Рудавецька Н. Соняшник: сучасний стан виробництва та вимоги до умов вирощування. *Агронаука і практика*. 2022. Т. 1, № 2. С. 14–18.
76. Осняч А. І. Вплив основного обробітку ґрунту на врожайність соняшника в умовах фермерського господарства «Наташа» Синельниківського району Дніпропетровської області. 2023.
77. Зіновий О. Б. Вплив основного обробітку ґрунту на продуктивність соняшнику в умовах Луганської області. 2021.
78. Паталаха М. М. Формування врожайності посівами соняшника у посушливих умовах Степу України. 2023.
79. Калінін О. Д. Порівняльна оцінка цінних господарських ознак гібридів соняшнику. 2023.
80. Москалюк Н. В., Сташків І. П., Прокопів І. Б. Особливості вирощування соняшнику в Україні у період війни. *Редакційна колегія*. 2023. № 70.

81. Ashraf F., Siddiqi E. H. Mitigation of drought-induced stress in sunflower (*Helianthus annuus* L.) via foliar application of Jasmonic acid through the augmentation of growth, physiological, and biochemical attributes. *BMC Plant Biology*. 2024. Vol. 24, № 1. P. 592.
82. Циліурик О. І., Остапчук Я. В. Регулятори росту в посівах соняшнику північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2023. № 22. С. 108–117. DOI: 10.32848/agrar.innov.2023.22.18.
83. Тищенко А. В., Степанов С. С., Тищенко О. Д., Коновалова В. М., Очкала О. С. Реакція гібридів соняшника середньоранньої групи стиглості на дефіцит вологи в умовах Півдня України. *Аграрні інновації*. 2024. № 23. С. 198–209. DOI: 10.32848/agrar.innov.2024.23.29.
84. Домарацький Є. О., Добровольський А. В., Базалій В. В., Пічура В. І., Домарацький О. О. *Соняшник: екологічні шляхи оптимізації його живлення*. Херсон : Олді-Плюс, 2020. 160 с.
85. Лабунська А. А. Сучасний стан та тенденції виробництва соняшнику в Україні. 2015.
86. Кирсанова Г. В., Пугач А. М., Губа Є. П. Удосконалення технології вирощування соняшнику шляхом оптимізації фону мінерального живлення. 2017.
87. Вожегова Р., Малярчук М., Митрофанов О., Мігальов А., Малярчук В. Ефективність сучасних технологій вирощування соняшнику за різних умов зволоження та способів і глибини основного обробітку ґрунту на півдні України. *Техніка і технології АПК*. 2013. № 1. С. 19–21.
88. Гамаюнова В. В., Кудріна В. С. Формування надземної маси і врожайності соняшнику під впливом окремих елементів технології вирощування. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 1 (105). С. 50–57. DOI: 10.31521/2313-092X/2020-1(105)-7.
89. Малярчук В. М. Продуктивність соняшнику за різних способів обробітку ґрунту в сівоzmіні на зрошенні. *Зрошене землеробство*. 2016. № 65. С. 94–98.

90. Семірненко Ю. І., Бондаренко С. М. Утилізація золи лушпиння соняшника. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів. 2016. № 3. С. 152–155.
91. Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві. Херсон : Айлант, 2008. 270 с.
92. Бабенко Д. В., Дробітько А. В., Федорчук М. І., Польовий А. М., Божко Л. Ю. Агрометеорологія. 2019.
93. Медведєв В. В., Булигін С. Ю., Булигіна М. Є. Сучасні системи землеробства і проблема обробітку ґрунту. Агроекологічний журнал. 2017. № 2. С. 127–134.
94. Демиденко О. Агрофізичний стан як критерій готовності чорнозему опідзоленого до мінімалізації обробітку в агроценозі. Вісник аграрної науки. 2021. № 99 (7). С. 15–23.
95. Смірнова І. В., Гамаюнова В. В. Прогноз і програмування врожаїв сільськогосподарських культур. 2023.
96. Особливості застосування гербіцидів компанії Сингента. URL: <https://www.syngenta.ua/osoblivosti-zastosuvannya-gerbicidev-kompaniyi-singenta> (дата звернення: 08.01.2026).
97. Skoric D. Correlation among the most important characters of sunflower in F1 generation. *Proceedings of the 6th International Sunflower Conference*. Bucharest, Romania, 1974. P. 283–289.
98. Süzer S., Atakisi I. Yield components of sunflower hybrids of different height. *Helia*. 1993. Vol. 16, No. 18. P. 35–40.
99. Stankovic B., Zawadzki T., Davies E. Characterization of the variation potential in sunflower. *Plant physiology*. 1997. Vol. 115, No. 3. P. 1083–1088.
100. Alba V. et al. Similarity patterns and stability of environmental response in sunflower hybrids. *International Journal of Agronomy*. 2010. Vol. 2010, No. 1. P. 637928.

