

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**АВРАМЧУК ВІТАЛІЙ ІВАНОВИЧ**

УДК 631.8.631.58.633.85(477.42)

ДИСЕРТАЦІЯ

**ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ (*Helianthus Annuus* L.) ЗА  
ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ ТА РЕТАРДАНТУ В УМОВАХ  
ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

201 – агрономія

20 Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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

\_\_\_\_\_ В. І. Аврамчук

Науковий керівник

**Гарбар Леся Анатоліївна**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Київ – 2024

## Анотація

**Аврамчук В.І. Продуктивність соняшнику за внесення добрив та ретардантів в умовах правобережного Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.**

Дисертація на здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – агрономія (20 Аграрні науки та продовольство). – Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, 2024.

У дисертаційній роботі наведено теоретичне обґрунтування та результати експериментальних досліджень з вивчення безпосереднього впливу норм мінеральних добрив та ретардантів на продуктивність соняшнику, а також пошуку можливостей синергетичної дії цих чинників у разі їх комбінацій.

Виробництво соняшника в Україні стрімко розвивається: за останні 20 років посівні площі збільшилися в 4 рази (з 1,6 до 6,4 млн га), а валовий збір – у 8 разів (з 1,7 до 13,5 млн тонн). Цей феномен обумовлений багатьма факторами, зокрема впровадженням нових високопродуктивних гібридів, вдосконаленням системи удобрення, розвитком технологій CLEARFIELD та EXPRESS-SUN, збалансованою системою захисту рослин, та використанням сучасної високоефективної техніки.

Для подальшого вдосконалення технологій необхідно шукати нові підходи до взаємодії факторів або їх комбінованого застосування. Один із таких підходів – використання ретардантів – регуляторів росту, що збільшують ріст кореневої системи, ріст вегетативних органів, що в свою чергу збільшує площу живлення, що є особливо важливим в сучасних екологічних умовах.

Показники погодних умов років, впродовж яких проводилися дослідження, свідчить про їх відмінність як у розрізі років досліджень, так і в порівнянні з середніми багаторічними показниками. Впродовж років

досліджень спостерігалось суттєве підвищення показників температурного режиму за недостатньої кількості опадів з нерівномірним їх розподілом.

Аналіз коефіцієнтів суттєвості погодних умов вегетаційних періодів років проведення досліджень (2021–2023 рр.) свідчать про значні відхилення, кожного окремо взятого року, місяця, декади за основними показниками.

Виявлено, що коефіцієнти водоспоживання рослинами соняшнику на формування 1 т сухої речовини різнилися за роками та варіантами досліду, так як залежали від вологозабезпеченості впродовж періоду вегетації рослин та накопиченої сухої речовини гібридами соняшнику. Проведені розрахунки показників запасів вологи свідчать про суттєву їх різницю за роками досліджень. Так, впродовж 2021-2023 років запаси вологи в ґрунті для періоду вегетації соняшнику варіювали від 3217 (2022 рік) до 4402 (2023 рік) м<sup>3</sup>/га.

Кількість опадів за роки досліджень характеризувалася показниками, які становили у 2021 – 2489 м<sup>3</sup>/га, 2022 – 1923, 2023 – 2963 м<sup>3</sup>/га. Витрати вологи за вегетацію склали за розрахунками 2533 – 3645 м<sup>3</sup>/га. Максимальний показник було отримано у 2023 році.

Встановлено, що найвищий коефіцієнт водоспоживання на 1 т насіння соняшнику було отримано у 2023 році: у гібриду РЖТ Волльф він змінювався по мірі зростання доз добрив від 1664 до 996 м<sup>3</sup>/т, Альзан – 1672–1108 м<sup>3</sup>/т, ЕС Белла – 1796–1187 м<sup>3</sup>/т, Лайм – 1727–1115 м<sup>3</sup>/т.

Виявлено, що максимальні параметри площі листкової поверхні посіви гібридів соняшнику формували на 64-68 мікростадіях розвитку за шкалою ВВСН, на варіанті із внесенням N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>180</sub> за вирощування гібриду РЖТ Волльф. Застосування ретарданту Сетар мало позитивний вплив на показники площі листків рослин соняшнику.

Визначено, що найвищий вміст хлорофілів рослини соняшнику мали на мікростадіях 64-68 ВВСН (уміст хлорофілу *a* змінювався від 4,49 до 6,79 мг/1 г сухої речовини, хлорофілу *b* – 1,66 до 2,24 мг/1 г сухої речовини). Максимальних значень було досягнуто в гібриду РЖТ Волльф у варіанті з

внесенням  $N_{120}P_{80}K_{180}$ . Застосування ретарданту Сетар спричиняло зниження вмісту хлорофілів на початкових етапах розвитку та підвищення, починаючи з 54-58 мікростадій розвитку за шкалою ВВСН, до варіантів без його застосування.

Встановлено, що застосування добрив мало вплив на висоту рослин соняшнику. У гібриду РЖТ Волльф зі збільшенням норм внесених добрив висота змінювалася у бік зростання від 150,7 до 175,2 см, Альзан – 145,6–169,6, ЕС Белла – 145,9–169,9, Лайм – 136,1–163,8 см. Обробка посівів ретардантом Сетар забезпечила зменшення висоти рослин гібридів соняшнику, які ми вивчали, на 13,1–21,0 см залежно від особливостей гібриду та варіанту удобрення.

Виявлено, що діаметр стебла рослин соняшнику змінювався за роками досліджень, під впливом генетичних особливостей гібридів, удобрення та дії ретарданту. Максимальний діаметр стебла було отримано в усіх гібридів соняшнику, які ми вивчали, у варіанті із внесенням максимальної дози добрив –  $N_{120}P_{80}K_{180}$  з показниками, які змінювалися від 3,13 до 3,26 см.

Встановлено, що маса сухої речовини однієї рослини зростала зі збільшенням норм добрив, які ми використовували, сягаючи максимальних показників на варіанті із застосуванням  $N_{120}P_{80}K_{180}$ . У гібриду РЖТ Волльф маса однієї рослини у середньому за роки досліджень, змінювалася від 113,0 до 188,9 г/рослину.

Виявлено, що збільшення норм удобрення забезпечувало зростання діаметра кошика у рослин усіх гібридів, які ми вивчали. Застосування ретарданту сприяло також його збільшенню на 0,1–0,5 см залежно від гібриду та норм добрив.

Встановлено, що гібриди соняшнику формували урожайність, яка у середньому за роки досліджень, за впливу варіантів удобрення та дії ретарданту становила у гібриду РЖТ Волльф – 2,14–3,74, Альзан – 2,09–3,40, ЕС Белла – 2,06–3,23, Лайм – 2,03–3,31 т/га.

Розрахунок частки участі факторів на формування продуктивності гібридів соняшнику у досліді показав, що найбільший вплив на урожайність мали варіанти удобрення – 48,7 %, за впливу генетичних особливостей гібридів – 13,7 %, обробки ретардантом – 4,8 %, погодних умов років досліджень – 15,8 %.

Виявлено, що вміст жиру в насінні соняшнику залежав від генетичних особливостей гібридів, удобрення, впливу ретарданту та погодних умов років досліджень періоду вегетації соняшнику. У гібридів РЖТ Волльф та Альзан зі збільшенням дози добрив до  $N_{80}P_{50}K_{120}$  спостерігалось зростання вмісту жиру. Подальше збільшення норми добрив спричинило зниження показника. Гібриди ЕС Белла та Лайм характеризувалися іншими залежностями у показниках за внесення добрив – найвищий вміст жиру було отримано на варіантах із застосуванням  $N_{60}P_{35}K_{90}$ . Максимальний вміст жиру було отримано за вирощування гібриду РЖТ Волльф у варіанті із внесення  $N_{80}P_{50}K_{120}$  – 51,4 %. Застосування ретарданту Сетар забезпечило незначне зростання вмісту жиру. Сетар забезпечив зростання показника на 0,1-0,6% залежно від варіанту дослідів та гібриду.

Максимальний вихід олії було отримано за вирощування гібриду РЖТ Волльф на варіанті із внесенням  $N_{100}P_{65}K_{150}$  і застосуванням ретарданту Сетар – 1,74 т/га.

Встановлено, що виробничі витрати на вирощування соняшника в умовах господарства без урахування витрат на мінеральні добрива, насіння гібридів та ретардантів становили 10998 грн/га. Максимальний прибуток було отримано за вирощування гібриду РЖТ Волльф у варіанті із внесенням  $N_{100}P_{65}K_{150}$  та застосуванням ретарданту Сетар – 27804 грн/га.

**Ключові слова:** водоспоживання, Сетар, економічна ефективність, мінеральні добрива, рентабельність, ретарданти, соняшник, стимулятори росту, урожайність, якість насіння.

## **Abstract**

*Avramchuk V.I.* Productivity of sunflowers with the application of fertilizers and retardants in the right-bank forest-steppe conditions of Ukraine. – Qualification scientific work as a manuscript.

Dissertation for obtaining the educational and scientific degree of doctor of philosophy in the specialty 201 – Agronomy (20 Agricultural sciences and food). - National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, 2024.

The dissertation presents the theoretical justification and results of experimental studies on the direct impact of mineral fertilizer rates and retardants on sunflower productivity, as well as the search for potential synergistic effects of these factors when combined.

Sunflower production in Ukraine is rapidly developing over the last 20 years, because sown area has increased fourfold (from 1.6 to 6.4 million hectares), and the gross harvest has increased eightfold (from 1.7 to 13.5 million tons). This phenomenon is due to many factors, including the introduction of new high-yielding hybrids, improvement of fertilization systems, the development of CLEARFIELD and EXPRESS-SUN technologies, a balanced plant protection system, and the use of modern high-efficiency machinery.

It is necessary to seek new approaches to the interaction of factors or their combined application to further improve technologies. One such approach is the use of retardants is growth regulators that enhance the growth of the root system and vegetative organs, which in turn increases the feeding area, which is particularly important in modern environmental conditions.

The indicators of weather conditions during the years of research demonstrate their variability both across the years of the study and in comparison with the long-term average indicators. During the research years, there was a significant increase in temperature with an insufficient and uneven distribution of precipitation.

The analysis of the significance coefficients of weather conditions during the vegetation periods of the research years (2021–2023) indicates significant

deviations in each individual year, month, and decade based on the main indicators.

It was found that the water consumption coefficients of sunflower plants for the formation of 1 ton of dry matter varied by year and experimental variant, as they depended on moisture availability during the plant vegetation period and the accumulated dry matter of sunflower hybrids. Calculations of moisture reserves indicators show significant differences over the research years. For instance, during 2021-2023, soil moisture reserves for the sunflower vegetation period varied from 3217 (2022) to 4402 (2023) m<sup>3</sup>/ha.

The amount of precipitation during the research years was characterized by the following indicators: 2489 m<sup>3</sup>/ha in 2021, 1923 m<sup>3</sup>/ha in 2022, and 2963 m<sup>3</sup>/ha in 2023. Moisture consumption during the vegetation period was calculated to be 2533–3645 m<sup>3</sup>/ha, with the maximum value obtained in 2023.

It was found that the highest water consumption coefficient per 1 ton of sunflower seeds was obtained in 2023. For the RGT Wolff hybrid, it varied with increasing fertilizer rates from 1664 to 996 m<sup>3</sup>/t, for Alzan – 1672–1108 m<sup>3</sup>/t, for ES Bella – 1796–1187 m<sup>3</sup>/t, and for Lime – 1727–1115 m<sup>3</sup>/t.

It was found that the maximum leaf area parameters of sunflower hybrid crops were formed at 64-68 microstages of development according to the BBCH scale, in the variant with the application of N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>180</sub> during the cultivation of the RGT Wolff hybrid. The application of the retardant Setar had a positive effect on the leaf area parameters of sunflower plants.

It was determined that the highest chlorophyll content in sunflower plants was at 64-68 BBCH microstages (chlorophyll *a* content ranged from 4.49 to 6.79 mg/1 g of dry matter, and chlorophyll *b* from 1.66 to 2.24 mg/1 g of dry matter). The maximum values were achieved in the RGT Wolff hybrid in the variant with the application of N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>180</sub>. The application of the retardant Setar caused a decrease in chlorophyll content at the initial stages of development and an increase, starting from 54-58 microstages of development according to the BBCH scale, compared to the variants without its application.

It was established that the application of fertilizers influenced the height of sunflower plants. In the RGT Wolff hybrid, with the increase in fertilizer rates, the height increased from 150.7 to 175.2 cm, in Alzan from 145.6 to 169.6 cm, in ES Bella from 145.9 to 169.9 cm, and in Lime from 136.1 to 163.8 cm. Treatment of crops with the retardant Setar resulted in a decrease in the height of the sunflower hybrids we studied by 13.1–21.0 cm, depending on the hybrid characteristics and the fertilization variant.

It was found that the stem diameter of sunflower plants varied over the research years due to the genetic characteristics of the hybrids, fertilization, and the effect of the retardant. The maximum stem diameter was obtained in all sunflower hybrids we studied in the variant with the application of the maximum fertilizer dose –  $N_{120}P_{80}K_{180}$ , with values ranging from 3.13 to 3.26 cm.

It was found that the dry matter weight of individual sunflower plants increased with higher fertilizer rates used, reaching maximum values in the variant with  $N_{120}P_{80}K_{180}$  application. In the RGT Wolff hybrid, the dry matter weight per plant averaged over the years of research varied from 113.0 to 188.9 g/plant.

It was observed that increasing fertilizer rates resulted in an increase in the head diameter of plants across all hybrids studied. The application of the retardant also contributed to an increase in head diameter by 0.1–0.5 cm depending on the hybrid and fertilizer rates.

It was established that the sunflower hybrids produced yields influenced by fertilizer variants and the effect of the retardant. On average over the years of study, yields per hectare were as follows: RGT Wolff hybrid – 2.14–3.74 tons/ha, Alzan – 2.09–3.40 tons/ha, ES Bella – 2.06–3.23 tons/ha, Lime – 2.03–3.31 tons/ha.

Calculation of the contribution of factors to the productivity of sunflower hybrids in the study showed that the variants of fertilization had the greatest impact at 48.7%, followed by the genetic characteristics of hybrids at 13.7%, treatment with the retardant at 4.8%, and weather conditions during the years of the study at 15.8%.



It was found that the fat content in sunflower seeds depended on the genetic characteristics of the hybrids, fertilization, the influence of the retardant, and the weather conditions during the vegetation period of sunflower. In the RGT Wolff and Alzan hybrids, an increase in fertilizer dose up to  $N_{80}P_{50}K_{120}$  resulted in an increase in fat content. Further increases in fertilizer rates led to a decrease in this indicator. ES Bella and Lime hybrids showed different dependencies in fat content based on fertilizer application – the highest fat content was achieved with  $N_{60}P_{35}K_{90}$ . The maximum fat content was obtained in the cultivation of the RGT Wolff hybrid with the application of  $N_{80}P_{50}K_{120}$  – 51.4%. The application of the retardant Setar resulted in a slight increase in fat content. Setar provided an increase of 0.1-0.6% depending on the experimental variant and hybrid.

The maximum oil yield was achieved in the cultivation of the RGT Wolff hybrid with the application of  $N_{100}P_{65}K_{150}$  and the use of the retardant Setar – 1.74 tons per hectare.

It was determined that the production costs for cultivating sunflowers in farm conditions, excluding costs for mineral fertilizers, hybrid seeds, and retardants, amounted to 10,998 UAH per hectare. The maximum profit was obtained in the cultivation of the RGT Wolff hybrid with the application of  $N_{100}P_{65}K_{150}$  and the use of the retardant Setar – 27,804 UAH per hectare.

**Keywords:** water consumption, Setar, economic efficiency, mineral fertilizers, profitability, retardants, sunflower, growth stimulators, yield, seed quality.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Статті у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України

1. Гарбар Л. А., **Аврамчук В. І.** Динаміка вмісту хлорофілів у листках соняшнику за впливу елементів технології вирощування. Аграрні інновації. 2022. № 14. С. 7–11. *(Аврамчуком В. І. проведено аналіз літературних джерел, здійснено збір експериментальних даних, проведено лабораторні дослідження, підготовлено публікацію до друку відповідно до вимог видання. Гарбар Л. А. визначено методики, за якими проводилося дослідження, проведено аналіз результатів аналізу вмісту хлорофілів у листках соняшнику за впливу елементів технології вирощування).*

2. Гарбар Л. А., **Аврамчук В. І.** Формування асимілюючої поверхні гібридами соняшнику за впливу удобрення та ретардантів. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2023. № 5 (105). URL: <https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/44085> *(Аврамчуком В. І. проведено аналіз літературних джерел, підготовлено публікацію до друку відповідно до вимог видання. Гарбар Л. А. визначено методику проведення досліджень, опрацьовано результати дослідження).*

3. Гарбар Л. А., **Аврамчук В. І.** Біометричні параметри рослин гібридів соняшнику за впливу удобрення та ретарданту. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2024. № 2 (108). URL: <https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/49473/15758> *(Аврамчуком В. І. проведено літературний науковий пошук, збір та аналіз експериментальних даних, підготовлено публікацію до друку відповідно до вимог видання. Гарбар Л. А. визначено методики, за якими проводилися дослідження, проведено аналіз біометричних параметрів рослин соняшнику за впливу удобрень та ретардантів).*

### Тези наукових доповідей

4. **Аврамчук В. І.**, Гарбар Л. А. Формування асимілюючої поверхні посівів гібридів соняшнику. Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 125-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України, м. Київ, 25 травня 2023 року: тези доповіді. Київ, 2023. С. 563–565. *(Аврамчуком В. І. проведено аналіз літературних джерел. Гарбар Л. А. здійснено науковий супровід).*

5. **Аврамчук В. І.**, Гарбар Л. А. Вплив елементів технології вирощування на вміст пігментів у листках соняшнику. Progressive research in the modern world: 5<sup>th</sup> International scientific and practical conference. Boston, USA, 2023. P. 21–24. *(Аврамчуком В. І. проведено аналіз літературних джерел. Гарбар Л. А. здійснено науковий супровід).*

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Анотація                                                                                                                                           | 2  |
| ВСТУП                                                                                                                                              | 13 |
| <br>РОЗДІЛ 1. СТАН, БІОЛОГІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ<br>ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА СОНЯШНИКУ (огляд наукової<br>літератури)                                 | 18 |
| 1.1. Стан виробництва соняшнику в Україні та світі                                                                                                 | 18 |
| 1.2. Роль сортів і гібридів у формуванні продуктивності соняшнику                                                                                  | 23 |
| 1.3. Вплив елементів живлення на ріст, розвиток і формування<br>продуктивності соняшнику                                                           | 34 |
| 1.4. Дія ретардантів на ріст і розвиток соняшнику                                                                                                  | 46 |
| <br>РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ                                                                                              | 56 |
| 2.1. Ґрунтові умови зони проведення досліджень                                                                                                     | 56 |
| 2.2. Кліматичні умови проведення дослідження                                                                                                       | 59 |
| 2.3. Методика та матеріали дослідження                                                                                                             | 66 |
| 2.4. Характеристика ретарданту                                                                                                                     | 71 |
| 2.5. Характеристика гібридів соняшнику, які використовувались у<br>дослідженні                                                                     | 72 |
| <br>РОЗДІЛ 3. РІСТ, РОЗВИТОК ТА ФОРМУВАННЯ<br>ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН СОНЯШНИКУ ЗА ВПЛИВУ<br>УДОБРЕННЯ, ДІЇ РЕТАРДАНТУ, ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ<br>УМОВ | 75 |
| 3.1. Вплив забезпечення вологою на розвиток та формування<br>продуктивності гібридів соняшнику                                                     | 75 |
| 3.2. Асимілюючий апарат соняшнику                                                                                                                  | 83 |
| 3.3. Характеристика діяльності асимілюючого апарату рослин                                                                                         | 86 |

соняшнику

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.4. Динаміка вмісту хлорофілу у листках соняшнику                 | 93  |
| 3.5. Біометричні параметри рослин за впливу живлення та ретарданту | 99  |
| 3.6. Накопичення посівами соняшнику сухої речовини                 | 104 |
| 3.7. Структура врожаю та врожайність соняшнику                     | 112 |

|                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| РОЗДІЛ 4. ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ НАСІННЯ<br>ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ЗА ВПЛИВУ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ | 123 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

|                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| РОЗДІЛ 5. ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ<br>ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ | 132 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| ВИСНОВКИ                   | 139 |
| РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ   | 142 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 143 |
| ДОДАТКИ                    | 164 |

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Зростання посівних площ та валових зборів насіння соняшнику, яке спостерігається впродовж останніх десятиліть, завдяки отримання порівняно високих прибутків та рівнів рентабельності, потребує досконалих та ефективних технологій вирощування культури. Поява на ринку великої кількості гібридів соняшнику та висока їх адаптивність до умов вирощування дає можливість культивувати цю культуру на всій території України. Вивченню окремих елементів технології вирощування соняшнику присвячена значна кількість наукових робіт вітчизняних та зарубіжних науковців. Однак, товаровиробники перебувають у пошуку нових важелів впливу на рослини, впроваджуючи нові технологічні ідеї.

В умовах зміни клімату, несприятливих погодних умов, що супроводжуються підвищеними температурними показниками та нерівномірним розподілом опадів, за частих злив, спостерігається пошкодження стебла культури. Застосування високих норм добрив з метою підвищення урожайності соняшнику, може негативно відобразитися на анатомічній будові стебла, спричиняючи швидке його видовження з ослабленими провідними та механічними тканинами, що викликає вилягання, втрати та ускладнює збір урожаю.

Тому виникає потреба у пошуку шляхів впливу на морфобіологічні особливості культури. Одним із ефективних шляхів вирішення зазначеної проблеми є застосування рістрегулювальних препаратів на фоні створення оптимальних удобрення, які у більшості випадків характеризуються невисокою ринковою ціною і не мають негативного впливу на екологічні умови та довкілля.

**Зв'язок теми дисертації з державними програмами, науковими напрямами університету та кафедри.** Дисертаційне дослідження виконувалося впродовж 2021–2023 рр. та було складовою науково-дослідних

робіт Національного університету біоресурсів і природокористування України відповідно до державних наукових тематик: «Альтернативні джерела рослинницької сировини для виробництва мастил та палив» (номер державної реєстрації 0121U109959) та «Стале виробництво продукції рослинництва для забезпечення продовольчої, енергетичної безпеки за ефективного використання природних ресурсів» (номер державної реєстрації 0123U102166), які виконувалися на базі кафедри рослинництва.

**Метою дисертаційного дослідження** є теоретичне обґрунтування та практичне вирішення питань щодо росту, розвитку та формування продуктивності гібридів соняшнику за впливу удобрення, дії ретардантів в умовах Правобережного Лісостепу України.

Для досягнення заданої мети **були поставлені такі завдання:**

- обґрунтувати відповідність продуктивності гібридів соняшнику кліматичним умовам Правобережного Лісостепу України;
- обґрунтувати особливості росту й розвитку рослин гібридів соняшнику (РЖТ Волльф, Альзан, ЕС Белла, Лайм) за впливу удобрення та особливостей погодних умов років досліджень;
- встановити вплив забезпеченості вологою на тривалість етапів росту та розвитку рослин соняшнику, вегетаційного періоду гібридів загалом та особливостей формування біометричних показників рослин за впливу чинників, які вивчали;
- виявити вплив удобрення, ретарданту Сетар та погодних умов років проведення досліджень на формування та діяльність асимілюючої поверхні рослин, вміст хлорофілів у посівах соняшнику;
- охарактеризувати вплив удобрення та дії ретарданту Сетар на формування врожайності, елементів структури врожаю рослин гібридів соняшнику та встановити частку участі чинників: погодні умови, удобрення, ретардант, гібрид на формування врожайності культури;
- виявити вплив чинників, які вивчали у досліді, на формування показників якості: вміст жиру, білка, жирно-кислотний склад олії;

- розрахувати та обґрунтувати економічну ефективність технології вирощування соняшнику за впливу чинників, які вивчали.

**Об'єкт дослідження** – процес формування продуктивності соняшнику за впливу удобрення, дії ретарданту, погодно-кліматичних умов та гібрида.

**Предмет досліджень** – гібриди соняшнику РЖТ Волльф, Альзан, ЕС Белла, Лайм, добрива, ретардант Сетар, урожайність, показники якості, економічна ефективність.

**Методи дослідження.** За виконання дисертаційної роботи застосовували такі методи досліджень:

Польовий – фенологічні спостереження за ростом та розвитком рослин, формуванням їх продуктивності;

Лабораторний – визначення: біометричних параметрів рослин, вмісту хлорофілів, площі листової поверхні; вміст жиру та білка в сім'янках, жирно-кислотний склад олії;

Математично-статистичний – розрахунок достовірності отриманих результатів.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в тому, що вперше для умов Правобережного Лісостепу України встановлено:

- потенціал продуктивності гібридів соняшнику РЖТ Волльф, Альтан, ЕС Белла, Лайм;
- виявлено особливості росту та розвитку рослин соняшнику гібридів РЖТ Волльф, Альтан, ЕС Белла, Лайм за впливу ґрунтово-кліматичних умов, удобрення та застосування ретарданту;
- охарактеризовано вплив ретарданту Сетар на фоні застосування різних норм добрив на біометричні показники рослин гібридів, які досліджували;
- виявлено вплив удобрення, ретарданту Сетар та погодних умов років проведення досліджень на формування та діяльність асимілюючої поверхні рослин, вміст хлорофілів у посівах соняшнику;

- охарактеризовано вплив удобрення та дії ретарданту Сетар на формування врожайності, елементів структури врожаю рослин гібридів соняшнику;
- встановлено частку участі чинників: погодні умови, удобрення, ретардант, гібрид на формування врожайності культури;
- виявлено вплив чинників, які вивчали у досліді, на формування показників якості: вміст жиру, білка, жирно-кислотний склад олії;
- розраховано та обґрунтовано економічну ефективність технології вирощування соняшнику за впливу чинників, які вивчали.

***Набуло подальшого розвитку*** обґрунтування економічної ефективності технології вирощування соняшнику в умовах Правобережного Лісостепу України залежно від досліджуваних чинників.

**Практичне значення одержаних результатів.** Полягає в обґрунтуванні, розробленні та впровадженні у виробництво елементів технології вирощування соняшнику завдяки добору нових гібридів, виявленню впливу удобрення та рістрегулювального препарату Сетар, що дають змогу отримати врожайність культури на рівні 3,6 т/га.

**Впровадження наукових розробок у виробництво.** Результати наукової роботи впроваджено у ТОВ «ГРОВ ЕНЕРДЖІ» с. Ферма, Бучанський р – н, Київська область на площі 8 га, що дало змогу отримати рівнем рентабельності 42–44 %; СТОВ "Інтер" Чернігівська обл., м. Ічня на площі 21 га з рівнем рентабельності 46–49 %.

**Особистий внесок здобувача.** Здобувачем опрацьовано та узагальнено матеріали літературних джерел вітчизняних та зарубіжних науковців за темою дисертаційного дослідження; підібрані методики проведення досліджень; закладено та проведено польові дослідження; проаналізовано, систематизовано результати експериментальних досліджень, на основі яких зроблені аргументовані висновки та надано рекомендації виробництву; підготовлені до публікації статті та тези доповідей; написано дисертаційну роботу.



**Апробація результатів дисертації.** Положення дисертаційного дослідження пройшли апробацію на IV Міжнародній науково-практичній онлайн-конференції «Інновації в освіті, науці та виробництві». До 100 річчя з дня народження професора М. А. Білоножка (м. Київ, 24-25 листопада 2020 р.); V Міжнародній науково-практичній онлайн-конференції «Інновації в освіті, науці та виробництві», присвяченої 100-річчю від дня заснування ВСП «Мукачівський фаховий коледж НУБіП України» (м. Київ, 24–26 листопада 2021 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу», присвяченої 125-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України (м. Київ, 2023 р.); V Міжнародній науково-практичній конференції “PROGRESSIVE RESEARCH IN THE MODERN WORLD”, (1–3.02.2023 Бостон, США). Результати досліджень були оприлюднені та обговорені на засіданнях кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України (2020–2023 рр.) та проблемній вченій раді Науково-дослідного інституту рослинництва та ґрунтознавства Національного університету біоресурсів і природокористування України (2020–2023 рр.).

**Публікації.** За темою дисертаційної роботи опубліковано 5 наукових праць, зокрема: 3 наукові праці у фахових виданнях України, 2 наукові праці – тези доповідей за матеріалами конференцій.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається із анотації, вступу, п'яти розділів, висновків, додатків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 165 сторінок. Дисертація містить 35 таблиць, 9 рисунків, 2 додатка. Список використаних джерел нараховує 185 найменувань.

## РОЗДІЛ 1

### СТАН, БІОЛОГОЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА СОНЯШНИКУ В УКРАЇНІ (огляд наукової літератури)

#### 1.1. Стан виробництва соняшнику в Україні

Україна у структурі вирощування сільськогосподарських олійних культур, а саме соняшнику, посідає друге місце у світі (*Електронний ресурс: Офіційний сайт Державного комітету статистики України. (ukrstat.gov.ua); Гаврилюк М. М. та ін., 2008, Пастернак О., 2011; Кириченко В. В., 2007). Важливою складовою агропромислового сектору економіки є його вирощування та переробка (Климаш Н. І., Бляшук С. Г., 2014; Кононюк В. А., 2007).*

Як харчовий продукт соняшникову олію широко застосовують у натуральному вигляді. Також її використовують для приготування різних кондитерських виробів і хлібопеченні, у кулінарії і для консервів. Вона є основним компонентом у виробництві маргарину. Також її використовують для виготовлення лаків, фарб, стеарину, лінолеуму, електроарматури, клейонки і водонепроникних тканин. Харчова цінність соняшnikової олії зумовлена високим умістом поліненасиченої жирної лінолевої кислоти 55–60 %, яка має значну біологічну активність і прискорює метаболізування ефірів холестерину в організмі, що позитивно впливає на стан здоров'я. До складу соняшnikової олії входять такі компоненти, як фосфатиди, стерини, вітаміни А, D, Е, К, що дуже цінні для організму людини. Уміст вітамінів є також цінним для насіння і олії. Насіння високоолеїнового соняшнику подібне до насіння арахісу, до складу якого входять водорозчинні вітаміни, такі як нікотинова кислота, тіамін (вітамін В1), біотин (вітамін Н, фактор росту) і рибофлавін (вітамін В2); У зрілому насінні вміст пігментів складається з каротиноїдів (вітамін А), каротинів (провітамін А), ксантофілів і становить 0,12–16 %.

Соняшник, як кормова культура, може формувати до 60,0 т/га і більше зеленої маси, яку в чистому вигляді чи в сумішах з іншими кормовими культурами використовують у силосуванні. Силос із соняшнику добре поїдається худобою і за поживністю не поступається силосу з кукурудзи. 1 кг соняшникового силосу містить 10–15 г протеїну, 0,4 кальцію, 0,28 г фосфору, 25,8 мг каротину та 0,13–0,16 корм. од. (Гамаюнова В. В., Кудріна В. С., 2020).

Посівні площі вирощування соняшнику стабільно збільшуються у зв'язку з попитом на насіння, соняшникову олію та відходи переробки (шрот і макуху), як цінний концентрований корм для тваринництва. Макуха містить: 38–42 % перетравного протеїну, 20–22 безазотистих екстрактивних речовин, 6–7 жиру, 14 клітковини, 6,8 % золи, велику кількість різноманітних мінеральних солей. За поживністю 100 кг відповідають 109 корм. од. Після видобутку олії шрот, що залишається є чудовим кормом для тварин, особливо для жуйних тварин і є багатим джерелом білка. Також він містить: 33–34 % перетравного протеїну, 3 % жиру. За поживністю 100 кг відповідають 102 корм. од. Соняшникове борошно, порівняно з соєю, містить більшу кількість клітковини та метіоніну, але меншу – енергію та амінокислоту лізин (Нестерчук В. В., 2015).

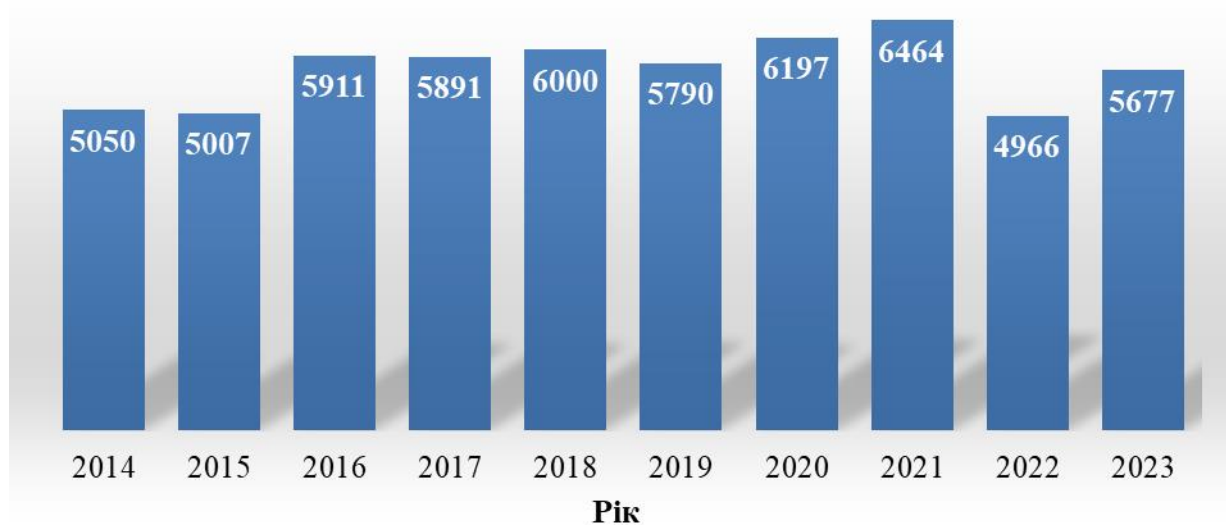
Лушпиння або відокремлена оболонка насіння, містить велику кількість клітковини і мало білка, має низьку комерційну кормову цінність, тому його часто спалюють як джерело тепла для подрібнювання. На кожні 100 кг подрібненого насіння соняшнику переробник отримує: олії – 40 кг, високобілкового борошна – 35 кг і субпродуктів – 25 кг. Лузга є сировиною для виробництва гексозного (виготовляють етиловий спирт і кормові дріжджі) і пентозного (фурфурол, який використовують для виготовлення пластмаси, штучного волокна) цукрів.

Цінним кормом для тварин є кошики соняшнику. У них міститься 6,2–9,9 % протеїну, 3,5–6,9 жиру, 43,9–54,7 безазотистих екстрактивних речовин і

13,0–17,7 % клітковини. З них виробляють харчовий пектин, який використовується в кондитерській промисловості (Нестерчук В. В., 2015).

В Україні за останнє десятиріччя спостерігається чітка тенденція до збільшення площ зайнятими під соняшником. За даними статистики Держстату України, площі під культурою зросли на 30 % – від 4,53 млн га до 6,5 млн га. У 2023 р. було посіяно 5,6 млн га, що на 7–10 % менше від загальної площі, це зумовлено війною. Нетрадиційним поширенням для цієї культури є зони Лісостепу Західного, Полісся і Передкарпаття (Електронний ресурс: Офіційний сайт Державного комітету статистики України. ([ukrstat.gov.ua](http://ukrstat.gov.ua)); Електронний ресурс: United States Department of Agriculture ([fas.usda.gov](http://fas.usda.gov))).

Найбільша площа вирощування соняшнику 50 % припадає на Південному Сході України, але майже всі регіони придатні для його вирощування (рис. 1.1).



**Рис. 1.1. Динаміка посівних площ соняшнику в Україні за період 2014–2023 рр., тис. га**

За попередніми оцінками Державної служби статистики України, середня врожайність соняшнику становить 2,23 т/га, що на 3,1 % менше показника 2022 р., коли були максимальні показники врожайності соняшнику. За даними Мінагрополітики України до рейтингу областей

2023 р., де було зібрано більше 1 млн т соняшнику, увійшли: Кіровоградська – 1,55 млн т із урожайністю 2,2 т/га, Дніпропетровська – 1,53 млн т із урожайністю 2,8 т/га, та Полтавська – 1,13 млн т із урожайністю 2,8 т/га. Зазначено, що найвищу врожайність соняшнику одержано в Тернопільській та Хмельницькій обл., що становила понад 3,3 т/га (рис. 1.2).



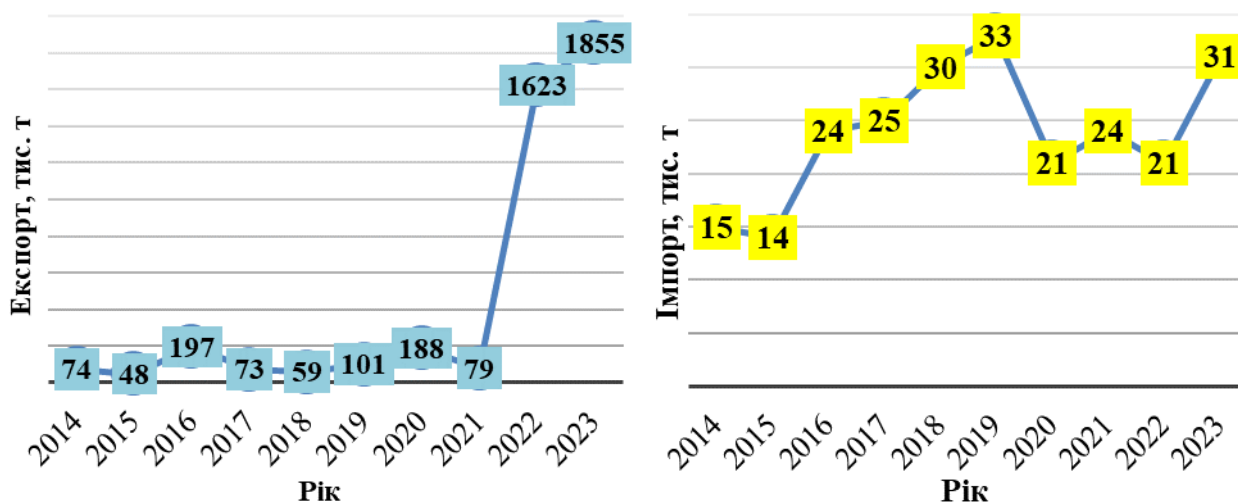
**Рис. 1.2. Урожайність соняшнику в Україні за період 2014–2023 рр., т/га**

У світі, як і в Україні основною і найважливішою серед олійних культур є соняшник. Насіння районованих сортів і гібридів містить олії 50–52 %, а селекційних – до 60 % (Чехова І. В., Чехов С. А., 2016).

На світовому ринку останнім часом користуються підвищеним попитом створені форми соняшнику кондитерського напрямку (високий вміст 207 білка) і з високим вмістом олеїнової кислоти 89–90 %. На сучасному етапі набуває стрімкого розвитку олійної продукції, що зумовлено як зростанням харчового попиту на олію та жири рослинного походження, так і застосуванням олійної сировини у технічних цілях. Згідно зі статистичними даними, світове виробництво рослинних олій за останні сезони зросло на 25 %, водночас збільшення обсягів зерна становило лише 8 % (Кузьмінська Н. Л., 2011).

Вирощування соняшнику в Україні впродовж останніх десятиліть зросло, що дало змогу отримати статус провідного світового експортера.

Установлено, що світовий експорт соняшникової олії становить близько 50 %. Загалом, імпорт соняшникового насіння зростає, а експорт лишається низьким, що пов'язано з вищою рентабельністю продуктів переробки (рис. 1.3).



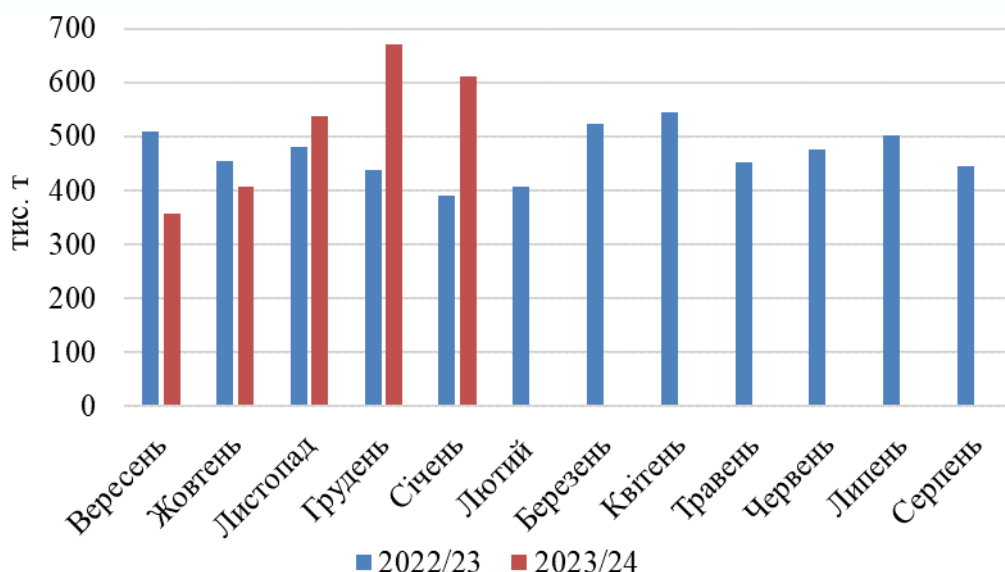
**Рис. 1.3. Експорт і імпорт насіння соняшнику за період 2014–2023 рр., тис. т**

В Україні на соняшкову олію припадає 98 % загального виробництва олії. Найбільший її вихід, близько 700 кг/га, порівняно з іншими олійними культурами (Yeremenko O. A., Kalytka V. V., Kalenska S. M., Malkina V. M., 2018; Кузьмінська Н. Л., 2011). Експорт соняшнику незначний – на рівні 30–50 тис. т на місяць, але відмічено збільшення соняшникового шроту – близько 560 тис. т (Електронний ресурс: З початку сезону 2023/24 Україна експортувала більше 2,5 млн т соняшникової олії ([shareuapotential.com](https://shareuapotential.com))).

За попередніми даними митної статистики України в січні 2024 р. експорт соняшникової олії становив 611 тис. т, що на 9% менше, ніж у грудні, але перевищує показник січня 2023 р., що сягав майже 2,6 млн т. Загалом, із початку повномасштабного вторгнення, це 2-й за обсягом показник експорту за один місяць.

Компанії України за перші 5 міс. сезону 2023/24 експортували майже 2,6 млн т соняшникової олії, порівняно з попереднім роком, де було 2,3 млн т. Установлено, що за календарний 2023 р. експорт соняшникової олії

становив 5,7 млн т на суму 5 млрд дол.США, а в 2022 р. – 4,3 млн т на 5, 5 млрд дол. США) (рис. 1.4).



**Рис. 1.4. Динаміка експорту соняшникової олії з України, тис. т**

Отже, слід відмітити, що в Україні збільшується попит на вирощування соняшнику. Україна є потужним світовим експортером і підтвердженням цього є зростання посівних площ під соняшником на 30 %, а також експорт за межі країни.

## 1.2. Роль сортів і гібридів у формуванні продуктивності соняшнику

В агропромисловому виробництві України провідне місце належить олієжировому підкомплексу, у зв'язку з тим, що існуючий потенціал цієї галузі є надзвичайно великим. Соняшник – основна олійна культура у нашій країні, яка широко використовується у харчовій і кондитерській, миловарній, лакофарбній, текстильній і шкіряній промисловості та фармацевтиці. Він є цінним концентрованим кормом для тварин, сировиною для технічних потреб і виробництва біопалива. Соняшник вирощують на всіх типах ґрунтів.

Види соняшнику за ступенем інтенсивності (*Електронний ресурс: Класифікація соняшнику (seller-seeds.com.ua)*):

- інтенсивні – максимально реалізують свій потенціал у сприятливих ґрунтово-кліматичних умов і дотримання агротехнології;

- екстенсивні – припускають спрощену технологію, заміну ресурсномістких операцій як обробка землі, внесення добрив та ін. В окремих випадках це виправдано, рентабельність достатня.

Період від моменту сходів до господарської стиглості вважається повною вегетацією рослини. Продуктивність сортів і гібридів соняшнику залежить від тривалості вегетаційного періоду. Урожайність сорту буде меншою за короткого терміну дозрівання. У пізньостиглих сортів і гібридів соняшнику, зазвичай, буває вищий показник олійності порівняно з ранньостиглими. Також на термін дозрівання соняшнику впливають погодні умови, але різниця у термінах дозрівання за вирощування в одній кліматичній зоні буде однаковою незалежно від погодних умов.

Залежно від тривалості терміну дозрівання сорти і гібриди соняшнику поділяють на:

- ранньостиглі – період вегетації становить 70–90 днів. Урожайність і олійність становить 48–52 %;
- середньоранні – період вегетації становить 108–112 днів. Ранні гібриди соняшнику відрізняються підвищеною олійністю до 55 % і врожайністю до 3 т/га;
- середньостиглі – період вегетації 110–116 днів. У середньостиглих гібридів олійність коливається від 49 до 54 %, а врожайність – близько 4 т/га;
- середньопізні – період вегетації становить 116–120 днів.

Ці показники дають можливість визначити найкращий гібрид для вирощування в певній зоні. У дослідженнях А. В. Кохана більшість гібридів під впливом високих температур зменшувала вегетаційний період, а краща вологозабезпеченість і помірні температури подовжували його (Кохан А. В., Тоцький В. М., Лень О. І., Самойленко О. А., 2020).

