

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова праця  
на правах рукопису

**ЧУЙКО ДМИТРО ВІКТОРОВИЧ**

УДК: 633.854.78:631.811.98 (477.52/.6)

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**ФОРМУВАННЯ ПІДВИЩЕНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ГЕНОТИПІВ  
СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН В  
СХІДНІЙ ЧАСТИНІ 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

\_\_\_\_\_ Д. В. Чуйко

Науковий керівник:

Брагін Олександр Миколайович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Харків – 2021

## АНОТАЦІЯ

**Чуйко Д. В. Формування підвищеної продуктивності генотипів соняшнику залежно від регуляторів росту рослин в східній частині Лісостепу України.** Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 «Агрономія». Державний біотехнологічний університет, м. Харків, 2021.

Дисертаційну роботу присвячено дослідженню проблеми низької продуктивності та прояву інбредної депресії у самоzapилених ліній, а також підвищенню насінневої продуктивності експериментальних гібридів і сортів соняшнику за допомогою регуляторів росту рослин Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим, шляхом вивчення особливостей їх впливу на різні генотипи соняшнику в умовах східної частини Лісостепу України.

У роботі розглянуто теоретичні питання й науково обґрунтовано перспективи використання синтетичних регуляторів росту рослин в насінництві та селекції соняшнику. Вперше, в умовах східної частини Лісостепу України, проведено дослідження впливу нових регуляторів росту рослин на ріст та розвиток самоzapилених ліній соняшнику різного генетичного походження та селекційного спрямування.

Мета досліджень: оцінка ефективності впливу синтетичних регуляторів росту рослин на підвищення урожайності та покращення структурних елементів продуктивності насіння самоzapилених ліній, експериментальних гібридів та сортів соняшнику.

Для досягнення поставленої мети було вирішено такі задачі:

– з'ясувати особливості впливу синтетичних регуляторів росту рослин на цінні господарські ознаки самоzapилених ліній, експериментальних гібридів та сортів соняшнику;

- визначити характер впливу регуляторів росту рослин на формування ознак фотосинтетичної поверхні рослин досліджуваних генотипів соняшнику;
- установити вплив регуляторів росту рослин на життєздатність пилку самоzapилених ліній соняшнику;
- визначити особливості взаємодії різних генотипів та регуляторів росту в процесах формування продуктивності рослин соняшнику;
- встановити залежність між продуктивністю та елементами структури урожаю у різних генотипів соняшнику та регуляторами росту рослин;
- дати оцінку економічної ефективності застосування регуляторів росту Фульвітал Плюс, Екоцим та Квадростим в насінництві та селекції соняшнику.

У якості вихідного матеріалу для дослідження було залучено 11 самоzapилених ліній соняшнику, включаючи відновники фертильності пилку, закріплювачі стерильності та стерильних аналогів ліній селекції IP ім. В. Я. Юр'єва НААН, ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, п'ять сортів кондитерського і олійного напрямку використання інших науково-дослідних установ різних форм власності та п'ять експериментальних гібридів власної селекції. Досліджувався вплив комплексних препаратів гумінового походження Фульвітал Плюс і Квадростим та біопрепарат Екоцим.

Встановлено, що серед досліджуваних груп генотипів соняшнику регулятори росту малий найбільший ефект впливу на лінії закріплювачі стерильності. Згідно багатофакторного дисперсійного аналізу вплив регуляторів росту становив на ознаку продуктивності з кошика – 4,0 %, маса 1000 насінин – 6,5 %, натура – 15,5 %. Вплив регуляторів росту був суттєвим для стерильних аналогів ( $F_{\text{факт}} > F_{05}$ ): продуктивності з кошика – 1,9 %, маса 1000 насінин – 5,7 %, натура – 2,6 % та для експериментальних гібридів – 2,4 %, 1,7 %, 4,2 % відповідно. В той час, як для ліній відновників фертильності пилку вплив

регуляторів росту варіював в межах 0,2–2,1 % ( $F_{\text{факт}} > F_{05}$ ), та сортів соняшника від 0,1 % до 3,8 % відповідно.

У ході дослідження встановлено мінливість індексу листкової поверхні, та площі листка у різних генотипів соняшнику при обробці регуляторами росту рослин. Так, при обприскуванні посівів Квадростимом протягом усіх років досліджень (2018–2020 рр) відмічено зменшення ІЛП у генотипів соняшника: стерильного аналога Сх1002А – 1,43–2,95 м<sup>2</sup> (контроль 1,74–3,10 м<sup>2</sup>), відновника фертильності пилку Х06135В – 1,73–3,16 м<sup>2</sup> (контроль 2,40–3,50 м<sup>2</sup>) та експериментального гібрида Сх1012А×Х06135В – 1,59–3,40 м<sup>2</sup> (контроль 2,00–3,52 м<sup>2</sup>) відповідно.

Застосування регулятора росту Фульвітал Плюс сприяло зменшенню ІЛП рослин соняшника ліній відновників фертильності пилку Х785В в межах 1,15–2,14 м<sup>2</sup> (контроль 1,33–2,58 м<sup>2</sup>) та ХНАУ1133В – 1,10–2,61 м<sup>2</sup> (контроль 2,12–3,00 м<sup>2</sup>). Збільшення ІЛП відмічалось при обробці Фульвітал Плюс в експериментальних гібридів: Сх808А/Х1002Б×Х06135В в межах 2,48–4,07 м<sup>2</sup> (контроль 1,86–3,67 м<sup>2</sup>), Сх808А×Щелкунчик – 2,98–3,88 м<sup>2</sup> (контроль 2,58–3,65 м<sup>2</sup>) та сорту Люкс 2,34–4,96 м<sup>2</sup> (контроль 2,20–4,76 м<sup>2</sup>) за всі роки (2018–2020 рр) при статистичній вірогідності даних ( $HP_{05}$ ).

Встановлено, що регулятори росту Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим суттєвого впливу на формування облистяності рослин та процес відмирання листкової поверхні генотипів соняшнику не мають. Зокрема, загальна кількість листя на рослинах досліджуваних генотипів незалежно від регуляторів росту в середньому за роки досліджень не перевищувала 32 листків (за винятком самозапилених ліній соняшника яким характерне галуження стебла), що підтверджує суворий генетичний контроль даної ознаки та процесу листкоутворення до початку закладання суцвіття, яке відбувається у фазі 5–6 пар

справжніх листків. Відмирання листкової поверхні на 30 день після цвітіння впершу чергу залежить від генотипу, його групи стиглості та погодних умов.

Виявлено, що застосування регуляторів росту на самоzapилених лініях соняшнику, має суттєвий вплив на залежність між ознаками кількості сухих листків після цвітіння та продуктивності, яка варіювала в межах від'ємної кореляції від  $r = -0,30$  до  $r = -0,56$  залежно від регулятора росту, у порівнянні з контролем  $r = -0,95$ . При цьому встановлено позитивну кореляційну залежність природи насіння та продуктивності кошика при застосуванні регуляторів росту рослин в межах від  $r = 0,51$  до  $r = 0,58$ , при від'ємній кореляційній залежності контролю  $r = -0,55$ .

На ділянках без обробки встановлено високу позитивну залежність впливу довжини та ширини листка на масу 1000 насінин в межах від  $r = 0,60$  до  $r = 0,93$ . В той час як, на ділянках із застосуванням регуляторів росту Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим кореляційні показники для даних ознак варіювали від відсутності залежності до  $r = 0,58$  залежно від препарату.

Лабораторними дослідженнями встановлено, що застосування регулятора росту Екостим підвищує показники життєздатності пилку лінії відновника фертильності пилку Х06135В до 63,4 %, порівняно з контролем 54,2 %. Встановлено, що лінія Х06134В при застосуванні Екостиму має високі показники формування нежиттєздатного пилку 33,0 %, порівняно з контролем 16,3 %. Застосування регулятора росту Фульвітал Плюс на самоzapилених лініях Х06135В та Х785В має тенденцію до зменшення відсотку нежиттєздатного пилку 11,7–18,2 % (контроль 16,5–27,4 %) за роки досліджень.

На досліджуваних самоzapилених лініях встановлено, що потенціал формування продуктивності та урожайності майже на 83 % залежить від генотипу. Зокрема середній показник впливу генотипу у досліджуваних ліній-відновників фертильності пилку, закріплювачів стерильності та стерильних

аналогів ліній варіював в межах 60 %, що більше у порівнянні з експериментальними гібридами та сортами соняшнику в межах 34 %.

Виділено регулятори росту рослин, які мали кращий вплив на підвищення цінних господарських ознак у досліджуваних генотипів, які можуть бути рекомендовані для практичного застосування під час вирощування селекційних, насінницьких і товарних посівів соняшнику.

Установлено, позитивну реакцію на застосування регуляторів росту на окремих ранньостиглих генотипах соняшнику: Сх808А, Сх1012А, Сх1002А; лінії відновники фертильності пилку та закріплювачі стерильності: Х06134В, Х785В, Х1012Б; експериментальні гібриди: трилінійні Сх808А/Х1002Б×Х06135В та Сх808А/Х1002Б×Х785В, прості міжлінійні Сх1002А×ХНАУ1133В, Сх1012А×Х06135В та сорт кондитерського соняшнику Лакомка. Зокрема, підвищення продуктивності кошика та маси 1000 насінин для стерильного аналога лінії Сх808А становило до 15 %, натуре насіння до 5 % порівняно з контролем. Вихідна лінія Сх1002А за роки дослідження характеризувалася низькою продуктивністю кошика – в середньому 15,5 г та урожайністю 0,88 т/га. При застосуванні регуляторів росту було встановлено суттєве збільшення продуктивності кошика майже на 38 %, маси 1000 насінин на 25 % та натуре насіння в межах 13–17 % відповідно до контролю.

При застосуванні Фульвітал Плюс, Екостим і Квадростим було підвищено продуктивність кошика у лінії-відновника фертильності пилку Х785В майже на 16 %, встановлено збільшення діаметру кошика на 2,3 см, висоти рослини на 4 см, в середньому за роки дослідження.

Встановлено ефективність застосування регулятора росту Квадростим для отримання якісного товарного насіння на досліджуваних генотипах самоzapилених ліній соняшнику (окрім лінії Х06134В), для яких притаманно збільшення маси 1000

насінин в межах 36,9–66,5 г (контроль 35,1–58,3 г) та натуре насіння від 298 г/л до 408 г/л (контроль 254–394 г/л), в середньому за роки дослідження.

За роки дослідження встановлено стабільність вмісту олії у досліджуваних генотипів соняшнику, незалежно від варіювання площі вегетативної поверхні. У окремих ліній, а саме Х1012Б та Сх1010А встановлено збільшення вмісту до 2,7 % та 4,2% відповідно, при обробці регуляторами росту.

Установлено ефективність застосування регулятора росту Фульвітал Плюс на експериментальних гібридах соняшнику для збільшення виходу олії з одиниці площі (1 га) майже на 37 %, за рахунок підвищення урожайності.

Проведені розрахунки дозволили відзначити високі економічні показники ефективності регулятора росту Фульвітал Плюс на більшості досліджуваних генотипах соняшнику. Його застосування підвищувало умовно чистий дохід від реалізації продукції стерильних аналогів самозапилених ліній до 51,3 %, а ліній відновників фертильності пилку та закріплювачів стерильності до 26,2 %. Обробка рослин експериментальних гібридів регуляторами Фульвітал Плюс та Екостим сприяла збільшенню умовно чистого доходу до 73,0 %.

Відмічено, що низька вартість досліджуваних регуляторів росту рослин та витрати на обробку одного гектара посівів в межах 174–340 грн/га, робить їх застосування економічно вигідним та рентабельним для ведення насінництва соняшнику з підвищенням умовно чистого доходу на окремих генотипах самозапилених ліній на 59,1 %.

Ключові слова: соняшник, регулятори росту рослин, продуктивність, урожайність, насінництво, селекція, самозапилені лінії, експериментальні гібриди, сорти, насіння, площа листкової поверхні, інбредна депресія.

## ANNOTATION

**Chuiko D. V. Increased Performance of Sunflower Genotypes Depending on Plant Growth Regulators in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine.** Qualifying scientific paper, manuscript copyright.

Thesis for the Academic Degree of the Doctor of Philosophy in specialty 201 "Agronomy." State Biotechnological University, Kharkiv, 2021.

The thesis is devoted to the problem of low performance and inbred depression in self-pollinated lines as well as to increasing seed productivity of experimental sunflower hybrids and varieties using plant growth regulators Fulvital Plus, EcoStim, and QuadroStim and studying peculiarities of their effects in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine.

The manuscript considers theoretical issues and scientifically justifies the prospects for using synthetic plant growth regulators in sunflower seed production and breeding. For the first time in the Eastern Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, effects of new plant growth regulators on the growth and development of self-pollinated sunflower lines of different genetic origins and bred for different purposes were studied.

The purpose was to evaluate the effectiveness of synthetic plant growth regulators for increasing yields and improving the seed productivity constituents in sunflower self-pollinated lines, experimental hybrids and varieties.

- To accomplish this purpose, the following objectives were solved:
- To establish the peculiarities of the influence of synthetic plant growth regulators on the valuable economic characteristics of sunflower self-pollinated lines, experimental hybrids and varieties;
- To determine the influence of plant growth regulators on the photosynthetic surface traits in plants of the studied sunflower genotypes;



- To assess the influence of plant growth regulators on the pollen viability in self-pollinated sunflower lines;
- To establish the peculiarities of interactions between different genotypes and growth regulators during the sunflower plant performance formation;
- To determine relationships between the performance and yield constituents in different sunflower genotypes and plant growth regulators;
- To evaluate the economic efficiency of the plant growth regulators (Fulvital Plus, EcoStim and QuadroStim) in sunflower seed production and breeding.

Eleven self-pollinated sunflower lines, including pollen fertility restorers, sterility fixers and sterile analogues of lines bred at PPI and VYa Yuriev NAAS, KhNAU and VV Dokuchaev, five confectionery and oil varieties bred at other research institutions of various forms of ownership and five own experimental hybrids were taken as test material for the study. The effects of compound humin-derived agents Fulvital Plus and QuadroStim and bioagent EcoStim were investigated.

It was found that of the studied groups of sunflower genotypes, lines - sterility fixers were most affected by growth regulators. Multivariate analysis of variance showed that the growth regulator effect on the head performance, 1000-seed weight and test weight accounted for 4.0%, 6.5%, and 15.5%, respectively. The growth regulators significantly affected sterile analogues ( $F_{\text{observed}} > F_{05}$ ): the effect on the head performance, 1000-seed weight and test weight accounted for 1.9%, 5.7%, and 2.6%, respectively; and in the experimental hybrids, the corresponding values were 2.4%, 1.7%, 4.2%, respectively. In the lines - pollen fertility restorers and sunflower varieties, the growth regulator effects varied 0.2 to 2.1% ( $F_{\text{observed}} > F_{05}$ ) and 0.1% to 3.8%, respectively.

In the study, the variability of the leaf surface index (LSI) and leaf area in different sunflower genotypes treated with plant growth regulators was assessed. Thus, spraying crops with QuadroStim in the study years (2018-2020) decreased the LSI in

the sunflower genotypes: in the sterile analogue of Skh1002A by 1.43-2.95 m<sup>2</sup> (control 1.74-3.10 m<sup>2</sup>); in pollen fertility restorer Kh06135V by 1.73–3.16 m<sup>2</sup> (control 2.40–3.50 m<sup>2</sup>); and in experimental hybrid Skh1012A × Kh06135V by 1.59–3.40 m<sup>2</sup> (control 2.00–3.52 m<sup>2</sup>).

Fulvital Plus reduced the LSI in the sunflower lines - pollen fertility restorers: in Kh785V by 1.15–2.14 m<sup>2</sup> (control 1.33–2.58 m<sup>2</sup>) and in KhNAU1133V by 1.10–2.61 m<sup>2</sup> (control 2.12–3.00 m<sup>2</sup>). An increase in the LSI was observed when experimental hybrids were treated with Fulvital Plus: in Skh808A / Kh1002V × Kh06135V by 2.48-4.07 m<sup>2</sup> (control 1.86-3.67 m<sup>2</sup>) and in Skh808A × Shchelkunchyk by 2.98-3.88 m<sup>2</sup> (control 2.58–3.65 m<sup>2</sup>). In variety Liuks, there was also a statistically significant (LSD<sub>05</sub>) increase in the LSI by 2.34–4.96 m<sup>2</sup> (control 2.20–4.76 m<sup>2</sup>) under the influence of Fulvital Plus in all years (2018–2020).

It was found that growth regulators Fulvital Plus, EcoStim and QuadtoStim had no significant effect on the plant foliage and leaf death in the sunflower genotypes. In particular, the total number of leaves on plants of the genotypes under investigation, regardless of growth regulators, did not exceed 32 leaves on average across the study years (except for self-pollinated sunflower lines with stem branching), which confirms strict genetic control of this trait and of leaf formation, which occurs in the phase of 5-6 pairs of true leaves. The leaf death of the surface on day 30 after anthesis primarily depends on the genotype, ripeness group and weather conditions.

It was found that the application of growth regulators on the self-pollinated sunflower lines significantly affected the correlation between the number of dry leaves after anthesis and performance: it was a negative correlation varying from  $r = -0.30$  to  $r = -0.56$ , depending on growth regulator, compared to the control ( $r = -0.95$ ). There was a positive correlation between the test weight and head performance when the plant growth regulators were applied: the correlation ranged from  $r = 0.51$  to  $r = 0.58$ , while there was a negative correlation between these parameters in the control ( $r = -0.55$ ).

In areas without treatment, a high positive dependence of the influence of leaf length and width on the weight of 1000 seeds in the range from  $r = 0.60$  to  $r = 0.93$ . However, in the areas with the use of growth regulators Fulvital Plus, Ecostim and Quadrostim correlations for these traits ranged from no dependence to  $r = 0.58$  depending on the drug.

Laboratory studies have shown that the use of growth regulator Ecostim increases the viability of pollen of the pollen fertility restorer line X06135B to 63.4%, compared with 54.2%. It was found that the line X06134B when using Ecostim has a high rate of formation of non-viable pollen of 33.0%, compared with 16.3%. The use of Fulvital Plus growth regulator on self-pollinated lines X06135B and X785B has a tendency to reduce the percentage of non-viable pollen of 11.7–18.2% (control 16.5–27.4%) over the years of research.

In the studied self-pollinated lines, it was found that the potential for productivity and yield formation is almost 83% dependent on genotype. In particular, the average genotype effect in the studied pollen fertility restorers, sterility fixers and sterile analogues of lines varied within 60%, which is more than in experimental hybrids and sunflower varieties within 34%.

Plant growth regulators have been identified that had the best influence on the increase of valuable economic traits in the studied genotypes, which can be recommended for practical use in the cultivation of breeding, seed and commercial crops of sunflower.

In the non-treated plots, a strong positive correlation between the leaf length and width and 1000-seed weight ( $r = 0.60 - 0.93$ ) was noted. However, in Fulvital Plus-, EcoStim and QuadroStim-treated plots, the correlations between these traits ranged from no correlation to  $r = 0.58$ , depending on the growth regulator.

Laboratory tests demonstrated that EcoStim increased the pollen viability of line -pollen fertility restorer Kh06135V to 63.4% compared with 54.2% in the control. It

was found that EcoStim-treated line Kh06134V had a high percentage of non-viable pollen (33.0%) compared with 16.3% in the control. When Fulvital Plus was used on self-pollinated lines Kh06135V and Kh785V, there was a downward trend in the percentage of non-viable pollen (11.7–18.2% vs. 16.5–27.4% in the control) in the study years.

The potential performance and yield of the self-pollinated lines under investigation were found to depend mostly (83%) on genotype. In particular, the average genotype effect in the studied pollen fertility restorers, sterility fixers and sterile analogues of lines varied within 60%, which is higher than in the experimental hybrids and sunflower varieties, where this indicator varied within 34%.

The plant growth regulators, which had the best influence on valuable economic traits, increasing their levels in the studied genotypes, and can be recommended for practical use on breeding, seed and commercial sunflower fields, have been identified.

Some early-ripening sunflower genotypes positively responded to the growth regulators: Skh808A, Skh1012A, Skh1002A; pollen fertility restorers and sterility fixers: Kh06134V, Kh785V, Kh1012B; experimental hybrids: three-line hybrids Skh808A / Kh1002B×Kh06135V and Skh808A / Kh1002B×Kh785V, simple interline hybrids Skh1002A×KhNAU1133V, Skh1012A×Kh06135V; and confectionery sunflower variety Lakomka. In particular, the head performance and 1000-seed weight in sterile analogue of line Skh808A increased by 15% and the test weight by 5% compared to the control. Original line Skh1002A was characterized by low average head performance and yield of 15.5 g and a yield of 0.88 t/ha, respectively, in the study years. The growth regulators significantly increased the head performance by almost 38%, the 1000-seed weight by 25% and the test weight by 13-17% compared to the control.

Fulvital Plus, EcoStim and QuadroStim increased the head performance in line - pollen fertility restorer Kh785V on average by almost 16%; the head diameter was increased by 2.3 cm; the plant height - by 4 cm, across the study years.

The effectiveness of QuadroStim for obtaining high-quality commercial seeds from the studied self-pollinated sunflower lines (except for line Kh06134V) has been proven: the lines increased the 1000-seed weight to 36.9-66.5 g (the control value was 35.1-58.3 g) and the test weight from 298 g/L to 408 g/L (the control value was 254–394 g/L) in the study years.

In the study years, the oil content in the studied sunflower genotypes was shown to be stable, regardless of variations in the vegetative surface. In some growth regulator-treated lines, namely Kh1012B and Skh1010A, the content was increased to 2.7% and 4.2%, respectively.

The effectiveness of Fulvital Plus on the experimental sunflower hybrids for increasing the oil output per unit area (1 ha) has been demonstrated: the oil output increased by almost 37% due to a rise in the yield.

Calculations allowed us to note the high economic effectiveness of growth regulator Fulvital Plus on most of the studied sunflower genotypes. Its application increased the net profit from selling sterile analogues of self-pollinated lines to 51.3%, and from selling pollen fertility restorers and sterility fixers to 26.2%. Treatment of experimental hybrid plants with Fulvital Plus and EkoStim contributed to a rise in the net profit to 73.0%.

It was noted that the low cost of the studied plant growth regulators and the expenses for treatment of one hectare were within 174-340 UAH/ha, making their use cost-effective and economically rational in sunflower seed production, as the net profit from certain self-pollinated lines increased by 59.1%.

Keywords: sunflower, plant growth regulators, performance, yield, seed production, breeding, self-pollinated lines, experimental hybrids, varieties, seeds, leaf surface, inbreeding depression.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

### **Розділ монографії**

1. Chuyko D., Bragin O. Efficiency of application of plant growth regulator on different genotypes of sunflower. *European vector of development of the modern scientific researches* : monograph. Riga : Baltija Publishing, 2021. P. 180–200. (Частка авторства 50 %, проведення досліджень, підготовка розділу монографії).

### **Статті у фахових виданнях України**

2. Брагін О. М., Чуйко Д. В. Способи підвищення продуктивності ліній соняшника та інших сільськогосподарських культур з використанням регуляторів росту. *Вісник ХНАУ. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво*. 2019. № 1. С. 107–117. (Частка авторства 50 %, проведення досліджень, підготовка статті).

3. Чуйко Д. В., Брагін О. М., Михайленко В. О., Романова Т. А., Романов О. В. Вплив регуляторів росту рослин на продуктивність ліній соняшнику. *Селекція і насінництво*. 2020. Вип. 117, № 1. С. 215–226. (Частка авторства 50 %, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка статті).

4. Чуйко Д. В. Продуктивність і елементи формування структури урожаю генотипів соняшнику при обробці регуляторами росту рослин. *Вісник ХНАУ. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво*. 2020. Вип. 1-2. С. 114–127.

### **Статті у закордонних виданнях**

5. Чуйко Д. В., Брагін А. Н., Михайленко В. О. Влияние регуляторов роста растений на вегетативную поверхность линий подсолнечника. *Вестник Белорусской*

*государственной сельскохозяйственной академии*. 2021. № 2. С. 59–63. (Частка авторства 50 %, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка статті).

6. Chuiko D. Plant growth regulator effects on sunflower parents and F<sub>1</sub> hybrids. *Žemės ūkio mokslai*. 2021. Vol. 28, № 2. P. 34–44.

#### **Статті у інших виданнях**

7. Чуйко Д. В., Пономарьова М. С., Брагін О. М. Економічна ефективність вирощування ліній, гібридів та сортів соняшнику залежно від регулятора росту рослин. *Вісник ХНАУ. Серія «Економічні науки»*. 2021. Т. 1, № 2. С. 197–208. (Частка авторства 50 %, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка статті).

#### **Матеріали наукових конференцій**

8. Чуйко Д. В., Брагін О. М., Васько В. О., Сергієнко О. О. Підвищення насінневої продуктивності батьківських ліній соняшнику з використанням регуляторів росту. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва* : матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 25–26 жовт. 2018 р. Харків: ХНАУ, 2018. С. 318–320. (Частка авторства 25 %, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка доповіді).

9. Чуйко Д. В., Брагін О. М. Регулятори росту рослин як засіб зменшення прояву депресії в гетерозисній селекції соняшнику. *Еколого-генетичні аспекти селекції польових культур в умовах змін клімату* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 90-річчю з дня народження генетика, селекціонера, проф. М. М. Чекаліна, м. Полтава, 18-19 квіт. 2019 р. Полтава : Полтав. держ. аграр. акад., 2019. С. 130–132. (Частка авторства 50 %, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка доповіді).

10. Чуйко Д. В., Брагін О. М. Регулятори росту в насінництві та гетерозисній селекції соняшнику для зменшення негативного впливу навколишнього середовища. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти* : зб. тез II Міжнар. наук.-практ. конф., м. Миколаїв, 10-12 квіт. 2019

р. Київ ; Миколаїв ; Херсон : ДУ НМЦ «Агроосвіта», 2019. С. 164–167. (Частка авторства 50 %, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка доповіді).

11. Чуйко Д. В., Брагін О. М. Зміни фізико-механічних властивостей насіння різних генотипів соняшнику під впливом регуляторів росту. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва* : матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 30-31 жовт. 2019 р. Харків : ХНАУ, 2019. Ч. 2. С. 277–280. (Частка авторства 50 %, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка доповіді).

12. Чуйко Д. В., Брагін О. М. Вплив регуляторів росту рослин на формування вегетаційної поверхні листків селекційно-експериментальних гібридів соняшнику. *Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., м. Миколаїв, 4-6 груд. 2019 р. Миколаїв : МНАУ, 2019. С. 77–78. (Частка авторства 50 %, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка доповіді).

13. Чуйко Д. В., Сергієнко О. О., Степанова О. В. Формування елементів структури продуктивності експериментальних гібридів та сортів соняшнику в залежності від регулятора росту. *Матеріали підсумкової наукової конференції професорсько-викладацького складу і здобувачів наукових ступенів*, м. Харків, 1-2 лип. 2020 р. Харків : ХНАУ, 2020. Ч. 1. С. 188–190. (Частка авторства 50 %, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка доповіді).

14. Чуйко Д. В. Продуктивність ліній соняшнику насінницького призначення при застосуванні регуляторів росту рослин. *Досягнення та концептуальні напрями розвитку сільськогосподарської науки в сучасному світі* : матеріали III Всеукр. наук.-практ. конф., присвяч. 115-річчю від дня народження видатного вченого-селекціонера О. Т. Галки, с. Олександрівка, Дніпропетр. обл., 30 берез. 2020 р. – Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. С. 62–65.



15. Чуйко Д. В. Характеристики життєспособності пыльцы линий подсолнечника при использовании регуляторов роста растений. *Проблеми розвитку науки в контексті трансформації суспільства* : матеріали II наук.-практ. конф., м. Хмельницький, 28-29 серп. 2020 р. Херсон : Вид-во «Молодий вчений», 2020. С. 86–90.

16. Чуйко Д. В. Олійність експериментальних гібридів соняшнику F1 та їх батьківських компонентів при застосуванні регуляторів росту рослин. *Актуальні проблеми агропромислового виробництва України* : матеріали IX Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених, с. Оброшине, 12 листоп. 2020 р. Львів-Оброшине, 2020. С. 91–92.

17. Чуйко Д. В., Брагін О. М., Сергієнко О. О. Кореляційно-регресійний аналіз впливу регуляторів росту на продуктивність різних генотипів соняшнику. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва* : матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 26–27 листоп. 2020 р. Харків: ХНАУ, 2020. Ч. 2. С. 354–357. (Частка авторства 50 %, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка доповіді).

18. Чуйко Д. В., Брагін О. М. Застосування гумінових регуляторів росту в насінництві соняшнику. *Матеріали підсумкової наукової конференції професорсько-викладацького складу і здобувачів наукових ступенів*, м. Харків, 18–19 трав. 2021 р. Харків: ХНАУ, 2021. Ч. I. С. 178–180. (Частка авторства 50 %, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка доповіді).

19. Чуйко Д. В. Застосування регуляторів росту рослин в насінництві та селекції соняшнику. *Теоретичні та практичні аспекти сучасних систем землеробства* : матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., присвяч. 150-річчю заснування кафедри землеробства ім. О. М. Можейка, 25 черв. 2021 р. Харків : Друк. «Мадрид», 2021. С. 150–154.

20. Чуйко Д. В., Брагін О. М. Действие РРР на урожайность семеноводческих линий подсолнечника и экспериментальных гибридов  $F_1$  на их основе. *Проблеми аграрного виробництва на сучасному етапі і шляхи їх вирішення* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. ювілейним датам від дня народження видатних вчених-рослинників: 130-річчю від дня народження докт. біол. наук, проф. Л. М.Делоне; 120-річчю від дня народження канд. с.-г. наук С. М. Фріденталь, м. Харків, 1–2 лип. 2021 р. / IP ім. В.Я. Юр'єва НААН. Харків, 2021. С. 273–276. (Частка авторства 70 %, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка доповіді).

21. Чуйко Д. В. Формирование индекса и площади листовой поверхности линий подсолнечника под действием регуляторов роста растений. *Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур* : материалы XVII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию агр. фак. и 180-летию підготовки спеціалістів аграрного профіля, г. Горки, 28 янв. 2021 г. Горки : БГСХА, 2021. С. 439–443.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	22
РОЗДІЛ 1 ПІДВИЩЕННЯ НАСІННЄВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ СОНЯШНИКУ ЗА ДОПОМОГОЮ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ) .....	27
1.1 Загальна характеристика родини <i>Helianthus</i> , перспективи та сучасний стан селекції.....	27
1.2 Історія відкриття, механізм дії гормонів та речовин інгібіторів розвитку рослин.....	37
1.3 Застосування регуляторів росту рослин у сільському господарстві та при вирощуванні соняшнику .....	43
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ .....	55
2.1 Агрокліматичні умови проведення дослідження .....	56
2.2 Характеристика об'єктів дослідження.....	62
2.3 Схема досліду та методика проведення досліджень.....	68
РОЗДІЛ 3 ФОРМУВАННЯ ФОТОСИНТЕТИЧНОЇ ПОВЕРХНІ СОНЯШНИКУ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН.....	73
3.1 Вплив регуляторів росту рослин на фотосинтетичну поверхню самозапилених ліній соняшнику .....	74
3.2 Формування фотосинтетичної поверхні гібридів та сортів соняшнику під впливом регуляторів росту .....	80
3.3 Вплив регуляторів росту на висоту рослин соняшнику .....	85
3.4 Особливості впливу регуляторів росту рослин на відмирання листкової поверхні різних генотипів соняшнику .....	91
3.5 Кореляційна залежність досліджуваних ознак самозапилених ліній та їх зміни при застосуванні регуляторів росту рослин .....	96

РОЗДІЛ 4 МІНЛИВІСТЬ ЖИТТЄЗДАТНОСТІ ПИЛКУ ФЕРТИЛЬНИХ ЛІНІЙ СОНЯШНИКУ ПІД ДІЄЮ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН.....	102
РОЗДІЛ 5 МІНЛИВІСТЬ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ УРОЖАЙНОСТІ СОНЯШНИКУ ПІД ВПЛИВОМ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН.....	110
5.1 Підвищення рівня господарських ознак під дією регуляторів росту рослин.....	110
5.2 Вплив регуляторів росту рослин на формування діаметру кошику.	133
5.3 Варіабельність вмісту та збору олії .....	138
РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН.....	145
ВИСНОВКИ.....	154
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	158
ДОДАТКИ.....	188

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

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

НААН – Національна академія аграрних наук України

ДСТУ – Державний стандарт України

F<sub>1</sub> – перше покоління гібридів

PPP – регулятори росту рослин

НІР<sub>05</sub> – найменша істотна різниця для рівня ймовірності P<sub>0.95</sub>

r – коефіцієнт лінійної кореляції

r<sup>2</sup> – коефіцієнт детермінації

hp – ступінь домінування

USAD – United States Department of Agriculture

ГТК – гідротермічний коефіцієнт (Г. Т. Селянінова)

ЛІП – індекс листкової поверхні

## ВСТУП

Високий рівень рентабельності соняшнику та сприятливі кліматичні умови робить його провідною олійною культурою східної частини Лісостепу та України в цілому. Враховуючи, що основні площі знаходяться під гетерозиготними гібридами, отриманими від схрещування інбредних ліній, що характеризуються наявністю інбредної депресії та низькою продуктивністю, нагальним є удосконалення технології вирощування насіння гібридів та сортів на насінницьких посівах та при розмноженні селекційних ліній соняшнику [1, 3, 4, 25].

Зокрема постійно зростаючий перелік дозволених до застосування регуляторів росту рослин з широким різноманіттям діючих речовин дозволяє проводити їх оцінку за ефективністю для даного регіону вирощування і з урахуванням індивідуальних особливостей генотипу соняшнику.

**Актуальність теми досліджень.** Для забезпечення посівних площ соняшнику в достатній кількості якісним посівним матеріалом потрібно розвивати та удосконалювати загально прийняті технології в насінництві. Основна проблема, це низька продуктивність батьківських ліній – компонентів гібридів. Самозапилені лінії мають виражений прояв інбредної депресії, тому часто мають низькі адаптивні властивості до різких стресових змін навколишнього середовища.

В успішному частковому вирішенні зазначених завдань вагоме значення має застосування сучасних регуляторів росту рослин. Ефективність яких майже не досліджувалося на самозапилених лініях соняшника за винятком досліджень Ю. Є. Огурцова, Ю. І. Буряка, О. В. Чернобаб, І. І. Клименко. Вагомий внесок в дослідження регуляторів росту на соняшнику стали наукові праці В. М. Сендецького, О. С. Гораша, R. G. Bernard, N. Tahsin, D. Ernst, M. Matyas та ін. Водночас через неоднозначність отриманих результатів різних авторів, виникає потреба у вивченні індивідуальних реакцій генотипів соняшнику при

застосуванні різних регуляторів росту рослин. Враховуючи, що вплив регуляторів росту майже не досліджувався на самоzapилених лініях соняшнику та робить даний напрямок досліджень особливо актуальним.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертаційна робота є частиною тематичних планів наукових досліджень кафедри генетики, селекції та насінництва Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва на період 2016–2020 рр. «Створити нові високопродуктивні сорти і гібриди, удосконалити систему насінництва та розробити ресурсозберігаючі технології вирощування сільськогосподарських культур» (номер державної реєстрації 0109U002505) та на 2021–2025 рр. «Розробити селекційно-генетичні методи створення нових високопродуктивних сортів і гібридів с.-г. культур, удосконалити систему їх насінництва в умовах східної частини лівобережного Лісостепу України» (номер державної реєстрації 0121U108111), Підпрограма 02. «Генетика, селекція і насінництво соняшнику», завдання 02.03. «Підвищення насінневої продуктивності батьківських ліній і та гібридів соняшнику з використанням рістактивуючих речовин».

**Мета і задачі досліджень.** Метою досліджень була оцінка ефективності впливу синтетичних регуляторів росту рослин на підвищення урожайності та покращення структурних елементів продуктивності насіння самоzapилених ліній, експериментальних гібридів та сортів соняшнику, на основі встановлення закономірностей взаємодії регуляторів росту з різними типами генотипів соняшнику.

Для досягнення поставленої мети було вирішено такі задачі:

– з'ясувати особливості впливу синтетичних регуляторів росту рослин на цінні господарські ознаки самоzapилених ліній, експериментальних гібридів та сортів соняшнику;

- визначити характер впливу регуляторів росту рослин на формування ознак фотосинтетичної поверхні рослин досліджуваних генотипів соняшнику;
- установити вплив регуляторів росту рослин на життєздатність пилку самозапилених ліній соняшнику;
- визначити особливості взаємодії різних генотипів та регуляторів росту в процесах формування продуктивності рослин соняшнику;
- встановити залежність між продуктивністю та елементами структури урожаю у різних генотипів соняшнику та регуляторами росту рослин;
- дати оцінку економічної ефективності застосування регуляторів росту Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим в насінництві та селекції соняшнику.

**Об’єкт дослідження.** Процеси росту та розвитку, формування продуктивності і якості насіння самозапилених ліній, експериментальних гібридів та сортів соняшнику при застосуванні регуляторів росту рослин.

**Предмет дослідження.** Регулятори росту рослин, лінії закріплювачі стерильності, відновники фертильності пилку, стерильні аналоги ліній та створені на їх основі експериментальні гібриди, а також сорти соняшнику.

**Методи дослідження.** Польовий – для визначення росту й розвитку рослин, формування врожайності; візуальний – для фенологічних спостережень; лабораторний – для визначення якісних показників насіння; вимірювально-ваговий – для визначення висоти рослин, площі асимілятивної поверхні та структури рослин; розрахунково-порівняльний – для оцінки економічної доцільності застосування регуляторів росту на посівах соняшнику; статистичний – для оцінки вірогідності отриманих результатів досліджень.

**Наукова новизна досліджень.** В умовах східної частини Лісостепу України проведено оцінку ефективності застосування на різних генотипах соняшнику нових регуляторів росту Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим. Вперше ефективність застосування даних регуляторів росту рослин визначалася



на самозапилених лініях соняшнику. Виявлено особливості реакції самозапилених ліній, експериментальних гібридів та сортів соняшнику на застосування регуляторів росту рослин в залежності від генетичного походження.

Визначено найбільш ефективні регулятори росту рослин для позакореневої обробки соняшнику. Вперше досліджено особливості впливу синтетичних регуляторів росту на життєздатність пилку самозапилених ліній соняшнику. Проведено економічні розрахунки на кращих генотипах соняшнику доцільності застосування препаратів Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в розробці рекомендацій застосування регуляторів росту рослин на різних генотипах соняшнику (самозапилені лінії, експериментальні гібриди та сорти). Застосування регуляторів росту рослин Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим у період розвитку соняшнику 2–5 справжніх пар листків та повторно у фазу формування зірочки сприяло підвищенню насінневої продуктивності кошика у генотипів стерильних аналогів ліній Сх808А – 8,8–14,9 %, Сх1012А – 20,9–27,4 %, Сх1002А – 27,1–38,1 %, закріплювача стерильності Х1012Б – 2,5–24,7 %, лінії відновника-фертильності пилку Х785В при обробці регуляторами росту Фульвітал Плюс та Екостим – 12,2–15,8 % в середньому за роки досліджень, порівняно з контролем. Застосування регуляторів росту рослин Фульвітал Плюс та Екостим дозволило підвищити продуктивність простих міжлінійних гібридів та трилінійних гібридів в межах 4,3–19,6 %, а також лінійно-сортowego гібриду соняшнику Сх808А×Щелкунчик при застосуванні Фульвітал Плюс до 15,7 %. Обробка регуляторами росту підвищила продуктивність сорту Лакомка в межах 8,6–19,2 % відповідно до необробленого контролю.

Основні результати наукових досліджень пройшли виробниче впровадження у СФГ «Моноліт» в період 2018–2020 рр. Луганської обл.

(м. Сватове) на площі 11 га, зокрема на ділянках розмноження батьківських компонентів урожайність підвищувалася до 18 %. Результати дисертаційної роботи залучалися до навчального процесу Державного біотехнологічного університету та Уманського національного університету садівництва.

**Особистий внесок здобувача.** Підготовлено огляд літературних джерел вітчизняних та закордонних публікацій за тематикою дисертаційної роботи та самостійного їх аналізу. Освоєно методики для проведення досліджень згідно з запланованими експериментами, зокрема для визначення життєздатності пилку. Особиста участь автора полягає в проведенні експериментальних польових та лабораторних дослідів, статистичній обробці даних, теоретичному узагальненні та їх практичному впровадженні, формулюванні висновків і рекомендацій, написанні наукових публікацій та рукопису дисертації.

**Публікації.** За результатами дисертаційної роботи опубліковано 21 наукову працю, у тому числі розділ в закордонній монографії, три статті у фахових виданнях України, дві статті у закордонних виданнях (одна з них на території країн Європейського Союзу), одну статтю в інших виданнях, 14 тез доповідей і матеріалів на всеукраїнських та міжнародних наукових конференціях.

**Обсяг та структура роботи.** Дисертаційна робота викладена на 220 сторінках комп'ютерного тексту, зокрема, основного тексту – 119 сторінок, які включають 19 таблиць та 28 рисунків. Складається зі вступу з анотацією (українською та англійською мовою), 6 розділів зі списками використаних джерел до них, висновків, рекомендацій виробництву та 20 додатків. Список використаних джерел налічує 270 найменувань, у тому числі 103 латиницею. Таблиці, що не ввійшли в основний текст дисертації, а також матеріали по впровадженню, представлено у додатках.

## РОЗДІЛ 1. ПІДВИЩЕННЯ НАСІННЄВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ СОНЯШНИКУ ЗА ДОПОМОГОЮ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

### 1.1. Загальна характеристика родини *Helianthus*, перспективи та сучасний стан селекції

Виробництво насіння соняшнику в Україні один із основних напрямків розвитку сільського господарства для забезпечення продовольчої та економічної безпеки країни. Створений українськими та закордонними селекціонерами на початку ХХ століття олійний соняшник, сьогодні за даними USAID (United States Department of Agriculture) займає четверту сходинку у структурі виробництва олії у світі (пальмова 34 %, соєва 29 %, ріпакова 15 %, соняшникова 9 %, інші види олії 13 %) [1, 2].

Аналіз даних свідчить, що за останні два десятиліття виробництво олійних культур в Україні зросло більше ніж у четверо [3]. Так, у 2020 р. посівні площі соняшнику в Україні становили – 6383,3 тис./га<sup>1</sup> (584,7 тис./га – Харківська обл.), у порівнянні з 2018 р., де загальні площі становили – 6058,2 тис./га (513,5 тис./га – Харківська обл.). Для порівняння з 2010 роком посівні площі соняшнику в Україні збільшились на 30,8 % (4417,5 тис./га) [4]. Посівні площі соняшнику у Європейському союзі у 2020 році склали 4,5 млн./га. В п'ятірку лідерів за посівними площами входять Румунія – 1,2 млн./га, Болгарія – 810 тис./га, Франція – 775 тис./га, Іспанія – 651 тис./га та Угорщина 617 тис./га [5, 6].

Сьогодні при вирощуванні сучасних сортів-популяцій та гетерозисних гібридів соняшнику при високій агротехніці та сприятливих кліматичних умовах можна досягнути отримання урожаю на рівні 4,0 т/га, що містить в межах 50–

---

<sup>1</sup> Дані наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях

54 % олії, а селекційні зразки можуть формувати олійність насіння більше 60 %. У порівнянні з іншими олійними культурами соняшник має найбільший вихід продукції олії з одиниці площі близько 750 кг/га в середньому по Україні [7, 8].

Вперше науковий опис соняшника був зроблений ботаніком Матіасом де Лобелем у другій половині XVI століття 1576 р. Назва була узгоджена та записана як *Helianthus* (з грецької *helios* – «сонце», *anthos* – «квітка»). Через півтора століття Карл Лінней додав видову назву *annuus* – «однорічний» [9].

Соняшник належить до широкого поліморфного роду *Helianthus* центром походження видів якого є країни Північної та Південної Америки. За ареалом розповсюдження соняшнику однорічні види переважають багаторічні, а за кількістю видів набагато більше багаторічних. Серед дикорослих видів Північної та Південної Америки існує генетична ізоляція [1, 10, 11]. У наукових експедиціях в Новий світ М. І. Вавілов відмітив велику різноманітність диких видів соняшнику, так званого Ліннейвського типу, що важко відрізнити один від одного, але легко схрещувати між собою [12]. Згідно з дослідженнями М. І. Вавілова основне багатство форм видів соняшнику знаходиться в Північній та частково в Південній Америці. Таксономічна складність роду *Helianthus* впливає з багатьох різних факторів. Природна гібридизація та інтрогресія відбуваються між багатьма видами, що часто призводить до морфологічної інтерградації між різними формами. Поліплоїдія, що присутня у багаторічних видів також сприяє складності видової класифікації в родині *Helianthus*. Це призвело до появи різних таксономічних груп даного роду. Є екземпляри різного генетичного походження, що ростуть у важкодоступних територіях чи не повністю зібрані та досліджені які об'єднані в єдиний вид. Оскільки багато видів мають широке географічне поширення, вони проявляють великі фенотипові відмінності, які, включають як спадкові, так і неспадкові (екологічні)

компоненти. Багато видів генетично досить мінливі навіть будучи ізольованими від інших видів, що кінцево важко ідентифікувати та їх класифікувати [13, 14].

*Helianthus annuus L.* один з 67 видів з роду *Helianthus*, який культивують у світі для потреб людини, інший вид *H. tuberosus L.* вирощується на обмеженій території для виготовлення кормів тваринам та рідше – для продовольства [15]. Всі представники виду *Helianthus annuus L.* демонструють геліотропізм, тобто здатність рослин приймати певне положення під впливом сонячного світла [16]. Цей щоденний рух соняшника виникає в результаті моторних клітин у гнучкому сегменті стебла, розташованому під кошиком. Ці клітини збільшуються або стискаються відповідно до тургорного тиску води проти клітинних стінок. При збільшенні тиску на одній стороні та зменшенні на іншому, стебло стає пониклим або посиленим [17]. *H. annuus* має диплоїдний набір хромосом ( $2n=34$ ), також відомі тетраплоїдні та гексаплоїдні представники даного роду.

Соняшник був завезений іспанцями на початку XVI століття та довгий проміжок часу вирощувався виключно як, декоративна рослина [18]. У Західну Європу потрапив в кінці XIX століття та через деякий час повернувся в Північну Америку вже цінною сільськогосподарською культурою, ймовірно причиною такого руху могли слугувати українські та закордонні іммігранти. Вже у 1926 р., Асоціація виробників соняшнику Міссурі брала участь у першому переробленні насіння соняшнику на олію, а в 1930 р., Канада розпочала першу урядову програму з вирощування соняшнику [19].

За минулі більше ніж пів століття постійна селекційна робота з соняшником за вмістом олії в насінні зробила величезний прорив. Цьому слугувало відкриття ефекту гетерозису та можливості створення гібридів. Зокрема в одних з перших сортів соняшнику Зеленка 76, Харківський 22–82 селекції Харківської селекційної станції (зараз IP ім. В. Я. Юр'єва НААН) вміст олії варіював в межах 30–34 %. Хоча в 50-х роках минулого століття були успішні досягнення Краснодарської селекції (ВНДІОК

ім. В. С. Пустовойта) з вмістом олії в межах 34–45 % (сорті Круглик А/41, Круглик 3519, 4036 ВНИИМК та ін.), але сорті сильно уражувалися вовчком раси В [20]. Сьогодні сучасні гібриди соняшнику IP ім. В. Я. Юр'єва такі як: Ясон, Форсаж, Чародій, Драйв та ін., характеризуються високим вмістом олії в насінні до 50 % і вище, а також з підвищеними адаптивними можливостями до основних хвороб та шкідників [21].

Соняшникова олія, має найбільший показник вмісту  $\alpha$ -токоферолів серед олій рослинного походження, що представляють собою високомолекулярні циклічні спирти, що більш відомий як вітамін-Е [22, 23]. Харчова цінність олії визначається рядом органолептичних характеристик, які залежать від супутніх речовин. Основними якісними показниками соняшnikової олії є її жирнокислотний склад, який представлено насиченими, ненасиченими кислотами та вітаміни. Вітамін Е або токоферол у соняшниковій олії представлено чотирма ізомерами –  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ , які мають різну антиоксидантну та біологічну активність. Саме вони підвищують стійкість соняшникової олії до окислення [24, 25].

Особлива цінність соняшникової олії як харчового продукту обумовлена його жирнокислотним складом, і перш за все високим вмістом поліненасиченої жирної лінолевої кислоти, яка відрізняється високою біологічною активністю [26].

Олія зумовлює 80 % вартості соняшnikового врожаю, на відміну від сої, яка більше використовується в їжу. Соняшникова олія, має найкращі харчові властивості серед відомих рослинних олій через її світлий колір, високий рівень ненасичених жирних кислот і відсутності ліноленової кислоти, м'якого смаку та високих ароматичних показників. Жирними кислотами в олії є олеїнова і лінолева (близько 90 % ненасичених жирних кислот), а залишок представлений з пальмітинових і стеаринових насичених жирних кислот [27].