101. Škorić D., Jocić S., Sakač Z., Lečić N. Genetic possibilities for altering sunflower oil quality to obtain novel oils. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*. 2008. Vol. 86, No. 4. P. 215–221.
102. Radić V., Balalić I., Jaćimović G., Krstić M., Jocković M., Jocić S. A study of correlations and path analyses of some traits in sunflower parental lines. *Ratarstvo i Povrtarstvo*. 2021. Vol. 58, No. 1. P. 7–13. DOI: 10.5937/ratpov58-26782.
103. Sala C. A., Bulos M., Echarte A. M. Genetic analysis of an induced mutation conferring imidazolinone resistance in sunflower. *Crop Science*. 2008. Vol. 48, № 5. P. 1817–1822.
104. Bruniard J. M. Inheritance of imidazolinone resistance, characterization of cross-resistance pattern, and identification of molecular markers in sunflower (*Helianthus annuus* L.) : дис.... канд. наук. North Dakota State University, 2001.
105. Пронько В. С., Федорчук М. І. Морфо-біологічні особливості гібридів соняшнику. 2025.
106. Ткалич Ю. І., Ткалич І. Результати дослідження кореневих систем пшениці озимої, кукурудзи, соняшнику і гречки в Степу України. 2015.
107. Єрмолів А. Д. Вплив густоти стояння рослин на урожайність соняшнику в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «КСГ «Дніпро» Дніпровського району Дніпропетровської області. 2022.
108. Ботаніка Т. П. Форма соняшника з кучерявим листям та її маркерні ознаки.
109. Середа І. І. Площа листової поверхні та фотосинтетичний потенціал рослин пшениці озимої залежно від умов вирощування. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2011. № 40. С. 144–147.
110. Хасхачих М. В. Вплив густоти стояння рослин та способу сівби на динаміку показників сухої речовини та продуктивність фотосинтезу соняшнику в післяукісних посівах. *Зрошуване землеробство*. 2011. № 56. С. 151–156.
111. Каленська С. М., Гарбар Л. А., Горбатюк Е. М. Роль регламентів сівби у формуванні фітометричних показників соняшнику. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 113. С. 49–55.

112. Щербаков В. Я., Грицев Д. А. Продуктивність гібридів соняшника залежно від комбінацій внесення гербіцидів. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2014. № 20. С. 210–217.
113. Пінковський Г. В., Танчик С. П. Фотосинтетична діяльність посівів соняшнику залежно від строків сівби та густоти стояння рослин у Правобережному Степу України. 2019.
114. Поляков О. І., Нікітенко О. В., Алієва О. Ю., Щербак А. Д., Усова Н. М. Зміна показників площі листкової поверхні, чистої продуктивності фотосинтезу та врожайності соняшнику залежно від додаткового живлення. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2024. Вип. 36. С. 125–138. DOI: 10.36710/ЛОС-2024-36-11.
115. Березовський А. А. Чиста продуктивність фотосинтезу ячменю ярого голозерного за дії біологічних препаратів. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2025. № 2. С. 5–9.
116. Домарацький Є. О. Формування листової поверхні та фотосинтетична діяльність рослин соняшника залежно від добрив і рістрегулюючих препаратів. 2021.
117. Тарак Н. Ю. Продуктивність соняшнику залежно від умов живлення та біологічних особливостей гібридів: автореф. дис.... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Київ : Інститут цукрових буряків УААН, 1999. 18 с.
118. Самойленко Т. Г., Рожок О. Ф. Фізіологія рослин. 2015.
119. Давигора О. В. Олійні культури. *Соняшник*. 2025.
120. Miller J. F., Fick G. N. The genetics of sunflower. In: *Sunflower Technology and Production*. 1997. No. 35. P. 441–495.
121. Joksimović J., Atlagić J., Skorić D. Genetic control of number of flowers and grain yield in sunflower. *Helia*. 2000. Vol. 23, № 32. P. 85–92.
122. Birks M., Bodak M., Barlas J., Harwood J., Pether M. Robotic seals as therapeutic tools in an aged care facility: a qualitative study. *Journal of aging research*. 2016. Vol. 2016, № 1. P. 8569602.

123. *Методичні рекомендації щодо системи насінництва сільськогосподарських культур в Україні*. URL: <https://unt.org.ua/metodichn-rekomendats-shchodo-sistemi-nas-nnitstva-s-lskogospodarskikh-kultur-v-ukra-n> (дата звернення: 08.01.2026).
124. Антоненко А. В., Михайлик В. С. Технологія та якість печива зі шротами олійних культур. *Харчова наука і технологія*. 2016. № 1. С. 72–77.
125. Пастухов В. І. Енергетична оцінка механізованих технологій рослинництва. *Методи і результати*. Харків : Ранок-НТ, 2003.
126. Калініченко О. В. Методичні засади оцінки енергетичної ефективності виробництва продукції рослинництва. *Облік і фінанси*. 2016. № 2. С. 150–155.
127. Пономарьова М. С., Мещеряков В. Є., Романова Т. А. Оцінка можливостей та визначення напрямів підвищення економічної ефективності виробництва продукції рослинництва. 2019.
128. Бузовський Є. А., Витвицька О. Д., Скрипниченко В. А. Інновації в оцінюванні енергетичної ефективності та енергоємності сільськогосподарського виробництва. *Агроінком*. 2008. № 50.
129. Zamruga A. V. Методичні підходи до оцінки ефективності інноваційних процесів в рослинництві. *Економічний вісник університету*. 2015. № 1 (26). С. 70–73.
130. Соняшник: біологічні та фізіологічні особливості. URL: <https://uapg.ua/blog/sonyashnik-biologichni-ta-fiziologichni-osoblivosti/> (дата звернення: 08.01.2026).
131. Чернобай С., Рябчун В., Капустіна Т., Щеченко О. Створення зимуючих ліній тритикале. Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур. С. 193.
132. Кушніренко В. Агроекологічні особливості вирощування пшениці ярої та озимого ячменю в «лютневі вікна». *Редакційна колегія*. № 42.