Установлено, що потрібно висівати гібриди соняшнику, максимально адаптованими до регіону вирощування, які досягають без десикації, це дасть змогу отримати стабільно високі врожаї культури. Середня врожайність



гібридів соняшнику в умовах недостатнього та нестійкого зволоження за групами стиглості перебуває практично на одному рівні. У роботі А. В. Кохана зазначається, що біометричні показники рослин, урожайність та олійність насіння гібридів соняшнику в межах кожної групи визначалися погодними умовами і генетичними особливостями ромлини (Кохан А. В., 2021). Проведеними дослідженнями зазначено, що для отримання стабільних урожаїв соняшнику слід віддавати перевагу гібридам середньостиглої групи, які в умовах недостатнього та нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу формували найбільшу середню врожайність (3,44 т/га) (Кохан А. В., Тоцький В. М., Лень О. І., Самойленко О. А., 2020).

У Держреєстрі сортів рослин України частка скоростиглих гібридів становить 22 %. Скоростиглі гібриди часто використовують для пересіву полів після озимини. Ранньостиглу групу репрезентує кожен третій гібрид. За вегетаційним періодом до середньоранніх гібридів віднесено 16 %, середньостиглих гібридів – 14 %. Відповідно, це призводить до мінімуму ризику, що пов'язані з вирощуванням і стабілізує рівень урожайності соняшнику (Електронний ресурс: Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні ([minagro.gov.ua](http://minagro.gov.ua))).

У процесі тривалої еволюції соняшник пристосувався до витримування високих температур, посухи – ґрунтової і повітряної. Його корені можуть проникати на глибину понад 3 м і забезпечувати себе вологою та поживними речовинами, що недоступні для інших культур.

В Україні майже всі площі соняшнику засівають високоврожайними сортами й гібридами соняшнику олійної групи. За морфологічними ознаками розрізняють три типи культурного соняшнику:

- Лузальний або кондитерський – має товсте, високе стебло до 4 м, великі листки і кошики діаметром від 17–46 см, великі сім'янки з товстою лузгою. Ядро (насінина) лише наполовину заповнює сім'янку. Маса 1000 сім'янок становить 100–200 г, лузжистість – 46–56 %, олійність – 20–35 %, уміст білка – підвищений.

– Олійний – з порівняно тонким стеблом заввишки 1,5–2,5 м, дрібніші сім'янки порівняно лузальним і тонкою лузгою. Ядро заповнює всю внутрішню порожнину сім'янки. Маса 1000 сім'янок становить 50–100 г, лузжистість – 22–30 %, олійність – 48–50 %. Своєю чергою, розрізняють тип: олійний (лінолевий) з умістом олеїнової кислоти 20–30 % і високоолеїновий – понад 80 %. Високоолеїнову олію використовують як заміну «нездоровим» трансжирам.

– Межеумок – це рослини проміжної групи, які за окремими ознаками нагадують лузальний або олійний соняшник. Межеумок за висотою та товщиною стебла, розмірами листків і кошиків подібний до лузального, а за виповненістю сім'янок – до олійного соняшнику (*Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В., 2021*).

Найбільш поширені кислоти, які містяться у рослинній олії соняшнику:

- жирні – олеїнова, ліноленова, рицинолева, ерукова, лінолева;
- насичені – стеаринова, пальмітинова, арахісова.

Олія соняшнику та сої найбільше містить лінолевої, рицини – рицинолевої, льону олійного – ліноленової і ріпаку озимого – ерукової кислоти.

Вітчизняні гібриди та сорти соняшнику Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН за якісними характеристиками не поступаються зарубіжним аналогам, а навіть вирізняються скоростиглістю, стійкістю проти хвороб кліматичних особливостей країни, умістом жиру не менше 49–53 % і високим потенціалом врожайності (*Петренко В. С., 2011; Полякова І. О., Топчій М. А., 2013*).

Соняшникову олію, залежно від умісту жирних кислот (олеїнової, лінолевої та насичених жирних кислот), можна класифікувати за її типом різної якості:

1. Поліненасичений (звичайний соняшник). Характеризується високим умістом олеїнової кислоти близько 25–30 %, лінолевої – 60–65 і насичених жирних кислот 10–11 %. У соняшниковій олії їх у 5 разів більше, ніж в

оливковій. Рекомендовано для дієтичного харчування та загалом має виняткове значення для роботи серцево-судинної системи.

2. Мононенасичений (високоолеїновий соняшник). Мінімальний рівень олеїнової кислоти в межах від 82–85 %, а може сягати понад 90 %. Водночас низький рівень насичених жирних і лінолевої кислот разом становить 10 %. Така олія має нейтральний смак і забезпечує швидке засвоєння не порушуючи рівня «хорошого» холестерину в крові.

3. Середньоолеїновий. Характеризується умістом олеїнової кислоти в межах 55–75 %, лінолевої – 25–30 і насичених жирних кислот – 8–10 %. Гібрид розроблений Національною асоціацією соняшнику США спеціально для харчової промисловості. Вона має гарний термін зберігання та нейтральний смак, що робить її відмінним вибором для смаження.

4. Високоолеїнова олія – це хороша універсальна олія, яка є доступною для приготування їжі і найбільш корисна серед рослинних олій. В Європі широке використання цієї групи гібридів. Наприклад, гібриди з високою якістю жирнокислотного складу займають площі у Франції до 80 %. Вона має світле забарвлення і нейтральний смак, яка може витримувати високі температури приготування.

У сучасній технології виробництва невеликих об'ємів олії використовують пресовий метод. Його поділяють на два методи:

- холодний;
- гарячий.

За складом олія холодного пресування подібна до олії, яка міститься у клітинах насіння. За гарячого пресування олія набуває золотистого, світло-коричневого відтінку, за рахунок окисних і гідролітичних процесів. Така олія містить підвищене кислотне, перекисне число та посилену концентрацію фосфатидів.

Залежно від способу обробки олії поділяють на: рафіновані, гідратовані, нерафіновані (*Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт, 2016*).

На виробничому рівні в останні роки, як в Україні так і світі, дедалі більше уваги приділяється селекції, насінництву та впровадженню нових гібридів соняшнику вітчизняної та закордонної селекції, які мають високий потенціал продуктивності (Балан А. В., Солодаренко О. С., 2012).

Виробництво нових високоврожайних гібридів є основним напрямом збільшення виробництва насіння соняшнику. За врожайністю переважають кращі районовані сорти насіння гібридів соняшнику на 20–30 %, а по олійності – на 15–20 % (Chutamard pissai and paisan laosuwat, 2011; Шкрудь Р. І., 1999).

В Україні для збільшення об'єму виробництва товарного насіння олійного соняшнику без розширення посівних площ можливе лише за створення більш продуктивних гібридів із певними господарсько-цінними ознаками, які поєднують стабільність великої врожайності з якістю продукції. У процесі створення міжлінійних простих і трилінійних гібридів соняшнику нині недостатньо вивченою залишається комплексна оцінка успадкування, мінливості та значимості основних ознак. Це зумовлює проведення селекційних досліджень і створення високопродуктивних гібридів адаптованих до умов зони вирощування, а також вивчення реакції гібридів на загущення посівів. Установлено, що у простих гібридів соняшнику найменш рентабельне виробництво насіння, тому що насіння на всіх етапах насінництва отримують із низьковрожайних самозапильних ліній. Трилінійні гібриди – більш вигідне насінництво, оскільки їх насінневу продукцію на ділянках гібридизації отримують із високопродуктивних рослин простого гібрида (Жаркова Г., Каражбей Г., 2011; Дмитров С. Г., 2015; Amjed A., Muhammad A., Ijaz R., Safdar H., Matlob A., 2011).

На сьогодні Держреєстр сортів рослин України налічує близько 1050 сортів і гібридів соняшнику, які адаптовані до погодно-кліматичних умов у зонах вирощування з високим генетичним потенціалом продуктивності. Вони всі різняться за морфобіологічними особливостями. Першочерговим завданням сучасної аграрної науки є розробка сортових технологій та

агрозаходів вирощування цих сортів і гібридів для отримання високих і сталих урожаїв, збільшення виходу олії з гектара (*Електронний ресурс: Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні (minagro.gov.ua); Islam Y., 1983*).

Група культурних рослин, які отримали певний набір характеристик, які відрізняє цю групу від інших рослин того самого виду є сорт.

За своїм походженням сорти культур поділяють на:

- *місцеві* – це сорти, що створюються внаслідок подовженої дії природних і найпростіших прийомів штучного відбору за вирощування тієї або іншої культури в певній місцевості;
- *селекційні* – це сорти, що створені в умовах науково-дослідних установ на базі наукових методів селекції.

Сорти навіть однієї культури відрізняються між собою за біологічними і господарськими властивостями. Сорт або відтворення цілих рослин сорту може бути представленою однією або кількома рослинами, частиною або кількома частинами рослини.

Ключовою характеристикою сорту є можливість відтворення, що і відрізняє його від гібрида.

Результатом природного чи штучного схрещування між обраними представниками двох таксонів є гібрид. Метою гібридизації є покращання певних характеристик таких як: стійкість до несприятливих умов, стійкість до хвороб і шкідників, вилягання, швидкого досягання, самозапилення та підвищення врожайності. Якщо гібрид має стійкість до будь-якого шкідника чи захворювання, то ця стійкість розповсюджується однаковою мірою на всі без виключення рослини гібрида.

Наразі у посівах соняшнику на кореневій системі паразитує вовчок. Поширення вовчка у посівах соняшнику відбувається по всьому світу, особливо на півдні Європи. Щороку уражається вовчком близько 15,4 млн га посівів соняшнику. На сильно заражених полях паразит, залежно від його розповсюдженості, може знищити від 5 до 90 % врожаю соняшнику.

Ураження ним видно тоді, коли впоратися з паразитом вже неможливо. Через це зростає необхідність вирощування насіння гібридів соняшнику, які мають генетичну стійкість до паразитичної рослини – вовчок. Спочатку вовчок паразитував на полину, але успішно адаптувалася до соняшнику.

Наразі повністю ідентифіковано та вивчено 9 рас вовчка. Для зручності розпізнавання їх «називають» латинськими буквами: A, B, C, D, E, F, G, H, I. Найбільш агресивними серед усіх відомих біотипів вважають E, F, G, H. Відзначимо, що оскільки вони вивчалися поступово, у міру появи, то позначення рас має свій порядок.

Умовні позначення стійкості до рослини-паразита:

- A-E – насіння соняшнику, стійке до вовчка 5 рас (A, B, C, D, E), яке виводилися кілька попередніх десятиліть;
- A-F – толерантність до 6 рас. В Україні стійкі гібриди використовуються в регіонах, а поля вражає незначно;
- A-G – соняшник, стійкий до 7 рас вовчка. Головна небезпека рослини паразита в тому, що вона швидко і постійно мутує. Тому, соняшник, який був толерантний до зараження кілька сезонів, згодом стає вразливим. Тому рекомендовано дотримуватися сівозміни щороку або хоча б раз у 2 р.

Найкраще насіння соняшнику – це стійке до 8 рас вовчка та більше, що допоможе боротися з самими агресивними расами, і з тими, які утворюються пізніше. Такий посівний матеріал позначають як A-G+OR або >G. Найперспективнішим варіантом вважається соняшник стійкий до всіх рас вовчка, наприклад, Сврд Ір, Анхель, але деякі виробники продовжують випускати гібриди, толерантні до 5 або 6 рас (Бурлов В. В., Бурлов В. В., 2010).

Нині не існує 100 % захисту від вовчка. Для боротьби з поширенням вовчка, існує безліч прийомів, у тому числі хімічні, біологічні, а також агротехнічні. Варто використовувати такі агротехнічні прийоми як:

1. Вирощування гібридів стійких до імідазолінонів.

2. Висівання після соняшнику сільськогосподарських культур-провокаторів: кукурудзи, сорго та ін.
3. Використання гібридів соняшнику, стійкого до виявленої на конкретній ділянці раси вовчка.
4. *Mini-till* і *no-till* обробка ґрунту.
5. Ретельна мийка техніки після її застосування на заражених полях, для унеможливлення перенесення насіння вовчка на не заражені ділянки.

Установлено, що найбільш ефективним методом захисту від вовчка є використання генетично стійких гібридів, створених методом традиційної селекції. Додатковим методом контролю для запобігання розвитку нових рас – це використання гібридів, стійких до імазамоксу, але використання гербіцидів на основі імазамоксу не повинно шкодити наступній культурі у сівозміні. Не рекомендовано хімічний контроль, як унікальний метод контролю вовчка, оскільки вовчок може розвиватися до застосування гербіцидів або наприкінці сезону, коли залишкова активність гербіциду слабне. Варто розглядати хімічний захист тільки в поєднанні з генетичною стійкістю. Тому можна зробити висновок, що для запобігання й обмеження розвитку нових рас вовчка потрібно використовувати не тільки генетично стійкі гібриди, а й інші допоміжні заходи.

За словами Т. Леклерка, що першим кроком для вибору гібрида є визначення технології, під яку планується сіяти соняшник (класична, Clearfield, Clearfield Plus, Експрес). Для гібридів, стійких до гербіциду з діючою речовиною імазамокс використовують технології Clearfield та Clearfield Plus. В Україні на гібридах соняшнику вважається ефективнішою і швидко розвивається технологія Clearfield Plus тому, що спостерігається відсутність післядії, яка виражається у фітотоксичності рослин і здатна зупинити поширення нових агресивних рас вовчка.

Важливу роль у виборі гібридів відіграють погодні, кліматичні умови регіону, в якому розташоване господарство. Як зауважив Т. Леклерка, основні з них три:

1. Сума активних температур + сівозміни => Визначте дату збору врожаю. Для того, щоб збирати урожай в оптимальні умови або для посіву озимих культур, треба вибирати гібриди з певною групою стиглості.

Висока жаро- і посухостійкість досягається завдяки таким чинникам:

- на перших етапах органогенезу помірно швидкі темпи росту дають змогу досить швидко закрити міжряддя і таким чином зберегти цінну для посушливих умов вологу;
- на початку вегетації інтенсивний розвиток кореневої системи дає рослинам можливість отримувати вологу з різних шарів ґрунту;
- негативної дії надто високих температур допомагає уникнути раннє цвітіння (Тищенко А. В., Тищенко О. Д., Люта Ю. О., Пілярська О. О., 2021).

2. Вологозабезпечення => Визначає стратегії, щоб уникнути водного стресу. Транспіраційний коефіцієнт є основним показником посухостійкості соняшнику. Сумарне використання води становить близько 3500–5000 м<sup>3</sup>/га. Потреба у воді для набухання і проростання насіння сягає 50–75 % їх початкової ваги. На врожайність істотно впливає її нестача. Період від утворення кошика до цвітіння є критичним щодо вологи, коли інтенсивність транспірації досягає найбільшої величини 600–700 г/м<sup>2</sup> на год. За нестачі води в цей період різко знижується врожайність, зменшується кошик і збільшується пустозернистість (Єременко О. А., Калитка В. В., 2016; Гомля Л. М., Сухомлин А. П., 2023).

3. Характеристика регіону => Основні критерії для гібридів: агротехнологічні показники, стійкість до хвороб та до вовчка соняшникового. Якщо наявні проблеми з вовчком, то варто обирати генетично стійкі гібриди до цього паразита, або якщо випадає багато дощів після цвітіння, потрібно вибрати гібриди з високою стійкістю до хвороб.

Для створення нових сортів і гібридів як батьківських компонентів слід використовувати самоzapильні лінії, прості міжлінійні сорти та гібриди.



Залежно від способу отримання і вихідного матеріалу гібриду, розрізняють такі типи (Соколов В. М., Вишневський В. В., Васильченко В. В., 2015):

1. Міжлінійні включають:

- прості – схрещування 2-х самозапиленних ліній;
- трьохлінійні – запилення простого міжлінійного гібрида пилом самозапиленої лінії;
- подвійні – схрещування 2-х простих міжлінійних гібридів;
- складні міжлінійні – схрещування понад 4-х самозапиленних ліній.

2. Сортолінійні включають:

- прості – запилення сорту пилом лінії;
- складні – запилення сорту пилом простого міжлінійного гібрида.

Лінійносортові отримують запиленням простого гібрида пилом сорту, міжсортові – схрещуванням 2-х сортів.

У першому поколінні гібрида (F1) проявляється найбільший ефект отриманий від гетерозису (батьківська форма). Таким гібридам характерна: підвищена життєздатність, потужність розвитку, урожайність. Однак, ці особливості можуть бути помітними за високого рівня агротехніки та наявності відповідного агрофону. Також велике значення має: вологість повітря та ґрунту, стан ґрунту і рівень мінерального живлення.

Гібридне насіння придатне лише для одноразового посіву, за використання нащадків гібридів для посіву наступного сезону воно втрачає всі позитивні характеристики гібрида. Для наступного посіву зі збереженням поліпшених характеристик – насіння вимагає повторного схрещування. Фази розвитку рослини гібридів проходять одночасно, а, отже, і отримання урожаю буде рівномірним (Гаврилюк М. М., Соколов В. М., Рябота О. М., 2002).

Гібридну популяцію іноді відбирають не одну, а декілька морфологічно однорідних, але з біологічно різних гібридних ліній. Гібридний багатолінійний сорт виходить за об'єднання потомства таких ліній та

відрізняється екологічною пластичністю і стійкістю до стресових кліматичних умов.

За ступенем інтенсивності гібриди поділяються на:

- *інтенсивні*, найвибагливіші до умов, у яких вирощуються та мають найбільший потенціал урожайності;
- *помірно інтенсивні* є менш вибагливими до умов вирощування і мають високий потенціал урожайності;
- *екстенсивні*, є найменш вимогливими і найбільш стійкими до умов навколишнього середовища, а врожайність не знижується навіть за несприятливих умов.

Отже, рекомендовано обирати гібриди, які будуть стійкими до хвороб і шкідників, мати відповідну групу стиглості та використовувати відповідну гербіцидну технологію.

### **1.3. Вплив елементів живлення на ріст, розвиток і формування продуктивності соняшнику**

Соняшник у агропромисловому виробництві України займає провідну позицію в групі технічних культур. Інтенсивне нарощування площ вирощування соняшнику у світі та в Україні зумовлено можливістю використання його гібридів як на харчові цілі, так і для переробки на біодизель.

Статистичні показники виробництва соняшнику свідчать про їх стабільність і динаміку до зростання. Збільшення площ під посівами соняшнику спостерігається за рахунок зростання їх у центральних і просування у північні регіони та збільшенню попиту на олію на світовому ринку. Для нарощування виробництва культури необхідне визначення норматив витрат певних виробничих ресурсів з урахуванням чинників, що визначають показники якості врожаю та забезпечують отримання екологічно чистої продукції. Варто враховувати, що технологічні прийоми, які

використовуються не мають нести негативний вплив на навколишнє середовище.

Потенційна врожайність нових сортів та гібридів соняшнику, яка визначається на генетичному рівні, реалізується не повністю, що пов'язано з невідповідністю до проведення окремих технологічних прийомів. Тому сьогодні багато уваги приділяється розробленню нових та удосконаленню існуючих технологій вирощування соняшнику, які б забезпечували високу стабільну врожайність культури з відповідними показниками якості.

Сучасні технології вирощування соняшнику передбачають застосування комплексу препаратів, зокрема, протруйників, інсектицидів, фунгіцидів, регуляторів росту, нанопрепаратів, різних видів мінеральних добрив. Однак, необґрунтоване та неконтрольоване їх використання є економічне не вигідним та екологічно небезпечним. Оптимізація підходів до застосування цих препаратів та пошук нових альтернативних засобів, які б мали позитивний вплив на формування продуктивності культури, зокрема, господарської частини врожаю набуває особливої актуальності (Kocira S., Hara P., Szparaga A., 2020).

Соняшник – це сільськогосподарська культура, яка у процесі вегетації досить вибаглива до застосування добрив і препаратів комбінованої дії (Гангур В. В., Космінський О. О., Міщенко О. В., 2021; Ткаліч І. Д., Гирка А. Д., Боцевар О. В., Ткаліч Ю. І., 2018; Namvar A., Khandan T., Shojaei M., 2012).

За застосування препаратів, які мають різне походження, спостерігається зменшення мутагенної дії препаратів та інших антропогенних чинників. Регуляторним механізмам притаманне підсилення ростових процесів у рослин: поділ клітин, мембранні процеси, фотосинтез, живлення та дихання, робота ферментних систем, активізація розвитку кореневої системи, посилення поглинальної здатності.

Завдяки обробці насіння проявляється підвищення господарської ефективності рослинництва, спостерігається зниження нітратів та

концентрації важких металів у основній продукції (*Di Filippo-Herrera D. A., Mucoz-Ochoa M., Hernández-Herrera R. M., Hernández-Carmona G., 2018; Анішин Л., 2002; Покопцева Л., 2011*).

Формування продуктивності культури варто розглядати як цілісний процес, що відбувається на основі всіх етапів у рості та розвитку рослин і завершується у момент досягання врожаю. Рослини соняшнику на різних етапах свого росту та розвитку мають різні потреби до чинників навколишнього середовища. Тому тривалість окремих етапів росту та розвитку визначається саме погодними чинниками, притаманними конкретному вегетаційному року. До того ж саме тривалість окремих періодів росту та розвитку рослин, як і вегетаційного періоду загалом, впливає на вегетацію культури. Тому, коли мова йде про оптимізацію сільськогосподарського виробництва, акцентують увагу на прийомах вирощування культури, які б були здатні забезпечити зменшення негативного впливу погодних чинників (*Мельник А. В., 2013; Базалій В. В., Домарацький Є. О., Добровольський А. В., 2016; Кур'ята В. Г., Попроцька І. В., 2019; Кушнір О. В., Кур'ята В. Г., 2018; Kuryata V. G., Poprotska I. V., Rogach T. I., 2017; Chena L., Hub W., Long C., Wang D., 2021; Caruso G., De Pascale S., Cozzolino E. et al., 2019*).

Управління продуктивністю посівів, передусім, спрямовано на формування оптимальних параметрів посівів, які б забезпечували максимальні можливості у діяльності фотосинтетично активної поверхні рослин, сприяючи асиміляції та накопиченню сухої речовини. Діяльність посіву культури визначається не тільки показниками площі листової поверхні, а й параметрами листків, їх кількістю та ярусністю (*Жатова Г., Яценко В., Колос І., 2021*). Розв'язання цього завдання можливе шляхом селекційного добору та через вплив на низку вагомих прийомів за вирощування культури. Зокрема, удосконалення удобрення та застосування рістрегулювальних речовин (*Троценко В. І. та ін., 2021*).

Умови живлення впродовж усієї вегетації мають вагоме значення у формуванні продуктивності соняшнику. Однак, до уваги слід приймати та враховувати критичні періоди у потребі того чи іншого макро- чи мікроелемента. За створення збалансованого живлення та достатньої забезпеченості вологою можливою стає максимальна реалізація генетичного потенціалу того чи іншого гібрида соняшнику.

Установлено, що втрати мінеральних речовин із ґрунту для формування 1 т продукції соняшнику становлять: азоту – 40–55 кг, фосфору – 15–25, калію – 100–150 кг, сірки – 5 і магнію – 6,6 кг. Найвищі врожаї він формує на родючих чорноземних ґрунтах за умови культивування його та розміщення після кращих попередників у сівозміні (Кохан А. В., Гангур В. В., Корецький О. Є., Лень О. І., Манько Л. А., 2015; Гангур В. В., Єремко Л. С., Кочерга А. А., 2020; Кохан А. В., Гангур В. В., Корецький О. Є., Лень О. І., Манько Л. А., 2015). За високого виносу калію з ґрунту, на чорноземних ґрунтах соняшник потребує азотних і фосфорних добрив. На 1 т продукції з урожаєм соняшнику втрати мікроелементів з ґрунту сягають: бору – 23 г, цинку – 42, марганцю – 12 і 7 г міді. Збільшення врожайності насіння соняшнику, інтенсивному росту та розвитку рослин сприяють мінеральні добрива та мікродобрива.

У дослідженні словацьких учених Є. Ганачкової та ін. (Bujnovský R., Miklovič D., 2002; Hanáčková E., Macák M., Candrakova E., 2008; Kajánovičová I., Ložek O., Slamka P., Váradý T., 2010) було описано, що в сівозміні як індикатор сталого ведення сільського господарства є баланс поживних речовин. Для діагностики управління поживними речовинами на різних рівнях агроєкосистеми це є важливим інструментом. Ключовий чинник, що впливає на ріст і розвиток соняшнику, а зрештою і його врожайність є ґрунт із забезпеченням мікро- та макроелементів, достатнє, збалансоване внесення мінеральних та органічних добрив (Кохан А. В., Фролов С. О., Швартай В. В. та ін., 2016; Agegnehu G., Nelson P. N., Bird M. I., 2016; Dhanalakshmi D., Narayana K. R., 2018; Gonet S. S., Debska B.,

*Dziamski A., et al., 2009; Ondrišík P., Porhajašová J., Urminská J., Ňaršanská M., 2009; Rauf S., Ortiz R., Shehzad M., Haider W., Ahmed I., 2020).*

Для створення найбільш сприятливих умов вегетації сояшнику є науково обґрунтований підбір добрив, їх кількість і правильне співвідношення елементів живлення. Дослідженнями встановлено, що найбільш доцільно використовувати для підживлення азотно-фосфорні добрива майже в усіх товарних зонах вирощування сояшнику. Окреме внесення елементів мінерального живлення не забезпечить одержання бажаного результату.

Дослідження науковців свідчать, що важливими компонентами для росту рослин і формування врожайності є поживні речовини – азот, фосфор і калій. Кожен із цих елементів у збалансованій дозі відіграє важливу роль у забезпеченні необхідною кількістю поживних речовин для формування максимальної продуктивності сояшнику (*Aruna E., Mohammad S., 2005; Kandil A. A., Sharief A.E., Odam A. M. A., 2017; Patil V. D., Bavalgave V. G., Waghmare M. S., Kagne S. V., Kesare, B. J., 2009*). Значний вплив на висоту рослин, урожайність і вміст олії в насінні мають кількість азоту та калію (*Mollashahi M., Ganjali H., Fanaei H., 2013*).

За дослідженнями Полтавської ДСГДС ім. М. І. Вавилова було встановлено, що внесення різних доз мінеральних добрив сприяло збільшенню діаметра кошиків гібридів на 0,7–1,4 см, порівняно із контролем (без добрив) (*Totskyi V. M., Len A. I., 2021*).

Фахівці стверджують, що в системі удобрення сояшнику домінуючою є роль азоту, який найбільш активно включається у процес обміну речовин, інтенсифікує ріст рослин і сприяє збільшенню врожайності порівняно з калієм і фосфором.

За дослідженнями Г. В. Пінковського та Ю. В. Маценка встановлено, що застосування азотних добрив у поєднанні з фосфорними та калійними  $N_{40}P_{40}K_{40}$  + побічна продукція та  $N_{40}P_{40}K_{40}$  дає змогу поліпшити поживний режим ґрунту та створити більш сприятливі умови для росту й розвитку

рослин соняшнику і підтримання родючості ґрунту (*Піньковський Г. В., Мащенко Ю. В., 2019*).

Азотні добрива позитивно впливають на синтез білкових речовин, ріст рослин, формування крупних листків, стебел і кошиків і позитивно засвоюється впродовж вегетації. Впродовж вегетації засвоєння азоту відбувається рівномірно, але найбільше його необхідно від фази 3–4 листків до періоду цвітіння. Досить інтенсивно відбувається поглинання 70–80 % азоту рослинами соняшнику для формування коренів, стебел і кошиків (*Мазур В. А., Дідур І. М., Циганський В. І., Маламура С. В., 2020.; Єременко О. А., 2017*).

У науковій літературі описано про антагонізм у насінні соняшнику між білком і жиром. Установлено, що збір олії з 1 га соняшнику залежить від здатності насіння перетрансформувати вуглеводи у жир, а не від кількості вуглеводів, яку може сформувати листкова поверхня. Пізнє підживлення азотними добривами посилює синтез нежирових речовин і не викликає пригнічення процесу накопичення жиру. Тому листкове підживлення комплексними багатофункціональними препаратами відіграє важливу роль у формуванні сучасної концепції оптимального живлення соняшнику (*Городній М. Г., 1970*).

Нестача азоту в рослині призводить до зменшення вмісту хлорофілу в листках, вони стають жовтими й істотно поступаються за габітусом. Однак, їх надлишок, може призвести до формування надмірної вегетативної маси, що стане причиною вилягання посівів і негативно позначитися на якості насіння, що призведе до підвищення вмісту білка, а отже, і до зниження вмісту олії (*Кохан А. В., Гангур В. В., Корецький О. Є., Лень О. І., Манько Л. А., 2015*). Негативно впливає і надто раннє внесення великої кількості азотних добрив, яке сприяє надмірному розвитку вегетативної маси, що різко послаблює посухостійкість рослин соняшнику (*Гаврилюк М. М., Салатенко В. Н., Чехов А. В., 2008; Городній М. Г., 1970*).

За даними досліджень S. A. Sadiq встановлено, що за умови внесення азоту в нормі 100 кг/га підвищуються показники біомаси, продукції сухої речовини та біологічної врожайності соняшнику (Sadiq S. A., Shahid M., Jan A., Noor-Ud-Din S., 2000). Дослідження E. B. A. Osman зі співавт. показало, що одержано найвищий урожай насіння та збір олії за внесення азотних добрив у кількості 60 кг/га (Osman E. B. A., Awed, M. M. M., 2010).

Проведеними дослідженнями в умовах провінції Пенджаб (Пакистан) відмічено, що на фоні внесення  $N_{120}P_{90}K_{60}$  отримано максимальну врожайність насіння соняшнику (Nawaz N., et al., 2003). Інші дослідження свідчать, що за умови внесення під культуру мінеральних добрив у дозі  $N_{90}P_{60}K_{60}$  є оптимальною для регіону вирощування і формування врожайності насіння (Tomar H. P. S., Dadhwal K. S., Singh H. P., 1996). Експериментальні дані вирощування соняшнику на малородючих ґрунтах із низьким умістом органічної речовини за умов богарного землеробства, в умовах Індії, підкреслюють важливість органічних і мінеральних добрив у системі живлення цих рослин і підвищення їх норм внесення для збільшення врожайності насіння, стабілізації продуктивності культури за роками (Chinnamuthu C. R., Venkatakrishnan, A. S., Manickasundaram P., 2004).

Не менш важливим є перерозподіл азотовмісних сполук між органами рослин у процесі вегетації за дії регуляторів росту, що досить суперечлива (Гуляєв Б. І., Карлова А. Б., Кірізій Д. А., 2007). За дії різної концентрації триазолпохідного препарату паклобутразолу зумовлювала збільшення вмісту загального азоту в листках і зменшенні загальної кількості азоту в коренеплодах буряку цукрового наприкінці вегетації (Шевчук О. А., 2005), а за обробки цим препаратом ріпаку в період цвітіння і росту стручків встановлено, що вміст білкового азоту в тканинах вегетативних органів зменшувався (Рогач В. В., Кур'ята В. Г., 2004).

Інформація щодо вмісту азоту в олійних культурах за впливу інгібіторів росту є поодинокую (Aboushoba L. M., Shahin N., El-Mfry M. M., 1984–1985; Bruns G., Kuchenbuch R., Jung J., 1990; Kulkarni S. S., Chetti M. B.,



*Uppar D. S., 1995*). Науковими дослідженнями встановлено, що за розвитку олійних культур у тканинах рослин надлишок азоту призводить до зменшення вмісту ненасичених жирних кислот, посилення накопичення білку та одночасного зменшення вмісту олії в насінні (*Pageau D., Lajeunesse J., Lafond J., 2006*).

Значення фосфору для рослин соняшнику є досить значним, бо є складовою протоплазми та клітинних ядер, основою яких є білки. Хоч він і не входить, безпосередньо, до складу білків, але є невід'ємною частиною нуклеїнових кислот, які у поєднанні з простими білками утворюють складні сполуки – нуклеопротеїди. Також він входить до складу ліпідів (фосфоліпіди та фосфати): ліцетин, кефалін та ін.

Співвідношення різних сполук фосфору в рослинах може варіювати у широких межах залежно від віку рослин та умов їх вирощування. Відомо, що фосфорна кислота бере участь у фотосинтезі (первинний продукт асиміляції – фосфорно-гліцерінова кислота) та активізації вітамінів. Також у процесах дихання і бродіння безпосередню участь бере фосфорна кислота (*Ткаліч І. Д., 2003*).

Фосфор є найнеобхіднішим і поглинається соняшником від сходів до цвітіння. Він потрібен рослинам уже на самому початку вегетації. Його дефіцит у цей період не може бути компенсований внесенням пізніше. У стеблі та листках накопичується до періоду цвітіння, а пізніше – у кошиках і сім'янках. Соняшник поглинає 60–70 % фосфору у період формування кошика – завершення цвітіння. Для формування кореневої системи він є незамінним, оскільки достатня його кількість сприяє підвищенню посухостійкості посіву рослин та олійності насіння. За внесення цього елемента близько 22 кг дає змогу отримати врожай культури не менше 2 т/га.

Фосфорне живлення має велике значення для стійкості соняшнику до нестачі вологи. Дослідженнями встановлено, що за дії фосфору підвищується уміст вільної та зв'язаної вологи в структурних елементах клітини та їх здатність впливати на властивості протоплазми, збільшуючи її в'язкість й

еластичність. Також він позитивно впливає на стійкість рослин до низьких температур (Щербаков В. Я., Лазер П. Н., Яковенко Т. Н., 2004).

Дефіцит фосфору проявляється в уповільненні росту та розвитку рослин, що призводить до зменшення вегетативної маси. За його дефіциту не припиняється генеративний розвиток соняшнику, але істотно змінюються кількісні та якісні показники врожаю. За нестачі відбувається втрата характерного рельєфу листка, листкова пластина стає блідою найчастіше на нижніх листках, а жилки стають практично не помітні або слаборозвинені. Однак негативно впливає нестача фосфору на формування, наливу сім'янок і призводить до зниження продуктивності соняшнику. За його великої нестачі соняшник може скинути листки (Гангур В. В., Космінський О. О., Лень О. І., Тоцький В. М., 2022).

Відомо, що надходження та перерозподіл основних елементів мінерального живлення та підтримання їх певного балансу за дії регуляторів росту рослин сприяє покращанню продуктивності культур (Гуляєв Б. І., Карлова А. Б., Кірізій Д. А., 2007).

Так, за застосування триазолпохідного препарату паклобутразолу вмісту фосфору в листках буряку цукрового збільшувався, а в коренеплодах зменшувався, вмісту калію змінюється протилежно. За дослідженнями О. О. Ткачука встановлено, що за обробки рослин картоплі паклобутразолом на початку періоду вегетації спостерігалось зростання вмісту обох елементів і зменшення їх вмісту наприкінці вегетації (Ткачук О. О., 2007).

За дослідженням науковців (Salazsargarcia S., Varguezvaldivia V., 1997) на деревах манго та дослідженнями (Кур'ята В. Г., Рогач В. В., 2001) на рослинах ріпаку відмічено, що використання цього препарату не викликало змін у вмісті калію в листках.

Отже, поєднання різних рістрегулювальних препаратів із фосфором можна сміливо називати рослинним «антидепресантом» або імуномодулятором.

Соняшник є калієлюбною культурою та сприятливо впливає на посухостійкість (Господаренко Г. М., 2018). Потреба рослин соняшнику у калії є досить високою і відіграє важливу роль у регулюванні балансу вологи в рослині. Його винос з урожаєм соняшнику є найбільшим. Для отримання 2 т/га врожаю необхідно внести не менше 30 кг калію. У період формування кошика та цвітіння його поглинання відбувається найактивніше. Хоча і відчутна його потреба впродовж усього періоду вегетації (Ahmad R., Waraich E. A., Ashraf M. Y. et al., 2014).

Дефіцит калію вже на початкових етапах призводить до ускладненого росту та розвитку, рослини відстають у розвитку, а молоді листки ростуть у дуже щільних розетках і поступово проявляється некроз і набуває коричневого кольору. Його нестача викликає багато порушень обміну речовин, послаблює вуглеводний, білковий обмін і діяльність ферментів, збільшує витрати органічних речовин – продуктів фотосинтезу через інтенсифікацію дихання. Калійдефіцитні ґрунти можуть бути причиною різкого зменшення вмісту олії в насінні, а стебло – тоншає та легко кришиться. Нестача цього елемента проявляється на листках нижніх ярусів рослини, де вони передчасно жовтіють, а по краях буріють, потім відмирають (крайовий опік) (Домарацький Є. О., Добровольський А. В., Базалій В. В. та ін., 2020).

Мікродобрива для соняшнику є найважливішим ланцюгом у технології вирощування культури. Для того, щоб отримати високі результати і збільшити прибуток від соняшнику необхідне внесення унікальної формули мікродобрив, склад яких збагачений мікроелементами і живильними речовинами. Окрім оптимального вибору мікродобрива, залежно від ґрунтово-кліматичних умов, слід підібрати правильне дозування внесення добрив (Які застосовуються мікродобрива для вирощування соняшнику ([elitaagro.com/ua](http://elitaagro.com/ua))).

У ґрунті за достатньої кількості доступних мікроелементів рослини спроможні більш ефективно використовувати елементи живлення та

синтезувати ферменти з ґрунту й добрив. На процеси росту й розвитку рослин негативно позначається і дефіцит мікроелементів, який спричиняє низку захворювань, погіршує якість рослинницької продукції й знижує врожайність, а інколи призводить до загибелі посівів (*Капустіна Г. А., 2014; Трахтенберг І. М. та ін., 2013*).

Мікроелементи – це складові ферментативних систем, які є біологічними каталізаторами, що синтезуються, координують біохімічні процеси та підвищують їх активність у рослинах. Завдяки своїй стимулювальній дії вони підвищують стійкість рослини до несприятливих чинників зовнішнього середовища, прискорюють її розвиток запобігають поширенню хвороб (*Гуменюк Г. Б., Волошин О. С., Ясній М. М., 2018*). Для рослин соняшнику найбільш необхідними є такі мікроелементи, як бор, молібден, марганець, мідь і цинк. Рухомість мікроелементів у ґрунтовому профілі й доступність для рослин зумовлюються низкою чинників, таких як: показник кислотності, кількісний і якісний склад органічної речовини ґрунту, наявність у ґрунті півтораокисів, гранулометричний і мінералогічний склад (*Анісімова Л. М., 2019; Захарченко Е. А., Мартиненко В. М., 2017*).

Важливу роль для підвищення рівня реалізації біологічного потенціалу рослини відіграє сумісне застосування мікроелементів, яке проявляється у синергізмі й посиленні каталітичних властивостей. Переважно композиції мікроелементів спроможні планомірно регулювати процеси росту й розвитку рослин, поліпшувати показники якості і підвищувати продуктивність рослин (*Покотцева Л. А., Богославський Є. В., 2019; Домарацький О. О., Сидякіна О. В., Іванів М. О., Добровольський А. В., 2017; Домарацький Є. О. та ін., 2020; Гамаюнова В. В., Кудріна В. С., 2020*).

Слід відмітити, що в системі удобрення для отримання високих урожаїв соняшнику потрібно застосовувати позакореневі підживлення мікродобривами, у вигляді хелатів, у фазі найбільшої потреби культури в елементах живлення. Потребу рослин гарантовано забезпечує такий технологічний процес, як внесення мікроелементів у найбільш доступній

формі, що підвищує продуктивність, стимулює коренеутворення та закладання повноцінного кошика (Гангур В. В., Єремко Л. С., Кочерга А. А., 2020).

Соняшник є малочутливою культурою щодо зміни реакції ґрунтового середовища. За показника рН понад 7,0 для соняшнику негативно позначається на процесах росту й розвитку. Збалансоване забезпечення рослинам соняшнику макро- і мікроелементів значно швидше відбувається листковою поверхнею, ніж кореневою системою. Для посівів соняшнику найкращим періодом проведення позакорневих підживлень мікродобривами є період від 3 до 10 листків. За даними наукових досліджень, рекомендовано робити підживлення посівів у два етапи: період 3–4 і 8–10 листків. Результати наукових досліджень засвідчують, що в умовах Лісостепу проведення позакорневих підживлень мікродобривами підвищує врожайність насіння соняшнику на 7–12 % (Юник А. В., Трифонов І. В., 2020).

Соняшник хоч і виносить велику кількість елементів живлення з ґрунту, але є непоганим попередником. Для того щоб винос поживних елементів зменшився, необхідно пожнивні рештки культури лишати на полі та провести їх деструкцію, що частково компенсує поживні елементи в ґрунті, а надалі допоможе знизити норму внесення добрив.

Отже, для отримання сталого та якісного врожаю за вирощування рослин соняшнику важливо збалансувати систему живлення, не допустивши перенасичення – азотом, фосфором і калієм. Оскільки не можливо забезпечити рослини на весь період вегетації лише основним живленням, не варто нехтувати позакорневим внесенням мікроелементами. Особливо важливо контролювати нестачу бору навіть за найменшого дефіциту води, бо соняшник негативно на це реагує.

#### 1.4. Дія ретардантів на ріст і розвиток соняшнику

Відомо, що за своїми біологічними особливостями, соняшник на початку росту і розвитку слабо протистоїть бур'янам. Це призводить до зниження врожаю навіть за незначної їх кількості в рядках. Тому, одним із перспективних напрямів вирощування сільськогосподарських рослин є пошук нових шляхів і способів регулювання росту і розвитку рослин за допомогою синтетичних та природних сполук, серед яких основне місце займають антигіберелінові препарати – ретарданти (Кур'ята В. Г., 2009). У XIX ст. німецький ботанік Юліус фон Сакс припустив, що хімічні месенджери відповідають за формування та ріст різних органів рослини, а зовнішні фактори – можуть впливати на розподіл цих речовин у рослині (Коваленко Н. П., 2013).

У Державному реєстрі пестицидів і агрохімікатів України знаходиться понад 50 найменувань препаратів із рістрегулювальною дією як природного, так і синтетичного походження, які слід використовувати в певні фази росту і розвитку рослин, у певній дозі їх застосування.

Важливе значення у перебігу біохімічних реакцій у рослинному організмі відіграють препарати різного походження, зокрема, антистресові (Рогач В. В., Попроцька І. В., Кур'ята В. Г., 2016; Кур'ята В. Г., Поливаний С. В., 2012).

Як свідчать результати попередніх досліджень, на різних культурах ретарданти за уніфікованого механізму дії, забезпечуючи інгібування гіберелінів, проявляють різний вплив на рослини. Це відображається на комплексі анатомічних і фізіологічних особливостей рослин. До них належать: будова провідних тканин, співвідношення між їх компонентами, динаміка росту стебла на окремих етапах росту та розвитку рослин. Під час застосування ретардантів ураховують рівень їх впливу на продуктивність культури, що пов'язано з тим, що зміна габітусу має комплексний характер, впливаючи на всю рослину, включно з генеративними органами. Попередні результати досліджень вказують, що концентрація ретарданту та строк його

внесення, доза, кратність обробок у більшості культур, впливаючи на зміну габітусу не зменшують їх урожайність. В окремих випадках відмічають зростання показників якості врожаю (*Rohach V. V., Poprotska I. V., Kuriata V. H., 2016; Kuriata V. H., Polyvanyi S. V., 2012; Rohach T. I., Kuriata, V. H., 2018; Trotsenko V. I., 2001; Kalenska S., Novytska, N., Stolyarchuk, T. et al., 2021*).

На окремих етапах росту та розвитку рослин ретарданти можуть мобілізувати потенційні можливості рослинного організму, що спричиняє підвищення врожайності культури (*Каленська С. М., Гарбар Л. А., Горбатюк Е. М., 2020; Мусатенко Л. І., 2009*).

Актуальним нині залишається вивчення дії ретардантів за внесення їх на посівах високорослих рослин, зокрема соняшнику. Це пов'язано з тим, що високорослим рослинам притаманний низький рівень саморегуляції густоти посіву. Водночас вивчення впливу ретарданту спрямовано переважно на вивчення врожайності та якості отриманого врожаю.

Завдяки дії ретардантів та прояву істотних морфологічних змін у рослинному організмі виникає можливість вивчення ролі анатомо-морфологічних і мезоструктурних змін і впливу їх на оптимізацію продукційного процесу. Регуляція морфогенезу рослин олійних культур визначається гормональною системою рослин. Фізіологічний ефект за таких умов залежить як від концентрації конкретних фітогормонів, так і від їх співвідношення. Співвідношення між кількістю фітогормонів впливають на ростові процеси, визначають особливості формування вегетативних і генеративних органів (*Рогач В. В., Попроцька І. В., Кур'ята В. Г. 2021*). В умовах штучного обмеження росту вегетативних органів (застосування ретардантів) відмічають перерозподіл синтезованих речовин з перевагою у бік генеративних органів (*Рогач Т. І., 2009*).

На ростові процеси, особливості гістогенезу вегетативних і генеративних органів рослин істотно впливають онтогенетичні зміни у співвідношенні гіберелінів, цитокінінів, ауксинів та абсцизової кислоти

(Кур'ята В. Г., 2009; Мусатенко Л. І., 2009). Ретарданти є модифікаторами гормонального комплексу рослин за механізмом дії: залежно від хімічної природи вони значно зменшують уміст або знижують активність уже синтезованих гіберелінів у тканинах.

За хімічною будовою більшість ретардантів відносяться до 4-х груп речовин, що використовуються в сільському господарстві (Кур'ята В. Г., 2009):

1. Онієві сполуки – четвертинні амонієві сполуки (хлормекватхлорид, бромхолінбромид, морфол, мепікватхлорид, АМО-1618, фосфон Д, мефлюїдид, 3-DEC, 17-DMC, пікс).