Представники родини *Helianthus* також відомі тим, що відкрито демонструють правило «золотого перетину». Попри гадану хаотичність

розташування насіння в кошику, воно все ж має математичну систематичність. В кошику завжди є два типи спіралей: одні закручуються за годинниковою, інші – проти годинникової стрілки. Кількість правих і лівих спіралей, не буває випадковим, а завжди визначено – воно дорівнює двом сусіднім числам з ряду Фібоначчі (наприклад, 34 і 55, 89 і 144 і т.д.). Їх співвідношення завжди дорівнює одній величині, яку назвали числом «фі» (від грецької літери  $\phi$ ) або «коефіцієнт золотого перетину», коли більше число з цієї послідовності розділити на менше, розташоване поруч число, то співвідношення приблизно виходить 1,618, а якщо менше число розділити на більше число, що стоїть поруч, то виходить приблизно 0,618 [28, 29, 30].

Створення біологічних засобів виробництва (гібридів, ліній та сортів) потребує знань біологічної організації на рівні популяції. Селекційна робота з перехреснозапильними культурами, до яких відноситься і родина *Helianthus* має, як правило, такий принцип роботи як із самозапильними культурами. З метою створення нового селекційного продукту використовують методи, що базуються на мутаціях, схрещуваннях та штучних доборах. Кінцевим продуктом технології селекційного процесу є макросистема, яка експериментально створена на рівні популяції рослин [1, 31, 32].

Проблеми селекції соняшнику обумовлюються, з одного боку, високою економічною ефективністю його виробництва, а з іншого, – надзвичайною сприйнятливістю культури до ураження різними хворобами та шкідниками. Саме названі розбіжності протягом довгого періоду роботи з цією культурою стимулювали розробку ефективних селекційних програм, що передбачають, перш за все, селекцію на групову стійкість до основних захворювань та шкідників, а також на підвищення урожайності та олійності насіння [33, 34].

У своїх наукових роботах К. L. Mercer описує принцип інтродукції генів при схрещуванні диких з культурними формами соняшнику та вивчає

характеристики культурно-диких гібридів. Це дослідження є першим у своєму роді, яке демонструє, що наслідки генетичного потоку культури та дикорослої форми є залежними від генетики конкретних диких популяцій та місцевих біотичних і абіотичних умов [35, 36].

Після впровадження в минулому столітті у виробництво гібридних сортів соняшнику, у селекційних напрямках відбуваються зміни, що пов'язані з вимогами важливими для людства. Селекція на урожайність змінилася від максимально можливого врожаю при інтенсивному сільському господарстві з урахуванням стійкості до абіотичних стресів, зокрема помірних засух і бідних ґрунтів, що сприяло співпраці з виробництва моделей сільськогосподарських культур. Селекція на вміст олії змінилася від кількості до якості, і вартість насіння шроту знову стає економічно важливою. Необхідна стійкість до хвороб залежить від агрономічної практики та вибору впливу на патогенні організми відповідно до сортової генетики. Обговорюються також можливості нових типів соняшнику [1, 37].

Основні напрямки селекційної роботи змінюються повільно, втім найбільш важливі змінюються досить швидко, це вимоги до якості нового продукту, врожаю, зміни економічної ситуації або стійкість до шкідливих організмів. Так, наприклад постійно з'являються нові популяції вовчка, що унеможливорює зупинку селекційної роботи за даним напрямком [34, 38, 39, 40]. Маркери для генів, що контролюють стійкість до *Sclerotinia sclerotiorum*, дадуть можливість ефективної селекції з допомогою маркерів (MAS) [41]. В останні роки відбулися численні зміни в методах дослідження, зокрема, можливості визначення генотипу рослини, а не тільки його фенотипу. Також, відбулися зміни в сільськогосподарській практиці через економічні або екологічні фактори [42].

Селекція соняшнику ведеться більше ніж за 30 напрямками. Серед них найважливіші: урожайність, скоростиглість, стійкість до збудників хвороб та шкідників, високий вміст жиру, якість жиру, технологічність та адаптивність [1].



Теорія і практика селекції та насінництва ґрунтується на концепціях сучасної генетики, біохімії, біотехнології та інших споріднених наук. Для створення цінного вихідного матеріалу доречно застосовувати спеціальні методи, які сприяють прояву тих чи інших, спадкових ознак рослини [43, 44].

Гібридний соняшник став реальністю з відкриттям цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС) та ефективної системи відновлення чоловічої фертильності протягом 1970-х років. Гетерозис був головною рушійною силою для прийняття цієї олійної культури в сільському господарстві. Використання гетерозису дозволило соняшнику стати однією з найпоширеніших олійних культур у багатьох країнах Східної та Західної Європи, України, Росії, Південної Америки та є важливою культурою в США, Австралії, Південній Африці, Китаї, Індії та Туреччині. Гетерозис, що визначається як незвичайне зростання і вихід гетерозиготних гібридів від двох менш енергійних гомозиготних батьків, досліджувався протягом останніх 70 років. Гетерозис можна розглядати як один з найважливіших внесків генетики в сільське господарство, що сприяло глобальним змінам урожайності сільськогосподарської продукції. Так, у Туреччині вже на 2002 рік використання гібридів соняшника у виробництві було досягнуто понад 90 % і цей показник продовжував зростати [1, 4, 45–48].

Гетерозисна селекція перехреснозапильних культур досягла у світі високого рівня розвитку. Сьогодні розвинуті країни займаються в основному вирощуванням гетерозисних гібридів соняшнику, ефективність вирощування яких підтверджена науковими працями вітчизняних та закордонних вчених [1, 49–54].

Термін "гетерозис", введений Г. Шеллом, означає відхилення від адитивного ефекту батьків. Наявні теорії гетерозису пояснюють його природу з погляду знань, накопичених класичною генетикою на різних етапах її розвитку. Осмислювання природи гетерозису з позицій сучасного рівня знань біології щодо багатоклітинних організмів призводить до висновку про об'єктивну складність

даного явища, неможливість пояснення його в термінах класичної дії і взаємодії генів [55].

Міжлінійні гібриди перевищують сорти-популяції крім врожайності, також за іншими показниками, такими як: стійкість до хвороб, коли домінують гени, які контролюють цю ознаку, присутні в материнській та батьківських формах гібрида; вирівняність за висотою, термінами цвітіння і якості насіння, а так само підвищення самозапилення. Самозапилення є важливою ознакою, оскільки великі площі соняшнику розміщуються в зонах, де спостерігається дефіцит комах запилювачів, що негативно позначається на запиленні сортів-популяцій, що володіють недостатньою самозапиленістю [56].

Обов'язковим кроком кожного циклу відборів є створення нових синтетичних популяцій, які в подальшій селекційній програмі слугують новим вихідним матеріалом для створення нових інбредних ліній та проведенню наступних циклів відборів [57].

Якщо в популяції соняшнику присутні біотики короткого і довгого дня то перші більш скоростиглі ніж другі. Практика засвідчує, що відбираючи скоростиглі форми з популяції окремого сорту, селекціонер водночас відбирає рослини короткого світлового дня, а відбираючи з тієї самої популяції порівняно пізні рослини, відбирає біотики довгого дня розвитку. Так само, діє і природний відбір, при якому відбираються не окремі ознаки, а їх комбінації [58].

В основі сьогоденної та ефективності майбутньої адаптивної системи селекції знаходиться мобілізація світових ресурсів рослин, а також їх систематизація на базі створення ідентифікованих генетичних колекцій адаптивно важливих і господарсько корисних ознак [59].

Продуктивність соняшника є складною ознакою, яка охоплює: олійність сім'янок і врожайність з одиниці площі. Селекційна робота, що проводиться протягом останніх 70 років підвищила олійність, своєю чергою

супроводжувалася зниженням лушпинності насіння. Подальша селекційна робота по зменшенню лушпинності насіння соняшнику не ведеться, тому що зниження процентного вмісту насінневої оболонки нижче 18–20 % різко знижує її захисні властивості. Подальша перспектива цієї роботи спрямована на підвищення олійності ядра. Зараз в селекційних програмах вивчається вихідний матеріал, який має олійність абсолютно сухого ядра 68–70 % та сухих сім'янок в межах 59–60 % [60].

Як згадувалось вище, для соняшника притаманне явище самонесумісності, яке обумовлюють генетичні механізми, що контролюють взаємодію стовпчика та пилку. На відміну від інших видів рослин, для яких характерне явище несумісності, у виду *Helianthus annuus L.* пилкові зерна мають не по два, а по три ядра, що призводить до пригнічення росту пилкових трубок в стовпчику. Зважаючи, що кількість комах запилювачів по різних чинникам може бути недостатньою для отримання бажаної кількості запилених квіток. Тому, важливим селекційним напрямком є підвищення рівня самосумісності батьківських ліній та сортів соняшнику [15].

Самонесумісність, за даними Е. М. East, відмічена більш ніж у 3000 видів квіткових рослин [61]. Дане явище проявляється у вигляді сповільнення проростання пилкових зерен на маточці або нездатності пилкової трубки вростати в стовпчик, і залежить від генотипу рослин. Ознака автофертильність у соняшнику є кількісною ознакою, що проявляється від повної стерильності до нормальної фертильності [62].

Згідно з досліджень О. М. Зайцевої [63], самосумісність під ізоляторами у досліджених сортів-популяцій коливалася в межах середнього показника 13,4 %. Серед міжлінійних гібридів показник самосумісності є більшим в 3,5 разів порівняно з сортами-популяцій та складає на рівні 48,2 %.

Для успішної селекційної роботи зі створення високопродуктивних гібридів соняшнику необхідно чітко вивчити вплив інбредної депресії на продуктивність самоzapилених ліній у кожному інбредному поколінні. Вивчення цієї проблеми стає ще більш важливим на фоні збільшення кількості гібридів соняшнику, впроваджених у виробництво [64].

Серед Європейських держав однією із провідних країн за технологією вирощування соняшнику є Франція, де надзвичайно добре розвинена селекція соняшнику, сприятливі кліматичні умови та високий рівень агротехніки забезпечують належну урожайність цієї культури.

На європейському ринку насіння Франції займає важливе стратегічне місце завдяки своєму конкурентоспроможному сільському господарству, що представлено основними насінницькими фірмами міжнародного значення, а також завдяки своєму вигідному географічному розміщенню та клімату, що сприяє адаптації як ранніх сортів для холодного клімату, так і пізніх сортів для умов жарких країн. Велика увага приділяється вивченню генетичних ресурсів. В середньому більше 10 % площі посівів соняшнику в Україні займають гібридами французьких компаній і ця тенденція збільшується з кожним роком [65].

Враховуючи викладений матеріал можна однозначно зробити висновки, що перспективи вирощування соняшнику у світі та Україні є тим напрямком у сільськогосподарському виробництві, що буде активно розвиватися в наступні десятиліття. Однак, враховуючи, що більша частина соняшника у світі представлена гетерозиготними гібридами, їх батьківські компоненти внаслідок наявної в них інбредної депресії є низько продуктивними. Тому постає важливе завдання з підвищення якості насіння та продуктивності рослин.

## **1.2. Історія відкриття, механізм дії гормонів та речовин інгібіторів розвитку рослин**

Забезпечення виробництва продуктами харчування для зростаючого світового населення без шкоди для природних ресурсів майбутніх поколінь є одним з найбільших викликів для сільськогосподарської науки навіть у порівнянні із зеленою революцією ХХ століття [66].

Значну роль у забезпеченні життєдіяльності рослин відіграють гормони. Вони є посередниками у фізіологічних процесах, оскільки перетворюють специфічні сигнали навколишнього середовища на біохімічну інформацію [67].

Також, слід розуміти різницю в термінах «стимулятор росту», «регулятор росту» та «біопрепарат». До перших відносять речовини, які впливають на фітогормони рослин та їх процес утворення, прискорюючи процеси метаболізму. До других відносять препарати, що можуть змінювати основні органи рослин (висота, збільшення або зменшення стебла, листкової пластинки і т.д.). До останніх належать препарати, що створенні на основі бактерій антагоністів, азот-фіксаторів, фосформобілізаторів та ін. [68].

А. М. Szweykowska дає визначення, що регулятори росту – це органічні речовини, невеликі кількості яких змінюють фізіологічні функції, що відбуваються в рослині. Ця модифікація різних реакцій рослин полягає у підтримці або гальмуванні процесів росту та розвитку, таких як проростання, утворення коренів, старіння рослин [69].

Регулятори росту рослин – це продукти всебічного розвитку різних наукових технологій. Вони належать до категорії речовин з низькою токсичністю, їх безпечно використовувати відповідно до рекомендацій виробника, вказаному у реєстраційному свідоцтві препарату.

В сільськогосподарській практиці через нерентабельність з економічної точки зору природні рослинні гормони, майже не використовують – найчастіше

використовують їх синтетичні аналоги. Відкриття в період 1940–1950 рр., фітогормонів та механізмів їх дії стало проривом при вирощуванні сільськогосподарських рослин. У кожній рослині є 5 ключових гормонів росту, які взаємодіють між собою. Рослинні гормони працюють за принципом рівноваги, а це означає, що будь-які порушення в біосинтезі одного з них негайно активізують або дезактивують роботу іншого фітогормону. Основні фітогормони включають ауксини, цитокініни, гібереліни, абсцизову кислоту та етилен. Ауксини беруть участь у всіх життєвих процесах рослини, саме тому їх вважали найважливішою групою рослинних гормонів. Вони беруть участь серед інших, у поділі клітини, рухах рослин (геотропізм у соняшника). Цитокініни стимулюють поділ клітин, а отже і ріст рослин, стимулюють утворення бічних бруньок, гальмують старіння органів та тканин рослин. Гібереліни індукують проростання насіння, порушують спокій бутонів і стимулюють ділення клітин [70]. Рослинні гормони, які діють протилежно ауксином, гіберелінам та цитокінінам, – це абсцизинова кислота та етилен. Ці речовини гальмують ріст рослин і прискорюють їх старіння. Абсцизову кислоту ще називають гормоном стресу, оскільки численні наукові дослідження підтверджують, що її активність різко зростає, коли рослина перебуває під стресом [71, 72].

Застосування регуляторів росту рослин в сільському господарстві почалося із середини минулого століття в США. Перший синтетичний гормон, який знайшов широке практичне використання, був етилен. Фізіологічний вплив якого на рослини був відкритий радянським ботаніком та фізіологом Д. М. Нелюбовим у 1901 р., при дослідженні впливу газу етилену на ростові процеси рослини, а в 1934 р., Р. Гейн, довів здатність рослин самостійно виробляти даний гормон. До цього часу, він застосовується для підвищення кількості зав'язі плодів ананаса. З того часу синтетичні речовини, які імітують природні рослинні гормони, стали

найважливішою складовою в сучасному сільськогосподарському виробництві [73, 74, 75].

Вслід за етиленом у 1926 р., японським вчений Е. Куросава при вивченні хвороб рису, що супроводжували його аномальний ріст та розвиток і при цьому формувалася низький урожай, були відкриті гібереліни. У 1935 р., японський вчений Т. Ябута зумів отримати чистий гіберелін кристалічної фракції [76, 77].

Гіпотетична можливість наявності речовин в рослині, що змушують їх рухатися в сторону світла була сформована Ч. Дарвіном та його сином Ф. Дарвіном, ще у 1880 р., у книзі «Здатність рослин до руху» ними ж було і запропоновано назву ауксини (від давн.грец. – збільшувати, рости). У 1931 р., з людської сечі було виділено індолілоцтову кислоту, яка становить основну складову усіх ауксинів у рослинних тканинах, невдовзі їх почали виділяти з рослин та грибів.

В середині ХХ ст., було висунуто припущення, що разом з ауксинами в рослинних тканинах присутні так звані, гормони-інгібітори, які блокують їх дію. Минуло більше десяти років досліджень, перш ніж у 1963 р., з плодів бавовнику отримали чисту кристалічну речовину, визначено її формулу та фізико-механічні властивості та присвоєно назву – абсцизова кислота [78, 79, 80].

Останнім з п'яти основних фітогормонів рослин були відкриті цитокініни, у 1963 р., групою учених з Австралії на чолі з D.S. Letham, з незрілого насіння кукурудзи отримано 1 мг природного цитокініну зеатину. Втім, перше його відкриття зробив К. Miller та ін. у 1955 р., (США), виділивши цитокініни зі статевих клітин оселедця [81]. Він сприяє до поділу клітини, диференціації та розвитку; стимулює появу бруньок, проростання бічних пагонів і сприяє проростанню насіння, затримує процес старіння та підтримує баланс хлорофілу в листі в період нестачі вологи, регулює транспорт поживних речовин, сприяє утворенню зав'язі та стабілізації цвітіння рослин [82, 83].

У дослідженнях регуляторів росту рослин переважають питання, пов'язані з їх впливом на підвищення толерантності рослин до біотичного та абіотичного стресу (біостимуляція). Біотичний та абіотичний стрес супроводжує кожен рослин, що росте в природних умовах. Вплив стресу на рослину проявляється насамперед зниженням фотосинтетичної активності рослини. Спостерігається зменшення кількості фотосинтетичної поверхні, швидше розщеплення фотосинтетичних пігментів, порушення проривів та несприятливі зміни інтенсивності газообміну [84].

Регуляторами росту називають також усі речовини, що діють на активність основних фітогормонів, що містяться в рослині. До таких речовин відносяться всі антигіббереліни такі як, наприклад, хлоромекват хлорид, тринексапат етил, триазоли та етефон, механізмом дії якого є вивільнення етилену у міжклітинний простір. Етефон і тринекспа етил – речовини, широко використовуються при інтенсивному вирощуванні рослин та як захист рослин від вилягання [85, 86].

Серед сучасних регуляторів росту рослин розрізняють групи речовин і фітогормонів, які своєю дією можуть впливати на якісні та кількісні показники рослини та культури в цілому.

Брасиностероїди – група природних регуляторів росту рослин, похідні ненасичених оксистероїдів. Це перші стероїдні гормони, виявлені в рослинних організмах. Перша сполука з цієї групи фітогормонів була виявлена в рослинах більше ніж 30 років тому, але лише останнім часом зацікавилися цією групою речовин завдяки їх надзвичайно сильному стимулюючому впливу на рослини і брасиностероїди офіційно класифікуються як рослинні гормони. Першим брасиностероїдом був брасинолід, виявлений у пилку ріпаку – звідси і його назва. Нині відомо кілька сполук цієї групи і інтенсивні дослідження ведуться на їх синтетичних аналогах [87, 88]. Брасиностероїди є унікальними за своїм механізмом дії та відрізняються від інших фітогормонів. Вони підсилюють



реакцію геотропізму, сприяють диференціації ксилеми, підвищують життєздатність пилку, затримують старіння листя, регулюють кут нахилу листя, підвищують стійкість рослин до стресу [89, 90].

Жасмонати – група гормонів, що регулюють ріст і розвиток рослин та захищають рослини від пошкоджень шкідливими організмами. До жасмонатів відносять жасмонову кислоту та її ефіри, наприклад, метилжасмонат. Жасмонати синтезуються з ліноленої кислоти, і являють собою циклопентанони. Разом з тим жасмонова кислота бере участь в індукції широкого спектра захисних реакцій рослин, задіяна у розвитку їх стійкості як до різноманітних інфекцій, так і до абіотичних стресів [91–94].

P.J. Davies [95, 96] у своїй науковій праці, «Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology» і інших дає опис, механізму дії та функції, що належать рослинним гормонам і характеризує їх як, групу органічних речовин, що зустрічаються в природі, які впливають на фізіологічні процеси при низьких концентраціях. Процеси, що піддаються впливу, складаються в основному з росту, диференціації та розвитку.

Гормони у рослин відрізняються від більшості тваринних плейотропним ефектом. Тобто, вони беруть участь у контролі широкого спектра процесів розвитку. Водночас вплив гормону на будь-який процес розвитку залежить від виду. Наприклад, етилен пригнічує ріст у дводольних і більшості однодольних, але є промоутером у різних гідрофітах. Більш того, два або більше гормонів можуть взаємодіяти синергічно або антагоністично в багатьох обставинах [97].

Сучасні регулятори росту рослин є ефективним методом для підвищення схожості та енергії проростання насіння, вони здатні підвищувати імунітет рослин, стійкість до несприятливих умов та стресових ситуацій, прискорювати цвітіння, підвищувати врожайність, забезпечувати екологічну чистоту врожаю [98]. У зв'язку з широким застосуванням інтенсивних технологій вирощування

сільськогосподарських культур роль регуляторів росту рослин різко зростає. Дуже цінною властивістю регуляторів росту в умовах інтенсивних технологій є посилення при їх застосуванні надходження елементів живлення в кореневу систему рослин [99].

Введення регуляторів росту рослин в сільськогосподарську практику неможливе без глибокого і всебічного вивчення їхньої дії на процеси метаболізму, росту та розвитку рослини. Така дія залежить не тільки від типу препарату, а і від його дози, термінів обробки, генотипу культури та інших факторів. Отримані при цьому дані необхідні також для розуміння механізмів дії регуляторів росту. Урожайність – це інтегральний показник, який описує загальні для всіх варіантів дослідження умови, а також індивідуальний вплив окремих агротехнічних заходів [100, 101].

Позитивний спектр дії регуляторів росту дуже широкий, насамперед це підвищення та покращення якості урожаю, підсилення стійкості рослин до несприятливих факторів середовища, зменшення норм гербіцидів та інсектофунгіцидів при спільному використанні з регуляторами росту [102].

Природні фітогормони легко піддаються метаболічній дезактивації рослинними ферментами. Масове використання регуляторів росту стало можливим після створення синтетичних діючих речовин препаратів на основі аналогів природних гормонів, які більш стабільні в організмі і мають пролонгований вплив. Застосування їх є важливим елементом інтенсифікації сучасної технології виробництва сільськогосподарської продукції. Низькі витратні норми регуляторів, можливість впливати на морфогенез та продуктивність, збільшувати стійкість рослин до зовнішніх факторів визначає їх перспективність [103, 104, 105].

За своєю природою ці препарати є або аналогами фітогормонів, або модифікаторами гормонального статусу рослин. Завдяки цьому синтетичні

регулятори росту володіють широким спектром дії на рослину, а їх застосування дозволяють спрямовано регулювати окремі етапи росту і розвитку, з метою мобілізації потенційних можливостей рослинного організму [106, 107].

Також необхідно зазначити, що процеси впливу регуляторів росту рослин і фітогормонів описані у багатьох наукових публікаціях [80–97]. Втім, широке різноманіття їх аналогів робить дані дослідження перспективними. Поєднання різних речовин в комплексних препаратах при застосуванні у різних кліматичних умовах робить є важливим для сільського господарства та аграрної науки в цілому.

### **1.3. Застосування регуляторів росту рослин у сільському господарстві та при вирощуванні соняшнику**

Перевагою застосування регуляторів росту рослин є їх здатність підвищувати ефективність використання рослиною поживних речовин і максимально реалізувати генетичний та фізіологічний потенціал [108], бути не токсичними для рослини та навколишнього середовища, а також нейтралізувати дію важких металів в ґрунті [109]. Регулятори росту відповідають за важливі процеси в рослині до абіотичного стресу, сенсibiliзуючи процеси росту та розвитку [110].

Використання препаратів, що містять в собі гумінові речовини, наприклад фульвові кислоти та лігногумат калію, дозволяють збільшити засвоєння рослиною мікроелементів з ґрунту [111], поліпшити якісні та продуктивні показники насіння [112]. Сучасні дані свідчать про те, що біостимулюючий вплив гумінових речовин характеризується як структурними, так і фізіологічними змінами коренів і пагонів, пов'язаними з поглинанням, засвоєнням та розподілом поживних речовин (показники ефективності використання поживних речовин).

Сьогодні у світі використовують регулятори росту синтетичного та природного походження. До природних відносять використання різних штамів грибів, витяжки з листя чи інших вегетативних органів рослини, різних видів бактерій та ін. Використання штамів *Trichoderma spp.* У дослідженнях [113] Ousley та ін., на рослинах салату (*Latuca sativa L.*) було досягнуто збільшення сухої маси рослини до 26 %, також відмічено, що деякі штами *Trichoderma spp.* уповільнювали проростання та розвиток насіння. Обробка рослин бактеріальними препаратами, які містять в основі штами різобактерій (PGPR), активно сприяють розвитку вегетаційної маси рослини та в цілому покращують її продуктивні характеристики [114]. Bernard та ін., [115] наводять принципи генетичної маніпуляції бактеріями, що сприяють росту рослин, для посилення біоконтролю фітопатогенів.

М. Г. Василенко та ін. у своїх дослідженнях відмічають високу ефективність застосування регулятора росту Екоцим на таких культурах як, соняшник, озима пшениця, кукурудза, ріпак. На посівах соняшнику відмічається підвищення урожайності та стійкості до хвороб [116, 117].

Сьогодні ринок регуляторів росту активно розвивається в Україні. Вітчизняні науково-виробничі підприємства (наприклад «АГРОБІОТЕХ», НВП «Ріст», ПВКФ «Імпторгсервіс», НВП «Біополітех» та ін.) створюють сучасні регулятори росту, багато з яких мають природне походження і є унікальними за своїм складом [118, 119].

Регулятори росту всебічно застосовуються на різних видах культур сільськогосподарського призначення. Вони є ефективним методом досягнення підвищення продуктивності, збільшення стійкості до шкідливих організмів, що в свою чергу робить їх привабливими для дослідників.

Так, із залученням регуляторів росту А. Д. Гирким [120] проведені дослідження на рослинах ячменю ярого голозерного та півчастого. Було встановлено, що

комплексна інокуляція насіння біопрепаратом Поліміксобактерин та мікродобривом Реаком забезпечила підвищення продуктивності посівів ячменю ярого півчастого на 0,75 т/га, або на 19,5 %, а голозерного – на 0,55 т/га, або на 16,9 % . Закладені дослідження на пивоварному ячмені В. С. Шкурко [121], на рослинах пшениці по впливу екзогенних стимуляторів росту проведені О. К. Яблонською [122]. У лабораторних умовах насіння пшениці сорту «Краснодарська 99» оброблялися екзогенними регуляторами – препаратами Фуrolан, Метіонін та їх композицією. Застосування препаратів робить позитивний вплив на процес проростання насіння. Вони збільшують схожість насіння на 13–15 %, в порівнянні з контролем, що обумовлює поліпшення посівних якостей насіння. Досліди проведені Л. В. Пелех [123] з впливу лінійки регуляторів росту Вимпел, на гібридах кукурудзи, де був відмічений ефект, що найбільш сприятливі умови для рослин кукурудзи створювались при обробці насіння препаратом Вимпел-К у нормі 500 г/т у поєднанні із обприскуванням Вимпел у нормі 500 г/га. При цьому гібриди кукурудзи формували найвищу урожайність 7,40–8,25 т/га у порівнянні із варіантами без обробки.

Ефективність застосування препаратів, які містять бурштинову кислоту (Трептолем) або продукти життєдіяльності грибів-мікроміцетів (Радостим), на насінницьких посівах ліній соняшнику підтверджено в дослідженнях Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України [124, 125]. За результатами їх досліджень встановлено, що застосування даних препаратів під час обробки насіння підвищує польову схожість насіння до 17 %, а посівні якості підвищуються в середньому на 2 %, що свідчить про вплив фітогормонів ауксинової та цитокінінової природи.

Вплив регуляторів росту гумінового походження (Вермимаг та Вермийодіс) ефективно впливає на врожайність соняшнику в умовах Лісостепу, проведені В. М. Сендецьким та О. С. Гораш [126, 127]. Л. А. Покопцева дослідила

використання регуляторів росту для передпосівної обробки насіння соняшнику гібриду Армада. Встановлено, що інкрустація насіння соняшнику продуктами біотехнологічного вирощування грибів-епіфітів (Емістим С) стимулює проростання, все це засвідчує збільшення польової схожості на 1,5–4,8 % відповідно контролю. Використання PPP сприяє потовщенню стебел рослин соняшнику на 7–18 % та підвищення продуктивності з кошику до 20 % [128].

За результатами досліджень Ю. І. Ткаліч встановлено, що поліпшення живлення соняшнику шляхом використання для інокуляції бактеріальних препаратів Діазофіт, КЛ-9, Діазофіт + Фосфоінтерин та регулятора росту Вимпел у фазі 3–4 пар листків забезпечує підвищення рівня основних показників фотосинтетичної діяльності посівів і врожайності соняшнику на 0,13–0,32 т/га [129].

У своїй роботі Т. П. Кілочок та ін. [130] наводять ефективність використання передпосівної обробки насіння гібридів та сортів соняшнику комплексним біопрепаратом стрептоміцетного походження (ГЗх – сухий в концентрації 2,5 %) з культури бактерій *Bacillus subtilis*. Відмічено підвищення врожаю у сорту Прометей на 19,0 %, у гібридів до 7 %, вміст жиру в насінні збільшувався від 3,5 до 11,4 % в залежності від генотипу. Встановлено, що регулятор росту збільшує масу 1000 насінин до 11,4 % у гібриду Ясон, інших гібридів: Надійний, Регіон, Каменярь на 4,5 %, 3,7 %, 2,9 % відповідно, а у сорту Прометей до 14,0 %. Також, виявлено, що передпосівна обробка насіння соняшнику забезпечує підвищення стійкості рослин до білої та сірої гнилей, стимулює; прискорення росту рослин, цвітіння та дозрівання насіння.

Вивченням можливості підвищення імунітету рослин за допомогою регуляторів росту займаються провідні наукові установи України та опубліковано статті, де на практичних дослідженнях доведено їх ефективність.

Автори дослідження В. А. Циганкова та інші [131], в польових дослідах протягом трьох років вивчали антипатогенну активність нових

полікомпонентних регуляторів росту рослин Регоплант і Стимпо під час вирощування різних сортів озимої та ярої пшениці, ячменю, сої, кукурудзи на інфекційних фонах. Найвищі показники врожайності та стійкості рослин до фітопатогенів отримано за подвійної обробки рослин регуляторами росту Стимпо і Регоплант: передпосівна обробка насіння та обприскування посівів у період вегетації, що сприяло збереженню врожаю більш як на 60 % у порівнянні з контролем (без обробки регуляторами). У рослин другого покоління (які не оброблялись регуляторами росту на інфекційному фоні) також встановлено високу життєздатність і підвищену стійкість до патогенних організмів. Методом ДОТ-блот гібридизації виявлено значну різницю ступенів гомології між мРНК контрольних рослин і малими регуляторними si/miРНК, виділеними із проростків пшениці другого покоління, отриманих з насіння рослин, інфікованих та оброблених регуляторами росту Регоплант, Стимпо у першому поколінні.

Серед відомих нам препаратів та речовин варто звернути увагу на використання янтарної кислоти як ефективного регулятора росту рослин. Дослідження з її використання провели В. Я. Даньков та ін. [132]. На Білоцерківській дослідно-селекційній станції врожайність насіння соняшнику в дослідному варіанті була вищою на 0,53 т/га (19,2 %), а в Буковинському ІАПВ застосування янтарної кислоти на кукурудзі забезпечило отримання додатково врожаю зерна на 1,1 т/га (7,5 %). На Уладово-Люлинецькій дослідно-селекційній станції врожайність гороху підвищилася на 0,45 т/га (17,8 %), використання янтарної кислоти забезпечило підвищення врожайності коренеплодів цукрового буряку на 7,9 т/га (17,8 %).

Широкого застосування регулятори росту отримали на овочевих рослинах. Проведені дослідження С. Є. Окрушко з використанням стимуляторів росту на рослинах буряку столового, моркви, капусти білоголової дозволило підвищити урожайність та товарну якість продукції [133, 134]. Також, дослідження

проводилися на кабачках – І. І. Паламарчук [135], помідорах – Н. В. Нікончук [136], огірках – А. Г. Тернавський [137], насіннева продуктивність та якість насіння капусти білоголової досліджував М. І. Берніков [138].

А. А. Даценко [139] опублікував дані дослідження, пов'язаних з мікробіологічною активністю ризосфери гречки за дії бактеріального препарату Діазобактерин і регулятора росту рослин Радостим. Досліди автора показали, що найбільша чисельність бактерій в ризосфері посівів гречки розвивається за сумісного використання для обробки перед посівом насіння Діазобактерину (175–200 мл) і Радостиму (250 мл/т) з наступним обприскуванням рослин Радостим (50 мл/га), де перевищення у середньому до контролю складало 30–31 %.

У 2005–2008 рр., в Інституті зрошуваного землеробства НААН були проведені дослідження Д. П. Войташенком та Н. В. Демченком з впливу препарату Грейнактив на кормову та насінневу продуктивність ріпаку озимого. У дослідженнях відмічається про позитивний вплив дії препарату, а саме збільшення стручків на одній рослині, маси рослини, підвищення абсолютної маси насіння ріпаку на 0,3 г та збільшення кількості насінин у стручку з 2 до 4. Також, автор відмічає у висновках про меншу ефективність використання препарату Грейнактив у фазу вегетації, де прибавка насіння в такий спосіб обробки була в межах найменшої істотної різниці [140].

Відносно закордонних досліджень з впливу регуляторів росту рослин, то вони активно проводяться з 70-х р. минулого століття по сьогодні. Значна кількість досліджень проведених за даною тематикою, були пов'язані саме з використанням різного роду гормонів та мікроорганізмів, застосування яких проводилося на різних родинях та видах рослин.

Ендofітні мікроорганізми сприяють росту та розвитку рослини господаря завдяки виробленню фітогормонів, поліпшенню транспорту води й поживних речовин, дії механізмів біологічного захисту та індукованої системної стійкості



до фітопатогенів [141]. Dennis Carey та ін. наводять результати своїх досліджень з регуляторами росту даної групи Exilis Plus та Piccolo. Дослідження були проведені в Державному університеті Північної Кароліни на рослинах петунії. Отримані результати демонструють ефективність високих концентрацій обробітку, оскільки високі концентрації препарату збільшували кількість квіток та зменшували зелену масу [142].

У своїй публікації A. Margaret та ін., приводять приклад використання шести штамів *Trichoderma* spp. у вигляді сухого порошку з рідкого бродіння в мелясі на рослинах салату (*Latuca sativa* L.). Була відмічена позитивна тенденція до збільшення сухої маси на 26 %, однак деякі штами, такі як WT спричинювали уповільнення проростання насіння та їх розвиток [143].

Одним з прикладів використання мікроорганізмів є ризобактерії (PGPR), що можуть застосовуватися різними способами, коли необхідні покращення росту рослин. На сьогодні є декілька варіантів використання (PGPR), які є комерційними продуктами для сільського господарства. Останнім часом (PGPR) активно застосовують для лісової регенерації та фіторемідації забруднених ґрунтів [144].

R. G. Bernard приводить принципи генетичної маніпуляції бактеріями, що сприяють росту рослин, для посилення біоконтролю фітопатогенів. Можливість їх використання для появи імунітету до збудників, синтез різних молекул, що можуть пригнічувати розвиток патогену та стимуляцію системного опору рослин [145].

Hartmut E. Schroeder у своїх дослідженнях з ефекту використання регуляторів росту рослин на склад білку в ізогенних лініях гороху (*Pisum sativum* L.) використовували нафталін-оцтову кислоту, бензил-аденін, абсцизову та гіберелінову кислоту, яку вводили ін'єкціями між 2 та 22 днем повного цвітіння. Відмічається, що застосування нафталін-оцтової кислоти, бензил-аденіну, абсцизової кислоти призвело до підвищення вмісту білку. Легумін

збільшувався у відповідь на нафталін-оцтову кислоту і бензиладенин. Гіберелінова кислота не викликала змін у загальному вмісті білка або рівнях окремих білкових фракцій [146].

Changxin Guo та Derrick M. Oosterhuis [147] у контрольованих умовах довели, що при високих та низьких температурах синтетичні регулятори росту PGR-IV посилювали транслокацію рослинного пінітолу від листків до стебла, а регулятор росту EXP-S1089 збільшував коефіцієнт накопичення сахарози та пінітолу, що може слугувати ефективним регулятором стійкості до низьких та високих температур сільськогосподарських культур. За результатами досліджень P. F. Wareing, мінеральне живлення впливає на утворення природних гормонів в рослинах соняшнику таких як, цитокініни і їх нестача веде до зниження рівня їх в листках, стеблах та пагонах соняшнику [148].

Метаболічні реакції в рослинах контролюються шляхом постачання і конверсії поживних речовин, так і за їх ендогенної (внутрішньо отриманої) гормональної схеми. Розуміння режиму дії рослинних біорегуляторів на молекулярному рівні вимагає ідентифікації рецепторного сайту для кожного регулятора, а також з'ясування наступних реакцій [149].

Н. А. Abdelgadir разом з колегами дослідили вплив регуляторів росту N6-бензиладеніну та гулонової кислоти на тропічній культурі *Jatropha curcas*, олію якої використовують у технічних цілях, а самі квіти при виготовленні інсектицидів та добрив. Дослідженнями була відмічена дія даних препаратів, що сприяла збільшенню кількості квітів і зав'язей, збільшенню маси плодів, вмісту в них олії та її якості [150].

Carlos Alberto de Bastos Andrade довів у своїх дослідженнях можливість зменшення висоти рослин соняшнику з використанням регулятору росту Паклобутразол на гідропонній системі та генотипові відмінності у відповіді на препарат. Використовували два генотипи соняшнику (BRS Oásis і Helio 358),

оброблені різними концентраціями паклобутразолу (0, 0,5, 1, 2, 4 і 6 мг/л) і інертним субстратом силексного ґрунту. Комерційний гібрид, що досліджувався Helio 358 був більш придатним для виробництва соняшнику як декоративної рослини в дозах від 1 до 2 мг/л паклобутразолу, оскільки він представляв зменшення пропорційного розділу до зменшення висоти рослин. Найбільш адекватна доза для підтримки розміру кошику становила 0,5 мг/л, тоді як необхідна для остаточного зниження висоти рослини становила 2 мг/л. Однак у більших дозах спостерігалось зниження кінцевої висоти рослин, але черешки залишалися довгими, кошики зменшувалися та втрачали комерційну цінність, коріння і стебла ставали меншими та тоншими [151].

Широкі дослідження проведені І. П. Мельником [152, 153] та висвітлені в працях «Рекомендації по застосуванню біостимуляторів нового покоління в технологіях вирощування сільськогосподарських культур», засвідчують високий рівень ефективності застосування регуляторів росту, що містять у своїй основі гумінові кислоти. Результати, отримані від багаторічних досліджень на культурах соняшнику, кукурудзи даних регуляторів росту, вказують на те, що вони суттєво стимулюють на старті ріст та розвиток проростків, підвищують накопичення цукрів у вузлах кущіння на 20–25 %, збільшують показники фотосинтетичної діяльності рослини на 12–30 %, підвищують морозостійкість рослин. За даними О. Б. Тимофійчука [154] позитивного ефекту досягнуто з аналогічними препаратами на гібриді кукурудзи Кадр 267. Автор наводить дані впливу регуляторів росту Вермистим, Вермибіомаг, Вермийодіс на схожість, енергію проростання та врожайність зерна кукурудзи.

Розвиток рослин і формування насіння відбуваються за умов, створених спільною дією екологічних факторів і технологією вирощування. Вимоги до технології на насінневих посівах здебільшого збігаються з тими, які застосовують на товарних [155]. Використання комплексу біостимуляторів у технологічному

процесі вирощування основних сільськогосподарських культур в економічно розвинених країнах дозволяє додатково отримувати до 30 % продукції землеробства [156].

Авторами багатьох наукових публікацій відмічається, що вплив регуляторів росту чи зміни фітогормонального стану рослини, а також їх ефективності у збільшенні врожаю пов'язано з умовами навколишнього середовища та генотипу рослини. Це пояснюється тим, що якщо брати фактори впливу на рослину, то вони можуть взаємодіяти спільно або антагоністично, або синергічно [157, 158, 159, 160]. Від того на скільки вони будуть взаємодіяти, залежить і майбутній урожай. S. Rauf та H. A. Sadaqat відмічають, що при стресі викликаному посухою у рослин соняшнику підвищується вміст абсцизової кислоти, яка своєю чергою викликає зменшення індексу листової поверхні, зменшення періоду вегетації, все це викликає передчасне старіння рослин. Своєю чергою підвищення під час посухи цитокініну має протилежний ефект впливу на рослини [161].

Починаючи з 70 років минулого століття досить широко досліджено вплив хлориду мепіквату та етефона при вирощуванні соняшнику. Описано їх вплив, один з яких це суттєве зменшення стебла та у більшості випадків прискорення цвітіння. Разом з цим автори відмічають, що зменшення висоти та фотосинтетичної поверхні соняшнику майже не впливає на показник діаметру кошику та маси 1000 насінин, які залишаються в межах контролю. Але це цінна особливість, що дозволяє в вологих кліматичних умовах боротися з сірою гниллю соняшника [162–166]. Втім, S. D. Koutroubas відмітив, що подвійні дози застосування даних регуляторів росту мають фітотоксичну дію на формування насіння та накопичення вмісту олії в них [167].

Польовими дослідженнями N. Tahsin відмічено ефективність застосування регулятора росту «Agat 25 ЕК» на гібридах соняшнику з підвищенням продуктивності до 16,4 % [168]. Регулятор росту з вмістом амінокислот (Terra-

Sorb Foliar) за роботами D. Ernst, M. Mátyás та ін., підвищує урожайність соняшнику, зокрема шляхом підвищення маси 1000 насінин [169, 170].

Фульвові кислоти є активними регуляторами росту рослин, а саме їх вплив відмічено на багатьох сільськогосподарських культурах, що характеризуються посиленням розвитку кореневої системи рослин, збільшенням кількості бічних коренів [171–178]. Невеликі розміри фульвових кислот допомагають їм активно проникати через рослинні мембрани, брати участь в хелатуванні та мобілізації іонів металів, на відмінну від інших гумінових речовин [179]. Зокрема застосування фульвових кислот на рослинах соняшнику підтвердило їх ефективність для підвищення засвоювання доступності заліза ( $\text{Fe}^{+3}$ ) рослиною [180].

Аналізуючи вище описані літературні джерела можна зробити висновки про важливість використання регуляторів росту в сільському господарстві. Зокрема майже немає наукових досліджень з вивчення їх застосування в насінництві та селекції соняшнику, що робить дане направлення новим та перспективним методом. Актуальним є вивчення дії різних гумінових препаратів, що містять в собі фульвові кислоти, гумат натрію та калію, а також їх похідних, ефективність яких є предметом багатьох наукових дискусій, щодо їх ефективності та можливого різного впливу на рослини [181].

### **Висновки до розділу 1**

Проведений детальний аналіз літературних джерел і статистичних даних України та світу за даною тематикою досліджень дає змогу зробити наступні узагальнення:

1. Регулятори росту рослин є одним з найважливіших напрямків розвитку сільського господарства України, з можливістю збереження та покращення довкілля внаслідок зменшення використання шкідливих речовин.

2. Посівні площі соняшнику в Україні та світі за останні десять років стрімко зростають. Так, посівні площі 2020 року у порівнянні з 2010 роком,

відведені для соняшнику лише в Харківській області збільшилися майже на 31 %. Більшу частину даних посівів, займають гетерозисні гібриди отриманих від схрещування малопродуктивних самозаплених ліній.

3. Різноманіття генетичного матеріалу створеного під час столітнього селекційного процесу, дозволяє всебічно проаналізувати вплив різних регуляторів росту на окремих генотипах соняшнику таких як: самозаплені лінії (включаючи лінії-відновники фертильності пилку закріплювачі стерильності і стерильні аналоги), експериментальні гібриди та сорти соняшника.

4. Установлено, що з використанням регуляторів росту рослин можна суттєво покращити показники формування вегетативної поверхні, урожайності, якості насіння та адаптивних можливостей рослин соняшника до умов навколишнього середовища.

5. Серед широкого різноманіття сучасних регуляторів росту рослин маловивченими є препарати на основі гумінового походження Фульвітал Плюс та Квадростим, а також біологічного регулятора Екостим з витяжки рослин женьшеню. Потребує більш детального дослідження механізм впливу даних регуляторів росту рослин на різні генотипи соняшнику, при вирощуванні в умовах східної частини Лісостепу України.

## РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження проведено на дослідному полі кафедри генетики, селекції та насінництва Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва у 2018–2020 рр.

В якості вихідного матеріалу для дослідження та створення експериментальних гібридів було використано: 10 гомозиготних самозапилених ліній соняшнику селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України. Серед яких відновники фертильності пилку – X06135В, X06134В, X785В, закріплювачі стерильності – X1010Б, X1012Б, стерильні аналоги самозапилених ліній – Сх808А, Сх1010А, Сх1012А, Сх1002А та простий стерильний міжлінійний гібрид Сх808А/Х1002Б, як стерильний аналог. Також у дослідженнях було залучено лінію-відновник фертильності пилку створену на кафедрі генетики, селекції та насінництва ХНАУ ім. В. В. Докучаєва – ХНАУ1133В. За їх участі, перед закладанням досліду, було одержано експериментальні гібриди серед яких виділено комбінації з найбільшою зав'язуваністю насіння Сх808А/Х1002Б×Х06135В, Сх808А/Х1002Б×Х785В, Сх1002А×ХНАУ1133В, Сх1012А×Х06135В, Сх808А×Щелкунчик. В подальшому схрещування проводилося лише за п'ятьма наведеними вище комбінаціями.

Для збільшення генотипів та можливості порівняння ефективності застосування регуляторів росту було залучено чотири сорти соняшнику кондитерського (Щелкунчик, Люкс, Лакомка, Донський Крупноплідний) та один олійного (Мир) напрямку використання.

В якості досліджуваних регуляторів росту рослин було обрано Фульвітал Плюс та Квадростим представлені діючими речовинами гумінового походження і різного складу мікроелементами, а Екостим є витяжкою рослинного

походження зі штамми симбіотичного гриба та більш детально описані в наступному підрозділі.

## **2.1. Агрокліматичні умови проведення дослідження**

Польові дослідження проведено у період 2018–2020 рр. на дослідному полі кафедри генетики, селекції та насінництва ХНАУ ім. В. В. Докучаєва Харківського району Харківської області. Дослідні поля знаходяться в східній частині Лісостепу України.

Рельєф території дослідного поля знаходиться в межах полтавської терасової рівнини. Зональні типи ґрунтів характеризуються чорноземами типовими середньогумусованими (Calcic Voronic Chernozem CL UE1).

Клімат помірно-континентальний. Середні показники місячної температура січня становлять від  $-8^{\circ}\text{C}$  до  $-5,5^{\circ}\text{C}$ . Середня місячна температура липня варіює в межах  $+18,5\dots+20,5^{\circ}\text{C}$  у першій декаді та  $+19,5\dots+22,0^{\circ}\text{C}$  у третій. Абсолютний максимум становить  $33\text{--}39^{\circ}\text{C}$ . Тривалість періоду активної вегетації (перехід температури через  $10^{\circ}\text{C}$ ) у межах східної частини Лісостепу 150–170 днів. Період активної вегетації соняшнику починається в третій декаді травня і може тривати до третьої декади вересня. Опади випадають нерівномірно, а їх загальна кількість за календарний рік становить 450–550 мм. За вегетаційний період найменша кількість опадів згідно багаторічних досліджень випадає у квітні – 32–45 мм та вересні 30–51 мм, найбільша у червні – 55–81 мм та липні 59–77 мм. За період квітень–вересень випадає 262–379 мм опадів, або 58–69 % річної норми. Однак протягом періоду розвитку соняшника в зоні східного Лісостепу України можуть бути відмічені суховії та періоди з відсутністю опадів. У період квітень–червень імовірність періодів з відсутністю опадів тривалістю 10–20 днів становить близько 75 %, 21–30 днів – 15 %, більше 30 днів – 10 %.



Імовірність бездошових періодів липень–вересень тривалістю 10–20 днів дорівнює 70 %, 21–30 днів – 15 %, більше 30 днів – 15 % [182, 183].

Згідно з дослідженнями, щодо глобального потепління та сценаріїв його розвитку RCP 4.5. (RCP 4.5. – репрезентативний шлях концентрації) температурні показники повітря будуть підвищуватися у середньому для зони східного Лісостепу на 1,74°C (рис. 2.1.) [184].

Наразі вплив змін клімату на сільське господарство Харківської області не є критичним. Втім, підвищення температури та зменшення кількості опадів, що очікується в найближче десятиліття, підвищить ризик нерівномірного розподілу опадів, суховіїв та неефективного накопичення вологи в ґрунті [185].