133. Базалій В. В., Базалій Г. Г., Ларченко О. В. Екологічна пластичність і стабільність урожайності сортів пшениці з різним типом розвитку. Фактори експериментальної еволюції організмів. 2008.
134. Томашов С. В., Журавель В. М. Вивчення окремих елементів технології вирощування гірчиці білої в суходольних умовах Степового Криму. Вісник ХНАУ. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво. 2012. № 2. С. 216–221.
135. Miller J. F., Al-Khatib K. Registration of imidazolinone herbicide-resistant sunflower maintainer (HA 425) and fertility restorer (RHA 426 and RHA 427) germplasms. *Crop Science*. 2002. Vol. 42. P. 988–989.
136. Bruniard I. M., Miller J. F. Inheritance of imidazolinone herbicide resistance in sunflower. *Helia*. 2001. Vol. 24, No. 35. P. 11–16.
137. Development of CLHA-PLUS: a novel herbicide-tolerant trait in sunflower conferring superior imidazolinone tolerance and ease of breeding. *Proceedings of the 17th International Sunflower Conference*. Córdoba, Spain. 2008. Vol. 2. P. 489–494.
138. Деміденко О. В., Тетерещенко Н. М. Оптимізація умов формування продуктивності сої за різних обробітків в агроценозі. *Вісник аграрної науки*. 2025. № 1. С. 13–22.
139. Яковенко Т. М. Олійні культури України. Київ : *Урожай*, 2005. 406 с.
140. Skoric D., Seiler G. J., Liu C. C., Miller J. F., Charlet L. D. *Genetics and Breeding of Sunflower*. Kharkiv : NTMT, 2015. 540 p.
141. Marinkovic R., Skoric D. Examination of heritability of certain quantitative traits of sunflower. *Oil Production*. 1991. Vol. 1. P. 161–167.
142. Nedeljkovic S., Stanojevic D., Jovanovic D. Inheritance of leaf number and dynamics of disappearance of physiological activity of inbred lines and F₁ hybrids of sunflower. *Production and Processing of Oil Crops*. 1992. Vol. 33. P. 57–62.
143. Stankovic V. Phenotypic correlations of morphophysiological traits and yield components of protein sunflower. Master's thesis. Novi Sad : University of Novi Sad, 2005. 68 p.

144. Расевич В. В., Тетерещенко Н. М. Дія системи основного обробітку ґрунту на агрофізичні показники та урожайність сої. *Корми і кормовиробництво*. 2023. Вип. 96. С. 72–82.
145. Дудка О. А. Вплив системи землеробства та обробітку ґрунту на загальну пористість за вирощування пшениці ярої. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 124. С. 40–46. DOI: 10.32851/2226-0099.2022.124.6.
146. Гамаюнова В. В. Землеробство: методичні рекомендації. Миколаїв, 2021. 80 с.
147. Skoric D. Possibilities of using heterosis based on male sterility of sunflower. PhD thesis. Novi Sad : University of Novi Sad, 1975. 148 p.
148. Suzer S., Atakisi I. Yield components of sunflower hybrids of different height. *Helia*. 1993. Vol. 16, No. 18. P. 35–40.
149. Alba E., Benveruti A., Tuberosa R., Vannozzi Y. A path coefficient analysis of some yield components in sunflower. *Helia*. 1979. Vol. 2. P. 25–30.
150. Ткаліч Ю. І. Продуктивність та економічна оцінка вирощування соняшнику при різних обробітках ґрунту і гербіцидах. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2014. № 20. С. 198–204.
151. Merrien A. Physiologie du tournesol. Paris: *CETIOM*, 1997. 47 p.
152. Жмела Г. П., Шевніков Д. М. Фотосинтетична продуктивність посівів пшениці твердої ярої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 3. С. 36–40.
153. У господарстві «КСГ-Агро» очікують на найвищі урожаї озимих і ярих культур. URL: <https://agrotimes.ua/article/u-gospodarstvi-ksg-agro-ochikuyut-na-najvyshhi-urozhayi-ozymyh-i-yaryh-kultur/> (дата звернення: 08.01.2026).
154. Пшениця після соняшнику: агрономічні аспекти. URL: <https://growex.market/blog/pshenicya-pislya-sonyashnika> (дата звернення: 08.01.2026).
155. Гриненко У. В., Журавель І. О. Визначення вмісту хлорофілів та каротиноїдів у листі шпинату. Харків: *Фармуніверситет*, 2017. 34 с.