2. Гідразинпохідні препарати бурштинової кислоти (В-9, ДЯК, ГМК-натрію, алар-85, кілар-85).

3. Триазолпохідні препарати (паклобутразол, уніконазол, BAS 11100 W, триапентанол, уніканазол, флурпірамідол, тебуконазол, RSW-0411 триадиметафон, піридазин).

4. Етиленпродуценти (етрел, гідрел, іфоній, дигідрел, 2-ХЕФК, кампозан М, етеверс, церон, етефон, рептол).

Важливою ознакою олії соняшнику, одержаної з насіння, є її якість. За дослідженнями вчених встановлено, що внесення ретарданту та комплексного стимулятора у посушливий період умов вегетації призводить до підвищення якісних характеристик олії із зрілого насіння рослин – зростання числа омилення, ефірного числа і вмісту гліцерину. Ці показники зменшуються або не змінюються порівняно з контролем за типових і вологих погодних умов росту та розвитку (Рогач Т. І., Кур'ята В. Г., 2011).

За механізмом дії та складом продукту регулятори росту рослин поділяють на такі групи (Domaratskiy E.O., Shcherbakov V., Bazaliy V., Kozlova O., Zhuikov A. et al., 2019):

- стимулятори ростових процесів;
- біопрепарати;
- мікродобрива (хелати);



- комплексні багатофункціональні речовини.

Дослідженнями щодо підвищення ефективності виробництва соняшнику, за рахунок застосування регуляторів росту займались такі науковці: Ю. С. Огурцов, О. В. Барановський, А. С. Канустін, І. І. Клименко, С. П. Пономаренко, С. Ю. Кучеренко, В. П. Федоряка, С. В. Почколіна, Ю. Ю. Щовть, Л. А. Ільків, І. В. Перетятко, П. М. Саблук, І. П. Мельник та ін. (Кучеренко С. Ю., 2015.; Матейчук Ю. В., 2015; Федоряка В. П., Бахчиванжи Л. А., С. В., 2013).

Основною властивістю ретардантів є забезпечення стимулювання неспецифічних реакцій рослин на стресори – впливати на інтенсивність і спрямованість фізіологічних процесів, змінювати співвідношення між основною й побічною продукцією, підвищувати адаптаційні можливості рослин до несприятливих чинників середовища (морозо-, зимо-, посухостійкість), збільшити врожайність культур і покращувати якість продукції, пришвидшувати чи сповільнювати ріст, цвітіння, хід розвитку бруньок, зав'язі і росту плодів, викликати опадання листків і багато інших процесів. Також їх застосування призводить до уповільнення лінійного росту та посилення галуження стебла і закладки більшої кількості генеративних органів (Qiu J., Hu J., Wen-jian S., et al., 2004).

Основною морфофізіологічною зміною рослин за дії ретардантів – це перебудова гормонального комплексу. Відомо, що у регуляції морфогенезу рослин ключову роль відіграє гормональна система. Слід відмітити, фізіологічний ефект залежить і від їх співвідношення, а не лише від концентрації окремих фітогормонів (Кур'ята В. Г. та ін., 2005).

Застосування ретардантів сприяє активізації процесів утворення хлорофілів, зумовлюючи збільшення показника суми хлорофілів. Літературні джерела свідчать і про загальне підвищення показника суми хлорофілів у разі застосування препаратів антигіберелінової дії (Городній М.М., Гончар О.М., 2006).

Попередні дослідження, результати яких є неоднозначними, свідчать, що застосування ретарданту, чинить різний вплив на показники площі листової поверхні польових та овочевих культур (Ткачук О.О., Кур'ята В.Г., 2015). Переважно відмічають зростання асимілюючої поверхні рослин у результаті впливу синтетичних аналогів гібереліну та ауксину.

Варто зазначити, що інші результати досліджень показують зростання листової поверхні у рослин соняшнику за впливу препаратів антигіберелінової дії (Рогач В. В., Попроцька І. В., Кур'ята В. Г., 2012; Zafirova T., Christov Ch., Iliev V., 1987; Кур'ята В. Г., Поливаний С. В., 2012).

Дослідження Т. І. Рогач, свідчать про можливість корегувати показники площі листової поверхні залежно від сортових особливостей культури та впливу погодних умов (Рогач Т. І., Кур'ята В. Г., 2018). Тоді, як результати досліджень В. І. Троценка (Троценко В. І., 2001) проведені в умовах Північно-Східного Лісостепу України, вказують на формування максимальних показників площі листків соняшнику на рівні 0,75–0,80 м<sup>2</sup>/росл. за вирощування їх на кінцеву густоту 55–60 тис. росл./га. Авторами відмічено наявність кореляційного зв'язку між тривалістю вегетації та рівнем тіневитривалості нижніх ярусів листків культури.

Формування асимілюючої поверхні рослин, як і всі продукційні процеси рослинного організму, залежить від низки чинників. Мова йде як про регульовані, так і нерегульовані чинники, які мають вплив на формування продуктивності сільськогосподарських культур. Важливе значення належить забезпеченості рослин елементами живлення впродовж вегетації, з обов'язковим врахуванням критичних періодів у потребі того чи іншого макро- чи мікроелемента. Лише за оптимального забезпечення елементами живлення є можливою реалізація генетичного потенціалу. Оскільки за достатньої кількості елементів живлення біохімічні реакції в рослинному організмі будуть проходити швидше. Нині багато уваги приділяють вивченню не тільки впливу основних елементів живлення на продуктивність культур, а й препаратів зі вмістом мікро-, наноелементів, антистресових і ріст

регулювальних препаратів (*Kalenska S., et al., 2021; Aksyonov I., 2007; Hernandez L. F., 1996; Noreen S. et al., 2009; Каленська С. М., Гарбар Л. А., Горбатюк Е. М., 2020*).

Завдяки дії окремих ретардантів відмічається зростання площі листків у рослин. Це відбувається завдяки дії ретардантів на морфогенез рослини. У результаті чого зростає інтенсивність процесу фотосинтезу (*Мусатенко Л. І., 2009; Шерстобоева О. В., Чабанюк Я. В., 2014; Pageau D., Lajeunesse J., Lafond J., 2006; Jun Q., et al, 2005; Saini J.S., Jolly R.S., Singh O.S., 1987*).

Ретарданти здатні проявляти мобілізувальну дію щодо потенційних можливостей рослинного організму. У результаті цього відбувається зростання врожаю культур (*Рогач Т. І., 2009; Hagye S. et al., 2007; Miliuviene L., 2007*).

У США в 1930 р. розпочалось застосування регуляторів рослу рослин у сільському господарстві, а саме етилену, який був ефективним для збільшення кількості квіток в ананасах (*Сендецький В. М., 2010*). Пізніше було винайдено багато синтетичних сполук, які використовуються у сільському господарстві, що мають схожу дію з природними рослинними гормонами. Сучасна класифікація рослинних гормонів налічує 6 класів (*пат. 58260 Україна, 2011*).

Використання регуляторів росту (мелафіну, гетероауксину й дигідрофосфату калію) на початку онтогенезу соняшнику у період дев'ятого етапу органогенезу призводить до збільшення ростових і метаболічних процесів, а стимуляція початкових ростових процесів – до збільшення врожайності, підвищення олійності зерна за рахунок посилення елементів структури врожаю (*Кудріна В. С. та ін., 2017*).

Дослідженнями науковців встановлено, що позакореневе застосування гіберелінової кислоти та бензиладеніну на рослинах соняшнику збільшувало кількість та масу насіння з рослини, але зменшувався відсоток порожніх насінин у внутрішній і середній частині кошика завдяки переважному розподілу фотоасимілятів від зовнішньої до внутрішньої його частини

(Beltrano J., Caldiz D. O., Barreyro R., Vallduvi G. S., Bezus R., 1994). Дослідження Ю. І. Ткаліча показали, що порівняно з контролем збільшення врожайності соняшнику на 13–15 % сприяє позакореневе підживлення сумішшю мікродобрих (Ткаліч Ю. І., 2016).

Установлено, що використання регуляторів росту рослин для передпосівної обробки насіння позитивно реагує на соняшник. Обприскування або передпосівна обробка насіння вегетуючих рослин сприяє кращому засвоєнню макро- та мікроелементів з ґрунту, стимуляцією рослин на стресові умови, що супроводжується підвищенням продуктивності культури – посиленню енергії проростання і польової схожості, ранній появі сходів, збільшенню діаметра кошика і більш ранньому досягненню посівів на 5–7 днів (Каленська С. М., Єгупова Т. В., 2008).

Установлено, що за обробки посівів препаратом інгібуючої дії, який розроблений на основі триазолів, а саме містить дифенокназол і паклобутразол здатний уповільнювати ріст вегетативних органів, утворювати стебло з більшим діаметром, яке формує більшу кількість елементів ксилеми, механічних волокон, препарат можна використовувати для боротьби зі стебловим виляганням рослин соняшнику.

У дослідженнях Кур'яти В. Г. та Кравець О. О. відмічено, що за застосування триазольної групи синтетичних фітогормонів значно змінилась морфологічна будова рослин помідорів: кількість, вага, площа листової поверхні порівняно з контролем (Kuryata V. G., Kravets O. O., 2018). Дослідження I. Tari et al. демонструють збільшення врожайності льону за застосування ретардантів паклобутразолу та прогексациону кальцію, а також покращувало якість продукції – підвищувало олійність і вміст лінолевої кислоти в олії (Nagy M., Mihalik E., 1994).

У роботі D. H. Scarisbrick et al. зазначено, що у рослин ріпаку значно зменшувалась довжина перших утворених міжвузлів за внесення паклобутразолу, тоді як середні та верхні міжвузля пізніше стали довшими за контрольні. У період бутонізації на ріпаку (*Brassica napus*) використання

паклобутразолу призвело до зниження росту рослин, а також негативно вплинуло на параметри врожайності культури й практично не мало ніяких переваг порівняно з рослинами, які не були оброблені. Застосування паклобутразолу на ріпаку ярого зменшувало розмір пелюсток і чашолистків на першосформованих квітках (*Scarisbrick D. H., Addoquaye A. A., Daniels R. W., Mahamud, S., 1985*).

Відмічено, що порівняно з необробленими рослинами соняшнику застосування препарату на основі триазолів сприяє посиленому галуженню коренів, розвитку потужної кореневої системи, що більшою мірою фіксує її у ґрунті й протидіє поривам вітру. Слід врахувати, що він має досить високу фунгіцидну ефективність, застосовується задля профілактики та боротьби з грибними хворобами – однією з причин перегину чи навіть зламу пагона. Обробку посівів регулятором здійснюють уранці або ввечері за безвітряної погоди, вносять у дозі 0,3–0,5 л/га за витрати робочого розчину 300 л/га до повного змочування листків (*Ходаніцька О., Ходаніцький В., 2018*).

За дослідженнями Ю. І. Ткаліч встановлено, що інкрустація насіння соняшнику композицією з регуляторів росту та мікродобрив стимулює проростання насіння, а сукупність мікро- і макроелементів – комплексне насичення поживними елементами на початкових стадіях росту рослин (*Ткаліч Ю. І., 2016*).

Важливу роль у продуктивності рослин відіграє фотосинтетична активність, яка визначається площею листової поверхні та мезоструктурною організацією, кількістю і тривалістю життя листків.

Дослідженнями вчених встановлено, що за допомогою ретардантів різних класів штучне гальмування ростових процесів рослин супроводжується істотними змінами морфогенезу, які стосуються формування різних рівнів організації фотосинтетичного апарату рослин (*Кур'ята В.Г., 2009*). Вилягання посівів є характерним для переважної більшості сільськогосподарських культур (*Cook Sarah K., 1992*). З метою запобігання вилягання рослин застосовують антигібереліни, які підвищують

їх стійкість до вилягання, яке пов'язано з посиленням механічної міцності стебла (*Scarisbrick D. H., Addo-Quaye A. A., Daniels R. W., 1985*).

Науковими дослідженнями встановлено, що за внесення хлормекватхлориду на культурі льону олійного збільшувалась кількість листків на рослині через менші розміри окремих листків, але без істотного зростання площі листової поверхні (*Ходаніцька О. О., Кур'ята В. Г., 2014*). За дослідженнями Л. А. Голунова встановлено, що за дії цього ретарданту в рослин сої збільшувалась кількість листків, так і площа листової поверхні (*Голунова Л. А., 2020*). У дослідженнях Т. І. Рогач на рослинах соняшнику за впливу хлормекватхлориду зменшувалась кількість листків, але внаслідок істотного зростання їх площі також збільшувалась їх сумарна площа (*Рогач Т. І., 2011*). Відмічено, що у рослин ріпаку озимого листки потовщувалися, однак знижувалась сумарна площа листової поверхні (*Рогач В. В., 2010*). Установлено, що за дії триазолпохідного препарату фолікуру в рослин маку олійного подовжувалася тривалість життя, збільшувались площа листової поверхні й маса сирої та сухої речовини листків (*Кур'ята В. Г., Поливаній С. В., 2015*). Також за застосування ретардантів на олійних культурах може посилюватися загальна їх площа листової поверхні без змін або навіть за зменшення площі окремих листків, через інтенсивне галуження стебла й закладання більшої кількості листків (*Голунова Л. А., 2020; Кур'ята В. Г., Поливаній С. В., 2015; Рогач Т. І., 2009; Ходаніцька О. О., Кур'ята В. Г., 2014*).

Болгарськими вченими встановлено, що використання рістрегуляторів у фазі цвітіння покращує процеси запилення, що впливає на збільшення кількості виповнених насінин із подальшим підвищенням маси 1 000 насінин і незначним збільшенням умісту олії в насінні (*Tahsin N., Kolev T., 2005*).

Отже, результати наукових досліджень, представлених у літературних джерелах щодо використання ретардантів або різні їх комбінацій здатні позитивно впливати на різні сільськогосподарські культури, зокрема і на рослини соняшнику.

### **Висновки до розділу 1**

Проаналізовані літературні джерела свідчать про те, що сучасне ведення сільського господарства неможливе без вирощування соняшнику, як в Україні, та і за її межами. Соняшник є високорентабельною культурою, посівні площі якого стрімко зростають, а термін повернення на попереднє місце скорочується. Вітчизняними та закордонними вченими визначено, що створення нових сортів і гібридів соняшнику призводить до підвищення врожайності та стійкості проти хвороб і шкідників. Застосування ретардантів забезпечує морфофізіологічні зміни культури та створюють передумови для підвищення продуктивності рослин.

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 1.1. Ґрунтові умови зони проведення досліджень

За темою дисертації було проведено польове дослідження в період з 2021 по 2023 рр. на території відокремленого підрозділу Національного університету біоресурсів і природокористування України «Агрономічна дослідна станція» на дослідних полях кафедри рослинництва. Господарство за географічним розміщенням розташоване в населеному пункті Пшеничне, Київської обл. Територія дослідного господарства є типовою за природними ґрунтоутворювальними чинниками. Рельєф місцевості рівнинний.

**Ґрунти.** На території господарства переважають чорноземи типові малогумусні крупнопилувато–легкосуглинкові за гранулометричним складом із такими морфологічними ознаками:

$H_{(к)}$  0-55 – гумусовий горизонт – темно-сірий, крупнопилувато середньосуглинковий, зернисто-комкуватий в орному і зернистий – у підорному шарі, ущільнений, багато червоточин, перехід до наступного горизонту поступовий.

$HP_k$  55-115 – гумусовий перехідний – темно-сірий, грубопилувато – середньосуглинковий, зернисто-комкуватою структурою, карбонатна «пліснява», наявні червоточини і кротовини. Перехід до наступного горизонту поступовий.

$Ph_k$  115-180 – нижній перехідний горизонт до породи – сірий, легкосуглинковий, не щільний, комкувато-призматична структура.

$P_k$  180-210 – частково палевий карбонатний лес.

Ґрунт характеризується високим вмістом валових і рухомих форм поживних речовин. Легкогідролізованого азоту міститься 10,6–11,4 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору – 6,2–6,5, обмінного калію – 8,9–10,6 мг/100 г ґрунту. Описані ґрунти займають значну частку ґрунтового покриття зони Лісостепу України.



Наприклад, вміст гумусу у верхньому горизонті Н становить 4,32 % і зменшується до 0,86 % з глибиною (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

**Агрохімічна характеристика чорнозему типового малогумусного  
(ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція»)**

| Глибина<br>взяття<br>зразка, см | Уміст<br>гумусу, % | pH <sub>сол.</sub> | Кількість<br>карбонатів,<br>% | Ємність<br>поглинання, м-екв<br>на 100 г ґрунту |
|---------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------|
| 0–10                            | 4,32               | 6,87               | -                             | 30,7                                            |
| 35–45                           | 3,23               | 7,30               | 1,66                          | 32,5                                            |
| 70–80                           | 1,12               | 7,33               | 9,20                          | 19,1                                            |
| 130–140                         | 0,86               | 7,39               | 10,50                         | 15,0                                            |
| 210–230                         | -                  | 7,42               | 9,70                          | -                                               |

Ґрунти близькі до нейтральних або нейтральні (рН 6,87–7,42), гідролітична кислотність 0,7–1,2 мг – екв/100 г ґрунту, з вмістом увібраних основ 22,8 – 32,6 мг – екв /100 г і насиченістю основами 93 – 98 %.

Водно-фізичні властивості чорнозему типового малогумусного наведено у табл. 2.2.

Таблиця 2.2

**Водно-фізичні властивості чорнозему типового малогумусного  
(ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція»)**

| Глибина<br>горизонту,<br>см | Щіль-<br>ність,<br>г/см <sup>3</sup> | Загальна<br>пористість,<br>% | Максимальна<br>молекулярна<br>вологоємність,<br>% | Вологість<br>в'янення,<br>% | Повна<br>волого-<br>ємність,<br>% | Полюва<br>волого-<br>ємність,<br>% |
|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 5–25                        | 1,24                                 | 52                           | 13,7                                              | 10,7                        | 28,4                              | 41,1                               |
| 25–45                       | 1,15                                 | 55                           | 13,7                                              | 10,8                        | 27,1                              | 47,0                               |
| 80–100                      | 1,24                                 | 52                           | 12,2                                              | 9,7                         | 25,5                              | 41,2                               |
| 135–155                     | 1,18                                 | 54                           | -                                                 | -                           | 21,6                              | 45,5                               |
| 185–205                     | 1,17                                 | 56                           | 12,1                                              | 9,5                         | 14,4                              | 48,3                               |
| 230–250                     | 1,55                                 | 42                           | -                                                 | -                           | 22,2                              | 27,1                               |

Зниження рівня гумусу в ґрунті зі збільшенням глибини пов'язано із меншою активністю органічних процесів у глибших шарах ґрунту. З цієї самої причини рН сольової витяжки зі зростанням глибини зростає. Органічні процеси, як-от розклад органічних речовин, можуть стимулювати

вироблення кислот у ґрунті. У глибших шарах ґрунту ці процеси можуть бути менш активними через обмежений доступ до органічного матеріалу або менш сприятливі умови для мікроорганізмів, які відповідальні за цей процес.

Зменшення ємності поглинання ґрунту у глибоких шарах може бути результатом різних фізико-хімічних та біологічних процесів, що відбуваються у цих шарах.

Характеристику гранулометричного складу ґрунту наведено у табл. 2.3. Поява більшої кількості дрібних часток у глибоких шарах ґрунту є наслідком процесу, відомого як «диференціація часток». Цей процес виникає в результаті різних фізичних, хімічних та біологічних впливів у глибоких шарах ґрунту. Зокрема, у глибоких шарах ґрунту диференціація часток може відбуватись під впливом води та вітру впродовж тривалого періоду часу. Процеси ерозії спричиняють видалення більших часток із глибоких шарів, залишаючи за собою більш дрібні фракції.

*Таблиця 2.3*

**Гранулометричний склад ґрунту ВП НУБіП України «Агрономічна  
дослідна станція»**

| Шар ґрунту | Кількість часток, % |               |                |
|------------|---------------------|---------------|----------------|
|            | більше 0,01 мм      | менше 0,01 мм | менше 0,001 мм |
| 0–25       | 76,6                | 23,4          | 12,65          |
| 25–45      | 75,2                | 24,8          | 13,25          |
| 45–120     | 65,7                | 34,3          | 14,59          |
| 120–180    | 64,3                | 35,7          | 15,2           |

Вищезазначені процеси здатні забезпечити зростання кількості дрібних часток у глибоких шарах ґрунту. Ці зміни спроможні на низку характеристик ґрунту, як-от його структура, водопроникність та властивості, які важливі для рослинного покриття та водних ресурсів.

За гранулометричним складом чорноземи типові переважно суглинкові, не мають помітні зміни мулистій фракції за профілем. Хімічний склад

чорнозему характеризується рівномірним розподілом  $\text{SiO}_2$  і  $\text{R}_2\text{O}_3$  за профілем.

## 2.2. Кліматичні умови проведення дослідження

За кліматичною класифікацією територія проведення дослідження відноситься до Правобережного Лісостепу України. Регіон характеризується помірним континентальним кліматом із великою різницею у показниках між сезонами, помірно холодними зимами та спекотними літами.

У результаті глобального потепління відбулися зміни у веденні сільського господарства, оскільки навіть в умовах України середньорічна температура повітря в останню декаду років зросла до  $9,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , що на  $2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  перевищує показники 60-х років XX ст.

Клімат помірно континентальний. Середня температура повітря становить  $8,2\text{--}9,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  з відносною вологістю 79 %. Середня багаторічна сума опадів досягає 540–560 мм з переважаючим випаданням їх навесні і влітку, (відповідно 120–135 та 195–200 мм). Взимку випадає в середньому 90–100 мм опадів, а восени 13–135 мм. Загалом за вегетаційний період випадає 65 % опадів, що повністю забезпечує вологою вирощувані культури.

Перехідні періоди (весна, осінь) мають переважно затяжний, нестійкий характер, але в середньому переважають теплі весни з достатніми (160–180 мм) запасами продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту і теплі, але сухі перші половини осінніх періодів.

Середня температура найтеплішого місяця (липня) становить  $22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  тепла, а самого холодного (січня) -  $2,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  морозу.

Сумарна сонячна радіація досягає  $90\text{--}94\text{ ккал/см}^2$  ( $3838,5\text{--}4051,8\text{ Мдж/м}^2$ ) за рік, а на частину сумарної ФАР (фотосинтетично активної радіації) припадає  $39\text{ ккал/см}^2$  ( $1663,4\text{ Мдж/м}^2$ ) за період вегетації з температурою повітря вище  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Річна сума опадів у середньому становить 560 мм, а іноді змінюється по роках від 300 до 750 мм. Найменші показники відносної вологості повітря спостерігаються в травні і становлять 45 %.

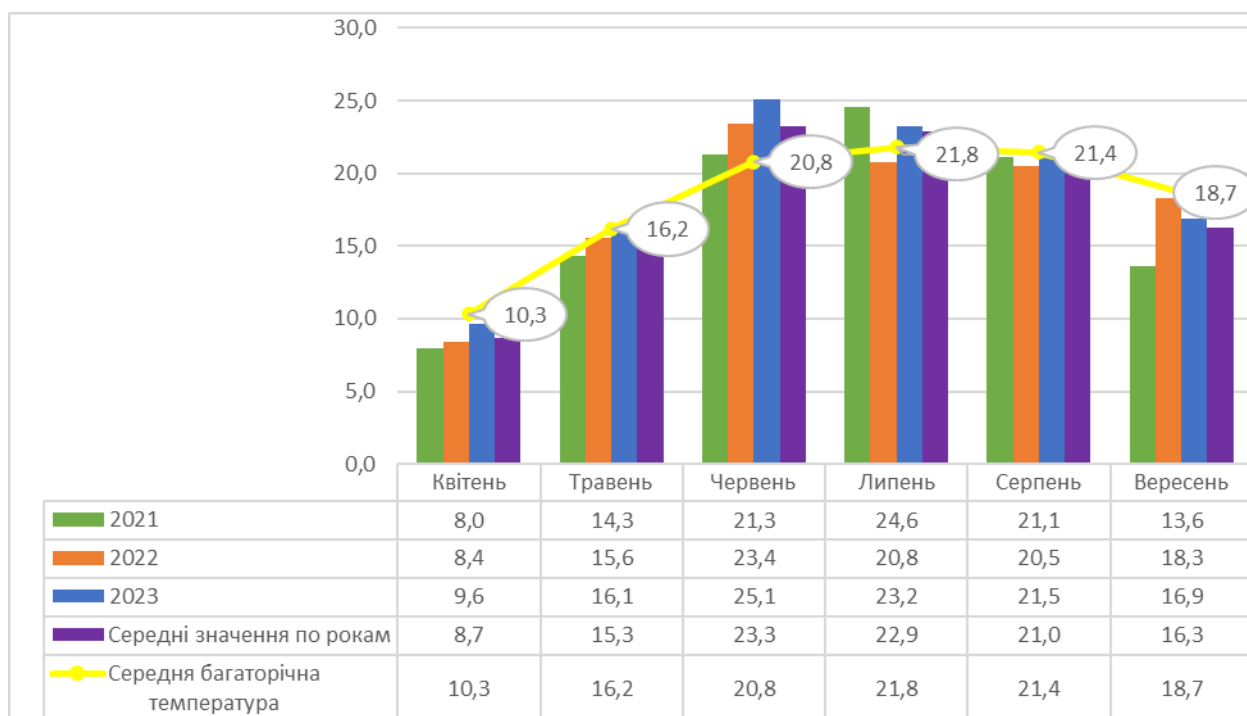
Тривалість теплового періоду року з позитивною добовою температурою повітря ( $t > 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), сягає 245 днів, зокрема тривалість вегетаційного періоду більшості сільськогосподарських культур ( $t > 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) – 201 день, періоду активної вегетації сільськогосподарських культур ( $t > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) – 159 днів і найбільш забезпеченого теплом періоду ( $t > 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) – 109 днів.

Тривалість періоду з температурою вище  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$  становить у середньому 210–215 днів, а з температурою вище  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  – 150–189 днів.

Варто зазначити, що у вологі та слабозасушливі роки лише окремі місяці характеризувалися достатнім зволоженням, тоді як у деяких випадках зволоження було надмірним. Щодалі частіше, зокрема за останні 10 років, декільком місяцям притаманні сухі умови ( $\text{ГТК} < 0,4$ ), а тривалий період таких засух негативно впливає на продуктивність посівів та якість продукції.

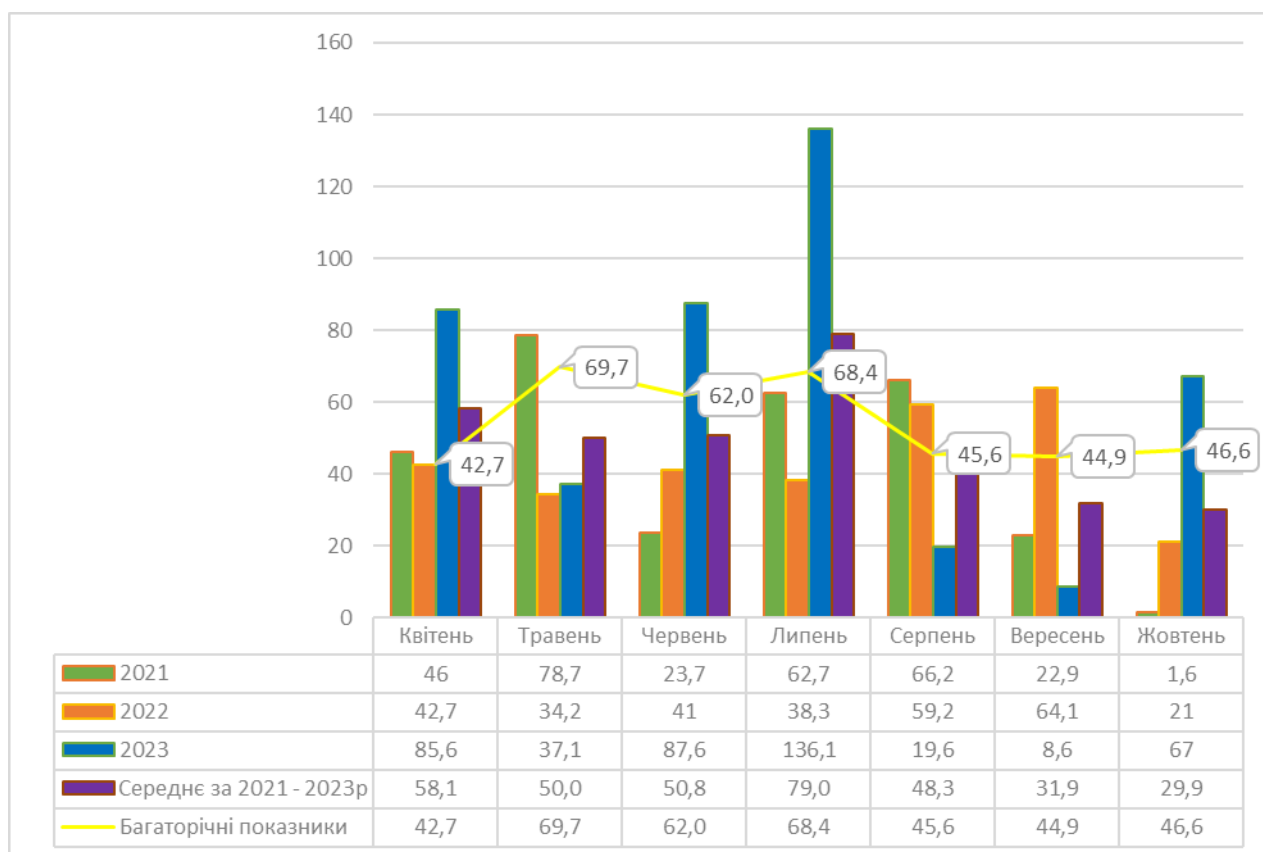
Погодні умови в рік проведення досліджень (2021 р.) відрізнялися істотною відмінністю від багаторічних показників (рис. 2.1) за середньомісячною температурою повітря, і, як наслідок, сумою активних температур.

Середньодобова температура в квітні та травні була нижчою, ніж багаторічне значення, що спричинило зміщення строків сівби теплолюбних олійних культур на більш пізні. Сума опадів за травень становила 77 мм, що на 29 мм вище багаторічного значення, а в умовах нижчої температури режим зволоження цього місяця відповідав надмірному, адже розрахований ГТК становив 1,8. Температура повітря в червні істотно зросла і досягла  $21,3^{\circ}\text{C}$ , що перевищує багаторічне значення на  $2,8^{\circ}\text{C}$ . Зауважимо, що режим зволоження відповідав сухим умовам з огляду на менший показник кількості опадів (24 мм). Завдяки перезволоженню у попередній місяць вдалося уникнути негативних наслідків.



**Рис. 2.1. Середньодобова температура повітря в роки проведення дослідження на період вегетації соняшнику та багаторічні показники, °С**

Сума опадів за липень становила 63 мм, що лише на 20 мм менше норми, але середньомісячна температура сягала 24,6 °С, що на 5 °С більше багаторічного значення (рис. 2.2). У таких екстремальних умовах навіть за достатньої кількості опадів ГТК знижувався до 0,8, що свідчить про засушливі умови. У серпні температурний режим стабілізувався, а перевищення багаторічного показника становило лише 0,9 °С. Водночас кількість опадів сягала 66 мм, що в поєднанні з надходженням теплової енергії відповідало ГТК 1,0, тобто слабозасушливим умовам або достатньому зволоженню. Середньомісячна температура вересня була на 0,8°С нижчою за багаторічне значення, а сума опадів –23 мм, що загалом було сприятливим для досягання продукції олійних культур (соняшнику), але могло негативно позначитися на деяких культурах із тривалим періодом досягання (рицині, чужі). Температура жовтня становила 8,4°С, що нижче біологічного мінімуму активної вегетації багатьох олійних культур.



**Рис. 2.2. Кількість опадів у роки проведення дослідження на період вегетації соняшнику та багаторічні показники, мм**

Весна 2022 р. загалом характеризувалася підвищенням, порівняно із багаторічними даними, температурним режимом та посушливістю. Так, у березні середньодобова температура повітря була неістотно вищою за середньобагаторічну на 1,9 °С, а у квітні і травні перевищувала її на 13,6 та 10,8 %, відповідно. Сума опадів за цей період становила від 19,8 мм до 26,4 мм, причому розподіл їх був дуже нерівномірним. Так, у першій половині березня і травня опади були відсутні, у третій декаді травня випало лише 1,2 мм, що значно впливало ріст й розвиток рослин пшениці.

Червень був теплим і посушливим із середньодобовою температурою повітря 22°С, яка перевищувала середньобагаторічну на 3,2°С, тим часом як опадів випало лише 45,8 мм. Липень за показниками температури також перевищував середньобагаторічні дані (на 4,3°С), кількість опадів була ще нижчою і становила 33,7 мм (див. рис. 2.1, 2.2).

Аналіз показників періоду вегетації 2023 р. показав, що показники першої та третьої декад квітня були нижчими від середніх багаторічних, відповідно на 0,1 та 0,8 °С. Друга декада характеризувалася показниками, що були на 0,4 °С вищими від багаторічних даних. У другій декаді травня показники були нижчими від середніх багаторічних на 2,7 °С.

Показники другої та третьої декад травня та весь червень характеризувалися температурними даними, що різнилися у бік зростання порівняно до середніх багаторічних: друга декада травня на 1,1 °С, третя – на 1,8 °С. У червні показники перевищували середні багаторічні за декадами, відповідно, на 0,5, 0,8 та 1,0 °С.

У липні та серпні також були зафіксовані перевищення середніх багаторічних температурних показників. До того ж показники липня характеризувалися зростанням середніх показників на 0,9, 0,7 та 0,6°С, відповідно до декад. Істотна різниця між показниками була зафіксована у серпні. Перевищення сягали за декадами : 1,0, 3,4, 5,6 °С.

Аналіз показників випадання опадів за аналогічний період свідчить про їх недостатню кількість та нерівномірний розподіл (див. рис. 2.2).

Сума опадів за квітень значно перевищувала середні багаторічні показники, що пояснювалося надмірною їх кількістю у першій декаді – 71,7 мм. Тоді, як у другій та третій декадах їх кількість становила 24,3 (за середніх багаторічних – 14,4 мм) і 11,5 мм (13,6 мм).

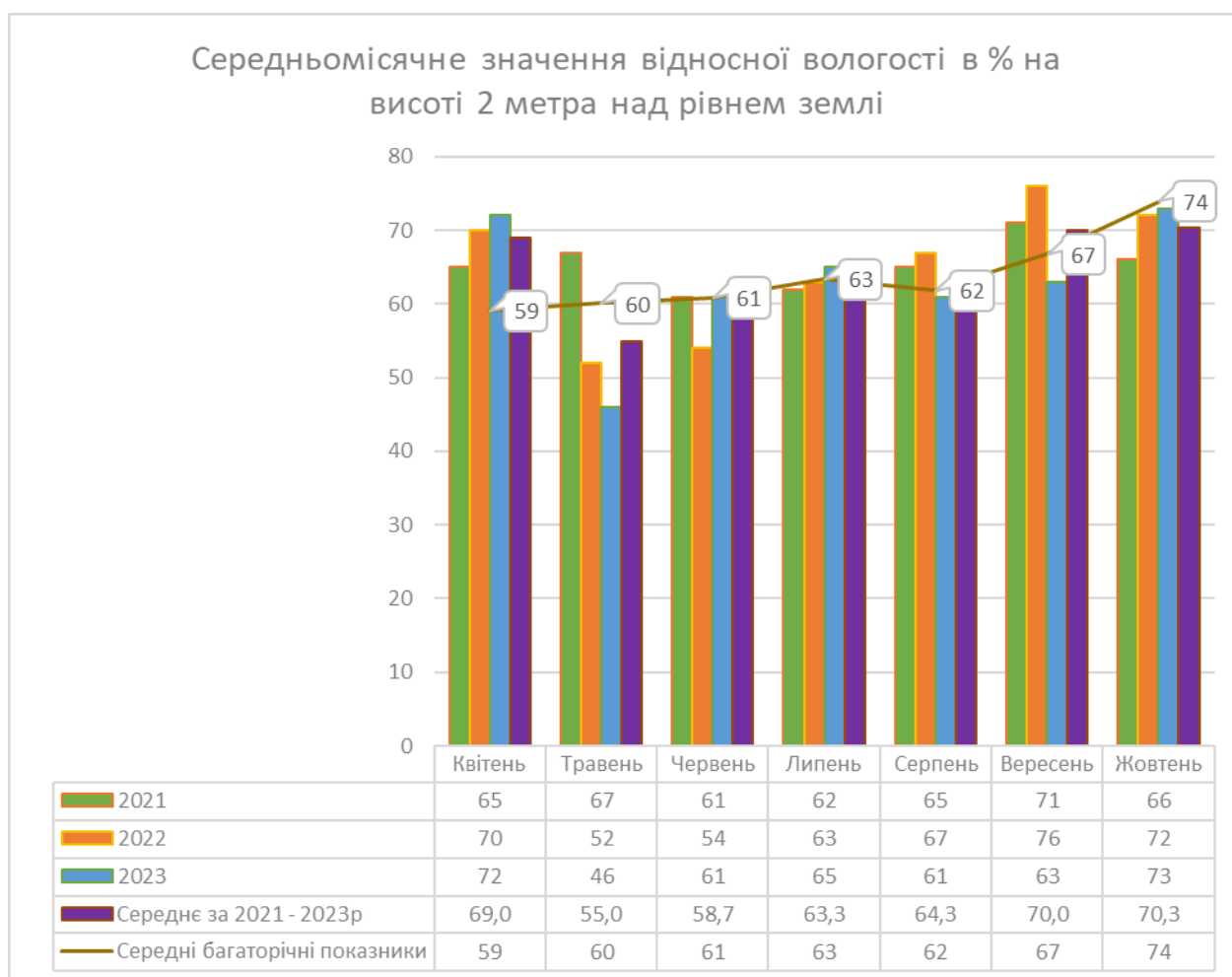
Травень видався надзвичайно посушливим та характеризувався найменшою кількістю опадів порівняно з усіма місяцями вегетації культур – 1,7 мм. З розподілом опадів за декадами: 0, 0,3 та 1,4 мм.

У червні кількість опадів сягала 66,7 мм, що на 4,4 мм менше від показників середніх багаторічних, проте, впродовж другої декади випало лише 30 % від норми цього періоду.

Кількість опадів, що випала у липні, була на 18 мм нижчою за багаторічні показники та характеризувалася низькою кількістю опадів у першій декаді – 7,9 мм (27 % до середніх показників).

Серпень виявився посушливим. У цей період випало лише 43 % опадів до багаторічних показників (перша декада – 1,7 мм; друга декада – 0 мм). Упродовж третьої декади серпня показник становив 23,9 мм при середньому багаторічному – 14,0 мм.

Відносна вологість повітря у квітні 2021 р. була більшою на 6 % від багаторічних показників, а в 2022 і 2023 рр. – на 11 та 13 % відповідно. (рис. 2.3). Тоді, як у травні показники 2022–2023 рр. були значно нижчими і становили 52 % у 2022 р. і 46 % у 2023 р., що на 8 % та 14 % менше, ніж багаторічні показники. У період вересня ми спостерігали підвищення показників у 2021–2022 рр. на 4 % і 9 % відповідно.



**Рис. 2.3. Відносна вологість у роки проведення дослідження на період вегетації соняшнику та багаторічні показники, %**

Проведені нами розрахунки та аналіз отриманих коефіцієнтів істотності відхилень середніх добових значень добових температурних



показників до багаторічних дають можливість зробити висновок, що лише 52 % місяців періоду вегетації відповідали категорії «умови, близькі до звичайних», тоді, як 31 % – категорії «умови, що сильно відрізняються від середніх багаторічних» та 17 – «умови, наближені до рідкісних» (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

**Коефіцієнт істотності відхилень температури повітря (2021–2023 рр.)**

| Місяць (декада) | Роки |      |      |
|-----------------|------|------|------|
|                 | 2021 | 2022 | 2023 |
| Квітень (1)     | -0,9 | 0,3  | 0,6  |
| Квітень (2)     | 0,3  | -0,9 | 0,6  |
| Квітень (3)     | -0,5 | 0,3  | 0,3  |
| Травень (1)     | 0    | -0,2 | 0,2  |
| Травень (2)     | -2,3 | -2,3 | 2,9  |
| Травень (3)     | -0,6 | -0,8 | 1,4  |
| Червень (1)     | -1,9 | 1,1  | 0,8  |
| Червень (2)     | 2,7  | -2,3 | -0,4 |
| Червень (3)     | 0,8  | 0    | -0,7 |
| Липень (1)      | -0,1 | -0,2 | 0,3  |
| Липень (2)      | 1,8  | -2   | 0,2  |
| Липень (3)      | 0,6  | 0    | -0,6 |
| Серпень (1)     | -2,2 | 1,5  | 0,7  |
| Серпень (2)     | -0,4 | 0    | 0,5  |
| Серпень (3)     | 2,4  | 2    | 1,8  |
| Вересень (1)    | 1,9  | -0,4 | -1,4 |
| Вересень (2)    | 2,3  | -2,1 | 1,9  |
| Вересень (3)    | -1   | 2,1  | -1   |

Розрахунки коефіцієнтів істотності відхилення суми опадів від багаторічних даних засвідчують, що лише 46 % місяців періоду вегетації 2021–2023 рр. відповідали категорії «умови, близькі до звичайних». При цьому, 42 % місяців належали до категорії «умови, що сильно відрізняються від середніх багаторічних» та 13 – «умови, наближені до рідкісних».

Таблиця 2.5

**Коефіцієнт істотності відхилень опадів (2021–2023 рр.)**

| Місяць (декада) | Роки |      |      |
|-----------------|------|------|------|
|                 | 2021 | 2022 | 2023 |
| Квітень (I)     | 1    | 0,6  | 3,1  |
| Квітень (II)    | 1,7  | 0,6  | 2,1  |
| Квітень (III)   | 0,1  | 0,2  | -0,7 |
| Травень (I)     | 0,5  | -0,7 | -0,7 |
| Травень (II)    | 0,5  | 0,1  | -0,5 |
| Травень (III)   | -1   | 3,9  | -3,2 |
| Червень (I)     | 2,9  | -0,6 | 3,1  |
| Червень (II)    | -3,2 | 2,9  | 0,2  |
| Червень (III)   | 0,9  | 0,1  | 0,5  |
| Липень (I)      | -2,7 | -1,9 | 4,3  |
| Липень (II)     | -0,5 | 0,5  | 1,1  |
| Липень (III)    | -1,3 | -1,2 | 3,5  |
| Серпень (I)     | 1,1  | 1,2  | -0,3 |
| Серпень (II)    | 0,4  | 0,3  | -3,1 |
| Серпень (III)   | 2,9  | -1   | 0,5  |
| Вересень (I)    | 2,6  | 0,9  | -2,3 |
| Вересень (II)   | 0,8  | 3    | -0,2 |
| Вересень (III)  | -1,5 | 2,1  | -3,1 |

Погодні умови років, упродовж яких проводилися досліджень не були оптимальними для вирощування соняшнику, оскільки не відповідали вимогам біологічних особливостей культури.

**2.3. Методика та матеріали дослідження**

Польовий трьохфакторний дослід було закладено методом розчеплених блоків. Агротехніка, яка використовувалась для вирощування гібридів соняшнику, загальноприйнята для лісостепової зони України.

Схема дослідження передбачала дослідження таких факторів (табл. 2.6): фактор А – гібриди соняшнику (РЖТ Волльф, Альзан, ЕС Белла, Лайм;

фактор В – удобрення; фактор С – застосування ретарданту Сетар (ВВСН 30 – 32, 0,5 л/га). Дослід виконували в чотирьох повтореннях. Площа облікової ділянки становить 50 м<sup>2</sup>.

Попередник – пшениця озима. Густота рослин на період збирання урожаю становила 55 тис. рослин на 1 га. Добрива вносили відповідно до схеми досліду: азотні – під передпосівну культивуацію, фосфорні та калійні – під основний обробіток.

Ретардант вносили в фазі ВВСН 30–32 згідно з рекомендаціями виробника 0,5 л на 1 га ручним оприскувачем. Згідно з методикою державного сортовипробування проводили фенологічні спостереження. Для цього відмічали час настання тої чи іншої фенофази для кожної ділянки окремо. За початок фази брали період, коли 15% рослин досягли цієї фенофази, а за повну – коли було досягнуто 75 % рослин.

Лінійний ріст рослин простежували за рахунок вимірів висот рослин на різних етапах їх росту та розвитку. Заміри проводили у 5-кратному повторенні 10 рослин.

Таблиця 2.6

Схема досліду

| <b>Фактор А – норма внесення добрив</b>              | <b>Фактор В – обробка ретардантом Сетар</b> | <b>Фактор С – гібрид</b> |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------|
| 1. N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | Обробка водою                               | РЖТ Волльф               |
| 2. N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | Обробка ретардантом Сетар                   | Альзан                   |
| 3. N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  |                                             | ЕС Белла                 |
| 4. N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> |                                             | Лайм                     |
| 5. N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> |                                             |                          |

– Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин проводили згідно з «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур» (Волкодав, 2020, Ермантраут та ін., 2014).

– Стадії та мікростадії росту та розвитку соняшнику визначали за шкалою ВВСН.