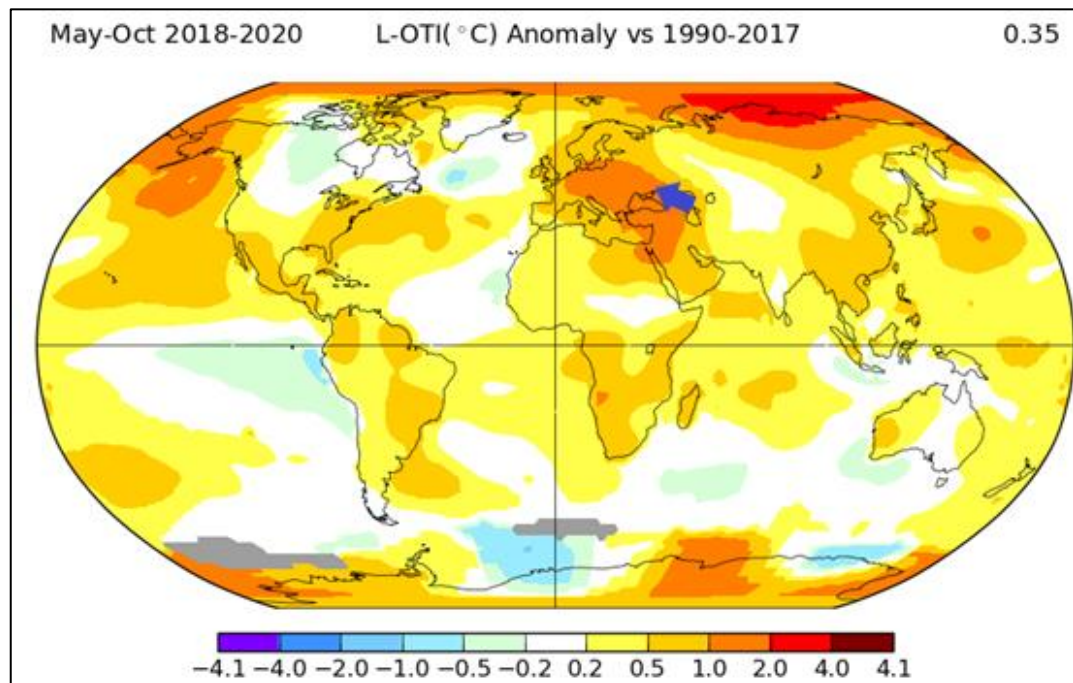


Рис. 2.1. Аномальні відхилення температури поверхні Землі за період 2018–2020 рр., порівняно з періодом 1990–2017 рр. Зондування супутником EOS (NASA GISS) [186, 187].

В цілому ґрунтово-кліматичні умови зони східної частини Лісостепу України сприятливі для вирощування соняшнику. Погодні умови в період проведення досліджень формувалися наступним чином:

У 2018 р. умови характеризувалися недостатньою кількістю опадів протягом усього вегетаційного періоду та температурами повітря вище середньої багаторічної температури.

У травні 2018 р. опадів випало 15,9 мм, що було найменше у порівнянні з іншими роками досліджень та середніми багаторічними даними – 43,7 мм. Температура повітря становила 20,8°C, що на 4,6°C вище середньої багаторічної. У червні випала найбільша кількість опадів (43,5 мм) за період вегетації в поточному році, при нормі середньої багаторічної 65,7 мм. Температура повітря становила 21,6°C, при нормі середньої багаторічної 19,9°C. Липень характеризувався підвищенням температури на 1,8°C порівняно з середньою багаторічною та кількістю опадів 28,7 мм опадів, що становить менше половини від середньої багаторічної норми (65,5 мм).

Температура серпня була високою (24,6°C), порівняно до середньої багаторічної 20,5°C. Також, в даному місяці спостерігалася сильна посуха з повною відсутністю опадів (0 мм), при нормі середньої багаторічної 51 мм. Вересень був жарким, температура повітря перевищувала середні багаторічні показники на 6,5°C, а кількість опадів була надмірно низькою (10,7 мм), при нормі середньої багаторічної 45,4 мм.

В цілому погодні умови 2018 р. були сприятливі при вирощуванні соняшнику, але сильна посуха вкінці цвітіння та у період наливу насіння призвела до раннього засихання та стресового стану рослин.

У 2019 р. склалися сприятливі погодні умови травня, які характеризувалися достатньою кількістю опадів (43,4 мм), при нормі середнього багаторічного показника 43,7 мм. Середній показник температури (18,4°C) повітря перевищував середню багаторічну температуру на 2,2°C, що позитивно вплинуло на перші етапи розвитку соняшнику. У червні випало лише 23,1 % норми опадів, що на 50,5 мм менше середнього багаторічного показника. Середня

добова температура повітря ( $24,8^{\circ}\text{C}$ ) була максимальною із зафіксованих в цілому за роки досліджень та перевищувала середню багаторічну на  $4,9^{\circ}\text{C}$ . Липень характеризувався середньодобовими температурами, які перевищували середню багаторічну лише на  $0,2^{\circ}\text{C}$ . Забезпеченість опадами складала  $59,2\%$  у порівнянні з середніми багаторічними показниками ( $65,5\text{ мм}$ ).

Серпень, як і в попередній рік досліджень був надзвичайно посушливим ( $0,0\text{ мм}$ ) з відсутністю опадів та середньодобовими температурами вищими на  $1,6^{\circ}\text{C}$  за середні багаторічні. Температурні показники вересня перевищували середні багаторічні на  $2,1^{\circ}\text{C}$ , а опади ( $10,3\text{ мм}$ ) становили  $22,7\%$  від норми середніх багаторічних показників для цього місяця, що негативно впливало на показники маси  $1000$  насінин та натури насіння соняшнику.

У  $2020$  р. склалися умови достатнього зволоження в перші місяці розвитку соняшнику. Травень характеризувався аномально високою кількістю опадів ( $108,3\text{ мм}$ ), що перевищували середні багаторічні показники майже у  $2,5$  рази ( $147,8\%$ ). Середньодобова температура в даному місяці була нижчою на  $2,7^{\circ}\text{C}$  за середню багаторічну ( $16,2^{\circ}\text{C}$ ). У червні відмічене випадання  $54,2\text{ мм}$  опадів, що склало  $82,5\%$  від норми ( $65,7\text{ мм}$ ). Температура повітря була вищою за середні багаторічні показники на  $2,0^{\circ}\text{C}$  ( $19,9^{\circ}\text{C}$ ). Кількість опадів ( $26,7\text{ мм}$ ) та середньодобові температурні показники ( $22,4^{\circ}\text{C}$ ) липня були наближеними до аналогічного періоду  $2018$  року (відповідно до середніх багаторічних  $65,5\text{ мм}$  та  $21,2^{\circ}\text{C}$ ). Достатні весняні запаси вологи дозволили отримати високі показники урожайності та якості насіння соняшнику.

Серпень характеризувався стабільним температурним режимом ( $20,7^{\circ}\text{C}$ ), що майже не відрізнявся від середніх багаторічних даних ( $20,5^{\circ}\text{C}$ ) та недостатньою кількістю опадів ( $5,8\text{ мм}$ ), що становить лише  $11,4\%$  від норми ( $51\text{ мм}$ ). У вересні відмічено рекордно теплу середньодобову температуру повітря ( $22,3^{\circ}\text{C}$ ), що перевищувала норму на  $7,1^{\circ}\text{C}$  (середня багаторічна  $15,2^{\circ}\text{C}$ )

та повну відсутність опадів (0 мм) при нормі середньої багаторічної 45,4 мм (рис. 2.2., 2.3; дод. А.1, А.2)

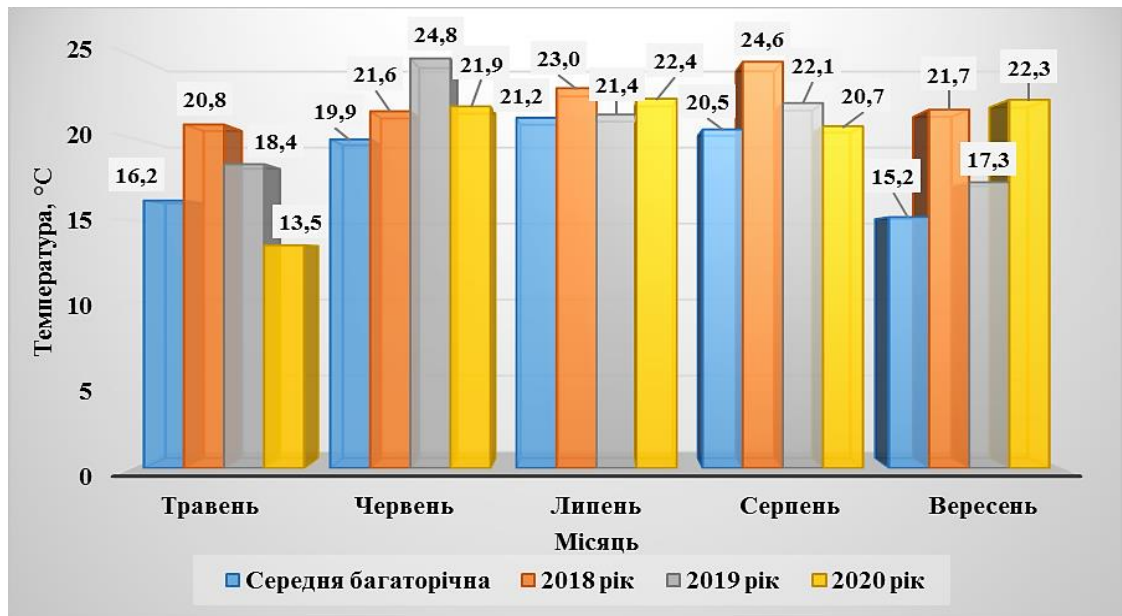


Рис. 2.2 Динаміка температури повітря протягом вегетаційного періоду соняшнику, 2018 – 2020 рр.

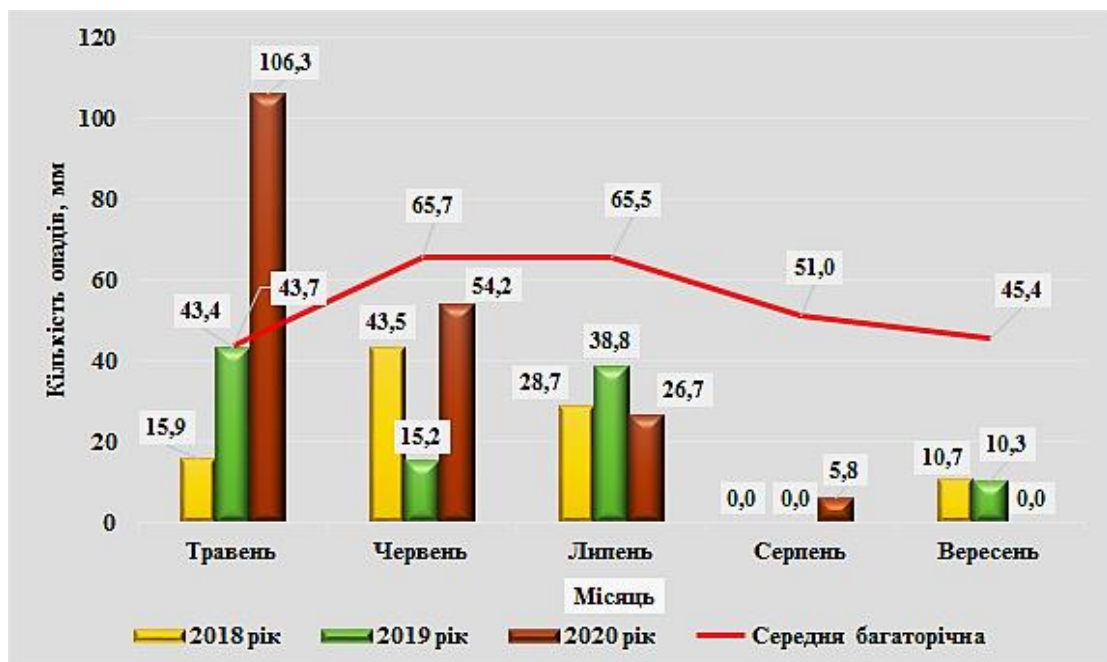


Рис.2.3. Динаміка опадів протягом вегетаційного періоду соняшнику, 2018 – 2020 рр.

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) є важливим агрокліматичним показником, що дає змогу оцінити вологозабезпечення місяців чи року вирощування. ГТК вираховується за формулою:

$$K = R \cdot 10 / \Sigma_t$$

де, R – це сума опадів за період вегетації культури з температурами вище +10°C збільшену в 10 разів,  $\Sigma_t$  – це сума температур за аналогічний період [188].

За період досліджень, показники ГТК були нестабільними та варіювали залежно від місяця і року досліджень. Травень 2018 року був сильно посушливим (ГТК–0,3), аналогічний період 2019 року характеризувався умовами слабкої посухи (ГТК–0,8), а 2020 рік мав показники надмірної вологості внаслідок сильних проливних весняних дощів (ГТК–2,5) (рис. 2.3, додаток А.3).

Червень є основним періодом розвитку соняшнику, накопичення ним вегетаційної маси та асимілянтів в органах рослини. У період досліджень червень характеризувався критично низьким показником ГТК (0,2) у 2018 році, та більш сприятливим в період 2019–2020 рр. (0,7–0,8).

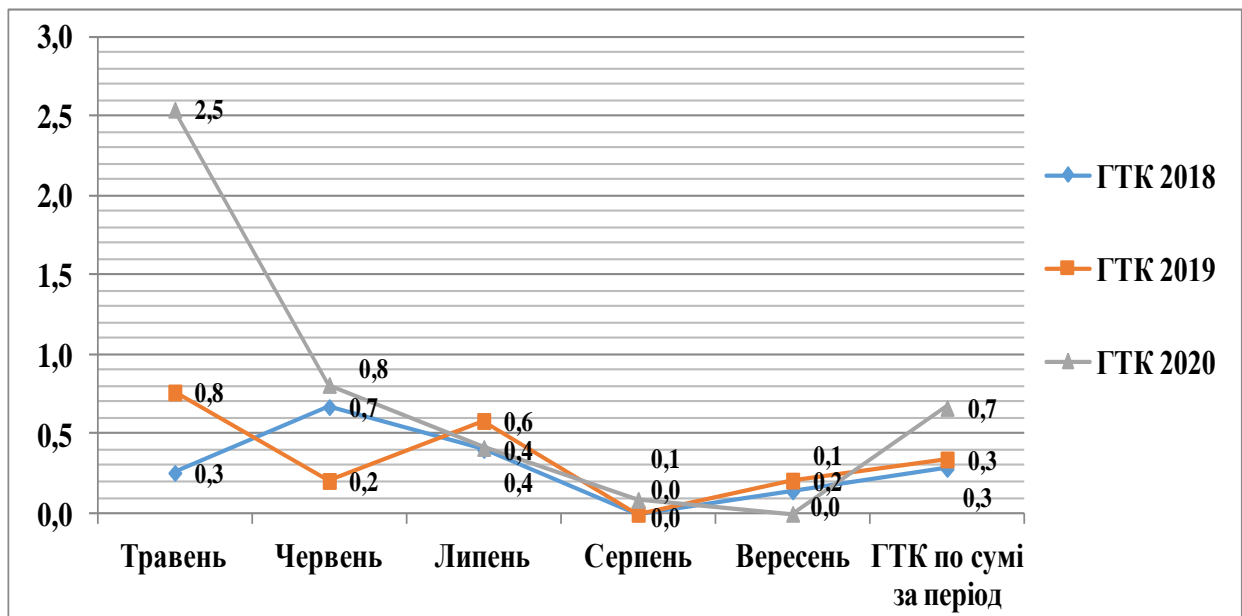


Рис.2.4 Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за період вегетації, 2018–2020 рр.

Липень – період цвітіння та наливу насіння соняшнику характеризувався сильною посухою (ГТК–0,4) у 2018–2019 рр., середньої посухи (ГТК–0,6) у 2020 році. Серпень був аномально посушливим за період усіх років досліджень (2018–2020 рр.), повна відсутність опадів та високі температури впливали на вологозабезпечення культури 2018–2019 рр. (ГТК–0,0) та не особливо кращими були показники для 2020 року – ГТК–0,1.

Вересень також характеризувався умовами сильної посухи за весь період досліджень 2018–2020 рр., ГТК в межах 0,0–0,2 залежно від року. Середній показник ГТК для років досліджень становив 0,3, за винятком 2020 року (ГТК 0,7). Втім, якщо не враховувати умови травня з надмірною вологістю, яка є більш погодною аномалією ніж звичайним явищем для цього періоду, то середній показник ГТК для всіх років становив 0,3.

Кліматичні умови Харківської області в останні два десятиліття мають тенденцію до різких змін клімату, що зумовлює суттєве підвищення температури та нерівномірного розподілу опадів. Такі зміни клімату хоч і впливають на вирощування соняшнику в тому числі і ведення насінництва, але не є критичними. В цілому клімат Харківської області, характеризується досить сприятливими умовами. Недостатня кількість опадів або їх відсутність в період липень – серпень компенсується накопиченням вологи в нижніх шарах ґрунту та її ефективного використання кореневою системою соняшнику.

## **2.2. Характеристика об'єктів дослідження**

### *Самозатилені лінії-відновники фертильності пилку соняшнику*

X06134В – (ІР ім. В. Я. Юр'єва) лінія-відновник фертильності пилку, цвітіння – середнє (5), галуження наявне (9), кошик за розміром середній до 13 см (5), злегка випуклий (4), кошик напівобернений донизу разом із стеблом (5), рослина за висотою низька до 110 см (3), листок за розміром середній (5).

Сім'янка за розміром – середня (5), вузько-яйцеподібна (2), товщина відносно ширини середня (5). Стійка до основних патогенів [189].

X06135В – (ІР ім. В. Я. Юр'єва) лінія-відновник фертильності пилку, цвітіння – середнє (5) галуження відсутнє (1), кошик за розміром середній до 15 см (5), сильно випуклий (4), кошик напівобернений донизу разом із прямим стеблом (5), рослина за висотою низька до 120 см (3), листок за розміром середній (5). Сім'янка за розміром – середня (5), вузько-яйцеподібна (2), товщина відносно ширини середня (5). Стійка до основних патогенів [190].

X785В – (ІР ім. В. Я. Юр'єва) лінія-відновник фертильності пилку, багатокошикова (9), центральний кошик неправильної форми, діаметром до 11 см (5), кошик напівобернений до низу разом із зігнутим стеблом (5), рослина за висотою середня (5), листок за розміром малий (3). Сім'янка за розміром – середня (5), вузько-яйцеподібна (2), товщина відносно ширини середня (5). Насіння дрібне, чорного кольору, вміст олії в насінні – 52,1 % [191].

ХНАУ1133В – (ХНАУ ім. В. В. Докучаєва) лінія відновник фертильності пилку, отримана методом штучного мутагенезу. Рослина середнього строку цвітіння (5), низька (3), до 110 см, розгалужена за всією висотою (3), центральний кошик – середній до 14 см (5) нижче бічного найвищого (3), з вертикальним розташуванням (3). Сім'янка середнього розміру (5), видовжена (1) середньої товщини (5) [192].

*Самозапилені лінії закріплювачі стерильності соняшнику*

X1010Б – (ІР ім. В. Я. Юр'єва) лінія батьківський компонент, цвітіння – середнє (5) галуження відсутнє (1), кошик за розміром середній 15 – 25 см (5), сильно випуклий (5), кошик напівобернений до низу разом із прямим стеблом (4), рослина за висотою низька до 110 см (3), листок за розміром середній (5). Сім'янка за розміром – середня (5), широко-яйцеподібна (3), товщина відносно ширини середня (5).

X1012B – (ІР ім. В. Я. Юр'єва) лінія батьківський компонент, цвітіння – середнє (5) галуження відсутнє (1), кошик за розміром середній 20 см (5), плесканий (3), кошик напівобертений донизу разом із прямим стеблом (4), рослина за висотою середня до 150 см (5), листок за розміром середній (5). Сім'янка за розміром – середня (5), округла (4), товщина відносно ширини середня (5).

*Стерильні аналоги самозапилюваних ліній*

Sx808A – (ІР ім. В. Я. Юр'єва) стерильний аналог самозапилювальної лінії, цвітіння раннє (3), галуження відсутнє (1), кошик за розміром середній, до 25 см (5), злегка випуклий (4), кошик напівобертений до низу разом із прямим стеблом (4), рослина висока, до 180 см (5), листок за розміром середній (5). Сім'янка за розміром – середня (5), видовжена (1), товщина відносно ширини – середня (5).

Sx1010A – (ІР ім. В. Я. Юр'єва) стерильний аналог самозапилювальної лінії, цвітіння – раннє (3), галуження відсутнє (1), кошик за розміром середній 15 – 25 см (5), злегка випуклий (3), кошик напівобертений донизу разом із прямим стеблом (4), рослина за висотою середня, до 125 см (5), листок за розміром малий (3). Сім'янка за розміром – середня (5), вузько яйцеподібна (2), товщина відносно ширини тонка (3).

Sx1012A – (ІР ім. В. Я. Юр'єва) стерильний аналог самозапилювальної лінії, цвітіння – середнє (5), галуження відсутнє (1), кошик за розміром середній 15 – 25 см (5), плесканий (3), кошик напівобертений донизу разом із прямим стеблом (4), рослина за висотою середня, до 150 см (5), листок за розміром середній (5). Сім'янка за розміром – середня (5), широко-яйцеподібна (3), товщина відносно ширини середня (5).

Sx1002A – (ІР ім. В. Я. Юр'єва) стерильний аналог самозапилювальної лінії, цвітіння пізнє (7), галуження відсутнє (1), кошик за розміром середній, до 20 см (5), сильно випуклий (5), кошик напівобертений до низу разом із прямим стеблом (4), рослина висока, до 180 см (5), листок за розміром середній (5). Сім'янка за розміром



велика (7), вузькояйцеподібна (2), товщина відносно ширини – середня (5) [193, 194].

*Простий стерильний міжлінійний гібрид соняшнику*

Cx808A/X1002B – (IP ім. В. Я. Юр'єва) простий стерильний гібрид, цвітіння пізнє (7), галуження відсутнє (1), кошик за розміром середній до 25 см (5), злегка випуклий (4), кошик обернений донизу разом із прямим стеблом (6), рослина висока, до 180 см (5), листок за розміром великий (7). Сім'янка за розміром – середня (5), широко-яйцеподібна (3), товщина відносно ширини – середня (5).

*Експериментальні гібриди соняшнику*

Cx808A/X1002B×X06135B – трилінійний експериментальний гібрид соняшнику, отриманий в результаті схрещування лінії відновнику фертильності пилку X06135B з простим стерильним міжлінійним гібридом Cx808A/X1002B.

Cx808A/X1002B×X785B – трилінійний експериментальний гібрид соняшнику отриманий в результаті схрещування лінії-відновнику фертильності пилку X785B з простим стерильним міжлінійним гібридом Cx808A/X1002B.

Cx1002A×ХНАУ1133В – простий міжлінійний гібрид соняшнику, отриманий в результаті схрещування стерильного аналогу самоzapильної лінії Cx1002A з лінією відновником фертильності пилку ХНАУ1133В.

Cx1012A×X06135B – простий міжлінійний гібрид соняшнику, отриманий в результаті схрещування стерильного аналогу самоzapильної лінії Cx1012A з лінією-відновником фертильності пилку X06135B.

Cx808A×Щелкунчик – лінійно сортовий гібрид соняшнику, отриманий в результаті схрещування стерильного аналогу самоzapильної лінії Cx808A з сортом кондитерського напрямку використання Щелкунчик.

*Сорти соняшнику кондитерського та олійного напрямку використання*

Щелкунчик – (ТОВ Науково-виробнича фірма "Дріада Лтд", Україна), сорт ранньостиглий (період вегетації 105–110 днів), кондитерського напрямку використання. Висота рослини 180–190 см, кошик випуклий, обернений донизу, середній до 25 см. Маса 1000 насінин 115 г, потенційна урожайність 3,5–4,2 т/га, олійність 43–45 %, лушпинність 22–24 %. Генетично стійкий до вовчка (раси А–D), НБР (8 балів) та фомопсису (8 балів). Особливістю сорту є високий відсоток запліднення насіння, навіть при несприятливих умовах [195, 196].

Лакомка – (ВНДІОК ім. В. С. Пустовойта, м. Краснодар, Російська Федерація), сорт середньо ранньостиглий (період вегетації 121–124 днів), кондитерського напрямку використання. Висота рослини 210–215 см, кошик великий до 30 см напівобернений до низу. Маса 1000 насінин 90–100 г, потенційна урожайність 3,6–4 т/га, олійність 45–47 %, лушпинність 27–28 %. Генетично стійкий до вовчка (раси А–D), несправжньої борошнистої роси (8 балів) та фомопсису (8 балів). Стійкість до посухи 9 із 10 балів.

Донський Крупноплідний – (ВНДІОК ім. В. С. Пустовойта, м. Краснодар, Російська Федерація), сорт середньостиглий (період вегетації до 120 днів), кондитерського напрямку використання. Висота рослини 190–240 см, кошик великий до 19–25 см, напівобернений донизу. Маса 1000 насінин 130–140 г, потенційна урожайність 4,8 т/га, олійність 39–45 %, лушпинність 25–32 %. Генетично стійкий до вовчка (раси А–D), НБР (8 балів) та фомопсису (8 балів). Стійкість до посухи 8 із 10 балів [197].

Люкс – (ВНІС, Україна), сорт ранньостиглий (період вегетації 100–105 днів), кондитерського напрямку використання. Висота рослини 175–185 см, кошик великий 24–26 см обернений донизу, злегка опуклий. Маса 1000 насінин 135 - 145 г, потенційна урожайність 3,4 т/га, олійність 44,4 %, лушпинність 20 %.

Генетично стійкий до вовчка (раси А–Е), НБР(9 балів), фомопсису (7 балів), білої гнилі (7 балів), фомопсису (7 балів). Стійкість до посухи 9 із 10 балів.

Мир – (ВНІС, Україна), сорт ультраранній (період вегетації 90–95 днів), олійного напрямку використання. Висота рослини 160–170 см, кошик великий 22–24 см, обернений донизу. Маса 1000 насінин 65–75 г, потенційна урожайність 4,2 т/га, олійність 48–50 %, лушпинність 23 %. Генетично стійкий до вовчка (раси А–Е), НБР (9 балів), фомопсису (7 балів), біла гниль (7 балів), фомопсису (7 балів). Стійкість до посухи 9 із 10 балів [198–200].

Дані генотипи, зокрема самозапилені лінії є важливою основою для селекції, на основі яких створені сучасні гібриди соняшнику занесені до Державного реєстру сортів рослин придатних до поширення в Україні. Представлений вихідний матеріал має важливу селекційну цінність, як носії генів стійкості до основних хвороб та потребують поліпшення технологічних умов вирощування.

Зокрема наведене генетичне різноманіття дозволить всебічно оцінити реакцію генотипів на застосування регуляторів росту та можливості їх використання в насінництві та селекції соняшнику.

#### *Характеристика регуляторів росту Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим*

Фульвітал Плюс – (п.ф. – порошок), виробник Humintech GmbH (Німеччина), рекомендована норма внесення 150 г/га, водорозчинний препарат, до складу якого входять: солі фульвових кислот (750 г/кг), мікроелементи: Fe (40 г/кг), Zn (25 г/кг), Mn (25 г/кг), Cu (10 г/кг) та органічно-зв’язану сірку (60 г/кг) природного походження в легкозасвоюваній формі для рослин [201].

Екостим – (п.ф. – водно-суспензійний розчин), виробник РІСТ, НВПІ (Україна), рекомендована норма внесення 25 мл/га, діюча речовина – водно-спиртовий розчин метаболітів штаму симбіотичного гриба-ендофіта *Ranax*

Ginseng M. (650 мл/л), виділеного з коренів женьшеню з ауксиновим комплексом [202].

Квадростим – (п.ф. – водно-суспензійний розчин) виробник ТОВ КВП «Квадро Плюс» (Україна), рекомендована норма внесення 500 мл/га. До складу регулятора росту рослин Квадростим входить чотири групи сполук органічного походження, а саме: поліетиленгліколь–400 (0,5 г/л), поліетиленгліколь–1500 (3,3 г/л), арахідонова кислота (1,44 г/л), бурштинова кислота (510 г/л) та лігногумат калію (260 г/л) [202].

Досліджувані регулятори росту рослин є сучасними та маловивченими препаратами, що занесені до Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні в період проведення досліджень (2018–2020 рр.). Літературних джерел щодо їх застосування дуже мало і вони стосуються переважно їх вивчення на інших культурах в рослинництві. В той час як досліджень в насінництві з даними регуляторами росту не проводилось, як і в цілому застосування регуляторів росту рослин в селекції та насінництві соняшнику майже не зустрічається, що робить доцільним проведення даних досліджень.

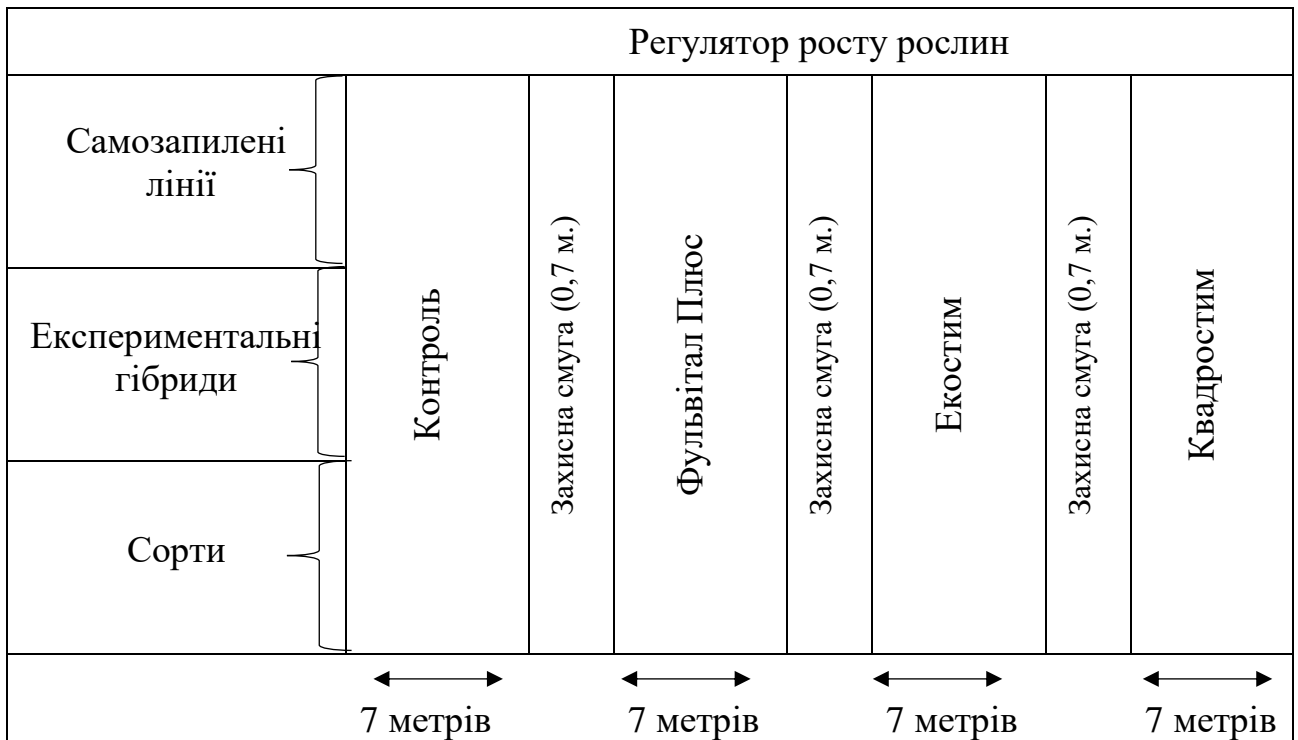
### **2.3. Схема досліду та методика проведення досліджень**

Сівбу дослідних ділянок проводили ручними саджалками (хлопушками) СКК «Роста». Схема посіву 70×25 см, по дві насінини в гніздо з подальшим формуванням густоти після появи сходів. Площа дослідної ділянки – 19,6 м<sup>2</sup>, облікової – 16,8 м<sup>2</sup>, попередник – пшениця озима, розміщення систематичне в чотирикратній повторності. Додаткове підживлення рослин не проводили. Догляд за посівами, а саме боротьбу з бур'янами проводили вручну, що включало прополювання ділянок один або два рази на сезон, залежно від року (табл. 2.1, дод. А.4, А.5).

Регулятори росту Фульвітал Плюс (150 г/га), Екостим (25 мл/га) і Квадростим (500 мл/га) застосовували на самозапилених лініях, експериментальних гібридах та сортах соняшнику шляхом обприскування в період фази ВВСН – 17–18 (2–5 пар справжніх листків) і повторно у фазу ВВСН – 51 (формування зірочки). Обробку дослідних ділянок регуляторами росту проводили ручним оприскувачем в період, коли температура навколишнього середовища коливалася в межах 10–20°C.

Таблиця 2.1

Схема розміщення дослідних ділянок



*Визначення лабораторної та польової схожості насіння.* Лабораторну схожість та енергію проростання визначали пророщуванням насіння соняшнику в оптимальних умовах згідно ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості», при температурі 25°C в термостаті «LB-120», в якості субстрату використовували фільтрувальний папір, умови аналізування – у темряві. Енергію проростання визначали на 4-й день, лабораторну схожість на 10

день від дня закладання досліду. Польову схожість визначали згідно ДСТУ 2240-93. «Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості» з перерахунку кількості висіяних схожих насінин до відсотка сходів [203, 204, 205] (дод. А.6).

*Біометричні спостереження.* Проводили на 30 день після закінчення цвітіння соняшнику, по 25 рослин у 4-кратному повторенні. Лінійний ріст рослини вимірювали від нижньої сторони кошика до поверхні ґрунту. Загальну та суху кількість листя проводили шляхом обривання та підрахунку. Довжину черешку вимірювали лінійно від вузла кріплення до початку листкової поверхні листка. Заміри діаметру кошику проводили в найширшій його частині. Ширину та довжину листка вимірювали в найдовшій та найширшій частині сьомого зверху листка. Площу листкової пластинки (см<sup>2</sup>), розраховували за формулою (Л. П. Осипова, П. П. Литун):

$$S = -0.1063 - 15.6618 \times L + 17.4572 \times H + 0.574 \times L^2 + 0.0617 \times H^2$$

де  $S$  – площа листкової пластинки;  $L$  – довжина листка;  $H$  – ширина листка.

*Визначення життєздатності пилку соняшнику.* Лабораторні дослідження життєздатності пилку проводили за методикою П. Діакону [206]. Пилок для аналізу відбирали вранці, коли рослини мали найбільші показники тургору, а після виходу пиляків пройшло не більше 1–1,5 години. Відбирали пиляки, розташовані в квітках другої-третьої зон цвітіння з чотирьох діаметрально протилежних частин кошику. Пиляки витягували з квіток за допомогою пінцета і поміщали в простерилізовані алюмінієві бюкси.

Транспортування бюксів зі зразками від поля до лабораторії здійснювали за допомогою сумки з внутрішнім ізоляційним шаром. Час від збору пилку та доставлення його в лабораторію не перевищував однієї години. Струшування пилку на предметне скло проводили шляхом постукування препарувальною

голкою по пиляках. Фарбування зразків закінчували не пізніше як через 3 години після збору пилку [207, 208].

Для запобігання занесення чужорідного пилку на кошики, за декілька днів до початку цвітіння, одягали ізолятори з агроволокна (щільність 40 г/м<sup>2</sup>), попередньо видаляючи язичкові квітки та листочки-обгортки по периферії кошика. Випробування кожної лінії проводили протягом трьох днів. В досліджуваних варіантах з урахуванням повторності досліду відбирали по 20 рослин (по 5 в кожному повторенні) з кожного суцвіття брали по 10 пиляків. Фарбування пилку проводили 1 % розчином тетразолу, після чого препарати залишали на 30 хв при кімнатній температурі. Фотографування забарвлених пилкових зерен проводили при  $\times 10$  кратному збільшенні біологічного мікроскопа MICRO-med XS-3330 LED та цифрової фотокамери.

*Визначення елементів структури врожаю (маса 1000 насінин та натура).* Масу 1000 насінин визначали згідно ДСТУ 4138-2002 [203]. Натуру насіння визначали за допомогою літрової пурки ПХ-1, у чотирьох разовій повторності.

*Визначення продуктивності кошика та урожайності з одиниці площі.* Середню продуктивність з рослини визначали шляхом ручного обмолоту 40 кошиків (по 10 шт в кожному повторенні), та їх окремого зважування. Для ліній, яким притаманне галуження, продуктивність визначали з центрального та усіх бічних кошиків. Урожайність (т/га) визначали шляхом перерахунку середньої продуктивності з рослини на густоту стояння при схемі посіву 70 $\times$ 25 (57000 рос./га.) та стандартної вологості 8 % при 100 % чистоті насіння.

*Визначення вмісту олії в насінні.* Визначали методом ядерно-магнітного резонансу (ЯМР) в лабораторії генетики, біотехнології та якості Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України. Принцип цього методу базується на порівнянні з індивідуальним обертальним рухом нуклонів (загальна назва для

протонів і нейтронів) у ядрі, яка визначає поведінку ядра при його взаємодії з зовнішнім постійним і змінним магнітним полем [209].

*Статистичний обробіток даних.* Для проведення статистичної обробки отриманих даних використовували програми Microsoft Office Excel 2010 та Gnumerik. Зібраний фактичний матеріал даних в результаті проведення польового досліджу підлягав методам математичної статистики: багатofакторний дисперсійний аналіз, найменша істотна різниця ( $HP_{05}$ ), коефіцієнт варіації, стандартне відхилення та кореляційно-регресійний аналіз [210, 211].

## **Висновки до розділу 2**

1. Метеорологічні умови східної частини Лісостепу України за період 2018–2020 рр., були мінливими але в цілому сприятливими для росту та розвитку рослин соняшника, що дозволило зробити об'єктивні висновки за всіма поставленими завданнями досліджень дисертаційної роботи.

2. Вивчено характеристику генотипів соняшнику, які використовувалися в дослідженнях.

3. Використання в дисертаційній роботі для вирішення поставлених завдань загальноприйнятих методик та методів досліджень дозволили отримати вірогідні результати, які можна описати та знайти їх логічне наукове пояснення. Зокрема отримані результати досліджень можна інтерпретувати як поради та рекомендації сільськогосподарському виробництву, а особливо це стосується підприємств, що займаються насінництвом та селекцією соняшнику у східному Лісостепу України.



### РОЗДІЛ 3. ФОРМУВАННЯ ФОТОСИНТЕТИЧНОЇ ПОВЕРХНІ СОНЯШНИКУ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН

Фотосинтетична поверхня важливий показник, який прямо пропорційно пов'язаний з продуктивністю, урожайністю, якістю насіння і здатністю рослин адаптуватися до мінливих умов навколишнього середовища. Застосування регуляторів росту рослин, це відносно новий напрямок в насінництві, який потребує вивчення, напрацювання для розуміння ефективного застосування різних регуляторів росту рослин, їх діючої речовини та індивідуальної реакції генотипу досліджуваних ліній [101, 212].

За допомогою регуляторів росту та їх похідних можна контролювати онтогенез рослин. Низкою проведених досліджень вченими різних країн, відмічено рентабельність застосування регуляторів росту на різних генотипах соняшнику. Застосування регуляторів росту рослин для підвищення врожайності гібридів і сортів відзначено в статтях Г. А. Медведєва, В. В. Повстяной, а дослідженнями впливу регуляторів росту рослин на лініях відзначено І. І. Клименко та ін. [213–215]. Вивчення процесу фотосинтезу і його мінливості під впливом регуляторів росту відзначено в ряді статей різних вчених [216–218].

Адаптивний потенціал рослини до захисту від дії несприятливих абіотичних і біотичних факторів середовища, є настільки ж важливою властивістю, як і харчування та розмноження [219]. Процес фотосинтезу у соняшнику відбувається по всій вегетативній поверхні рослини, але найбільш інтенсивно в листках. Формування врожаю відбувається внаслідок накопичення асимілянтів у період вегетації рослин. Перебіг фотосинтезу і потенціал його впливу на врожайність, є наслідком наявності в листках достатньої кількості хлорофілу  $a$  і  $b$ , площі листової поверхні, розташування листків на рослині та факторів навколишнього середовища [220, 221]. В публікаціях дуже часто зустрічаються висловлювання, про користь

збільшення вегетативної поверхні рослини як показника підвищення врожаю. Однак ці дані недостатньо вивчено і вимагають ретельного аналізу. Відомо, що в зонах з недостатньою кількістю опадів і високими температурами, зі збільшенням листкової поверхні зростає коефіцієнт транспірації води з рослини та сильніше позначається дія високих температур. Навіть за оптимальних умов середовища занадто значне накопичення кількості асимілянтів призводить до отруєння клітин і рослини в цілому [219].

Оптимальними умовами для процесу фотосинтезу у сільськогосподарських культур є температурний режим в межах 20–25°C [222] і водний баланс (при чому, для фотосинтезу у рослин значення має не вологість ґрунту, а повітря). Інтенсивність фотосинтезу і накопичення асимілянтів у рослинах різко падає, а процеси метаболізму сповільнюються при підвищенні температури вище 30–33°C або її зниженні нижче 13–15°C (так званий температурний стрес) [223]. Відомо, що серед даних літератури відомо, що для формування продуктивної вегетативної поверхні соняшнику важливим є не збільшення індексу листкової поверхні або листкової поверхні, а їх ефективне використання в періоди з сприятливих умовам.

З огляду на вище викладений аналіз наукових досліджень, погодні умови східної частини Лісостепу України, а також щорічне підвищення середнього показника температури і відсутність опадів в період цвітіння-налив насіння, залишається актуальним питання дослідження взаємодії нових, мало вивчених регуляторів росту рослин на різних генотипах соняшнику.

### **3.1. Вплив регуляторів росту рослин на фотосинтетичну поверхню самозапилених ліній соняшнику**

Аналізуючи вплив регуляторів росту на лінії слід звертати увагу на генотип (період дозрівання, жаро- та посухостійкість і т.д.). Так, найбільш вираженими

адаптивними властивостями характеризувався стерильний аналог лінії Сх808А. ІЛП на контрольній ділянці залежно від року дослідження варіював від 2,64 м<sup>2</sup> до 3,18 м<sup>2</sup>, а площа поверхні листа в межах 194,5–261 см<sup>2</sup>. При цьому, обробка препаратом Квадростим стимулює накопичення фотосинтетичної поверхні, показники індексу листкової поверхні (далі ІЛП) (3,33–4,16 м<sup>2</sup>) і площі листкової поверхні (228,4–293,5 см<sup>2</sup>) значно збільшувалися незалежно від року досліджень (табл. 3.1, рис. 3.1).

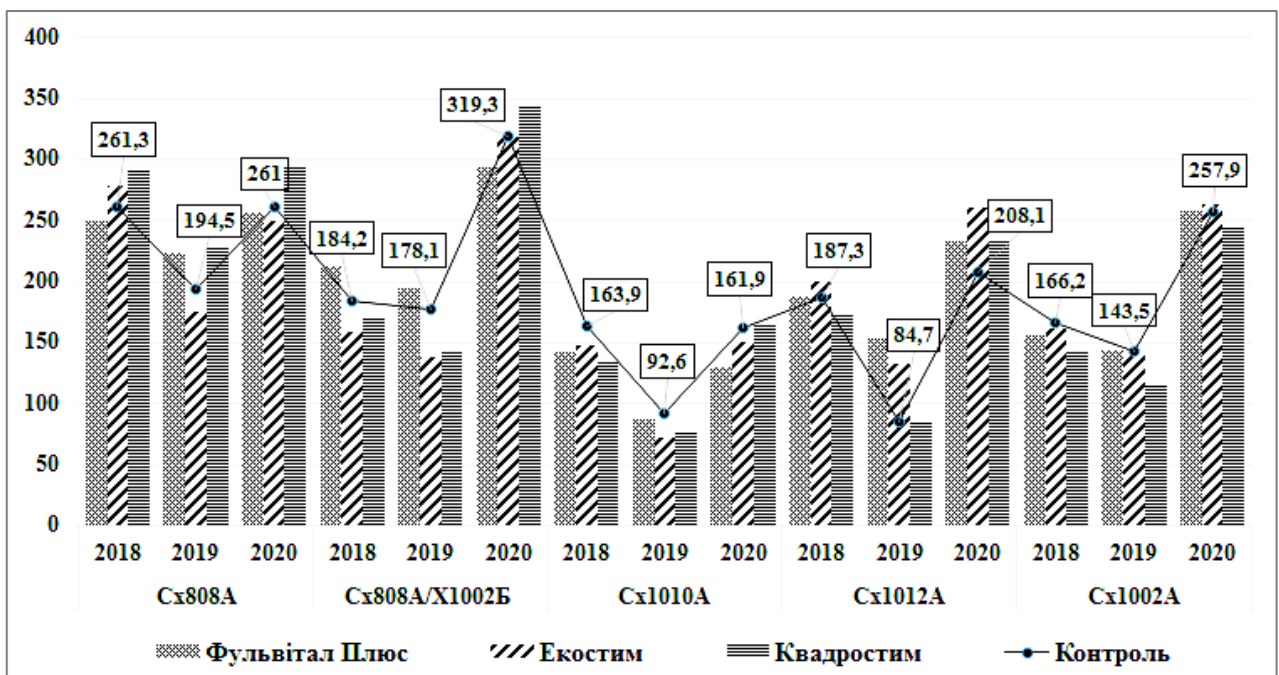


Рис. 3.1 Вплив регуляторів росту рослин на площу листка стерильних аналогів ліній соняшнику, 2018–2020 рр. см<sup>2</sup>

Проаналізувавши вплив регуляторів росту на стерильні лінії соняшнику можна відзначити, що в роки (2018–19 рр.) з низьким рівнем ГТК (0,3) вплив Квадростиму, був істотним і характеризувався зниженням площі листка та ІЛП. Серед вивчених генотипів стерильних ліній відзначено низькі показники у лінії Сх1010А. Так, ІЛП даної лінії варіював за роками в межах 0,90–2,24 м<sup>2</sup> на контрольній ділянці і суттєво зменшувався при дії Квадростиму (0,87–1,58 м<sup>2</sup>) за

винятком 2020 року 2,31 м<sup>2</sup> (контроль 2,24 м<sup>2</sup>) з достатньою кількістю опадів у період сходи-цвітіння. Такий специфічний вплив регулятора росту Квадростим в роки з низьким рівнем ГТК найімовірніше є властивостями поліетиленгліколю та бурштинової кислоти активізувати захисні функції рослин і прискорювати накопичення асимілянтів, а зменшення ІЛП допомагає знижувати вплив високих температур на рослину.

Таблиця 3.1

Формування індексу листової поверхні стерильних аналогів ліній соняшнику залежно від регуляторів росту рослин, 2018–2020 рр.

Рік	Лінія (фактор А)	Індекс листової поверхні, м <sup>2</sup>				Середнє по фактору А
		Варіант обробки (фактор В)				
		Контроль	Фульвітал Плюс	Екостим	Квадростим	
2018	Сх808А	2,64	3,34	3,79	4,02	3,45
	Сх808А/Х1002Б	2,32	2,52	1,90	1,95	2,17
	Сх1010А	1,99	1,73	1,77	1,58	1,77
	Сх1012А	2,26	2,26	2,22	1,92	2,16
	Сх1002А	2,17	1,64	1,59	1,44	1,71
	Середнє по фактору В	2,28	2,30	2,25	2,18	
НІР <sub>05</sub> по фактору АВ – 0,20; А – 0,10; В – 0,09						
2019	Сх808А	2,95	3,22	2,49	3,33	3,00
	Сх808А/Х1002Б	2,48	2,41	1,95	2,04	2,22
	Сх1010А	1,11	1,08	0,85	0,91	0,99
	Сх1012А	0,90	1,56	1,33	0,87	1,16
	Сх1002А	1,74	1,81	1,70	1,43	1,67
	Середнє по фактору В	1,84	2,02	1,67	1,71	
НІР <sub>05</sub> по фактору АВ – 0,15; А – 0,08; В – 0,07						
2020	Сх808А	3,18	3,46	3,46	4,16	3,57
	Сх808А/Х1002Б	4,17	3,83	3,82	4,14	3,99
	Сх1010А	2,24	1,83	1,87	2,31	2,06
	Сх1012А	2,49	2,68	2,99	2,75	2,73
	Сх1002А	3,10	3,24	3,16	2,95	3,11
	Середнє по фактору В	3,04	3,01	3,06	3,26	
НІР <sub>05</sub> по фактору АВ – 0,47; А – 0,23; В – 0,21						

Вплив регулятора росту Фульвітал Плюс мав індивідуальну властивість і залежав від генотипу стерильних аналогів ліній. При цьому відзначено, що вплив регулятора росту був більш ефективним в роки з низьким коефіцієнтом ГТК (2018–19 рр.). Так, у лінії Сх1010А протягом 2018–2020 рр. спостерігалось зниження площі листа ( $87,5\text{--}142,0\text{ см}^2$ ) і аналогічно ІЛП ( $1,08\text{--}1,83\text{ м}^2$ ) в порівнянні з контролем ( $92,6\text{--}163,9\text{ см}^2$  та відповідно  $1,11\text{--}2,24\text{ м}^2$ ). Тоді як, у лінії Сх1012А, по роках досліджень, спостерігалось збільшення площі листкової поверхні до  $188,2\text{--}233,5\text{ см}^2$  (контроль  $84,7\text{--}208,1\text{ см}^2$ ).

При обробці Екостимом відзначено, що найбільш ефективним було його застосування в 2019 р. і характеризувалося зниженням ІЛП та площі листа у більшості вивчених ліній. Так, у лінії Сх1012А, за всі роки дослідження, встановлено збільшення площі листкової поверхні в межах  $132,7\text{--}263,5\text{ см}^2$  під впливом регулятора Екостим, порівняно з контролем  $84,7\text{--}208,1\text{ см}^2$ . Основним недоліком застосування таких регуляторів росту є їх підвищена чутливість до умов навколишнього середовища.