156. Полякова Н. А. Генетичний контроль забарвлення гіподерми в оплодні сім'янок соняшнику. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2016. Т. 14, № 2. С. 199–202.
157. Miller J. F., Fick G. N. Genetics of sunflower. In: Schneiter A. A. (Ed.). *Sunflower Technology and Production*. Madison : ASA, 1997. P. 441–496.
158. Ioksimovic I., Atlagic I., Skoric D. Influence of genes and combining ability on head diameter of sunflower inbred lines. *Selection and Seed Production*. 2000. No. 1–2. P. 45–49.
159. Бодак М. Дослідження ринку соняшникової олії в Україні. Koloro, 2016. URL: <https://koloro.ua>
160. Ульянов Р. В. Вплив мінеральних добрив на продуктивність та врожайність соняшнику. Кваліфікаційна робота. 2025.
161. Коростиленко В. А. Аналіз виробництва соняшнику в Україні. 2015.
162. Паламарчук В. Д., Підлубний В. Ф. Продуктивність гібридів соняшнику залежно від елементів технології вирощування. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 3 (22). С. 29–44. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-3-3.
163. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій у сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 206 с.
164. Кириченко В. В., Тимчук В. М., Святченко С. І. Енергетична оцінка виробництва соняшника. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2014. № 21. С. 154–171.
165. Вавринович О. В. Вплив короткоротаційних сівозмін з різним насиченням зерновими культурами на формування потенційної забур'яненості в посівах пшениці озимої. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2013. Вип. 55, ч. I. С. 8–13.
166. Kutishcheva N. M., Odynech S. I., Shudria L. I., Sereda V. O., Bezsusidnii O. V. Influence of weather factors on the variability of economic indicators in sunflower hybrids. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN*. 2019. № 28. P. 70–84.

167. Михайлова Д. О. Механізація вирощування соняшнику з обґрунтуванням конструкції і параметрів комбінованого агрегату для безполицевого обробітку ґрунту. *Кваліфікаційна робота*. 2025.
168. Drobitko A., Panfilova A., Markova N., Horbunov M., Roubík H. Formation of sunflower hybrid productivity by resource saving cultivation technologies in southern Ukraine. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2024. Vol. 28, № 3. P. 9–18. DOI: 10.56407/bs.agrarian/3.2024.09.
169. Рудник-Іващенко О. І., Григоращенко Л. В. Особливості фотосинтезу рослин проса посівного. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 7. С. 35–38.
170. Голубенко І. А., Савельєва О. М., Попович О. Б. Особливості вирощування соняшнику в умовах Півдня України. *Охорона ґрунтів*. 2020. С. 186–191.
171. Рудік О. Л., Сергєєв Л. А., Римар Д. Є. Аналіз та агроекологічне обґрунтування вирощування соняшнику в проміжних посівах. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 126. С. 99–106. DOI: 10.32851/2226-0099.2022.126.14.
172. Олексюк О. М. Вплив способів сівби і густоти стояння рослин на урожайність гібридів соняшнику в північній частині Степу України. Дис. ... канд. с.-г. наук. Дніпропетровськ, 2000. 16 с.
173. Тимчишин О., Рудавська Н. Соняшник: сучасний стан виробництва та вимоги до умов вирощування. *Агронаука і практика*. 2022. № 1–2. С. 14–18.
174. Ткаліч Ю., Ткаліч І. Результати дослідження кореневих систем пшениці озимої, кукурудзи, соняшнику і гречки в Степу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2015. № 8. С. 56–65.
175. Дубова О. В., Міщук А. О., Шевчук О. В., Лях В. О. Анатомо-морфологічні та фізіологічні особливості деяких диких видів соняшника. *Актуальні питання біології, екології та хімії*. 2013. Т. 6, № 2. С. 27–37.
176. Думич В., Труш Г. Дослідження безрядкових жниварах для збирання соняшника. *Новини АПК*. 2024.

177. Ткаліч І. Д., Чабан В. І., Мамчук О. Л. Посівні і врожайні якості насіння соняшнику залежно від його крупності та хімічного складу. URL: <https://www.institutzerna.com/library/pdf37/11.pdf> (дата звернення: 27.11.2022).
178. Амонс С. Вплив позакореневих підживлень на біоенергетичну продуктивність соняшнику в умовах ПП «Павлівка» Хмельницького району. *Кваліфікаційна робота*. 2025.
179. Полторецький С. П., Полторецька Н. М. Рослинництво: методичні вказівки для виконання практичних і самостійних робіт. Умань, 2019.
180. Гарбар Л. А., Аврамчук В. І. Динаміка вмісту хлорофілів у листках соняшнику за впливу елементів технології вирощування. *Аграрні інновації*. 2022. № 14. С. 7–11. DOI: 10.32848/agrar.innov.2022.14.1.
181. Шевченко В. О., Маленко Я. В. Суцвіття як особливий тип пагонових систем. 2016.
182. Андрієнко О. О., Жужа О. О., Андрієнко А. Л. Причини невиповненості насіння та кошика соняшнику. 2016.
183. Дубова О. В., Рибальченко Н. В. Особливості будови вегетативних і генеративних органів ліній та міжвидових гібридів соняшнику. *Актуальні питання біології, екології та хімії*. 2016. Т. 11, № 1. С. 5–19.
184. Корнієнко Ю. О. Найтипівіші медоноси флори України. *Фізико-математичні науки*. 2016. № 33.
185. Кутищева Н. М., Шудря Л. І., Серeda В. О. Морфологічні ознаки перспективних ліній соняшнику. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2017. № 24. С. 85–93.
186. Косенко Р. О. Соняшник: історія виникнення та введення в культуру. *Історія науки і біографістика*. 2015. № 4. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/INB_Title_2015_4_11 (дата звернення: 08.01.2026).
187. Кутищева Н. М., Шудря Л. І., Одинець С. І., Безсусідній О. В., Серeda В. О. Результати вивчення показників продуктивності трилінійних гібридів

соняшника та їхніх батьківських форм під впливом погодних умов. *Зернові культури*. 2022. Т. 6, № 2. С. 70–77. DOI: 10.31867/2523-4544/0235.