- Облік, супутні спостереження проводили за методикою польових дослідів із вивчення агротехнічних прийомів вирощування соняшнику розробленою в ІОК НААН України та методикою проведення польового дослідів (*Ермантраут та ін., 2014; Рожков, 2016*).
- Площу листової поверхні рослин соняшнику визначали за допомогою сканування з використанням комп'ютерної програми IpSquare.
- Вимірювання діаметра стебла рослин соняшнику проводили на рівні 1 м висоти рослини, штангенциркулем в несуміжних повтореннях у 10 рослинах кожного варіанта. Вимірювання проводили у фазі повної стиглості.
- Визначення вмісту хлорофілу у листках рослин здійснювали класичним спектрографічним методом на відповідних стадіях росту і розвитку гібридів соняшнику. Екстрагування хлорофілів проводили 96 % етиловим спиртом із подальшим визначенням оптичної густини витяжки пігментів на спектофотометрі КФК-3 і проведення подальших розрахунків.
- Вміст сухої речовини в рослинах визначали з кожного варіанта дослідів шляхом висушування наважок до абсолютно сухого стану за температури 105 °С, відповідно (*Рожков та ін. 2016*).:

Розрахунки проводили за формулою:

$$X = \frac{B_2 - B}{B_1 - B} \times 100,$$

де  $X$  – вміст абсолютно сухої речовини, %;

$B$  – маса бюкса, г;

$B_1$  – маса бюкса з наважкою до висушування, г;

$B_2$  – маса бюкса з наважкою після висушування;

- фотосинтетичний потенціал (ФП) розраховували (*Рожков та ін. 2016*).:

$$\Phi\Pi = \frac{[(L_1 + L_2) \times T_1 + (L_2 + L_3) \times T_2 \dots]}{2},$$

де  $L_1 + L_2$  – сума площі листків по періодах, тис. м<sup>2</sup>/га;

$T_1, T_2 \dots$  – тривалість роботи листків, днів;

– підраховували сумарне водоспоживання соняшнику методом водного балансу за Г.А. Пліткіним за формулою:

$$E = O + (W_n - W_k),$$

де  $E$  – сумарне водоспоживання за вегетаційний період, м<sup>3</sup>/га;

$W_n$ ,  $W_k$  – запас вологи в розрахунковому шарі ґрунту, відповідно на початок і кінець періоду вегетації, м<sup>3</sup>/га;

$O$  – атмосферні опади за період вегетації, м<sup>3</sup>/га.

Коефіцієнти водоспоживання соняшнику встановлювали за формулою:

$$K_v = E : U,$$

де  $K_v$  – коефіцієнт водоспоживання, м<sup>3</sup>/т;

$E$  – сумарне водоспоживання за період вегетації, м<sup>3</sup>/га

$U$  – урожайність насіння, т/га.

- Визначення ступеня ураження хворобами проводили за «Методикою проведення фітопатологічних досліджень».

- Вологість ґрунту досліджували термостатно-ваговим методом. Дослідження проводили на момент сівби. Проби ґрунту відбирали по горизонтах. Зразки за допомогою бура відбирали, поміщали у металеві бюкси, зважували і ставили на сушку в термостат за температури 110 °С. Потім зразки висушували, зважували і розрахунки проводили за формулами:

$$V = ((M_1 - M_2)/M_1) * 100,$$

де  $V$  – вологість ґрунту, %;

$M_1$  – маса сирого ґрунту, г;

$M_2$  – маса сухого ґрунту, г.

За показниками вологості ґрунту визначали запас продуктивної вологи за формулою:

$$W = 0,1gh (V_{\phi} - V_v),$$

де  $W$  – продуктивна волога, мм;

$g$  – щільність ґрунту, на який проводиться розрахунок, г/см<sup>3</sup>;

$h$  – глибина ґрунту, см;

$V_{\phi}$  – фактична вологість ґрунту, %;

$V_в$  – вологість сталого в'янення, %.

Водний баланс у метровому шарі ґрунту визначали за А. Костяковим спрощеним методом, для визначення загального водоспоживання та коефіцієнта водоспоживання (2.5).

$$W_{\text{заг}} = (W1 - W2) + O,$$

де  $W_{\text{заг}}$  – загальне водоспоживання, м<sup>3</sup>/га;

$W1$  – запас продуктивної вологи на початку вегетації, м<sup>3</sup>/га;

$W2$  – запас продуктивної вологи перед збиранням урожаю, м<sup>3</sup>/га;

$O$  – атмосферні опади за вегетацію, м<sup>3</sup>/га.

– Біометричні виміри рослин проводили за фазами росту та розвитку рослин соняшнику. При цьому підраховували кількість живих та сухих листків на кожній із 25 рослин, вимірювали їх довжину та ширину. Висоту рослин визначалась шляхом промірювання 25 постійних рослин на двох несуміжних повтореннях у фазах утворення кошиків, цвітіння, повної стиглості, а діаметр кошика — наприкінці вегетації (Рожков та ін. 2016).

– Накопичення надземної біомаси рослин визначали у фазах утворення кошиків, цвітіння, повної стиглості шляхом відбору типових рослин і подальшого встановлення сухої маси листків, стебла, кошиків, насіння.

– Визначення структури врожаю проводили у фазі повної стиглості на всіх ділянках шляхом відбору зразків на 15 рослинах (знімали всі кошики). Кошики кожної повторності обмолочували та визначали масу насіння (Рожков та ін. 2016).

– Визначення врожайності основної та побічної продукції проводили поділянково, методом суцільного обліку прямим комбайнуванням. Бункерну масу насіння перераховували на урожай з 1 га з урахуванням засміченості і вологості в перерахунку на 8 % (ДСТУ 7011:2009).

– Визначення показників фізичної якості насіння: маси 1000 насінин (ДСТУ 4138-2002).

– Визначення вмісту жиру та вологи (ДСТУ ISO 10565:2003); вмісту білка (ISO 10565:1998, IDT; ДСТУ ISO 5983:2003); жирнокислотний склад олії (ISO 10565:1998, IDT); ДСТУ ISO 5983:2003).

Статистичну обробку даних виконували за допомогою дисперсійного аналізу з використанням програм «Statistica 12».

Економічну ефективність вирощування соняшнику розраховували використовуючи технологічні карти вирощування та актуальними цінами на 2024 р., а також керувалися відповідними методичними рекомендаціями.

## 2.4. Характеристика ретарданту

**Сетар** здійснює інгібування росту вегетативних органів, при цьому не порушує накопичення поживних речовин. За використання препарату на соняшнику відбувається зменшення висоти рослини, потовщення стебла для запобігання вилягання та активний ріст кореневої системи, що збільшує площу живлення рослини та покращує споживання елементів живлення та вологи в ґрунті, що забезпечує отримання вирівняних кошиків, дружнє цвітіння та дозрівання.

Препарат складається з 125 г/л паклобутразолу та 250 г/л дифеноконазолу.

Паклобутразол – регулятор росту із класу триазолів, який пригнічує біосинтез гібереліну в рослинах, збільшує вміст абсцизової кислоти та регулює вивільнення етилену. Уповільнює швидкість росту і контролює подовження стебла культури, укорочує міжвузля, підвищує стійкість рослин до стресу.

Дифеноконазол – це фунгіцидна діюча речовина із класу триазолу, яка запобігає розвитку грибних інфекцій, перешкоджаючи синтезу ергостеролу, необхідного для життєдіяльності грибів, тим самим пригнічуючи їх ріст та розмноження.

Обробку препаратом на посівах соняшнику проводили на 2-3 макростадіях ВВСН. Норма витрати препарату становить 0,5 л/га. Препарат суміжний із більшістю фунгіцидів, інсектицидів та добривами. Оптимальна температура застосування препарату коливається від +8°C до +25°C. Рекомендована норма витрати робочого розчину 200 л/га. Клас токсичності препарату II.

## **2.5. Характеристика гібридів соняшнику, які використовувались у дослідженні**

### ***Гібрид РЖТ Волльф***

Гібрид групи компаній РАЖТ Семенс внесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2017 р. Зарекомендував себе як стійкий до вилягання, стабільний за врожайністю та пластичний до умов вирощування гібрид. Належить до ранньостиглої групи стиглості, класичної системи гербіцидного захисту та має стійкість до вовчка рас А – F. Вміст жиру 54 – 56 %. Висота рослини нижча за середню. Толерантність до хвороб, (1 – 9): фомопсис – 8, фомоз – 7, іржа – 8, біла гниль кошика – 8, несправжня борошниста роса – 7.

### ***Гібрид Альзан***

Гібрид занесений до Державного реєстру сортів, рослин придатних для поширення в Україні у 2001 р. компанією Euralis Semences, проте українська компанія «Альфа Хімгруп» отримала ліцензію на виробництво насіння гібрида «Альзан» під маркою «Альфа Сідс». Ранньостиглий гібрид. Період вегетації становить 101 день. Холодостійкий. Має високу стійкість до хвороб, особливо до фомопсису, склеротинії і фомозу. Вміст жиру в насінні становить 48 – 50 %. Висота рослини сягає 169 см.

### ***Гібрид ЕС Белла***

У 2013 р. компанією Euralis Semences гібрид було занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, проте після об'єднання компаній випускається під брендом Lidea. Ранній



гібрид. Період до збирання становить 100 – 105 днів. Висота рослини 160 см, має добре розвинену кореневу систему. Посухостійкий. Вміст жиру – 49 – 51 %. Толерантність до хвороб становить (від 1 до 9): фомопсис – 7, склеротиніоз кошика – 8, склеротиніоз стебла – 9, іржі – 8, вертицильозу – 8. Насіння має стійкість проти вовчка вище сьомої раси. Добре пристосований до різних типів ґрунтів.

### ***Гібрид Лайм***

Високоврожайний та стабільний гібрид соняшнику для класичної технології вирощування. У 2019 р. гібрид було занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні Товариством з обмеженою відповідальністю «Всеукраїнський науковий інститут селекції (ВНІС)». Насіння стійке до нових рас вовчка соняшникового А-G+. Посухостійкий, вирізняється високою адаптивністю до умов вирощування. Гібрид ранньостиглий, період вегетації становить 100 днів. Вміст жиру в насінні соняшнику становить 50 – 52 %. Висота рослини – 155 – 160 см. Толерантність до хвороб становить (від 1 до 9): фомоз – 8, фомопсис – 9, іржа – 9, несправжня борошниста роса – 9, сіра гниль (ботритис) – 8, біла гниль – 9.

## **Висновки до розділу 2**

1. Ґрунтові умови, а саме чорнозем типовий малогумусний характеризувався низькою забезпеченістю азотом, середньою – фосфором і калієм та є придатним для реалізації генетичного потенціалу соняшнику.

2. Аналіз показників погодних умов років досліджень свідчить про їх відмінність, як між собою, так і порівняно з середніми багаторічними показниками. Впродовж років досліджень спостерігалось істотне підвищення показників температурного режиму за недостатньої кількості опадів із нерівномірним їх розподілом.

3. Аналіз коефіцієнтів істотності погодних умов вегетаційних років проведення досліджень (2021–2023 рр.) свідчать про значні відхилення, кожного окремо взятого року, місяця, декади за основними показниками.

4. У дослідженнях застосовували загальноприйняті програми та методики польових та лабораторних випробувань, типову для цієї зони агротехніку.

### РОЗДІЛ 3

## РІСТ, РОЗВИТОК ТА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОНЯШНИКУ ЗА ВПЛИВУ УДОБРЕННЯ, ДІЇ РЕТАРДАНТУ, ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ

### 3.1. Вплив забезпечення вологою на розвиток та формування продуктивності гібридів соняшнику

Завдяки високій адаптації соняшнику до ґрунтових та кліматичних умов він посідає провідні позиції у виробництві олійних культур в Україні. Культура набуває широкого використання у зв'язку із зростанням попиту на насіння не лише в нашій країні, а й у всьому світі.

Впровадження сучасних технологій вирощування культури забезпечило нарощування обсягів його виробництва. У зазначеному випадку акцентується увага саме на вирощуванні гібридів інтенсивного типу, які забезпечують максимально можливу реалізацію генетичного потенціалу культури (Адаменко Т., 2005).

Вивчення детально та всебічно морфобіологічних особливостей соняшнику здатне забезпечити більш повну реалізацію генетичного потенціалу конкретного сорту чи гібрида культури. Сприяти цьому буде і удосконалення та розробка окремих елементів технології вирощування, які спроможні створити наближені до оптимальних умови їх росту та розвитку (Оверченко Б., 2001).

Важливе значення у процесі росту та розвитку рослин соняшнику відіграє і забезпечення тепловими ресурсами. Завдяки достатньому забезпеченню ефективних та активних температур, цьому питанню приділяється менше уваги. Хоча вивчення його також є нині пріоритетним та належить до актуальних. Однак, вологозабезпеченню належить лімітуюче значення у процесі росту та розвитку, формуванні продуктивності не лише

соняшнику, а й інших культур. Особливо це актуально в умовах недостатнього та нестійкого зволоження, в яких перебуває практично вся територія України (Вожегова Р. А., 2019; Гамаюнова В. В., Кудріна В. С., 2018; Домарацький Є. О., Добровольський А. В., 2017).

В умовах росту та розвитку рослин важлива увага приділяється не лише кількості опадів та їх розподілу впродовж вегетації культури, а й наявність вологи, яка буде доступна рослинам, у ґрунті (Коваленко А. М., 2012; Кохан А. В., 2016).

Тому, за проведення оцінки вологозабезпеченості культур, беруть до уваги наявність вологи в ґрунті на період сівби, кількість опадів за вегетацію культури та залишок вологи в ґрунті на період збору врожаю.

В умовах Правобережного Лісостепу України основним джерелом надходження вологи в ґрунт є опади, кількість яких, як свідчить аналіз літературних джерел є недостатньою, з відміченим нерівномірним їх розподілом. Основна кількість опадів переважно припадає на період весняно-літньої вегетації культур.

Варто враховувати й те, що аналіз погодних умов останніх 10 років свідчить про те, що на фоні близьких показників вологозабезпечення культури відмічається зменшення кількості продуктивних дощів. Тоді, як спостерігається зростання кількості злив, що, своєю чергою, спричиняє створення стресових умов та має негативне відображення на рості й розвитку рослин та формуванні їх продуктивності.

Проведені розрахунки показників запасів вологи свідчать про істотну їх різницю за роками досліджень. Так, упродовж 2021–2023 рр. запаси вологи в ґрунті для періоду вегетації соняшнику варіювали від 3217 (2022 р.) до 4402 (2023 р.) м<sup>3</sup>/га (табл. 3.1).

Кількість опадів за роки досліджень характеризувалася показниками, які становили у 2021р. – 2489 м<sup>3</sup>/га, 2022 – 1923, 2023 р. – 2963 м<sup>3</sup>/га. Витрати вологи за вегетацію становили за розрахунками 2533–3645 м<sup>3</sup>/га. Максимальний показник було отримано у 2023 р.

Таблиця 3.1

**Вологозабезпеченість у період росту та розвитку гібридів  
соняшнику (2021–2023 рр.)**

| Рік досліджень | Запаси продуктивної<br>вологи в ґрунті на<br>період сівби, м <sup>3</sup> /га | Опади за вегетацію,<br>м <sup>3</sup> /га | Запаси вологи, всього,<br>м <sup>3</sup> /га | Залишок<br>вологи на період<br>збирання врожаю, м <sup>3</sup> /га | Витрати вологи за<br>вегетацію, м <sup>3</sup> /га |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 2021           | 1513                                                                          | 2489                                      | 4002                                         | 895                                                                | 3107                                               |
| 2022           | 1294                                                                          | 1923                                      | 3217                                         | 684                                                                | 2533                                               |
| 2023           | 1439                                                                          | 2963                                      | 4402                                         | 757                                                                | 3645                                               |

На різних етапах свого розвитку рослини мають різну потребу у волозі. Так, рослини соняшнику у період від початку розвитку до утворення кошиків споживають близько 25 % усієї необхідної для них вологи. У цей період рослини використовують вологу, яка міститься у верхніх шарах ґрунту. Тоді, як на період утворення кошиків–цвітіння рослиною споживається близько 60 % від потреби. За недостатньої кількості вологи у вказаний період спостерігається формування недорозвинених кошиків та сім'янок.

На етапі фізіологічної стиглості (вологість насіння 35–40 %) відбувається зменшення швидкості біологічних процесів та фізіологічне випаровування води, при якому в умовах посушливої погоди насіння втрачає до 2,0 % вологи.

Водозабезпечення рослин соняшнику залежить від поточного рівня водних запасів у ґрунті та погодних умов упродовж вегетації культури (опадів, температури, відносної вологості). Як свідчать попередні дослідження, в умовах високо рівня вологозабезпеченості ґрунту рослини соняшнику споживають вологу за наростаючою амплітудою.

Одним із чинників, що визначає витрати вологи рослинами соняшнику на транспірацію є біологічні особливості та генотип гібрида чи сорту, що

характеризується низьким внутрішнім опором води у великих судинних пучках стебла та низьким внутрішнім опором продохів парам води.

На етапі сівба–цвітіння кошиків рослини соняшнику використовують незначну кількість вологи з ґрунту – 70–85 мм. У період сівба–повні сходи посівами соняшнику випаровується 2–4 мм/га за добу, оскільки у цей період відсутня рослинність, що вкриває ґрунт. Змикання рядків сприяє зменшенню випаровування з поверхні ґрунту. До того ж відбувається зростання поглинання води рослинами. Рослини соняшнику у період формування кошика–дозрівання поглинає 100–120 мм води (*Зайцева І.О., Поворотня М.М., 2014; Каленська С.М. Горбатюк Е. М., Гарбар Л. А., 2019; Горбатюк Е., Каленська С., Гарбар Л., 2016*).

Кількість води, яка споживається рослиною на різних глибинах визначається її запасами, надходженням з опадами та ефективними температурами.

Соняшник є культурою, яка за умов достатнього чи надмірного зволоження використовує вологу неефективно. Однак, у посушливих умовах використання вологи є досить раціональним.

Результати наших досліджень показали, що запаси продуктивної вологи у період сівби залежали від погодних особливостей року досліджень.

Гібриди соняшнику, які ми вивчали на формування 1 т сухої речовини витрачали у середньому за роки досліджень від 305 до 495 м<sup>3</sup>/т води (табл. 3.2).

Коефіцієнти водоспоживання рослинами соняшнику на формування 1 т сухої речовини різнилися за роками та варіантами досліду, оскільки залежали від вологозабезпеченості впродовж періоду вегетації рослин та накопиченої сухої речовини гібридами соняшнику.

Таблиця 3.2

**Показники коефіцієнта водоспоживання рослинами соняшнику на 1 т  
сухої речовини урожаю (2021–2023 рр.), м<sup>3</sup>/т**

| Гібрид        | Варіант                                           | Обробка<br>ретардантом | 2021 | 2022 | 2023 | Середнє |
|---------------|---------------------------------------------------|------------------------|------|------|------|---------|
| РЖТ<br>Волльф | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1*                     | 502  | 420  | 547  | 492     |
|               |                                                   | 2*                     | 463  | 400  | 523  | 464     |
|               | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1                      | 435  | 401  | 491  | 444     |
|               |                                                   | 2                      | 413  | 350  | 458  | 409     |
|               | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1                      | 396  | 352  | 459  | 404     |
|               |                                                   | 2                      | 376  | 325  | 423  | 376     |
|               | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1                      | 321  | 296  | 383  | 335     |
|               |                                                   | 2                      | 310  | 275  | 356  | 315     |
| Альзан        | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1                      | 309  | 271  | 335  | 307     |
|               |                                                   | 2                      | 288  | 251  | 322  | 289     |
|               | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1                      | 477  | 398  | 554  | 477     |
|               |                                                   | 2                      | 458  | 384  | 522  | 456     |
|               | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1                      | 419  | 357  | 494  | 424     |
|               |                                                   | 2                      | 397  | 342  | 454  | 399     |
|               | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1                      | 399  | 334  | 473  | 403     |
|               |                                                   | 2                      | 378  | 310  | 417  | 369     |
| ЕС Белла      | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1                      | 362  | 304  | 420  | 363     |
|               |                                                   | 2                      | 339  | 286  | 392  | 340     |
|               | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1                      | 317  | 266  | 369  | 318     |
|               |                                                   | 2                      | 301  | 258  | 353  | 305     |
|               | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1                      | 479  | 407  | 562  | 484     |
|               |                                                   | 2                      | 467  | 386  | 518  | 458     |
|               | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1                      | 464  | 381  | 517  | 455     |
|               |                                                   | 2                      | 449  | 371  | 476  | 434     |
| Лайм          | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1                      | 426  | 361  | 464  | 419     |
|               |                                                   | 2                      | 407  | 355  | 445  | 405     |
|               | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1                      | 380  | 340  | 428  | 385     |
|               |                                                   | 2                      | 366  | 315  | 383  | 357     |
|               | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1                      | 336  | 291  | 377  | 336     |
|               |                                                   | 2                      | 312  | 273  | 348  | 312     |
|               | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1                      | 507  | 408  | 539  | 486     |
|               |                                                   | 2                      | 485  | 388  | 518  | 465     |
| Лайм          | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1                      | 474  | 386  | 495  | 453     |
|               |                                                   | 2                      | 450  | 381  | 446  | 427     |
|               | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1                      | 424  | 358  | 446  | 412     |
|               |                                                   | 2                      | 389  | 343  | 401  | 379     |
|               | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1                      | 370  | 325  | 401  | 367     |
|               |                                                   | 2                      | 342  | 304  | 367  | 340     |
|               | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1                      | 328  | 288  | 355  | 326     |
|               |                                                   | 2                      | 310  | 269  | 330  | 305     |

\*Примітка: 1 – обробка водою; 2 – застосування ретарданту Сетар.

Найвищі коефіцієнти водоспоживання були отримані за проведення розрахунків у 2023 р.

Визначення коефіцієнтів водоспоживання на формування 1 т насіння показало, що показник залежав від умов вологозабезпеченості року досліджень та сформованої урожайності гібридів соняшнику, які ми вивчали. Зазначений показник змінювався за роками. Показники змінювалися в досить широкому діапазоні.

Таблиця 3.3

**Показники коефіцієнта водоспоживання соняшнику на 1 т насіння  
(2021–2023 рр.), м<sup>3</sup>/т**

| Рік         | Варіанти<br>удобрєння                             | РЖТ Волльф |      | Альзан |      | ЕС Белла |      | Лайм |      |
|-------------|---------------------------------------------------|------------|------|--------|------|----------|------|------|------|
|             |                                                   | 1*         | 2*   | 1*     | 2*   | 1*       | 2*   | 1*   | 2*   |
| 2021        | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1466       | 1345 | 1494   | 1406 | 1501     | 1432 | 1546 | 1459 |
|             | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1233       | 1155 | 1273   | 1186 | 1406     | 1328 | 1381 | 1289 |
|             | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1118       | 1046 | 1159   | 1068 | 1238     | 1159 | 1214 | 1106 |
|             | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 893        | 861  | 1015   | 942  | 1079     | 996  | 1046 | 959  |
|             | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 885        | 822  | 974    | 901  | 1050     | 968  | 999  | 933  |
| 2022        | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1212       | 1141 | 1248   | 1184 | 1299     | 1212 | 1254 | 1173 |
|             | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1141       | 989  | 1097   | 1038 | 1178     | 1131 | 1162 | 1131 |
|             | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 993        | 911  | 1009   | 938  | 1026     | 989  | 1055 | 1005 |
|             | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 828        | 763  | 870    | 812  | 938      | 859  | 918  | 839  |
|             | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 789        | 716  | 836    | 787  | 898      | 833  | 876  | 817  |
| 2023        | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1664       | 1558 | 1672   | 1544 | 1796     | 1599 | 1727 | 1613 |
|             | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1413       | 1306 | 1424   | 1306 | 1592     | 1464 | 1525 | 1370 |
|             | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1261       | 1157 | 1316   | 1146 | 1397     | 1302 | 1365 | 1207 |
|             | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1044       | 967  | 1157   | 1050 | 1223     | 1088 | 1176 | 1057 |
|             | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 996        | 937  | 1108   | 1033 | 1187     | 1063 | 1115 | 1038 |
| Сере<br>дне | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1446       | 1352 | 1481   | 1382 | 1502     | 1420 | 1525 | 1420 |
|             | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1268       | 1155 | 1268   | 1181 | 1394     | 1311 | 1363 | 1268 |
|             | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1130       | 1042 | 1168   | 1056 | 1223     | 1155 | 1219 | 1113 |
|             | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 927        | 867  | 1018   | 938  | 1086     | 986  | 1053 | 955  |
|             | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 895        | 828  | 976    | 910  | 1049     | 958  | 1002 | 935  |

\*Примітка: 1 – обробка водою; 2 – застосування ретарданту Сетар.



Коефіцієнт водоспоживання гібридів соняшнику на формування 1 т насіння в 2021 р. змінювався за впливу досліджуваних чинників від 822 до 1546 м<sup>3</sup>/т, тоді як у 2022 р. від 716 до 1299 м<sup>3</sup>/т, у 2023 р. від 937 до 1796 м<sup>3</sup>/т. Отже, коефіцієнт водоспоживання залежав, як від норм добрив, гібрида, дії препарату Сетар, так і від погодних умов року досліджень (табл. 3.3).

Найвищий коефіцієнт водоспоживання на 1 т насіння соняшнику було отримано у 2023 р. У гібрида РЖТ Волльф він змінювався у міру зростання норм добрив від 1664 до 996 м<sup>3</sup>/т, Альзан – 1672–1108 м<sup>3</sup>/т, ЕС Белла – 1796–1187 м<sup>3</sup>/т, Лайм – 1727–1115 м<sup>3</sup>/т.

Формування продуктивності сільськогосподарських культур залежить від тривалості їх вегетації. Тривалість проходження мікростадій онтогенезу гібридів соняшнику, які ми вивчали, подано у табл. 3.4.

Проведені нами фенологічні спостереження показали, що тривалість вегетації соняшнику різнилася за роками залежно від температурного режиму вегетаційного періоду року досліджень, вологозабезпеченості та удобрення.

Тривалість міжфазних періодів та мікростадій розвитку та росту соняшнику були близькими у всіх гібридів. Тривалість вегетації гібридів у середньому за варіантами та роками досліджень становила 98–102 доби.

Окремі етапи росту та розвитку гібридів соняшнику залежали від удобрення та кількості опадів, що припадала на відповідний період. Варто зазначити, що збільшення норм внесення добрив забезпечувало зростання тривалості міжфазних періодів росту й розвитку рослин соняшнику гібридів, які ми вивчали.

За застосування ретарданту спостерігалася тенденція до зростання тривалості як окремих міжфазних періодів, так і вегетаційного періоду загалом.

Таблиця 3.4

**Тривалість періоду вегетації соняшнику (2021–2023 рр.), діб**

| Назва гібрида | Варіанти удобрення                                | Мікростадії розвитку культури |            |            |            |            |
|---------------|---------------------------------------------------|-------------------------------|------------|------------|------------|------------|
|               |                                                   | Застосування ретардантів      | ВВСН 00–09 | ВВСН 09–61 | ВВСН 61–87 | ВВСН 09–87 |
| РЖТ Волльф    | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1*                            | 14         | 42         | 54         | 96         |
|               |                                                   | 2*                            | 14         | 43         | 55         | 98         |
|               | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1*                            | 14         | 43         | 54         | 97         |
|               |                                                   | 2*                            | 14         | 44         | 55         | 99         |
|               | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1*                            | 14         | 44         | 57         | 101        |
|               |                                                   | 2*                            | 14         | 45         | 59         | 104        |
|               | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1*                            | 14         | 45         | 58         | 103        |
|               |                                                   | 2*                            | 14         | 46         | 61         | 107        |
|               | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1*                            | 14         | 45         | 61         | 106        |
|               |                                                   | 2*                            | 14         | 47         | 64         | 111        |
| Альзан        | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1*                            | 14         | 40         | 50         | 90         |
|               |                                                   | 2*                            | 14         | 41         | 51         | 92         |
|               | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1*                            | 14         | 42         | 52         | 94         |
|               |                                                   | 2*                            | 14         | 44         | 52         | 96         |
|               | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1*                            | 14         | 43         | 54         | 97         |
|               |                                                   | 2*                            | 14         | 45         | 55         | 100        |
|               | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1*                            | 14         | 45         | 57         | 102        |
|               |                                                   | 2*                            | 14         | 46         | 59         | 105        |
|               | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1*                            | 14         | 46         | 59         | 105        |
|               |                                                   | 2*                            | 14         | 47         | 61         | 108        |
| ЕС Белла      | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1*                            | 13         | 39         | 53         | 91         |
|               |                                                   | 2*                            | 13         | 40         | 54         | 92         |
|               | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1*                            | 13         | 40         | 54         | 94         |
|               |                                                   | 2*                            | 13         | 42         | 55         | 96         |
|               | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1*                            | 13         | 43         | 56         | 97         |
|               |                                                   | 2*                            | 13         | 44         | 58         | 101        |
|               | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1*                            | 13         | 43         | 58         | 101        |
|               |                                                   | 2*                            | 13         | 45         | 61         | 105        |
|               | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1*                            | 13         | 44         | 60         | 104        |
|               |                                                   | 2*                            | 13         | 47         | 63         | 108        |
| Лайм          | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1*                            | 14         | 42         | 50         | 95         |
|               |                                                   | 2*                            | 14         | 44         | 51         | 98         |
|               | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1*                            | 14         | 44         | 52         | 96         |
|               |                                                   | 2*                            | 14         | 46         | 55         | 100        |
|               | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1*                            | 14         | 45         | 55         | 100        |
|               |                                                   | 2*                            | 14         | 46         | 58         | 104        |
|               | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1*                            | 14         | 45         | 57         | 103        |
|               |                                                   | 2*                            | 14         | 48         | 60         | 107        |
|               | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1*                            | 14         | 46         | 61         | 107        |
|               |                                                   | 2*                            | 14         | 48         | 62         | 110        |

\*Примітка: 1\* – обробка водою; 2\* – застосування ретарданту Сетар.

Тривалість вегетаційного періоду соняшнику за впливу чинників, які ми вивчали, змінювалася і становила у гібрида РЖТ Волльф від 96 до 111 діб, Альзан – 90–108, ЕС Белла – 91–108 м<sup>3</sup>/т, Лайм – 95–110 діб.

### 3.2. Фітосанітарний стан посівів соняшнику

Хвороби та шкідники широко поширені на соняшнику і призводять до значних втрат урожаю, особливо під час епіфітотій, коли зниження врожайності може сягати 2-3 разів. До основних хвороб, які шкодять соняшнику, належать: біла гниль (склеротініоз) (проявляється на різних фазах вегетації соняшнику); сіра гниль (*Botritis cinerea*) (особливо небезпечна на початкових стадіях вегетації); суха гниль кошиків (ризопус) (поширюється після запліднення і під час визрівання); несправжня борошниста роса (*Plasmopara helianthi*) (проявляється на листках із хлоротичними плямами та білим нальотом спор); фомоз (*Phoma* sp.), (формування кошиків спричиняє ламкість стебла); фомопсис (*Phomopsis mali Roberts*) (уражує листки, черешки та стебла, руйнуючи тканини і призводячи до ламкості стебла).

Застосування добрив може знижувати стійкість рослин та підвищувати вразливість до патогенів. Інтегровані системи захисту від усіх шкідливих організмів використовують багатофункціональні регулятори, які містять антагоністичні бактерії або імуномодулятори, як-от наносполуки селена, неодима та германія.

Використання препаратів із фунгіцидним ефектом дає можливість зменшувати використання хімічних фунгіцидів на 50 %. Фітомоніторинг надає оперативну інформацію про розвиток патогенів і їх кількісний рівень. Оскільки хвороби є основним чинником шкідливості для соняшнику, увага дослідників зосереджена на вивченні стану рослин відносно захворювань. Фітомоніторинг нами був проведений на 34–36 мікростадіях ВВСН, після обробки ретардантом.

Дослідження, здійснені впродовж років досліджень, показали, що фомоз був домінуючим захворюванням, з ураженістю до 15,4 %.

Застосування ретарданту сприяло зниженню захворюваності несправжньою борошнистою росою на 4,6 %, сірою гниллю на 3,5 % та фомозом на 4,2 % (табл. 3.5).

Як показали дослідження, ретардант значно знижує рівень ураження зазначеними хворобами. На варіантах без застосування ретарданту рівень ураження несправжньою борошнистою росою у гібрида РЖТ Волльф коливався від 13,4 % до 14,5%, тоді як з ретардантом він знизився до 8,5 % – 10,0 %.

Таблиця 3.5

**Ураження гібридів соняшнику хворобами за варіантів удобрення та використання ретарданту (середні дані 2021–2023 рр.), %**

| Гібрид     | Удобренья                                         | Застосування ретарданту | Несправжня борошниста роса | Септоріоз | Фомоз |
|------------|---------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------|-------|
| 1          | 2                                                 | 3                       | 4                          | 5         | 6     |
| РЖТ Волльф | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1*                      | 13,4                       | 8,1       | 15,4  |
|            |                                                   | 2*                      | 10,0                       | 5,3       | 11,2  |
|            | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1*                      | 13,7                       | 8,2       | 14,6  |
|            |                                                   | 2*                      | 9,6                        | 4,7       | 11,4  |
|            | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1*                      | 14,0                       | 8,5       | 15,2  |
|            |                                                   | 2*                      | 9,1                        | 5,1       | 11,0  |
|            | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1*                      | 13,9                       | 8,3       | 15,7  |
|            |                                                   | 2*                      | 9,1                        | 5,1       | 11,1  |
|            | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1*                      | 14,5                       | 8,1       | 15,6  |
|            |                                                   | 2*                      | 8,5                        | 5,3       | 11,0  |
| Альзан     | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1*                      | 12,9                       | 8,8       | 13,9  |
|            |                                                   | 2*                      | 9,6                        | 5,4       | 10,1  |
|            | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1*                      | 13,3                       | 8,9       | 13,1  |
|            |                                                   | 2*                      | 9,3                        | 5,9       | 10,4  |
|            | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1*                      | 13,6                       | 8,4       | 13,8  |
|            |                                                   | 2*                      | 8,9                        | 4,9       | 9,8   |
|            | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1*                      | 13,8                       | 9,0       | 14,0  |
|            |                                                   | 2*                      | 8,8                        | 4,6       | 9,9   |
|            | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1*                      | 13,7                       | 8,9       | 13,9  |
|            |                                                   | 2*                      | 7,9                        | 4,2       | 10,0  |

| Продовження табл. 3.5 |                                                   |    |      |     |      |
|-----------------------|---------------------------------------------------|----|------|-----|------|
| 1                     | 2                                                 | 3  | 4    | 5   | 6    |
| ЕС Белла              | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1* | 12,9 | 8,7 | 14,2 |
|                       |                                                   | 2* | 9,5  | 5,4 | 10,2 |
|                       | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1* | 14,0 | 8,7 | 13,5 |
|                       |                                                   | 2* | 9,2  | 5,8 | 10,7 |
|                       | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1* | 14,2 | 8,4 | 13,3 |
|                       |                                                   | 2* | 8,8  | 4,8 | 10,2 |
|                       | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1* | 14,0 | 8,7 | 14,1 |
|                       |                                                   | 2* | 9,0  | 4,5 | 10,7 |
|                       | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1* | 13,9 | 8,8 | 13,9 |
|                       |                                                   | 2* | 7,8  | 4,7 | 10,4 |
| Лайм                  | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1* | 13,0 | 8,1 | 13,2 |
|                       |                                                   | 2* | 9,7  | 5,4 | 10,0 |
|                       | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1* | 13,3 | 8,5 | 13,3 |
|                       |                                                   | 2* | 9,4  | 5,6 | 10,2 |
|                       | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1* | 13,6 | 8,6 | 13,2 |
|                       |                                                   | 2* | 8,9  | 5,0 | 10,0 |
|                       | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1* | 13,8 | 8,6 | 13,7 |
|                       |                                                   | 2* | 8,9  | 4,8 | 10,3 |
|                       | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1* | 14,2 | 8,8 | 13,8 |
|                       |                                                   | 2* | 9,1  | 4,8 | 10,0 |

\*Примітка: 1 – обробка водою; 2 – застосування ретарданту Сетар.

Рівень ураження септоріозом без ретарданту становив 8,1 % – 8,5 %, тоді як з ретардантом – знижувався до 4,7 % – 5,3 %. Ураження фомозом без ретарданту становило 14,6 % – 15,7 %, за застосування ретарданту ураженість зменшувалася до 11,0 % – 11,4 %.

Без застосування ретарданту рівень ураження гібрида Альзан несправжньою борошнистою росою коливається від 12,9 % до 13,8 %; ураження септоріозом – від 8,4 % до 9,0 %; фомозом – від 13,1 % до 14,0 %.

За несення ретарданту ураження значно знижувалося і коливалося від 7,9 % до 9,6 %; від 4,2 % до 5,9 % та від 9,8 % до 10,4 % відповідно.

У гібрида ЕС Белла найнижчий рівень ураження несправжньою борошнистою росою та фомозом спостерігається за найвищого рівня удобрення N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>180</sub> з ретардантом, тоді як рівень ураження септоріозом є найнижчим при N<sub>100</sub>P<sub>65</sub>K<sub>150</sub> та N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>180</sub> з ретардантом.

На всіх варіантах удобрення гібриду Лайм застосування ретарданту призводить до істотного зменшення ураження патогенами. Зокрема, рівень ураження несправжньою борошнистою росою знижувався з 13,0–14,2 % до 8,9–9,7 %, септоріозом – з 8,1–8,8 % до 4,8–5,6 %, а фомозом – з 13,2–13,8 % до 10,0–10,3 %.

Застосування ретарданту виявилось ефективним незалежно від рівня удобрення соняшнику. Найнижчі показники ураження несправжньою борошнистою росою та фомозом спостерігалися за внесення підвищених норм добрив у поєднанні з ретардантом.

Результати дослідження свідчать про доцільність використання ретарданту в інтегрованій системі захисту соняшнику для ефективного зниження рівня ураження основними хворобами, що забезпечує створення сприятливих умов для росту, розвитку та формування продуктивності рослин соняшнику.

### **3.3. Характеристика діяльності асимілюючого апарату рослин соняшнику**

Управління продуктивністю посівів спрямовано на вплив на параметри, які характеризують діяльність асимілюючої поверхні рослин, забезпечуючи формування їх сухої речовини. Характеристика рослин агроценозу включає не лише значення площі листової поверхні, а й параметри розподілу листків на рослині, їх кількість та ярусність. Важливим є сам процес розподілу асимілятів у рослинах, які синтезовані у листках різних ярусів та транспорт їх до інших органів. Оскільки листові пластинки нижніх ярусів, сформовані на початкових етапах росту та розвитку рослин характеризуються переважаючою системою транспортування в базальну частину стебла та до кореневої системи. Молоді листки верхнього ярусу, органічні продукти фотосинтезу транспортуються до суцвіття (Жатова Г., Яценко В., 2021). Тому виникає проблема щодо недостатньо сформованої

рослинами площі асиміляції, яку можна вирішити завдяки селекційному добору з впливом на тіневитривалість листків нижнього ярусу рослин.

Оптимізація продукційного процесу рослинного організму можлива через регулювання донорно-акцепторних зв'язків, завдяки штучному перерозподілу потоків асимілянтів до генеративних органів рослини. Зазначений ефект можливо досягти завдяки формуванню потужної листкової поверхні, удосконалення мезоструктури листкової пластинки, швидкого формування асимілюючого апарата його тривалості функціонування (*Анішин Л.А., Пономаренко С.П., Грицаєнко З.М., 2011*).

При оптимальній активності листкової поверхні посівів за умов штучного обмеження росту вегетативних органів (застосування ретардантів) можливий перерозподіл синтезованих речовин із перевагою у бік генеративних органів (*Кур'ята В.Г., Голунова Л.А., 2011*).

Динаміка площі листкової поверхні є важливим аспектом вивчення росту і розвитку рослин, зокрема соняшнику. Листкова поверхня відіграє важливу роль у фотосинтетичній діяльності рослин, що визначає її продуктивність та врожайність. Вона є основним органом, через які рослина отримує світлову енергію, необхідну для синтезу органічних речовин, і значною мірою впливає на її водний баланс та на газообмін (*Сидоренко А.М., Ляшенко О.О., 2018*).

Соняшник розвиває доволі потужну листкову поверхню, яка досягає 50 – 80 тис. м<sup>2</sup> (*Борисенко В.В., 2016*). Однак розмір листкової поверхні, як один із ключових показників фотосинтетичної активності рослин, утримується протягом короткого періоду часу. Це пов'язано з тим, що листки нижнього ярусу соняшнику швидко припиняють фотосинтетичну діяльність, а загальна їх площа починає зменшуватись (*Корнійко В.І., Шульга В. І., 2019.*)

Дослідження площі листкової поверхні дає можливість оцінити фотосинтетичну активність: величина листкової поверхні прямо пропорційна здатності рослини до фотосинтезу, що має безпосередній вплив на її ріст і розвиток (*Михайленко О. В., Євтушенко С. П., Гарбар В. І. та ін., 2017*).

Параметри листового апарату та період його активної дії є прямими показниками фотосинтетичної активності посівів сільськогосподарської культури. Результати досліджень 2021–2023 рр. засвідчують, що з ростом та розвитком рослин відбувається поступове збільшення площі листків рослин соняшнику всіх гібридів, які підлягали дослідженню. Параметри листової поверхні змінювалися на всіх етапах розвитку рослин залежно від генетичних особливостей гібрида та удобрення, що створювалися варіантами удобрення.

Показники площі листків на 34–38 макростадіях розвитку за шкалою ВВСН змінювалися у розрізі варіантів досліду від 16,1 до 21,7 тис. м<sup>2</sup>/га, на 54–58 мікростадіях приріст площі листової поверхні сягав від 9,1 до 11,4 тис. м<sup>2</sup>/га, із показниками, що варіювали від 26,4 до 33,8 тис. м<sup>2</sup>/га (табл. 3.6). У період проходження 64–68 мікростадій площа листків змінювалася від 38,1 до 47,2 тис. м<sup>2</sup>/га. У цей період рослинами було сформовано максимальні показники асимілюючої поверхні.

Таблиця 3.6

**Динаміка площі листової поверхні соняшнику, (середнє за 2021–2023 рр.), тис. м<sup>2</sup>/га**

| Варіанти<br>удобрення                             | Мікростадія<br>(шкала<br>ВВСН) | РЖТ Волльф  | Альзан      | ЕС Белла    | Лайм         |
|---------------------------------------------------|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 1                                                 | 2                              | 3           | 4           | 5           | 6            |
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 34–38                          | 18,1        | 17,5        | 16,3        | 16,7         |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   |                                | 19,2        | 18,1        | 16,3        | 17,3         |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  |                                | 20,4        | 20,2        | 18,1        | 20,0         |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> |                                | 21,0        | 20,7        | 19,2        | 20,3         |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> |                                | 21,7        | 21,4        | 19,9        | 21,0         |
| <b>V, %</b>                                       |                                | <b>7,16</b> | <b>8,65</b> | <b>9,47</b> | <b>10,11</b> |
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 54–58                          | 30,1        | 28,6        | 26,4        | 27,5         |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   |                                | 31,1        | 29,7        | 26,9        | 27,9         |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  |                                | 32,7        | 30,1        | 29,0        | 29,3         |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> |                                | 33,6        | 31,1        | 30,0        | 30,3         |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> |                                | 33,8        | 31,8        | 30,5        | 30,8         |
| <b>V, %</b>                                       |                                | <b>5,06</b> | <b>4,11</b> | <b>6,21</b> | <b>4,96</b>  |



| Продовження табл. 3.6                             |       |             |             |             |             |
|---------------------------------------------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1                                                 | 2     | 3           | 4           | 5           | 6           |
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 64-68 | 43,2        | 41,3        | 38,1        | 40,2        |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   |       | 44,4        | 42,3        | 39,9        | 40,3        |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  |       | 45,6        | 43,2        | 40,8        | 41,6        |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> |       | 46,4        | 44,8        | 41,1        | 42,2        |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> |       | 47,2        | 45,1        | 41,5        | 42,7        |
| V, %                                              |       | <b>3,44</b> | <b>3,74</b> | <b>2,22</b> | <b>2,71</b> |
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 74-78 | 35,3        | 34,1        | 32,3        | 33,7        |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   |       | 36,1        | 34,8        | 32,6        | 34,4        |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  |       | 36,4        | 35,1        | 33,1        | 34,9        |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> |       | 36,9        | 35,6        | 34,0        | 35,1        |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> |       | 37,2        | 35,9        | 34,3        | 35,6        |
| V, %                                              |       | <b>2,03</b> | <b>2,00</b> | <b>2,61</b> | <b>2,08</b> |
| HIP <sub>0,5</sub>                                |       | 0,08        | 0,08        | 0,05        | <b>0,06</b> |

У подальшому було відзначено зниження площі листків у рослин соняшнику всіх гібридів, які ми вивчали, у результаті відмирання нижніх листкових пластинок.

Площа листків, за впливу варіантів удобрення, на 74–78 мікростадії розвитку знизилася на 6,3–10,2 тис. м<sup>2</sup>/га. Показники за впливу внесених добрив змінювалися від 32,3 до 37,2 тис. м<sup>2</sup>/га. Найбільшу площу листків сформували рослини у варіанті із внесенням N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>180</sub>. Така залежність була в усіх гібридів, які ми досліджували.

За впливу ретарданту Сетар (0,5 л/га) відмічена тенденція до зростання площі листків на 1,5–6,8 % до варіантів без обробки (табл. 3.7).

Динаміка площі листкової поверхні показує, що збільшення доз удобрення сприяє посиленню площі листкової поверхні для всіх гібридів. Застосування ретарданту забезпечує кращі результати, демонструючи збільшення площі листкової поверхні і меншу варіацію в показниках.