Вплив регуляторів росту на фертильні лінії соняшнику супроводжувався зниженням площі та індексу листкової поверхні у більшості вивчених ліній, що може бути наслідком зниження фітогормонів з групи ауксинів та цитокинінів. Однак, також може бути підвищення мінерального забезпечення рослин, що дозволило рослині при даній вегетативній поверхні забезпечити повноцінний розвиток рослин. Показники варіювали в залежності від погодних умов року, генотипу лінії та регулятора росту. Так, у лінії Х06135В в період 2018–2019 рр., з низьким показником ГТК (0,3) відзначено збільшення ІЛП ( $2,87\text{--}3,28\text{ м}^2$ ) і площі листкової поверхні ( $196,0\text{--}246,6\text{ см}^2$ ) при обробці Фульвітал Плюс (контроль ІЛП  $4,40\text{--}3,23\text{ м}^2$  та відповідно  $166,0\text{--}236,3\text{ см}^2$  площа листа).

У 2018 р. при обробці лінії Х785В препаратами Екостимом і Квадростимом спостерігалось підвищення площі листкової поверхні від  $134,9$  до  $137,0\text{ см}^2$

(контроль 117,0 см<sup>2</sup>), а також ІЛП 1,74–1,89 м<sup>2</sup> (контроль 1,20 м<sup>2</sup>). У 2019 р. для цієї лінії характерним було підвищення площі листкової поверхні на рівні 107,7–127,7 см<sup>2</sup> (контроль 101,6 см<sup>2</sup>), а ІЛП значно збільшувався при дії Екостиму і становив – 1,72 м<sup>2</sup> (контроль 1,33 м<sup>2</sup>).

За роки дослідження встановлено більш суттєвий вплив регуляторів росту на фертильні лінії у порівнянні зі стерильними, за винятком препарату Екостим, який відзначався незначним впливом в умовах 2020 року, який характеризувався несприятливими умовами у вигляді низьких температур в період першої обробки.

Серед досліджуваних нами регуляторів росту відмічено, що обробка фертильних ліній соняшнику Квадростимом мала більш виражену дію, що проявлялася зменшенням вегетативної площі листкової поверхні. (табл. 3.2, рис. 3.2).

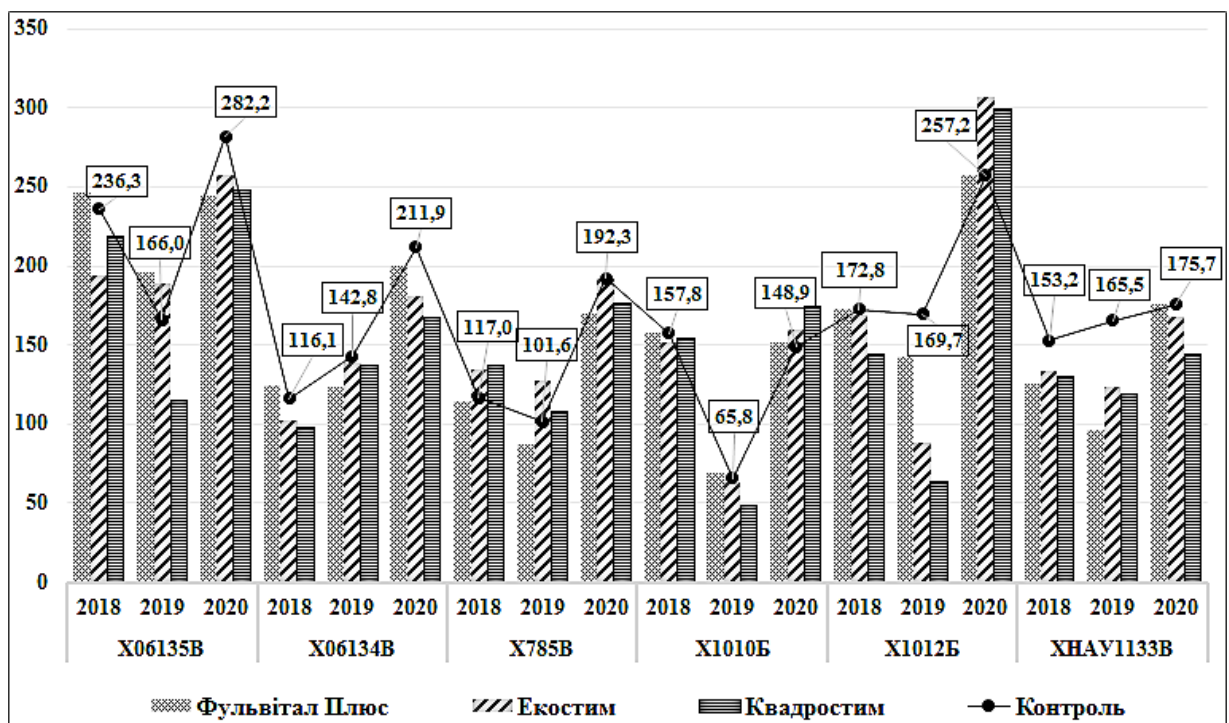


Рис. 3.2 Вплив регуляторів росту рослин на площу листка ліній-відновників фертильності пилку та закріплювачів стерильності соняшнику, 2018–2020 рр., см<sup>2</sup>

Таблиця 3.2

Формування індексу листкової поверхні ліній відновників фертильності пилку та закріплювачів стерильності соняшнику під впливом регуляторів росту рослин, 2018–2020 рр.

Рік	Лінія (фактор А)	Індекс листкової поверхні, м <sup>2</sup>				Середнє по фактору А
		Варіант обробки (фактор В)				
		Контроль	Фульвітал Плюс	Екостим	Квадрост им	
2018	X06135В	3,23	3,28	2,59	2,91	3,00
	X06134В	1,25	1,26	0,96	1,00	1,12
	X785В	1,65	1,20	1,74	1,89	1,62
	X1010Б	2,01	1,91	1,84	1,84	1,90
	X1012Б	1,99	1,93	1,79	1,56	1,82
	XНАУ1133В	2,12	1,47	2,08	1,88	1,89
	Середнє по фактору В	2,04	1,84	1,83	1,85	
НІР <sub>05</sub> по фактору АВ – 0,153; А – 0,077 В – 0,063						
2019	X06135В	2,40	2,87	2,84	1,73	2,46
	X06134В	1,81	1,59	1,86	1,76	1,75
	X785В	1,33	1,15	1,72	1,26	1,37
	X1010Б	0,74	0,82	0,73	0,57	0,71
	X1012Б	1,83	1,45	0,91	0,64	1,21
	XНАУ1133В	2,35	1,10	2,06	1,86	1,84
	Середнє по фактору В	1,74	1,50	1,69	1,30	
НІР <sub>05</sub> по фактору АВ – 0,120; А – 0,060; В – 0,049						
2020	X06135В	3,50	3,14	3,21	3,16	3,25
	X06134В	2,66	2,41	2,27	1,92	2,32
	X785В	2,58	2,14	2,50	2,16	2,34
	X1010Б	2,03	1,97	2,13	2,29	2,10
	X1012Б	2,83	2,84	3,47	3,47	3,15
	XНАУ1133В	3,00	2,61	2,97	2,51	2,77
	Середнє по фактору В	2,77	2,52	2,76	2,58	
НІР <sub>05</sub> по фактору АВ – 0,379; А – 0,190; В – 0,155						

### **3.2. Формування фотосинтетичної поверхні гібридів та сортів соняшнику під впливом регуляторів росту**

Як зазначає В. П. Коломацька, вегетативна поверхня гібридів є важливою ознакою, яка може бути реалізована лише за оптимальних умов, коли реакція гібриду відповідає екологічним умовам зони вирощування [224]. У порівнянні з батьківськими компонентами (лініями), гібриди формують набагато більшу площу та індекс листкової поверхні рослини, що є логічним, враховуючи прояв гетерозису у досліджуваних експериментальних гібридах.

Так за роки досліджень вплив регуляторів росту збільшував або зменшував площу листя в залежності від року або експериментального гібрида соняшнику.

В 2018–2019 роках досліджень збільшення площі листя у трилінійного експериментального гібрида Сх808А/Х1002Б×Х06135В відмічено на всіх регуляторах росту та становило у 2018 році в межах 215,8–227,9 см<sup>2</sup>, що більше контролю на 12–19 % (контроль 192,2 см<sup>2</sup>). У 2019 році площа листкової поверхні при застосуванні регуляторів росту становила 155,0–176,8 см<sup>2</sup>, що перевищувало контроль (135,8 см<sup>2</sup>) залежно від регулятора росту на 14–30 %. ІЛП даного гібриду збільшувався у 2018 році в межах 17–27 % (контроль 2,58 м<sup>2</sup>), у 2019 році збільшення було в залежності від регулятора росту на 14–34 % відповідно до представленого контролю.

Аналогічним збільшенням у 2018 та 2019 році вегетативної маси та ІЛП при застосуванні Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим характеризувалися експериментальні гібриди Сх1002А×ХНАУ1133В та Сх808А/Х1002Б×Х785В. Відповідно до отриманих польових даних площа листкової поверхні даних експериментальних гібридів збільшувалася при застосуванні регуляторів росту рослин у 2018 році в межах 1–10 % (173,7–185,4 см<sup>2</sup>) та ІЛП від 1 % до 15 % (2,44–2,77 см<sup>2</sup>) аналогічно до наведених контролів.



У 2019 році збільшення площі листя даних гібридів при застосуванні регуляторів росту становило від 12 % до 24 % (140,4–160,8 см<sup>2</sup>), ІЛП від 13 % до 26 % відповідно до представленого контролю.

В той час як, у 2020 році експериментальні гібриди Сх1002А×ХНАУ1133В, Сх808А/Х1002Б×Х785В формували меншу вегетативну поверхню листка при застосуванні регуляторів росту до 11 %, показники ІЛП зменшувалися при до 13 % відповідно до контролю. Винятком був гібрид Сх1002А×ХНАУ1133В у якого при застосуванні регулятору росту рослин Екостим ІЛП, підвищувався до 5 % (3,38 м<sup>2</sup>) (контроль 3,23 м<sup>2</sup>). Що можна обґрунтувати як і більш прохолодними умовами під час вегетації та більшою кількістю опадів в період сходи – формування зірочки (рис. 3.3).

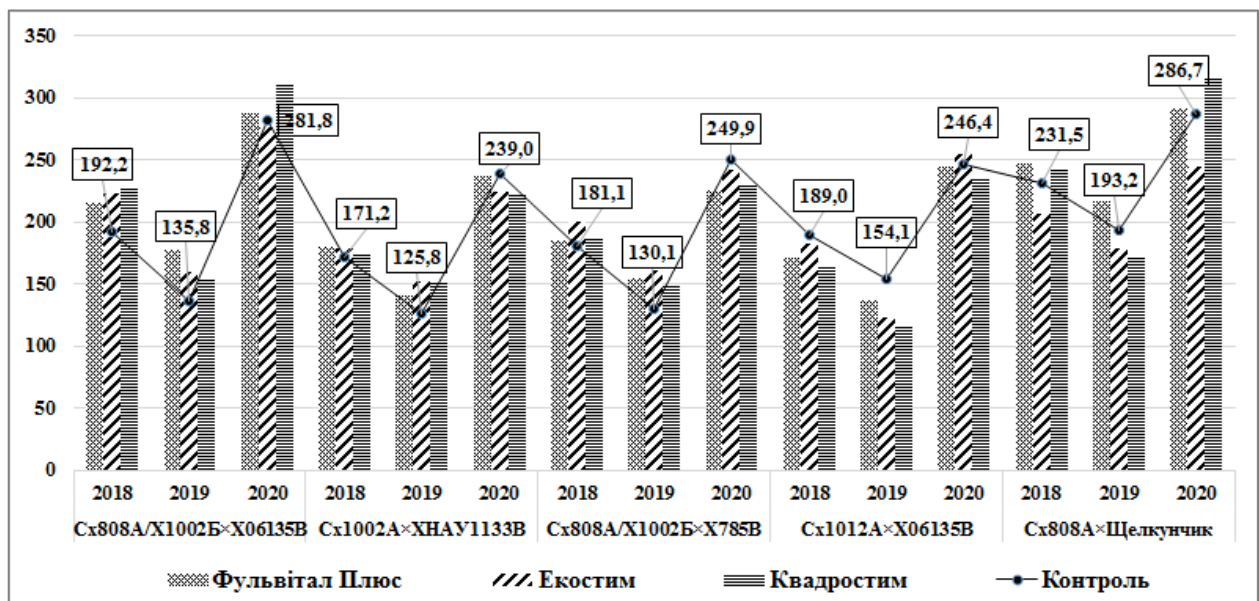


Рис. 3.3 Вплив регуляторів росту рослин на площу листка експериментальних гібридів соняшнику, 2018–2020 рр., см<sup>2</sup>

Для простого міжлінійного експериментального гібрида Сх1012А×Х06135В характерним було при застосуванні регуляторів росту зменшення площі листка та ІЛП протягом усіх років досліджень (2018–2020 рр).

Зокрема найбільш суттєвого впливу за площею листка мали препарати Фульвітал Плюс та Квадростим у 2018 році (164,5–171,3 см<sup>2</sup>), що на 10–15 % менше контролю (189,0 см<sup>2</sup>) та суттєвим при НІР<sub>005</sub>. ІЛП становив 2,26–2,32 м<sup>2</sup>, що є меншим до 13 % порівняно з контролем (2,56 м<sup>2</sup>). У 2019 році площа листя та ІЛП зменшувалася від 12 до 26 % відповідно до представленого контролю (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Формування індексу листкової поверхні експериментальних гібридів соняшнику під впливом регуляторів росту рослин, 2018–2020 рр.

Рік	Експериментальний гібрид (фактор А)	Індекс листкової поверхні, м <sup>2</sup>				Середнє по фактору А
		Варіант обробки (фактор В)				
		Контроль	Фульвітал Плюс	Екостим	Квадростим	
2018	Сх808А/Х1002Б×Х06135В	2,58	3,02	3,07	3,26	2,98
	Сх1002А×ХНАУ1133В	2,21	2,38	2,37	2,32	2,32
	Сх808А/Х1002Б×Х785В	2,42	2,44	2,77	2,56	2,55
	Сх1012А×Х06135В	2,56	2,26	2,52	2,32	2,41
	Сх808А×Щелкунчик	3,05	3,34	2,68	3,23	3,07
	Середнє по фактору В	2,56	2,69	2,68	2,74	
НІР <sub>05</sub>		АВ-0,18; А-0,09; В-0,08				
2019	Сх808А/Х1002Б×Х06135В	1,86	2,48	2,21	2,11	2,17
	Сх1002А×ХНАУ1133В	1,68	1,90	2,10	2,09	1,94
	Сх808А/Х1002Б×Х785В	1,83	2,13	2,31	2,03	2,07
	Сх1012А×Х06135В	2,00	1,79	1,60	1,59	1,74
	Сх808А×Щелкунчик	2,58	2,98	2,45	2,37	2,59
	Середнє по фактору В	1,99	2,26	2,13	2,04	
НІР <sub>05</sub>		АВ-0,13; А-0,06; В-0,06				
2020	Сх808А/Х1002Б×Х06135В	3,67	4,07	3,71	4,51	3,99
	Сх1002А×ХНАУ1133В	2,96	2,91	2,62	2,62	2,78
	Сх808А/Х1002Б×Х785В	3,23	2,97	3,38	3,17	3,19
	Сх1012А×Х06135В	3,52	3,25	3,66	3,40	3,46
	Сх808А×Щелкунчик	3,65	3,88	3,09	3,99	3,65
	Середнє по фактору В	3,41	3,42	3,29	3,54	
НІР <sub>05</sub>		АВ-0,22; А-0,11; В-0,10				

У лінійно-сортового експериментального гібрида Сх808А×Щелкунчик при застосуванні Екостиму, за всі роки дослідження, зафіксовано суттєве зменшення площі листкової поверхні від 8 % до 18 %, та ІЛП від 5 % до 18 % у порівнянні з контролем, залежно від умов року проведення дослідження.

Вплив регуляторів росту рослин на формування середньої площі листкової поверхні у сортів соняшнику варіював залежно від генотипу, умов року вирощування та регулятора росту рослин.

Зокрема встановлено, що найбільшого впливу було досягнуто при застосуванні Квадростиму. Так, у 2018 та 2020 роках при більшій кількості опадів в період вегетації досліджувані сорти соняшнику формували більшу площу листкової поверхні при обробці Квадростимом, що в середньому по досліді на 44,3 см<sup>2</sup> більше від необробленого контролю (282,6 см<sup>2</sup>) у 2018 році на 36,6 см<sup>2</sup> та у 2020 році (контроль 348,1 см<sup>2</sup>), що є достовірним при НІР<sub>05</sub>. Винятками були сорти Щелкунчик у якого в 2018 році площа листкової поверхні істотно зменшувалася на 50,4 см<sup>2</sup> відповідно до контролю 493,1 см<sup>2</sup> та сорту Мир у якого дана ознака зберігалася на рівні контролю 305,8 см<sup>2</sup> (рис. 3.4).

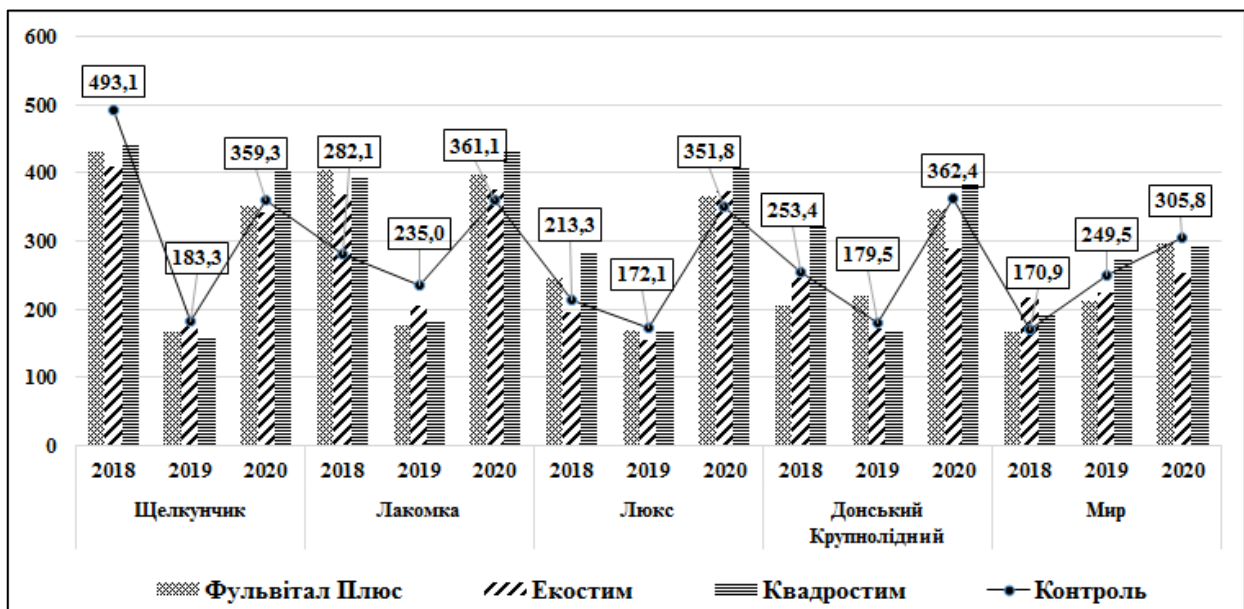


Рис. 3.4 Вплив регуляторів росту рослин на площу листка сортів соняшнику, 2018–2020 рр., см<sup>2</sup>

В середньому у 2018 та 2020 рр. застосування регуляторів росту Фульвітал Плюс та Екоцим на сортах не показало статистично вірогідного впливу на площу листової поверхні, спостерігалася індивідуальна реакція генотипу сортів. Так, наприклад у сорту Лакомка площа листової поверхні при застосуванні Фульвітал Плюс та Екоциму збільшувалася на 14,8 см<sup>2</sup> та до 123,1 см<sup>2</sup> (контроль відповідно 282,1 см<sup>2</sup> та 361,1 см<sup>2</sup>) залежно від року та регулятора росту рослин (вірогідно при НІР<sub>05</sub>).

У 2019 р. при високих середньодобових температурах повітря (24,8°C) та недостатньому зволоженні (15,2 мм) в червні при застосуванні регуляторів Фульвітал Плюс, Екоцим та Квадростим відмічалось суттєве зменшення площі листка так і ІЛП в середньому по досліді (вірогідно при НІР<sub>05</sub>), за винятком сорту Донський Крупноплідний, у якого відмічено збільшення листової поверхні на 40,6 см<sup>2</sup> та ІЛП на 0,46 м<sup>2</sup> при застосуванні Фульвітал Плюс (контроль 179,5 см<sup>2</sup> та 2,64 м<sup>2</sup> відповідно). Аналогічним було збільшення площі листка сорту олійного типу Мир при застосуванні регулятора Квадростим у даному році на 22,4 см<sup>2</sup> площі листя, ІЛП – 22,4 см<sup>2</sup>, відповідно до контролю 249,5 см<sup>2</sup> та 2,98 м<sup>2</sup>.

Проаналізувавши мінливість ознаки ІЛП, який прямо пропорційно залежить від площі та загальної кількості листків на рослині, за роки досліджень встановлено найбільш ефективну дію регулятора росту рослин Квадростим. Відповідно до площі листя, ІЛП також мав тенденцію до збільшення в середньому по досліді у 2018 та 2020 рр. досліджень. Показник ІЛП становив у 2018 р. – 4,62 м<sup>2</sup>, у 2020 р. 5,15 м<sup>2</sup> контроль 3,99 м<sup>2</sup> та 4,69 м<sup>2</sup> відповідно. Для 2019 р. характерним було зменшення ІЛП 2,54 м<sup>2</sup> при дії Квадростиму (контроль 2,70 м<sup>2</sup>) (табл.3.4).

Таблиця 3.4

Формування індексу листкової поверхні сортів соняшнику під впливом регуляторів росту рослин, 2018–2020 рр.

Рік	Назва сорту (фактор А)	Індекс листкової поверхні, м <sup>2</sup>				Середнє по фактору А
		Варіант обробки (фактор В)				
		Контроль	Фульвітал Плюс	Екостим	Квадро стим	
2018	Щелкунчик	7,05	6,34	5,96	6,45	6,45
	Лакомка	3,83	6,15	4,98	5,68	5,16
	Люкс	2,77	2,87	2,51	3,21	2,84
	Донський Крупноплідний	4,07	2,94	3,71	5,06	3,95
	Мир	2,25	2,28	3,01	2,68	2,56
	Середнє по фактору В	3,99	4,12	4,04	4,62	
НІР <sub>05</sub>		АВ–0,75; А–0,37; В–0,33				
2019	Щелкунчик	2,45	2,22	2,38	2,14	2,30
	Лакомка	3,25	2,47	2,88	2,67	2,82
	Люкс	2,20	2,34	2,10	2,28	2,23
	Донський Крупноплідний	2,64	3,10	2,34	2,19	2,57
	Мир	2,98	2,66	2,81	3,40	2,97
	Середнє по фактору В	2,70	2,56	2,50	2,54	
НІР <sub>05</sub>		АВ–0,10; А–0,05; В–0,04				
2020	Щелкунчик	4,49	4,47	4,70	5,17	4,71
	Лакомка	4,76	5,34	4,96	5,60	5,16
	Люкс	4,76	4,96	4,77	5,27	4,94
	Донський Крупноплідний	5,41	4,63	4,24	5,54	4,95
	Мир	4,02	3,75	3,35	4,15	3,82
	Середнє по фактору В	4,69	4,63	4,41	5,15	
НІР <sub>05</sub>		АВ–0,84; А–0,42; В–0,38				

### 3.3. Вплив регуляторів росту на висоту рослин соняшнику

Висота рослин соняшнику є важливою ознакою при формуванні урожайності. Дана ознака визначається великою кількістю рецесивних генів, що її контролюють [1]. Зокрема найбільш активний процес росту стебла соняшнику відмічається в період формування фази зірочки та цвітіння. Проте поряд з генетичним контролем даної ознаки значний вплив мають умови вирощування, технологічний стан ґрунту, ґрунтово-кліматичні умови та густота стояння. Втім думки вчених різняться, та не мають до цього часу якоїсь конкретики [225–227].

Між висотою та продуктивністю рослин є тісна кореляційна залежність ( $r \approx 0,80$ ), що також відмічено у наших дослідженнях на ділянках контролю в межах  $r = 0,73-0,80$  залежно від представлених генотипів. Тобто, високорослі форми формують більшу вегетативну поверхню рослини, мають більший діаметр кошику, що підвищує показники фотосинтетичної активності. Втім для селекційних форм карликового типу є характерним більш інтенсивне засвоєння сонячної радіації та менший виніс поживних речовин з ґрунту [228].

Під час проведення польових досліджень у 2018–2020 рр. по вивченню регуляторів Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим в середньому за роки не встановлено суттєвого впливу на висоту досліджуваних генотипів соняшнику, за винятком деяких випадків.

Так для стерильної лінії Сх1002А та материнського аналогу самозапильної лінії простого міжлінійного гібриду Сх808А/Х1002Б характерним було збільшення висоти в середньому за роки при застосуванні регуляторів Фульвітал Плюс та Екостим в межах 4–6 см відповідно до контролю. Застосування Квадростиму не мало суттєвого впливу, показники знаходились на рівні контролю для даних ліній 182 та 150 см відповідно. Для стерильних ліній Сх808А, Сх1010А та Сх1012А суттєвих змін за ознакою висоти при застосуванні регуляторів росту рослин в середньому за роки не відмічено. Показники знаходились в межах контролю  $\pm 1-2$  см (рис. 3.5).

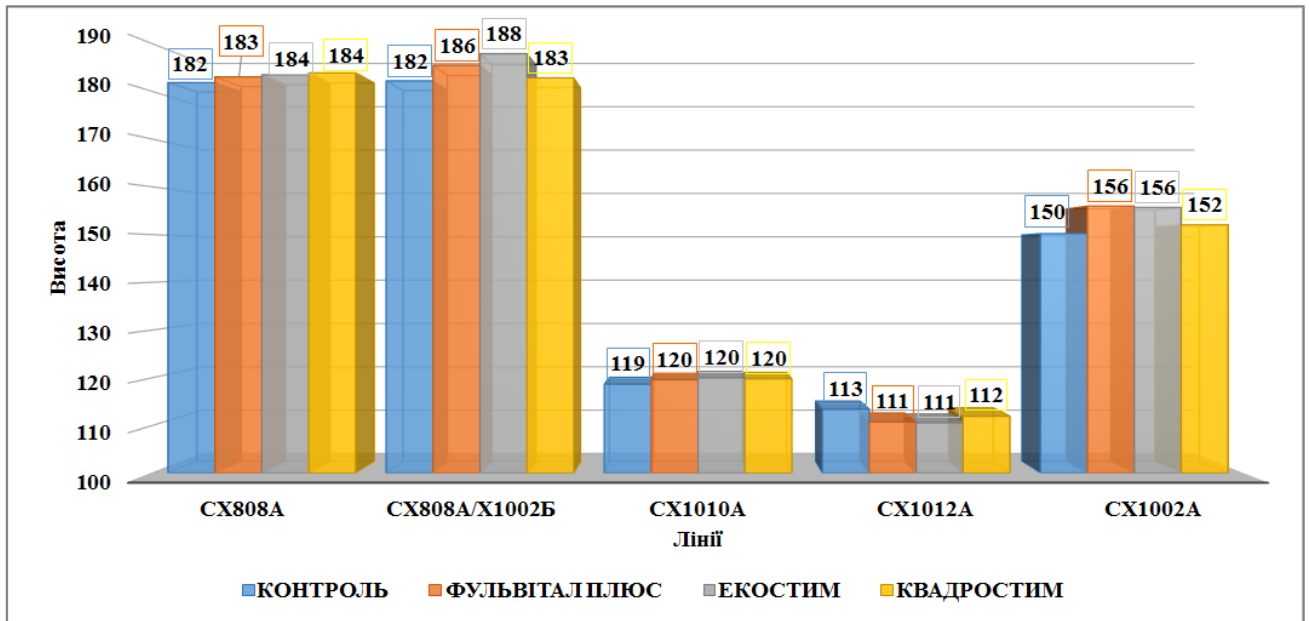


Рис. 3.5 Вплив регуляторів росту рослин на показник формування висоти рослин аналогів стерильних самоzapилених ліній соняшнику, середнє за 2018–2020 рр., см

На відміну від стерильних ліній, у яких спостерігалась стабільність даної ознаки, відновники фертильності пилку та закріплювачі стерильності характеризувалися більш суттєвим варіюванням за висотою, залежно від регулятора росту рослин. Так для сестринських ліній-відновників фертильності пилку X06134В та X06135В характерним було зменшення висоти рослин під впливом регуляторів росту (за винятком лінії X06135В при застосуванні Екостиму) в межах 2–6 см відповідно до контролю (рис. 3.6).

Для лінії відновника фертильності пилку X785В застосування регуляторів Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим дозволило підвищити висоту рослин в межах 3–4 см відповідно до контролю 139 см. Лінії-закріплювачі стерильності X1010Б та X1012Б в середньому за роки досліджень зберігали показники висоти рослин на рівні контролю незалежно від застосованого регулятора росту та в залежності від року могли варіювати від збільшення до зменшення висоти стебла (додаток Б.1).

Для лінії мутантного походження ХНАУ1133В характерним було збільшення висоти головного стебла при застосуванні Фульвітал Плюс в середньому на 2 см за роки досліджень (контроль 123 см), тоді як при застосуванні Екоциму та Квадростиму висота залишалася на рівні контролю та варіювала залежно від року.

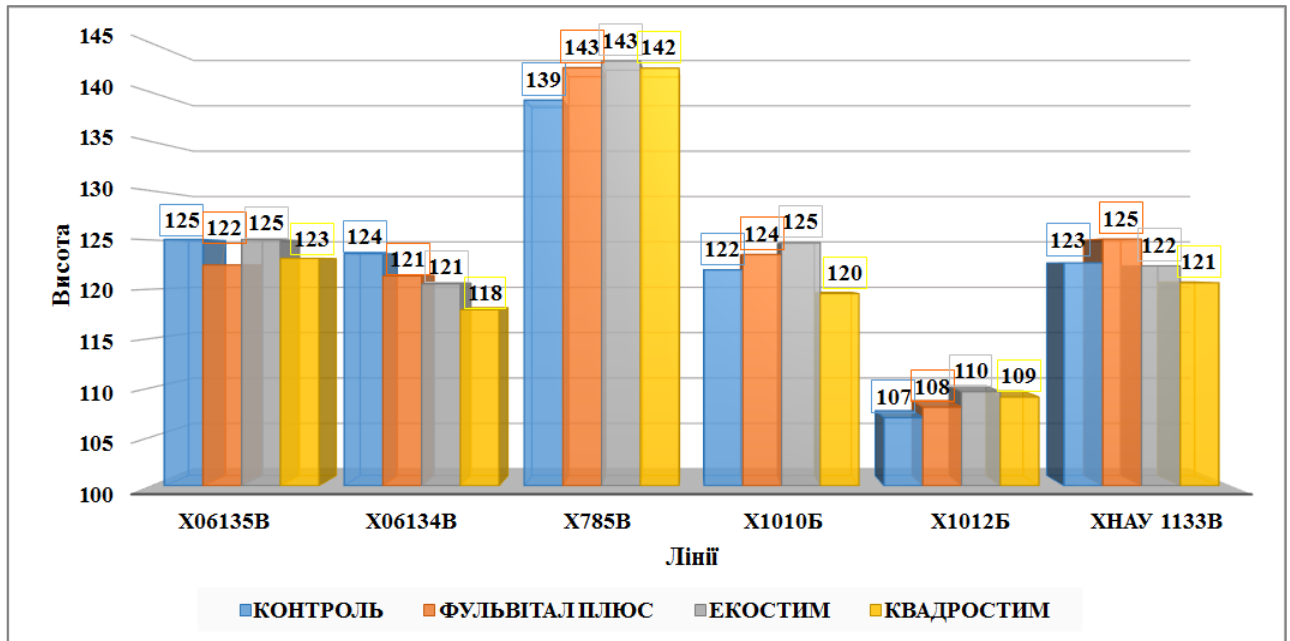


Рис. 3.6 Вплив регуляторів росту рослин на показник формування висоти рослин ліній-відновників фертильності пилку та ліній-закріплювачів стерильності соняшнику, середнє за 2018–2020 рр., см

Вплив регуляторів росту на досліджувані експериментальні гібриди соняшнику так само як і на їх батьківські компоненти варіював залежно від генотипу гібриду та року вирощування.

У трилінійного гібрида Сх808А/Х1002Б×Х06135В встановлено позитивний вплив регулятора Фульвітал Плюс. Підвищення висоти рослин в середньому за роки досліджень становило на рівні 5 см відповідно до контролю (183 см). Застосування Екоциму на даному гібриді дещо підвищувало висоту рослин в середньому на 2 см за роки досліджень відповідно до контролю.



Обприскування регулятором Квадростим за роки досліджень не мало суттєвого впливу за даною ознакою (рис. 3.7).

Застосування досліджуваних регуляторів росту на простому міжлінійному гібриді Сх1002А×ХНАУ1133В сприяло підвищенню висоти стебла в середньому за роки досліджень на 5–7 см, у порівнянні з контролем (166 см).

Висота рослин трилінійного гібрида Сх808А/Х1002Б×Х785В, під дією регуляторів росту, залишалася на рівні контролю (189 см), в той час як застосування регуляторів росту на простому міжлінійному гібриді Сх1012А×Х06135В сприяло зменшенню висоти на 2–5 см залежно від препарату, в середньому за роки, порівняно з контролем 180 см.

Застосування регулятора Фульвітал Плюс на лінійно-сортовому гібриді Сх808А×Щелкунчик збільшував висоту рослин до 8 см, у порівнянні із контролем (184 см), в середньому за роки досліджень.

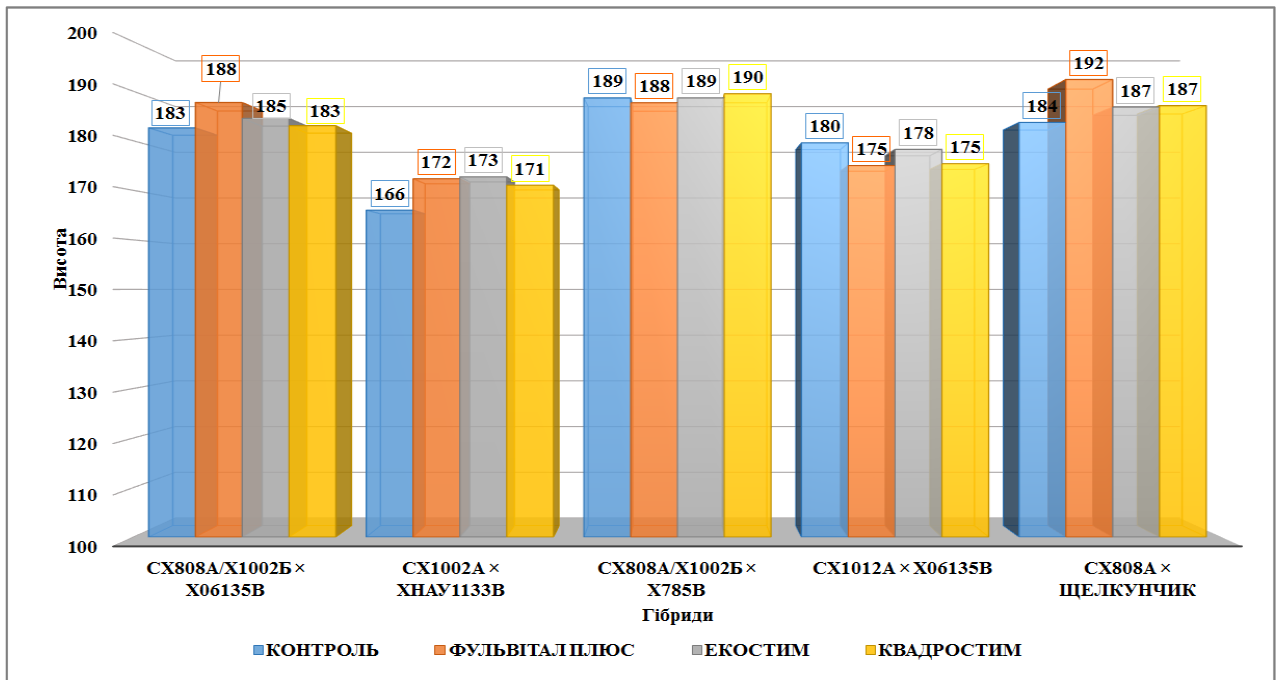


Рис. 3.7 Вплив регуляторів росту рослин на показник формування висоти рослин експериментальних гібридів соняшнику, середнє за 2018–2020 рр., см

У ході дослідження впливу регуляторів росту на сорти соняшнику встановлено позитивну динаміку збільшення висоти рослин у сортів Щелкунчик та Люкс в межах 4–13 см, при застосуванні Фульвітал Плюс в середньому за роки дослідження, порівняно з контролем. При цьому, препарати Екоцим та Квадростим суттєвого впливу на висоту даних сортів не мали, як і не було відмічено змін висоти у сорту Лакомка під дією регуляторів росту.

Реакція генотипу сорту Донський Крупноплідний на вплив регуляторів була неоднозначною: при застосуванні Фульвітал Плюс встановлено збільшення висоти рослин на 4 см, в середньому за роки досліджень, в той час, як застосування Екоциму та Квадростиму викликало суттєве зменшення висоти рослин на 6–7 см, порівняно з контролем (230 см).

Вплив регуляторів росту на сорт олійного типу Мир був пов'язаний із збільшенням висоти рослин на 3–7 см в середньому за роки дослідження, у порівнянні з контролем (180 см) (рис. 3.8, дод. Б.1).

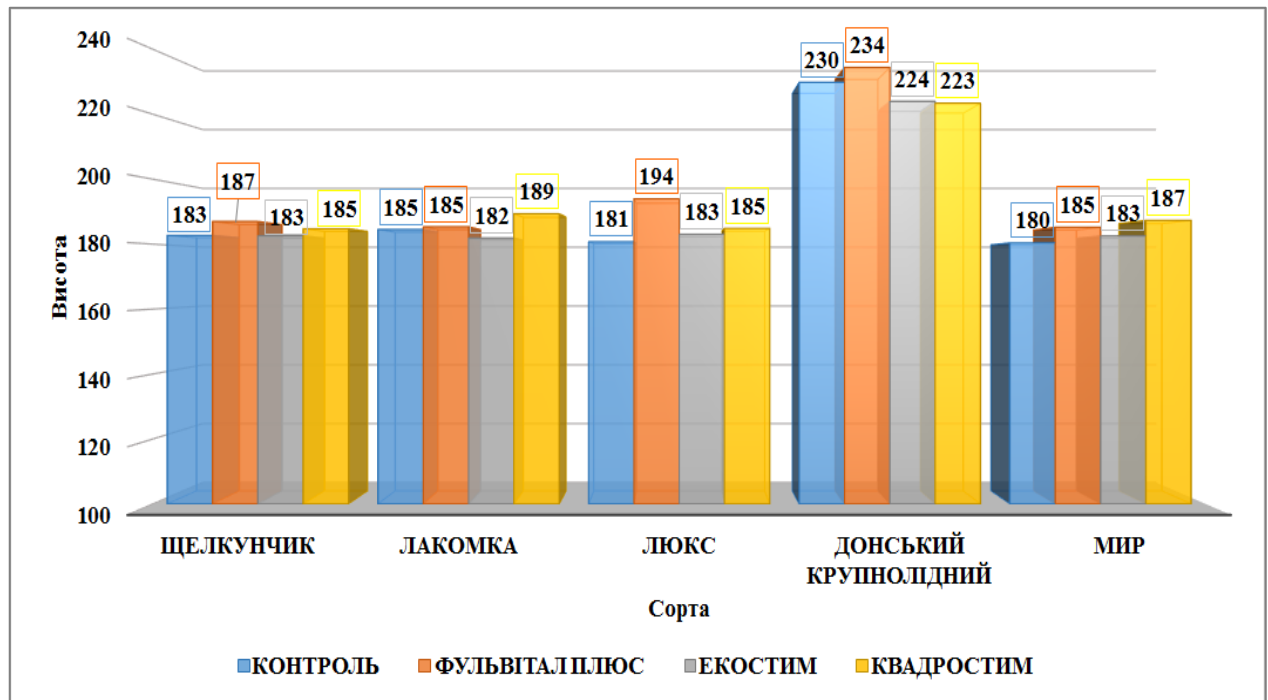


Рис. 3.8 Вплив регуляторів росту рослин на висоту рослин сортів соняшнику, середнє за 2018–2020 рр., см

### 3.4. Особливості впливу регуляторів росту рослин на відмирання листкової поверхні різних генотипів соняшнику

Відмирання листкової поверхні є незворотним процесом, що відбувається відразу після припинення цвітіння соняшнику. На 20 день після закінчення цвітіння рослини втрачають до 40 % вегетативної поверхні [20]. Встановлено, що площа вегетативної поверхні має тісний кореляційний зв'язок із продуктивністю, а відмирання листкової поверхні, згідно з дослідженнями К. М. Макляк, не залежить від висоти рослин та має слабку позитивну кореляційну залежність між періодом сходи – цвітіння [230, 231]. Процес формування кількості листків та надалі їх відмирання залежить від умов року вирощування та генотипу соняшнику.

Для стерильного аналогу лінії Сх808А, при застосуванні регуляторів росту характерним було збільшення кількості листків (29–30 шт), у порівнянні з контролем – 27 шт, при цьому співвідношення вегетуючих та сухих листків, на момент замірів було на одному рівні з контролем. Для материнської лінії стерильного гібрида Сх808А/Х1002Б відмічено формування загальної кількості листя на одному з контролем рівні  $28 \pm 1$  шт та суттєвого зменшення кількості сухого при застосуванні Квадростиму по роках досліджень та в середньому за роки  $14 \pm 1$  шт (контроль  $16 \pm 2$  шт). Стерильна лінія Сх1010А мала одні з найвищих показників відмирання листя на контролі 73 % від загальної кількості (27 шт) та підвищення даного показника при застосуванні регуляторів росту в межах 77–83 % до загальної кількості листя на рослині (26–28 шт).

Зменшення загальної кількості листків, при застосуванні регуляторів росту виявлено у лінії Сх1012А (23–24 шт) та Сх1002А (24–26 шт), у якої встановлено високу інтенсивність відмирання листків на рівні 71–74 %, залежно від регулятора росту (контроль 65 %) (в середньому за роки дослідження) (Рис.3.9).

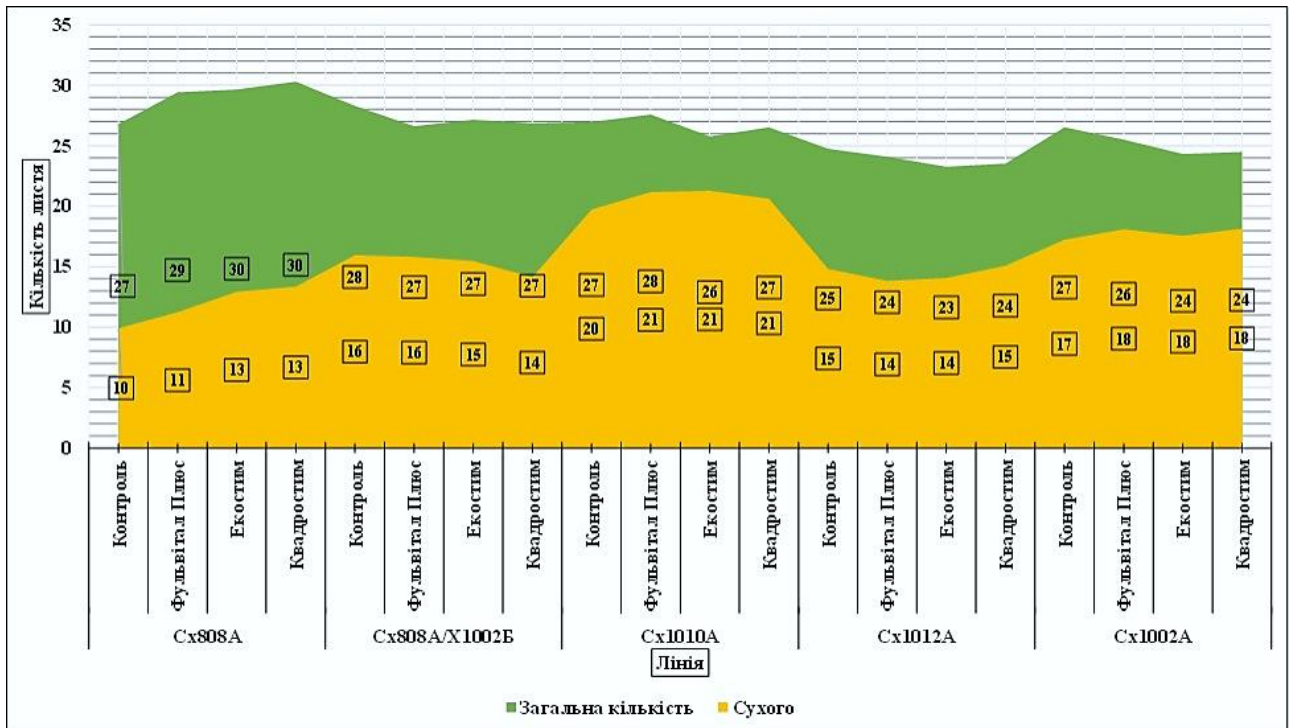


Рис. 3.9 Співвідношення сухого до загальної кількості листя на стерильних лініях соняшнику, середнє 2018–2020 рр., шт

Вплив регуляторів росту рослин серед ліній-відновників фертильності пилку та ліній-закріплювачів стерильності пилку залежав як від регулятора росту, генотипу лінії, року вирощування та взаємодії цих факторів між собою. Зокрема найвищими показниками облистяності характеризувалася лінія мутантного походження ХНАУ1133В, а найменшими лінії Х06134В та Х1012Б.

Встановлено, що при застосуванні Фульвітал Плюс, на всіх досліджуваних лініях співвідношення кількості сухих листків до зелених збільшувалося і становило в межах 53–74 %, залежно від генотипу (контроль 47–70 %). Загальна кількість листків при Фульвітал Плюс зменшувалась (23–29 шт) або могла залишатися на рівні контролю (24–32 шт). Зокрема прискорення відмирання листя при застосуванні Фульвітал Плюс може бути наслідком підвищення концентрації етилену в листі рослин, фітогормону який відповідає за процес старіння листя.

При застосуванні регулятора росту Екостим з ауксиновим комплексом суттєвих змін на лініях-відновниках фертильності пилку та лініях-закріплювачах фертильності пилку в облистяності та відмиранні листкової поверхні не було відмічено. Загальна кількість листя та його відмирання залежно від лінії і варіювали в межах контролю.

Застосування Квадростиму сприяло зменшенню в середньому за роки загальної кількості листя на 1–2 листка та разом з цим підвищувався відсоток сухого листя (49–73 %) на рослині у співвідношенні до загальної його кількості, порівняно з контролем майже на 3 % (рис. 3.10).