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «Агро-Нива»

Одеська область, Подільський район, село Обжиле, вул. Кодимська 1

Акт
впровадження результатів досліджень

№ 1 від 10.10.2025

Автор розробки: Куртев Костянтин Костянтинович

Назва НДР «Ефективність сучасних інноваційних технологій вирощування соняшнику в умовах південного степу України».

Коротка характеристика роботи	Результати впровадження
	Площа 50 га.
Впродовж 2025 року було використано розробку здобувача вищої освіти	Урожайність соняшнику за існуючої технології вирощування – 1,8т/га
	Урожайність соняшнику за технології вертикального обробітку ґрунту – 2,2т/га
	Прибавка в урожайності становила 0,4т/га або 18.2%

Представник господарства в якому впроваджена розробка

Директор ТОВ «Агро-Нива»



Куртев Іван Костянтинович

Голові вченої ради
Одеського державного аграрного
університету
проф. Михайлу БРОШКОВУ
д.е.н., доцента
Кошового Богдана-Петра Олеговича

ЗАЯВА

Я, Кошовий Богдан-Петро Олегович, даю свою згоду на виконання обов'язків опонента разової спеціалізованої вченої ради для прийняття до розгляду та проведення захисту на тему «Управління розвитком фінансової діяльності аграрних підприємств» на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 07 «Управління та адміністрування» за спеціальністю 073 «Менеджмент».

Підтверджую рівень володіння мовою захисту в обсязі, достатньому для кваліфікованого проведення атестації здобувача.

Додатки до заяви:

- 1) копії дипломів про наукові ступені;
- 2) копії атестатів про вчені звання;
- 3) копії паспорта та ідентифікаційного номера.

19 лютого 2026 р.

Богдан-Петро Кошовий

Свідомо Кошовий Богдан-Петро Олегович
нат. відділу кадрів Кошова Богдан-Петра Олеговича
Величко Ю.В.

Львівський університет
бізнесу та права
ВІДДІЛ КАДРІВ

ДОДАТОК А

Температура повітря

Місяць	2022 р.				2023 р.				2024 р.			
	декада			середня за місяць	декада			середня за місяць	декада			середня за місяць
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
1	2,3	-2,0	-2,8	-0,8	1,6	3,2	-1,6	1,1	0,6	-2,6	-0,7	-0,9
2	0,9	3,0	3,3	2,4	-2,6	1,8	2,9	0,7	2,8	3,7	1,9	2,8
3	0,3	-1,2	6,4	1,8	4,3	4,8	6,5	5,2	-0,3	3,8	5,3	2,9
4	8,9	7,5	12,6	9,7	8,6	11,2	10,6	10,1	10	12,2	12,6	11,6
5	12,9	16,3	17,0	15,4	12,2	16,3	20,0	16,2	9,5	11,1	17,1	12,6
6	21,7	21,6	21,5	21,6	18,9	22,1	22,9	21,3	20,9	22,3	23,5	22,2
7	24,1	21,9	27,0	24,3	24,5	23,5	25,2	24,4	26,6	29,8	24,9	27,1
8	24,4	23,5	25,3	24,4	23,7	24,9	25,7	24,8	24,0	24,9	23,9	24,3
9	16,7	16,8	11,9	15,1	20,7	18,8	20,2	19,9	20,1	20,6	18,8	19,8
10	13,8	8,9	11,7	11,5	13,6	11,4	17,7	14,2	17,2	9,6	16,5	11,8
11	6,2	5,5	4,2	5,3	12,2	5,7	1,3	6,4	4,0	3,8	0,9	2,9
12	1,0	2,0	4,1	1,7	1,7	2,9	2,0	2,2	1,3	2,5	2,1	2,0
За рік				11,0				12,2				12,4

Опади

Місяць	2022 р.				2023 р.				2024 р.					
	декада			сума за місяць	декада			сума за місяць	декада			сума за місяць		
	I	II	III		I	II	III		I	II	III			
1	11,5	0	0	11,5	9,5	0	0	9,5	0	2,0	12,0	14,0		
2	0	7,0	9,0	16,0	3,5	0	0	3,5	11,0	1,0	0	12,0		
3	0	10,0	21,5	31,5	0	52,0	66,0	118,0	4,0	23,0	12,0	39,0		
4	39,0	42,0	26,5	107,5	1,0	31,5	36,5	69,0	3,0	0	0	3,0		
5	1,0	0	13,5	14,5	0	34,0	0	34,0	27,0	21,0	29,0	77,0		
6	0	13,5	15,5	29,0	6,0	26,0	0	32,0	0	12,0	0	12,0		
7	35,5	12,0	27,5	75,0	14,5	10,0	0	24,5	0	4,0	6,0	10,0		
8	31,5	0	16,0	47,5	32,5	0	2,0	34,5	0	0	12,0	12,0		
9	0	0	0	0	81,0	22,0	0	103,0	36,0	4,0	8,0	48,0		
10	0	13,0	0	13,0	50,0	0	0	50,0	-	-	-	-		
11	18,5	318,5	17,0	66,5	0	15,0	0	15,0	-	-	-	-		
12	10,0	11,0	0	21,0	33,0	7,0	2,0	42,0	-	-	-	-		
Сума за рік				433	Сума за рік				535,0	Сума за рік				-
Сума за вегетацію				192,5	Сума за вегетацію				233,5	Сума за вегетацію				125,0

ДОДАТОК Б

Водний баланс метрового шару ґрунту під посівом соняшника, 2023 р.