Максимальні показники площі листкової поверхні, за порівняння гібридів, було отримано на всіх варіантах удобрення та на всіх етапах розвитку рослин соняшнику гібрида РЖТ Волльф.

Таблиця 3.7

**Динаміка площі листкової поверхні соняшнику за обробки  
ретардантом Сетар,(середнє за 2021–2023 рр.), тис. м<sup>2</sup>/га**

| Варіанти<br>удобрення                             | Мікростадія<br>(шкала<br>ВВСН) | РЖТ Волльф  | Альзан      | ЕС Белла    | Лайм         |
|---------------------------------------------------|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 34–38                          | 18,6        | 17,9        | 16,8        | 16,9         |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   |                                | 19,5        | 18,7        | 17,1        | 17,9         |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  |                                | 20,8        | 20,4        | 18,7        | 20,4         |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> |                                | 21,7        | 21,3        | 19,6        | 20,6         |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> |                                | 22,6        | 22,0        | 20,7        | 21,5         |
| <b>V, %</b>                                       |                                | <b>7,83</b> | <b>8,61</b> | <b>8,89</b> | <b>10,06</b> |
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 54–58                          | 30,4        | 29,3        | 27,1        | 27,6         |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   |                                | 31,8        | 30,0        | 27,7        | 28,5         |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  |                                | 33,4        | 30,6        | 29,3        | 30,0         |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> |                                | 34,5        | 31,4        | 30,5        | 30,8         |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> |                                | 34,9        | 32,3        | 30,8        | 31,2         |
| <b>V, %</b>                                       |                                | <b>5,71</b> | <b>3,82</b> | <b>5,66</b> | <b>5,17</b>  |
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 64-68                          | 43,5        | 42,0        | 39,8        | 40,6         |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   |                                | 44,6        | 42,2        | 40,2        | 40,9         |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  |                                | 45,9        | 43,7        | 41,3        | 41,9         |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> |                                | 46,9        | 45,1        | 41,8        | 42,8         |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> |                                | 47,9        | 45,4        | 41,8        | 43,1         |
| <b>V, %</b>                                       |                                | <b>3,84</b> | <b>3,62</b> | <b>2,27</b> | <b>2,65</b>  |
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 74-78                          | 35,9        | 34,8        | 32,8        | 34,1         |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   |                                | 36,7        | 35,4        | 33,0        | 34,6         |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  |                                | 37,0        | 35,5        | 33,5        | 35,3         |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> |                                | 37,7        | 36,2        | 34,8        | 35,7         |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> |                                | 37,7        | 36,3        | 34,8        | 36,0         |
| <b>V, %</b>                                       |                                | <b>2,04</b> | <b>1,74</b> | <b>2,86</b> | <b>2,23</b>  |
| HIP <sub>0,5</sub>                                |                                | 0,06        | 0,05        | 0,04        | 0,06         |

Фотосинтез – один з ключових процесів у рослинному житті, що забезпечує синтез органічних речовин з вуглекислого газу та води за участю світлової енергії. Динаміка фотосинтетичного потенціалу рослин, зокрема посівів соняшнику, визначає їхню продуктивність та врожайність, відіграючи критичну роль у формуванні сільськогосподарського врожаю (Васильчук М. О., 2017).

Визначення розрахунковим методом фотосинтетичного потенціалу посівів соняшнику на окремих етапах розвитку рослин засвідчує зростання показників із зростанням норм внесення добрив. У 34–58 мікростадіях показник фотосинтетичного потенціалу посівів за впливу варіанта досліду від 1,051 до 1,353 млн м<sup>2</sup>/га\*діб (табл. 3.8). Показники на етапі 58–68 мікростадій ВВСН зменшилися та становили від 1,170 до 1,292 млн м<sup>2</sup>/га\*діб.

Таблиця 3.8

**Динаміка фотосинтетичного потенціалу посівів соняшнику, (середнє за 2021–2023 рр.), млн м<sup>2</sup>/га\*діб**

| Варіанти<br>удобрення                                                                                                                                                   | Мікростадія<br>(шкала<br>ВВСН) | РЖТ<br>Волльф |       | Альзан |       | ЕС Белла |       | Лайм  |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------|-------|--------|-------|----------|-------|-------|-------|
|                                                                                                                                                                         |                                | 1*            | 2*    | 1*     | 2*    | 1*       | 2*    | 1*    | 2*    |
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>                                                                                                                         | 34–58                          | 1,131         | 1,337 | 1,102  | 1,121 | 1,051    | 1,077 | 1,081 | 1,097 |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>                                                                                                                         |                                | 1,271         | 1,284 | 1,149  | 1,163 | 1,101    | 1,121 | 1,141 | 1,151 |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>                                                                                                                        |                                | 1,299         | 1,309 | 1,170  | 1,182 | 1,149    | 1,165 | 1,162 | 1,674 |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub>                                                                                                                       |                                | 1,327         | 1,351 | 1,232  | 1,245 | 1,201    | 1,226 | 1,205 | 1,212 |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub>                                                                                                                       |                                | 1,343         | 1,358 | 1,240  | 1,253 | 1,217    | 1,235 | 1,224 | 1,226 |
| V, %                                                                                                                                                                    |                                | 6,64          | 2,32  | 4,92   | 4,69  | 5,83     | 5,81  | 4,85  | 18,12 |
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>                                                                                                                         |                                | 58-68         | 1,207 | 1,237  | 1,195 | 1,2037   | 1,170 | 1,201 | 1,216 |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>                                                                                                                         | 1,258                          |               | 1,270 | 1,222  | 1,229 | 1,210    | 1,214 | 1,246 | 1,256 |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>                                                                                                                        | 1,273                          |               | 1,281 | 1,235  | 1,237 | 1,232    | 1,239 | 1,258 | 1,267 |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub>                                                                                                                       | 1,277                          |               | 1,284 | 1,237  | 1,240 | 1,217    | 1,226 | 1,229 | 1,241 |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub>                                                                                                                       | 1,286                          |               | 1,292 | 1,248  | 1,254 | 1,232    | 1,239 | 1,237 | 1,245 |
| V, %                                                                                                                                                                    | 2,49                           |               | 1,69  | 1,66   | 1,51  | 1,50     | 1,34  | 1,30  | 1,44  |
| НІР <sub>0,5</sub> для будь-яких середніх– 0,021; НІР <sub>0,5</sub> для чинників: «Гібрид» – 0,009; «Варіанти<br>удобрення» – 0,012; «застосування ретарданту» – 0,004 |                                |               |       |        |       |          |       |       |       |

\*Примітка: 1 – обробка водою; 2 – обробка ретардантом Сетар.

За впливу Сетару спостерігалось зростання показників. Максимальні значення було отримано на варіантах удобрення за вирощування гібрида РЖТ Волльф.

Проведений кореляційний аналіз між показниками площі листків та урожайністю соняшнику показав пряму позитивну кореляційну залежність, з коефіцієнтами кореляції 0,977–0,987.

Одним із показників, що характеризує діяльність асимілюючого апарату є листковий індекс, який вказує на співвідношення площі листків до площі ґрунтового покриття, на якому вони розміщені. Параметри оптимального показника визначаються габітусом рослини. Зокрема, вони залежать від кута нахилу листків щодо променів сонця. Зазначений показник залежить від погодних умов та елементів технології вирощування. Зокрема, це стосується і удобрення культур.

Показники листкового індексу вказують на залежність їх від генетичних особливостей гібрида, удобрення та дії ретарданту Сетар (табл. 3.9).

Листковий індекс змінювався залежно від етапу росту та розвитку рослин соняшнику. На кожному етапі він характеризувався показниками, що змінювалися в певному діапазоні. Максимальні значення було отримано на 64–68 мікростадіях росту та розвитку соняшнику. Показники за впливу генетичних особливостей гібрида, добрив, ретарданту та погодних умов року досліджень змінювалися в діапазоні від 3,93 до 4,79 м<sup>2</sup>/ м<sup>2</sup>.

Максимальний листковий індекс було отримано за вирощування гібрида РЖТ Волльф на варіанті із внесенням N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>180</sub> та застосування ретарданту Сетар – 4,79 м<sup>2</sup>/ м<sup>2</sup>.

Отже, можна зробити висновок, що формування асимілюючої поверхні посівів соняшнику залежить від факторів досліду, ґрунтових та погодно-кліматичних умов років досліджень.

Максимальні параметри площі листової поверхні посіви гібридів соняшнику формували на 64–68 мікростадіях розвитку за шкалою ВВСН, на варіанті із внесенням N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>180</sub> за вирощування гібрида РЖТ Волльф. Застосування ретарданту Сетар мало позитивний вплив на показники площі листків рослин соняшнику.

Таблиця 3.9

**Листковий індекс, (середнє за 2021–2023 рр.), м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>**

| Варіанти<br>удобрення                             | Мікростадія<br>(шкала<br>ВВСН) | РЖТ Волльф |      | Альзан |      | ЕС Белла |      | Лайм |      |
|---------------------------------------------------|--------------------------------|------------|------|--------|------|----------|------|------|------|
|                                                   |                                | 1*         | 2*   | 1*     | 2*   | 1*       | 2*   | 1*   | 2*   |
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 34–38                          | 1,81       | 1,86 | 1,75   | 1,79 | 1,61     | 1,68 | 1,67 | 1,69 |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   |                                | 1,92       | 1,95 | 1,81   | 1,87 | 1,63     | 1,71 | 1,73 | 1,79 |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  |                                | 2,04       | 2,08 | 2,02   | 2,04 | 1,81     | 1,87 | 2,00 | 2,04 |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> |                                | 2,10       | 2,17 | 2,07   | 2,13 | 1,92     | 1,96 | 2,03 | 2,06 |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> |                                | 2,17       | 2,26 | 2,14   | 2,20 | 1,99     | 2,07 | 2,10 | 2,15 |
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 54–58                          | 3,01       | 3,04 | 2,86   | 2,93 | 2,66     | 2,71 | 2,75 | 2,76 |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   |                                | 3,11       | 3,18 | 2,97   | 3,00 | 2,69     | 2,77 | 2,79 | 2,85 |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  |                                | 3,27       | 3,34 | 3,01   | 3,06 | 2,90     | 2,93 | 2,93 | 3,00 |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> |                                | 3,36       | 3,45 | 3,11   | 3,14 | 3,00     | 3,05 | 3,03 | 3,08 |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> |                                | 3,39       | 3,49 | 3,18   | 3,23 | 3,05     | 3,08 | 3,08 | 3,12 |
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 64–68                          | 4,32       | 4,35 | 4,13   | 4,2  | 3,93     | 3,98 | 4,02 | 4,06 |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   |                                | 4,44       | 4,46 | 4,23   | 4,22 | 3,99     | 4,02 | 4,03 | 4,09 |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  |                                | 4,56       | 4,59 | 4,32   | 4,37 | 4,08     | 4,13 | 4,16 | 4,19 |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> |                                | 4,64       | 4,69 | 4,48   | 4,51 | 4,11     | 4,18 | 4,22 | 4,28 |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> |                                | 4,71       | 4,79 | 4,51   | 4,54 | 4,15     | 4,18 | 4,27 | 4,31 |
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 74–78                          | 3,53       | 3,59 | 3,41   | 3,48 | 3,23     | 3,28 | 3,37 | 3,41 |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   |                                | 3,61       | 3,67 | 3,48   | 3,54 | 3,26     | 3,30 | 3,44 | 3,46 |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  |                                | 3,64       | 3,7  | 3,51   | 3,55 | 3,31     | 3,35 | 3,49 | 3,53 |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> |                                | 3,69       | 3,77 | 3,56   | 3,62 | 3,40     | 3,48 | 3,51 | 3,57 |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> |                                | 3,72       | 3,77 | 3,59   | 3,63 | 3,43     | 3,48 | 3,56 | 3,60 |

\*Примітка: 1 – обробка водою; 2 – обробка ретардантом Сетар.

Проведення кореляційного аналізу між площею листової поверхні на 64–68 мікростадіях розвитку за шкалою ВВСН та врожайністю вказує на пряму позитивну кореляційну залежність, з коефіцієнтами кореляції залежно від гібрида, від 0,977 до 0,987.

### 3.4. Динаміка вмісту хлорофілу у листках соняшнику

Процес фотосинтезу є унікальним явищем, у результаті якого відбувається синтез органічної речовини під дією сонячної енергії завдяки низці біохімічних перетворень на клітинному рівні. Крім того, варто пам'ятати, що біохімічні перетворення можливі лише за присутності

зеленого пігменту – хлорофілу, який містить магнієвий комплекс. Близько 75 % органічної речовини рослинних організмів формується у результаті фотосинтезу за фіксації вуглекислого газу, інші 25 – за поглинання мінеральних сполук. До того ж зазначені процеси між собою мають тісний взаємозв'язок (*Kalenska S., Novytska N., Stolyarchuk T., Shutiy O., Garbar L., 2021; Makrushyn M., 2006; Ieremenko O., Kalitka V., 2016; Kalenska S., Ryzhenko A., Novytska N., Garbar L., 2020*).

Наукові літературні джерела свідчать, що пігменти є носіями адаптивних властивостей фотосинтезуючих складових за несприятливих умов навколишнього середовища. Попередні дослідження вказують на наявність тісного кореляційного зв'язку між вмістом суми хлорофілів та врожайністю сільськогосподарських культур. Продуктивність асимілюючої поверхні рослин залежить від вмісту пігментів (*Bailly C., Benamar A., Corbineau F., Come D., 2000; Carvalho M. E. A., Castro P. R. de C. E., Ferraz Junior M. V. de C., Mendes A. C., 2016*).

Основною ознакою, що характеризує адаптацію асимілюючого апарату рослин до адаптивних чинників є вміст хлорофілу у тканинах, які виконують фотосинтезуючу функцію. Більш об'єктивним показником активності фотосинтезу є відношення маси пігменту до одиниці площі асимілюючої поверхні рослини, який визначає значення хлорофілу у формуванні продуктивності культури (*Kalytka V., Zolotukhina Z., 2012; Khaskhachykh M., 2014*).

Уміст пігментів, як і всі продукційні процеси рослинного організму, визначаються цілою низкою чинників, як регульованих, так і нерегульованих. Одним із таких чинників є створення оптимальних удобрення сільськогосподарських культур упродовж вегетації з врахуванням критичних періодів у потребі того чи іншого макро- чи мікроелемента. Збалансоване застосування елементів живлення забезпечує максимальну реалізацію генетичного потенціалу та підвищує швидкість проходження низки біохімічних перетворень рослинного організму. Нині багато уваги

приділяється вивченню впливу не лише основних елементів живлення на продукційні процеси, а й мікроелементів, антистресових та нанопрепаратів, регуляторів росту (*Kalenska S., Novytska N., Stolyarchuk T., Shutiy O., Garbar L., 2021; Дмитров С. Г., 2016; Aksyonov I., 2007; Hernandez L. F., 1996; Noreen S., Ashraf M., Hussain M., Jamil A., 2009; Кур'ята В. Г., Поливаный С. В., 2015*).

Поява на ринку великої кількості сортів та гібридів соняшнику, вивчення їх адаптивності та процесів формування продуктивності потребує постійного удосконалення окремих елементів технології вирощування, особливо в умовах істотних кліматичних змін. Одним із сегментів у технологічних процесах вирощування соняшнику, що потребує детального вивчення, є застосування ретардантів та виявлення їх впливу на особливості росту та розвитку рослин, зокрема, їх вплив на процеси фотосинтезу (*Ieremenko O., Kalitka V. 2016; Carvalho M. E. A., Castro P. R. de C. E., Ferraz Junior M. V. de C., Mendes A. C. C. M., 2016*).

Дія ретарданту на рослинний організм визначається низкою супутніх чинників та залежить від самого об'єкта дослідження, особливостей його застосування. Результати окремих досліджень свідчать про позитивний вплив триазолпохідних препаратів (паклобутразолу) на вміст хлорофілів у листках рослин (*Кур'ята В. Г., Поливаный С. В., 2015*). Аналогічні результати були отримані за вивчення дії препарату фолікур (триазоловий ряд), які також показали підвищення вмісту хлорофілів у листках маку олійного (*Bekheta M. A., Abbas S., El-Kobisy O. S., 2008*).

Застосування ретардантів впливає не лише на субапикальні меристеми стебла, а й на маргінальні меристеми листків олійних культур.

Результати наших досліджень показали, що у всіх гібридів, які ми вивчали, спостерігалася аналогічна залежність щодо зміни показників вмісту хлорофілів *a* та *b* впродовж усього періоду вегетації соняшнику. Вміст хлорофілів *a* зростав від найменшого значення на 34–38 мікростадіях з показниками залежно від варіанта удобрення та гібрида від 1,38 до 2,34 мг/1 г

сухої речовини до максимального в 64–68 мікростадіях розвитку з показниками 4,49–6,79 мг/1 г сухої речовини (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

**Динаміка вмісту хлорофілів у листках соняшнику (середнє 2021–2023 рр.), мг/1 г сухої речовини**

| Варіанти<br>удобрєння                             | Мікроста<br>дія<br>(шкала<br>ВВСН) | РЖТ<br>Волльф |              | Альзан       |              | ЕС Белла     |              | Лайм         |              |
|---------------------------------------------------|------------------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                                                   |                                    | 1*            | 2*           | 1*           | 2*           | 1*           | 2*           | 1*           | 2*           |
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 34–38                              | 1,64          | 1,06         | 1,52         | 1,03         | 1,38         | 0,99         | 1,44         | 0,98         |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   |                                    | 1,88          | 1,14         | 1,65         | 1,07         | 1,62         | 1,02         | 1,64         | 1,03         |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  |                                    | 1,95          | 1,14         | 1,89         | 1,12         | 1,75         | 1,09         | 1,82         | 1,11         |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> |                                    | 2,13          | 1,23         | 2,02         | 1,18         | 1,91         | 1,16         | 1,97         | 1,16         |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> |                                    | 2,34          | 1,28         | 2,25         | 1,25         | 2,02         | 1,16         | 2,05         | 1,18         |
| <b>V, %</b>                                       |                                    | <b>13,27</b>  | <b>7,35</b>  | <b>15,58</b> | <b>7,74</b>  | <b>14,44</b> | <b>7,22</b>  | <b>13,89</b> | <b>7,81</b>  |
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 54–58                              | 4,58          | 1,79         | 4,47         | 1,73         | 4,47         | 1,63         | 4,43         | 1,65         |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   |                                    | 5,14          | 1,82         | 5,04         | 1,83         | 4,86         | 1,78         | 4,91         | 1,81         |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  |                                    | 5,62          | 1,86         | 5,61         | 1,84         | 5,41         | 1,80         | 5,42         | 1,82         |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> |                                    | 6,03          | 1,93         | 5,95         | 1,89         | 5,81         | 1,85         | 5,85         | 1,83         |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> |                                    | 6,41          | 1,95         | 6,71         | 1,91         | 6,14         | 1,84         | 6,23         | 1,84         |
| <b>V, %</b>                                       |                                    | <b>12,99</b>  | <b>3,69</b>  | <b>15,42</b> | <b>3,80</b>  | <b>12,75</b> | <b>4,98</b>  | <b>13,39</b> | <b>4,42</b>  |
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 64–68                              | 5,83          | 1,98         | 4,65         | 1,83         | 4,49         | 1,66         | 4,53         | 1,69         |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   |                                    | 5,86          | 2,07         | 5,17         | 1,88         | 4,95         | 1,76         | 4,98         | 1,82         |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  |                                    | 5,89          | 2,17         | 5,66         | 1,95         | 5,48         | 1,82         | 5,53         | 1,89         |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> |                                    | 6,76          | 2,22         | 6,04         | 1,99         | 5,89         | 1,91         | 5,93         | 1,95         |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> |                                    | 6,79          | 2,24         | 6,49         | 2,11         | 6,25         | 1,97         | 6,32         | 1,99         |
| <b>V, %</b>                                       |                                    | <b>8,06</b>   | <b>5,11</b>  | <b>12,86</b> | <b>5,52</b>  | <b>13,06</b> | <b>6,51</b>  | <b>13,15</b> | <b>6,34</b>  |
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 74–78                              | 3,42          | 1,28         | 3,31         | 1,19         | 3,02         | 1,11         | 3,21         | 1,17         |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   |                                    | 3,58          | 1,36         | 3,44         | 1,28         | 3,27         | 1,22         | 3,33         | 1,24         |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  |                                    | 3,71          | 1,45         | 3,52         | 1,42         | 3,35         | 1,34         | 3,42         | 1,35         |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> |                                    | 3,81          | 1,58         | 3,68         | 1,51         | 3,42         | 1,42         | 3,61         | 1,45         |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> |                                    | 3,92          | 1,67         | 3,79         | 1,61         | 3,52         | 1,48         | 3,73         | 1,53         |
| <b>V, %</b>                                       |                                    | <b>5,30</b>   | <b>10,81</b> | <b>5,37</b>  | <b>12,10</b> | <b>5,71</b>  | <b>11,41</b> | <b>6,07</b>  | <b>10,93</b> |
| <i>HIP</i> <sub>0,5</sub>                         |                                    | 0,09          | 0,02         | 0,08         | 0,01         | 0,07         | 0,01         | 0,07         | 0,01         |

\*Примітка: 1 – уміст хлорофілу *a*; 2 – уміст хлорофілу *b*.



На подальших етапах розвитку гібридів було відмічено у показниках тенденцію до зниження вмісту хлорофілу *a* у листках рослин.

Аналогічна закономірність була відзначена і за визначення вмісту хлорофілу *b*. Однак, показники вмісту хлорофілу *b* були значно нижчим. Вони змінювалися на 34–38 мікростадіях ВВСН від 0,98 до 1,28 мг/1 г сухої речовини, на 64–68 мікростадіях від 1,66 до 2,24 мг/1 г сухої речовини залежно від варіантів удобрення та особливостей гібриду.

Таблиця 3.11

**Динаміка вмісту хлорофілів у листках соняшнику за використання препарату Сетар (середнє 2021–2023 рр.) , мг/1 г сухої речовини**

| Варіанти<br>удобрення                             | Мікростадія<br>(шкала<br>ВВСН) | РЖТ<br>Волльф |              | Альзан       |             | ЕС Белла     |             | Лайм         |              |
|---------------------------------------------------|--------------------------------|---------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
|                                                   |                                | 1*            | 2*           | 1*           | 2*          | 1*           | 2*          | 1*           | 2*           |
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 34–38                          | 1,53          | 1,05         | 1,41         | 1,01        | 1,23         | 0,85        | 1,35         | 0,89         |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   |                                | 1,77          | 1,05         | 1,55         | 1,03        | 1,51         | 1,03        | 1,51         | 0,94         |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  |                                | 1,88          | 1,12         | 1,67         | 1,04        | 1,64         | 1,03        | 1,53         | 1,03         |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> |                                | 2,04          | 1,17         | 1,82         | 1,14        | 1,76         | 1,06        | 1,73         | 1,05         |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> |                                | 2,14          | 1,22         | 2,09         | 1,21        | 1,85         | 1,11        | 1,94         | 1,08         |
| <b>V, %</b>                                       |                                | <b>12,74</b>  | <b>6,65</b>  | <b>15,31</b> | <b>7,88</b> | <b>15,16</b> | <b>9,68</b> | <b>14,12</b> | <b>8,00</b>  |
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 54–58                          | 4,69          | 1,93         | 4,62         | 1,79        | 4,52         | 1,69        | 4,52         | 1,71         |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   |                                | 5,34          | 1,99         | 5,21         | 1,85        | 4,96         | 1,82        | 5,03         | 1,86         |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  |                                | 5,91          | 2,05         | 5,62         | 1,91        | 5,49         | 1,88        | 5,53         | 1,91         |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> |                                | 6,37          | 2,13         | 6,15         | 1,96        | 5,89         | 1,93        | 5,98         | 1,96         |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> |                                | 6,79          | 2,21         | 6,52         | 2,11        | 6,33         | 2,01        | 6,38         | 2,01         |
| <b>V, %</b>                                       |                                | <b>14,27</b>  | <b>5,38</b>  | <b>13,36</b> | <b>6,34</b> | <b>13,24</b> | <b>6,46</b> | <b>13,47</b> | <b>6,09</b>  |
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 64-68                          | 4,95          | 2,01         | 4,88         | 1,95        | 4,66         | 1,85        | 4,77         | 1,91         |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   |                                | 5,52          | 2,15         | 5,32         | 2,03        | 5,13         | 1,88        | 5,17         | 1,94         |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  |                                | 5,93          | 2,21         | 5,86         | 2,14        | 5,54         | 1,98        | 5,73         | 2,03         |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> |                                | 6,58          | 2,31         | 6,25         | 2,23        | 5,95         | 2,03        | 6,13         | 2,09         |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> |                                | 6,86          | 2,35         | 6,61         | 2,31        | 6,39         | 2,07        | 6,21         | 2,15         |
| <b>V, %</b>                                       |                                | <b>13,00</b>  | <b>6,13</b>  | <b>12,03</b> | <b>6,83</b> | <b>12,23</b> | <b>4,83</b> | <b>11,09</b> | <b>4,96</b>  |
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 74-78                          | 3,51          | 1,38         | 3,42         | 1,31        | 3,15         | 1,23        | 3,33         | 1,24         |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   |                                | 3,69          | 1,51         | 3,46         | 1,46        | 3,37         | 1,28        | 3,41         | 1,35         |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  |                                | 3,81          | 1,65         | 3,66         | 1,53        | 3,42         | 1,41        | 3,48         | 1,45         |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> |                                | 3,88          | 1,72         | 3,89         | 1,61        | 3,50         | 1,42        | 3,71         | 1,53         |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> |                                | 4,03          | 1,89         | 3,95         | 1,65        | 3,62         | 1,53        | 3,81         | 1,61         |
| <b>V, %</b>                                       |                                | <b>5,19</b>   | <b>12,00</b> | <b>6,57</b>  | <b>8,90</b> | <b>5,11</b>  | <b>8,71</b> | <b>5,74</b>  | <b>10,16</b> |

\*Примітка: 1\* – уміст хлорофілу *a*; 2\* – уміст хлорофілу *b*.

Після застосування ретарданту Сетар (0,5 л/га) на посівах соняшнику, відразу після їх обробки, була відмічена тенденція до незначного зниження вмісту пігментів, що, ймовірно, можна пояснити стресовою реакцією рослин на застосування препарату.

На 34–38 мікростадіях розвитку соняшнику за впливу особливостей гібриду та варіантів удобрення вміст хлорофілу *a* змінювався у діапазоні від 1,23 до 2,14 мг/1 г сухої речовини. Визначення вмісту хлорофілу *b* свідчить про аналогічну залежність з показниками, що змінювалися від 0,85 до 1,22 мг/1 г сухої речовини (табл. 3.11).

Подальший ріст та розвиток рослин соняшнику характеризувався підвищенням вмісту хлорофілів *a* та *b* на фоні варіантів, де не проводили обробку ретардантом. Максимального значення показники вмісту хлорофілу *a* сягали на 64–68 мікростадіях розвитку з показниками 4,66–6,86 мг/1 г сухої речовини. Аналогічну закономірність можна відмітити і за визначення вмісту хлорофілу *b* з показниками від 1,85 до 2,35 мг/1 г сухої речовини.

Отже, можна зробити висновок, що найменш інтенсивним синтез хлорофілів виявився на початкових етапах (макростадії 34–38 ВВСН) росту та розвитку рослин гібридів соняшнику, які ми вивчали, у результаті недостатньо розвиненої асимілюючої поверхні. Максимальний вміст хлорофілів рослини соняшнику мали на 64–68 мікростадіях ВВСН розвитку (уміст хлорофілу *a* змінювався від 4,49 до 6,79 мг/1 г сухої речовини, хлорофілу *b* – 1,66 до 2,24 мг/1 г сухої речовини). Максимальних значень умісту вказаних пігментів було досягнуто в гібрида РЖТ Волльф (ВВСН 64–68) у варіанті зі внесенням  $N_{120}P_{80}K_{180}$ . Застосування ретарданту Сетар спричиняло зниження вмісту хлорофілів на початкових етапах розвитку та підвищення, починаючи з 54–58 мікростадій розвитку за шкалою ВВСН, до варіантів без його застосування.

### **3.5. Біометричні параметри рослин за впливу живлення та ретарданту**

У міру росту та розвитку рослин, упродовж років досліджень, спостерігається чітка динаміка у показниках біометричних параметрів рослин соняшнику. Результати проведених упродовж 2021–2023 рр. досліджень показали, що з ростом і розвитком рослин соняшнику спостерігалася динаміка у показниках біометричних параметрів за впливу чинників, які ми вивчали.

Параметри висоти, є показником, який впливає на формування продуктивності рослин. Варто відмітити, що єдиної думки щодо оптимальних параметрів рослин соняшнику на сьогодні не існує. Висота рослин є генетичною морфобіологічною ознакою. Вона також визначається адаптивністю рослин до зміни умов навколишнього середовища та впливом окремих елементів технології вирощування.

У рослин соняшнику період цвітіння вважається одним із найважливіших етапів їх розвитку. Саме на зазначений період припадає формування максимальних параметрів висоти рослин, як і накопичення ними сухої речовини. Висота рослин впливає на ефективність засвоєння сонячної радіації, сприяючи активності процесу фотосинтезу. Високорослі рослини, у результаті затінення нижніх листків, забезпечують меншу активність фотосинтезу.

Висоту рослин у соняшнику враховують і за потреби проведення заходів захисту та збирання врожаю культури. Рослини з меншою висотою синтезують меншу кількість сухої речовини. Крім того, відмічено менше споживання елементів живлення із ґрунту. Слід пам'ятати і про те, що висота є генетичною ознакою сорту чи гібрида. Хоча вплив умов вирощування, які характеризуються як природними чинниками, так і елементами технології, здатен істотно збільшувати діапазон у динаміці показників їх висоти.

Отримані нами результати показали, що підвищення норм внесення добрив забезпечувало збільшення висоти рослин гібридів соняшнику

(табл. 3.12). Висота рослин різнилася за впливу генетичних особливостей гібридів, які ми вивчали.

Застосування добрив мало істотний ефект на вказаний параметр. У гібрида РЖТ Волльф зі збільшенням норм внесених добрив висота змінювалася у бік зростання від 150,7 до 175,2 см, Альзан – 145,6–169,6, ЕС Белла – 145,9–169,9, Лайм – 136,1–163,8 см. Висота рослин у гібридів ЕС Белла та Альзан мала дуже близькі параметри на всіх варіантах удобрення, що можна пояснити подібними генетичними особливостями гібридів. Рослини гібрида Лайм мали найменшу висоту серед гібридів, які досліджували (табл. 3.12).

Таблиця 3.12

**Висота рослин соняшнику за впливу удобрення та ретарданту, (середнє за 2021–2023 рр.), см**

| Варіанти<br>удобрення                                                                                                                                                     | РЖТ Волльф    |               | Альзан        |               | ЕС Белла      |               | Лайм          |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                                                                                                                                                           | 1*            | 2*            | 1*            | 2*            | 1*            | 2*            | 1*            | 2*            |
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>                                                                                                                           | 150,7         | 137,1         | 145,6         | 132,5         | 145,9         | 132,7         | 136,1         | 122,7         |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>                                                                                                                           | 153,1         | 138,7         | 148,3         | 134,5         | 148,5         | 134,9         | 141,7         | 127,0         |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>                                                                                                                          | 161,3         | 145,1         | 156,2         | 140,9         | 156,5         | 139,8         | 149,8         | 133,6         |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub>                                                                                                                         | 164,9         | 147,1         | 159,6         | 141,9         | 159,9         | 141,9         | 153,4         | 135,4         |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub>                                                                                                                         | 175,2         | 154,2         | 169,6         | 150,1         | 169,9         | 149,5         | 163,5         | 144,6         |
| $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$                                                                                                                                                 | 161,0±<br>4,4 | 144,4±<br>3,1 | 155,9±<br>4,3 | 140,0±<br>3,1 | 156,1±<br>4,3 | 139,8±<br>2,9 | 148,9±<br>4,7 | 132,7±<br>3,8 |
| V, %                                                                                                                                                                      | 6,10          | 4,77          | 6,13          | 4,96          | 6,13          | 4,70          | 7,12          | 6,33          |
| <i>НІР<sub>0,5</sub> для будь-яких середніх – 1,2; НІР<sub>0,5</sub> для чинників: «Гібрид» – 0,97;<br/>«Варіанти удобрення» – 0,53; «застосування ретарданту» – 0,23</i> |               |               |               |               |               |               |               |               |

\*Примітка: 1\* – обробка водою; 2\* – обробка ретардантом Сетар.

Обробка посівів ретардантом Сетар забезпечила зменшення висоти рослин гібридів соняшнику, які ми вивчали, на 13,1–21,0 см залежно від особливостей гібрида та варіанта удобрення. Зі збільшенням норми внесення добрив зростала різниця у показниках висоти – у бік їх зниження.

Висота рослин на варіантах із обробкою Сетаром за впливу варіантів удобрення змінювалася у гібрида РЖТ Волльф від 137,1 до 154,2 см, Альзан – 132,5–150,1, ЕС Белла – 132,7–149,5 см, Лайм – 122,7–144,6 см.

Хід протікання ростових процесів у рослинному організмі визначає зміна кількості фітогормонів, через вплив на морфогенез рослин. Модифікаторами гормонального комплексу рослинного організму є ретарданти, які здатні зменшувати концентрацію та активність фітогормонів у рослині.

Ретарданти мають вплив на диференціацію анатомічної будови меристем органів рослин та їх функції. Рослини за надмірної висоти, завищених нормах удобрення, достатнього зволоження можуть вилягати. Ретарданти забезпечують збільшення механічної міцності стебла, завдяки його потовщенню та зниженню висоти та активації в транспортуванні та перерозподілі синтезованих органічних сполук. Стебло соняшнику за дії ретарданту потовщується за рахунок потовщення кори та у результаті розростання склеренхіми та коленхіми. Тобто відбувається кращий розвиток механічних тканин через зміну диференціації меристем. Застосування добрив мало позитивний вплив на показники діаметра стебла.

Відповідно до отриманих результатів, діаметр стебла рослин соняшнику змінювався за роками досліджень, під впливом генетичних особливостей гібридів, удобрення та дії ретарданту (табл. 3.13). Максимальний діаметр стебла було отримано в усіх гібридів соняшнику, які ми вивчали, у варіанті із внесенням максимальної дози добрив –  $N_{120}P_{80}K_{180}$  з показниками, які змінювалися від 3,13 до 3,26 см.

У віріантах без застосування ретарданту показники варіювали у розрізі варіантів удобрення та особливостей гібридів від 2,75–3,16 см.

Використання ретарданту Сетар забезпечило зростання діаметра стебла у рослин: у гібрида РЖТ Волльф до 2,95 до 3,45 см, Альзан – 2,91–3,30, ЕС Белла – 2,82–3,22, Лайм – 2,84–3,23 см.

Таблиця 3.13

**Діаметр стебла рослин соняшнику за впливу удобрення та обробки  
ретардантом, (середнє за 2021–2023 рр.), см**

| Варіанти<br>удобрення                                                                                                                                                  | РЖТ Волльф    |               | Альзан        |               | ЕС Белла      |               | Лайм          |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                                                                                                                                                        | 1*            | 2*            | 1*            | 2*            | 1*            | 2*            | 1*            | 2*            |
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>                                                                                                                        | 2,82          | 2,95          | 2,83          | 2,91          | 2,75          | 2,82          | 2,77          | 2,84          |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>                                                                                                                        | 2,92          | 3,02          | 2,91          | 3,03          | 2,84          | 2,91          | 2,85          | 2,93          |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>                                                                                                                       | 3,04          | 3,17          | 3,04          | 3,18          | 2,90          | 3,02          | 2,93          | 3,13          |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub>                                                                                                                      | 3,16          | 3,30          | 3,14          | 3,22          | 3,01          | 3,19          | 3,05          | 3,12          |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub>                                                                                                                      | 3,26          | 3,45          | 3,24          | 3,30          | 3,13          | 3,22          | 3,17          | 3,23          |
| $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$                                                                                                                                              | 3,04±<br>0,08 | 3,18±<br>0,09 | 3,03±<br>0,07 | 3,13±<br>0,07 | 2,93±<br>0,07 | 3,03±<br>0,08 | 2,95±<br>0,07 | 3,05±<br>0,07 |
| V, %                                                                                                                                                                   | 5,83          | 6,41          | 5,49          | 5,00          | 5,06          | 5,72          | 5,38          | 5,24          |
| <i>НІР<sub>0,5</sub> для будь-яких середніх – 0,07; НІР<sub>0,5</sub> для чинників: «Гібрид» – 0,04; «Варіанти удобрення» – 0,02; «застосування ретарданту» – 0,02</i> |               |               |               |               |               |               |               |               |

\*Примітка: 1\* – обробка водою; 2\* – обробка ретардантом Сетар.

Максимальні параметри діаметра стебла були отримані у рослин соняшнику у період їх цвітіння. У рослин гібрида РЖТ Волльф були одержані найбільші діаметри стебла. Реалізація генетичного потенціалу рослин, формування їх продуктивності залежить від показників листкової поверхні. Між урожайністю рослин та асимілюючою поверхнею існує кореляційна залежність. Сприятливий вплив на збільшення листкової поверхні чинить оптимізація удобрення культур. Результати досліджень показали, що збільшення норми внесення мало позитивну дію на закладання кількості листків на рослинах соняшнику. Показник визначався, як чинниками, які ми вивчали, так і показниками нерегульованих чинників навколишнього середовища (табл. 3.14). Найбільшу кількість листків формували рослини гібрида РЖТ Волльф, яка за впливу варіантів удобрення зростала від 19,8 до 26,7 шт., Альзан – 18,5–24,9, ЕС Белла – 18,1–24,0, Лайм – 17,8–23,5 шт.

Таблиця 3.14

**Кількість листків на рослинах соняшнику за впливу удобрення та обробки ретардантом, (середнє за 2021–2023 рр.), ВВСН 64–68, шт.**

| Варіанти<br>удобрення                                                                                                                                                      | РЖТ Волльф   |              | Альзан       |              | ЕС Белла     |              | Лайм         |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                                                                                                                                                                            | 1*           | 2*           | 1*           | 2*           | 1*           | 2*           | 1*           | 2*           |
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>                                                                                                                            | 19,8         | 22,3         | 18,5         | 20,3         | 18,1         | 20,3         | 17,8         | 19,6         |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>                                                                                                                            | 21,9         | 24,7         | 20,2         | 22,5         | 20,1         | 22,0         | 19,9         | 21,8         |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>                                                                                                                           | 23,4         | 26,1         | 21,9         | 23,6         | 21,4         | 23,6         | 21,0         | 22,8         |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub>                                                                                                                          | 24,1         | 26,5         | 22,5         | 24,7         | 22,1         | 23,8         | 21,8         | 23,7         |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub>                                                                                                                          | 24,2         | 26,7         | 22,6         | 24,9         | 22,3         | 24,0         | 22,1         | 23,5         |
| $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$                                                                                                                                                  | 22,7±<br>0,8 | 25,3±<br>0,8 | 21,1±<br>0,8 | 23,2±<br>0,8 | 20,8±<br>0,8 | 22,7±<br>0,7 | 20,5±<br>0,8 | 22,3±<br>0,7 |
| V, %                                                                                                                                                                       | 8,17         | 7,24         | 8,33         | 8,12         | 8,35         | 6,94         | 8,49         | 7,51         |
| <i>НІР<sub>0,5</sub> для будь-яких середніх – 0,17; НІР<sub>0,5</sub> для чинників: «Гібрид» – 0,11;<br/>«Варіанти удобрення» – 0,09; «застосування ретарданту» – 0,06</i> |              |              |              |              |              |              |              |              |

\*Примітка: 1\* – обробка водою; 2\* – обробка ретардантом Сетар.

Застосування ретарданту Сетар забезпечило зростання цих показників у гібрида РЖТ Волльф до 22,3–26,7 шт., Альзан – 20,3–24,9, ЕС Белла – 20,3–24,0, Лайм – 19,6–23,5 шт.

Максимальні значення було отримано на варіантах гібриду РЖТ Волльф за внесення N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>180</sub>. Зі зростанням доз добрив спостерігалось збільшення кількості листків на рослинах соняшнику. Варто зазначити, що різниця у показниках між варіантами удобрення N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>180</sub> та N<sub>100</sub>P<sub>65</sub>K<sub>150</sub> була незначною.

Проведення кореляційного аналізу між показниками висоти рослин і діаметром стебла свідчить про пряму позитивну кореляційну залежність, з коефіцієнтами кореляції залежно від гібрида 0,947–0,976. Між висотою рослин та кількістю листків на рослині була виявлена пряма кореляційна залежність, за якої коефіцієнти кореляції становлять 0,756–0,791.

Отже, параметри біометричних показників рослин соняшнику залежали від варіантів застосування добрив, генетичних особливостей гібридів, які ми вивчали, та дії ретарданту. Максимальні біометричні параметри (висота, діаметр стебла, кількість листків на рослині, ВВСН 64–68) було отримано за вирощування гібрида РЖТ Волльф на варіанті за внесення  $N_{120}P_{80}K_{180}$ . Застосування ретарданту Сетар забезпечувало зменшення висоти рослин та сприяло зростанню кількості листків на рослині та діаметра стебла.

### **3.6. Накопичення посівами соняшнику сухої речовини**

Урожай будь-якої сільськогосподарської культури створюється природною системою, основними складовими якої є рослинний організм, ґрунт і атмосфера, а об'єднувальною – вода.

Вода, яка зв'язує, умовно, рослину з ґрунтом та атмосферою визначає єдність організму й середовища. Водний розчин ґрунту є середовищем, у якому містяться розчинені мінеральні та органічні речовини. Вода гідратує іони, молекули, міцели та впливає на адсорбційні процеси, бере участь у створенні структури протопласту, його життєвої активності, регулює теплоенергетику організму. Вона здатна розсосереджуватися компактно навколо іонів і, тим самим, утворювати свій різновид гідраційного аналогу, який відіграє велику роль в організації колоїдних структур, що використовуються та засвоюються рослинами.

Уміст води у рослинному організмі визначає інтенсивність усіх фізіолого-біохімічних процесів, зокрема і фотосинтезу. Рослини для створення оптимальних умов для перебігу всіх фізіологічних процесів на клітинному рівні мають містити в своїх тканинах, як мінімум, 70–80 % води. За меншого її вмісту спостерігається зниження інтенсивності фотосинтетичної діяльності рослин. У результаті чого процеси дисиміляції мають перевагу над асиміляційними процесами. За таких умов рослинний організм поступово втрачає життєвий потенціал. Рослина ослаблюється і у



кінцевому результаті гине. Аналогічним є такий стан рослин у природних умовах на етапі фізіологічного дозрівання (Колесніков М. О. та ін., 2022).

Суша речовина рослини у своєму складі містить групи мінеральних і органічних сполук різних рівнів організації. Мінеральна частина сухої речовини рослинного організму за хімічним складом представляє оксиди Na, K, Ca, Mg, Fe та ангідриди сірчаної, фосфорної, соляної та ін. кислот; органічна – білки, жири, клітковину і безазотисті екстрактивні речовини (БЕР).

Білки – найбільш складна в організаційному відношенні група органічних сполук, характерною особливістю яких є наявність пептидних зв'язків, коли аміногрупа однієї амінокислоти сполучається з карбоксильною групою іншої (CO-NH). Складність білкової молекули ототожнюється з її молекулярною масою, яка коливається від 5733 до 4 млн. У першому випадку білкова молекула включає 51 амінокислотний залишок і 2 ланцюги, в другому – відповідно 336500 і 2130.

Складовими рослинних жирів є вуглець, водень і кисень. Вони за структурною організацією містять ефіри жирних кислот (понад 30 різновидів) і триатомного спирту – гліцерину. Тому, фізичні і хімічні особливості жирів, насамперед, визначаються їх кислотним складом.

Клітковина за хімічним складом відноситься до групи вуглеводів, особливістю яких є здатність зберігати свою структуру при кип'ятінні в розбавлених кислотах і лугах. Основними складовими її є целюлоза і лігнін.

Безазотисті екстрактивні речовини є вуглеводами різної полімерності: моно- і дисахариди (цукри), полісахариди (нецукри) – декстрини, крохмалі, пептозани, геміцелюлози, пектинові речовини.

Збір сухої речовини з одиниці площі залежить від рослинної маси і її вологості. Формування та накопичення сухої речовини залежить від низки чинників. Це можуть бути як регульовані, так і нерегульовані чинники навколишнього середовища.

Утворення сухої речовини на 90–95 % є результатом діяльності процесу фотосинтезу. Тому, кількість накопиченої та синтезованої сухої речовини залежить від діяльності сформованого листкового апарату рослин, його стану та тривалості функціонування. Вагоме значення на формування площі листків має забезпеченість вологою та елементами живлення на всьому етапі росту та розвитку листкового апарату.

Дослідження показали, що розвиток рослин, формування ними вегетативної маси та накопичення сухої речовини визначалися впливом чинників, які ми вивчали. Маса однієї рослини соняшнику, за результатами досліджень, залежала від варіантів удобрення та особливостей гібридів, які ми вивчали. Істотний вплив мали і погодні умови років проведення досліджень.

Маса сухої речовини однієї рослини зростала зі збільшенням дози добрив, які ми використовували, сягаючи максимальних показників на варіанті із застосуванням  $N_{120}P_{80}K_{180}$ . Водночас у гібрида РЖТ Волльф маса однієї рослини у середньому за роки досліджень, змінювалася від 113,0 до 188,9 г/рослину. Гібрид Альзан характеризувався показниками, які, відповідно, становили 111,1–181,9, ЕС Белла – 118,5–172,2 та Лайм – 117,2–178,6 г/рослину (табл. 3.15). Найбільшу масу 1 рослини було отримано у варіанті із застосуванням  $N_{120}P_{80}K_{180}$  за вирощування соняшнику гібрида РЖТ Волльф – 188,9 г.