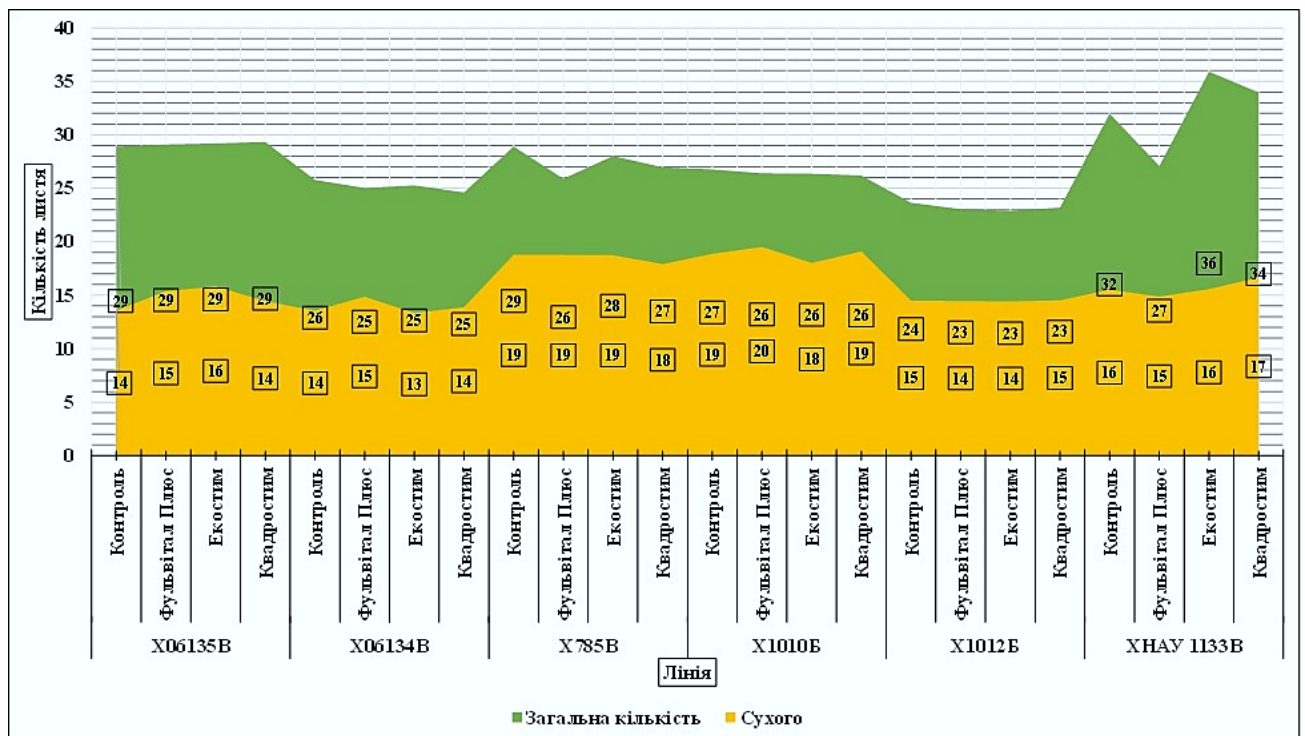


Рис. 3.10 Співвідношення сухого до загальної кількості листя на лініях-відновниках фертильності пилку та лініях-закріплювачах стерильності соняшнику, середнє 2018–2020 рр., шт

Облистяність експериментальних гібридів в середньому за роки знаходилась в межах 27–30 листків на рослині, що співпадає з вказаними

Marinković i Škorić даними по кількості листків у гібридів F<sub>1</sub> [232]. Суттєвих змін в середньому за роки при застосуванні регуляторів росту по обох ознаках не було відмічено, та були в межах контролю 27±2,0–29±1,1 загальної кількості листків та сухих 17±0,7–18±2,4 (рис.3.11).

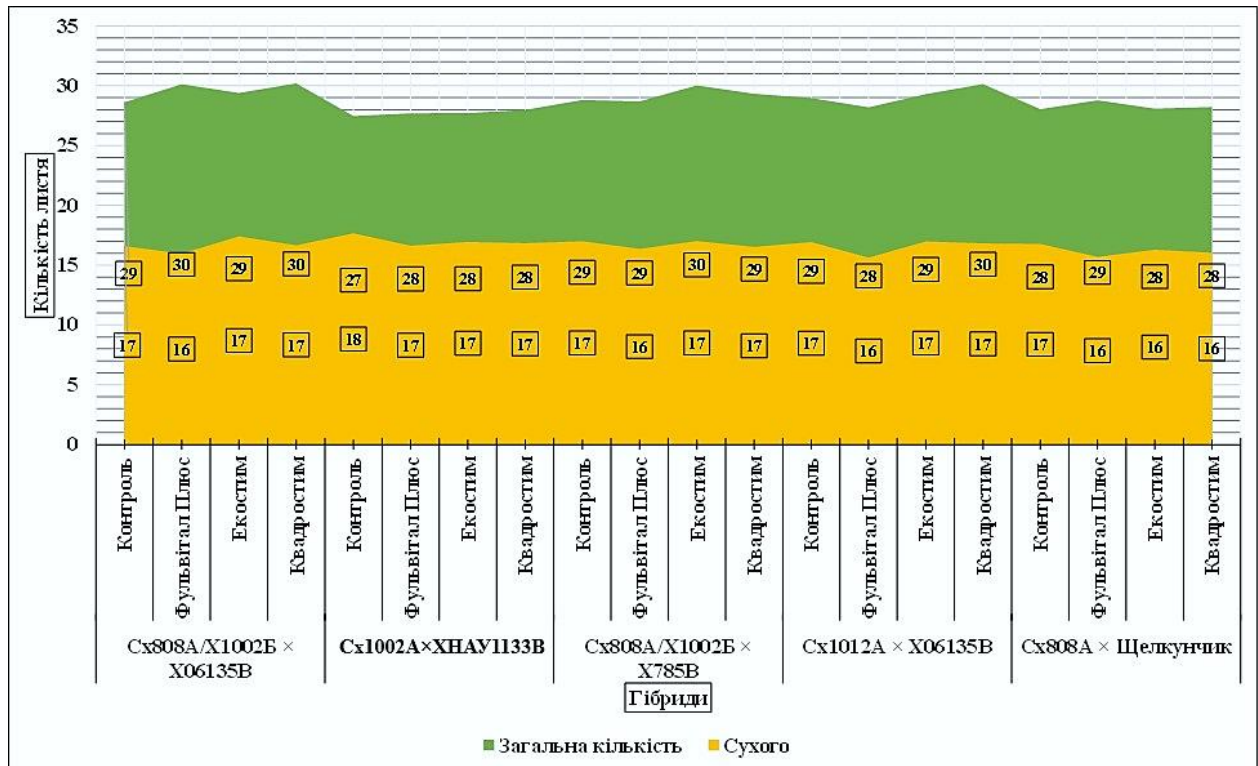


Рис. 3.11 Співвідношення сухого до загальної кількості листя на експериментальних гібридах соняшнику, середнє 2018–2020 рр., шт

Відмирання листкової поверхні після цвітіння сортів соняшнику в першу чергу залежало від сортових особливостей рослин. Так сорти кондитерського напрямку використання Щелкунчик і Лакомка характеризувалися ознаками кількості листя сухого та загального незалежно від регулятора росту в межах 29–30 шт та 16–17 шт листків в середньому за роки досліджень. Для сорту Люкс характерним було швидке відмирання листкової поверхні на ділянці контролю до 72 % (загального листя 28 шт, сухого 20 шт). В той час як при застосуванні регуляторів Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим процес відмирання листя

сповільнювався та на 30 день проведення замірів складав 59–61 % до загальної облистяності рослин. Аналогічною була і реакція сорту олійного напряму використання Мир, відсоток сухого листа на рослині при застосуванні регуляторів росту мав тенденцію до зменшення та становив 60–63 % на рослині (контроль 77 %) (рис. 3.12, дод. Б.2, Б.3).

Для сорту Донський Крупноплідний характерною була тенденція до зменшення загальної кількості листа при застосуванні регуляторів росту 30–31 листок (контроль 32 шт). Разом з цим і збільшувався відсоток сухого листа до його загальної кількості в межах 55–60 % (контроль 50 %).

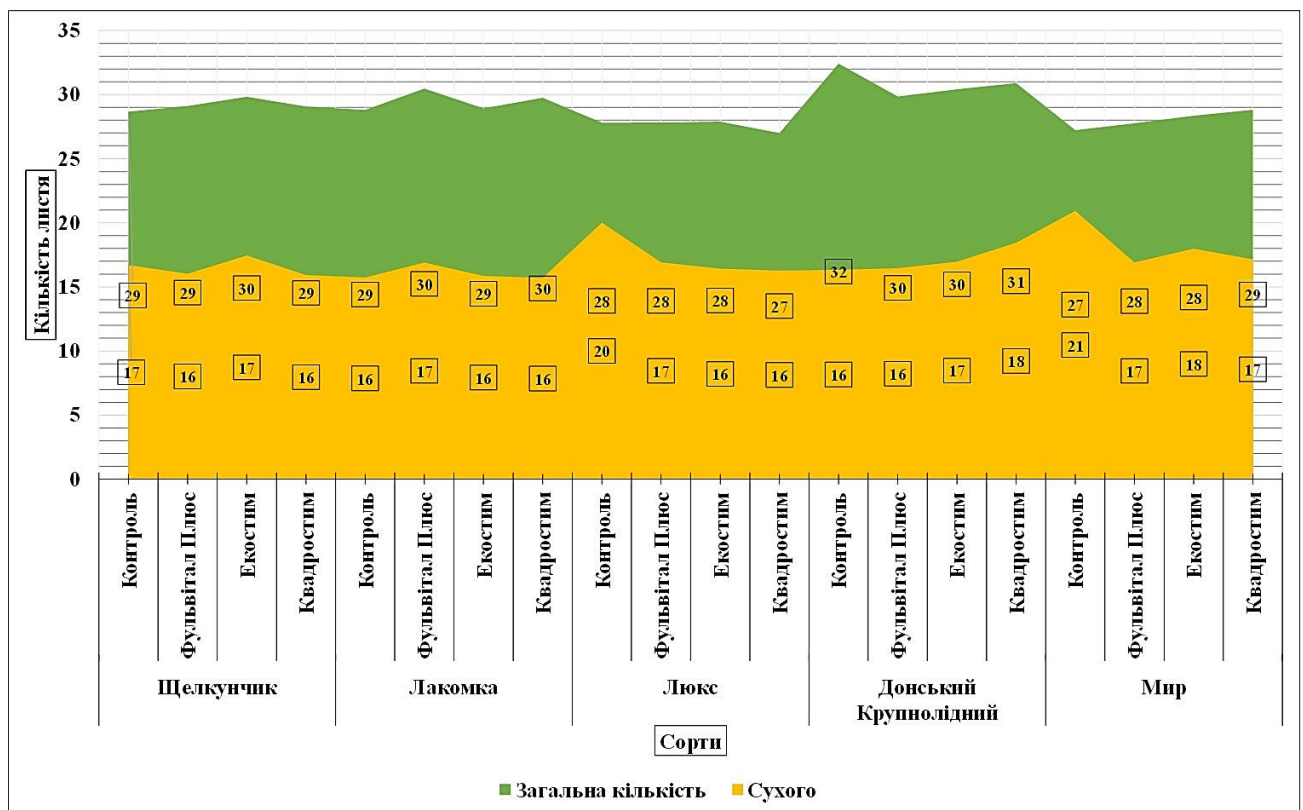


Рис. 3.12 Співвідношення сухого до загальної кількості листа на сортах соняшнику, середнє 2018–2020 рр., шт



### 3.5. Кореляційна залежність досліджуваних ознак самозапилених ліній та їх зміни при застосуванні регуляторів росту рослин

Згідно отриманих польових даних та проведеного кореляційного аналізу встановлено залежності між ознаками та їх зміни при застосуванні регуляторів Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим.

Відомо, що при формуванні урожайності маса 1000 насінин та продуктивність рослини має досить тісну кореляційну залежність. Проведеними розрахунками встановлено, що кореляційна залежність даних ознак становила  $r=0.77$  для контролю, зменшувалась при Фульвітал Плюс  $r=0,67$ , що можна обґрунтувати можливим зменшенням виповненості насіння при даному регуляторі та при застосуванні Екостиму і Квадростиму залишалася без змін ( $r=0,77-0,80$ ).

При дослідженні ознак, що є головними для формування продуктивності рослини встановлено, що на ділянках без застосування регуляторів росту була позитивна висока та середня кореляційна залежність ознак вегетативної поверхні (довжина, ширина листя його кількість та висота стебла,) в межах  $r=0.57-0.88$ . Так встановлено, що лінії не оброблені регуляторами росту мають суттєву від'ємну кореляційну залежність продуктивності з натурою насіння ( $r=-0,55$ ) та кількості сухого листя на рослині після цвітіння ( $r=-0,95$ ).

В той час як, застосування регуляторів росту суттєвого зменшило фактор впливу кількості сухого листя на продуктивність та залежно від препарату становило від  $r=-0,30$  до  $r=-0,57$ , а натура насіння мала позитивну кореляційну залежність за даною ознакою  $r=0,51-0,58$ .

Встановлено, що ознака маса 1000 насінин кореляційному аналізі на ділянках самозапилених ліній соняшнику без застосування регуляторів росту, мала позитивну залежність ( $r= 0,60-0,93$ ) даної ознаки з площею листової



поверхні (ширина та довжина листа). В той час як при застосуванні регуляторів кореляційні залежності між лінійними розмірами листа не встановлені, втім суттєва кореляційна залежність відмічена між ознакою маса 1000 насінин з висотою та розміром кошику, залежно від регулятора росту і ознаки варіювала в межах  $r=0,62-0,76$ .

Зміни в кореляційній залежності можна обґрунтувати тим, що регулятори росту сприяли швидшому накопиченню поживних речовин рослиною та асимілянтів. Що було достатнім для формування структурних елементів урожайності та нівелювати залежність продуктивності рослини від вегетативної поверхні після цвітіння.

Зокрема, таке припущення підтверджується і високими показниками позитивної кореляційної залежності ознак висоти та кількості листа ( $r=0,74$ ) на лініях без обробітку регуляторами росту та суттєвої від'ємної кореляції ( $r=-0,81$ ) між ознаками висота – кількість сухого листа. В той час як на лініях, оброблених регуляторами росту, спостерігалось зменшення кореляційної залежності між ознаками висота – загальна кількість листа в межах  $r=0,20-0,40$  та між висотою і кількістю сухого листа на рослині  $r=-0,13-(-0,27)$ .

Важливими змінами показників характеризувалась досить маловивчена ознака довжини черешка. На ділянках ліній без застосування регуляторів росту довжина черешка та його кореляційна залежність з ним була статистично незначною, а при застосуванні регуляторів росту відмічено зростання кореляційної залежності між ознакою продуктивності залежно від регулятора росту в межах  $r=0,54-0,66$  та з ознакою висоти рослин  $r=0,71-0,82$  (табл. 3.5; 3.6; 3.7; 3.8, дод. Б.4).

Таблиця 3.5

Кореляційна залежність ознак самозапиленних ліній соняшнику (контроль), середнє за 2018–2020 рр.

№	Ознака	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Продуктивність, г	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	Маса 1000, г	0,77**	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3	Натура, г/л	-0,55	0,10	1	–	–	–	–	–	–	–	–
4	Вміст олії, %	-0,01	0,53	0,69*	1	–	–	–	–	–	–	–
5	Діаметр кошика, см	0,04	-0,46	-0,78**	-0,66*	1	–	–	–	–	–	–
6	Висота рослин, см	0,73*	0,53	-0,31	0,11	-0,33	1	–	–	–	–	–
7	Кількість листя, шт	0,53	0,20	-0,40	-0,46	-0,18	0,74**	1	–	–	–	–
8	К-ть сухого листя, шт	-0,95**	-0,55	0,72*	0,21	-0,17	-0,81**	-0,66*	1	–	–	–
9	Довжина листя, см	0,88**	0,60*	-0,66*	-0,05	0,41	0,40	0,14	-0,81**	1	–	–
10	Ширина листя, см	0,75**	0,93**	-0,03	0,56	-0,21	0,40	-0,05	-0,54	0,76**	1	–
11	Довжина черешка, см	-0,04	-0,25	-0,33	0,19	0,44	0,06	-0,43	-0,08	0,24	0,05	1

Примітка: \*значення вірогідно при  $P>0,05$ , \*\* значення вірогідно при  $P>0,01$ 

Таблиця 3.6

Кореляційна залежність ознак самозапиленних ліній соняшнику (Фульвітал Плюс), середнє за 2018–2020 рр.

№	Ознака	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Продуктивність, г	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	Маса 1000, г	0,67*	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3	Натура, г/л	0,51	0,21	1	–	–	–	–	–	–	–	–
4	Вміст олії, %	0,71*	0,20	0,65*	1	–	–	–	–	–	–	–
5	Діаметр кошика, см	0,77**	0,75**	0,23	0,23	1	–	–	–	–	–	–
6	Висота рослин, см	0,79**	0,64*	0,39	0,68*	0,47	1	–	–	–	–	–
7	Кількість листя, шт	0,48	0,60*	0,17	0,26	0,18	0,45	1	–	–	–	–
8	К-ть сухого листя, шт	-0,43	0,20	-0,38	-0,67*	-0,11	-0,21	-0,04	1	–	–	–
9	Довжина листя, см	0,61*	0,00	0,27	0,56	0,29	0,53	0,25	-0,66*	1	–	–
10	Ширина листя, см	0,74**	0,23	0,40	0,55	0,63*	0,51	0,17	-0,71*	0,87*	1	–
11	Довжина черешка, см	0,57	0,43	0,39	0,31	0,30	0,71*	0,56	-0,07	0,63*	0,51	1

Примітка: \*значення вірогідно при  $P>0,05$ , \*\* значення вірогідно при  $P>0,01$

Таблиця 3.7

Кореляційна залежність ознак самозапилених ліній соняшнику (Екостим), середнє за 2018–2020 рр.

№	Ознака	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Продуктивність, г	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	Маса 1000, г	0,80**	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3	Натура, г/л	0,58	0,48	1	–	–	–	–	–	–	–	–
4	Вміст олії, %	0,76**	0,43	0,62*	1	–	–	–	–	–	–	–
5	Діаметр кошика, см	0,75**	0,76**	0,33	0,31	1	–	–	–	–	–	–
6	Висота рослин, см	0,79**	0,62*	0,41	0,68*	0,56	1	–	–	–	–	–
7	Кількість листя, шт	0,09	0,01	-0,24	0,24	-0,36	0,20	1	–	–	–	–
8	К-ть сухого листя, шт	-0,30	0,23	-0,32	-0,55	-0,05	-0,13	-0,04	1	–	–	–
9	Довжина листя, см	0,58	0,08	0,06	0,51	0,42	0,52	0,06	-0,60*	1	–	–
10	Ширина листя, см	0,75**	0,36	0,23	0,53	0,68*	0,49	-0,09	-0,60*	0,90**	1	–
11	Довжина черешка, см	0,54	0,32	0,43	0,41	0,21	0,75**	0,15	-0,05	0,45	0,33	

Примітка: \*значення вірогідно при  $P>0,05$ , \*\* значення вірогідно при  $P>0,01$ 

Таблиця 3.8

Кореляційна залежність ознак самозапилених ліній соняшнику (Квадростим), середнє за 2018–2020 рр.

№	Ознака	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Продуктивність, г	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	Маса 1000, г	0,77**	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3	Натура, г/л	0,51	0,39	1	–	–	–	–	–	–	–	–
4	Вміст олії, %	0,76**	0,41	0,57	1	–	–	–	–	–	–	–
5	Діаметр кошика, см	0,70*	0,71*	0,24	0,24	1	–	–	–	–	–	–
6	Висота рослин, см	0,83**	0,63*	0,32	0,63*	0,53	1	–	–	–	–	–
7	Кількість листя, шт	0,18	0,20	-0,26	0,31	-0,36	0,25	1	–	–	–	–
8	К-ть сухого листя, шт	-0,56	0,02	-0,47	-0,74**	-0,11	-0,27	-0,05	1	–	–	–
9	Довжина листя, см	0,80**	0,30	0,18	0,68*	0,41	0,72*	0,25	-0,74**	1	–	–
10	Ширина листя, см	0,93**	0,58	0,42	0,68*	0,64*	0,75**	0,14	-0,67*	0,87**	1	–
11	Довжина черешка, см	0,66*	0,45	0,35	0,42	0,25	0,82**	0,26	-0,27	0,67*	0,58	

Примітка: \*значення вірогідно при  $P>0,05$ , \*\* значення вірогідно при  $P>0,01$

### Висновки до розділу 3

1. Встановлено, що у більшості вивчених ліній обробка регуляторами росту знижувала ІЛП та площу листа. Особливо зменшення ІЛП відмічено при застосуванні Квадростиму за роки досліджень у стерильного аналогу лінії Сх1002А в межах 1,43–2,95 м<sup>2</sup> (контроль 1,74–3,10 м<sup>2</sup>), лінії відновника фертильності пилку Х06135В в межах 1,73–3,16 м<sup>2</sup> (контроль 2,40–3,50 м<sup>2</sup>) та простого стерильного експериментального гібриду на основі даної лінії Сх1012А×Х06135В зменшення ІЛП становило в межах 1,59–3,40 м<sup>2</sup> (контроль 2,00–3,52 м<sup>2</sup>), що статистично вірогідно при НІР<sub>05</sub>.

2. Вплив регулятора росту рослин Фульвітал Плюс на різні генотипи був індивідуальним та сприяв зниженню ІЛП у лінії Х785В в межах 1,15–2,14 м<sup>2</sup> порівняно з контролем 1,33–2,58 м<sup>2</sup>, лінії ХНАУ1133В 1,10–2,61 м<sup>2</sup> (контроль 2,12–3,00 м<sup>2</sup>). На стерильних аналогах ліній застосування Фульвітал Плюс зберігало ІЛП в середньому по фактору В (регулятор росту) на рівні контролю з незначною мінливістю за роки досліджень в межах 2,02–3,01 м<sup>2</sup> відповідно до контролю 1,84–3,04 м<sup>2</sup>.

3. Встановлено, що застосування Фульвітал Плюс на окремих генотипах сприяло збільшенню ІЛП протягом усіх років досліджень (2018–2020 рр.). Так, для трилінійного гібриду Сх808А/Х1002Б×Х06135В, показник ІЛП становив в межах 2,48–4,07 м<sup>2</sup> (контроль 1,86–3,67 м<sup>2</sup>), лінійно-сортового гібриду Сх808А×Щелкунчик 2,98–3,88 м<sup>2</sup> (контроль 2,58–3,65 м<sup>2</sup>) та сорту Люкс 2,34–4,96 м<sup>2</sup> (контроль 2,20–4,76 м<sup>2</sup>) при статистичній вірогідності НІР<sub>05</sub>.

4. Застосування Фульвітал Плюс мало суттєвий вплив на висоту рослин самозапиленого аналогу стерильної лінії Сх1002А та сприяло її збільшенню на 6 см, в середньому за роки дослідження, а також на збільшення висоти на 4 см у фертильних ліній – Х785В, Х1010Б та ХНАУ1133В (вірогідно при НІР<sub>05</sub>).

5. Встановлено, що кількість листя та його відмирання на 30 день після цвітіння має досить строгий генетичний контроль. Застосування регуляторів

Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим не мало суттєвого впливу на облистяність рослин. Загальна кількість листя за роки досліджень не перевищувала 32 листків на рослині, за винятками ліній (ХНАУ1133В) соняшнику яким притаманне галуження стебла. Загалом генетичний контроль даної ознаки суттєво проявляється на експериментальних гібридах соняшнику. Кількість листя має чітко виражені рівні в межах 27–30 листків на рослині.

6. Встановлено позитивну кореляційну залежність між ознаками діаметру кошика та продуктивністю при застосуванні регуляторів росту рослин в межах  $r=0.70-0.77$ . Відмічено зміни кореляційних взаємозв'язків між показником маси 1000 насінин та діаметру кошику з формуванням позитивної кореляційної залежності (в межах  $r=0,71-0,76$ ), порівняно з від'ємною для контролю ( $r= -0,46$ ).

## РОЗДІЛ 4. МІНЛИВІСТЬ ЖИТТЄЗДАТНОСТІ ПИЛКУ ФЕРТИЛЬНИХ ЛІНІЙ СОНЯШНИКУ ПІД ДІЄЮ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН

У літературних джерелах описано близько 50 морфологічних ознак родини *Helianthus*. Більше того, за рахунок походження від поліморфного роду різноманіття ознак стосується також пилку соняшнику. Kovacik і Skaloud згадують таку ознаку як «білий пилко» і його контроль рецесивним геном, також описані гени успадкування «світлого забарвлення пилку» [233, 234]. Вивченням такого пилку займаються науковці з Інституту олійних культур НААН України, де створена колекція ліній та гібридів на їх основі [235].

Зрілі пилкові зерна соняшнику мають чітко виражений вкритий шипами спорополненін та присутність капель «жовтої речовини», що згідно різних досліджень дає реакцію при гістохімічному аналізі на присутність жирів. Хоча деякі автори відносять її до окремого не вивченого класу речовин (рис. 4.1) [236].

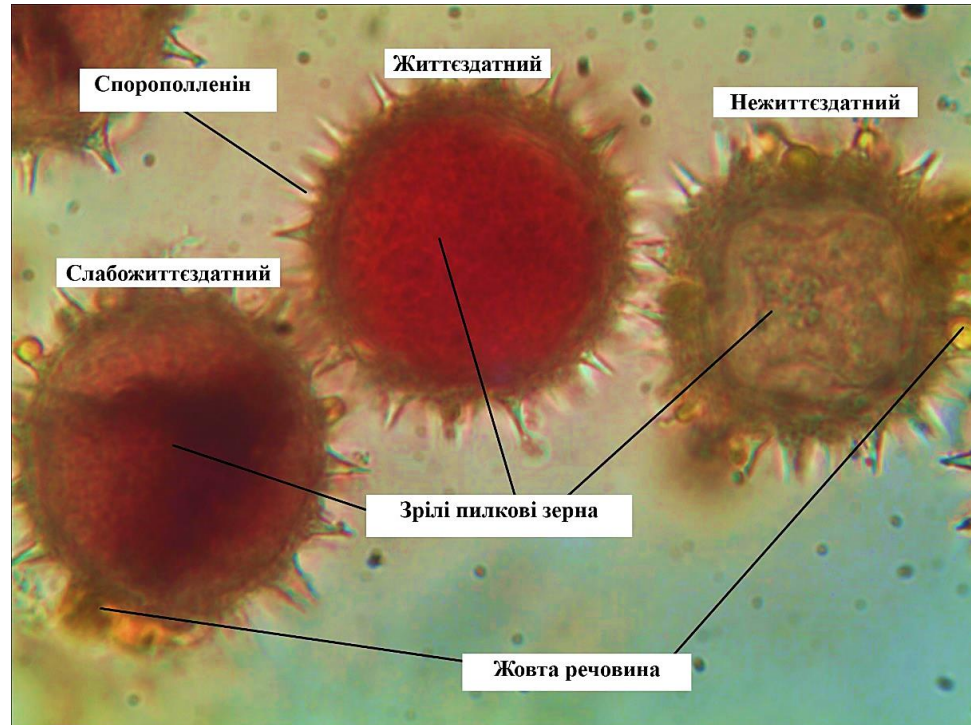


Рис. 4.1 Пилко соняшнику забарвлений 1 % розчином тетразолу при 1000× кратному збільшенні

Життєздатність пилку є характеристиками, що важливі як для селекції так і для насінництва. Так, Wonsiu у своєму дослідженні відзначає залежність життєздатності пилку від біотичних та абіотичних факторів, що мали вплив на досліджувані гібриди соняшнику [237]. Зокрема генетичний аналіз термостійкості пилку соняшнику за життєздатністю дозволяє відбирати найбільш корисні генотипи соняшнику [238]. Були важливими дослідження, проведені Макляк і Минець та ін. [239, 240] з вивчення термостійкості та життєздатності пилку інбредних ліній соняшнику. Зокрема в їх дослідженнях проведених раніше були залучені лінії, що використовувалися в наших дослідах з вивчення регуляторів росту, а саме X06134В, X06135В та X1010Б. Це дало можливість попередньо оцінити особливості даних ліній за життєздатністю та продуктивністю пилку.

Продуктування пилку рослинами є складним фізіологічним процесом, що включає в себе мейотичні фази мікроспорогенезу та вплив на них температури та відносної вологості повітря. Зокрема, вплив погодних умов на рівень життєздатності та пилкоутворення вивчали Astiz і Hernández на гібридах соняшнику [241, 242]. Ними відмічено, що найкращі показники життєздатності пилку були відмічені при відносній вологості повітря в 57 % та температурі повітря в межах 26 °С. Кожен вид рослин має індивідуальні особливості формування пилку, зокрема для виду *Brachypodium distachyon* оптимальною є температура 24–28 °С, як повідомляє Harsant et al. підвищення температури понад 32 °С призводить до загибелі пилку, що в результаті призводить до зниження продуктивності [243]. Більшість дослідників вважають розвиток аномалій пилку, до якого відносять нежиттєздатний пилочок або з дефектами розвитку, є прямим фактором впливу навколишнього середовища [244, 245, 246].

Аналізуючи літературні джерела, пов'язані з вивченням пилку, можна дійти висновків, що температура повітря в межах 24–28 °С і вологістю повітря

50–70 % є оптимальною. При чому ці показники характерні не лише для соняшнику, а також для інших видів як: *Juniperus communis L.*, *Pinus sibirica*, *Scrophulariaceae Juss.*, *Chaenomeles Lindl* [247–250] та інші.

В Україні та світі існує недостатня кількість результатів досліджень присвячених впливу синтетичних регуляторів росту на пилки соняшнику. Досить широко розкрито питання впливу рослинних гормонів на проростання пилку в умовах *in vitro*. Так, у своїх роботах А. В. Павлов та ін., досить наглядно описує дію різних фітогормонів на проростання пилку і його життєздатність [251, 252]. Зокрема наводить різні джерела, в яких представлено позитивний ефект впливу гібереліну, абсцизової кислоти на проростання пилку. В своїх дослідженнях він наводить ефект підвищення проростання пилку яблуні при дії кінетину в поєднанні з індолілолійною кислотою на 30 % більше ніж контроль. Але в жодному з досліджень не аналізували дію фітогормонів на сам процес формування пилку.

Для того, щоб зрозуміти ефект впливу досліджуваних регуляторів росту Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим слід більш детально розібрати їх діючі речовини. Так, в препаратах Фульвітал Плюс та Квадростим наявні фульвові кислоти та лігногумат калію, що входять до переліку гумінових сполук. Основною функцією яких є підвищення засвоєння мікроелементів, вони є сильними антиоксидантами, які підвищують адаптивність рослин та приймають участь в процесі дихання клітин [253, 254].

Життєздатність пилку є важливим фактором, що обумовлює успішність протікання процесу запилення. Зміни життєздатності пилку можуть бути обумовлені як, живленням рослин, погодними умовами, змінами протікання фізіологічних процесів в рослині та ін.

За результатами дослідження встановлено, що вплив регуляторів росту Фульвітал Плюс, Екостим і Квадростим на формування та розвиток пилку



залежав від генотипу ліній самозапилених соняшнику. Так, у результаті обробки лінії X06135В регулятором Екостим встановлено суттєве підвищення життєздатності пилку на 9,2 % та зменшення кількості нежиттєздатного пилку до 19,0 % (у контролю 27,4 %), в середньому за роки дослідження.

У лінії-відновника фертильності пилку X06134В не виявлено суттєвого впливу на життєздатність пилку, при обробці рослин регуляторами росту Фульвітал Плюс та Квадростим, яка становила 65,9 % та 68,6 % відповідно, порівняно з контролем 68,1 %. При обробці регулятором Екостим встановлено суттєвий вплив на зменшення кількості життєздатного – 51,7 % та збільшення кількості нежиттєздатного пилку – 33,0 % (контроль 68,1 %, 16,3 % відповідно). Фракція слабожиттєздатного пилку (15,4 %) варіювала в межах контролю 15,6 %. Також, слід відзначити, що така кількість не життєздатного пилку у даної лінії при обробці регулятором Екостим є максимальною порівняно з іншими дослідженими лініями.

Лінія X785В характеризувалася підвищенням життєздатності пилку при обробці регулятором росту Фульвітал Плюс (67,6 %), відповідно до контролю 64,6 %. Також, у даного генотипу лінії відмічено найнижчі показники нежиттєздатного пилку (11,7 %) серед досліджуваних ліній та регуляторів росту рослин. При застосуванні регуляторів росту Екостим та Квадростим зафіксовано зниження життєздатності пилку соняшнику в межах 4,0–9,1 % залежно від регулятору росту, порівняно з контролем (рис.5.2.).

Зокрема висока життєздатність пилку самозапилених ліній соняшнику дозволить підвищувати пилкове навантаження на ділянках гібридизації та зав'язуваністю насіння. Більше продукування пилку батьківськими формами, може дозволити змінювати схеми розмноження гібридів зі зменшенням посіву ліній відновників фертильності пилку та відповідно збільшення площі материнської форми з підвищенням виходу насіння гібридів  $F_1$  з одиниці площі.

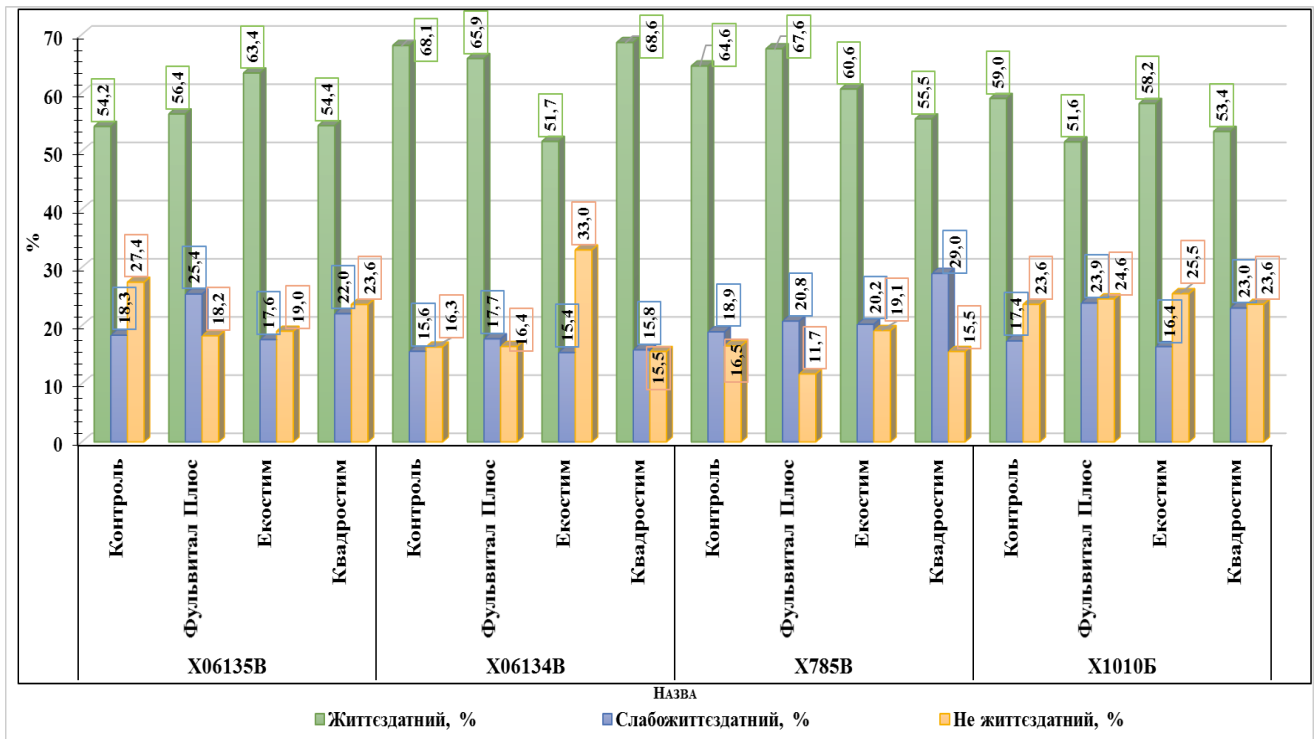


Рис. 4.2 Вплив регуляторів росту рослин на фракційний склад життєздатності пилку ліній соняшнику, середнє за 2019–2020 рр., %

У досліджуваній лінії носія гена ( $Rf_1$ ) закріплювача стерильності X1010B при обробці регулятором росту Фульвітал Плюс та Квадростим відмічене зниження відсотку життєздатності пилку (51,6–53,4 %), що відповідно менше від контролю на 5,6–7,4 %. При цьому показники нежиттєздатного пилку для даної лінії варіювали в межах контролю 23,6–25,5 % незалежно від регулятора росту.

Скористуємося ієрархічним алгоритмом класифікації принципу «ближнього сусіда» (рис. 4.3). В якості відстані між об'єктами візьмемо звичайну евклідову відстань. Також, слід відзначити, що під номерами 1–4 знаходяться контрольні варіанти та відповідно рослини оброблені регуляторами росту під номерами 5–8 Фульвітал Плюс, 9–12 Екостим та 13–16 Квадростим. Порядок ліній послідовний (X06135B, X06134B, X785B та X1010B).

Згідно матриці відстаней відмітили, що об'єкти 4 та 13 (X1010B контроль та X06135B Квадростим) є найбільш близькими  $P_{4;13}=0$ , тому, були об'єднані в один

кластер. В результаті було виділено 15 кластерів  $S_1, S_2, S_3, S_{4,13}, S_5, S_6, S_7, S_8, S_9, S_{10}, S_{11}, S_{12}, S_{14}, S_{15}, S_{16}$ . При наступному формуванні матриці відстаней кластери  $S_{4,13}$  та  $S_{16}$  були об'єднані як, найбільш близькі ( $P_{4;13,16}=0$ ). В наступних етапах відбулося об'єднання кластерів  $S_{14}$  та  $S_{15}$  ( $P_{14;15}=0$ ),  $S_3$  та  $S_6$  ( $P_{3;6}=0,14$ ) і т.д.

В кінцевому варіанті нами було виділено 3 окремих кластера  $S_{1,4,13,16,8,12}, S_{2,3,6,14,15,5,9,11,7}$  та  $S_{10}$ . Окремим кластером ( $S_{10}$ ) виділено лінію X06134В при обробці регулятором росту Екостим ( $P_{10}=5,37$ ).

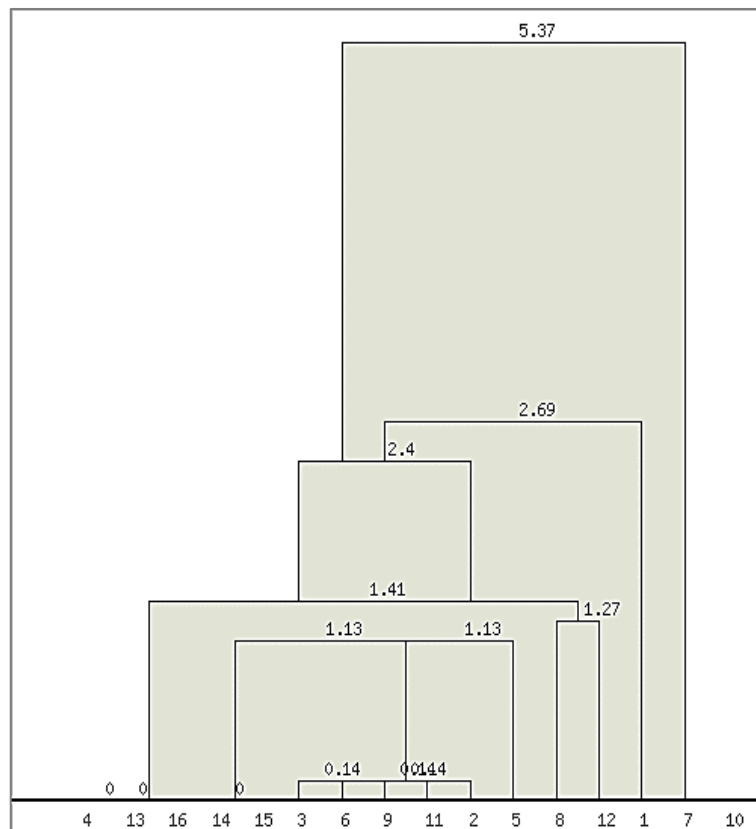


Рис. 4.3 Дендрограма залежності нежиттєздатного пилку ліній соняшнику залежно від регулятора росту.

За результатами кореляційного аналізу встановлено суттєвий вплив мінімальних і максимальних середньодобових температур та вологості повітря на утворення нежиттєздатного пилку.

Відповідно до отриманих даних відмічено, що вплив вологості повітря для даного регіону вирощування фертильних ліній соняшнику залежно від року має кореляційні показники які змінюються залежно від року та регулятора росту.

Встановлено, що підвищення вологості має позитивну кореляційну залежність для утворення нежиттєздатного пилку на ділянці контролю за всі роки досліджень ( $r=0.27$  та  $r=0,61$ ). В той час як при застосуванні регуляторів росту гумінового походження Фульвітал Плюс та Квадростим у більш засушливий 2019 рік кореляційні взаємозв'язки суттєво підвищувались ( $r=0,48-0,49$  при вірогідності  $P_{0,05}$ ). Разом з цим відмічено, що підвищення середньодобових температур повітря сприяє зменшенню нежиттєздатного пилку з даними регуляторами росту в межах кореляції від  $r=-0,49$  до  $r=-0,60$  (контроль  $r=-0,15$ ).

У 2020 році суттєвою від'ємною кореляційною залежністю ( $r=-0,58$ ) відмічено взаємозв'язок мінімальних температур повітря в момент спорогенезу на утворення нежиттєздатного пилку, при застосуванні регулятора росту Квадростим. Зокрема зменшення не життєздатного пилку та відповідно підвищення його життєздатності є можливим наслідком підвищення в пилку захисних фітогормонів, так як брасиностероїди та жасмонати.

Зокрема у більш прохолодний та вологіший 2020 рік досліджень вологість повітря мала суттєву кореляційну позитивну залежність на контролі ( $r=0,61$ ), а підвищення максимальних середньодобових температур сприяло зменшенню не життєздатного пилку. Решта досліджуваних показників в тому числі і при застосуванні регуляторів росту мали відносно слабку кореляційну залежність в межах від  $r=-0,32$  до  $r=0,29$  (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Кореляційна залежність впливу вологості, максимальних та мінімальних температур повітря на утворення нежиттєздатного пилку

Варіант обробки	Вплив умов навколишнього середовища					
	2019			2020		
	Вологість повітря	t°C, min	t°C, max	Вологість повітря	t°C, min	t°C, max
Контроль	0,27	0,00	-0,15	0,61**	-0,16	-0,56**
Фульвітал	0,49*	-0,29	-0,49*	-0,05	-0,18	-0,32
Плюс						
Екостим	-0,17	-0,29	-0,05	-0,11	-0,22	-0,04
Квадростим	0,48*	-0,16	-0,60**	0,29	-0,58**	-0,18

\* кореляційна залежність достовірна при  $P_{0,05}$ ; \*\* вірогідно при  $P_{0,01}$

#### Висновки до розділу 4

1. Встановлено, що застосування регулятора росту Екостим позитивно впливало на підвищення життєздатності пилкових зерен лінії відновника фертильності пилку Х06135В. В середньому за роки даний показник був на рівні 63,4 % порівняно з контролем 54,2 %, що може бути наслідком підвищення в рослинах даного генотипу гормонів групи жасмонатів, які безпосередньо приймають участь в процесах спорогенезу та життєздатності пилку. В той час як для лінії Х06134В при даному регуляторі характерним був високий відсоток формування нежиттєздатного пилку 33,0 % (контроль 16,3 %), що було підтверджено проведеним кластерним аналізом.

2. Відмічено, що застосування регулятора росту Фульвітал Плюс на лініях відновника фертильності пилку Х06135В та Х785В мало тенденцію до зменшення кількості нежиттєздатного пилку 11,7–18,2 % (контроль 16,5–27,4 % відповідно) та збільшення відсотку слабожиттєздатного за роки досліджень на рівні 20,8–25,4 % порівняно з контролем 18,3–18,9 %.

## **РОЗДІЛ 5. МІНЛИВІСТЬ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ УРОЖАЙНОСТІ СОНЯШНИКУ ПІД ВПЛИВОМ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН**

В основі одержання насіння гетерозисних гібридів соняшнику лежить схрещування батьківських компонентів (самозапилених ліній), для яких характерна низька насіннева продуктивність, обумовлена інбредною депресією [255]. Вивчаючи інбредну депресію В. К. Морозов встановив, що зниження продуктивності рослин при інцухті може продовжуватися аж до повної стерильності ліній соняшнику або зі зниженням її до 15 % [64, 256]. Незважаючи на те, що спроби вирішення проблеми зниження продуктивності при інбредній депресії ведуться близько 100 років та до цього часу вона залишається не вирішеною.

Спираючись на досить широкі дослідження, в Україні та світі, пов'язаних з використанням регуляторів росту рослин, як природного так і синтетичного походження, тематика їх дослідження залишається важливою та актуальною. Цьому передуює як широке їх різноманіття, що постійно збільшується в реєстрі так і перелік діючих речовин, які входять до їх складу. Зокрема, при застосуванні регуляторів росту рослин можна згідно різних досліджень досягти до 30 % підвищення урожайності у сприятливих умовах, коли генотип рослини може себе максимально реалізувати [257–259].

### **5.1. Підвищення рівня господарських ознак під дією регуляторів росту рослин**

Згідно польових досліджень проведених в період 2018–2020 рр., регулятори росту мали індивідуальний вплив на досліджувані генотипи соняшнику. Так вплив досліджуваних препаратів залежав від генотипу лінії, ґрунтово-кліматичних умов на момент обробки та під час вегетації, адаптивності

досліджуваних ліній, експериментальних гібридів і сортів до несприятливих умов та діючої речовини регуляторів росту рослин.

В цілому Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим мали позитивний вплив на ознаку продуктивності кошика, масу 1000 насінин та натуре насіння всіх стерильних ліній соняшнику, окрім лінії Сх1010А, продуктивність кошика якої була меншою при обробці Квадростимом і становила 16,2 г, порівняно з контролем 17,0 г та материнського аналогу простого стерильного гібриду Сх808А/Х1002Б – 48,8 г, порівняно з контролем 53,5 г в середньому за роки досліджень. Істотний позитивний вплив регуляторів росту Екостим та Квадростим встановлено на продуктивність лінії Сх808А за показником продуктивності кошику – 65,6 г та 66,4 г відповідно, що на 13,5–14,9 % вище контролю 57,7 г, масу 1000 насінин – 66,5–66,7 г (контроль 58,3 г) та натуре насіння – 392–397 г/л (контроль 378 г/л) відповідно, що підтверджується проведенням багатофакторним дисперсійним аналізом (табл. 5.1, дод. В.1).

Спираючись на результати багатофакторного дисперсійного аналізу встановлено суттєвий вплив Фульвітал Плюс та Квадростиму на формування натуре насіння у простого стерильного гібриду Сх808А/Х1002Б яка коливалася в межах 393–394 г/л для даних регуляторів росту, що на 5,6–5,9 % відповідно більше контролю (372 г/л). Встановлено позитивний вплив препаратів Екостим та Квадростим на масу 1000 насінин у лінії Сх1010А в межах 59,4–60,1 г (контроль 51,8 г) відповідно в межах даних регуляторів росту рослин.

Слід відмітити позитивний вплив досліджуваних препаратів на лінію Сх1002А: продуктивність – 19,7–21,4 г (на 27,1–38,1 % вище за контроль – 15,5 г), маса 1000 насінин варіювала в межах 40,0–47,1 г (контроль 37,8 г), натура насіння коливалася в межах 288–293 г/л (контроль 254 г/л). Кореляційно-регресійний аналіз вказує на високу залежність показників продуктивність – натура насіння  $r=0,88$  (коефіцієнт детермінації  $r^2=0,77$ ), продуктивність – маса

1000 насінин  $r=0,79$  (коефіцієнт детермінації  $r^2=0,62$ ), при цьому взаємозв'язок між ознаками натура і маса 1000 знаходився на середньому рівні  $r=0,62$  (коефіцієнт детермінації  $r^2=0,38$ ) та підвищувався для всіх представлених ознак до  $r=0,99$  при обробці регуляторами росту рослин.

В цілому регулятори росту рослин мали вплив на формування та підвищення продуктивності в межах 0,7–38,1 % порівняно з контролем та залежно від регулятора росту та генотипу. Слід відмітити, що найбільшого позитивного впливу досягнуто на лініях Сх808А та Сх1002А. Дані лінії характеризуються високою посухостійкістю, адаптивністю до несприятливих умов в цілому та стійкістю до основних хвороб. Ці чинники є одними з ключових, від яких залежало формування продуктивного потенціалу рослин.

За результатами дисперсійного аналізу встановлено, що вплив генотипу (фактор А) на стерильні лінії соняшнику є ключовим при формуванні продуктивності з рослини (82,9 %), маси 1000 насінин (70,6 %) та натури насіння (65,4 %), що вірогідно при  $F_{05}$ . Вплив року вирощування на формування даних досліджуваних показників (фактор В) був в межах 2,5–3,0 % для продуктивності та маси 1000 насінин і 9,1 % для формування натури насіння стерильних самоzapилених ліній (вірогідно при  $F_{05}$ ) (рис. 5.1).

Вплив регуляторів росту Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим на формування елементів структури урожаю становив 1,9 % для показника продуктивності кошику, 5,7 % – маси 1000 насінин та 2,6 % – натура насіння (всі значення статистично вірогідні при  $F_{05}$ ).

Взаємозв'язок факторів АВ (лінія – рік вирощування) мав досить суттєвий вплив на формування ознак та варіював в межах 8,5–13,7 %. Взаємозв'язок між факторами ВС, АС та АВС варіював залежно від ознаки в межах 0,8–2,8 %, що є достовірним при  $F_{05}$ .



Таблиця 5.1

Продуктивність, маса 1000 насінин та натура насіння стерильних аналогів самозапилених ліній соняшнику,  
середнє за 2018–2020 рр.