Технологія для обробітку ґрунту	Продуктивна волога м ³ /га		Опади за вегетацію, м ³ /га	Загальне водоспоживання, м ³ /га	Урожай, т/га		Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т	
	сівба	повна стиглість			сухої біомаси	насіння		
Гібрид Р64LP130 Clearfield								
Безполицевий, 30см	1320	536	1925	2709	5,53	2,62	490	1034
Вертикальний, 10-20см	1344	469	1925	2800	6,20	2,97	452	943
Мінімальний 8-10см	1286	536	1925	2675	5,57	2,74	480	976
Strip-till до 20см	1350	442	1925	2833	6,48	3,02	437	938
Гібрид NK Kondi Classic								
Безполицевий, 30см	1320	469	1890	2741	5,92	3,05	463	899
Вертикальний, 10-20см	1344	442	1890	2792	6,27	3,21	445	870
Мінімальний 8-10см	1286	429	1890	2747	5,74	3,04	479	904
Strip-till до 20см	1350	415	1890	2825	6,41	3,30	441	856

Водний баланс метрового шару ґрунту під посівом соняшника, 2024 р.

Технологія для обробітку ґрунту	Продуктивна волога м ³ /га		Опади за вегетацію, м ³ /га	Загальне водоспоживання, м ³ /га	Урожай, т/га		Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т	
	сівба	повна стиглість			сухої біомаси	насіння		
Гібрид P64LP130 Clearfield								
Безполицевий, 30см	1206	657	1456	2005	4,83	2,06	415	973
Вертикальний, 10-20см	1286	603	1456	2139	5,25	2,69	407	795
Мінімальний 8-10см	1195	657	1456	1994	4,87	2,37	409	841
Strip-till до 20см	1381	576	1456	2261	5,74	2,70	394	837
Гібрид NK Kondi Classic								
Безполицевий, 30см	1206	737	1440	1909	5,11	2,60	374	734
Вертикальний, 10-20см	1286	710	1440	2016	5,43	2,85	371	707
Мінімальний 8-10см	1195	750	1440	1885	490	2,48	385	760
Strip-till до 20см	1381	670	1440	2151	553	2,94	389	732

Водний баланс метрового шару ґрунту під посівом соняшника, 2025 р.

Технологія для обробітку ґрунту	Продуктивна волога м ³ /га		Опади за вегетацію, м ³ /га	Загальне , м ³ /га	Урожай, т/га		Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т	
	сівба	повна стиглість			сухої біомаси	насіння		
Гібрид Р64LP130 Clearfield								
Безполицевий, 30см	1002	180	1286	2108	4,17	1,69	506	1247
Вертикальний, 10-20см	1018	150	1286	2154	4,52	1,88	477	1146
Мінімальний 8-10см	1047	177	1286	2156	4,10	1,73	526	1246
Strip-till до 20см	1000	142	1286	2244	4,69	2,01	478	1116
Гібрид NK Kondi Classic								
Безполицевий, 30см	1002	175	1286	2113	4,09	1,39	517	1520
Вертикальний, 10-20см	1018	158	1286	2146	4,44	1,67	483	1285
Мінімальний 8-10см	1047	169	1286	2164	4,20	1,40	515	1546
Strip-till до 20см	1100	147	1286	2239	4,51	1,78	496	1258

ДОДАТОК В

Динаміка вологості ґрунту у шарі 0-100 см протягом вегетації соняшника,
2023 р.

Технологія обробітку ґрунту	Початок формування кошика			Цвітіння			Повна стиглість		
	Шар ґрунту								
	0-30	30- 100	0-100	0- 30	30- 100	0- 100	0- 30	30- 100	0- 100
Гібрид Р64LP130 Clearfield									
Безполицевий, 30см	17,7	21,2	20,9	15,1	19,9	19,4	14,0	16,2	16,0
Вертикальний, 10- 20см	19,0	21,6	21,3	15,8	20,6	19,8	13,9	15,9	15,5
Мінімальний 8-10см	17,6	21,0	21,0	15,3	20,1	19,2	14,3	16,4	16,0
Strip-till до 20см	19,5	21,8	22,3	16,2	20,8	19,9	13,8	15,8	15,3
Гібрид НК Kondi Classic									
Безполицевий, 30см	17,4	20,9	20,5	14,7	19,2	18,7	13,1	15,8	15,5
Вертикальний, 10- 20см	18,3	21,4	20,8	15,0	19,7	18,8	13,0	15,6	15,3
Мінімальний 8-10см	17,5	21,0	20,1	14,8	19,0	18,8	13,5	15,9	15,2
Strip-till до 20см	18,6	21,8	21,3	15,6	20,0	19,0	12,9	15,5	15,1
НІР ₀₅ , %	-	-	0,5	-	-	0,3	-	-	0,3