Визначення співвідношення між основною та повічною продукцією засвідчило, що зі збільшенням внесених добрив цей показник зростав. Така тенденція у показниках простежувалася за вирощування всіх гібридів, які ми вивчали. Співвідношення між масою основної та побічної продукції у гібрида РЖТ Волльф, становило залежно від варіанта удобрення 1:1,84–2,04, Альзан – 1:1,87–2,09, ЕС Белла – 1:1,99–2,26 і Лайм – 1:1,94–2,19. Це свідчить про те, що з підвищенням доз застосування мінеральних добрив, зростає маса сухої речовини однієї рослини, проте елементи живлення

сприяють формуванню більшої кількості вегетативної маси, а не врожаю основної продукції.

Таблиця 3.15

**Формування сухої речовини рослинами соняшнику за впливу удобрення (середнє 2021–2023 рр.), г/роsl.**

| Гібрид             | Удобрєння                                         | Суха<br>речовина,<br>г/росл. | У тому числі          |       |         |       | Співвідношенн<br>я основної<br>продукції /<br>побічної |
|--------------------|---------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------|-------|---------|-------|--------------------------------------------------------|
|                    |                                                   |                              | побічної<br>продукції |       | насіння |       |                                                        |
|                    |                                                   |                              | г                     | %     | г       | %     |                                                        |
| РЖТ<br>Волльф      | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 113,0                        | 73,2                  | 66,08 | 39,8    | 33,92 | 1/1,84                                                 |
|                    | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 129,3                        | 84,2                  | 64,96 | 45,1    | 35,04 | 1/1,87                                                 |
|                    | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 143,4                        | 94,2                  | 64,27 | 49,2    | 35,73 | 1/1,91                                                 |
|                    | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 171,5                        | 112,9                 | 64,87 | 58,6    | 36,13 | 1/1,93                                                 |
|                    | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 188,9                        | 126,8                 | 65,67 | 62,1    | 34,33 | 1/2,04                                                 |
| Альзан             | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 111,1                        | 73,0                  | 67,68 | 38,1    | 32,32 | 1/1,84                                                 |
|                    | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 135,0                        | 90,0                  | 66,63 | 45,5    | 33,37 | 1/1,88                                                 |
|                    | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 142,0                        | 93,0                  | 65,49 | 49,0    | 34,51 | 1/1,90                                                 |
|                    | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 159,0                        | 102,3                 | 64,35 | 54,0    | 35,65 | 1/1,95                                                 |
|                    | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 181,9                        | 122,7                 | 67,47 | 59,2    | 32,53 | 1/2,07                                                 |
| ЕС<br>Белла        | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 118,5                        | 81,2                  | 68,50 | 38,9    | 31,50 | 1/2,09                                                 |
|                    | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 127,2                        | 85,7                  | 67,39 | 41,1    | 32,61 | 1/2,11                                                 |
|                    | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 137,1                        | 90,2                  | 65,72 | 43,1    | 34,28 | 1/2,14                                                 |
|                    | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 147,4                        | 95,1                  | 64,52 | 49,0    | 35,48 | 1/2,17                                                 |
|                    | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 172,2                        | 117,0                 | 67,93 | 53,2    | 32,07 | 1/2,22                                                 |
| Лайм               | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 117,2                        | 79,5                  | 67,82 | 37,7    | 32,18 | 1/1,88                                                 |
|                    | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 126,1                        | 84,1                  | 66,66 | 42,0    | 33,34 | 1/1,91                                                 |
|                    | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 140,3                        | 92,9                  | 66,14 | 47,4    | 33,86 | 1/1,96                                                 |
|                    | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 157,3                        | 102,4                 | 65,04 | 51,4    | 34,96 | 1/1,98                                                 |
|                    | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 178,6                        | 120,5                 | 67,44 | 57,1    | 32,56 | 1/2,11                                                 |
| HIP <sub>0,5</sub> |                                                   | 13,42                        | 8,07                  | —     | 1,03    |       |                                                        |

Застосування добрив у дозі  $N_{120}P_{80}K_{180}$  спричинило істотне зростання вегетативної маси рослин, проте приріст урожаю основної продукції до попереднього варіанта виявився незначним.

Таку динаміку у показниках ми спостерігали в усіх гібридів, які вивчали. У сорту ЕС Белла виявили найвище співвідношення між основною та побічною продукцією, що свідчить про низьку ефективність застосування останнього варіанта дослідів.

Вплив дії ретарданту на формування сухої речовини рослинами соняшнику також було виявлено. Водночас чітко простежується зростання загальної маси рослин щодо варіантів без застосування ретарданту.

Відповідно, зростала і частка насіння у загальній масі рослини. Динаміка у показниках була аналогічною до варіантів, де ретардант не застосовували. За такої умови, маса сухої речовини однієї рослини за вирощування РЖТ Волльф становила 121,48–193,9 г, Альзан – 119,62–190,88; ЕС Белла – 122,15–178,68; Лайм – 123,91–185,13 г (табл. 3.16).

Таблиця 3.16

**Формування сухої речовини рослинами соняшнику за впливу удобрення та ретарданту (середнє 2021–2023 рр.), г/роsl.**

| Гібрид        | Удобрення                                         | Маса<br>рослини<br><br>, г | У тому числі          |      |         |      | Співвідношення<br><br>основної<br>продукції/побічно<br><br>ї |
|---------------|---------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------|------|---------|------|--------------------------------------------------------------|
|               |                                                   |                            | побічної<br>продукції |      | насіння |      |                                                              |
|               |                                                   |                            | г                     | %    | г       | %    |                                                              |
| 1             | 2                                                 | 3                          | 4                     | 5    | 6       | 7    | 8                                                            |
| РЖТ<br>Волльф | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 121,48                     | 79,10                 | 65,1 | 42,38   | 34,9 | 1/1,87                                                       |
|               | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 137,78                     | 90,10                 | 65,4 | 47,68   | 34,6 | 1/1,89                                                       |
|               | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 151,8                      | 100,00                | 65,9 | 51,80   | 34,1 | 1/1,93                                                       |
|               | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 183,2                      | 121,10                | 66,1 | 62,10   | 33,9 | 1/1,95                                                       |
|               | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 193,9                      | 129,60                | 66,8 | 64,30   | 33,2 | 1/2,02                                                       |

| Продовження табл. 3.16 |                                                   |        |        |      |       |      |        |
|------------------------|---------------------------------------------------|--------|--------|------|-------|------|--------|
| 1                      | 2                                                 | 3      | 4      | 5    | 6     | 7    | 8      |
| Альзан                 | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 119,6  | 77,90  | 65,1 | 41,70 | 34,9 | 1/1,87 |
|                        | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 139,21 | 91,20  | 65,5 | 48,01 | 34,5 | 1/1,90 |
|                        | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 150,66 | 99,08  | 65,8 | 51,58 | 34,2 | 1/1,92 |
|                        | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 167,8  | 111,10 | 66,2 | 56,70 | 33,8 | 1/1,96 |
|                        | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 190,88 | 129,10 | 67,6 | 61,78 | 32,4 | 1/2,09 |
| ЕС<br>Белла            | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 122,15 | 81,30  | 66,6 | 40,85 | 33,4 | 1/1,99 |
|                        | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 134,2  | 90,40  | 67,4 | 43,80 | 32,6 | 1/2,06 |
|                        | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 143,06 | 97,10  | 67,9 | 45,96 | 32,1 | 1/2,11 |
|                        | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 162,01 | 110,43 | 68,2 | 51,58 | 31,8 | 1/2,14 |
|                        | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 178,68 | 123,90 | 69,3 | 54,78 | 30,7 | 1/2,26 |
| Лайм                   | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 123,91 | 81,74  | 66,0 | 42,17 | 34,0 | 1/1,94 |
|                        | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 129,02 | 85,90  | 66,6 | 43,12 | 33,4 | 1/1,99 |
|                        | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 147,71 | 98,70  | 66,8 | 49,01 | 33,2 | 1/2,01 |
|                        | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 165,34 | 112,45 | 68,0 | 52,89 | 32,0 | 1/2,13 |
|                        | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 185,13 | 127,12 | 68,7 | 58,01 | 31,3 | 1/2,19 |
| НІР <sub>0,5</sub>     |                                                   | 14,31  | 9,12   | —    | 1,29  | —    | —      |

У співвідношеннях між показниками основної та побічної продукції спостерігалася аналогічна залежність до варіантів без застосування ретарданту.

Суша речовина, яку накопичували посіви соняшнику, залежала від чинників, які ми вивчали, та погодних умов років досліджень. Варто зазначити, що в розрізі років досліджень спостерігалася істотна різниця між цими показниками.

Кількість накопиченої сухої речовини визначалася генетичними особливостями гібридів, що підлягали вивченню, та співвідношенням між сухою вегетативною масою та врожайністю основної продукції гібрида.

Найбільшу кількість сухої речовини посіви соняшнику формували у 2023 р., що пояснюється сприятливими погодними умовами, зокрема, найбільшою кількістю опадів упродовж періоду вегетації.

Максимальні значення накопиченої сухої речовини було отримано за внесення максимальної кількості добрив –  $N_{120}P_{80}K_{180}$ . Така залежність проявлялася в усіх гібридів, які ми вивчали.

Водночас у гібрида РЖТ Волльф за варіантами удобрення накопичувалася найбільша кількість сухої речовини, за винятком варіанта із використанням  $N_{40}P_{20}K_{60}$ . Показники за впливу удобрення становили від 6,29 до 10,73 т/га. У гібрида Альзан показники варіювали у діапазоні від 6,49 до 9,74 т/га. Гібрид ЕС Белла характеризувався кількістю накопиченої сухої речовини, яка змінювалася залежно від доз добрив від 6,4 до 9,20 т/га. У гібрида Лайм показники сягали 6,37–9,50 г (табл. 3.17).

Таблиця 3.17

**Накопичення сухої речовини посівами соняшнику, (середнє 2021–2023 рр.), т/га**

| Гібрид     | Варіант                                           | Застосув<br>ання<br>ретардан<br>ту | Суша речовина, т/га |       |       | Середнє за<br>2021–2023 рр. |
|------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------|-------|-------|-----------------------------|
|            |                                                   |                                    | 2021                | 2022  | 2023  |                             |
| 1          | 2                                                 | 3                                  | 4                   | 5     | 6     | 7                           |
| РЖТ Волльф | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1*                                 | 6,19                | 6,03  | 6,66  | 6,29                        |
|            |                                                   | 2*                                 | 6,71                | 6,33  | 6,97  | 6,67                        |
|            | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1*                                 | 7,15                | 6,32  | 7,43  | 6,97                        |
|            |                                                   | 2*                                 | 7,53                | 7,23  | 7,96  | 7,57                        |
|            | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1                                  | 7,85                | 7,2   | 7,94  | 7,67                        |
|            |                                                   | 2                                  | 8,27                | 7,8   | 8,62  | 8,23                        |
|            | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1                                  | 9,68                | 8,55  | 9,52  | 9,25                        |
|            |                                                   | 2                                  | 10,03               | 9,21  | 10,25 | 9,83                        |
|            | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1                                  | 10,04               | 9,34  | 10,88 | 10,09                       |
|            |                                                   | 2                                  | 10,78               | 10,08 | 11,32 | 10,73                       |
| V, %       |                                                   |                                    | 18,99               | 18,25 | 18,87 | 18,66                       |

| Продовження табл. 3.17                                                                                                                                            |                                                   |   |       |       |       |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|
| 1                                                                                                                                                                 | 2                                                 | 3 | 4     | 5     | 6     | 7     |
| Альзан                                                                                                                                                            | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1 | 6,52  | 6,36  | 6,58  | 6,49  |
|                                                                                                                                                                   |                                                   | 2 | 6,79  | 6,6   | 6,98  | 6,79  |
|                                                                                                                                                                   | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1 | 7,42  | 7,1   | 7,38  | 7,30  |
|                                                                                                                                                                   |                                                   | 2 | 7,83  | 7,41  | 8,03  | 7,76  |
|                                                                                                                                                                   | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1 | 7,78  | 7,58  | 7,7   | 7,69  |
|                                                                                                                                                                   |                                                   | 2 | 8,21  | 8,17  | 8,75  | 8,38  |
|                                                                                                                                                                   | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1 | 8,58  | 8,33  | 8,67  | 8,53  |
|                                                                                                                                                                   |                                                   | 2 | 9,16  | 8,87  | 9,29  | 9,11  |
|                                                                                                                                                                   | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1 | 9,81  | 9,53  | 9,89  | 9,74  |
|                                                                                                                                                                   |                                                   | 2 | 10,32 | 9,81  | 10,34 | 10,16 |
| V, %                                                                                                                                                              |                                                   |   | 15,06 | 14,77 | 14,89 | 14,78 |
| ЕС Белла                                                                                                                                                          | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1 | 6,49  | 6,22  | 6,49  | 6,40  |
|                                                                                                                                                                   |                                                   | 2 | 6,65  | 6,57  | 7,03  | 6,75  |
|                                                                                                                                                                   | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1 | 6,7   | 6,65  | 7,05  | 6,80  |
|                                                                                                                                                                   |                                                   | 2 | 6,92  | 6,82  | 7,66  | 7,13  |
|                                                                                                                                                                   | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1 | 7,3   | 7,02  | 7,85  | 7,39  |
|                                                                                                                                                                   |                                                   | 2 | 7,63  | 7,13  | 8,19  | 7,65  |
|                                                                                                                                                                   | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1 | 8,17  | 7,46  | 8,51  | 8,05  |
|                                                                                                                                                                   |                                                   | 2 | 8,48  | 8,05  | 9,51  | 8,68  |
|                                                                                                                                                                   | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1 | 9,24  | 8,7   | 9,67  | 9,20  |
|                                                                                                                                                                   |                                                   | 2 | 9,97  | 9,28  | 10,47 | 9,91  |
| V, %                                                                                                                                                              |                                                   |   | 15,30 | 13,42 | 15,73 | 14,78 |
| Лайм                                                                                                                                                              | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1 | 6,13  | 6,21  | 6,76  | 6,37  |
|                                                                                                                                                                   |                                                   | 2 | 6,41  | 6,52  | 7,03  | 6,65  |
|                                                                                                                                                                   | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1 | 6,55  | 6,57  | 7,36  | 6,83  |
|                                                                                                                                                                   |                                                   | 2 | 6,91  | 6,64  | 8,17  | 7,24  |
|                                                                                                                                                                   | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1 | 7,32  | 7,07  | 8,17  | 7,52  |
|                                                                                                                                                                   |                                                   | 2 | 7,99  | 7,38  | 9,1   | 8,16  |
|                                                                                                                                                                   | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1 | 8,40  | 7,79  | 9,09  | 8,43  |
|                                                                                                                                                                   |                                                   | 2 | 9,08  | 8,33  | 9,92  | 9,11  |
|                                                                                                                                                                   | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1 | 9,46  | 8,78  | 10,26 | 9,50  |
|                                                                                                                                                                   |                                                   | 2 | 10,01 | 9,41  | 11,05 | 10,16 |
| V, %                                                                                                                                                              |                                                   |   | 17,55 | 14,44 | 16,57 | 16,15 |
| *НІР <sub>0,5</sub> для будь-яких середніх– 0,27; НІР <sub>0,5</sub> для чинників: «Гібрид» – 0,17; «Варіанти удобрення» – 0,11; «застосування ретарданту» – 0,05 |                                                   |   |       |       |       |       |

\*Примітка: 1\* – обробка водою; 2\* – обробка ретардантом Сетар.

Застосування ретарданту Сетар забезпечувало зростання сухої речовини у розрізі років досліджень у діапазоні від 3 до 9 %. Тоді, як у середньому за 2021–2023 рр. спостерігалось збільшення накопиченої посівами сухої речовини порівняно до варіантів без застосування ретарданту на 2–8 %.

Максимальні показники накопиченої сухої речовини було отримано на варіантах із застосуванням максимальної кількості добрив  $N_{120}P_{80}K_{180}$ . Залежно від гібрида, показники за дії ретарданту становили: у гібрида РЖТ Волльф – 10,7 т/га, Альзан – 10,16, ЕС Белла – 9,91 і Лайм – 10,16 т/га.

Отже, аналіз елементів структури врожаю показав, що зі збільшенням норм удобрення зростає діаметр кошика. Така залежність простежувалася на всіх варіантах удобрення (табл. 3.17). Використання Сетару сприяло збільшенню діаметра кошика на 0,1–0,5 см залежно від гібрида та норм добрив.

### **3.7. Структура врожаю та врожайність соняшнику**

Отримання високих урожаїв насіння соняшнику значною мірою визначається як ґрунтово-кліматичними умовами регіону, так і погодними умовами впродовж усього вегетаційного періоду, забезпеченістю культури найважливішими елементами живлення, генетичними особливостями гібридів та сортів, які вирощуємо, їх потенціалом, пластичністю та стабільністю.

Урожайність будь-якої культури, зокрема, соняшнику є результатом складної взаємодії рослини з умовами зовнішнього середовища. Вона визначається переважно співвідношенням двох основних величин – кількості рослин на одиниці площі й маси насіння з однієї рослини. Кожна з цих величин насамперед залежить від інших елементів структури врожаю.

Усі сільськогосподарські культури вирощують із метою одержання врожаю основної та побічної продукції. Головним продуктом соняшнику є насіння, яке використовується як сировина для виробництва олії. Рівень



урожайності соняшнику залежить від різних чинників, включаючи ті, що досліджувались у нашій роботі.

У соняшнику основними складовими врожаю та його структурними одиницями є діаметр кошика, маса насіння з однієї рослини та маса 1000 насінин. Впливаючи на будь-який із цих показників продуктивності рослини та аналізуючи причини та наслідки зміни продуктивності за різних технологічних прийомів, розробляють системні підходи для керування продуктивністю рослин.

Аналіз елементів структури врожаю показав, що зі збільшенням норм удобрення зростає діаметр кошика. Така залежність простежувалася на всіх варіантах удобрення (табл. 3.18).

Таблиця 3.18

**Елементи структури врожаю рослин соняшнику  
(середнє за 2021–2023 рр.)**

| Гібрид      | Удобрєння                                         | Застосування ретарданту | Діаметр кошика, см | Кількість, шт.              |                  | Маса, г            |              |
|-------------|---------------------------------------------------|-------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------|--------------------|--------------|
|             |                                                   |                         |                    | Кошиків на 1 м <sup>2</sup> | Насінин у кошику | Насіння з 1 кошика | 1000 насінин |
| 1           | 2                                                 | 3                       | 4                  | 5                           | 6                | 7                  | 8            |
| РЖТ Волль ф | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1*                      | 17,9               | 5,4                         | 743              | 40,6               | 54,6         |
|             |                                                   | 2*                      | 18,0               | 5,4                         | 764              | 41,9               | 54,8         |
|             | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1*                      | 20,5               | 5,5                         | 867              | 49,8               | 57,4         |
|             |                                                   | 2*                      | 20,7               | 5,3                         | 892              | 51,5               | 57,7         |
|             | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1*                      | 21,3               | 5,4                         | 884              | 51,4               | 58,1         |
|             |                                                   | 2*                      | 21,6               | 5,3                         | 899              | 52,3               | 58,2         |
|             | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1*                      | 21,7               | 5,5                         | 936              | 54,7               | 58,4         |
|             |                                                   | 2*                      | 22,0               | 5,5                         | 960              | 56,4               | 58,8         |
|             | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1*                      | 22,0               | 5,4                         | 962              | 56,5               | 58,1         |
|             |                                                   | 2*                      | 22,1               | 5,3                         | 976              | 57,4               | 58,7         |
| Альзан      | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1*                      | 16,8               | 5,4                         | 729              | 39,2               | 53,8         |
|             |                                                   | 2*                      | 17,0               | 5,4                         | 738              | 40,1               | 54,3         |
|             | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1*                      | 19,2               | 5,5                         | 843              | 45,6               | 54,1         |
|             |                                                   | 2*                      | 19,4               | 5,3                         | 864              | 47,0               | 54,4         |
|             | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1*                      | 19,9               | 5,5                         | 863              | 47,1               | 54,6         |
|             |                                                   | 2*                      | 20,3               | 5,3                         | 875              | 48,1               | 55,0         |
|             | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1*                      | 20,3               | 5,4                         | 911              | 50,2               | 55,1         |
|             |                                                   | 2*                      | 20,8               | 5,5                         | 937              | 52,9               | 56,5         |
|             | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1*                      | 20,6               | 5,5                         | 940              | 51,9               | 55,2         |
|             |                                                   | 2*                      | 21,0               | 5,3                         | 956              | 52,9               | 55,3         |

| Продовження табл. 3.18 |                                                   |    |      |     |      |      |      |
|------------------------|---------------------------------------------------|----|------|-----|------|------|------|
| 1                      | 2                                                 | 3  | 4    | 5   | 6    | 7    | 8    |
| ЕС<br>Белла            | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1* | 16,6 | 5,5 | 732  | 397  | 54,3 |
|                        |                                                   | 2* | 16,7 | 5,4 | 751  | 40,9 | 54,5 |
|                        | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1* | 19,0 | 5,4 | 848  | 48,4 | 57,1 |
|                        |                                                   | 2* | 19,3 | 5,5 | 873  | 49,9 | 57,2 |
|                        | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1* | 19,7 | 5,5 | 865  | 49,6 | 57,3 |
|                        |                                                   | 2* | 20,0 | 5,3 | 887  | 51,2 | 57,7 |
|                        | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1* | 20,0 | 5,3 | 916  | 53,2 | 58,1 |
|                        |                                                   | 2* | 20,2 | 5,4 | 946  | 55,2 | 58,4 |
|                        | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1* | 20,4 | 5,3 | 944  | 54,9 | 58,2 |
|                        |                                                   | 2* | 20,7 | 5,5 | 967  | 56,6 | 58,5 |
| Лайм                   | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1* | 17,1 | 5,4 | 729  | 39,2 | 53,8 |
|                        |                                                   | 2* | 17,2 | 5,5 | 746  | 40,4 | 54,2 |
|                        | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1* | 19,6 | 5,5 | 841  | 47,9 | 57,0 |
|                        |                                                   | 2* | 19,8 | 5,3 | 867  | 49,6 | 57,2 |
|                        | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1* | 20,3 | 5,5 | 860  | 49,3 | 57,3 |
|                        |                                                   | 2* | 20,5 | 5,6 | 883  | 40,8 | 46,2 |
|                        | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1* | 20,6 | 5,4 | 906  | 52,4 | 57,8 |
|                        |                                                   | 2* | 21,0 | 5,6 | 934  | 54,4 | 58,2 |
|                        | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1* | 21,0 | 5,5 | 939  | 54,6 | 58,1 |
|                        |                                                   | 2* | 21,2 | 5,6 | 964  | 56,3 | 58,4 |
| HIP <sub>0,5</sub>     |                                                   |    | 0,4  | 0,1 | 11,2 | 0,2  | 0,8  |

\*Примітка: 1\* – обробка водою; 2\* – застосування ретарданту Сетар.

Застосування Сетару сприяло збільшенню діаметра кошика на 0,1–0,5 см залежно від гібрида та норм добрив.

Кількість насінин у кошику за впливу норм добрив у гібрида РЖТ Волльф змінювалася від 743 до 936 шт., Альзан – 729–940, ЕС Белла – 732–944 шт. і Лайм – 729–939 шт. Використання ретарданту забезпечило формування більшої кількості сім'янок, кількість яких у кошику змінювалася за впливу генетичних особливостей у гібрида РЖТ Волльф від 764 до 960 шт., Альзан – 738–956, ЕС Белла – 751–967 і Лайм – 746–964 шт.

На масу 1000 насінин впливали як особливості гібрида, так і варіанти удобрення. Використання ретарданту дало позитивний результат на зазначений показник із динамікою у бік зростання. Тому, маса 1000 насінин за впливу чинників, які ми вивчали, за вирощування гібрида РЖТ Волльф становила 54,6–58,8 г, Альзан – 53,8–56,5, ЕС Белла – 54,3–58,5 г і Лайм –

53,8–58,4 г. варто зазначити, що за вирощування гібридів РЖТ Волльф та Альзан максимальна маса 1000 насінин була отримана на варіантах із внесенням  $N_{100}P_{65}K_{150}$ , тоді, як у гібридів ЕС Белла та Лайм –  $N_{120}P_{80}K_{180}$ .

До структурних елементів урожаю соняшнику належить і виповненість кошиків. Зазначений параметр залежить від низки чинників, одним з яких є збалансованість живлення. Недостача фосфору негативно впливає на формування та налив насіння та обмежує продуктивність соняшнику. Достатня кількість фосфору підвищує посухостійкість рослин та олійність насіння. Поглинання фосфору рослинами спостерігається в період від сходів до цвітіння і накопичується в стеблі та листках, а пізніше – переміщується в кошик й в кінцевому результаті в сім'янку. 60–70% від всієї потреби у фосфорі рослини поглинають в період формування кошика – завершення цвітіння.

Результати досліджень показали, що створені варіантами досліду умови живлення, чинили позитивний ефект на виповненість кошиків рослин соняшнику. Зі зростанням норм добрив спостерігалася вища виповненість. При цьому відзначали різницю у показниках не лише за впливу удобрення, а й генетичних особливостей гібрида. Найбільш виповненими були кошики з рослин соняшнику на варіантах із застосуванням максимальної норми удобрення  $N_{120}P_{80}K_{180}$  (табл. 3.19). Така динаміка простежувалася у всіх гібридів. Виповненість кошиків сягала залежно від гібрида на варіанті із внесенням  $N_{120}P_{80}K_{180}$  від 91,2 до 92,6 %. Найменше виповненими були кошики гібрида Лайм, незалежно від варіантів удобрення.

Аналіз урожайності соняшнику впродовж років досліджень за різними варіантами внесення добрив та обробки ретардантом показав різницю у реакції гібридів, особливо у роки з недостатньою кількістю опадів та підвищених температур.

Результати наших досліджень показали, що застосування мінеральних добрив мало позитивний вплив на формування продуктивності посівів

гібридів соняшнику. У міру збільшення норм добрив спостерігалось підвищення і урожайності культури.

Таблиця 3.19

**Виповненість кошиків соняшнику у досліді  
(середнє за 2021–2023 рр.), %**

| Гібрид                                                                                                                                                | Застосування ретарданту | Варіанти удобрення                              |                                                 |                                                  |                                                   |                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                       |                         | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub> | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub> | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub> | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> |
| РЖТ                                                                                                                                                   | 1*                      | 73,6                                            | 80,3                                            | 84,3                                             | 89,1                                              | 92,4                                              |
| Волльф                                                                                                                                                | 2*                      | 76,4                                            | 81,4                                            | 85,6                                             | 92,3                                              | 92,6                                              |
| Альзан                                                                                                                                                | 1*                      | 72,4                                            | 79,8                                            | 84,1                                             | 88,7                                              | 91,8                                              |
|                                                                                                                                                       | 2*                      | 74,6                                            | 80,7                                            | 85,4                                             | 90,1                                              | 92,1                                              |
| ЕС                                                                                                                                                    | 1*                      | 73,1                                            | 79,1                                            | 84,2                                             | 89,5                                              | 90,9                                              |
| Белла                                                                                                                                                 | 2*                      | 75,3                                            | 80,4                                            | 85,1                                             | 91,6                                              | 92,5                                              |
| Лайм                                                                                                                                                  | 1*                      | 72,8                                            | 78,3                                            | 83,9                                             | 89,2                                              | 91,2                                              |
|                                                                                                                                                       | 2*                      | 73,9                                            | 80,7                                            | 84,7                                             | 92,1                                              | 91,9                                              |
| * $HIP_{0,5}$ для будь-яких середніх – 1,31; $HIP_{0,5}$ для чинників: «Гібрид» – 1,12; «Варіанти удобрення» – 1,18; «застосування ретарданту» – 1,02 |                         |                                                 |                                                 |                                                  |                                                   |                                                   |

\*Примітка: 1\* – обробка водою; 2\* – застосування ретарданту Сетар.

Погодні умови років досліджень також чинили вплив на формування продуктивності культури. Найбільш сприятливим для росту, розвитку та більш повної реалізації генетичного потенціалу культури виявився 2023 р. Тоді, як у 2022 р. (найбільш посушливому серед років досліджень) ми отримали найнижчі показники врожайності гібридів.

Урожайність соняшнику у 2021 р. за впливу варіантів удобрення у гібрида РЖТ Волльф становила від 2,12 до 3,51 т/га, Альзан – 2,08–3,19, ЕС Белла – 2,07 – 2,96 та Лайм – 2,01–3,11 т/га (табл. 3.20).

На варіантах із застосуванням ретарданту Сетар було відмічено зростання показників і вони становили: РЖТ Волльф – 2,31–3,78, Альзан – 2,21–3,45, ЕС Белла – 2,17–3,21, Лайм – 2,13–3,33.

Таблиця 3.20

## Урожайність гібридів соняшнику, (2021–2023 рр.), т/га

| Рік                                                                                                                                                                    | Варіанти<br>удобрення                             | РЖТ<br>Волльф |               | Альзан        |               | ЕС Белла      |               | Лайм          |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                                                                                                                                                        |                                                   | 1*            | 2*            | 1*            | 2*            | 1*            | 2*            | 1*            | 2*            |
| 2021                                                                                                                                                                   | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 2,12          | 2,31          | 2,08          | 2,21          | 2,07          | 2,17          | 2,01          | 2,13          |
|                                                                                                                                                                        | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 2,52          | 2,69          | 2,44          | 2,62          | 2,21          | 2,34          | 2,25          | 2,41          |
|                                                                                                                                                                        | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 2,78          | 2,97          | 2,68          | 2,91          | 2,51          | 2,68          | 2,56          | 2,81          |
|                                                                                                                                                                        | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 3,48          | 3,61          | 3,06          | 3,30          | 2,88          | 3,12          | 2,97          | 3,24          |
|                                                                                                                                                                        | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 3,51          | 3,78          | 3,19          | 3,45          | 2,96          | 3,21          | 3,11          | 3,33          |
|                                                                                                                                                                        | $\bar{x} \pm S \bar{x}$                           | 2,88±<br>0,27 | 3,07±<br>0,28 | 2,69±<br>0,28 | 2,90±<br>0,23 | 2,53±<br>0,18 | 2,70±<br>0,21 | 2,58±<br>0,21 | 2,78±<br>0,23 |
|                                                                                                                                                                        | V, %                                              | <b>21,06</b>  | <b>20,12</b>  | <b>16,85</b>  | <b>17,40</b>  | <b>15,61</b>  | <b>17,02</b>  | <b>18,05</b>  | <b>18,62</b>  |
| 2022                                                                                                                                                                   | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 2,09          | 2,22          | 2,03          | 2,14          | 1,95          | 2,09          | 2,02          | 2,16          |
|                                                                                                                                                                        | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 2,22          | 2,56          | 2,31          | 2,44          | 2,15          | 2,24          | 2,18          | 2,24          |
|                                                                                                                                                                        | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 2,55          | 2,78          | 2,51          | 2,70          | 2,47          | 2,56          | 2,40          | 2,52          |
|                                                                                                                                                                        | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 3,06          | 3,32          | 2,91          | 3,12          | 2,70          | 2,95          | 2,76          | 3,02          |
|                                                                                                                                                                        | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 3,21          | 3,54          | 3,03          | 3,22          | 2,82          | 3,04          | 2,89          | 3,10          |
|                                                                                                                                                                        | $\bar{x} \pm S \bar{x}$                           | 2,63±<br>0,22 | 2,88±<br>0,24 | 2,56±<br>0,19 | 2,72±<br>0,20 | 2,42±<br>0,16 | 2,58±<br>0,19 | 2,45±<br>0,17 | 2,61±<br>0,19 |
|                                                                                                                                                                        | V, %                                              | <b>18,92</b>  | <b>18,81</b>  | <b>16,23</b>  | <b>16,67</b>  | <b>15,12</b>  | <b>16,29</b>  | <b>15,14</b>  | <b>16,67</b>  |
| 2023                                                                                                                                                                   | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 2,19          | 2,34          | 2,18          | 2,36          | 2,03          | 2,28          | 2,11          | 2,26          |
|                                                                                                                                                                        | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 2,58          | 2,79          | 2,56          | 2,79          | 2,29          | 2,49          | 2,39          | 2,66          |
|                                                                                                                                                                        | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 2,89          | 3,15          | 2,77          | 3,18          | 2,61          | 2,80          | 2,67          | 3,02          |
|                                                                                                                                                                        | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 3,49          | 3,77          | 3,15          | 3,47          | 2,98          | 3,35          | 3,1           | 3,45          |
|                                                                                                                                                                        | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 3,66          | 3,89          | 3,29          | 3,53          | 3,07          | 3,43          | 3,27          | 3,51          |
|                                                                                                                                                                        | $\bar{x} \pm S \bar{x}$                           | 2,96±<br>0,28 | 2,88±<br>0,24 | 2,56±<br>0,19 | 2,72±<br>0,20 | 2,42±<br>0,16 | 2,58±<br>0,19 | 2,45±<br>0,17 | 2,61±<br>0,19 |
|                                                                                                                                                                        | V, %                                              | <b>20,76</b>  | <b>20,51</b>  | <b>16,08</b>  | <b>16,03</b>  | <b>17,08</b>  | <b>17,78</b>  | <b>17,80</b>  | <b>17,79</b>  |
| H <sub>IP</sub> 0,5 для будь-яких середніх – 0,19; H <sub>IP</sub> 0,5 для чинників: «Гібрид» – 0,11; «Варіанти<br>удобрення» – 0,21; «застосування ретарданту» – 0,09 |                                                   |               |               |               |               |               |               |               |               |

\*Примітка: 1\* – без обробки; 2\* – застосування ретарданту Сетар.

У 2022 р. урожайність змінювалася на варіантах, де вирощували гібрид РЖТ Волльф за впливу удобрення та ретарданту у діапазоні – 2,09–3,54, Альзан – 2,03–3,22, ЕС Белла – 1,95–3,04, Лайм – 2,02–3,10 т/га.

2023 р. характеризувався найвищою врожайністю за роки досліджень. Показники за погодних умов 2023 р. становили у гібрида РЖТ Волльф – 2,19–3,89, Альзан – 2,18–3,53, ЕС Белла – 2,03–3,43, Лайм – 2,11–3,51.

Проаналізувавши середні показники врожайності гібридів соняшнику за роки досліджень, варто зазначити, що максимальні значення врожайності

були отримані на всіх варіантах удобрення за вирощування гібрида РЖТ Волльф. Застосування ретарданту сприяло одержанню приростів урожайності залежно від варіантів удобрення, передбачених схемою дослідів.

У середньому за роки дослідження гібриди соняшнику формували врожайність за впливу варіантів удобрення та дії Сетару, яка сягала для гібрида РЖТ Волльф – 2,14–3,74, Альзан – 2,09–3,40, ЕС Белла – 2,06–3,23, Лайм – 2,03–3,31 (табл. 3.21).

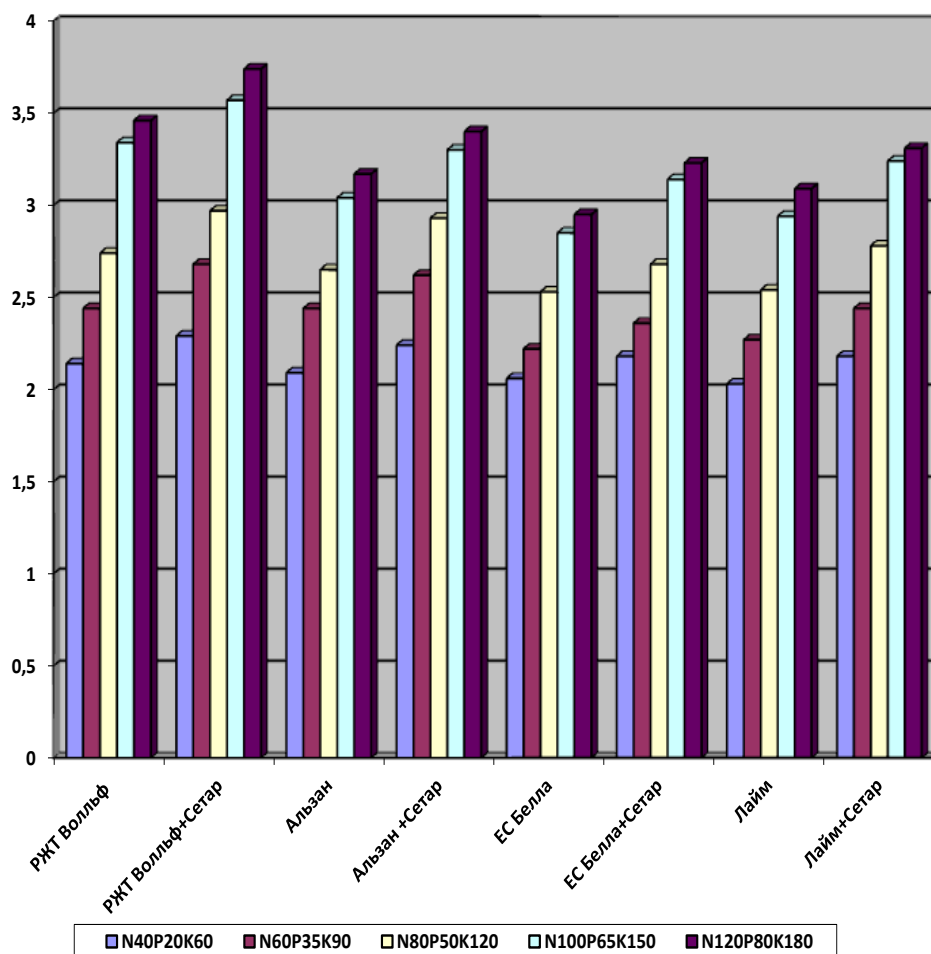
Таблиця 3.21

**Показники врожайності гібридів соняшнику за впливу удобрення та дії ретарданту (середнє 2021–2023 рр.), т/га**

| Варіанти удобрення                                                                                                                                                     | РЖТ Волльф   |              | Альзан       |              | ЕС Белла     |              | Лайм         |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                                                                                                                                                                        | 1*           | 2*           | 1*           | 2*           | 1*           | 2*           | 1*           | 2*           |
| N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>                                                                                                                        | 2,14         | 2,29         | 2,09         | 2,24         | 2,06         | 2,18         | 2,03         | 2,18         |
| N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>                                                                                                                        | 2,44         | 2,68         | 2,44         | 2,62         | 2,22         | 2,36         | 2,27         | 2,44         |
| N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>                                                                                                                       | 2,74         | 2,97         | 2,65         | 2,93         | 2,53         | 2,68         | 2,54         | 2,78         |
| N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub>                                                                                                                      | 3,34         | 3,57         | 3,04         | 3,30         | 2,85         | 3,14         | 2,94         | 3,24         |
| N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub>                                                                                                                      | 3,46         | 3,74         | 3,17         | 3,40         | 2,95         | 3,23         | 3,09         | 3,31         |
| $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$                                                                                                                                              | 2,82±        | 3,05±        | 2,68±        | 2,90±        | 2,52±        | 2,72±        | 2,57±        | 2,79±        |
|                                                                                                                                                                        | 0,25         | 0,27         | 0,20         | 0,22         | 0,17         | 0,21         | 0,20         | 0,22         |
| <b>V, %</b>                                                                                                                                                            | <b>20,13</b> | <b>19,86</b> | <b>16,45</b> | <b>16,59</b> | <b>15,30</b> | <b>17,05</b> | <b>17,26</b> | <b>17,63</b> |
| <i>НІР<sub>0,5</sub> для будь-яких середніх – 0,18; НІР<sub>0,5</sub> для чинників: «Гібрид» – 0,10; «Варіанти удобрення» – 0,18; «застосування ретарданту» – 0,08</i> |              |              |              |              |              |              |              |              |

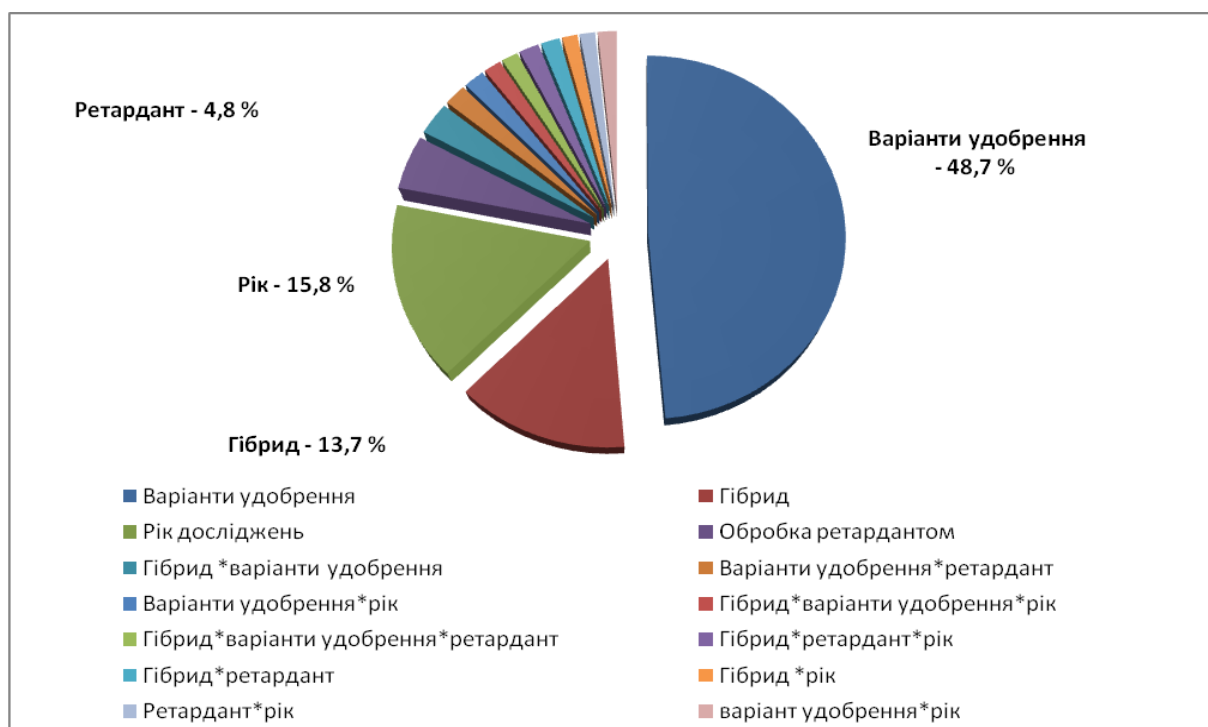
\*Примітка: 1 – без обробки; 2 – застосування ретарданту Сетар.

Динаміку та залежності між показниками врожайності за впливу генетичних особливостей гібридів соняшнику, варіантів удобрення та дії ретарданту у середньому за роки досліджень подано на рис. 3.1.



**Рис. 3.1. Урожайність гібридів соняшнику за впливу удобрення та дії ретарданту, т/га (середнє 2021–2023 рр.)**

Розрахунок частки участі чинників на формування продуктивності гібридів соняшнику у досліді показав, що найбільший вплив на врожайність мали варіанти удобрення. Частка їх впливу становила 48,7 %. Тоді, як на вплив генетичних особливостей гібридів припадало 13,7 %, обробку ретардантом – 4,8, погодні умови років досліджень – 15,8 % (рис. 3.2).



**Рис. 3.2. Частка участі чинників у формуванні врожайності гібридів соняшнику (2021–2023 рр.)**

Отже, максимальний показник урожайності за вивчення впливу чинників, які ми вивчали, було отримано за вирощування гібрида Волльф у варіанті із внесенням  $N_{120}P_{80}K_{180}$  та обробки ретардантом Сетар, який сягав 3,78 т/га.

Між варіантами удобрення та врожайністю гібридів соняшнику простежується чітка кореляційна залежність із коефіцієнтом кореляції – 0,945–0,974 (залежно від гібрида).

### Висновки до розділу 3

1. Найвищий коефіцієнт водоспоживання на 1 т насіння соняшнику було одержано у 2023 р.: у гібрида РЖТ Волльф він змінювався у міру зростання доз добрив від 1664 до 996  $m^3/t$ , Альзан – 1672–1108  $m^3/t$ , ЕС Белла – 1796–1187  $m^3/t$ , Лайм – 1727–1115  $m^3/t$ .

2. Максимальні параметри площі листової поверхні посіви гібридів соняшнику формували на 64–68 мікростадіях розвитку за шкалою ВВСН, на варіанті із внесенням  $N_{120}P_{80}K_{180}$  за вирощування гібрида РЖТ Волльф.



Застосування ретарданту Сетар мало позитивний вплив на показники площі листків рослин соняшнику.

3. Найвищий вміст хлорофілів рослини соняшнику мали на 64–68 мікростадіях ВВСН розвитку (уміст хлорофілу *a* змінювався від 4,49 до 6,79 мг/1 г сухої речовини, хлорофілу *b* – 1,66 до 2,24 мг/1 г сухої речовини). Максимальних значень було досягнуто в гібрида РЖТ Волльф у варіанті з внесенням  $N_{120}P_{80}K_{180}$ . Використання ретарданту Сетар спричиняло зниження вмісту хлорофілів на початкових етапах розвитку та підвищення, починаючи з 54–58 мікростадій розвитку за шкалою ВВСН, до варіантів без його застосування.