Лінії	Варіант обробки	Продуктивність, г		Маса 1000 насінин, г		Натура, г/л	
		Середнє за роки	Середнє по фактору А	Середнє за роки	Середнє по фактору А	Середнє за роки	Середнє по фактору А
Сx808А	Контроль	57,8	63,2	58,3	63,3	378	389
	Фульвітал Плюс	62,9		61,8		387	
	Екостим	66,4		66,7		397	
	Квадростим	65,6		66,5		392	
Сx1010А	Контроль	17,0	17,5	51,8	56,7	339	347
	Фульвітал Плюс	18,1		55,5		351	
	Екостим	19,0		59,4		347	
	Квадростим	16,2		60,1		352	
Сx1012А	Контроль	20,1	23,8	39,2	42,4	337	336
	Фульвітал Плюс	25,2		42,0		332	
	Екостим	25,6		44,4		325	
	Квадростим	24,3		43,8		349	
Сx1002А	Контроль	15,5	19,3	37,8	42,1	254	283
	Фульвітал Плюс	20,7		47,1		293	
	Екостим	21,4		43,6		288	
	Квадростим	19,7		40,0		298	

<i>Продовження таб. 5.1</i>							
Сх808А/ Х1002Б	Контроль	53,5	52,9	54,6	57,7	372	384
	Фульвітал Плюс	53,9		54,7		393	
	Екостим	48,8		56,6		377	
	Квадростим	55,6		64,7		394	
Середнє по фактору В							
			34,1		49,7		369
			27,8		50,4		327
			31,0		57,2		347
Середнє по фактору С							
			32,8		48,3		336
			36,2		52,2		351
			36,2		54,1		347
			36,3		55,0		357
			1,0		1,2		4,0
			0,8		1,1		3,5
			1,0		1,2		4,0

Примітка: фактор А – генотип; фактор В – рік вирощування; фактор С – регулятор росту рослин

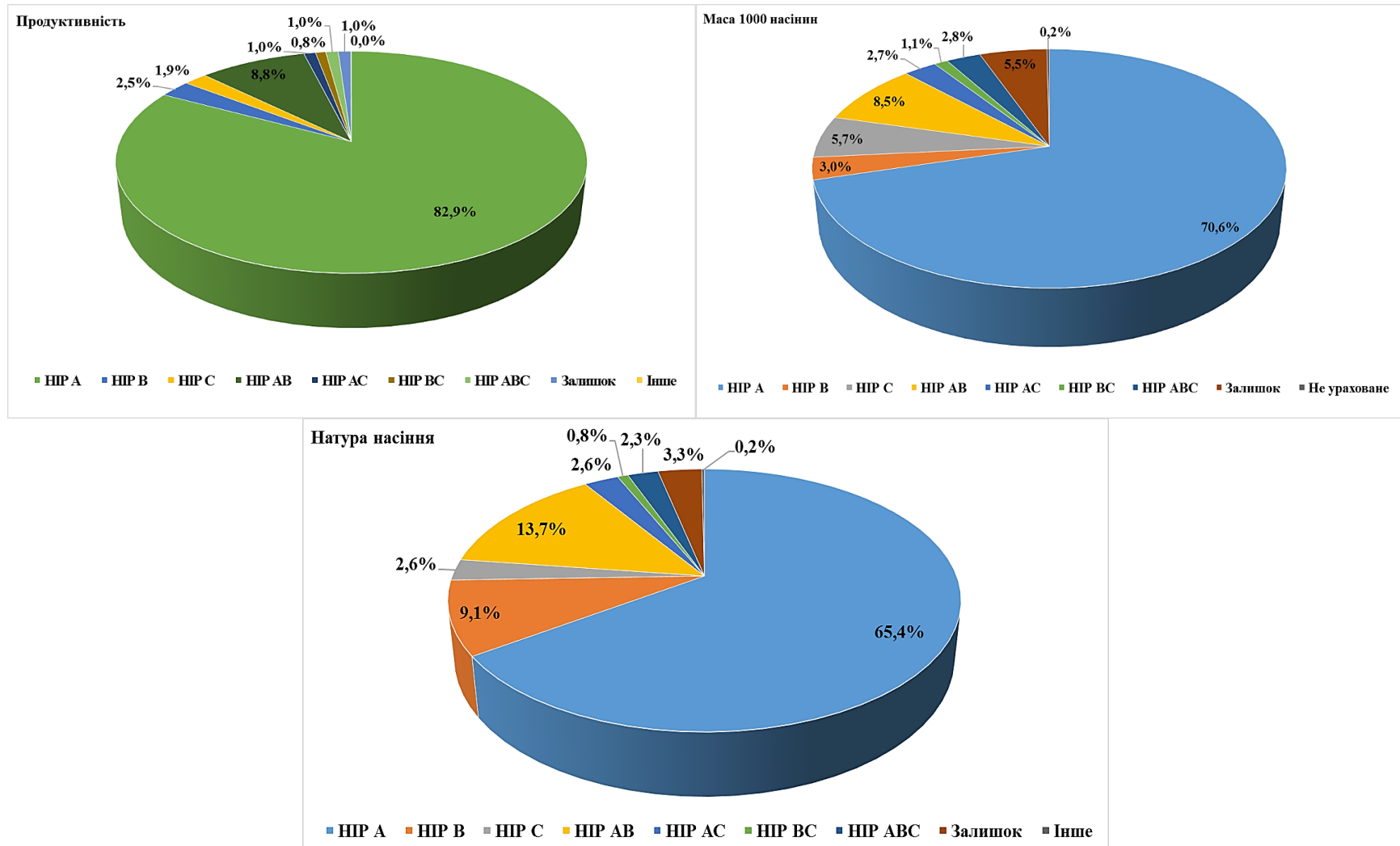


Рис. 5.1 Дисперсійний аналіз впливу факторів на формування показників продуктивності, маси 1000 та натури насіння стерильних ліній соняшнику, середнє 2018–2020 рр., %

Примітка: фактор А – лінія; фактор В – рік вирощування; фактор С – регулятори росту рослин (всі значення вірогідні при  $F_{05}$ )

Вплив регуляторів росту рослин на лінії-закріплювачі стерильності соняшнику залежав від їх генотипу. Суттєвий вплив регуляторів росту на продуктивність з кошику відмічено у лінії X1012Б при застосуванні Фульвітал Плюс – 21,9 г, Екостиму – 19,3 г та Квадростиму – 23,5 г (контроль 18,9 г), що становить прибавку в межах 3,0–24,4 % відповідно. Слід відмітити індивідуальну реакцію на дію регулятора Квадростим на лінії X1010Б та її стерильного аналогу Сх1010А (таб. 5.1). Продуктивність кошику зменшувалась на 2,1–4,6 % порівняно з контролем (в обох випадках) але при цьому збільшувалась маса 1000 насінин на 1,5–16 % та натура на 4,0–9,2 %. Для даної лінії відмічено позитивний вплив регуляторів росту Фульвітал Плюс за продуктивністю кошика 17,1 г та Екостиму 16,7 г порівняно з необробленим контролем.

Ознака маса 1000 насінин збільшувалася при застосуванні усіх досліджуваних регуляторів росту у лінії X1012Б в межах 39,5–44,4 г порівняно з контролем 34,0 г. Натура насіння даної лінії мала суттєве збільшення лише при застосуванні Квадростиму – 337 г/л (контроль 323 г/л), що підтверджується проведеним дисперсійним аналізом (НІР<sub>05</sub>).

Маса 1000 насінин лінії-закріплювача стерильності соняшнику X1010Б мала суттєве збільшення при застосуванні регулятора Фульвітал Плюс 53,6 г, порівняно з контролем 50,8 г (вірогідно при НІР<sub>05</sub>). Натура насіння характеризувалася її зменшенням при застосуванні Фульвітал Плюс 315 г/л та збільшення на ділянках застосування Екостиму та Квадростиму в межах 337–356 г/л в середньому за роки, порівняно з контролем 326 г/л (вірогідно при НІР<sub>05</sub>) (табл. 5.2, Дод. В.2).

Таблиця 5.2

Продуктивність, маса 1000 насінин та натура ліній закріплювачів стерильності соняшнику,  
середнє за 2018–2020 рр.

Лінії	Варіант обробки	Продуктивність, г		Маса 1000 насінин, г		Натура, г/л	
		Середнє за роки	Середнє по фактору А	Середнє за роки	Середнє по фактору А	Середнє за роки	Середнє по фактору А
X1012Б	Контроль	18,9	20,9	34,0	40,1	323	326
	Фульвітал Плюс	21,9		39,5		329	
	Екостим	19,3		42,3		316	
	Квадростим	23,5		44,4		337	
X1010Б	Контроль	14,7	15,7	50,8	50,7	326	333
	Фульвітал Плюс	17,1		53,6		315	
	Екостим	16,7		46,9		337	
	Квадростим	14,4		51,6		356	
Середнє по фактору В	2018 рік	23,0		46,7		355	
	2019 рік	14,4		42,2		319	
	2020 рік	17,5		47,2		316	
Середнє по фактору С	Контроль	16,8		42,4		325	
	Фульвітал Плюс	19,5		46,5		322	
	Екостим	18,0		44,6		327	
	Квадростим	19,0		48,0		347	
	НІР <sub>05</sub> А	0,7		1,3		3,7	
	НІР <sub>05</sub> В	0,9		1,6		4,6	
	НІР <sub>05</sub> С	1,1		1,8		5,3	

Примітка: фактор А – генотип; фактор В – рік вирощування; фактор С – регулятор росту рослин

Встановлено, що для ліній закріплювачів стерильності соняшнику (X1010Б та X1012Б) при формуванні продуктивності важливим фактором впливу є рік вирощування 46,4 %, за результатами багатофакторного дисперсійного аналізу. В той час, як реакція генотипу мала менший вплив – 24,8 %, а вплив регуляторів росту Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим знаходився в межах 4,0 % (вірогідно при  $F_{05}$ ). Взаємодія факторів АВ, АС, ВС та їх вплив на продуктивність була в межах від 3,0 % до 5,7 %, тоді як взаємодія факторів АВС становила 1,7 % та була статистично не суттєвою (рис. 5.2).

При формуванні маса 1000 насінин генотип рослин відіграє суттєву роль, а фактор впливу становив 42,7 %, тоді як, рік вирощування та вплив регуляторів росту рослин мали вплив в межах 6,5–7,7 % відповідно. Взаємодія між факторами АВ, АС, ВС та АВС та їх впливу на масу 1000 насінин коливалася на рівні 5,5–9,3 % (вірогідно при  $F_{05}$ ).

Установлено, що процес формування натури насіння у досліджуваних ліній-закріплювачів стерильності на 50,4 % залежав від умов року вирощування, на 15,5 % від впливу регуляторів росту і лише на 1,9 % від генотипу (вірогідно при  $F_{05}$ ). Вплив факторів АВ, АС, ВС та АВС на натуру насіння становив 2,5–7,9 % (вірогідно при  $F_{05}$ ).

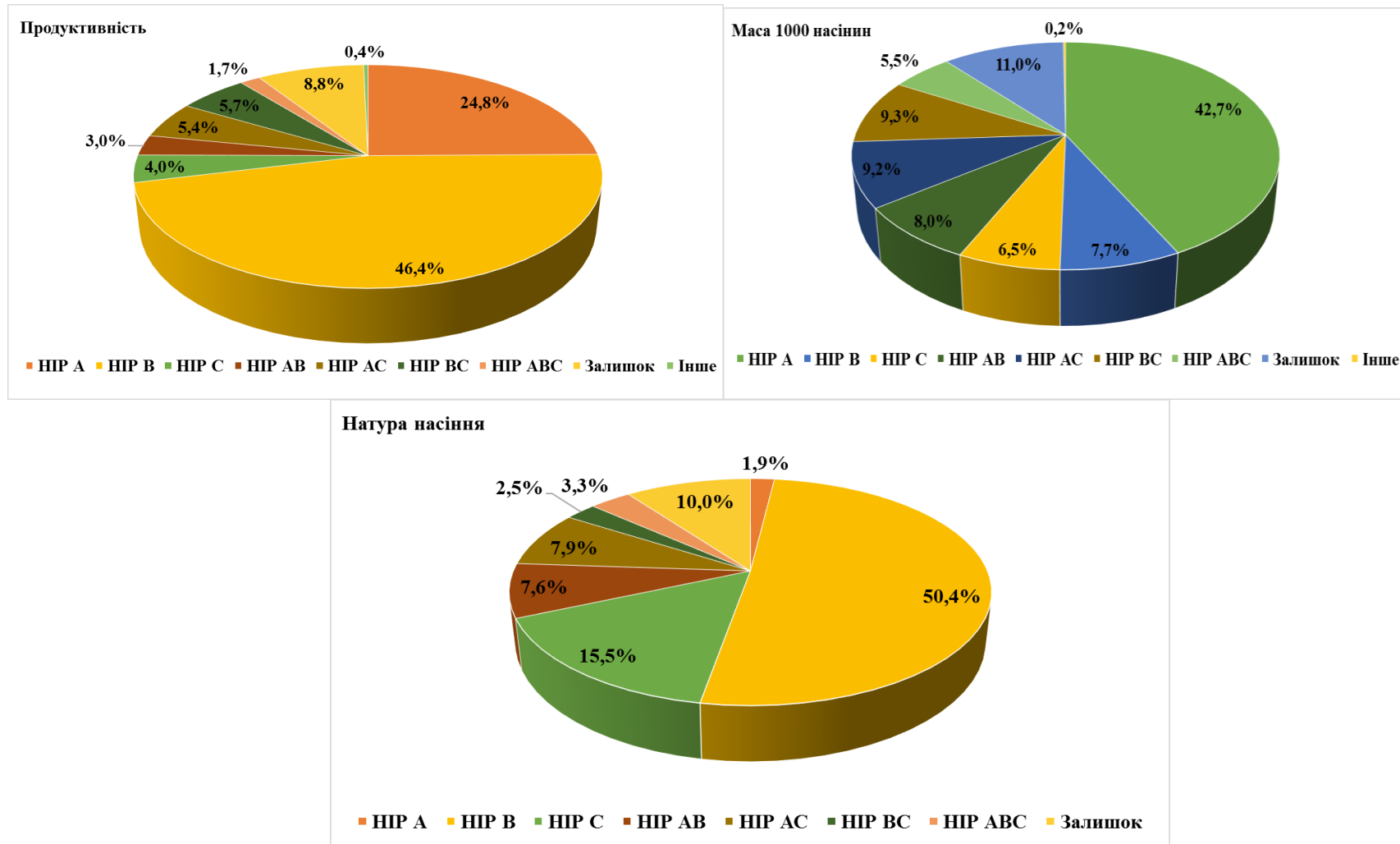


Рис. 5.2 Дисперсійний аналіз впливу факторів на формування показників продуктивності, маси 1000 та натури насіння ліній соняшнику закріплювачів стерильності, середнє 2018–2020 рр., %

Примітка: фактор А – лінія; фактор В – рік вирощування; фактор С – регулятори росту рослин (всі значення вірогідні при F<sub>05</sub>)

Також, встановлено, що досліджувані регулятори росту рослин мали позитивний вплив на масу 1000 насінин, яка варіювала залежно від генотипу: у лінії X06135В при обробці Фульвітал Плюс – 53,1 г (контроль – 46,1 г), у лінії X785В при обробці Екостимом та Квадростимом в межах 51,9–52,4 г, порівняно з контролем 45,8 г, у лінії X1012Б збільшення маси 1000 насінин спостерігалось в усіх варіантах обробки і становило в межах 16,0–30,3 %. Прибавка, за роки дослідження, маси 1000 насінин варіювала в межах 0,8–9,2 %, порівняно з наведеним контролем (табл. 5.3, дод. В.2).

Для ліній-відновників фертильності пилку фактор впливу регуляторів росту Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим за ознаками продуктивності з кошику, маса 1000 насінин та натура насіння був мінімальним, порівняно з іншими генотипами та становив лише 0,2 %, 2,1 % та 0,8 % відповідно (вірогідно при  $F_{05}$ ). А процес формування ознак продуктивності на 43,2–71,5 % залежав від генотипу лінії та умов року вирощування і становив для продуктивності з кошику та маси 1000 насінин 10,2 % і 11,5 % відповідно, для натури насіння – 32,3 % (рис.5.3).

У досліджуваних ліній, за ознаками продуктивності, встановлено високий показник взаємодії між факторами АВ (лінія та рік вирощування) – в межах 12,8–19,0 %, тоді як вплив взаємодії факторів АС, ВС та АВС не перевищував 2,5 % (вірогідності  $F_{05}$ ).



Таблиця 5.3.

Продуктивність, маса 1000 насінин та натура ліній відновників фертильності пилку соняшнику,  
середнє за 2018–2020 рр.

Лінії	Варіант обробки	Продуктивність, г		Маса 1000 насінин, г		Натура, г/л	
		Середнє за роки	Середнє по фактору А	Середнє за роки	Середнє по фактору А	Середнє за роки	Середнє по фактору А
X06135B	Контроль	38,8	37,4	46,1	48,6	321	332
	Фульвітал Плюс	36,8		45,7		327	
	Екостим	37,5		49,3		334	
	Квадростим	36,5		53,1		344	
X06134B	Контроль	13,9	13,9	31,9	32,6	394	400
	Фульвітал Плюс	14,3		33,3		402	
	Екостим	14,2		33,7		394	
	Квадростим	13,2		31,5		408	
X785B	Контроль	30,0	32,0	45,8	47,7	310	318
	Фульвітал Плюс	34,8		48,8		312	
	Екостим	33,7		51,9		319	
	Квадростим	29,4		52,4		329	
XHAU1133B	Контроль	9,0	8,3	35,1	36,1	275	279
	Фульвітал Плюс	8,3		37,0		297	
	Екостим	7,8		35,2		262	
	Квадростим	8,1		36,9		280	

<i>Продовження табл.5.3</i>			
Середнє по фактору В			
2018 рік	27,7	43,7	383
2019 рік	16,7	37,1	294
2020 рік	24,3	44,5	318
Середнє по фактору С			
Контроль	22,9	39,7	325
Фульвітал Плюс	23,5	41,2	335
Екостим	23,3	42,5	327
Квадростим	21,8	43,5	340
НІР <sub>05</sub> А	0,81	1,27	4,3
НІР <sub>05</sub> В	0,70	1,10	3,8
НІР <sub>05</sub> С	0,80	1,30	4,4

Примітка: фактор А – генотип; фактор В – рік вирощування; фактор С – регулятор росту

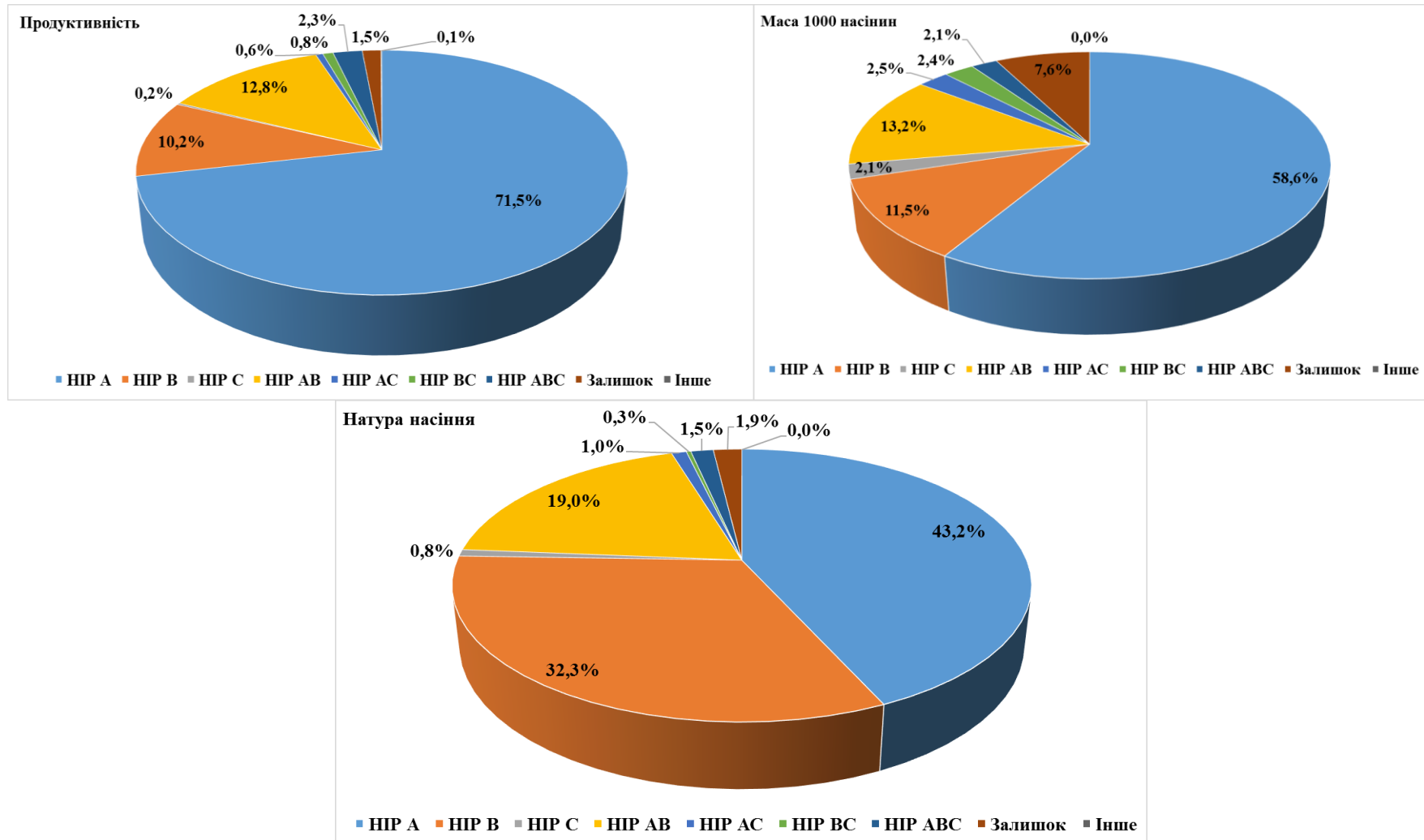


Рис. 5.3 Дисперсійний аналіз впливу факторів на формування показників продуктивності, маси 1000 та натури насіння ліній соняшнику відновників фертильності пилку, середнє 2018–2020 рр., %

Примітка: фактор А – лінія; фактор В – рік вирощування; фактор С – регулятори росту рослин (всі значення вірогідні при  $F_{05}$ )

Встановлено, на досліджуваних експериментальних гібридах соняшнику, ефективність застосування регулятора росту рослин Фульвітал Плюс. Так, за продуктивністю з кошику прибавка становила в межах від 4,3 до 17,4 %, маса 1000 насінин збільшувалася на 0,3–17,0 %, а натура насіння від 1,3 % до 4,3 %, порівняно з контролем.

Поміж експериментальних гібридів соняшнику, що досліджувались був помітним вплив Фульвітал Плюс та Екостиму на трилінійні гібриди Сх808А/Х1002Б×Х06135В і Сх808А/Х1002Б×Х785В. Підвищення продуктивності становило в межах 9,3–19,6 %, маси 1000 насінин від 0,3 % до 14 % та натури насіння в межах 2,2–5,3 % залежно від регулятора росту та гібриду відповідно. Щодо регулятора Квадростим, то він впливав на підвищення деяких характеристик у трилінійних гібридах або зберігав їх на рівні контролю.

У простого міжлінійного гібриду Сх1002А×ХНАУ1133В натура насіння збільшувалася при обробці Екостимом – 376 г/л Квадростим – 280 г/л у порівнянні з контролем – 370 г/л, маса 1000 насінин збільшилась при дії Фульвітал Плюс на 57,8 г та Екостиму – 57,3 г (контроль 49,4 г). Середня продуктивність за роки збільшилась і була в межах 38,6–39,5 г з кошику. У гібриду Сх1012А×Х06135В суттєвим збільшенням характеризувалась натура насіння при дії Фульвітал Плюс та Квадростиму в межах 369–375 г/л (контроль 360 г/л). Вплив регулятора росту Екостим був у даного гібриду негативним на показник маси 1000 насінин, що призвело до зменшення її маси в середньому на 18,2 % порівняно з контролем.

При дослідженні впливу регуляторів росту рослин на лінійно-сортівий гібрид Сх808А×Щелкунчик, лише застосування Фульвітал Плюс виявилось цілком доцільним, так як, покращення відбулося за всіма ознаками: продуктивність 73,5 г (контроль 63,5 г), маса 1000 насінин 95,0 г (контроль 82,4 г) та натура 374 г/л (контроль 363 г/л). У варіанті з обробкою Квадростимом

спостерігалось суттєве підвищення маси 1000 (89,8 г) та натури (384 г/л) насіння відповідно до представленого контролю (табл. 5.4, дод. В.3).

Суттєвий позитивний вплив регуляторів росту на експериментальні гібриди, порівняно з самоzapиленими лініями, можна обґрунтувати наявністю гетерозису, що в свою чергу збільшує в рослині кількість домінуючих алелів, які допомагають рослинам краще адаптуватися до умов середовища.

Формування ознак продуктивності у досліджуваних експериментальних гібридів було обумовлено умовами року вирощування та генотипом. Таким чином, вплив факторів А та В за ознакою продуктивності з кошику в середньому становив 38,3 % і 35,7 %, а вплив регуляторів росту (фактор С) за даною ознакою становив 2,4 % ( $F_{\text{факт}} > F_{05}$ ). Взаємодія факторів АВ та АС була в межах 2,4–5,7 % ( $F_{\text{факт}} > F_{05}$ ). В той час як суттєвої різниці при дисперсійному аналізі факторів ВС та АВС статистично не було відмічено.

Маса 1000 насінин є ознакою, що контролюється генетично, може варіювати від факторів живлення та погодних умов. Так у експериментальних гібридів фактор впливу лінії мав основне значення при формуванні маси 1000 насінин – 48,6 %, рік вирощування – 31,8 %, а регулятори росту 1,7 % ( $F_{\text{факт}} > F_{05}$ ). Вплив взаємодії факторів АВ, АС, ВС та АВС коливався в межах 0,8–4,3 % ( $F_{\text{факт}} > F_{05}$ ) відповідно до рис.5.4.

При цьому, встановлено що натура насіння досліджуваних експериментальних гібридів залежала від умов року вирощування (фактор В) на 55,8 % та генотипу на 17,8 %, і лише на 4,2 % від регуляторів росту ( $F_{\text{факт}} > F_{05}$ ).

Взаємодія факторів АВ, АС, ВС і АВС та їх впливу на натуру насіння варіювала в межах 1,5–7,9 % ( $F_{\text{факт}} > F_{05}$ ).

Таблиця 5.4

Продуктивність, маса 1000 насінин та натура експериментальних гібридів соняшнику,  
середнє за 2018–2020 рр.

Експериментальні гібриди	Варіант обробки	Продуктивність, г		Маса 1000 насінин, г		Натура, г/л	
		Середнє за роки	Середнє по фактору А	Середнє за роки	Середнє по фактору А	Середнє за роки	Середнє по фактору А
Сх808А/Х1002Б ×Х06135В	Контроль	59,6	65,3	56,7	57,8	336	350
	Фульвітал Плюс	70,0		56,9		351	
	Екостим	71,2		62,7		354	
	Квадростим	60,3		55,0		361	
Сх1002А ×ХНАУ1133В	Контроль	35,3	38,1	49,4	54,1	370	379
	Фульвітал Плюс	39,5		57,8		375	
	Екостим	38,6		57,3		393	
	Квадростим	38,9		51,7		380	
Сх808А/Х1002Б ×Х785В	Контроль	49,9	55,2	61,2	67,0	366	370
	Фульвітал Плюс	55,1		65,7		376	
	Екостим	56,6		69,8		374	
	Квадростим	59,1		71,4		364	
Сх1012А ×Х06135В	Контроль	56,1	57,8	67,9	64,7	360	366
	Фульвітал Плюс	58,5		70,2		369	
	Екостим	60,2		55,5		361	
	Квадростим	56,3		65,1		375	

<i>Продовження табл. 5.4.</i>							
Сх808А ×Щелкунчик	Контроль	63,5	64,4	82,4	89,9	363	370
	Фульвітал Плюс	73,5		95,0		374	
	Екостим	60,4		80,7		360	
	Квадростим	60,1		89,8		384	
Середнє по фактору В	2018 рік	51,5		59,0		367	
	2019 рік	46,6		57,6		343	
	2020 рік	70,3		81,7		391	
Середнє по фактору С	Контроль	52,9		63,5		359	
	Фульвітал Плюс	59,3		69,1		360	
	Екостим	57,4		65,2		368	
	Квадростим	54,9		66,6		372	
	НІР <sub>05А</sub>	2,7		2,3		2,4	
	НІР <sub>05В</sub>	2,4		2,0		2,0	
	НІР <sub>05С</sub>	2,7		2,3		2,4	

Примітка: фактор А – генотип; фактор В – рік вирощування; фактор С – регулятор росту

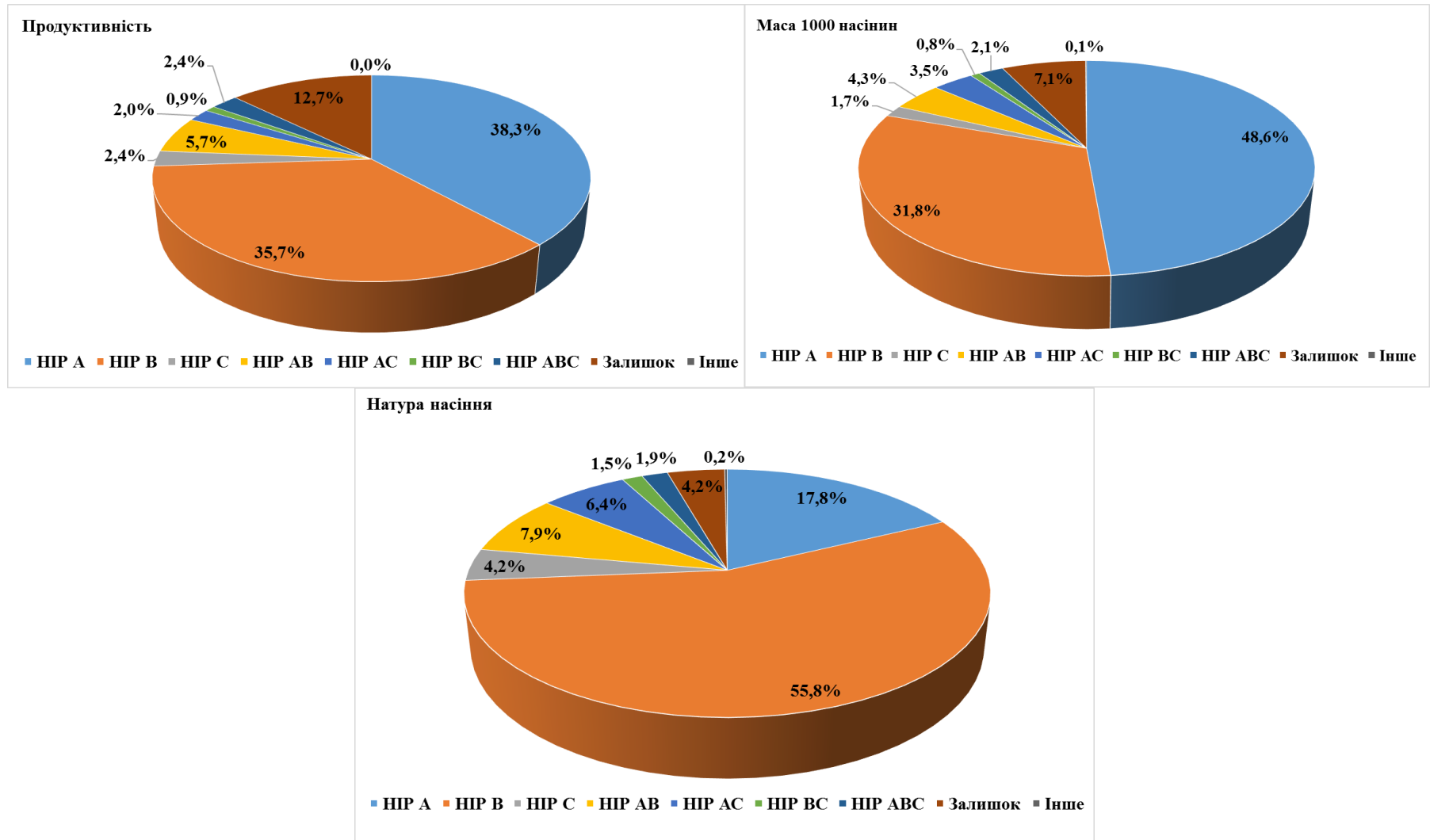


Рис. 5.4 Дисперсійний аналіз впливу факторів на формування показників продуктивності, маси 1000 та натури насіння експериментальних гібридів соняшнику, середнє 2018–2020 рр., %

Примітка: фактор А – гібрид; фактор В – рік вирощування; фактор С – регулятори росту рослин (всі значення вірогідні при  $F_{05}$ )



У ході дослідження встановлено, що регулятори росту не мали суттєвого впливу на досліджувані сорти соняшнику, окрім сорту Лакомка у якого продуктивність варіювала в межах 50,9 – 82,4г, (контроль 75,9 г), маса 1000 насінин становила 106,3–108,1 при обробці Екостимом та Квадростимом (контроль 101,9 г) (вірогідні при  $F_{05}$ ), натура насіння – 315–329 г/л (контроль 308 г/л) (табл. 5.5).

У сорту Люкс спостерігалось збільшення натуре насіння під впливом Квадростиму до 322 г/л (контроль 307 г/л), але при цьому зменшувалась продуктивність до 7,8 % та маса 1000 насінин до 7,4 % порівняно з контролем в середньому за роки досліджень. Незначний вплив регуляторів росту на сорти соняшнику можна пояснити особливістю неоднчасного настання фаз розвитку рослин, оскільки період настання певної фази у сортів може варіювати від декількох днів до тижня. Враховуючи той фактор, що період з середини липня до початку вересня у зоні Лісостепу Харківської області спостерігається повна відсутність або мінімальна кількість опадів у поєднанні з високим температурним режимом і у рослин середньої та пізньої груп стиглості період цвітіння та наливу зерна припадає на період несприятливих умов. В свою чергу ці фактори нівелюють дію регуляторів росту (дод. В.4).

За результатами багатофакторного дисперсійного аналізу встановлено, що продуктивні характеристики сортів соняшнику найбільше залежать від фактору умов року вирощування. Так вплив року вирощування становив для продуктивності кошику – 30,0 %, маси 1000 насінин – 60,0 % та для натуре насіння – 36,6 % ( $F_{\text{факт}} > F_{05}$ ). Статистично доведено, що застосування регуляторів Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим (фактор С) не мало суттєвого впливу ( $F_{\text{факт}} < F_{05}$ ) на досліджувані сорти. Проте, відмічено ефективність їх впливу на формування маси 1000 та натуре насіння в межах 0,3–3,8 % ( $F_{\text{факт}} > F_{05}$ ). Вплив генотипу мав найбільший вплив на формування продуктивності з кошику – 29,5 % та найнижчий при формуванні натуре насіння 2,9 % ( $F_{\text{факт}} > F_{05}$ ) (рис.5.5).

Таблиця 5.5

Продуктивність, маса 1000 насінин та натура сортів соняшнику, середнє за 2018–2020 рр.

Сорти	Варіант обробки	Продуктивність, г		Маса 1000, г		Натура, г/л	
		Середнє за роки	Середнє по фактору А	Середнє за роки	Середнє по фактору А	Середнє за роки	Середнє по фактору А
Щелкунчик	Контроль	97,3	93,8	115,8	114,1	319	319
	Фульвітал Плюс	101,1		110,3		317	
	Екостим	89,8		113,9		315	
	Квадростим	87,1		116,2		326	
Лакомка	Контроль	75,9	83,2	101,9	104,1	308	320
	Фульвітал Плюс	82,4		101,4		327	
	Екостим	90,5		106,3		315	
	Квадростим	83,9		108,1		329	
Люкс	Контроль	68,7	65,0	108,0	109,0	307	313
	Фульвітал Плюс	61,4		112,1		312	
	Екостим	66,6		115,8		311	
	Квадростим	63,4		100,1		322	
Донський Крупноплідний	Контроль	63,9	64,5	97,8	100,6	316	311
	Фульвітал Плюс	58,6		99,4		316	
	Екостим	62,4		99,1		304	
	Квадростим	73,2		106,1		310	

<i>Продовження табл. 5.5</i>							
Мир	Контроль	51,5	52,8	93,6	96,9	313	311
	Фульвітал Плюс	48,8		102,5		307	
	Екостим	50,9		87,5		302	
	Квадростим	60,1		104,1		320	
Середнє по фактору В	2018 рік	78,9	99,4	329			
	2019 рік	59,5	88,9	299			
	2020 рік	77,2	126,7	317			
Середнє по фактору С	Контроль	71,5	103,4	313			
	Фульвітал Плюс	70,4	105,2	316			
	Екостим	72,0	104,5	309			
	Квадростим	73,5	106,9	322			
	НІР <sub>05А</sub>	3,2	2,4	5,9			
	НІР <sub>05В</sub>	2,8	2,1	5,2			
	НІР <sub>05С</sub>	3,2	2,4	6,0			

Примітка: фактор А – генотип; фактор В – рік вирощування; фактор С – регулятор росту

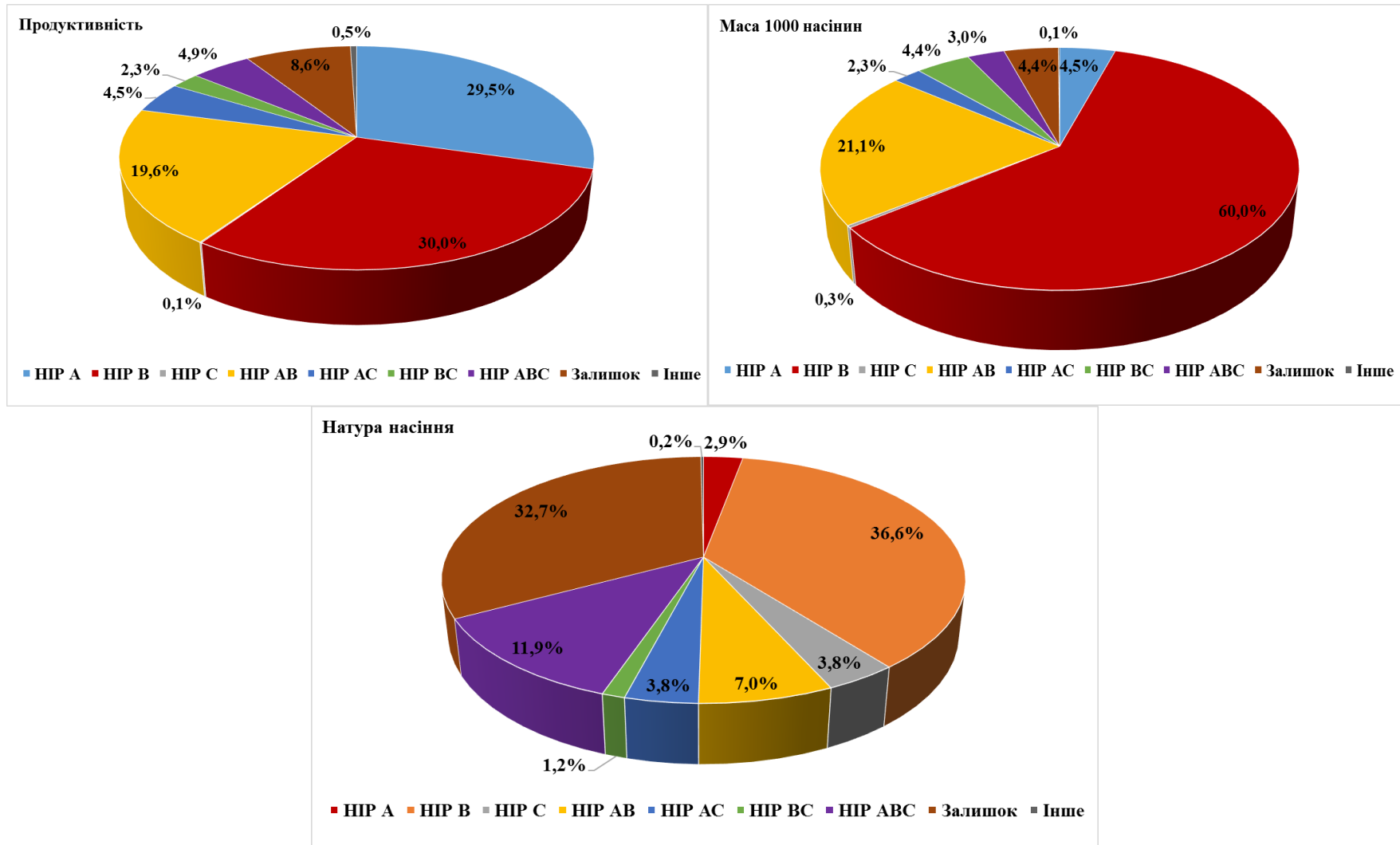


Рис. 5.5 Дисперсійний аналіз впливу факторів на формування показників продуктивності, маси 1000 та натури насіння сортів соняшнику, середнє 2018–2020 рр., %.

Примітка: фактор А – сорт; фактор В – рік вирощування; фактор С – регулятори росту рослин (всі значення вірогідні при  $F_{05}$ ).

## 5.2. Вплив регуляторів росту рослин на формування діаметру кошику

Діаметр кошику є важливою селекційною ознакою для соняшнику оскільки, має прямий вплив на продуктивності росли. Розмір кошику, його положення, форма та інші морфо-анатомічні особливості в першу чергу залежать від генотипу рослини, проте, вони можуть варіювати залежно від умов навколишнього середовища, густоти стояння та живлення рослин [260–262].

За роки досліджень встановлено вплив регуляторів росту Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим, за даною ознакою, на стерильну лінію Сх808А. В середньому по роках прибавка за даною ознакою становила від 0,5 до 0,8 см залежно від регулятора росту та порівняно з контролем (16,8 см) (рис. 5.6 А). В той час як, у материнського аналогу простого стерильного гібриду соняшнику Сх808А/Х1002Б відмічено протилежна тенденція при обробці регуляторами Фульвітал Плюс та Квадростим, що проявлялось зменшенням діаметру кошику в середньому за роки на 0,5–0,8 см. У лінії Сх1010А встановлено зменшення діаметру кошику в усіх варіантах обробки регуляторами росту рослин, зокрема при обробці Екостимом до 0,7 см в середньому за роки, порівняно з контролем. Стерильна лінія Сх1012А не мала характерних змін діаметру кошику 15,4–16,0 см, порівняно з контролем 15,6 см. Найбільшу прибавку відмічено у стерильній лінії Сх1002А при застосуванні регулятора росту Квадростим на 1,5 см та Екостиму 1,1 см в середньому за роки дослідження (контроль 13,8 см).

Вплив регулятора росту Квадростим на лінію відновник-фертильності пилку Х06135В сприяв зменшенню діаметру кошику на 1,5 см, порівняно з контролем (15,5 см). Зокрема зменшення досліджуваної ознаки відмічено при застосуванні Екостиму на 0,8 см та незначного зменшення при обробці Фульвітал Плюс на 0,4 см в середньому за роки порівняно з контролем (рис. 5.6. Б).

У ліній Х06134В, Х1012Б та ХНАУ1133В не виявлено характерного негативного впливу на діаметр кошику при обробці регуляторами росту. Лінійні

показники знаходились в межах контролю 10,0 см для лінії X06134В та 9,8 см для лінії ХНАУ1133В в середньому за роки досліджень. Для лінії закріплювача стерильності пилку X1012Б при застосуванні регуляторів Фульвітал Плюс та Екостим діаметр кошику не змінювався і знаходився в межах контролю 15,6 см. В той час, як застосування Квадростиму індувало збільшення діаметру кошику на 0,6 см відповідно до наведеного контролю в середньому за роки.

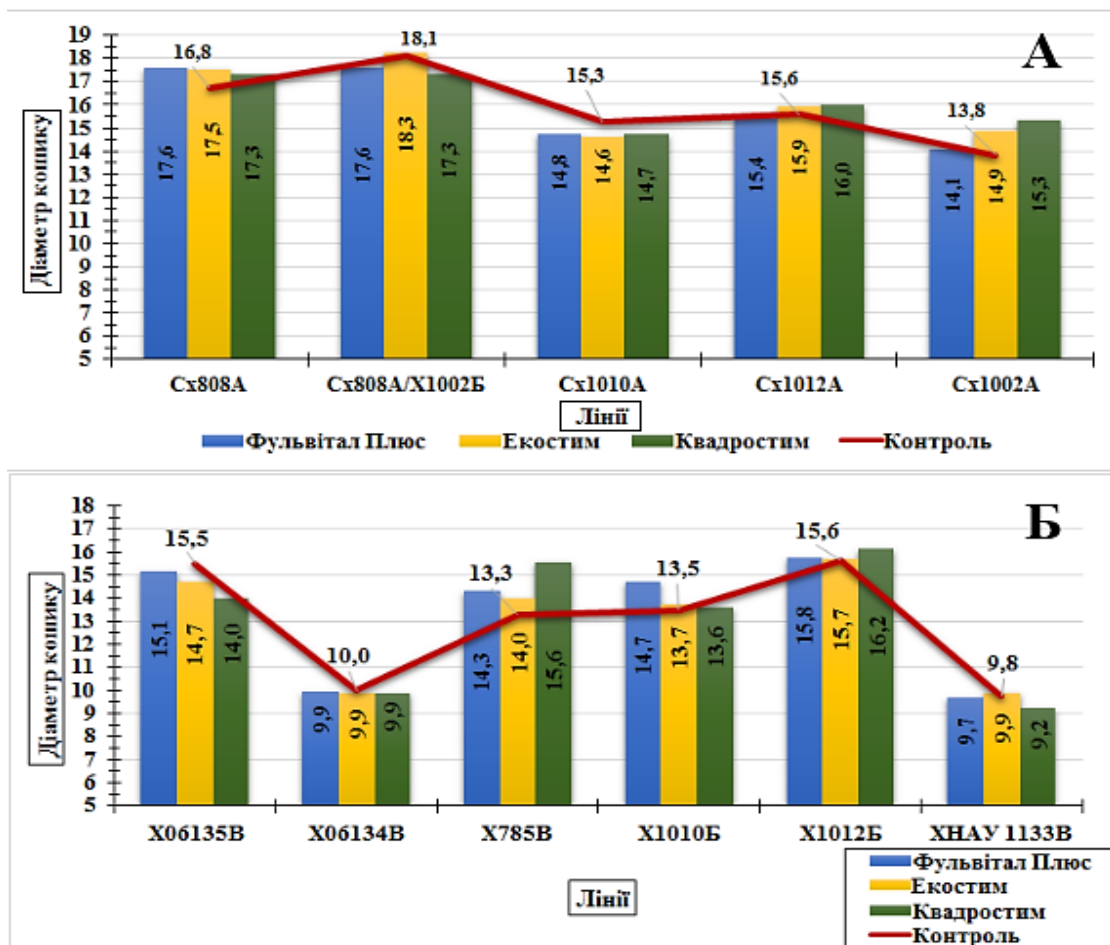


Рис. 5.6 Вплив регуляторів росту рослин на ознаку діаметр кошику соняшнику. А – стерильні аналоги ліній, Б – лінії відновники фертильності пилку та закріплювачі стерильності, середнє за 2018–2020 рр, см.

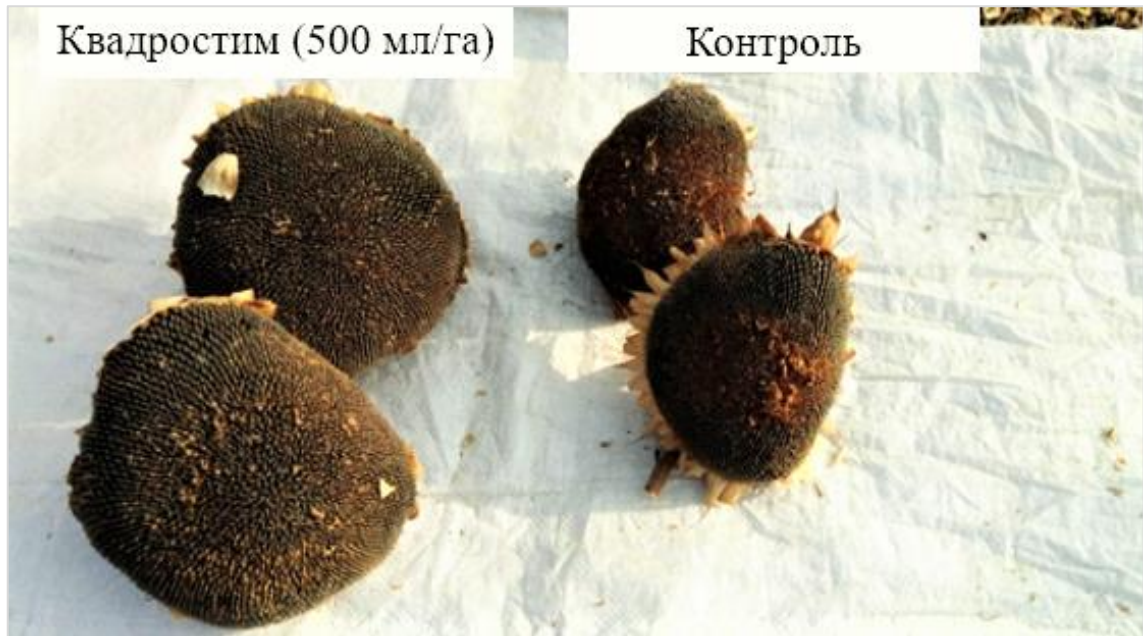


Рис. 5.7 Збільшення діаметру кошику стерильної лінії Сх1002А під впливом Квадростиму, 2020 р.