**Динаміка вологості ґрунту у шарі 0-100 см протягом вегетації соняшника,
2024 р.**

Технологія обробітку ґрунту	Початок формування кошика			Цвітіння			Повна стиглість		
	Шар ґрунту								
	0-30	30- 100	0-100	0- 30	30- 100	0- 100	0- 30	30- 100	0- 100
Гібрид Р64LP130 Clearfield									
Безполицевий, 30см	17,3	20,8	20,3	14,0	18,0	17,7	17,1	16,8	16,9
Вертикальний, 10- 20см	18,0	21,4	21,0	14,6	18,3	18,0	17,0	16,5	16,5
Мінімальний 8-10см	17,7	20,7	20,5	14,0	18,0	18,0	17,6	16,9	16,9
Strip-till до 20см	18,5	21,6	21,5	14,6	18,6	18,5	17,0	16,4	16,3
Гібрид НК Kondi Classic									
Безполицевий, 30см	17,2	20,8	20,0	13,9	17,4	17,3	16,9	18,4	17,5
Вертикальний, 10- 20см	17,7	21,1	20,5	14,1	18,0	18,0	16,9	18,4	17,3
Мінімальний 8-10см	17,1	20,4	19,4	14,0	17,5	17,4	16,9	18,5	17,6
Strip-till до 20см	18,4	21,6	20,7	14,4	18,1	18,0	16,5	18,0	18,0
НІР ₀₅ , %	-	-	0,6	-	-	0,6	-	-	0,4

**Динаміка вологості ґрунту у шарі 0-100 см протягом вегетації соняшника,
2025 р.**

Технологія обробітку ґрунту	Початок формування кошика			Цвітіння			Повна стиглість		
	Шар ґрунту								
	0-30	30- 100	0-100	0- 30	30- 100	0- 100	0- 30	30- 100	0- 100
Гібрид Р64LP130 Clearfield									
Безполицевий, 30см	16,8	17,3	17,7	15,5	16,7	16,2	12,0	14,1	14,4
Вертикальний, 10- 20см	17,0	17,8	18,2	15,8	17,2	16,8	11,7	14,0	14,2
Мінімальний 8-10см	16,4	17,1	17,4	15,2	16,4	16,3	11,9	14,6	14,7
Strip-till до 20см	17,0	18,0	18,4	15,9	17,5	16,9	11,7	13,9	14,0
Гібрид НК Kondi Classic									
Безполицевий, 30см	16,7	17,3	17,5	15,6	16,3	16,0	11,4	13,9	13,8
Вертикальний, 10- 20см	16,9	17,8	17,9	15,9	16,9	16,5	11,0	13,8	13,7
Мінімальний 8-10см	16,5	17,0	17,3	15,2	16,1	15,7	11,6	14,0	13,8
Strip-till до 20см	17,1	17,9	17,9	15,9	17,0	16,7	11,0	13,7	13,6
НІР ₀₅ , %	-	-	0,3	-	-	0,4	-	-	0,4

ДОДАТОК Г

Забур'яненість соняшника залежно від систем обробітку ґрунту та технології вирощування (2023 р.)

Технологія обробітку ґрунту	початок формування кошика		цвітіння		повна стиглість	
	однорічні	багатор.	однорічні	багатор.	однорічні	багатор.
Гібрид Р64LP130 Clearfield						
Безполицевий, 30см	7	0	3	0	5	1
Вертикальний, 10-20см	6	1	4	0	4	0
Мінімальний 8-10см	11	2	5	1	6	0
Strip-till до 20см	7	1	3	0	4	0
Гібрид NK Kondi Classic						
Безполицевий, 30см	8	4	8	2	7	2
Вертикальний, 10-20см	8	2	6	2	8	1
Мінімальний 8-10см	10	6	11	4	14	3
Strip-till до 20см	8	1	6	2	6	1

Забур'яненість соняшника залежно від систем обробітку ґрунту та технології вирощування (2024 р.)

Технологія обробітку ґрунту	початок формування кошика		цвітіння		повна стиглість	
	однорічні	багатор.	однорічні	багатор.	однорічні	багатор.
Гібрид P64LP130 Clearfield						
Безполицевий, 30см	4	1	4	1	5	2
Вертикальний, 10-20см	4	2	4	1	4	2
Мінімальний 8-10см	6	3	6	1	5	2
Strip-till до 20см	5	2	5	2	5	1
Гібрид NK Kondi Classic						
Безполицевий, 30см	4	2	8	2	6	1
Вертикальний, 10-20см	23	2	7	3	6	2
Мінімальний 8-10см	5	3	11	5	7	2
Strip-till до 20см	5	2	9	4	6	1

Забур'яненість соняшника залежно від систем обробітку ґрунту та технології вирощування (2025 р.)

Технологія обробітку ґрунту	початок формування кошика		цвітіння		повна стиглість	
	однорічні	багатор.	однорічні	багатор.	однорічні	багатор.
Гібрид P64LP130 Clearfield						
Безполицевий, 30см	4	0	5	0	8	1
Вертикальний, 10-20см	4	0	4	0	9	0
Мінімальний 8- 10см	6	1	5	0	10	2
Strip-till до 20см	3	1	4	0	7	1
Гібрид NK Kondi Classic						
Безполицевий, 30см	6	2	9	2	11	2
Вертикальний, 10-20см	8	2	7	3	10	4
Мінімальний 8- 10см	14	4	12	4	16	4
Strip-till до 20см	7	2	10	2	9	2

ДОДАТОК Г

Площа листової асимілюючої поверхні соняшника, 2023 р.