4. Застосування добрив мало істотний ефект на висоту рослин соняшнику. У гібрида РЖТ Волльф зі збільшенням норм внесених добрив висота змінювалася у бік зростання від 150,7 до 175,2 см, Альзан – 145,6–169,6, ЕС Белла – 145,9–169,9, Лайм – 136,1–163,8 см. Обробка посівів ретардантом Сетар забезпечила зменшення висоти рослин гібридів соняшнику, які ми вивчали, на 13,1–21,0 см залежно від особливостей гібрида та варіанта удобрення.

5. Діаметр стебла рослин соняшнику змінювався за роками досліджень, під впливом генетичних особливостей гібридів, удобрення та дії ретарданту. Максимальний діаметр стебла було отримано в усіх гібридів соняшнику, які ми вивчали, у варіанті із внесенням максимальної дози добрив –  $N_{120}P_{80}K_{180}$  з показниками, які змінювалися від 3,13 до 3,26 см.

6. Маса сухої речовини однієї рослини зростала зі збільшенням дози добрив, які ми використовували, сягаючи максимальних показників на варіанті із застосуванням  $N_{120}P_{80}K_{180}$ . У гібрида РЖТ Волльф маса однієї рослини у середньому за роки досліджень, коливалась від 113,0 до 188,9 г/рослину.

7. Підвищення норм удобрення забезпечувало зростання діаметра кошика у рослин усіх гібридів, які ми вивчали. Застосування ретарданту

сприяло збільшенню діаметра кошика на 0,1–0,5 см залежно від гібрида та норм добрив.

8. Гібриди соняшнику формували врожайність, яка у середньому за роки досліджень, за впливу варіантів удобрення та дії ретарданту становила у гібрида РЖТ Волльф – 2,14–3,74, Альзан – 2,09–3,40, ЕС Белла – 2,06–3,23, Лайм – 2,03–3,31 т/га.

9. Розрахунок частки участі чинників на формування продуктивності гібридів соняшнику у досліді показав, що найбільший вплив на врожайність мали варіанти удобрення – 48,7 % за впливу генетичних особливостей гібридів – 13,7 %, обробки ретардантом – 4,8, погодних умов років досліджень – 15,8 %.

## РОЗДІЛ 4

### ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ НАСІННЯ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ЗА ВПЛИВУ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ

Поява на ринку великої кількості гібридів, що характеризуються високим потенціалом урожайності, у зв'язку зі зміною кліматичних умов та їх адаптацією викликає низку проблем за їх впровадження у виробництво. Кожна зона вирощування буде характеризуватися індивідуальним потенціалом продуктивності гібрида, залежно від абіотичних чинників. Однак, урожайність у конкретних умовах не має спроможності зростати пропорційно генетичному потенціалу (*Calamai, 2018*).

Соняшник належить до культур, які характеризуються високою адаптивністю (*Debaeke et al., 2017*).

Біотичні та абіотичні чинники швидко змінюються, адаптивності сорту чи гібрида приділяється багато уваги, оскільки вона буде визначати рівень продуктивності культури (*González, 2013*).

Застосування добрив за вирощування соняшнику, є одним з важелів підвищення його продуктивності. Саме удобрення належить до технологічних прийомів, що здатні істотно підвищити продуктивність культури. Застосування добрив дає можливість створити сприятливі умови живлення для культури, впливаючи на ріст і розвиток її, забезпечуючи більш повну реалізацію генетичного потенціалу того чи іншого сорту чи гібрида соняшнику.

За створення сприятливих умов росту та розвитку рослин, спостерігається не лише зростання врожайності, а й поліпшення показників якості отриманого врожаю культури (*Nel et al., 2000; Gholinezhad et al., 2009*).

Відповідно до Національного стандарту України існує нижня межа норми масової частки жиру в насінні продовольчого соняшнику, який

призначений для виробництва олії. Згідно із зазначеним стандартом, насіння соняшнику першого класу має містити не менше 50 %, другого – не менше 45 %, третього – не менше 40 % жиру.

Нині компанії селекційно-насінницького спрямування пропонують посівний матеріал гібридів соняшнику із вмістом жиру не нижче 47 %. Верхня межа показників вмісту жиру може сягати 56 %. Однак, фактичний рівень вмісту жиру буде визначатися, як регіоном вирощування, погодними умовами на відповідних етапах росту та розвитку гібрида, так і окремими елементами технології його вирощування. Сьогодні середній показник вмісту жиру в насінні соняшнику, який підлягає переробці в Україні знаходиться на рівні 45 %. В умовах виробництва, за впливу несприятливих умов навколишнього середовища, реальні показники вмісту жиру в насінні соняшнику істотно нижчі від очікуваних.

Збільшити вміст жиру в насінні соняшнику на генетичному рівні можливо за рахунок зменшення лушпинності або зростання вмісту жиру у ядрі. Однак, за зменшення вмісту лушпиння, яке виконує захисну функцію від процесів окислення олії через взаємодію з киснем, можливе погіршення показників якості олії. Крім того, варто брати до уваги, що лушпиння містить фітомеланіновий шар, який є перешкодою для гусениць соняшникової вогнівки. Тому у селекційних роботах рівень лушпинності контролюється та має бути на рівні 21–23 %.

Вміст жиру у насінні соняшнику залежить від біологічних особливостей генотипу гібрида та умов його вирощування. Тому, вагоме значення за вирощування соняшнику належить правильному підбору гібрида чи сорту та показниками температурного, водного режимів його вирощування, умовами живлення та структурою посівів.

Процес накопичення жиру у насінні соняшнику розпочинається з моменту зав'язування насіння та триває близько 450 діб. Тривалість процесу накопичення жиру визначається умовами вирощування та генотипом. Клітини, в яких накопичується олія, формуються після запліднення у

сім'ядолях. Процес утворення клітин, у яких накопичується оліє є чутливим до стресових умов. Тому температурні показники та забезпеченість вологою відіграють на цьому етапі важливу роль. У подальшому інтенсивність синтезу олії залежить від асимілюючої поверхні рослини, тобто площі листової поверхні. Синтез олії припиняється за настання фізіологічної стиглості рослин. Отже, кількість синтезованої та накопиченої олії в соняшнику визначається оптимальними параметрами площі листової поверхні та її станом на цьому етапі росту та розвитку. Варто брати до уваги, що надмірний листовий індекс не забезпечує максимальне накопичення вмісту олії в сім'янках. Оптимальними температурними показниками на цьому етапі розвитку соняшнику є 23–24 °С. Зі зниженням температурних показників у період синтезу олії на один градус відбувається зниження вмісту жиру на 1,0–1,5 %. За підвищених температурних показників до 34–38 °С вміст жиру також падає. Негативний вплив у цей період на вміст жиру має і надмірна кількість опадів. Тоді, як сонячна погода сприяє підвищенню зазначеного показника. Серед елементів технології вирощування на накопичення жиру в соняшнику найбільший вплив має внесення азотних добрив. Це пов'язано з тим, що у сім'янці соняшнику накопичуються жири та білки. Вміст цих показників перебуває в оберненій залежності. А азотні добрива впливають на накопичення білка в насінні.

Результати досліджень показали, що вміст жиру в насінні соняшнику за проведення досліджень залежав від генетичних особливостей гібридів, які підлягали вивченню, удобрення, впливу ретарданту та погодних умов років досліджень періоду вегетації соняшнику. Відповідно до отриманих результатів гібриди соняшнику накопичували олію кількість якої різнилася істотно у розрізі генотипу гібрида. Так, у гібридів РЖТ Волльф та Альзан зі збільшенням дози добрив до  $N_{80}P_{50}K_{120}$  спостерігалось зростання вмісту жиру в насінні соняшнику. Подальше збільшення дози добрив спричинило зниження показника. Так, у гібрида РЖТ Волльф вміст жиру за внесення  $N_{40}P_{20}K_{60}$  становив 50,1 %, зростання дози добрив до  $N_{80}P_{50}K_{120}$  забезпечило

збільшення його до 51,4 %. У гібрида Альзан простежувалася аналогічна залежність, проте, з нижчими показниками, які відповідали на зазначених варіантах удобрення 46,1 та 49,3 %. Внесення добрив у кількості  $N_{120}P_{80}K_{180}$  за вирощування гібрида РЖТ Волльф дало можливість отримати вміст жиру на рівні 45,1 %, у гібрида Альзан – 44,7 % (табл. 4.1).

Гібриди ЕС Белла та Лайм характеризувалися іншими залежностями у показниках за внесення добрив. До того ж найвищий вміст жиру було одержано на варіантах із застосуванням  $N_{60}P_{35}K_{90}$ . І він становив у гібрида ЕС Белла – 50,1 %, Лайм – 50,7 %. Подальше збільшення доз добрив спричинили зниження вмісту жиру до 44,8 (ЕС Белла) та 45,1 % (Лайм) (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

## Показники якості насіння соняшнику, 2021-2023 рр., %

| Варіанти<br>удобрення   | Вміст,<br>% | РЖТ Волльф          |                     | Альзан              |                     | ЕС Белла            |                     | Лайм                |                     |
|-------------------------|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                         |             | 1*                  | 2*                  | 1*                  | 2*                  | 1*                  | 2*                  | 1*                  | 2*                  |
| $N_{40}P_{20}K_{60}$    | жир         | 50,1                | 50,3                | 46,1                | 46,4                | 49,2                | 49,8                | 48,8                | 49,4                |
| $N_{60}P_{35}K_{90}$    |             | 50,5                | 51,0                | 48,4                | 48,7                | 50,1                | 50,7                | 50,7                | 51,3                |
| $N_{80}P_{50}K_{120}$   |             | 51,4                | 51,8                | 49,3                | 49,8                | 49,7                | 50,2                | 49,8                | 50,4                |
| $N_{100}P_{65}K_{150}$  |             | 47,7                | 48,2                | 44,9                | 45,5                | 46,2                | 46,7                | 47,3                | 47,9                |
| $N_{120}P_{80}K_{180}$  |             | 45,2                | 45,4                | 44,7                | 44,9                | 44,8                | 45,1                | 45,1                | 45,4                |
| $\bar{X} \pm S \bar{X}$ |             | 48,98<br>$\pm 1,13$ | 49,34<br>$\pm 1,15$ | 46,68<br>$\pm 0,93$ | 46,86<br>$\pm 0,81$ | 48,00<br>$\pm 1,05$ | 48,50<br>$\pm 1,10$ | 48,34<br>$\pm 0,99$ | 48,88<br>$\pm 1,04$ |
| V, %                    |             | <b>5,14</b>         | <b>5,22</b>         | <b>4,45</b>         | <b>3,85</b>         | <b>4,91</b>         | <b>5,07</b>         | <b>4,57</b>         | <b>4,74</b>         |
| $N_{40}P_{20}K_{60}$    | білок       | 20,1                | 19,8                | 21,1                | 20,7                | 22,3                | 22,0                | 21,9                | 21,7                |
| $N_{60}P_{35}K_{90}$    |             | 19,3                | 19,6                | 20,3                | 20,0                | 21,7                | 21,4                | 21,0                | 20,7                |
| $N_{80}P_{50}K_{120}$   |             | 18,8                | 17,4                | 19,6                | 19,4                | 22,9                | 22,6                | 21,3                | 21,0                |
| $N_{100}P_{65}K_{150}$  |             | 20,5                | 20,0                | 21,9                | 21,7                | 23,6                | 23,1                | 22,7                | 22,5                |
| $N_{120}P_{80}K_{180}$  |             | 23,8                | 23,5                | 23,1                | 22,6                | 24,5                | 24,3                | 23,4                | 23,0                |
| $\bar{X} \pm S \bar{X}$ |             | 20,50<br>$\pm 0,88$ | 20,06<br>$\pm 0,98$ | 21,20<br>$\pm 0,61$ | 20,88<br>$\pm 0,58$ | 23,00<br>$\pm 0,49$ | 22,68<br>$\pm 0,50$ | 22,06<br>$\pm 0,44$ | 21,78<br>$\pm 0,44$ |
| V, %                    |             | <b>9,57</b>         | <b>10,92</b>        | <b>6,45</b>         | <b>6,16</b>         | <b>4,76</b>         | <b>4,88</b>         | <b>4,49</b>         | <b>4,47</b>         |

\*Примітка: 1 – обробка водою; 2 – застосування ретарданту Сетар.

Застосування ретарданту Сетар забезпечило незначне зростання вмісту жиру. Така динаміка простежувалася у всіх гібридів, які ми досліджували, на всіх варіантах удобрення. Сетар забезпечив збільшення вмісту жиру на 0,1–0,6% залежно від варіанта досліду та гібрида.

Попередніми дослідженнями доведено, що застосування ретардантів чинить вплив на профіль жирних кислот та спричиняє зміну їх кількісного складу. При цьому спостерігається зміна співвідношення між ненасиченими жирними кислотами та насиченими. А це, передусім, змінює хімічні властивості отриманої олії та визначає подальше її використання. У соняшниковій та ріпаковій оліях таке співвідношення зростає, що спричиняє збільшення йодного числа, тобто, приведе до зниження стійкості олії до процесів окислення (Городній М.М., Гонар О.М., 2006).

У сої відзначали за впливу ретарданту зростання вмісту лінолевої кислоти та зменшення пальмітинової, у соняшнику – зміну вмісту лінолевої кислоти (Рогач Т.І., 2011).

Одним із завдань за вирощування олійних культур є зменшення в олії вмісту ліноленової жирної кислоти, яка є ненасиченою та характеризується гірким смаком.

Вміст жиру у насінні, як і жирнокислотний склад олії, залежить від умов нерегульованих чинників навколишнього середовища. Зі зростанням природного водозабезпечення спостерігається збільшення показника вмісту жиру.

Як показали отримані результати, олія, одержана із насіння всіх гібридів, які ми вивчали, характеризувалася найвищим вмістом у її складі лінолевої кислоти. Її вміст її у розрізі гібридів варіював від 61,41 (гібрид РЖТ Волльф) до 61,47 (гібрид ЕС Белла) %. Дуже близькими за вмістом були кислоти ліноленова й олеїнова, з показниками, варіювали, відповідно, у діапазоні від 12,22 – 13,73 % та 11,29 – 12,05 % (табл. 4.2).

Застосування Сетару спричинило зміни у складі жирних кислот олії соняшнику. Проаналізувавши отримані результати хімічного аналізу

складових олій соняшнику гібридів, які ми вивчали, варто відзначити, що у всіх гібридів спостерігалось зростання вмісту лінолевої кислоти.

Таблиця 4.2

**Жирнокислотний склад олій соняшнику, середнє по варіантах  
удобрєння (середнє 2021–2023 рр.), %**

| Назва жирної<br>кислоти | Масова частка жирних кислот, % до суми жирних кислот |        |          |       |
|-------------------------|------------------------------------------------------|--------|----------|-------|
|                         | РЖТ Волльф                                           | Альзан | ЕС Белла | Лайм  |
| Пальметинова            | 3,91                                                 | 4,43   | 3,71     | 3,62  |
| Стеаринова              | 1,70                                                 | 1,53   | 1,17     | 1,36  |
| Олеїнова                | 11,71                                                | 11,29  | 12,05    | 11,65 |
| Лінолева                | 61,41                                                | 62,17  | 62,47    | 62,01 |
| Ліноленова              | 12,21                                                | 13,16  | 12,75    | 13,73 |
| Арахінова               | 2,53                                                 | 1,8    | 2,11     | 1,89  |
| Гондоїнова              | 5,42                                                 | 4,42   | 4,41     | 4,53  |
| Ейкозєнова              | 1,11                                                 | 1,2    | 1,33     | 1,21  |

Так, у варіантах без застосування ретарданту вміст її у розрізі гібридів варіював від 62,00 (гібрид РЖТ Волльф) до 62,77 (гібрид ЕС Белла) %. При цьому спостерігалась динаміка до спадання вмісту пальметинової та стеаринової кислот (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

**Жирнокислотний склад олій соняшнику, середнє по варіантах  
удобрєння за використання ретарданту Сетар (середнє 2021–2023 рр.), %**

| Назва жирної<br>кислоти | Масова частка жирних кислот, % до суми жирних кислот |        |          |       |
|-------------------------|------------------------------------------------------|--------|----------|-------|
|                         | РЖТ Волльф                                           | Альзан | ЕС Белла | Лайм  |
| Пальметинова            | 3,82                                                 | 4,29   | 3,49     | 3,58  |
| Стеаринова              | 1,23                                                 | 1,23   | 1,17     | 1,31  |
| Олеїнова                | 11,72                                                | 11,27  | 12,05    | 11,65 |
| Лінолева                | 62,0                                                 | 62,61  | 62,77    | 62,2  |
| Ліноленова              | 12,19                                                | 13,18  | 12,7     | 13,61 |
| Арахінова               | 2,52                                                 | 1,85   | 2,09     | 1,89  |
| Гондоїнова              | 5,41                                                 | 4,39   | 4,42     | 4,55  |
| Ейкозєнова              | 1,11                                                 | 1,18   | 1,31     | 1,21  |



Одним з комплексних показників, який характеризує ефективність технології вирощування та господарську цінність гібридів є збір олії з одиниці площі. Як показують спостереження, високоурожайним гібридам та сортам характерний низький вміст олії, що спричиняє отримання низького збору олії. Нині селекція намагається врегулювати в гібридах поєднання саме цінних господарських ознак.

Саме завдяки високій адаптивності гібриди соняшнику в екстремальних кліматичних умовах здатні формувати високі показники врожайності разом із відповідними якісними показниками врожаю.

Як показали розрахунки, найбільший вихід олії нами було отримано у середньому за роки досліджень на варіанті із внесенням  $N_{100}P_{65}K_{150}$ . Така залежність простежувалася у всіх гібридів, які ми вирощували, впродовж усіх років досліджень (табл. 4.4). Вихід олії на зазначеному варіанті удобрення становив від 1,33 т/га до 1,66 т/га. Варто зазначити, що застосування ретарданту Сетар забезпечило підвищення виходу олії.

Таблиця 4.4

**Вихід олії із урожаю гібридів соняшнику (середнє 2021–2023 рр.), т/га**

| Варіанти<br>удобрення  | РЖТ Волльф |      | Альзан |      | ЕС Белла |      | Лайм |      |
|------------------------|------------|------|--------|------|----------|------|------|------|
|                        | 1*         | 2*   | 1*     | 2*   | 1*       | 2*   | 1*   | 2*   |
| $N_{40}P_{20}K_{60}$   | 1,06       | 1,16 | 0,96   | 1,03 | 1,02     | 1,08 | 0,98 | 1,05 |
| $N_{60}P_{35}K_{90}$   | 1,27       | 1,37 | 1,18   | 1,28 | 1,11     | 1,19 | 1,14 | 1,24 |
| $N_{80}P_{50}K_{120}$  | 1,43       | 1,54 | 1,32   | 1,42 | 1,25     | 1,35 | 1,27 | 1,42 |
| $N_{100}P_{65}K_{150}$ | 1,66       | 1,74 | 1,37   | 1,50 | 1,34     | 1,46 | 1,40 | 1,55 |
| $N_{120}P_{80}K_{180}$ | 1,59       | 1,72 | 1,43   | 1,55 | 1,33     | 1,45 | 1,40 | 1,51 |

\*Примітка: 1\* – обробка водою; 2\* – застосування ретарданту Сетар.

Максимальний вихід олії ми отримали за вирощування гібрида РЖТ Волльф на варіанті із внесенням  $N_{100}P_{65}K_{150}$  і застосуванням ретарданту Сетар – 1,74 т/га.

Розрахунки збору білка показали, що найвищу його кількість було одержано у варіанті із внесенням  $N_{120}P_{80}K_{180}$  (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

**Вихід білка із урожаю гібридів соняшнику (середнє 2021–2023 рр.), т/га**

| Варіанти удобрення     | РЖТ Волльф |      | Альзан |      | ЕС Белла |      | Лайм |      |
|------------------------|------------|------|--------|------|----------|------|------|------|
|                        | 1*         | 2*   | 1*     | 2*   | 1*       | 2*   | 1*   | 2*   |
| $N_{40}P_{20}K_{60}$   | 0,43       | 0,46 | 0,44   | 0,46 | 0,46     | 0,48 | 0,44 | 0,46 |
| $N_{60}P_{35}K_{90}$   | 0,49       | 0,53 | 0,50   | 0,52 | 0,48     | 0,50 | 0,47 | 0,50 |
| $N_{80}P_{50}K_{120}$  | 0,52       | 0,52 | 0,53   | 0,56 | 0,57     | 0,61 | 0,55 | 0,59 |
| $N_{100}P_{65}K_{150}$ | 0,71       | 0,72 | 0,67   | 0,72 | 0,68     | 0,72 | 0,67 | 0,73 |
| $N_{120}P_{80}K_{180}$ | 0,84       | 0,89 | 0,74   | 0,78 | 0,73     | 0,78 | 0,73 | 0,77 |

\*Примітка: 1 – обробка водою; 2 – застосування ретарданту Сетар.

Збір білка становив залежно від генетичних особливостей гібрида та впливу чинників досліду від 0,73 т/га до 0,84 т/га. На варіантах із застосуванням ретардантів було відмічено незначне зростання показників. Максимальний збір білка отримали за вирощування гібрида РЖТ Волльф на варіанті із внесенням  $N_{120}P_{80}K_{180}$  і застосуванням ретарданту Сетар – 0,89 т/га.

#### Висновки до розділу 4

1. Вміст жиру в насінні соняшнику залежав від генетичних особливостей гібридів, які підлягали вивченню, удобрення, впливу ретарданту та погодних умов років досліджень періоду вегетації соняшнику.

2. У гібридів РЖТ Волльф та Альзан зі збільшенням дози добрив до  $N_{80}P_{50}K_{120}$  спостерігалось зростання вмісту жиру. Подальше підвищення дози добрив спричинило зниження показника. Гібриди ЕС Белла та Лайм характеризувалися іншими залежностями у показниках за внесення добрив – найвищий вміст жиру було отримано на варіантах із застосуванням  $N_{60}P_{35}K_{90}$ .

3. Максимальний вміст жиру було одержано за вирощування гібрида РЖТ Волльф у варіанті із внесення  $N_{80}P_{50}K_{120}$  – 51,4 %.

4. Застосування ретарданту Сетар спричинило незначне зростання вмісту жиру. Сетар забезпечив збільшення вмісту жиру на 0,1–0,6% залежно від варіанту дослідів та гібрида.

5. Максимальний вихід олії було отримано за вирощування гібрида РЖТ Волльф на варіанті із внесенням  $N_{100}P_{65}K_{150}$  і використанням ретарданту Сетар – 1,74 т/га.

## РОЗДІЛ 5

### ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ

Одним із ключових критеріїв, який дає можливість визначити ефективність технології вирощування та сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських культур, є їх економічна оцінка. В умовах ринкової економіки ця оцінка набуває вирішального значення для виробництва. За наявних економічних умов виробникам потрібні технології, що відповідають специфічним вимогам вирощування культур і є прийнятними за матеріально-фінансовими витратами для підприємств із різним рівнем економічного розвитку.

Завдяки лібералізації економічної діяльності ефективність сільськогосподарського виробництва нині визначається загальним рівнем урожайності та вкладеним капіталом. У цих умовах технології обробітку польових культур повинні бути спрямовані насамперед на збереження родючості ґрунту, реалізацію біологічного потенціалу культур, зниження собівартості виробництва та підвищення якості врожаю. Тому, одним із пріоритетних завдань аграрної науки є розробка економічно обґрунтованих технологій вирощування сільськогосподарських культур, які дають змогу отримувати якісну продукцію.

Для визначення економічної ефективності застосування добрив та ретарданту на посівах соняшнику були використані системи натуральних і вартісних показників, а всі розрахунки проводилися на основі технологічних карт. Для розрахунку витрат на насіння були використані такі показники: насіння гібрида РЖТ Волльф – 6300 грн / 1 п. о.; Альзан – 3145 грн / 1 п. о.; ЕС Белла – 6540 грн / 1 п. о.; Лайм – 3870 грн / 1 п. о.; вартість ретарданту Сетар – 9600 грн / 5 л.

Для економічного аналізу важливим елементом є розрахунок прямих виробничих затрат, що включають загальні витрати на вирощування, збирання та транспортування продукції соняшнику, а також витрати на внесення засобів захисту рослин (ЗЗР). Загальна вартість виробничих витрат становила 10998 гривень на гектар, до якої додавалася вартість додаткових витрат на придбання насіннєвого матеріалу, добрив та ретарданту.

Таблиця 5.1

**Показники економічних витрат за застосування мінеральних добрив та ретарданту за вирощування соняшнику (середнє за 2021 – 2023 рр.),  
грн/га**

| Гібриди    | Удобрєння                                         | Внесення ретарданту | Базові витрати, грн/га | Витрати на насіння, грн/га | Витрати на удобрєння, грн/га | Витрати на внесення ретарданту, грн/га | Загальні витрати на вирощування, грн/га |
|------------|---------------------------------------------------|---------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1          | 2                                                 | 3                   | 4                      | 5                          | 6                            | 7                                      | 8                                       |
| РЖТ Волльф | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1                   | 10998                  | 2520                       | 6113                         | -                                      | 19631                                   |
|            |                                                   | 2                   | 10998                  | 2520                       | 6113                         | 960                                    | 20591                                   |
|            | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1                   | 10998                  | 2520                       | 9639                         | -                                      | 23157                                   |
|            |                                                   | 2                   | 10998                  | 2520                       | 9339                         | 960                                    | 23817                                   |
|            | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1                   | 10998                  | 2520                       | 12111                        | -                                      | 25629                                   |
|            |                                                   | 2                   | 10998                  | 2520                       | 12111                        | 960                                    | 26589                                   |
|            | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1                   | 10998                  | 2520                       | 15949                        | -                                      | 29467                                   |
|            |                                                   | 2                   | 10998                  | 2520                       | 15949                        | 960                                    | 30427                                   |
|            | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1                   | 10998                  | 2520                       | 19132                        | -                                      | 32650                                   |
|            |                                                   | 2                   | 10998                  | 2520                       | 19132                        | 960                                    | 33610                                   |
| Альзан     | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1                   | 10998                  | 1258                       | 6113                         | -                                      | 18369                                   |
|            |                                                   | 2                   | 10998                  | 1258                       | 6113                         | 960                                    | 19329                                   |
|            | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1                   | 10998                  | 1258                       | 9639                         | -                                      | 21895                                   |
|            |                                                   | 2                   | 10998                  | 1258                       | 9339                         | 960                                    | 22555                                   |
|            | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1                   | 10998                  | 1258                       | 12111                        | -                                      | 24367                                   |
|            |                                                   | 2                   | 10998                  | 1258                       | 12111                        | 960                                    | 25327                                   |
|            | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1                   | 10998                  | 1258                       | 15949                        | -                                      | 28205                                   |
|            |                                                   | 2                   | 10998                  | 1258                       | 15949                        | 960                                    | 29165                                   |
|            | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1                   | 10998                  | 1258                       | 19132                        | -                                      | 31388                                   |
|            |                                                   | 2                   | 10998                  | 1258                       | 19132                        | 960                                    | 32348                                   |

| Продовження табл. 5.1 |                                                   |   |       |      |       |     |       |
|-----------------------|---------------------------------------------------|---|-------|------|-------|-----|-------|
| 1                     | 2                                                 | 3 | 4     | 5    | 6     | 7   | 8     |
| ЕС Белла              | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1 | 10998 | 2616 | 6113  | -   | 19727 |
|                       |                                                   | 2 | 10998 | 2616 | 6113  | 960 | 20687 |
|                       | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1 | 10998 | 2616 | 9639  | -   | 23253 |
|                       |                                                   | 2 | 10998 | 2616 | 9339  | 960 | 23913 |
|                       | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1 | 10998 | 2616 | 12111 | -   | 25725 |
|                       |                                                   | 2 | 10998 | 2616 | 12111 | 960 | 26685 |
|                       | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1 | 10998 | 2616 | 15949 | -   | 29563 |
|                       |                                                   | 2 | 10998 | 2616 | 15949 | 960 | 30523 |
|                       | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1 | 10998 | 2616 | 19132 | -   | 32746 |
|                       |                                                   | 2 | 10998 | 2616 | 19132 | 960 | 33706 |
| Лайм                  | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1 | 10998 | 1831 | 6113  | -   | 18942 |
|                       |                                                   | 2 | 10998 | 1831 | 6113  | 960 | 19902 |
|                       | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1 | 10998 | 1831 | 9639  | -   | 22468 |
|                       |                                                   | 2 | 10998 | 1831 | 9339  | 960 | 23128 |
|                       | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1 | 10998 | 1831 | 12111 | -   | 24940 |
|                       |                                                   | 2 | 10998 | 1831 | 12111 | 960 | 25900 |
|                       | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1 | 10998 | 1831 | 15949 | -   | 28778 |
|                       |                                                   | 2 | 10998 | 1831 | 15949 | 960 | 29738 |
|                       | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1 | 10998 | 1831 | 19132 | -   | 31961 |
|                       |                                                   | 2 | 10998 | 1831 | 19132 | 960 | 32921 |

\*Примітка: 1 – обробка водою; 2 – застосування ретарданту Сетар.

Згідно з обчисленнями відсоткова частка загальних витрат за застосування ретарданту до загальних витрат збільшується від 2,84 % (у варіанті гібрида ЕС Белла з удобренням N<sub>60</sub>P<sub>35</sub>K<sub>90</sub>) до 4,71 % (гібрид Альзан з удобренням N<sub>40</sub>P<sub>20</sub>K<sub>60</sub>). У структурі витрат на добрива припадає залежно від варіанта удобрення 32,24 %–58, 57 %.

Ефективне виробництво залежить від вибору технологій, які сприяють реалізації біологічного потенціалу культурних рослин. Це дає можливість знижувати собівартість виробництва та енерговитрати.

Для визначення показників вартості валового прибутку розрахунки проводили за такими показниками: виручка без поправки на олійність, доплата або знижка за олійність, вартість валового прибутку.

Таблиця 5.2

**Показники валового прибутку за вирощування соняшнику  
(середнє за 2021 – 2023 рр.)**

| Гібриди    | Варіанти удобрення                                | Внесення ретарданту | Урожайність т/га | Виручка без поправки на вміст жиру, грн/га | Вміст жиру, % | Відмінність від базового вмісту жиру, % | Доплата або знижка за вміст жиру, грн | Вартість валового прибутку, грн/га |
|------------|---------------------------------------------------|---------------------|------------------|--------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| РЖТ Волльф | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1*                  | 2,14             | 34882                                      | 50,1          | 2,1                                     | 420                                   | 35302                              |
|            |                                                   | 2*                  | 2,29             | 37327                                      | 50,3          | 2,3                                     | 460                                   | 37787                              |
|            | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1*                  | 2,44             | 39772                                      | 50,5          | 2,5                                     | 500                                   | 40272                              |
|            |                                                   | 2*                  | 2,68             | 43684                                      | 51            | 3                                       | 600                                   | 44284                              |
|            | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1*                  | 2,74             | 44662                                      | 51,4          | 3,4                                     | 680                                   | 45342                              |
|            |                                                   | 2*                  | 2,97             | 48411                                      | 51,8          | 3,8                                     | 760                                   | 49171                              |
|            | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1*                  | 3,34             | 54442                                      | 47,7          | -0,3                                    | -195                                  | 54247                              |
|            |                                                   | 2*                  | 3,57             | 58191                                      | 48,2          | 0,2                                     | 40                                    | 58231                              |
|            | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1*                  | 3,46             | 56398                                      | 45,2          | -2,8                                    | -980                                  | 55418                              |
|            |                                                   | 2*                  | 3,74             | 60962                                      | 45,4          | -2,6                                    | -910                                  | 60052                              |
| Альзан     | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1*                  | 2,09             | 34067                                      | 46,1          | -1,9                                    | -665                                  | 33402                              |
|            |                                                   | 2*                  | 2,24             | 36512                                      | 46,4          | -1,6                                    | -560                                  | 35952                              |
|            | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1*                  | 2,44             | 39772                                      | 48,4          | 0,4                                     | 80                                    | 39852                              |
|            |                                                   | 2*                  | 2,62             | 42706                                      | 48,7          | 0,7                                     | 140                                   | 42846                              |
|            | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1*                  | 2,65             | 43195                                      | 49,3          | 1,3                                     | 260                                   | 43455                              |
|            |                                                   | 2*                  | 2,93             | 47759                                      | 48,8          | 0,8                                     | 160                                   | 47919                              |
|            | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1*                  | 3,04             | 49552                                      | 44,9          | -3,1                                    | -1085                                 | 48467                              |
|            |                                                   | 2*                  | 3,3              | 53790                                      | 45,5          | -2,5                                    | -875                                  | 52915                              |
|            | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1*                  | 3,17             | 51671                                      | 44,7          | -3,3                                    | -1155                                 | 50516                              |
|            |                                                   | 2*                  | 3,4              | 55420                                      | 44,9          | -3,1                                    | -1085                                 | 54335                              |
| ЕС Белла   | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1*                  | 2,06             | 33578                                      | 49,2          | 1,2                                     | 240                                   | 33818                              |
|            |                                                   | 2*                  | 2,18             | 35534                                      | 49,8          | 1,8                                     | 360                                   | 35894                              |
|            | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1*                  | 2,22             | 36186                                      | 50,1          | 2,1                                     | 420                                   | 36235,8                            |
|            |                                                   | 2*                  | 2,36             | 38468                                      | 50,7          | 2,7                                     | 540                                   | 38518,7                            |
|            | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1*                  | 2,53             | 41239                                      | 49,7          | 1,7                                     | 340                                   | 41289,2                            |
|            |                                                   | 2*                  | 2,68             | 43684                                      | 50,2          | 2,2                                     | 440                                   | 43730,7                            |
|            | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1*                  | 2,85             | 46455                                      | 46,2          | -1,8                                    | -630                                  | 46500,1                            |
|            |                                                   | 2*                  | 3,14             | 51182                                      | 46,7          | -1,3                                    | -455                                  | 50727                              |
|            | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1*                  | 2,95             | 48085                                      | 44,8          | -3,2                                    | -1120                                 | 46965                              |
|            |                                                   | 2*                  | 3,23             | 52649                                      | 45,1          | -2,9                                    | -1015                                 | 51634                              |

| Продовження табл. 5.2 |                                                   |    |      |       |      |      |       |       |
|-----------------------|---------------------------------------------------|----|------|-------|------|------|-------|-------|
| 1                     | 2                                                 | 3  | 4    | 5     | 6    | 7    | 8     | 9     |
| Лайм                  | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1* | 2,03 | 33089 | 48,8 | 0,8  | 160   | 33249 |
|                       |                                                   | 2* | 2,18 | 35534 | 49,4 | 1,4  | 280   | 35814 |
|                       | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1* | 2,27 | 37001 | 50,7 | 2,7  | 540   | 37541 |
|                       |                                                   | 2* | 2,44 | 39772 | 51,3 | 3,3  | 660   | 40432 |
|                       | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1* | 2,54 | 41402 | 49,8 | 1,8  | 360   | 41762 |
|                       |                                                   | 2* | 2,78 | 45314 | 50,4 | 2,4  | 480   | 45794 |
|                       | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1* | 2,94 | 47922 | 47,3 | -0,7 | -245  | 47677 |
|                       |                                                   | 2* | 3,24 | 52812 | 47,9 | -0,1 | -35   | 52777 |
|                       | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1* | 3,09 | 50367 | 45,1 | -2,9 | -1015 | 49352 |
|                       |                                                   | 2* | 3,31 | 53953 | 45,4 | -2,6 | -910  | 53043 |

\*Примітка: 1 – обробка водою; 2 – застосування ретарданту Сетар.

Вартість валової продукції за вирощування насіння соняшнику була найнижчою у варіанті за вирощування гібрида Лайм за удобрення N<sub>40</sub>P<sub>20</sub>K<sub>60</sub> – 33249 грн/га, найвищою – 60052 грн/га у гібрида РЖТ Волльф з удобренням N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>180</sub> та застосуванням ретарданту. Найбільша знижка за менший вміст жиру від базового становила 1155 грн за вміст жиру менший на 3,3 %.

З ростом норм добрив відбувається збільшення валового прибутку. Це підтверджується збільшенням значень валового прибутку для кожного наступного варіанта удобрення. Зокрема, у гібрида РЖТ Волльф спостерігали зростання від 35302 грн до 55418 грн без обробки ретардантом. У гібридів Альзан, ЕС Белла та Лайм було підвищення, відповідно, від 33402 грн/га до 50516 грн/га, від 33818 грн/га до 46965 грн/га та від 33249 грн/га до 49352 грн/га без обробки ретардантом.

За використання ретарданту показники зростали від 37787 грн/га до 60052 грн/га у гібрида РЖТ Волльф, від 35952 до 54335 грн/га у гібрида Альзан, від 35894 до 51634 грн/га у гібрида ЕС Белла, та від 35814 до 53043 грн/га у гібрида Лайм.

Маючи показники вартості одержаної товарної продукції та рівень виробничих витрат, ми можемо шляхом їх зіставлення визначити величину умовного чистого прибутку (табл. 5.3).



Таблиця 5.3

**Показники чистого прибутку за вирощування соняшнику  
(середнє за 2021–2023 рр.)**

| Гібриди    | Варіанти<br>удобрєння                             | Внесення<br>ретарданту | Вартість валового<br>прибутку,<br>грн/га | Витрати, грн/га | Чистий прибуток,<br>грн/га |
|------------|---------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------|-----------------|----------------------------|
| РЖТ Волльф | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1*                     | 35302                                    | 19631           | 15671                      |
|            |                                                   | 2*                     | 37787                                    | 20591           | 17196                      |
|            | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1*                     | 40272                                    | 23157           | 17115                      |
|            |                                                   | 2*                     | 44284                                    | 23817           | 20467                      |
|            | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1*                     | 45342                                    | 25629           | 19713                      |
|            |                                                   | 2*                     | 49171                                    | 26589           | 22582                      |
|            | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1*                     | 54247                                    | 29467           | 24780                      |
|            |                                                   | 2*                     | 58231                                    | 30427           | 27804                      |
|            | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1*                     | 55418                                    | 32650           | 22768                      |
|            |                                                   | 2*                     | 60052                                    | 33610           | 26442                      |
| Альзан     | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1*                     | 33402                                    | 18369           | 15033                      |
|            |                                                   | 2*                     | 35952                                    | 19329           | 16623                      |
|            | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1*                     | 39852                                    | 21895           | 17957                      |
|            |                                                   | 2*                     | 42846                                    | 22555           | 20291                      |
|            | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1*                     | 43455                                    | 24367           | 19088                      |
|            |                                                   | 2*                     | 47919                                    | 25327           | 22592                      |
|            | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1*                     | 48467                                    | 28205           | 20262                      |
|            |                                                   | 2*                     | 52915                                    | 29165           | 23750                      |
|            | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1*                     | 50516                                    | 31388           | 19128                      |
|            |                                                   | 2*                     | 54335                                    | 32348           | 21987                      |
| ЕС Белла   | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1*                     | 33818                                    | 19727           | 14091                      |
|            |                                                   | 2*                     | 35894                                    | 20687           | 15207                      |
|            | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1*                     | 36235                                    | 23253           | 12982                      |
|            |                                                   | 2*                     | 38518                                    | 23913           | 14605                      |
|            | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1*                     | 41289                                    | 25725           | 15564                      |
|            |                                                   | 2*                     | 43730                                    | 26685           | 17045                      |
|            | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1*                     | 46500                                    | 29563           | 16937                      |
|            |                                                   | 2*                     | 50727                                    | 30523           | 20204                      |
|            | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1*                     | 46965                                    | 32746           | 14219                      |
|            |                                                   | 2*                     | 51634                                    | 33706           | 17928                      |

| Продовження табл. 5.3 |                                                   |    |       |       |       |
|-----------------------|---------------------------------------------------|----|-------|-------|-------|
| Лайм                  | N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>60</sub>   | 1* | 33249 | 18942 | 14307 |
|                       |                                                   | 2* | 35814 | 19902 | 15912 |
|                       | N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>90</sub>   | 1* | 37541 | 22468 | 15073 |
|                       |                                                   | 2* | 40432 | 23128 | 17304 |
|                       | N <sub>80</sub> P <sub>50</sub> K <sub>120</sub>  | 1* | 41762 | 24940 | 16822 |
|                       |                                                   | 2* | 45794 | 25900 | 19894 |
|                       | N <sub>100</sub> P <sub>65</sub> K <sub>150</sub> | 1* | 47677 | 28778 | 18899 |
|                       |                                                   | 2* | 52777 | 29738 | 23039 |
|                       | N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>180</sub> | 1* | 49352 | 31961 | 17391 |
|                       |                                                   | 2* | 53043 | 32921 | 20122 |

\*Примітка: 1 – обробка водою; 2 – застосування ретарданту Сетар.

Внесення препаратів показало зростання економічних показників як на неудобреному фоні, так і на варіантах з більшими нормами внесення мінеральних добрив.

Основним показником, який відображає ефективність окремого технологічного процесу чи технології загалом є чистий прибуток. Відповідно до отриманих результатів найвищі прибутки нами були одержані за вирощування соняшнику гібрида РЖТ Волльф. Залежно від варіанта удобрення показники змінювалися від 15671 до 27804 грн/га. Максимальний прибуток було отримано за вирощування гібрида РЖТ Волльф у варіанті із внесенням N<sub>100</sub>P<sub>65</sub>K<sub>150</sub> та застосуванням ретарданту Сетар – 27804 грн/га.

### Висновки до розділу 5

Проведення економічного аналізу застосування в посіві соняшнику мінеральних добрив і ретарданту дало можливість зробити такі висновки:

Виробничі витрати на вирощування соняшнику в умовах господарства без урахування витрат на мінеральні добрива, насіння гібридів та ретардантів становили 10998 грн/га.

Максимальний прибуток було отримано за вирощування гібрида РЖТ Волльф у варіанті із внесенням N<sub>100</sub>P<sub>65</sub>K<sub>150</sub> та застосуванням ретарданту Сетар – 27804 грн/га.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі висвітлюються питання росту та розвитку, утворення високого рівня врожайності гібридів соняшнику РЖТ Волльф, Альзан, ЕС Белла, Лайм залежно від застосування таких елементів технології вирощування, як удобрення та застосування ретарданту:

1. Аналіз коефіцієнтів істотності погодних умов вегетаційних років проведення досліджень (2021–2023 рр.) свідчать про значні відхилення, кожного окремо взятого року, місяця, декади за основними показниками.

2. Тривалість вегетаційного періоду соняшнику за впливу чинників, які ми вивчали, змінювалася і становила у гібрида РЖТ Волльф від 96 до 111 діб, Альзан – 90–108, ЕС Белла – 91–108 м<sup>3</sup>/т, Лайм – 95–110 діб.

3. Максимальні параметри площі листкової поверхні посіви гібридів соняшнику формували на 64–68 мікростадіях розвитку за шкалою ВВСН, на варіанті із внесенням N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>180</sub> за вирощування гібрида РЖТ Волльф. Застосування ретарданту Сетар мало позитивний вплив на параметри площі листків рослин соняшнику.

4. Найвищий вміст хлорофілів рослини соняшнику мали на мікростадіях 64–68 ВВСН (вміст хлорофілу *a* змінювався від 4,49 до 6,79 мг/1 г сухої речовини, хлорофілу *b* – 1,66 до 2,24 мг/1 г сухої речовини). Максимальних значень було досягнуто в гібрида РЖТ Волльф у варіанті з внесенням N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>180</sub>. Застосування ретарданту Сетар спричиняло зниження вмісту хлорофілів на початкових етапах розвитку та підвищення, починаючи з 54–58 мікростадій розвитку за шкалою ВВСН.

5. Застосування добрив впливало на висоту рослин соняшнику. У гібрида РЖТ Волльф зі збільшенням норм внесених добрив висота змінювалася у бік зростання від 150,7 до 175,2 см, Альзан – 145,6–169,6, ЕС Белла – 145,9–169,9, Лайм – 136,1–163,8 см. Обробка посівів ретардантом Сетар забезпечила зменшення висоти рослин гібридів соняшнику, які ми

вивчали, на 13,1–21,0 см залежно від особливостей гібрида та варіанта удобрення.

6. Діаметр стебла рослин соняшнику змінювався за роками досліджень, під впливом генетичних особливостей гібридів, удобрення та дії ретарданту. Максимальний діаметр стебла було отримано в усіх гібридів соняшнику, які ми досліджували, у варіанті із внесенням максимальної дози добрив –  $N_{120}P_{80}K_{180}$  з показниками, які коливалася від 3,13 до 3,26 см.

7. Найбільшу кількість листків формували рослини гібрида РЖТ Волльф, яка за впливу варіантів удобрення зростала від 19,8 до 26,7 шт. з максимальним показником на варіанті удобрення  $N_{120}P_{80}K_{180}$ .

8. Маса сухої речовини однієї рослини зростала зі збільшенням норми добрив, сягаючи максимальних показників на варіанті із застосуванням  $N_{120}P_{80}K_{180}$ . У гібрида РЖТ Волльф маса однієї рослини у середньому за роки досліджень, змінювалася від 113,0 до 188,9 г.

9. З підвищенням норм удобрення зростав діаметр кошика у рослин усіх гібридів, які ми вивчали. Використання ретарданту сприяло збільшенню діаметра кошика на 0,1–0,5 см залежно від гібрида та норм добрив.

10. Гібриди соняшнику формували врожайність, яка у середньому за роки досліджень, за впливу варіантів удобрення та дії ретарданту, становила у гібрида РЖТ Волльф – 2,14–3,74, Альзан – 2,09–3,40, ЕС Белла – 2,06–3,23, Лайм – 2,03–3,31 т/га.