У лінії-відновника фертильності пилку Х785В встановлено збільшення діаметру кошику в усіх варіантах обробки регуляторами росту (Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим), в середньому за роки досліджень прибавка склала 0,7–2,3 см порівняно з контролем (13,3 см) та залежно від регулятора росту.

Для лінії закріплювача стерильності пилку Х1010Б, в середньому за роки дослідження, характерною була прибавка у розмірі діаметру кошику на 1,2 см порівняно з контролем 13,5 см. Встановлено, що обробка регуляторами Екостим та Квадростим не мала суттєвого впливу на дану ознаку і лінійні показники знаходились в межах контролю.

Для досліджуваних експериментальних гібридів характерною була індивідуальна реакція на застосування регуляторів росту. Зокрема, трилінійний гібрид Сх808А/Х1002Б×Х06135В характеризувався збільшенням діаметру кошику на 1,1 см при обробці Фульвітал Плюс, тоді як при обробці Квадростим зафіксовано зменшення на 0,9 см відповідно до контролю (21,0 см). У простих міжлінійних гібридів Сх1002А×ХНАУ1133В, Сх1012А×Х06135В та трилінійного гібриду

Сх808А/Х1002Б×Х785В встановлено збільшення діаметру кошика на 0,3, 0,9 та 1,7 см відповідно до контролю (рис. 5.8 А, дод Г.1).

Препарат Екостим, в середньому за роки дослідження, не мав суттєвого впливу на діаметр кошику експериментальних гібридів і лінійні показники знаходились в межах контролю.

У лінійно-сортового експериментального гібриду Сх808А×Щелкунчик, в середньому за роки, виявлено збільшення діаметру кошику в усіх варіантах обробки: Фульвітал плюс на 1,9 см, Екостим на 2,4 см та Квадростим на 1,3 см порівняно з контролем (18,4 см).

Ефективність застосування регуляторів росту на сортах соняшнику також була обумовлена особливостями сорту та регулятора росту рослин. Зокрема, у сортів кондитерського типу Щелкунчик, Лакомка, Люкс та Донський Крупноплідний при застосуванні регулятора Фульвітал Плюс не виявлено значної прибавки у діаметрі кошику в середньому за роки дослідження (рис. 5.8 Б). У сорту олійного призначення Мир, олійного типу при застосуванні Фульвітал Плюс, діаметр кошика збільшувався в середньому за роки на 0,8 см, порівняно з контролем (17,1 см). Обробка регуляторами Екостим та Квадростим сорту Мир в середньому за роки значного ефекту не мала, лінійні розміри (16,8–17,2 см) діаметру кошику знаходились в межах вищезгаданого контролю.



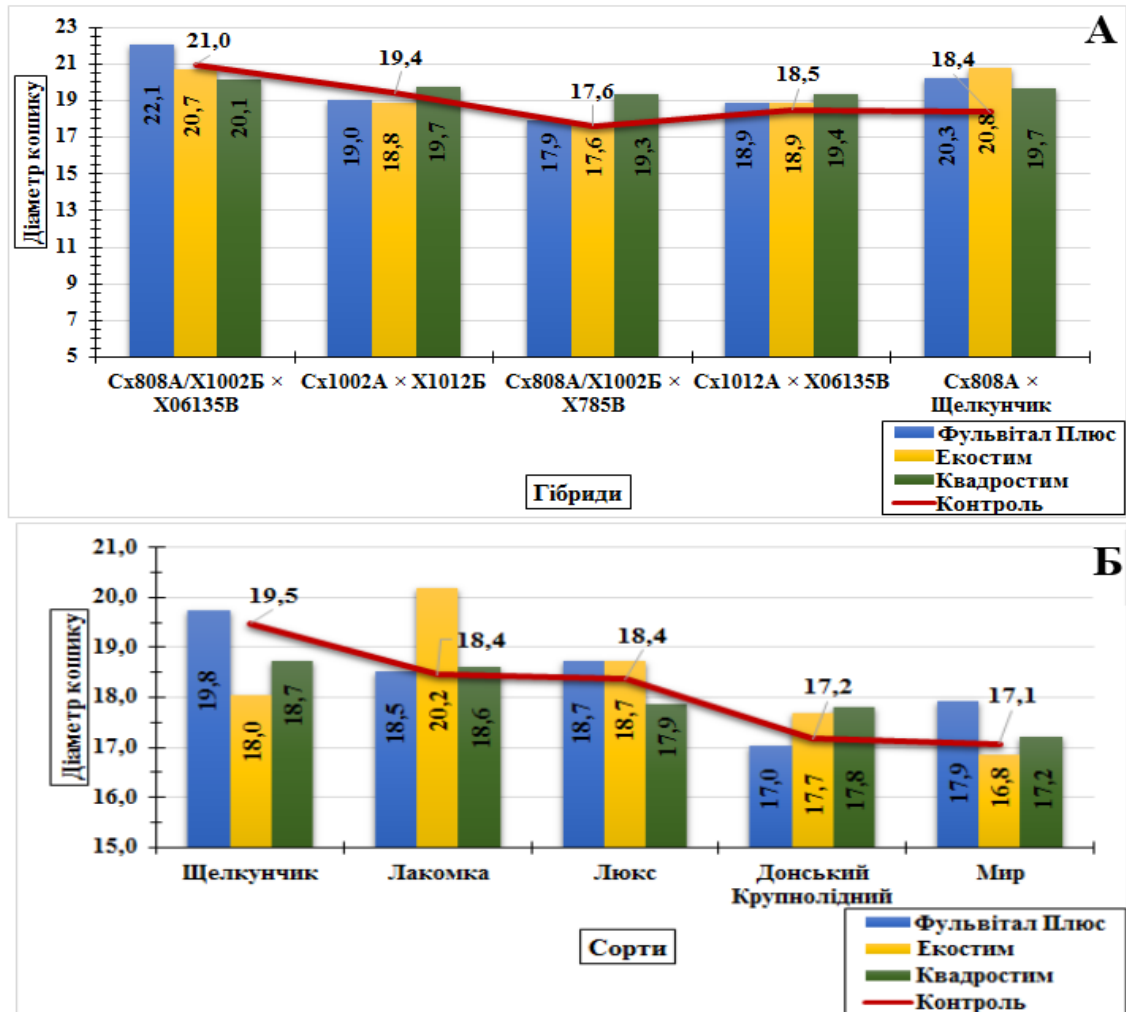


Рис. 5.8 Вплив регуляторів росту рослин на ознаку діаметр кошику соняшнику. А – експериментальні гібриди, Б – сорти, середнє за 2018–2020 рр, см.

Обробка регуляторами Екостим та Квадростим сорту Щелкунчик сприяла зменшенню діаметру кошика залежно від регулятора росту на 0,8–1,5 см (контроль 19,5 см). Тоді як, у сорту Лакомка відмічено збільшення діаметру кошику на 1,8 см при обробці препаратом Екостим, порівняно з контролем 18,4 см, а обробка Квадростим не мала суттєвого впливу на досліджувану ознаку (18,6 см). У сортів Люкс та Донський Крупноплідний за роки досліджень суттєвих змін при обробці регуляторами Екостим та Квадростим не відмічено.

### 5.3. Варіабельність вмісту та збору олії

Вміст олії в насінні це ознака, яка контролюється не тільки генотипом рослини, а й факторами навколишнього середовища, такими як кількість опадів, сума середніх температур, вологість повітря за період вегетації, а основою є вегетативна поверхня та процес фотосинтезу [263].

Застосування регуляторів росту рослин є однією з екологічно-безпечних можливостей підвищення вмісту олії в насінні соняшнику для потреб населення. У ході досліджень, встановлено, що застосування регуляторів росту Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим, залежно від генотипу досліджуваних зразків, мали вплив на вміст олії в насінні.

Ефективним виявилось застосування Фульвітал Плюс на досліджуваних експериментальних гібридах соняшнику. Залежно від генотипу підвищення вмісту олії в насінні складало в межах найнижчого показника у лінійно-сортового гібриду Сх808А×Щелкунчик (0,6 %), до найбільшого у трилінійного гібриду Сх808А/Х1002Б×Х06135В до 3,0 %, порівняно з контролем. У гібридів Сх1002А×ХНАУ1133В, Сх808А/Х1002Б×Х785В та Сх1012А×Х06135В підвищення вмісту олії під даним регулятором росту варіювало в межах 1,1–2,6 %.

Регулятор росту природного походження Екостим значного впливу на вміст олії в насінні не мав. За винятком простого міжлінійного гібриду Сх1002А×ХНАУ1133В, у якого вміст олії в насінні збільшувався в середньому за роки на 2,3 %.

Ефективним, на експериментальних гібридах, виявилось застосування Квадростиму, за роки досліджень вміст олії в насінні варіював в межах 50,8 % (контроль 20,7 %), за винятком лінійно-сортового гібриду Сх808А×Щелкунчик Решта експериментальних гібридів відкликала на обробку препаратами прибавкою вмісту олії в насінні на рівні 0,7–1,4 % залежно від генотипу, порівняно з контролем. У стерильного аналогу простого міжлінійного гібриду

Сх808А/Х1002Б збільшення вмісту олії в насінні під впливом регулятора росту Квадростим в середньому за роки досліджень становило на рівні 1,7 %.

Досліджувані регулятори росту мали суттєво менший вплив на вміст олії в насінні сортів соняшнику, порівняно з експериментальними гібридами. Проте, досліджувані сорти соняшнику відносяться до кондитерського напрямку використання відповідно збільшення вмісту олії в насінні є не бажаним показником (табл.5.6, дод. Г.2).

Таблиця 5.6

Влив регуляторів росту рослин на вміст олії в насінні експериментальних гібридів та сортів соняшнику, середнє за 2018–2019 рр., %

Назва	Контроль	Фульвітал Плюс	Екостим	Квадростим
Експериментальні гібриди				
Сх808А/Х1002Б×Х06135В	39,9	43,0*	40,3	41,0*
Сх1002А×ХНАУ1133В	45,7	48,3*	48,0*	46,9*
Сх808А/Х1002Б×Х785В	47,0	48,1*	47,8	48,4*
Сх1012А×Х06135В	41,8	43,6*	41,6	42,6*
Сх808А×Щелкунчик	50,7	51,3	48,8	50,8
Материнський аналог міжлінійного гібриду				
Сх808А/Х1002Б	48,9	48,3	47,1	50,6
Сорти				
Щелкунчик	44,0	42,4	42,9	42,4
Лакомка	45,7	46,6	45,7	45,1
Люкс	43,8	45,4*	45,0*	44,9*
Донський Крупноплідний	40,3	40,0	42,8*	39,6
Мир	45,4	44,4	46,0	45,3

\* – вірогідно при  $P < 0,05$

Так, у сорту Щелкунчик при застосуванні регуляторів росту рослин вміст олії в насінні в середньому за роки зменшувався на 1,2–1,6 %, порівняно з контролем і становив 42,4–42,9 %. У сорту Люкс за роки дослідження в усіх варіантах обробки регуляторами росту встановлено збільшення вмісту олії в

насінні в середньому на 1,1–1,6 %. У сортів Лакомка, Донський Крупноплідний та Мир, вміст олії в насінні залежав від сорту та регулятора росту. Зокрема суттєвим було збільшення вмісту олії на 2,4 % у сорту Донський Крупноплідний під впливом Екостиму до 42,8 % (контроль 40,3 %), що може бути наслідком дії грибів ендоефітів які входять до складу препарату та їх здатності поглинати вільний азот з повітря через прорихи листя.

Вплив досліджуваних регуляторів росту рослин на вміст олії у насінні самозапилених ліній соняшнику варіював залежно від генотипу та препарату. Слід відмітити, що у ліній Сх808А, Х06135В, Х06134В, Х785В та Х1010Б при застосуванні Фульвітал Плюс в середньому за роки зменшувався вміст олії в насінні. Відсоток олії в насінні був меншим на 0,4–1,2 % відповідно до контролю. Найбільш ефективний вплив за показником збільшення відсотку олії в насінні відмічено у лінії закріплювача стерильності Х1012Б при обробці Квадростимом 39,9 %, що на 4,2 % більше контролю (35,7 %). Зокрема підвищення вмісту олії в насінні відмічено у ліній Сх1010А, Х1012Б та Сх1002А в межах 1,5–2,8 % відповідно до контролю при застосуванні регулятора росту Екостим. У даних ліній підвищення вмісту олії відбулося і при застосуванні гумінового регулятора росту Фульвітал Плюс в межах 35,4–36,3 %, що на 0,6–2,6 % більше контролю.

Серед досліджуваних генотипів самозапилених ліній слід відзначити стерильну лінію Сх1010А та лінію закріплювача стерильності пилку Х1012Б. При застосуванні усіх досліджуваних регуляторів росту рослин відмічені суттєві збільшення відсотку олії в насінні. Накопичення олії в насінні безпосередньо залежить від фотосинтетичного потенціалу рослин за рахунок якого накопичуються продукти фотосинтезу (асимілянти), і які є основою для утворення жирів. Позитивна динаміка від застосування регуляторів росту рослин на даних лініях може характеризувати їх кращі адаптивні можливості та підвищення їх при застосуванні регуляторів росту рослин (табл. 5.7).

Таблиця 5.7

Вплив регуляторів росту рослин на вміст олії в насінні самоzapилених ліній соняшнику, середнє за 2018–2019 рр., %

Назва	Контроль	Фульвітал Плюс	Екостим	Квадростим
Стерильні аналоги самоzapилених ліній				
Cx808A	51,3	50,2	51,0	51,4
Cx1010A	34,1	35,4	36,8*	35,7*
Cx1012A	40,9	42,4	41,1	40,6
Cx1002A	33,8	36,3*	36,5*	32,6
Лінії відновники фертильності пилку				
X06135B	39,0	37,8	38,5	39,9
X06134B	43,6	43,2	43,9	43,9
X785B	43,2	42,0	43,3	43,0
XHAУ 1133B	40,4	41,2	39,8	41,5
Лінії закріплювачі стерильності пилку				
X1010Б	34,0	33,1	33,6	33,7
X1012Б	35,7	36,3	37,2*	39,9*

\* – вірогідно при  $P < 0,05$

Беззаперечним є той факт, що збір олії з одиниці площі в першу чергу залежить від урожайності соняшнику. В той час як відсоток олійності насіння є показником, що характеризує протікання в рослинах фотосинтетичних процесів, зокрема достатнього накопичення асимілянтів рослиною та її мінерального забезпечення, за рахунок цього формується олійність насіння на чому наголошує В.В. Нестерчук у своїй науковій праці [264].

Встановлено, що за показником умовного виходу олії з насіння в експериментальних гібридів ефективним є застосування регулятора росту гумінового походження Фульвітал Плюс. Так, вихід олії з одиниці площі (1 га) варіював залежно від генотипу гібридної комбінації, від 872 кг/га до 1737 кг/га, що в свою чергу підвищило умовний вихід олії з насіння при даному регуляторі

в межах 9–37 % відповідно до необробленого контролю в середньому за роки. В той час як на досліджуваних сортах соняшнику показники умовного виходу олії залишалися в межах контролю (1047–2233 кг/га) та залежно від сорту могли мати тенденцію до зменшення виходу олії в середньому за роки (рис.5.9).

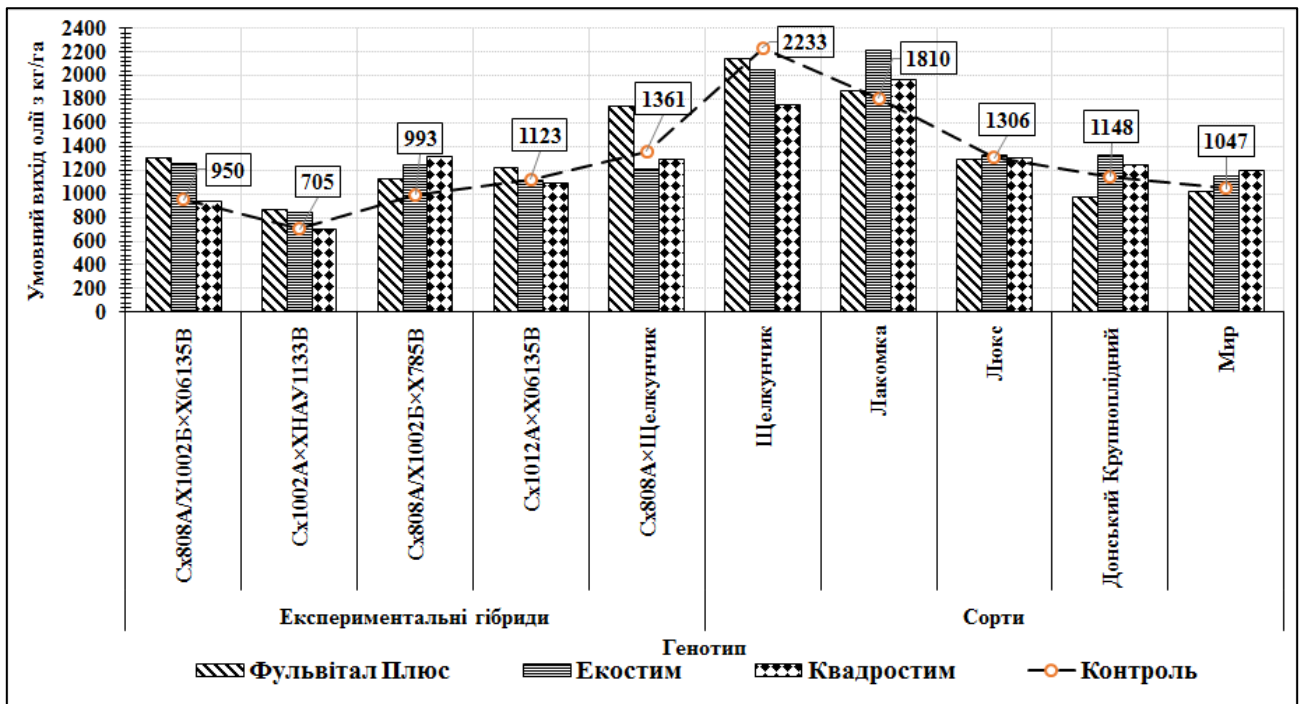


Рис. 5.3.1 Умовний вихід олії з 1 га посіву експериментальних гібридів та сортів соняшнику залежно від регулятора росту рослин, середнє за 2018–2019 рр., кг/га.

Застосування регулятора росту Екостим було ефективним лише на трьох (Сх808А/Х1002Б×Х06135В, Сх1002А×ХНАУ1133В, Сх808А/Х1002Б×Х785В) з п'яти досліджуваних експериментальних гібридів соняшнику. Підвищення умовного виходу олії становило на рівні 20–32 % відповідно до необробленого контролю. Ефективність застосування даного регулятора відмічено і на сортах Лакомка, Донський Крупноплідний та Мир збільшення умовного виходу олії становило в межах 10–22 % відповідно до контролю.

Ефективність застосування регулятора росту Квадростим була дещо нижчою, відсоток умовного виходу олії підвищувався лише у трилінійного експериментального гібриду Сх808А/Х1002Б×Х785В та становив 1320 кг/га (контроль 993 кг/га), (вірогідно при  $P_{0,05}$ ). Зростання умовного виходу олії від обробки регулятором росту Квадростим склало 8–14 % у сортів соняшнику Лакомка, Донський Крупноплідний та Мир відповідно до контролю.

### Висновки до розділу 5

1. Встановлено, що продуктивність ліній-відновників фертильності пилку та стерильних аналогів на 71,5 % і 82,9 % залежить від генотипу, а для ліній закріплювачів стерильності вплив генотипу становить 24,8 %. Порівняно з досліджуваними експериментальними гібридами (38,3 %) та сортами (29,5 %).

2. Вплив регуляторів росту рослин Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим згідно дисперсійного багатофакторного аналізу на формування продуктивності ліній соняшнику був в межах 0,2–4,0 %, маси 1000 насінин 2,1–6,5 % та натури насіння 0,8–15,5 % (всі значення вірогідні при  $F_{05}$ ) залежно від представлених груп ліній (відновники фертильності пилку та закріплювачів стерильності, а також стерильні аналоги самозапилених ліній).

3. Встановлено, що для досліджуваних ліній відновників фертильності пилку та ліній стерильних аналогів фактор впливу року вирощування за ознакою продуктивності є найменшим та становить 2,5 % та 10,2 %. В той час як, на продуктивність ліній закріплювачів стерильності суттєво впливали умови року вирощування (46,4 %). Аналогічним явищем характеризувалися і експериментальні гібриди (35,7 %) та сорти (30,0 %) соняшнику.

4. Серед стерильних аналогів самозапилених ліній встановлено генотипи з проявом позитивної взаємодії з досліджуваними регуляторами росту. Відмічено, що лінії Сх808А та Сх1002А мають більший потенціал до збільшення структурних показників урожаю під впливом регуляторів росту. Середній показник збільшення

продуктивності кошику при застосуванні регуляторів росту становив до 5,9 г у лінії Сх1002А та у лінії Сх808А до 7,8 г. Маса 1000 насінин суттєво збільшувалася до 24,7 % (47,1 г) у стерильного аналога ліній Сх1002А при застосуванні Фульвітал Плюс (контроль 37,8 г).

5. Збільшення продуктивності при застосуванні усіх регуляторів росту відмічено у ліній Х785В на 15,8 % та у Х1012Б на 27,7 % відповідно до контролю. Вплив регуляторів росту на дані досліджувані лінії спостерігався у збільшенні маси 1000 насінин. Так, цей показник становив у лінії Х1012Б – 44,4 г, що на 30,3 % більше контролю та у лінії Х06135В – 53,1 г, що більше на 15,3 % відповідно до контролю.

6. Відмічено збільшення ознаки діаметру кошику у стерильного аналогу самоzapильної лінії Сх1002А під впливом Квадростиму 15,3 см (контроль 14,1 см) та у лінії-відновника фертильності пилку Х785В на всіх досліджуваних регуляторах в межах 14,0–15,6 см (контроль 13,3 см) в середньому за роки.

7. Встановлено, що для стерильного аналогу самоzapильної лінії Сх1010А застосування регулятора Екостим та Квадростим дозволяє суттєво підвищити олійність насіння на рівні 35,4–36,8 % (контроль 34,1 %). Аналогічний ефект даних регуляторів відмічено на лінії закріплювачі стерильності соняшника Х1012Б в межах 37,2–39,9 % (контроль 35,7 %).



## **РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН**

Високий рівень попиту та рентабельності вирощування соняшнику робить його перспективним для виробництва. Разом з цим, технологія вирощування соняшнику потребує досить високих затрат на застосування добрив, пестицидів та догляду. Актуальним є питання з визначання економічної ефективності застосування регуляторів росту на різних генотипах соняшнику, в тому числі лініях, експериментальних гібридах та класичних сортах.

Потреба у збільшенні виробництва соняшнику, як і решти сільськогосподарської продукції продовжує зростати у відповідь на збільшення населення планети [165]. Зокрема, поряд з розвитком інтенсивних технологій вирощування соняшнику, які базуються на використанні широкого спектру пестицидів, активно розвивається органічне землеробство та використання регуляторів росту рослин. Використання останніх дозволяє покращувати урожайність, якість насіння та адаптивні характеристики рослин, що доведено науковими дослідженнями [166–168].

Економічна ефективність застосування досліджуваних регуляторів росту рослин Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим напряму залежала від генотипу досліджуваних зразків соняшнику. Найвищою економічною ефективністю характеризувалася лінія стерильний аналог лінії Сх808А. Вартість кондиційного насіння у даної лінії збільшувалася у результаті застосування регуляторів росту та становила в межах 3,77–4,00 млн.грн/га (контроль 3,43 млн.грн/га), вихід умовно чистого доходу на 9,7–16,4 % перевищував контроль.

У стерильних ліній Сх1012А та Сх1002А, в середньому за роки дослідження, збільшення умовно чистого доходу від застосування регуляторів

росту складало в межах 28,3–59,1%, порівняно з контролем, при середній урожайності від 1,18 до 1,46 т/га (контроль – 0,88 та 1,15 т/га відповідно).

Стерильна лінія Сх1010А характеризувалася підвищенням продуктивності в межах 30–80 кг при застосуванні Фульвітал Плюс та Екостим, втім високі показники ринкової вартості насіння за один кілограм дозволяє отримувати умовно чистий дохід в межах 0,83–0,89 млн.грн/га, що є більшим до представленого контролю на 4,7 % та 12,3 % відповідно. Застосування регулятора Квадростим в середньому за роки досліджень на даній лінії сприяло зменшенню умовного виходу кондиційного насіння до 11,4 %. Внаслідок чого собівартість виробленого насіння за одиницю продукції суттєво збільшувалась 17067 грн/т (контроль 14947 грн/т) та призвело до втрат умовно чистого доходу до 10,8 %.

Серед представлених ліній-відновників фертильності пилку (Х785В та Х06134В) та ліній-закріплювачів стерильності пилку (Х1010Б та Х1012Б), найбільшого економічного ефекту досягнуто при застосуванні регуляторів росту Фульвітал Плюс та Екостим. Прибавка умовно чистого доходу на згаданих лініях від регуляторів росту складала в межах від 3,3 % до 26,2 %.

За показниками умовно чистого доходу з гектару відмічено лінію відновника фертильності пилку Х785В при застосуванні регуляторів росту Фульвітал Плюс та Екостим на рівні 1,22–1,27 млн.грн/га (контроль 1,06 млн.грн/га). На решті представлених ліній-відновників фертильності пилку та закріплювачів стерильності умовно чистий дохід на ділянках регуляторів росту (Фульвітал Плюс та Екостим) не перевищував 0,71 млн.грн/га.

При застосуванні регулятора Квадростим, в середньому за роки дослідження, встановлено зниження урожайності у досліджуваних ліній Х785В, Х1010Б та Х06134В, що мало негативний вплив на вихід умовно чистого доходу до 9,0 % (0,33 млн.грн/га відповідно до контролю 0,37 млн.грн/га). Проте, за

результатами дослідження встановлено, що зменшення урожайності у досліджуваних генотипах мало позитивну кореляцію до збільшення за маси 1000 насінин та натури насіння. Втім, застосування Квадростиму було економічно ефективним на лінії закріплювачі стерильності X1012Б в середньому на рівні 0,78 млн.грн/га, що більше від необробленого контролю на 34,8 % (табл. 6.1).

Установлено економічну ефективність застосування регуляторів росту рослин Фульвітал Плюс та Екостим у кліматичній зоні східного Лісостепу (Харківської області) України. Таким чином, при застосуванні Фульвітал Плюс на досліджуваних експериментальних гібридах соняшнику вдалося підвищити рівень рентабельності в межах 38,5–137,5 %, порівняно з контролем – 22,8–107,1 % та відсоток умовно чистого доходу від 7,1 % до 73,0 %, залежно від представлених гібридів (табл. 6.2). Встановлено збільшення рентабельності застосування препарату Екостим, яка становила 36,6–145,8 %, порівняно з контролем та умовно чистого доходу від 3,8 % до 62,7 % залежно від гібриду.

Найбільш доцільним було застосування регуляторів росту на експериментальних гібридах Сх808А/Х1002Б×Х06135В з показником умовно чистого доходу до 23584 грн/га та гібриді Сх1012А×Х06135В – до 17787 грн/га.

Застосування регулятора Квадростим залежало від генотипу експериментального гібриду. Зокрема на гібридах Сх808А/Х1002Б×Х06135В та Сх1012А×Х06135В показники економічної доцільності зменшувалися, зокрема відсоток умовно чистого доходу від застосування Квадростиму від -5,0 % до -7,3 %. Відповідно це призвело до підвищення собівартості виробленої одиниці продукції в межах 539,9–562,9 грн/ц у порівнянні з представленим контролем. Тоді як, застосування Квадростиму на гібридах Сх1002А×ХНАУ1133В та Сх808А/Х1002Б×Х785В дозволило отримати додатковий умовно чистий дохід від 4,5 % до 59,1 %.

Серед вивчених сортів соняшнику в таблиці 6.2 представлені з найбільш суттєвими змінами. При застосуванні регуляторів росту на сорті Лакомка встановлено збільшення рівня рентабельності до 200,9–256,0 % (контроль 196,8 %). Зокрема, в середньому за роки дослідження (2018–2020 рр), встановлено збільшення умовно чистого доходу від 4,2 % при застосуванні Фульвітал плюс (32830 грн/га) до максимально значення при застосуванні Квадростиму 31,5 % (41412 грн/га), порівняно з контролем (31493 грн/га) та іншими досліджуваними сортами соняшнику.

Встановлено, що збільшення умовно чистого доходу від застосування Фульвітал Плюс на сортові Щелкунчик було незначним у порівнянні з необробленими ділянками в середньому до 0,4 %, тоді як, при застосуванні Екостиму та Квадростиму відмічено зменшення на -9,2 % та 22,0 %.

Таблиця 6.1

Економічна ефективність застосування регуляторів росту рослин Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим в насінництві соняшнику, середнє за 2018–2020 рр.

Лінія	Обробка	Урожайність, ц/га		Вартість продукції, млн.грн/га	Виробничі затрати на 1 га, грн./га**	Умовно чистий дохід, млн.грн/га	Собівартість, тис.грн/т	% умовно чистого доходу РРР до контролю
		Урожайність	Вихід кондиційного насіння *					
Сх808А	Контроль	32,9	29,9	3,43	10413	3,42	3478	
	Фульвітал Плюс	35,8	32,8	3,77	10753	3,76	3275	9,7%
	Екостим	37,8	34,8	4,00	10587	3,99	3039	16,4%
	Квадростим	37,4	34,4	3,95	10623	3,94	3087	15,0%
Сх1010А	Контроль	10,0	7,0	0,80	10413	0,79	14947	
	Фульвітал Плюс	10,3	7,3	0,84	10753	0,83	14744	4,7%
	Екостим	10,8	7,8	0,90	10587	0,89	13554	12,3%
	Квадростим	9,2	6,2	0,71	10623	0,70	17067	-10,8%
Сх1012А	Контроль	11,5	8,5	0,97	10413	0,96	12313	
	Фульвітал Плюс	14,4	11,4	1,31	10753	1,29	9451	34,9%
	Екостим	14,6	11,6	1,33	10587	1,32	9145	37,3%
	Квадростим	13,8	10,8	1,24	10623	1,23	9816	28,3%
Сх1002А	Контроль	08,8	5,8	0,67	10413	0,66	17875	
	Фульвітал Плюс	11,8	8,8	1,01	10753	1,00	12261	51,3%
	Екостим	12,2	9,2	1,06	10587	1,05	11487	59,1%
	Квадростим	11,2	8,2	0,94	10623	0,93	12947	41,5%
Х785В	Контроль	17,1	14,1	1,07	10413	1,06	7375	
	Фульвітал Плюс	19,8	16,8	1,28	10753	1,27	6391	19,3%
	Екостим	19,2	1,62	1,23	10587	1,22	6534	14,9%
	Квадростим	16,7	13,7	1,04	10623	1,03	7727	-2,7%

<i>Продовження таблиці 6.1</i>								
X1010Б	Контроль	8,4	5,4	0,41	10413	0,40	19359	
	Фульвітал Плюс	9,8	6,8	0,51	10753	0,50	15916	26,2%
	Екостим	9,5	6,5	0,50	10587	0,49	16217	21,9%
	Квадростим	8,2	5,2	0,40	10623	0,38	20417	-3,4%
X1012Б	Контроль	10,8	7,8	0,59	10413	0,58	13421	
	Фульвітал Плюс	12,5	9,5	0,72	10753	0,71	11317	22,8%
	Екостим	11,0	8,0	0,61	10587	0,60	13193	3,5%
	Квадростим	1,34	10,4	0,79	10623	0,78	10201	34,8%
X06134В	Контроль	7,9	4,9	0,38	10413	0,37	21051	
	Фульвітал Плюс	8,1	5,1	0,39	10753	0,38	20973	3,7%
	Екостим	8,1	5,1	0,39	10587	0,38	20726	3,3%
	Квадростим	7,5	4,5	0,34	10623	0,33	23532	-9,0%

Примітка: \* вихід кондиційного насіння розрахований з середнього показника втрат (30 %) під час видалення дрібних фракцій, битого та невивпненого насіння соняшнику.

\*\* витрати на обробіток одного гектару розраховані згідного технологічних карт для ведення насінництва соняшнику розроблених Інститутом рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України [169]. Витрати на оплату людської праці розраховані за середніми даними фінансової звітності спеціалізованих насінницьких державних підприємств мережі НААН України Східного регіону за 2020 рік. Ціни на паливо, регулятори росту рослин та добрива були розраховані на період 2020 року з урахуванням їх квартальних змін ціни за показниками Держстату та дистриб'юторів. Витрати на обробку не включають затрати на посівний матеріал, орендної плати за землю та роялті.

Таблиця 6.2

Економічна ефективність та рентабельність застосування регуляторів росту рослин Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим на досліджуваних експериментальних гібридах та сортах соняшнику, середнє за 2018–2020 рр.

Назва	Обробка	Урожайність, ц/га	Ціна реалізації 1 ц насіння, грн*	Вартість товарної продукції тис.грн/га	Виробничі затрати на 1 га соняшнику, грн**	Повна собівартість 1 ц насіння, грн/ц	Умовно чистий дохід, грн/га	Рівень рентабельності, %	% умовно чистого доходу РРР до контролю
Сх808А/Х1002Б ×Х06135В	Контроль	29,3	1069,2	31346,4	16000	545,7	15346	95,9	
	Фульвітал Плюс	36,3	1069,2	38808,6	16340	450,2	22469	137,5	46,4%
	Екостим	37,2	1069,2	39758,4	16174	435,0	23584	145,8	53,7%
	Квадростим	28,8	1069,2	30791,1	16210	562,9	14581	90,0	-5,0%
Сх1002А ×ХНАУ1133В	Контроль	18,4	1069,2	19641,7	16000	871,0	3642	22,8	
	Фульвітал Плюс	21,2	1069,2	22638,4	16340	771,7	6298	38,5	73,0%
	Екостим	20,7	1069,2	22100,9	16174	782,5	5927	36,6	62,7%
	Квадростим	18,7	1069,2	20015,0	16210	865,9	3805	23,5	4,5%
Сх808А/Х1002Б ×Х785В	Контроль	25,5	1069,2	27242,6	16000	628,0	11243	70,3	
	Фульвітал Плюс	28,1	1069,2	30089,4	16340	580,6	13749	84,1	22,3%
	Екостим	30,4	1069,2	32519,0	16174	531,8	16345	101,1	45,4%
	Квадростим	31,9	1069,2	34099,5	16210	508,3	17889	110,4	59,1%

<i>Продовження табл. 6.2</i>									
Сх1012А ×Х06135В	Контроль	31,0	1069,2	33140,4	16000	516,2	17140	107,1	
	Фульвітал Плюс	32,4	1069,2	34695,5	16340	503,5	18355	112,3	7,1%
	Екостим	31,8	1069,2	33961,4	16174	509,2	17787	110,0	3,8%
	Квадростим	30,0	1069,2	32101,7	16210	539,9	15892	98,0	-7,3%
Щелкунчик	Контроль	57,3	1069,2	61292,0	16000	279,1	45292	283,1	
	Фульвітал Плюс	57,8	1069,2	61802,6	16340	282,7	45463	278,2	0,4%
	Екостим	53,6	1069,2	57310,9	16174	301,7	41137	254,3	-9,2%
	Квадростим	48,2	1069,2	51553,9	16210	336,2	35344	218,0	-22,0%
Лакомка	Контроль	44,4	1069,2	47493,2	16000	360,2	31493	196,8	
	Фульвітал Плюс	46,0	1069,2	49170,1	16340	355,3	32830	200,9	4,2%
	Екостим	53,9	1069,2	57585,5	16174	300,3	41412	256,0	31,5%
	Квадростим	48,9	1069,2	52319,3	16210	331,3	36109	222,8	14,7%

Примітка: \*Ціна реалізації одиниці продукції (1 центнера) товарного насіння соняшнику експериментальних гібридів та сортів соняшнику взято згідно представлених середніх цін для Харківської області за 2020 рік згідно Держстату України.

\*\* виробничі затрати на 1 га посівів товарного насіння соняшнику розрахований згідно технологічних карт за цінами актуальними на період 2020 року з урахуванням додаткових технологічних операцій з внесення регуляторів росту рослин.



## Висновки до розділу 6

Проведено оцінку ефективності застосування регуляторів росту Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим на самоzapилених лініях, сортах та експериментальних гібридах соняшнику, як фактору підвищення рентабельності ведення насінництва та отримання додаткового прибутку та зроблено наступні висновки:

1. На досліджуваних зразках соняшнику встановлено, що найбільш ефективним є використання регулятора росту рослин Фульвітал Плюс. У результаті його застосування, в середньому за роки дослідження, встановлено збільшення умовно чистого доходу продукції у стерильних аналогів самоzapилених ліній в межах 4,7–51,3 %, у ліній-відновників фертильності та закріплювачів стерильності від 3,7 % до 26,2 %.

2. Встановлено, що за рахунок високої вартості насіння стерильних аналогів самоzapилених ліній (1147 грн/кг) та ліній відновників фертильності та закріплювачів стерильності (760 грн/кг), низької вартості регуляторів росту з розрахунку на один гектар очевидним є факт їх економічної ефективності.

3. Серед вирощуваних ліній за рахунок високих показників валових зборів найбільш економічно вигідною виявилась стерильна лінія Сх808А, де умовно чистий дохід на контрольній ділянці становив 3,42 млн.грн/га та підвищувався до 3,99 млн.грн/га при застосуванні регуляторів росту. У відновників фертильності пилку відмічено лінію Х785В з показниками умовно чистого доходу на рівні 1,22–1,27 млн.грн/га при застосуванні Фульвітал Плюс та Екостим.

4. Для експериментальних гібридів економічний ефект збільшення доходів відмічено при застосуванні Екостиму та Фульвітал Плюс від 3,8 % до 73,0 % залежно від гібриду.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне обґрунтування та узагальнення практичних результатів застосування регуляторів росту рослин і вирішення важливого наукового завдання, що полягало у встановленні особливостей реакцій різних генотипів соняшнику, покращення насінневої продуктивності за умов їх застосування в східній частині Лісостепу України.

1. Встановлено, що площа вегетативної поверхні генотипів соняшнику варіювала залежно від регуляторів росту рослин та року вирощування і характеризувалася:

– зменшення ІЛП відмічено при застосуванні Квадростиму за усі роки досліджень у стерильного аналогу лінії Сх1002А, експериментального гібриду Сх1012А×Х06135В та найбільше відмічено у лінії відновника фертильності пилку Х06135В до 37,7 % у 2019 році порівняно з контролем

– суттєвим зниженням ІЛП при застосуванні Фульвітал Плюс у лінії Х785В в межах 1,15–2,14 м<sup>2</sup> порівняно з контролем 1,33–2,58 м<sup>2</sup>, лінії ХНАУ1133В 1,10–2,61 м<sup>2</sup> (контроль 2,12–3,00 м<sup>2</sup>).

– застосування Фульвітал Плюс сприяло збільшенню ІЛП протягом усіх років досліджень у експериментальних гібридів: Сх808А/Х1002Б×Х06135В в межах 2,48–4,07 м<sup>2</sup> (контроль 1,86–3,67 м<sup>2</sup>), Сх808А×Щелкунчик – 2,98–3,88 м<sup>2</sup> (контроль 2,58–3,65 м<sup>2</sup>) та сорту Люкс 2,34–4,96 м<sup>2</sup> (контроль 2,20–4,76 м<sup>2</sup>).

2. Висота рослин підвищувалася при застосуванні Фульвітал Плюс на експериментальних гібридах Сх808А/Х1002Б×Х06135В та Сх808А×Щелкунчик від 5 см до 8 см відповідно. Висота стерильного аналогу лінії Сх1002А збільшувалася при обробці регуляторами росту в межах 2–6 см.

3. Встановлено, що відмирання листя та показники загальної облистяності рослин мали чітко виражені генетичні пороги, особливо у експериментальних

гібридів, де загальна облистяність була в межах 27–32 листків незалежно від генотипу чи регулятора росту та 16 сухих листків на 30 день після цвітіння.

4. Застосування регулятора росту Фульвітал Плюс позитивно впливало на особливості життєздатності пилку у лінії-відновника фертильності X06135В з підвищенням життєздатності пилкових зерен на 9,2 % порівняно з контролем (54,2 %).

5. Установлено, що генотип лінії мав значний вплив на продуктивність кошика в межах від 71,5 % до 82,9 %, а у експериментальних гібридів – 38,3 %, сортів – 29,5 %.

6. Вплив регуляторів росту рослин на формування ознаки продуктивності кошика, залежно від генотипу самозапилених ліній був до 4,0 %, а вплив на інші структурні елементи врожаю до – 15,5 %.

7. Серед досліджуваних ліній виявлені генотипи, які найкраще реагували на застосування регуляторів росту рослин. Зокрема відмічено стерильні аналоги самозапилених ліній Sx1002A та Sx808A, у яких підвищувалася продуктивність з кошика (на 5,9 г та 7,8 г відповідно) порівняно з контролем в усі роки досліджень, при урожайності даних ліній в межах 3,58–3,78 т/га (контроль 3,29 т/га) і 1,12–1,22 т/га (контроль 0,88 т/га).

8. Регулятори росту позитивно впливали на ознаку маси 1000 насінин, залежно від генотипу лінії підвищення становило від 0,3 % до 30,3 % за роки досліджень.

9. Встановлено, що діаметр кошику є генетично стабільною ознакою, зміни якої під впливом регуляторів росту Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим майже не відбувалися у більшості генотипів за винятком збільшення лінії – Sx1002A до 1,5 см та X785В до 2,3 см.

10. Застосування регуляторів росту Екостим та Квадростим сприяло підвищенню олійності насіння у ліній Сх1010А та Х1012Б на 2,7–4,2 % відповідно.

11. За результатами проведеного аналізу економічних показників застосування регуляторів росту рослин встановлено, що найбільший економічний ефект забезпечує використання Фульвітал Плюс. Застосування даного регулятора дозволило підвищити економічну ефективність вирощування соняшника (прибавка на ділянках стерильних аналогів до 51,3 %, лініях відновників фертильності пилку і закріплювачів стерильності до 26,3 % за роки досліджень).

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для господарств східної частини Лісостепу України, що займаються насінництвом та селекцією соняшнику у період розвитку 2–5 справжніх листків та повторно у фазу формування зірочки рекомендуємо:

1. Застосовувати регулятори росту рослин Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим при вирощуванні стерильних аналогів самозапилених ліній: Сх808А, Сх1012А, Сх1002А, лінії закріплювача стерильності Х1012Б, відновників фертильності пилку: Х06134В, Х785В та кондитерського соняшнику сорту Лакомка для підвищення продуктивності насінневих посівів.

2. Для покращення якісного складу насіння, зокрема маси 1000 насінин самозапилених ліній соняшнику та сортів кондитерського напрямку використання застосовувати регулятор росту Квадростим.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Спеціальна селекція і насінництво польових культур : навч. посіб. / за ред. В. В. Кириченка ; НААН. Харків: ІР ім. В. Я. Юр'єва, 2010. 462 с.
2. Федоряка В. П., Бахчиванжи Л. А., Почколіна С. В. Ефективність виробництва і реалізації соняшнику в Україні. *Вісник соціально-економічних досліджень*. 2009. №41. С. 139–144.
3. Єщенко І. В. Стан і проблеми виробництва олійних культур у Полтавській області. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 2. С. 183–188.
4. Економічна статистика / Економічна діяльність / Сільське, лісове та рибне господарство. *Державна служба статистики України*. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 15.11.2020).
5. Short-term outlook for EU agricultural markets in 2021. Brussels : European Commission, DG Agriculture and Rural Development, 2021. 31 p.
6. Rape, turnip rape, sunflower seeds and soya by area. *Eurostat*. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tag00100/default/bar?lang=en> (Last accessed: 15.03.2021).
7. Кириченко В. В. Селекція и семеноводство подсолнечника (*Helianthus annuus L.*) : монографія. Харків : ІР ім. В.Я. Юр'єва, 2005. 385с.
8. Зінченко О. І. Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво : підручник. Київ : Аграрна освіта, 2001. 591 с.
9. Коваленко Н. П. Історичний шлях становлення соняшнику і його місце в сівозмінах України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони*. 2013. № 4. С. 73–78.

10. Бугайов В. Д., Васильківський С. П., Власенко В. А. Спеціальна селекція польових культур : навч. посіб. / за ред. М. Я. Молоцького. Біла Церква, 2010. 368 с.
11. Васильев Д. С. Подсолнечник. Москва : Агропромиздат, 1990. 174 с.
12. Schilling E. B., Heiser C. B. Infrageneric classification of *Helianthus* (Compositae). *Taxon*. 1981. Vol. 30, № 2. P. 393–403.
13. Seiler G. J., Gulya T. J. Exploration for wild *Helianthus* species in North America: Challenges and opportunities in the search for global treasures. *International Sunflower Conference Proceedings*. Fargo, 2004. Aug. 29. P. 43–68.
14. Вавилов Н. И. Подсолнечник (*Helianthus annuus* L.) // Вавилов Н. И. Полевые культуры юго-востока. Петроград : Новая деревня, 1922. С. 123–131.
15. Duane B. Sunflower Production. North Dakota : NDSU Extension Service and N.D. Agricultural Experiment Station, 2007. 128 p.
16. Надсон Г. А. Гелиотропизм. *Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона*. Санкт-Петербург : Типо-Литогр. И. А. Ефрона, 1892. Т. 8, полутом 15. С. 277–278.
17. Tarsoudis G., Foster J., Witmer S. Sunflowers Follow the Sun. *Universities Space Research Association*. URL: <https://epod.usra.edu/blog/2010/08/sunflowers-follow-the-sun.html> (Last accessed: 22.07.2019).
18. Škorić D. Achievements and future directions of sunflower breeding. *Field Crops Research*. 1992. Vol. 30, № 3/4. P. 231–270.
19. Kyrychenko V. V., Tymchuk S. M., Bragin O. M. Genetic diversity of sunflower lines by fatty acid composition of oil. *Henetychni resursy Roslyn*. 2007. № 4. С. 131–139.
20. Минкевич И. А., Борковский В. Е. Масличные культуры. 2-е изд. Москва : Сельхозгиз, 1952. 579 с.

21. Сорти рослин. *Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН*. URL: <https://yuriev.com.ua/ua/naukova-diyalnist/naukovi-rozrobki/sorti-roslin/> (дата звернення: 03.04.2021).
22. Selection for contrasting seed tocopherol content in sunflower seeds / L. VELASCO et. al. *The Journal of Agricultural Science*. 2010. Vol. 148, № 4. P. 393–400. DOI: <https://doi.org/10.1017/s0021859609990608>.
23. Кіщенко В. А., Левчук І. В., Радзієвська І. Г., Пелехова Л. С. Дослідження впливу фізичних факторів на вміст токоферолів у рослинних оліях. *Журнал Хроматографічного товариства*. 2011. № 3. С. 42–48.
24. Кореляція цінних господарських ознак та показників якості у ліній соняшнику зі зміненим вмістом ізомерів токоферолів / Н. С. Харитоненко та ін. *Селекція і насінництво*. 2019. Вип. 116, № 2. С. 63–70.
25. Макляк К. М., Кириченко В. В., Брагін О. М. Селекція нових ліній-закріплювачів стерильності соняшнику. *Селекція і насінництво*. 2009. Вип. 97. С. 13–19.
26. Подсолнечник : [монографія] / под общ. ред. В. С. Пустовойта. Москва : Колос, 1975. 592с. (Научные труды ВАСХНИЛ).
27. Sunflower / D.N. Putnam et. al. Center for New Crops & Plant Products, 1990. URL: <https://hort.purdue.edu/newcrop/afcm/sunflower.html> (Last accessed: 11.05.2020).
28. Бендукидзе А. Д. Золотое сечение. *Квант*. 1973. № 8. С. 22–27.
29. Morrison R. Golden Mean in Sunflowers. *USRA*. URL: <https://epod.usra.edu/blog/2004/11/golden-mean-in-sunflowers.html> (Last accessed: 10.03.2021).
30. Наталенко І. Інновації в виробництві підсолнечника: надійна захиста для високого урожаю. *Національний агропортал*. 2015. URL: <https://latifundist.com/> (дата звернення: 04.02.2019).