Технологія обробітку грунту (А)	5-6 листків		Початок формування кошика		Цвітіння		Фізіологічна стиглість	
	см ² /1 р	тис. м ² /га	см ² /1 р	тис. м ² /га	см ² /1 р	тис. м ² /га	см ² /1 р	тис. м ² /га
Гібрид Р64LP130 Clearfield (В)								
Безполицевий, 30см	86	0,45	236	11,8	5296	26,4	1040	5,12
Вертикальний, 10-20см	99	0,52	260	13,0	5758	29,0	1060	5,31
Мінімальний 8-10см	92	0,49	234	11,7	5250	25,8	1037	5,08
Strip-till до 20см	97	0,51	268	13,4	5834	29,6	1084	5,42
Середня по фактору А	93	0,49	250	12,5	5550	27,7	1055	5,23
Гібрид NK Kondi Classic (В)								
Безполицевий, 30см	102	0,53	240	12,2	5330	26,6	1057	5,18
Вертикальний, 10-20см	110	0,57	258	12,9	5830	29,4	1108	5,54
Мінімальний 8-10см	99	0,51	246	12,3	5480	26,9	1053	5,16
Strip-till до 20см	112	0,58	276	13,8	6040	30,7	1125	5,63
Середня по фактору А	106	0,55	256	12,8	5670	28,4	1086	5,38
НІР ₀₅ , см ² /тис. м ²	-	-	22	0,37	242	1,02	-	-

Площа листової асимілюючої поверхні соняшника, 2024 р.

Технологія обробітку грунту (А)	5-6 листків		Початок формування кошика		Цвітіння		Фізіологічна стиглість	
	см ² /1 рослину	тис. м ² /га	см ² /1 рослину	тис. м ² /га	см ² /1 рослину	тис. м ² /га	см ² /1 рослину	тис. м ² /га
Гібрид Р64LP130 Clearfield (В)								
Безполицевий, 30см	123	0,64	232	11,0	4094	19,2	678	3,12
Вертикальний, 10-20см	137	0,71	222	10,9	4342	21,1	723	3,40
Мінімальний 8-10см	136	0,68	205	10,4	4158	20,0	631	3,03
Strip-till до 20см	144	0,75	210	10,7	4392	22,4	718	3,52
Середня по фактору А	135	0,70	217	10,8	4247	21,2	688	3,27
Гібрид NK Kondi Classic (В)								
Безполицевий, 30см	129	0,67	224	10,6	4362	20,5	791	3,64
Вертикальний, 10-20см	142	0,74	233	11,4	4375	21,0	794	3,73
Мінімальний 8-10см	131	0,68	217	11,0	4003	20,3	762	3,58
Strip-till до 20см	154	0,80	233	11,9	4353	22,2	792	3,80
Середня по фактору А	139	0,72	227	11,2	4273	21,1	785	3,69
НІР ₀₅ , см ² /тис. м ²	-	-	17	0,42	191	0,54	-	-

Площа листової асимілюючої поверхні соняшника, 2025 р.

Технологія обробітку грунту (А)	5-6 листків		Початок формування кошика		Цвітіння		Фізіологічна стиглість	
	см ² /1 рослину	тис. м ² /Га	см ² /1 рослину	тис. м ² /Га	см ² /1 рослину	тис. м ² /Га	см ² /1 рослину	тис. м ² /Га
Гібрид Р64LP130 Clearfield (В)								
Безполицевий, 30см	79	0,41	174	8,7	3812	18,3	400	1,8
Вертикальний, 10-20см	90	0,47	184	9,2	3958	19,0	511	2,3
Мінімальний 8-10см	75	0,39	176	8,8	3750	18,0	444	2,0
Strip-till до 20см	96	0,50	199	9,4	4167	20,0	555	2,5
Середня по фактору А	85	0,44	181	9,0	3921	18,8	478	2,2
Гібрид NK Kondi Classic (В)								
Безполицевий, 30см	77	0,40	166	8,3	3625	17,4	174	0,8
Вертикальний, 10-20см	81	0,42	174	8,7	3729	17,9	196	0,9
Мінімальний 8-10см	75	0,39	160	8,0	3625	17,4	196	0,9
Strip-till до 20см	85	0,44	178	8,9	3750	18,0	283	1,3
Середня по фактору А	79	0,42	170	8,5	3682	1,77	212	1,0
НІР ₀₅ , см ² /тис. м ²	-	-	21	0,26	196	0,31	-	-

ДОДАТОК Д

Урожай надземної біомаси (середній за 2023-2025 рр.), т/га

Технологія обробітку грунту	Початок формування кошика		Цвітіння		Повна стиглість	
	надземна біомаса					
	сира	суха	сира	суха	сира	суха
Гібрид Р64LP130 Clearfield						
Безполицевий, 30см	5,88	1,47	11,9	3,56	13,8	4,84
Вертикальний, 10-20см	6,44	1,61	13,3	3,99	15,2	5,32
Мінімальний 8-10см	5,40	1,35	11,5	3,44	13,9	4,85
Strip-till до 20см	6,52	1,63	13,8	4,14	15,1	5,30
Гібрид НК Kondi Classic						
Безполицевий, 30см	5,76	1,44	11,0	3,29	13,5	4,71
Вертикальний, 10-20см	6,16	1,54	11,8	3,55	14,8	5,38
Мінімальний 8-10см	5,36	1,34	11,5	3,46	14,1	4,94
Strip-till до 20см	6,36	1,59	13,4	4,01	14,7	5,16