11. Розрахунок частки участі чинників на формування продуктивності гібридів соняшнику у досліді показав, що найбільший вплив на врожайність мали варіанти удобрення – 48,7 %, за впливу генетичних особливостей гібридів – 13,7 %, обробки ретардантом – 4,8, погодних умов років досліджень – 15,8 %.

12. Вміст жиру в насінні соняшнику залежав від генетичних особливостей гібридів, удобрення, впливу ретарданту та погодних умов років досліджень періоду вегетації соняшнику. У гібридів РЖТ Волльф та Альзан максимальні показники вмісту жиру були одержані на варіанті  $N_{80}P_{50}K_{120}$ , ЕС

Белла та Лайм –  $N_{60}P_{35}K_{90}$ . Подальше збільшення дози добрив спричинило зниження показника. Максимальний вміст жиру було отримано за вирощування гібрида РЖТ Волльф у варіанті із внесенням  $N_{80}P_{50}K_{120}$  – 51,4 %. Застосування ретарданту Сетар забезпечило незначне зростання вмісту жиру.

13. Найвищий вихід олії було одержано за вирощування гібрида РЖТ Волльф на варіанті із внесенням  $N_{100}P_{65}K_{150}$  і застосуванням ретарданту Сетар – 1,74 т/га.

14. Максимальний прибуток було отримано за вирощування гібрида РЖТ Волльф у варіанті із внесенням  $N_{100}P_{65}K_{150}$  та використанням ретарданту Сетар – 27804 грн/га.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою підвищення ефективності технології вирощування та отримання врожайності на рівні 3,8 т/га та високих показників якості насіння соняшнику в умовах Правобережного Лісостепу України на чорноземах типових малогумусних рекомендовано вирощувати гібрид РЖТ Волльф за внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{100}P_{65}K_{150}$  та застосування ретарданту Сетар (0,5 л/га) у 30–39 мікростадії розвитку шкали ВВСН.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агрономічні аспекти екологічно безпечного землеробства: монографія / А. В. Кохан, С. О. Фролов, В. В. Швартау та ін.; за ред. А. В. Кохана. Полтава : Дивосвіт, 2016. 120 с.
2. Агрономічні вимоги та технології вирощування соняшнику / О. В. Михайленко, С. П. Євтушенко, В. І. Гарбар та ін. Київ : Урожай, 2017. С. 21–29.
3. Анісімова Л. М. Роль мікроелементів у живленні сільськогосподарських культур. *Актуальні проблеми та наукові звершення молоді на початку Третього тисячоліття*: зб. матеріалів IV наук.-практ. конф. студентів, магістрантів та аспірантів. Докучаєвське, Старобільськ, 14 листопада 2019 р. Харків : ФОП Бровін О. В., 2019. С. 16–19.
4. Анішин Л. А., Пономаренко С. П., Грицаєнко З. М. Регулятори росту рослин. *Рекомендації по застосуванню*. Київ : МНТЦ «Агробіотех», 2011. 54 с.
5. Антистресова композиція для передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур : пат. 58260 Україна, МПК51 А01С 1/06, А01N 31/00. №201010482 ; опубл. 11.04.2011, Бюл. № 7/3.
6. Балан А. В., Солодаренко О. С. Вплив регуляторів росту на урожайність соняшнику. С. 46–48.
7. Білоус Ю. В., Мисак І. В. Дослідження впливу ретардантів на фізіологічний стан та урожайність соняшнику. *Аграрна наука*. 2017. № 4. С. 45.
8. Бойко В. М., Черниш В. І. Формування якості насіння соняшнику за різних умов вирощування. *Аграрна наука*. 2021. № 3. С. 27–32.
9. Бублик М. І. Вплив ретардантів на розвиток та врожайність соняшнику. *Збірник наукових праць Львівської державної аграрної університету*. 2016. Вип. 21. С. 10–16.

10. Бурлов В. В., Бурлов В. В. Ефективність генів Or у забезпеченні стійкості соняшнику до нових рас вовчка (*Orobanche cumana* Wallr.). *Селекція і насінництво* : міжвідомч. темат. наук. зб. Харків, 2010. Вип. 98. С. 28–37.
11. Васильчук М. О. Формування врожаю соняшнику при застосуванні добрив на тлі різних способів обробітку ґрунту в умовах Правобережного Лісостепу України. *Наукові праці НДІ Агротехнології*. 2017. Вип. 3 (3). С. 18–27.
12. Взаємодія мікроелементів: біологічний, медичний і соціальний аспекти / І. М. Трахтенберг, та ін. *Вісник НАН України*. 2013. № 3. С. 11–20.
13. Високі технології вирощування олійних культур в Україні / О. В. Рафальська, І. І. Рабченко, В. В. Гавриш, О. Ю. Трофімова та ін. *Збірник наукових праць Інституту олійних культур ім. В. І. Пирогова*. 2016. Вип. 24. С. 30–37.
14. Водянов В. О. Використання ретардантів в технології вирощування соняшнику. *Сільськогосподарська наука і практика*. 2018. № 4. С. 34–38.
15. Волкодав В. В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. *Держ. коміс. України по випробуванню та охороні сортів рослин*. Київ : (б. в.), загальна частина, 2020. 100 с.
16. Вплив добрив на урожайність та якість насіння соняшнику / М. М. Мірошников, Л. В. Рибалко, О. О. Дрозд та ін. *Науковий вісник НУБіП України*. 2018. Вип. 287. С. 58–63.
17. Гаврилюк М. М., Салатенко В. Н., Чехов А. В. Олійні культури в Україні : навч. посіб. Київ : Основа, 2008. 420 с.
18. Гаврилюк М. М., Соколов В. М., Рябота О. М. Насінництво і насіннєзнавство олійних культур. Київ : Аграрна наука, 2002. 220 с.
19. Гамаюнова В. В., Кудріна В. С. Формування продуктивності соняшнику під впливом позакоренових підживлень сучасними



біопрепаратами в умовах Південного Степу України. *Agrology*. 2020. Т. 3, № 4. С. 225–231.

20. Гангур В. В., Єремко Л. С., Кочерга А. А. Ефективність біостимуляторів за умови передпосівної обробки насіння соняшнику. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 2. С. 36–43. doi: 10.31210/visnyk2020.02.02.04.

21. Гангур В. В., Космінський О. О., Лень О. І., Тоцький В. М. Вплив удобрення на продуктивність соняшнику та якість насіння. *Вісник ПДАА*. 2022. № 2. С. 50–56.

22. Гангур В. В., Космінський О. О., Міщенко О. В. Вплив мінеральних добрив на вміст поживних речовин у ґрунті та урожайність гібридів соняшнику різних груп стиглості. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 1. С. 116–121.

23. Голунова Л. А. Анатомічна будова рослин *Glycine max Moench.* за дії штаму *Bradyrhizobium japonicum* та ретарданту. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*. 2020. № 3–4. С. 98–104.

24. Гомля Л. М., Сухомлин А. П. Морфологічна характеристика та органогенез культурного соняшнику. *Біологічні, медичні та науково-педагогічні аспекти здоров'я людини* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Полтава, 2023. С. 29–33.

25. Гончаренко А. А., Білосорова І. М. Вплив ретардантів на урожайність та якість насіння соняшнику. *Сільськогосподарська наука і практика*. 2020. С. 45–49.

26. Гончарук М. С. Пасічник І. І. Дія ретардантів на продуктивність соняшнику. *Наукові праці Державної аграрної науково-дослідної станції імені М. М. Гришка НААН*. 2015. Вип. 3. С. 38–42.

27. Городній М. Г. Олійні та ефіроолійні культури. Київ : Урожай, 1970. 140 с.

28. Городній М. М., Гончар О. М. Прикладна біохімія та управління якістю продукції рослинництва. Київ : Арістей, 2006. 484 с.
29. Господаренко Г. М. Система застосування добрив. Київ : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2018. 376 с.
30. Гриценко В. В., Бондаренко В. С. Вплив підживлення на продуктивність соняшнику та якість насіння. *Наукові праці Одеського національного аграрного університету*. 2014. Вип. 44, т. 1. С. 45–50.
31. Гуляєв Б. І., Карлова А. Б., Кірізій Д. А. Вплив хлормекватхлориду та естерону на засвоєння цукровим буряком елементів мінерального живлення. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2007. Т. 39, № 5. С. 401–408.
32. Гуменюк Г. Б., Волошин О. С., Ясній М. М. Вміст важких металів та шляхи їх міграції в агроландшафтах Тернопільської області. *Science and society. Proceedings of the 8th International conference. Hamilton, Canada*, 2018. С. 255–263.
33. Гусаров М. А. Вплив комбінованого застосування ретардантів та добрив на формування врожаю соняшнику. *Вісник аграрної науки*. 2016. С. 34–38.
34. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. *Мінагрополітики та продовольства України*. 2024. URL : <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin>.
35. Дідик І. М., Мартиненко О. В. Вплив ґрунтових добрив на урожайність та якість насіння соняшнику. *Наукові записки Тернопільського національного аграрного університету*. 2018. С. 45–50.
36. Дія паклобутразолу на активність гіберелінів і вміст абсцизової кислоти в листках деяких сільськогосподарських рослин / В. Г. Кур'ята та ін. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2005. № 5(37). С. 452–458.
37. Дмитров С. Г. Стабільність та пластичність сучасних гібридів соняшнику. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2015. Вип. 3. С. 117–124.

38. Домарацький О. О., Сидякіна О. В., Іванів М. О., Добровольський А. В. Біопрепарат нового покоління групи Хелафіт у технології вирощування гібридів соняшнику на Півдні України. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 98. С. 51–56.

39. Дослідна справа в агрономії : навч. посібник: у 2 кн. – Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / А. О. Рожков, В. К. Пузік, С. М. Каленська та ін.; за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 316 с.

40. Дослідна справа в агрономії : навч. посібник: у 2 кн. – Кн. 2. Теоретичні аспекти дослідної справи / А. О. Рожков, В. К. Пузік, С. М. Каленська та ін.; за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 341 с.

41. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. К.: Держспоживстандарт України, 2003. С. 165.

42. ДСТУ 7585:2014. Олії. Метод визначання ерукової кислоти. [Чинний від 2015-05-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2015. 12 с.

43. ДСТУ ISO 10565:2003. Насіння олійних культур. Одночасне визначання вмісту олії та вологи. Метод спектроскопії з використанням імпульсного ядерного магнітного резонансу (ISO 10565:1998, IDT). [Чинний від 2005-05-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 14 с.

44. ДСТУ ISO 5983:2003. Корми для тварин. Визначення вмісту азоту і обчислення вмісту сирого білка методом К'ельдаля (ISO 5983:1997, IDT). [Чинний від 2004-10-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. 12 с.

45. Ермантраут Е. Р., Гопцій Т. І., Каленська С. М., Криворученко Р. В., Тупчинова Н. П., Присяжнюк О. І. Методика селекційного експерименту (у рослинництві) : навч. посіб. Харків : Видавництво Харк. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва, 2014. 229 с.

46. Ефективність використання ретардантів для зниження ризику стресових станів рослин / Н. В. Лукаш, В. І. Павлюк, Н. М. Матвієнко та ін.

*Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва.* 2018. Вип. 85. С. 192–199.

47. Єременко О. А. Продуктивність соняшнику залежно від мінерального живлення та передпосівної обробки насіння за умов недостатнього зволоження. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2017. № 3. С. 25–30.

48. Єременко О. А., Калитка В. В. Вплив регуляторів росту рослин на ріст, розвиток та формування врожаю соняшнику в умовах Південного Степу України. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України.* 2016. № 1(58). 11 с.

49. Жаркова Г., Каражбей Г. Соняшник – нові пропозиції для сівби 2012 року. *Пропозиція.* 2011. Вип. 10. С. 23–25.

50. Жатова Г., Яценко В., Колос І. Реакція гібридів соняшнику на застосування ретардантів. *Danish scientific journal.* 2021. Vol. 2, No 54. Р. 3–8.

51. З початку сезону 2023/24 Україна експортувала більше 2,5 млн тонн соняшникової олії.  
URL : <http://shareuapotential.com/ru/News/Newsline/ukraine-export-pods-maslo-2024-01.html>.

52. Захарченко Е. А., Мартиненко В. М. Проблема зниження вмісту мікроелементів у ґрунтах Сумської області. Гончарівські читання: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Суми, 25–26 травня 2017 р. Суми, 2017. С. 62–64.

53. Здоровенко Ю. В. Ретарданти та їх використання в агропромисловому виробництві. *Наукові праці Одеського національного університету.* 2013. С. 40–44.

54. Зінченко І. В., Ковальова І. Ю. Вплив мінеральних добрив та біопрепаратів на врожайність та якість насіння соняшнику. *Наукові записки Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.* 2018. С. 26–31.

55. Каленська С. М. Регулятори росту в інтенсивних технологіях вирощування зернових культур. *Регулятори росту в землеробстві*. Київ, 1998. С. 65–69.
56. 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. doi: 10.32851/2226-0099.2020.113.7.
57. Каленська С. М., Єгупова Т. В. Вплив регуляторів росту рослин на морфофізіологічні параметри посівів, продуктивність та структуру врожаю тритикале озимого. *Науковий вісник аграрного університету*. 2008. Вип. 123. С. 36–46.
58. Калінін Ф. Л. Застосування регуляторів росту в сільському господарстві. Київ : Урожай, 1989. 152 с.
59. Капустіна Г. А. Динаміка вмісту мікроелементів у ґрунті і листі соняшника за тривалого удобрення. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2014. Вип. 81. С. 133–137.
60. Кириченко В. В. Олійні культури. *Насінництво*. 2007. №. 1. С. 6–8.
61. Класифікація соняшнику. URL : <https://seller-seeds.com.ua/ua/a353647-klassifikatsiya-podsolnechnika.html>.
62. Климаш Н. І., Бляшук С. Г. Стан та особливості розвитку аграрного сектора економіки в сучасних умовах. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2014. Вип. 1 (77). С. 71–79.
63. Коваленко І. В., Жуковська І. В. Вплив добрив на продуктивність та якість насіння соняшнику. *Науковий вісник Інституту біології та медицини*. 2017. С. 111–115.
64. Коваленко Н. П. Історичний шлях становлення соняшнику і його місце в сівозмінах України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2013. № 4. С. 73–78.
65. Колесник І. В. Вплив добрив на продуктивність соняшнику на засолених ґрунтах в умовах Лісостепу України. *Науковий вісник Львівського*

національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. 2017. Ч. 2, вип. 79, т. 19. С. 468–472.

66. Колесник О. М., Савченко Л. В. Вплив різних добрив на формування урожаю соняшнику в умовах Правобережного Лісостепу України. *Наукові праці Одеського державного аграрного університету*. 2020. Т. 55. С. 29–35.

67. Колесник О. М., Савченко Л. В. Вплив різних добрив на формування урожаю соняшнику в умовах Правобережного Лісостепу України. *Наукові праці Одеського державного аграрного університету*. 2020. С. 29–35.

68. Колесніков М. О., Пащенко Ю. П.. Біохімія та фізіологія рослин. Малий практикум: навчально-методичний посібник. Мелітополь : ТДАТУ, 2022. 226 с.

69. Кононюк В. А. Соняшник – провідна культура АПК України. *Агровісник*. 2007. № 1. С. 47–50.

70. Корнійко В. І., Шульга В. І. Вплив добрив та регуляторів росту на формування врожаю соняшнику в умовах Правобережного Лісостепу України. *Науковий вісник Полісся*. 2019. С. 73–77.

71. Кохан А. В. Агротехнологічні основи підвищення продуктивності соняшнику в умовах недостатнього та нестійкого зволоження: дис. ... д-ра с.-г.н.: 06.01.09. Херсон, 2021. 397 с.

72. Кохан А. В., Гангур В. В., Корецький О. Є., Лень О. І., Манько Л. А. Соняшник у сівозмінах лівобережного Лісостепу України. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2015. Вип. 18. С. 62–68.

73. Кохан А. В., Тоцький В. М., Лень О. І., Самойленко О. А. Урожайність соняшнику залежно від погодних умов та гібридного складу. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2020. № 28. С. 164–172.

74. Кравченко О. І., Лихошерст, І. Г. Визначення оптимальної дози ретарданта для зниження засихання рослин соняшнику. *Науковий журнал Інженерні та аграрні дослідження*. 2018. № 2. С. 31–34.
75. Кузнецов В. М. Вплив різних добрив на врожайність та якість насіння соняшнику в умовах Правобережного Лісостепу. *Науковий вісник НУБіП України*. 2015. Вип. 223, т. 1. С. 111–116.
76. Кузьмінська Н. Л. Особливості функціонування олійно-жирової галузі України. *Економіка АПК*. 2011. № 12. С. 161–165.
77. Куликовський Ю. І. Вплив добрив на формування врожаю та якість насіння соняшнику. *Аграрна наука і харчові технології*. 2017. Т. 2, № 2. С. 39–43.
78. Кур'ята В. Г. Ретарданти – модифікатори гормонального статусу рослин. *Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку*. Т. 1. / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Укр. т-во фізіологів рослин; голов. ред. В. В. Моргун. Київ : Логос, 2009. С. 565–587.
79. Кур'ята В. Г., Голунова Л. А. Вплив хлормекватхлориду на формування симбіотичної системи соя-*Bradyrhizobium japonicum*. *Наук. зап. Тернопіл. пед. ун-ту*. 2011. № 3(48). С. 79–83.
80. Кур'ята В. Г., Поливаний С. В. Дія антигіберелінового препарату хлормекватхлориду на структуру урожаю і якісні характеристики олії маку олійного. *Сільськогосподарські науки: Збірник наукових праць ВНАУ*. 2012. Вип. 1 (57). С. 90–93.
81. Кур'ята В. Г., Поливаний С. В. Потужність фотосинтетичного апарату та насіннева продуктивність маку олійного за дії ретарданту фолікуру. *Фізіологія рослин і генетика*. 2015. Вип. 47, № 4. С. 313–320.
82. Кур'ята В. Г., Рогач В. В. Анатомо-морфологічні особливості рослин ріпаку при дії ретардантів. *Онтогенез рослин, біологічна фіксація молекулярного азоту та азотний метаболізм*: матеріали Міжнар. наук. конф. Тернопіль, 2001. С. 30–33.

83. Кучеренко С. Ю. Організаційно-економічні засади ефективного виробництва соняшнику в Україні. *Переяслав-Хмельницький ДПУ ім. Г. Сковороди. Економічний вісник університету*. 2015. №24/1. С. 45–48.
84. Лисенко Н. І., Власенко, І. А. (2020). Діагностика екологічного стану ґрунтів за вмістом мікроелементів в умовах вирощування соняшнику. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука»*. 2020. № 2. С. 27–30.
85. Лисенко С. М., Голубова О. В. Урожайність та якість насіння соняшнику при внесенні комплексних добрив. *Наукові праці Полтавської державної аграрної академії*. 2019. Т. 2. С. 48–53.
86. Литвиненко В. І. Вплив добрив та ретардантів на урожайність соняшнику в умовах Правобережного Лісостепу України. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2021. С. 91–95.
87. Літвиненко Г. М., Коваленко С. М., Білецька О. І., Кіреєва Н. І. Застосування мінеральних добрив на соняшнику. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2016. Т. 2, № 2. С. 69–73.
88. Мазур В. А., Дідур І. М., Циганський В. І., Маламура С. В. Формування продуктивності гібридів соняшнику залежно від рівня удобрення та умов зволоження. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 19. С. 208–220.
89. Маліновська І. В., Дідик І. М. Вплив добрив на елементний склад насіння соняшнику. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2018. С. 92–97.
90. Матейчук Ю. В. Шляхи підвищення економічної ефективності вирощування соняшнику. *Міжнародний науковий журнал*. 2015. № 9. С. 133–136.
91. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Технологія добування рослинних жирів» для студентів III–IV курсів денної і заочної форм навчання галузі 18 – «Виробництво та технології», спеціальності 181 «Харчові технології», спеціалізації «Технологія жирів і жирозамінників» / Укл.: М. В. Бугрим, А. В. Кобзар. Дніпро : ДВНЗ УДХТУ, 2016. 46 с.



92. Методичні вказівки з агрономії соняшнику / В. С. Шевчук, О. І. Кондратенко, І. М. Горобець та ін. Київ : Видавництво НУБіП України, 2017. 80 с.
93. Методичні вказівки з вирощування соняшнику / за заг. ред. В. І. Фурса. Київ : Аграрна наука, 2008. 52 с.
94. Міщенко В. В., Гречка В. В. Ефективність використання ретардантів для зменшення висоти рослин та укріплення стебел соняшнику. *Сучасні проблеми агрономії*. 2019. С. 124–130.
95. Мусатенко Л. І. Фітогормони і фізіологічно активні речовини в регуляції росту і розвитку рослин. *Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку*. Т. 1. / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Укр. т-во фізіологів рослин; голов. ред. В. В. Моргун. Київ : Логос, 2009. С. 508–536.
96. Нестерчук В. В. Напрями оптимізації елементів технології вирощування гібридів соняшнику в умовах Півдня України (оглядова). *Зрошуване землеробство*. 2015. Вип. 63. С. 84–86.
97. Олійні культури в Україні: навч. посіб. / М. М. Гаврилюк та ін.; за ред. В. Н. Салатенка, 2-ге вид., перероб. і допов. Київ : Основа, 2008. 420 с.
98. Офіційний сайт Державного комітету статистики України. URL : <http://ukrstat.gov.ua>.
99. Пастернак О. Перспективи ринку ріпаку і соняшнику. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2011. № 3. С. 40–44.
100. Петренко В. С. Проблеми та напрями державного регулювання функціонування та розвитку насіннєвого ринку олійних культур. URL : <http://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/nppdaa/2011/02/198.pdf>.
101. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. 5-те вид., виправ., доповн. Львів : НВФ «Українські технології», 2021. 808 с.
102. Піньковський Г. В., Мащенко Ю. В. Вплив елементів живлення на родючість ґрунту та продуктивність соняшнику в Правобережному Степу

України. *Таврійський науковий вісник. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво*. 2019. № 107. С. 145–150.

103. Покопцева Л. А., Богославський Є. В. Продуктивність соняшнику гібриду Андромеда за дії мікроелементів в умовах Степу України. *Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво: матеріали доповідей Міжнар. наук.-практ. конф. Миколаїв, 16–18 жовт. 2019 р. Миколаїв, 2019. С. 66–67.*

104. Полякова І. О., Топчій М. А. Вплив беззмінного вирощування соняшнику на показники родючості ґрунту. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2013. № 19. С. 96–101.

105. Рогач В. В. Накопичення і перерозподіл вуглеводів і азотовмісних сполук між органами рослин ріпаку в онтогенезі за дії хлормекватхлориду. *Агробіологія: Зб. наук. праць Білоцерків. нац. аграр. ун-ту*. 2010. Вип. 4(80). С. 45–50.

106. Рогач В. В., Кур'ята В. Г. Накопичення і перерозподіл вуглеводів і азотмістких сполук між органами рослин ріпаку в онтогенезі за дії паклобутразолу. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету*. 2004. № 3-4 (24). С. 28–33.

107. Рогач В. В., Попроцька І. В., Кур'ята В. Г. Дія гібереліну та ретардантів на морфогенез, фотосинтетичний апарат і продуктивність картоплі. *Вісник Дніпропетровського університету*. 2016. Т. 24(2). С. 416–420.

108. Рогач Т. І. Особливості морфогенезу і продуктивність соняшнику за дії трептолему. *Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку*. Т. 1 / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Укр. т-во фізіологів рослин; голов. ред. В. В. Моргун. Київ : Логос, 2009. С. 680–686.

109. Рогач Т. І. Фізіологічні основи регуляції морфогенезу та продуктивності соняшника за допомогою хлормекватхлориду і трептолему : автореф. дис. ... канд. біол. наук : 03.00.12. Умань, 2011. 20 с.

110. Рогач Т. І., Кур'ята В. Г. Вплив суміші регуляторів росту хлормекватхлориду і трептолему на врожайність та якість олії соняшнику. Наукові доповіді НУБіП 2011-7 (23). URL: [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011\\_7/11rtioqs.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_7/11rtioqs.pdf).

111. Рогач Т. І., Кур'ята В. Г. Фізіологічні основи регуляції морфогенезу та продуктивності соняшнику за допомогою хлормекватхлориду і трептолему. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2018. С. 140.

112. Рудь І. М., Дмитренко І. М., Пасічник Т. І., Рожко О. В. Вплив добрив на фізіологічні показники соняшнику. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2018. № 2. С. 30–35.

113. Світлична І. А., Виноградов І. В., Яненко І. С., Івахненко О. С. Вплив різних доз добрив на врожайність та якість насіння соняшнику. *Аграрна наука та харчові технології*. 2017. № 3. С. 78–82.

114. Сендецький В. М. Застосування органічних добрив і регуляторів росту рослин нового покоління в технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Івано-Франківськ : «Місто НВ», 2010. С. 25.

115. Сидоренко А. М., Ляшенко О. О. Вплив добрив на зростання та розвиток соняшнику. *Аграрна наука*. 2018. № 5. С. 19–24.

116. Соняшник у сівоzmінах лівобережного Лісостепу України. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2015. Вип. 18. С. 62–68.

117. Соняшник: екологічні шляхи оптимізації його живлення / Є. О. Домарацький, А. В. Добровольський, В. В. Базалій та ін. Херсон : Олді-плюс, 2020. 158 с.

118. Соколов В. М., Вишневський В. В., Васильченко В. В. Успіхи, проблеми та перспективи насінництва в сучасних умовах. *Насінництво*. 2015. № 5–6. С. 6–9.

119. Соколова О. О. Вивчення динаміки накопичення елементів у кошиках соняшника однорічного. *Проблеми екологічної та медичної генетики і клінічної імунології*. 2014. Вип. 2. С. 178–184.

120. Тищенко А. В., Тищенко О. Д., Люта Ю. О., Пілярська О. О. Адаптивна здатність – важлива ознака в селекції рослин. *Зрошуване землеробство*. 2021. № 75. С. 101–109. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.19>.
121. Ткаліч І. Д. Соняшникова країна. *Пропозиція*. 2003. № 12. С. 34–35.
122. Ткаліч І. Д., Гирка А. Д., Бочевар О. В., Ткаліч Ю. І. Агротехнічні заходи підвищення урожайності насіння соняшника в умовах Степу України. *Зернові культури*. 2018. Т. 2, № 1. С. 44–52. doi: 10.31867/2523-4544/0006.
123. Ткаліч Ю. І. Вплив мікродобрих і стимуляторів росту рослин на продуктивність соняшнику у Північному Степу України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2016. № 23. С. 169–177.
124. Ткачук О. О. Дія ретардантів на морфогенез, період спокою і продуктивність картоплі : дис. ... канд. біол. Наук : 03.00.12. Київ, 2007. 164 с.
125. Ткачук О. О., Кур'ята В. Г. Дія ретардантів на морфогенез, період спокою і продуктивність картоплі: монографія. Вінниця, 2015. 150 с.
126. Троценко В. І. Соняшник: селекція, насінництво, технологія вирощування: монографія. Суми: Університетська книга, 2001. С. 184.
127. Урожайність соняшнику залежно від використання сучасних рістрегулюючих препаратів для живлення / В. С. Кудріна та ін. *Вісник Миколаївського національного аграрного університету*. 2017. № 2. С. 73–75.
128. Федоряка В. П., Бахчиванжи Л. А., Почколіна С. В.. Ефективність виробництва і реалізації соняшнику в Україні. *Вісник соціально економічних досліджень*. 2013. № 41(2). С. 139–144.
129. Ходаніцька О. О., Кур'ята В. Г. Аналіз дії хлормекватхлориду на продукційний процес льону олійного сорту Орфей. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2014. № 2. С. 30–33.
130. Ходаніцька О., Ходаніцький В. Застосування ретардантів на посівах соняшнику. *Пропозиція*. 2018.

URL : <https://propozitsiya.com/ua/primenenie-retardantov-na-posevah-podsolnechnika>.

131. Чехова І. В., Чехов С. А. Аналіз виробництва олійних культур у зоні Степу. *Вісник аграрної науки*. 2016. С. 72–77.

132. Шевчук В. В., Гуринович О. В. Вплив ретардантів на урожайність та якість насіння соняшнику. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 2. С. 45–51.

133. Шевчук О. А. Дія ретардантів на морфогенез, газообмін і продуктивність цукрових буряків : дис. ... канд. біол. наук : 03.00.12 Київ, 2005. 156 с.

134. Шерстобоева О.В., Чабанюк Я.В. Вплив сумісного застосування тебуконазолу та іополіциду на врожайність озимої пшениці. *Аграрна наука – виробництво: Наук.інформ. бюл. завершених наук. розробок*. 2014. № 1. С. 5.

135. Шкрудь Р. І. Екологізація виробництва соняшника на півдні України. *Збірник наукових праць Миколаївської державної сільськогосподарської станції*. Київ : БМТ, 1999. С. 111–114.

136. Щербаков В. Я., Лазер П. Н., Яковенко Т. Н. Сучасний стан та перспективи виробництва олійних культур в Україні. *Таврійський науковий вісник*. 2004. Вип. 33. С. 10–18.

137. Які застосовуються мікродобрива для вирощування соняшника  
URL : <https://elitaagro.com/ua/yaki-zastosovuyutsya-mikrodobryva-dlya-vyroshchuvannyasonyashnyka>.

138. Aboushoba L. M., Shahin N., El-Mfry M. M. Physiological response of sunflower plants to foliar application of CCC and boron. *Tropenlandwirt*. 1984–1985. № 85-86. P. 32–40.

139. Agegnehu G., Nelson P. N., Bird M. I. Crop yield, plant nutrient uptake and soil physicochemical properties under organic soil amendments and nitrogen fertilization on Nitisols. *Soil and Tillage Research*. 2016. Vol. 160. P. 1–13. doi: 10.1016/j.still.2016.02.003.

140. Ahmad R., Waraich E. A., Ashraf M. Y. et al. Does nitrogen fertilization enhance drought tolerance in sunflower? A review. *J. Plant Nutr.* 2014. № 37. P. 942–963.
141. Aksyonov I. Effect of cultivation measures on index of photosynthesis and yield of sunflower. *HELIA*. 2007. Vol. 30. No 47. P. 79–86.
142. Amjed A., Muhammad A., Ijaz R., Safdar H., Matlob A. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids performance at different plant spacing under agro-ecological conditions of Sargodha, Pakistan. *In International Conference on Food Engineering and Biotechnology IPCBEE, IACSIT Press, Singapore*. 2011. Vol. 9. P. 317–322.
143. Aruna E., Mohammad S. Influence of conjunctive use of organic and inorganic source of nutrients in rice (*Oryza sativa*) on crop growth, yield components, yield and soil fertility in rice- sunflower (*Helianthus annuus*) sequence. *Indian Journal of Agronomy*. 2005. Vol. 50 (4). P. 265–268.
144. Beltrano J., Caldiz D. O., Barreyro R., Vallduvi G. S., Bezus R., Effects of foliar applied gibberellic acid and benzyladenine upon yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Plant Growth Regul.* 1994. Vol. 15. P. 101–106.
145. Bruns G., Kuchenbuch R., Jung J. Influence of a triazole plant growth regulator on root and shoot development and nitrogen utilisation of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Z. Acker und Pflanzenbau*. 1990. Vol. 165, № 4. P. 257–262.
146. Bujnovský R., Miklovič D. Efektívne využívanie živín v poľnohospodárskom podniku–nevyhnutná súčasť úspešného hospodárenia. *Agrochémia*. 2002. Vol. 6(42), № 1. P. 28–30.
147. Chinnamuthu C. R., Venkatakrishnan, A. S., Manickasundaram P. Effect of preceding kharif legumes and levels of NPK on the succeeding rabi sunflower, *Helianthus annuus* L. *Journal of Oilseeds Research*. 2004. Vol. 21 (1). P. 82–85.

148. Chutamard pissai and paisan laosuwan. Stability of Yield and Other Characters of Sunflower Across Environments. *Suranaree Journal Science and Technology*. 2011. Vol. 18, No. 1. P. 55–60.
149. Cook Sarah K. Evaluation of FD4121A as a growth regulator for linseed. *Ann. Appl. Biol.* 1992. Vol. 120, No 1. P. 66–67.
150. Dhanalakshmi D., Narayana K. R. Effect of application of the sulphur (S), boron (B) and zinc (Zn) on soil fertility status and crop productivity under Bhoochetana programme in selected villages of Devaduraga taluk. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2018. Vol. 7, № 1. P. 81–86.
151. Domaratskiy E.O., Shcherbakov V., Bazaliy V., Kozlova O., Zhuykov A. et al. Analysis of Synergetic Effects from Multifunctional Growth Regulating Agents in the of Sunflower Mineral Nutrition System. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical*. 2019. Vol. 10 (2). P. 301–308.
152. Gonet S. S., Debska B., Dziamski A., Banach-Szott M., Zaujec A., Szombathova N. Properties of organic matter in Haplic Luvisol under arable, meadow and forest management. *Polish Journal of Soil Science*. 2009. Vol. 42, № 2. P. 139–148.
153. Hagye S., Faroogi A.H.A., Gupta M.M. et al. Effect of ethrel, chlormequat chloride and paclobutrazol on growth and pyrethrins accumulation in *Chrysanthemum cinerariaefolium* Vis. *Plant Grow. Regul.* 2007. Vol. 51. No 3. P. 263–269.
154. Hanáčková E., Macák M., Candrakova E. The nutrients balance of crop rotation as an indicator of sustainable farming on arable land. *Journal of Central European Agriculture*. 2008. Vol. 9. № 3. P. 431–437.
155. Hernandez L.F. Morphogenesis in sunflower as affected by exogenous application of plant growth regulators. *Agriscientia*. 1996. Vol. XII. P. 3–11.
156. Islam Y. Growth and equity in agricultural development. Gower, 1983. P. 197–198.

157. Jun Q., Renmin W., Jizhi Y., Jin H. Seed film coating with uniconazole improves rape seedling growth in relation to physiological changes under waterlogging stress. *Plant Grow. Regul.* 2005. Vol. 47. No 1. P. 75–81.
158. Kajanovičová I., Ložek O., Slamka P., Várady T. Bilancia dusíka, fosforu a draslíka v integrovanom a ekologickom systéme hospodárenia na pôde. *Agrochémia*. 2010. Vol. 51. № 3. P. 21–26.
159. Kandil A. A., Sharief A.E., Odam A. M. A. Response of some sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) to different nitrogen fertilizer rates and plant densities. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB)*. 2017. Vol. 2 (6). P. 2978–2994. doi: 10.22161/ijeab/2.6.26.
160. Kulkarni S. S., Chetti M. B., Uppar D. S. Influence of growth retardants on biochemical parameters in sunflower. *J. Maharashtra Agr. Univ.* 1995. Vol. 20, № 3. P. 352–354.
161. Kuryata V. G., Kravets O. O. Features of morphogenesis, accumulation and redistribution of assimilate and nitrogen containing compounds in tomatoes under retardants treatment. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. № 8(1). P. 356–362. doi: 10.15421/2018\_222.
162. Miliuviene L. Oilseed rape growth regulation by compounds 3-DEC and 17-DMC. *Bot. Lithuan.* 2007. Vol. 13. No 2. P. 115–121.
163. Mollashahi M., Ganjali H., Fanaei H. Effect of different levels of nitrogen and potassium on yield, yield components and oil content of sunflower. *International Journal of Farming and Allied Sciences*. 2013. Vol. 2. P. 1237–1240.
164. Namvar A., Khandan T., Shojaei M. Effects of bio and chemical nitrogen fertilizer on grain and oil yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under different rates of plant density. *Annals of Biology Research*. 2012. No 3 (2). P. 1125–1131.
165. Nanopreparations in technologies of plants growing / S. Kalenska, N. Novytska, T. Stolyarchuk et al. *Agronomy Research*. 2021. Vol. 19. Iss. 1. P. 795–808. doi: 10.15159/AR.21.017.



166. Nawaz N., Sarwar G., Yousaf M., Naseeb T., Ahmad A., Sah M. J. (2003). Yield and Yield Components of Sunflower as Affected by Various NPK Levels. *Asian Journal of Plant Sciences*. 2003. Vol. 2. P. 561–562. doi: 10.3923/ajps.2003.561.562.
167. Noreen S., Ashraf M., Hussain M., Jamil A. Exogenous application of salicylic acid enhances antioxidative capacity in salt stressed sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants. *Pak. J. Bot.* 2009. No 41(1). P. 473–479.
168. Ondříšek P., Porhajašová J., Urminská J., Ňaršanská M. The effect of agrotechnical interventions on seasonal changes of inorganic nitrogen content in the soil. *Journal Central European Agriculture*. 2009. Vol. 10, № 1. P. 101–108.
169. Osman E. B. A., Awed, M. M. M. (2010). Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to phosphorus and nitrogen fertilization under different plant spacing at new valley. *Assiut University Bulletin for Environmental Researches*. 2010. Vol. 13 (1). P. 11–18.
170. Pageau D., Lajeunesse J., Lafond J. Effet du taux de semis et de la fertilization azotee sur la productivite du lin oleagineux. *Can. J. Plant. Sci.* 2006. Vol. 86, № 2. P. 363–370.
171. Patil V. D., Bavalgave V. G., Waghmare M. S., Kagne S. V., Kesare, B. J. (2009). Effect of fertilizer doses on yield and quality of sunflower hybrids. *International Journal of Agricultural Science*. 2009. Vol. 5 (1). P. 40–42.
172. Rauf S., Ortiz R., Shehzad M., Haider W., Ahmed I. The exploitation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed and other parts for human nutrition, medicine and the industry. *Helia*. 2020. Vol. 43, № 73. P. 167–184. doi: 10.1515/helia-2020-0019.
173. Sadiq S. A., Shahid M., Jan A., Noor-Ud-Din S. Effect of various levels of nitrogen, phosphorus and potassium (NPK) on growth, yield and yield components of sunflower. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2000. No.3. P. 338–339. doi: 10.3923/pjbs.2000.338.339.

174. Saini J.S., Jolly R.S., Singh O.S. Influence of chlormequat on the growth and yield of irrigated and rainfed indian mustard (*Brassica juncea*) in the field. *Exp. Agr.* 1987. Vol. 23. No 3. P. 319–324.

175. Salazarsargarcia S., Varguezvaldivia V. Physiological persisistence of paclobutrazol on the Tommy Atking mango (*Mangifera indica* L.) under rain-fed conditions. *J. Hortuc. Sci.* 1997. Vol. 72., № 2. P. 339–347.

176. Scarisbrick D. H., Addo-Quaye A. A., Daniels R. W. The effect of paclobutrazol on plant height and seed yield of oil-seed rape (*Brassica napus* L.). *J. Agr. Sci.* 1985. Vol. 105, No 3. P. 605–612.

177. Scarisbrick D. H., Addoquaye A. A., Daniels R. W., Mahamud, S., The effect of paclobutrazol on plant height and seed yield of oil-seed rape 82 (*Brassica napus* L.). *J. Agric. Sci.* 1985. Vol. 105. P. 605–612.

178. Tahsin N., Kolev T. Investigationono on effects of some plant growth regulators on sunflower (*Hlianthus Annuus* L.). *Journal of Central European Agriculture.* Vol. 6, No 4. 2005. P. 583–586.

179. Tari I. Nagy M., Mihalik E. Paclobutrazol-induced changes in ethylene production by elongation and basal zones of etiolated and light-grown bean hypocotyls and its role in radial expansion : abstr. *9th Congr. Fed. Eur. Soc. Plant Physiol.* Brno, 3–8 July, 1994. Biol. plant. 1994.Vol. 36. P. 74.

180. Tomar H. P. S., Dadhwal K. S., Singh H. P. Oil content, oil and cake yield and protein content of sunflower (*Helianthus annuus* L.) as influenced by irrigation, nitrogen and phosphorus levels. *Indian Journal of Soil Conservation.* 1996. Vol. 24 (3). P. 215–220.

181. Totskyi V. M., Len A. I. Influence of macro- and micro fertilizers on biometry, performance and qualitaty of sunflower hybrids. *Plant Breeding and Seed Production.* 2021. Vol. 119. P. 161–169. doi: 10.30835/2413-7510.2021.237160.

182. United States Department of Agriculture.  
URL : <http://www.fas.usda.gov>.

183. Yeremenko O. A., Kalytka V. V., Kalenska S. M., Malkina V. M. Assessment of ecological plasticity and stability of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) in Ukrainian Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. №. 8(1). P. 289–296. doi: 10.15421/2018\_214.

184. Zafirova T., Christov Ch., Iliev V. The influence of some growth regulators on the sunflower production. Plant Growth Regulators: proc. 4th Int. Symp. (Pamporovo, Sept. 28-Okt. 4, 1986). Pt. 1. Sofia, 1987. P. 797–800.

185. Zhejiang daxue xuebao. Nongye yu shengming kexue ban / J. Qiu., J. Hu, S. Wen-jian, et al. *J. Zhejiang Univ. Agr. and Life Sci.* 2004. Vol. 30, № 2. P. 153–158.

## ДОДАТКИ

### Додаток А

**Статті у наукових виданнях,  
включених до Переліку наукових фахових видань України**

1. Гарбар Л. А., **Аврамчук В. І.** Динаміка вмісту хлорофілів у листках соняшнику за впливу елементів технології вирощування. Аграрні інновації. 2022. № 14. С. 7–11. *(Аврамчуком В. І. проведено аналіз літературних джерел, здійснено збір експериментальних даних, проведено лабораторні дослідження, підготовлено публікацію до друку відповідно до вимог видання. Гарбар Л. А. визначено методики, за якими проводилося дослідження, проведено аналіз результатів аналізу вмісту хлорофілів у листках соняшнику за впливу елементів технології вирощування).*
2. Гарбар Л. А., **Аврамчук В. І.** Формування асимілюючої поверхні гібридами соняшнику за впливу удобрення та ретардантів. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2023. № 5 (105). URL: <https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/44085> *(Аврамчуком В. І. проведено аналіз літературних джерел, підготовлено публікацію до друку відповідно до вимог видання. Гарбар Л. А. визначено методику проведення досліджень, опрацьовано результати дослідження).*
3. Гарбар Л. А., **Аврамчук В. І.** Біометричні параметри рослин гібридів соняшнику за впливу удобрення та ретарданту. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2024. № 2 (108). URL: <https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/49473/15758> *(Аврамчуком В. І. проведено літературний науковий пошук, збір та аналіз експериментальних даних, підготовлено публікацію до друку відповідно до вимог видання. Гарбар Л. А. визначено методики, за якими проводилися дослідження, проведено аналіз біометричних параметрів рослин соняшнику за впливу удобрень та ретардантів).*

### Тези наукових доповідей

4. **Аврамчук В. І.**, Гарбар Л. А. Формування асимілюючої поверхні посівів гібридів соняшнику. Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 125-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України, м. Київ, 25 травня 2023 року: тези доповіді. Київ, 2023. С. 563–565. *(Аврамчуком В. І. проведено аналіз літературних джерел. Гарбар Л. А. здійснено науковий супровід).*
5. **Аврамчук В. І.**, Гарбар Л. А. Вплив елементів технології вирощування на вміст пігментів у листках соняшнику. Progressive research in the modern world: 5<sup>th</sup> International scientific and practical conference. Boston, USA, 2023. Р. 21–24. *(Аврамчуком В. І. проведено аналіз літературних джерел. Гарбар Л. А. здійснено науковий супровід).*

## Додаток Б

ЗАТВЕРДЖУЮ



Директор

ТОВ «ГРОВ ЕНЕРДЖІ»

Макух Я.П.

2024р

### АКТ

#### Впровадження (апробації) наукової розробки

1. **Назва розробки** – «Продуктивність соняшнику за внесення добрив та ретардантів в умовах Правобережного Лісостепу України».
2. **Складові та особливості розробки:** сівба гібриду соняшника РЖТ Волльф з нормою внесення добрив  $N_{100}P_{65}K_{150}$  та використання ретарданта Сетар.
3. **Назва науково-дослідної установи** – Національний Університет Біоресурсів і Природокористування України (НУБіП).
4. **Автори закінченої НДР (Автори НДР)** – Аврамчук В.І., аспірант Національного Університету Біоресурсів і Природокористування України.
5. **Місце впровадження наукової розробки** – ТОВ «ГРОВ ЕНЕРДЖІ», с. Ферма, Бучанський р-н, Київська область
6. **Обсяг впровадження (Обсяг апробації)** – 8 га.
7. **Строки використання наукової розробки** - 2023 р.
8. **Отримані результати:** Використання наукової розробки дозволило отримати рівень рентабельності 42 – 44%.

## Додаток В

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

ТОВ «Інтер»

М.М. Бондар

20 березня 2014р



АКТ

## Впровадження (апробації) наукової розробки

1. **Назва розробки** – «Продуктивність соняшнику за внесення добрив та ретардантів в умовах Правобережного Лісостепу України».
2. **Складові та особливості розробки:** сівба гібриду соняшника РЖТ Вольф з нормою внесення добрив  $N_{100}P_{65}K_{150}$  та використання ретарданта Сетар.
3. **Назва науково-дослідної установи** – Національний Університет Біоресурсів і Природокористування України (НУБіП).
4. **Автори закінченої НДР (Автори НДР)** – Аврамчук В.І., аспірант Національного Університету Біоресурсів і Природокористування України.
5. **Місце впровадження наукової розробки** – ТОВ «АГРО-ІНІС», м. Чернігів
6. **Обсяг впровадження (Обсяг апробації)** – 8 га.
7. **Строки використання наукової розробки** - 2023 рр.
8. **Отримані результати:** Використання наукової розробки дозволило отримати рівень рентабельності 42 – 44%.