31. Молоцький М. Я., Васильківський С. П., Князюк В. І., Власенко В. А. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин : підручник. Київ : Вища освіта, 2006. 463 с.
32. Кириченко В. В. Теоретичні основи селекції соняшнику і практичне використання ефекту гетерозису : автореф. дис. ... докт. с.-г. наук : 06.01.05. Дніпропетровськ, 2002. 28 с.
33. Чекалин Н. М., Тищенко В. Н., Баташова М. Е. Селекция и генетика отдельных культур. Полтава : ФОП Говоров С. В., 2008. 368 с.
34. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів : навч. посіб. / В. П. Петренкова та ін. Харків : ІР ім. В. Я. Юр'єва, 2012. 320 с.
35. Mercer K. L., Wyse D. L., Shaw R. G. Effects of Competition on the fitness of wild and crop-wild hybrid sunflower from a diversity of wild populations and crop line. *Evolution*. 2006. № 60. P. 2044–2055.
36. Mercer K. L., Wyse D. L., Andow D. A., Shaw R. G. Stress and domestication traits increase the relative fitness of crop–wild hybrids in sunflower. *Ecology Letters*. 2007. № 10. P. 383–393.
37. Vear F. Changes in sunflower breeding over the last fifty years. *OCL Oilseeds and fats crops and lipids*. 2016. Vol. 23, №. 2. P. 1–8.
38. Vincourt P. Research fields, challenges and opportunities in European oilseed crops breeding. *OCL Oilseeds and fats crops and lipids*. 2014. Vol. 21, №. 6. 602 p. DOI: <https://doi.org/10.1051/ocl/2014043>
39. Лукомец В. М., Антонова Т. С. Заразиха (*Orobanche ситапа* Wallr.) на подсолнечнике и меры борьбы с ней. *Масличные культуры : науч.-техн.бюл. Всерос. НИИ масличных культур*. 2015. Т. 163, №. 3. С. 96–101.
40. Вирулентность заразихи, поражающей подсолнечник, в Волгоградской и Ростовской областях / Т. С. Антонова и др. *Масличные*

культуры : науч.-техн. бюл. Всерос. НИИ масличных культур. 2011. №. 1 С. 146–147.

41. Candidate gene association mapping of Sclerotinia stalk rot resistance in sunflower (*Helianthus annuus* L.) uncovers the importance of COI1 homologs / Z.I. Talukder et. al. *Theoretical and applied genetics*. 2014. Vol. 127, №. 1. P. 193–209.

42. Velasco L. Inheritance of resistance to sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in an interspecific cross between *Helianthus annuus* and *Helianthus debilis* subsp. *Tardiflorus*. *Plant Breeding*. 2012. Vol. 131, №. 1. P. 220–221.

43. Молоцький М. Я., Васильківський С. П., Князюк В. І. Селекція та насінництво польових культур. Київ : Вища школа, 1994. 454 с.

44. Селекция технических и кормовых культур / под ред. М. В. Кузьменко. Киев : Урожай, 1978. 168 с.

45. Kaya Y. The Problems of Hybrid Sunflower Seed Production in Turkey. *The Proceeding of 1st Turkish Seed Congress-IZMIR*. 2002. P. 259–266.

46. Shabir H. W., Hitesh K. S., Vikas G. Present status and future prospects for heterosis breeding in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Asian Journal of Science and Technology*. 2010. № 2. P. 49–54.

47. Adalatzadeh-Aghdam S., Toorchi M., Shakiba M. Heterosis investigation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) by two-dimensional electrophoresis. *International Journal of Biosciences*. 2014. № 4. P. 70–78.

48. Yalcin K. Hybrid vigor in sunflower (*Helianthus annuus* l.). *Helia*. 2005. № 28. P. 77–86.

49. Кутіщева Н. М., Литовченко Б. К., Шудря Л. І., Жаркова Г. В. Інноваційні розробки гібридів соняшнику, створені в інституті олійних культур НААН. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2014. № 16. С. 70–74.

50. Гончаров С. В., Завражнов А. В. Поиск и создание нового исходного материала для селекции гибридов подсолнечника. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2014. № 49. С. 26–28.
51. Обыдало Н. Д. Селекция линий и гибридов подсолнечника кондитерского назначения. *Научное обеспечение инновационных технологий производства и хранения сельскохозяйственной и пищевой продукции*. 2016. С. 336–340.
52. Результати селекції соняшнику на стійкість до основних патогенів / В. В. Кириченко та ін. *Селекція і насінництво*. 2010. Вип. 98. С. 3–12.
53. Seetharam A. Hybrid sunflowers. *Indian farming*. 1980. Vol. 29, №. 12. P. 15–16.
54. Kaya Y., Jovic S., Miladinovic D. Sunflower. New York : Technological Innovations in Major World Oil Crops, 2012. № 1. P. 85–129.
55. Молоцький М.Я., Васильківський С.П., Князюк В.І. Селекція та насінництво польових культур. Київ : Вища школа, 1994. 454 с.
56. Илларионова И. В. Создание селекционного материала подсолнечника с улучшенными дизайно-эстетическими свойствами : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05. Краснодар, 2017. 143 с.
57. Биология, селекция и возделывание подсолнечника / О. И. Тихонов и др. ; под общ. ред. В. М. Пенчукова. Москва : Агропромиздат, 1991. 285 с.
58. Синская Е. Н. Проблемы популяционной ботаники. Екатеринбург : УрО РАН, 2003. Т. 2. 450 с.
59. Жученко А. А. Настоящее и будущее адаптивной селекции и семеноводства на основе идентификации и систематизации их генетических ресурсов. *Сельскохозяйственная биология*. 2012. №. 5. С. 3–9.
60. Лебедевский Ю. А. Создание исходного материала подсолнечника методом межсортовой гибридизации : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05. п. Рассвет, 2008. 22 с.

61. East E. M. The distribution of self-sterility in flowering plants. *Proceeding of the American Philosophical Society*. 1940. P. 449–518.
62. Пустовойт В. С. Масличный подсолнечник. Москва : Гостехиздат, 1928. 31 с.
63. Зайцев А. Н. Исходный материал для селекции гибридов подсолнечника на самофертильность и пчелопосещаемость : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05. Краснодар, 2014. 120 с.
64. Скворцов І. В. Продуктивність ліній соняшнику при інцухті. *Збірник наукових праць Національного центру “Інститут землеробства УААН”*. 2006. Т. 3, № 4. С. 102–106.
65. Сайко В. Ф. Системи обробітку ґрунту в Україні. Київ : ВД ЕКМО, 2007. 44 с.
66. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture/ L. P. Canellas et al. *Scientia Horticulturae*. 2015. Vol. 196, № 30. P. 15–27.
67. Господаренко Г. М. Агрохімія : підручник. Київ ; Умань, 2018. 560 с.
68. Соняшник: екологічні шляхи оптимізації його живлення : монографія / Є. О. Домарацький та ін. Херсон : Олді-плюс, 2020. 160 с
69. Szweykowska A. M. *Fizjologia Roślin*. Poznań : Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im Adama Mszczewicza, 1997. 250 p.
70. Letham D. S., Palni L. M. S. The biosynthesis and metabolism of cytokinins. *Annual Review of Plant Physiology*. 1983. Vol. 34, № 1. P. 163–197.
71. Abeles F. B., Morgan P. W. Saltveit M. E. *Ethylene in Plant Biology*. 2nd ed. San Diego : Academic Press, 1992. 415 p.
72. Matysiak K., Adamczewski K. Regulatory wzrostu i rozwoju roślin–kierunki badań w Polsce i na świecie. *Progress in Plant Protection*. 2009. Vol. 49, №. 4. P. 1810–1816.

73. Вакуленко В. В., Шаповал О. А. Новые регуляторы роста в сельскохозяйственном производстве. *Научное обеспечение и совершенствование методологии агрохимического обслуживания земледелия России*. Москва, 2000. С. 71–89.
74. Шаповал О. А., Можарова И. П., Коршунов А. А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях. *Защита и карантин растений*. 2014. № 6. С. 16–20.
75. Barry C. S., Giovannoni J. J. Ethylene and Fruit Ripening. *Journal Plant Growth Regular*. 2007. Vol. 26, № 2. P. 143–159.
76. Генетика развития растений / Л.А. Лугова и др. *Цитология и генетика*. 2001. Т. 35, № 2. С. 78.
77. Чуб В. В. Рост и развитие растений. URL: <https://web.archive.org/web/20070118055513/http://herba.msu.ru/russian/departments/physiology/spezkursi/chub/7-1-1.html> (дата звернення 15.06.2020)
78. Войтенко Л. В., Косаківська І. В. Поліфункціональний фітогормон абсцизова кислота. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Біологія»*. 2016. № 1. С. 27–41.
79. Ohkuma K., Addicott F. T., Smith O. E., Thiessen W. E. The structure of abscisin II. *Tetrahedron Lett*. 1965. Vol. 29, № 6. P. 2529–2535.
80. On the physiology of abscisins / F. T. Addicott et. al. *Regulateurs Naturels de la Croissance Vegetale*. Paris, 1964. P. 687–703.
81. Letham D. S. Zeatin, a factor inducing cell division isolated from Zea mays. *Life sciences*. 1963. Vol. 8, № 1. P. 569–573.
82. Miller C. O., Skoog F., Von Saltza M. H., Strong F. M. Kinetin, a cell division factor from deoxyribonucleic acid. *Journal of the American Chemical Society*. 1955. Vol. 77, № 9. P. 2662–2663.
83. Веденичова Н. П. Косаківська І. В. Цитокініни як регулятори онтогенезу рослин за різних умов зростання. Київ : Наш формат, 2007. 200 с.

84. Burghardt M., Riederer M. Cuticular transpiration. *Blackwell Publishing*. 2006. № 23. P. 292–307.
85. A comparison of the root and shoot growth of winter barley and winter wheat, and the effect of an early application of chloromequat / P. Bragg et. al. *The Journal of Agricultural Science*. 1984. Vol. 103, № 2. P. 257–264.
86. Adams R.E., Kerber K., Pfister K., Weiler E.W. Studies on the action of a new growth retardant CGA 163'935 (Cimectacarb). *Progress in plant growth regulation*. W: "Proceedings of the 14th International Conference on Plant Growth Substances". Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 1992. P. 818–827.
87. Zullo M. A., Kohout L. Semisystematic nomenclature of brassinosteroids. *Plant Growth Regulation*. 2004. Vol. 42, № 1. P. 15–28.
88. Khripach V. A. Synthesis of brassinosteroids. *Pure & Applied Chemistry*. 1990. Vol. 62, № 7. P. 1319–1324.
89. Стимуляція росту і розвитку рослин *Rhododendron japonicum L.* in vivo при використанні брасиностероїдів / О. А. Кудряшова і др. *Вестник Полеского державного університету. Серія «Природоведческих наук»*. 2011. №. 1. С 14–21
90. Хрипач В. А., Лахвич Ф. А., Жабинский В. Н. Брасиностероиды. Минск: Навука і тэхніка, 1993. 287 с.
91. Sembdner G., Parthier B. The biochemistry and the physiological and molecular actions of jasmonates. *Annual review of plant biology*. 1993. Vol. 44, № 1. P. 569–589. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.44.060193.003033>
92. Влияние жасмоновой кислоты на продуктивность растений ячменя и их устойчивость к засухе и грибным инфекциям / А. А. Луговая и др. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія: Біологія*. 2015. №. 3. С. 54–61.

93. Колесников Я. С., Кретинін С. В. Роль специфічних ізоферментів фосфоліпази D у реалізації біологічного ефекту жасминової кислоти в реакціях рослин на дію стресів. *Доповіді НАН України*. 2018. № 10. С. 95–102.
94. Davies P. J. *Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology*. Dordrecht : Springer Science & Business Media, 1995. 796 p.
95. Galston A. W., Davies P. J. Hormonal regulation in higher plants. *Contemporary Readings in Biology*. 1972. 46 p.
96. Davies P. J. *Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, action*. Dordrecht : Springer Science & Business Media, 2004. 776 p.
97. Князева Т. В. Регуляторы роста растений в Краснодарском крае : монография. Краснодар : ЭДВИ, 2013. 128 с.
98. Вильдфлуш И. Р. Применение микроудобрений и регуляторов роста в интенсивном земледелии: рекомендации. Горки : БГСХА, 2015. 48 с.
99. Ткачук О. О. Екологічна безпека та перспективи застосування регуляторів росту рослин. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2014. № 3. С. 41–44.
100. Ленюк М. М. Оптимізація елементів технології вирощування соняшнику в степовій зоні України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Київ, 2002. 24 с.
101. Буряк Ю. І., Чернобаб О. В., Огурцов Ю. Є., Клименко І. І. Ефективність застосування регуляторів росту і мікродобрива в процесі розмноження насіння сортів пшениці озимої та ячменю ярого. *Селекція і насінництво*. 2015. № 107. С. 145–153.
102. Шевченко А. О., Тарасенко В. О. Регулятори росту в рослинництві – ефективний елемент сільськогосподарських технологій. Стан та перспективи. *Регулятори росту в землеробстві* : зб. наук. пр. Київ : УДНДПТІ "Агроресурси", 1998. С. 8–14.

103. Чайлахян М. Х., Кулаева О. Н., Кораблева Н. П. Международная конференция по ростовым веществам растений. *Физиология растений*. 1979. Т. 26, № 3. С. 664–668.
104. Міхеєв В. Г. Продуктивність сої залежно від застосування регуляторів росту, десикації та сенікації посівів в умовах Лівобережного Лісостепу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Харків, 2009. 155 с.
105. Гуляєв Б. І., Карлова А. Б., Кірізій Д. А. Вплив хлормекватхлориду та естрону на засвоєння цукровим буряком елементів мінерального живлення. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2007. Т. 39, № 5. С. 401–408.
106. Елементи регуляції в рослинництві : зб. наук. пр. / під ред. В. П. Кухаря. Київ : Компас, 1998. 358 с.
107. Рогач Т. І., Кур'ята В. Г. Фізіологічні основи регуляції морфогенезу та продуктивності соняшнику за допомогою хлормекватхлориду і трептолему. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2018. 140 с.
108. Jung J., Rademacher W. Plant growth regulating chemicals cereal grains. *Plant growth regulating chemicals*. 2018. № 2. P. 253–271.
109. The effect of a growth regulator Ribav-Extra on winter wheat seedlings exposed to heavy metals / K. A. Gruznova et. al. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2018. Т. 105, № 3. P. 227–234. DOI: <https://doi.org/10.13080/z-a.2018.105.029>.
110. Upreti K., Maryada S. Role of plant growth regulators in abiotic stress tolerance. *Abiotic stress physiology of horticultural crops*. 2016. P. 19–46. DOI: 10.1007/978-81-322-2725-0\_2.
111. Маренич М. М., Юрченко С. О., Баган А. В., Єщенко В. М. Формування продуктивності сортів пшениці озимої під дією гумінових речовин. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 1. С. 63–66.



112. Knapowski T., Szczepanek M., Wilczewski E., Pobereżny J. Response of wheat to seed dressing with humus and foliar potassium fertilization. *Journal of agricultural science and technology*. 2015. Vol. 17, № 6. P. 1559–1569.
113. Ousley M.A., Lynch J.M., Whipps J. M. Potential of Trichoderma spp. as consistent plant growth stimulators. *Biology and Fertility of Soils*. 1994. Vol. 17, № 2. P. 85–90. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00337738>
114. Lucy M., Reed E., Glick B. R. Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria. *Antonie van leeuwenhoek*. 2004. Vol. 86, №1. P.1–25. DOI: <https://doi.org/10.1023/B:ANTO.0000024903.10757.6e>
115. Bernard R. G., Yoav B. Genetic manipulation of plant growth-promoting bacteria to enhance biocontrol of phytopathogens. *Biotechnology Advances*. 1997. Vol. 15, № 2. P. 353–378.
116. Василенко М. Г., Драга М. В., Зацаріна Ю. О., Бакай І. Д. Регулятори росту рослин природного походження на посівах ярої пшениці в умовах Північного Лісостепу України. *Агроекологічний журнал*. 2014. № 4. С. 36–39.
117. Василенко М. Г., Терновий Ю. В., Швиденко І. К., Душко П. М. Застосування біологічного стимулятора росту рослин «Екостим» у сільськогосподарському виробництві. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 3. С. 96–101.
118. Скачок Л. М., Потапенко Л. В., Ярош Т. М. Ефективність біологічних добрив і стимуляторів росту на польових культурах. *Сільськогосподарська мікробіологія : міжвід. темат. наук. зб. Чернігів, 2008. Вип. 7. С. 122–130.*
119. Еколого-економічні основи збалансованого розвитку агросфери Київської області : монографія / за ред. О. І. Фурдичка. Київ : ДІА, 2015. 736 с.
120. Гирка А. Д., Вінюков О. О., Андрейченко О. Г., Кулик І. О. Вплив біопрепаратів і регуляторів росту на продуктивність рослин ячменю ярого

голозерного та плівчастого в умовах північного степу. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. № 3. С. 65–68.

121. Шкурко В. С. Вплив стимуляторів росту на збільшення врожайності й поліпшення якості зерна пивоварного ячменю. *Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки* : зб. наук. праць. Рівне : НУВГП, 2013. Вип. 61, № 1. С. 93–99.

122. Яблонская Е. К. Изучение воздействия экзогенных регуляторов метионина, фуrolана и их композиции на посевные качества семян пшеницы. *Universum: Химия и биология*. 2014. Т. 9, № 9. С. 1–5.

123. Пелех Л. В. Формування продуктивності кукурудзи залежно від обробки стимуляторами росту рослин в умовах правобережного Лісостепу. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 5. С. 54–61.

124. Буряк Ю. І., Огурцов Ю. Є., Чернобаб О. В., Клименко І. І. Посівні якості насіння соняшнику залежно від впливу регуляторів росту рослин та протруйників. *Селекція і насінництво*. 2014. № 105. С. 173–177.

125. Буряк Ю. І., Огурцов Ю. Є., Чернобаб О. В., Клименко І. І. Ефективність застосування регуляторів росту рослин та мікродобрива в насінництві соняшнику. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2014. №16. С.20–25.

126. Сендецький В. М. Вплив регуляторів росту на врожайність соняшнику за вирощування в умовах Лісостепу Західного. *Науковий вісник НУБіП України. Серія «Агрономія»*. 2017. № 269. С. 53–61.

127. Гораш О. С., Сендецький В. М. Оптимізація продукційного процесу агроценозу соняшнику за використання регуляторів росту. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 5. DOI:<http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.05.010>.

128. Покопцева Л. А., Єременко О. А., Булгаков Д. В. Використання регуляторів росту рослин для передпосівної обробки насіння соняшнику гібриду Армада. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. № 4. С. 127–135.

129. Ткаліч Ю. І., Ніценко М. П. Особливості фотосинтетичної діяльності гібридів соняшнику залежно від біопрепаратів. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2014. № 2. С. 124–130.
130. Біологізація технології вирощування гібридів та сортів соняшнику / Т.П. Кілочок та ін. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2012. № 17. С. 98–103.
131. Підвищення регуляторами росту імунітету рослин до патогенних грибів, шкідників і нематод / В. А. Циганкова та ін. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2013. Т. 45, № 2. С. 138–147.
132. Янтарна кислота – ефективний регулятор росту рослин / Н. Г. Гізбулліні др. *Цукрові буряки*. 2009. № 2. С. 4–5.
133. Окрушко С. Є. Вплив стимуляторів росту на врожайність столових буряків та моркви. *Вісник ХНАУ. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»*. 2016. № 2. С. 109–114.
134. Окрушко С. Є. Вплив стимулятора росту Вимпел на урожайність капусти білоголової. *Вісник ХНАУ. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»*. 2017. № 1. С. 140–145.
135. Паламарчук І. І. Вплив сорту та стимулятора росту рослин на врожайність і якісні показники продукції кабачка в умовах правобережного лісостепу. *Вісник ХНАУ. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання»*. 2016. №1. С. 123–132.
136. Нікончук Н.В. Вплив біологічно активних речовин на врожайність та якість томатів. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2012. №2. С. 160–163.
137. Тернавський А. Г., Накльока О. П. Ефективність застосування біостимуляторів росту на рослинах огірка в умовах лісостепу України. *Агробіологія*. 2013. № 11. С. 101–104.

138. Берников Н. И. Влияние регуляторов роста на семенную продуктивность и качество семян капусты белокочанной в условиях южного региона России : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06 01 05. Москва, 2007. 21 с.

139. Даценко А. А. Мікробіологічна активність ризосфери гречки за дії бактеріального препарату Діазобактерин і регулятора росту рослин Радостим. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2014. Т. 86, № 1. С. 215–220.

140. Войташенко Д. П., Демченко Н. В. Вплив регулятора росту Грейнактив на продуктивність ріпаку озимого. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2012. № 14. С. 260–262.

141. Самарина Л. С., Маляровская В. И., Рогожина Е. В., Малюкова Л. С. Эндوفитные микроорганизмы как промоутеры роста растений в культуре in vitro. *Сельскохозяйственная биология*. 2017. Т. 52, № 5. С. 917–927.

142. Carey D., Whipker B., McCall I., Buhler W. Cytokinin based PGR affects growth of vegetative petunia. *In Proceedings of the 35th Annual Meeting of the Plant Growth Regulation Society of America*, 3-7 August. 2008. San Francisco : Plant Growth Regulation Society of America, 2008. P. 101–109.

143. Ousley M. A., Lynch J. M., Whipps J. M. Potential of Trichoderma spp. as consistent plant growth stimulators. *Biology and Fertility of Soils*. 1994. № 17. P. 85–90. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00337738>

144. Lucy M., Reed E., Glick B. Applications of free-living plant growth-promoting rhizobacteria. *Antonie Van Leeuwenhoek*. 2004. Vol. 86, № 1. P. 1–25. DOI: <https://doi.org/10.1023/B:ANTO.0000024903.10757.6e>.

145. Glick B. R., Bashan Y. Genetic manipulation of plant growth-promoting bacteria to enhance biocontrol of phytopathogens. *Biotechnology Advances*. 1997. Vol. 15, № 2. P. 353–378.

146. Schroeder H. E. Effects of Applied Growth Regulators on Pod Growth and Seed Protein Composition in *Pisum sativum* L. *Journal of Experimental Botany*. 1984. Vol. 35, № 6. P. 813–821.
147. Guo C., Oosterhuis D. M. Pinitol occurrence in soybean plants as affected by temperature and plant growth regulators. *Journal of Experimental Botany*. 1995. Vol. 46, № 2. P. 249–253. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/46.2.249>.
148. Salama A., Wareing P. F. Effects of Mineral Nutrition on Endogenous Cytokinins in Plants of Sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Experimental Botany*. 1979. Vol. 35, № 5. P. 971–981.
149. Halmann M. Synthetic Plant Growth Regulators. *Advances in Agronomy*. 1990. № 43. P. 47–105.
150. Abdelgadir H. A., Jäger A. K., Johnson S. D., Staden J. V. Influence of plant growth regulators on flowering, fruiting, seed oil content, and oil quality of *Jatropha curcas*. *South African Journal of Botany*. 2010. № 76. P. 440–446.
151. Wanderley C. S., Rezende R., Andrade C. A. B. Effect of paclobutrazol as regulator of growth in production of flowers of sunflower in cultivo hidropônico. *Ciência e Agrotecnologia*. 2007. Vol. 31, № 6. P. 1672–1678.
152. Мельник І. П. Рекомендації по застосуванню біостимуляторів нового покоління в технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Івано-Франківськ : ПП «НВ Місто», 2011. 14 с.
153. Мельник І. П. Рекомендації по застосуванню біостимуляторів «Вермистим», «Вермистим-К», «Вермибіомаг» у сільськогосподарському виробництві. Івано-Франківськ : Фоліант, 2008. 21 с.
154. Тимофійчук О. Б. Ефективність використання регуляторів росту нового покоління в технології вирощування кукурудзи на зерно в умовах західного Лісостепу України. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2012. № 2. С. 40–42.

155. Хомик Н. І., Гаврон Н. Б., Рубінець Н. А. Технологія виробництва і переробки сільськогосподарської продукції : курс лекцій. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2016. 248 с.
156. Домарацький О. О., Оніщенко С. О., Ревтьо О. Я. Вплив регуляторів росту на ріст, розвиток та формування врожайності соняшнику в умовах недостатнього зволоження Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 106. С. 53–58.
157. Regulation of abscisic acid signalling by the ethylene response pathway in *Arabidopsis* / M Ghassemian et. al. *The Plant Cell*. 2000. Vol. 12, № 7. P. 1117–1126.
158. Sharp R. E. Interaction with ethylene: changing views on the role of abscisic acid in root and shoot growth responses to water stress. *Plant, Cell and Environment*. 2002. Vol. 25. P. 211–222.
159. Acharya B. R, Assmann S. M. Hormone interactions in stomatal function. *Plant Molecular Biology*. 2009. Vol. 69, № 4. P. 451–462.
160. Wilkinson S, Davies W. J. Drought, ozone, ABA and ethylene: new insights from cell to plant to community. *Plant, Cell and Environment*. 2010. Vol. 33, № 4. P. 510–525. DOI: 10.1111/j.1365-3040.2009.02052.x.
161. Baylis A. D., Dickst J. W. Investigations into the use of plant growth regulators in oil-seed sunflower (*Helianthus annuus* L.) husbandry. *The Journal of Agricultural Science*. 1983. Vol. 100, № 3. P. 723–730. DOI: 10.1017/S0021859600035516.
162. Rauf S., Sadaqat H. A. Effects of varied water regimes on root length, dry matter partitioning and endogenous plant growth regulators in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Plant Interactions*. 2007. Vol. 2, №. 1. P. 41–51.
163. Baylis A. D., Dicks J. W. Growth retardants, a possible aid to oil-seed sunflower husbandry : monograph. UK, 1980. P. 53–66.

164. Orchard P. W., Lovett J. V. Chlormequat induced drought avoidance in sunflowers. *Proceedings of the 7th International Sunflower Conference*. Krasnodar, 1976. Vol. 2. C. 332–340.
165. Rajala A., Peltonen-Sainio, P. Plant growth regulator effects on spring cereal root and shoot growth. *Agronomy Journal*. 2001. Vol. 93, № 4. P. 936–943.
166. Spitzer T., Matušinský P., Klemová Z., Kazda J. (2011). Management of sunflower stand height using growth regulators. *Plant, Soil and Environment*. Vol. 57, № 8. P. 357–363.
167. Koutroubas S. D., Vassiliou G., Damalas C. A. Sunflower morphology and yield as affected by foliar applications of plant growth regulators. *International journal of plant production*. 2014. Vol. 8, № 2. P. 215–229.
168. Tahsin N., Kolev T. Investigation on the effect of some plant growth regulators on sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Central European Agriculture*. 2005. Vol. 6, №. 4. P. 583–586.
169. Ernst D., Kovar M., Černý I. Effect of two different plant growth regulators on production traits of sunflower. *Journal of Central European Agriculture*. 2016. Vol. 17, №. 4. P. 998–1012.
170. Mátyás M., Černý I., Marek K. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) yield-forming elements influenced by year weather conditions and applications of biological preparations Terra-Sorb and unicum. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2014. Vol. 3. P. 131–133.
171. Tahir M.M., Khurshid M., Khan M.Z., Abbasi M.K., Hazmi M.H. Lignite-derived humic acid effect on growth of wheat plants in different soils. *Pedosphere*. 2011. Vol. 21, № 1. P 124–131.
172. Canellas L.P., Olivares F.L., Okorokaova-Façanha A.L., Façanha A.R. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root

emergence, and plasma membrane H<sup>+</sup>-ATPase activity in maize roots. *Plant physiology*. 2002. Vol. 130, № 4. P. 1951–1957.

173. Cimrin K.M., Önder T., Turan M., Burcu T. Phosphorus and humic acid application alleviate salinity stress of pepper seedling. *African Journal of Biotechnology*. 2010. Vol. 36, № 9. P. 5845–5851.

174. Action of humic acid on promotion of cucumber shoot growth involves nitrate-related changes associated with the root-to-shoot distribution of cytokinins, polyamines and mineral nutrients / V. Mora et. al. *Journal of plant physiology*. 2010. Vol. 167, № 8. P. 633–642.

175. Adani F., Genevini P., Zaccheo P., Zocchi G. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *Journal of plant nutrition*. 1998. Vol. 21, № 3. P. 561–575.

176. Eyheraguibel B., Silvestre J., Morard P. Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. *Bioresource technology*. 2008. Vol. 99, №. 10. P. 4206–4212.

177. Asli S., Neumann P.M. Rhizosphere humic acid interacts with root cell walls to reduce hydraulic conductivity and plant development. *Plant Soil*. 2010. Vol. 336, № 1. P. 313–322

178. Calvo P., Nelson L., Kloepper J.W. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*. 2014. Vol. 383, № 1. P. 3–41. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>.

179. Esteves da Silva J.C.G., Machado A.A.S.C., Oliveira C.J.S.(1998) Effect of pH on complexation of Fe(III) with fulvic acids. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 1998. Vol.17, № 7. P. 1268–1273.

180. Bocanegra M.P., Lobartini J.C., Orioli G.A.(2006) Plant uptake of iron chelated by humic acids of different molecular weights. *Communications in soil science and plant analysis* Vol. 37, № 1–2. P. 239–248.



181. Брагін О. М., Чуйко Д. В. Способи підвищення продуктивності ліній соняшника та інших сільськогосподарських культур з використанням регуляторів росту. *Вісник ХНАУ. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво*. 2019. № 1. С. 107–117.
182. Агроклиматический справочник по Харьковской области. Ленинград: Гидрометеиздат, 1957. 179 с.
183. Справочник по климату СССР. Вып. 10. Украинская ССР. Ленинград : Гидрометецентр, 1969. Ч. 4 : Влажность воздуха, атмосферные осадки и снежный покров. 695 с.
184. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації : аналіт. доповідь / [С. П. Іванюта, О. О. Коломієць, О. А. Малиновська, Л. М. Якушенко] ; за ред. С. П. Іванюти. Київ : НІСД, 2020. 110 с.
185. Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах зміни клімату : монографія / за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. Одеса : Держ. екол. ун-т, 2018. 548 с.
186. GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP), version 4. *NASA Goddard Institute for Space Studies*. URL: [data.giss.nasa.gov/gistemp/](https://data.giss.nasa.gov/gistemp/) (Last accessed: 17.01.2021).
187. Improvements in the GISTEMP uncertainty model / N. J. Lenssen et. al. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. Vol. 124, № 12. P. 6307–6326 DOI: <https://doi.org/10.1029/2018JD029522>
188. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Вольвач О. В. Основи агрометеорології : конспект лекцій. Одеса : Вид-во «ТЭС», 2004. 150 с.
189. Охорона прав на сорти рослин : бюлетень / Держ. вет. та фітосанітарна служба України, Укр. ін-т експертизи сортів рослин. 2016. Т. 2. 760 с.

190. Охорона прав на сорти рослин : бюлетень / Держ. вет. та фітосанітарна служба України, Укр. ін.-т експертизи сортів рослин. 2014. Т. 4. 993 с.
191. Охорона прав на сорти рослин : бюлетень / Держ. вет. та фітосанітарна служба України, Укр. ін.-т експертизи сортів рослин. 2011. Т. 1. 340 с.
192. Кириченко В. В., Васько В. О., Брагін О. М. Індукований мутагенез в селекції соняшнику : навч. посіб. Харків : ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, 2017. 157с.
193. Методики проведення кваліфікаційної експертизи сортів технічних та кормових культур: Охорона прав на сорти рослин. *Офіційний бюлетень Державної служби з охорони прав на сорти рослин*. 2003. № 3 (1–4). 195 с.
194. Інформаційно-довідкова система "Сорт" *Український інститут експертизи сортів рослин*. 2019. URL: <http://sort.sops.gov.ua/about> (дата звернення: 30.10.2019).
195. Методики проведення кваліфікаційної експертизи сортів технічних та кормових культур: Охорона прав на сорти рослин. *Офіційний бюлетень Державної служби з охорони прав на сорти рослин*. 2012. Т. 4, № 1. 90 с.
196. Соняшник, сорт – Щелкунчик *ТОВ Науково-виробнича фірма "Дриада, Лтд"*. URL: <http://driada.net.ua/uk/shhelkunchik/> (дата звернення: 30.10.2019).
197. Каталог сортов и гибридов масличных культур, технологий возделывания и средств механизации. Краснодар : ВНИИ маслич. культур им. В. С. Пустовойта, 2019. 168 с.
198. Каталог продукції 2020. Київ : ВНІС, 2020. 89 с.
199. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні, 2020 р. Київ : УІЕСР, 2020. №1. 499 с.

200. Атлас морфологічних ознак сортів соняшнику однорічного: (наочне доповнення до «Методики проведення інспектування насінницьких посівів соняшнику однорічного *Helianthus annuus* L.»). Київ : УІЕСР, 2016. 76 с.
201. Антистресанти та стимулятори росту. Київ : ТОВ «Агротехносоюз», 2017. 31 с. (Humin Tech).
202. Державний перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні на 2020 рік. *Міністерство енергетики та захисту довкілля України*. URL: <https://menr.gov.ua/> (дата звернення: 10.05.2020).
203. ДСТУ 4138-2002 Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. [Чинний від 01.01.2004]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2003. 173 с.
204. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. [Чинний від 01.07.1994]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 1994. 78 с.
205. Макрушин М. М., Макрушина Є. М. Насінництво: (методологія, теорія, практика) : підручник. 2-е вид., допов. і перероб. Сімферополь : ВД АРІАЛ, 2012. 536 с.
206. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. Москва : Агропромиздат, 1980. 303 с.
207. Макляк Е. Н. Теплоустойчивость инбредных линий подсолнечника на разных этапах онтогенеза. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2015. №. 4. С. 76–80.
208. Спосіб оцінки інбредних ліній соняшнику за теплостійкістю зрілого пилку: пат. на корисну модель 13504 Україна № 60538 ; заявл. 15.11.2010 ; опубл. 25.06.2011, Бюл. № 12. 4 с.
209. Нифантьев И. Э., Ивченко П. В. Практический курс спектроскопии ядерного магнитного резонанса. Москва, 2006. 200 с

210. Методика селекційного експерименту (у рослинництві) / Е. Р. Ермантраут та ін. Харків : ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, 2014. 229 с.
211. Гопцій Т. І., Проскурнін М. В. Генетико-статистичні методи в селекції. Харків: ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, 2003. 103 с.
212. Чуйко Д. В., формирование индекса и площади листовой поверхности линий подсолнечника под действием регуляторов роста растений. *Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур* : сб. материалов докладов участников XVII Междунар. науч.- практ. конф., посвящ. 95-летию агр. фак. и 180-летию подготовки специалистов аграрного профиля, 28 янв. 2021 г. Горки : БГСХА, 2021. С. 439–443.
213. Медведев Г. А., Екатериничева Н. Г., Чижиков С. А. Влияние регуляторов роста на урожайность гибридов подсолнечника на южных черноземах Волгоградской обл. *Орошаемое земледелие*. 2018. №. 4. С. 19–22.
214. Повстяной В. В. Влияние удобрений на продуктивность подсолнечника на обыкновенном чернозёме Западного Предкавказья. *Масличные культуры* : науч.-техн. бюл. Всерос. НИИ маслич. культур. 2008. №. 1. С. 44–46.
215. Клименко І. І. Вплив регуляторів росту рослин і мікродобрива на урожайність насіння ліній та гібридів соняшнику. *Селекція і насінництво*. 2015. №. 107. С. 183–188.
216. Шаповал О. А., Алиев-Лещенко Р. М. Влияние регуляторов роста растений и доз NPK на фотосинтетическую деятельность растений подсолнечника. *Плодородие*. 2014. Т. 76, №. 1. С. 2–4.
217. Сендецький В. М. Влияние элементов технологии выращивания на фотосинтетическую и семенную продуктивность посевов подсолнечника. *Агробіологія*. 2018. №. 1. С. 191–201.
218. Яблонская Е. К. Применения регулятора роста растений, иммунизатора-препарата фурулан при возделывании подсолнечника в

Краснодарском крае. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2016. №. 7 (121). С. 1–23.

219. Полевой В. В. Физиология растений : учеб. для биол. спец. вузов. Москва : Высш. шк., 1989. 464 с.

220. Благовещенская М. З. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур. Москва : Колос, 1984. 367 с.

221. Троц В. Б. Фотосинтез и продуктивность совместных посевов подсолнечника с высокобелковыми растениями. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2010. Т. 65, №. 3. С. 9–13.

222. Журавлева В. В., Казазаев В. В. Проблемы моделирования фотосинтеза: анализ лимитирующих факторов и моделей. *Математическое моделирование в экологии, агроэкологии и природопользовании* : сб. тр. Всерос. конф. по математике. Барнаул : "МАК-2016", 2016. С. 206–208.

223. Иконникова В. В. Влияние различных агрометеорологических условий на фотосинтез гороха. *Культура народов Причерноморья*. 2013. № 265. С. 104–107.

224. Коломацька В. П., Кириченко В. В. Особливості формування морфологічних і господарських ознак у гібридів соняшнику. *Селекція і насінництво*. 2011. №. 99. С. 17–22.

225. Троценко В. І., Кабанець В. М., Троценко В. І. Адаптивна модель генотипу соняшнику для північно-східного лісостепу та полісся України. *Посібник українського хлібороба* : наук.-практ. зб. 2014. № 2. С. 41–45.

226. Мельник А. В. Агробіологічні основи формування врожаю соняшнику та ріпаку ярого в лівобережному лісостепу України : автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук : 06.01.09. Київ : НУБІП, 2013. 43 с.

227. Деменко В. М. Жатов О. Г. Продуктивність соняшнику в залежності від площі живлення. *Вісник Сумського сільськогосподарського інституту*. 1997. Вип. 1. С. 18–19.
228. Кудріна В. С. Формування продуктивності соняшнику залежно від елементів технології вирощування в умовах Південного Степу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Миколаїв, 2021. 175 с.
229. Merrien A., Champolivier L. Applications of ethephon on sunflower to prevent lodging. *Proceeding of 13th International Sunflower Conferen*. Pisa : Intl. Sunflower Assoc, 1992. P. 593–596.
230. Генетика и селекция подсолнечника : междунар. моногр. / Др. Шкорич и др. ; под ред. В.В.Кириченка, П.Н. Лазера; Сербская академия наук и искусств, Ассоциация «Селекция и семеноводство подсолнечника». Харьков : НТМТ, 2015. 540 с.
231. Макляк Е. Н. Особенности влияния температуры воздуха на отмирание листовой поверхности гибридов подсолнечника. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2016. № 3. С. 100–103.
232. Marinković R., Škorić D. Examination of heritability of certain quantitative traits of sunflower (*H. annuus* L.). *Production and processing of cultivars*. 1984. № 1 P. 161–167.
233. Kovacik A., Skaloud V. Collection of sunflower marker genes available for genetic studies. *Helia*. 1980. № 3. P. 27–28.
234. Толмачев В. В., Лебедь З. И., Бочкарев Н. И., Толмачева Н. Н. Новые спонтанные мутации признаков корзинки подсолнечника и их наследование. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН*. 1998. № 3. С. 82–92.

235. Ведмедева Е. В., Толмачёв В. В. Наследование белой и светлой окраски пыльцы подсолнечника. *Вісник Запорізького державного університету*. 2002. № 1. С. 1–3.
236. Bonciu E. Aspects of the pollen grains diameter variability and the pollen viability to some sunflower genotypes. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*. 2013. Vol. 17, № 1. С. 161–165.
237. Макляк Е. Н. Теплоустойчивость инбредных линий подсолнечника на разных этапах онтогенеза. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2015. № 4. С. 76–80.
238. Муньєтс Т. V., Кurychenko V. V., Udovichenko A. Y. Оцінка ліній-відновників фертильності соняшнику за пилкоутворювальною здатністю та автофертильністю. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2020. Т. 84, № 2. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2020.02.006>.
239. Genetic analysis of pollen viability: an indicator of heat stress in sunflower (*Helianthus annuus* L.) / M. K Razzaq et. al. *International Journal of Innovative Approaches in Agricultural*. 2017. P. 40–50.
240. Astiz V., Hernández L. F. (2013). Pollen production in sunflower (*Helianthus annuus* L.) is affected by air temperature and relative humidity during early reproductive growth. *Phyton*. 2013. Vol. 82. P. 297–302.
241. Harsant J., Pavlovic L., Chiu G., Sultmanis S. High temperature stress and its effect on pollen development and morphological components of harvest index in the C3 model grass *Brachypodium distachyon* / J. Harsant et. al. *Journal of Experimental Botany*. 2013. Vol. 64, № 10. P. 2971–2983. DOI: 10.1093/jxb/ert142.
242. Hsu S.-Y., Huang Y.-Ch., Peterson P. A. Development pattern of microspores in *Zea mays* L. *Maydica*. 1988. Vol. 33, № 2. P. 77–98.

243. Reyes R. D., Simpson M. G. (2007). Preliminary investigation of pollen development of *Philydrum lanuginosum*. *Microsc. Res. And Techn.* 2007. Vol. 36, № 4. P. 350–352.

244. Альтергот В. Ф., Мордкович С. С., Фадеева Л. Г. Тепловые нарушения развития мужского гаметофита у яровой пшеницы. *Физиология и биохимия культурных растений*. 1998. Vol. 10, № 5. С. 451–456.

245. Surso M. V. Pollination and Growth of Pollen Tubes in Common Juniper (*Juniperus communis* L.: Cupressaceae Rich. ex Bartl.). *Journal of Siberian Federal University*. 2019. Vol. 12, № 1. P. 48–70. DOI: 10.17516/1997-1389-0288

246. Velisevich S. N. Pollen quality of *Pinus sibirica* Du Tour (Pinaceae) mountain populations in arid and humid regions of Altai. *Journal of Siberian Federal University*. 2017. Vol. 10, № 3. P 301–311. DOI: 10.17516/1997-1389-0014

247. Khanbabaeva O. E., Berezkina I. V., Sorokopudov V. N. Studying of pollen storage questions in connection of interspecific hybridization in decorative representatives of Scrophulariaceae Juss. *The Bulletin of KrasGAU*. 2019. Vol. 149, № 8. P. 40–46.

248. Kumpan V. N., Sukhotskaya S. G. Connection of fruits of *Chaenomeles japonica* in conditions with south foreststeppe of the zone of omsk region and influent factors. *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. 2018. Vol. 13, № 4. P. 51–55. DOI: 10.12737/article\_5c3de3817d4092.85461715

249. Pavlov A. V., Verzhuk V. G., Sitnikov M. N., Shlyavas A. V. The influence of phytohormones on the germination of apple pollen in the process of low-temperature storage. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2018. Vol. 179, № 3. P. 293–300. DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2018-3-293-300>

250. Pavlov A. V., Verzhuk V. G., Bondaruk D. D. The effect of phytohormones and light on the germination of apple pollen with reduced



viability. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2019. Vol. 180, № 4. P. 27–31. DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-4-27-31>.

251. Panina O., Zilyakova T. Increase of productivity of farm animals with the help of oxidate, a peat humic preparation. *Moortherapie 2000: Peat Therapy on it's Way into the next Millenium*, October 2000. Bad Kissinger (Germany) 2000. P. 233–244.

252. Орлов Д. С. Свойства и функции гуминовых веществ. Гуминовые вещества в биосфере. *Наука*. 1993. С. 16–27.

253. Маренич М. М., Юрченко С. О., Баган А. В., Єщенко В. М. Формування продуктивності сортів пшениці озимої під дією гумінових речовин. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 1. С. 63–66.

254. Knapowski T., Szczepanek M., Wilczewski E., Pobereźny J. Response of wheat to seed dressing with humus and foliar potassium fertilization. *Journal of agricultural science and technology*. 2015. Vol. 17, № 6. P. 1559–1569.

255. Матиенко А. Ф. Об отборе биотипов подсолнечника, привлекательных для пчел. *Селекция и семеноводство*. 1992. № 2–3. С. 14–16.

256. Морозов В. К. 19 лет работы с подсолнечником методом инцухта. *Яровизация*. 1940. № 2. С. 33–47.

257. Chuyko D., Bragin O. Efficiency of application of plant growth regulators on different genotypes of sunflower. European vector of development of the modern scientific researches : monograph. Riga : Baltija Publishing , 2021. P. 180–200.

258. Чуйко Д. В. Продуктивність і елементи формування структури урожаю генотипів соняшнику при обробці регуляторами росту рослин. *Вісник ХНАУ. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво*. 2020. Вип. 1-2. С. 114–127.

259. Chuiko D. Plant growth regulator effects on sunflower parents and F<sub>1</sub> hybrids. *Žemės ūkio mokslai*. 2021. Vol. 28, № 2. P. 34–44.

260. Хмарський М. Вплив термінів висівання та густоти на врожайність соняшнику. *Пропозиція. Спецвипуск*. 2017. С. 36–37.

261. Жуйков О. Г., Бурдюг О. О. Дослідження продуктивності та якісних показників гібридів соняшнику середньоранньої групи за різних технологій вирощування в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Т. 109, № 1. С. 42–48.

262. Чуйко Д. В., Брагін О. М., Михайленко В. О., Романова Т. А., Романов О. В. Вплив регуляторів росту рослин на продуктивність ліній соняшнику. *Селекція і насінництво*. 2020. Вип. 117, № 1. С. 215–226.

263. Петибская В. С. Влияние метеорологических условий на качество масла подсолнечника. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 1993. № 1 (2). С. 32–34.

264. Нестерчук В. В. Продуктивність гібридів соняшнику залежно від густоти стояння рослин та мікродобрив в умовах півдня України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Херсон, 2017. 199 с.

265. Khan N., Vano A.M.D., Babar A. Impacts of plant growth promoters and plant growth regulators on rainfed agriculture. *PLOSOne*. 2020. Vol. 15, № 4. P. 1–32. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231426>.

266. Сендецький В. М. Вплив гумінових препаратів на врожайність і якісні показники насіння соняшнику в умовах Лісостепу Західного. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер. Агрономія*. 2018. № 294. С. 32–41.

267. Покопцева Л. А., Єременко О. А., Булгаков Д. В. Використання регуляторів росту рослин для передпосівної обробки насіння соняшнику гібриду Армада. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. № 4. С. 127–135.

268. Knapowski T., Szczepanek M., Wilczewski E., Pobereżny J. Response of wheat to seed dressing with humus and foliar potassium fertilization. *Journal of agricultural science and technology*. 2015. Vol. 17, № 6. P. 1559–1569.

269. Кириченко В. В., Макляк К. М., Коломацька В. П. Каталог гібридів соняшника селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. Харків : IP ім. В. Я. Юр'єва НААН, 2016. 59 с.

270. Чуйко Д. В., Пономарьова М. С., Брагін О. М. Економічна ефективність вирощування ліній, гібридів та сортів соняшнику залежно від регулятора росту рослин. *Вісник ХНАУ. Серія «Економічні науки»*. 2021. Т. 1, № 2. С. 197–208.

## ДОДАТКИ

## Додаток А.1

Температурні показники під час вегетації соняшнику (Роганська метеорологічна станція) за період досліджень, 2018 –2020 рік.

Температура °С	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Сума за період
Середня багаторічна	16,2	19,9	21,2	20,5	15,2	93,0
2018 рік	20,8	21,6	23,0	24,6	21,7	111,7
2019 рік	18,4	24,8	21,4	22,1	17,3	104,0
2020 рік	13,5	21,9	22,4	20,7	22,3	100,8

## Додаток А.2

Кількість опадів під час вегетації соняшнику (Роганська метеорологічна станція) за період досліджень, 2018 –2020 рік.

Кількість опадів, мм	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Сума за період
Середня багаторічна	43,7	65,7	65,5	51,0	45,4	271,3
2018 рік	15,9	43,5	28,7	0,0	10,7	98,8
2019 рік	43,4	15,2	38,8	0,0	10,3	107,7
2020 рік	106,3	54,2	26,7	5,8	0,0	193,0

## Додаток А.3

Помісячний та річний гідротермічний коефіцієнт зволоження (ГТК) за  
Г.Т. Селянінова

Рік	Місяць					ГТК по сумі за період
	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	
ГТК 2018	0,3	0,7	0,4	0,0	0,1	0,3
ГТК 2019	0,8	0,2	0,6	0,0	0,2	0,3
ГТК 2020	2,5	0,8	0,4	0,1	0,0	0,7

## Додаток А.4

Польові та лабораторні роботи під час досліджень: 1. Визначення лабораторної схожості насіння; 2. Передпосівна культивування; 3. Маркування дослідної ділянки; 4. Оцінка польової схожості; 5. Формування фази 3–4 пар справжніх листків; 6. Формування фази зірочки.





## Додаток А.5

1. Формування вегетативної поверхні; 2. Період перед початком цвітіння;
3. Масове цвітіння соняшнику; 4. Процес ізолювання рослин; 5. Дослідні ділянки у фазі повної стиглості; 6. Пурка ПХ-1



## Додаток А.6

Показники лабораторної та польової схожості насіння генотипів соняшнику, 2018–2020 рр., %

	Лабораторна схожість, %			Середнє за роки	Польова схожість, %			Середнє за роки	Енергія проростання, %			Середнє за роки
	2018	2019	2020		2018	2019	2020		2018	2019	2020	
Сх808А	93	92	95	93	89	87	92	89	82	87	85	85
Сх808А/Х1002Б	98	95	97	97	91	92	90	91	91	90	95	92
Сх1010А	93	90	87	90	90	88	85	88	80	72	76	76
Сх1012А	95	92	88	92	94	89	85	89	74	77	76	76
Сх1002А	90	90	87	89	87	90	84	87	72	79	63	71
Х06135В	94	96	92	94	90	93	89	91	80	79	71	77
Х06134В	89	92	88	90	88	88	85	87	70	65	63	66
Х785В	87	94	92	91	85	90	87	87	77	85	80	81
ХНАУ1133В	92	89	87	89	90	85	85	87	90	92	75	86
Х1010Б	93	90	89	91	90	87	86	88	85	88	81	85
Х1012Б	95	97	90	94	94	92	90	92	85	88	88	87
Сх808А/Х1002Б×Х06135В	96	94	92	94	96	92	89	92	90	92	91	91
Сх1002А×ХНАУ1133В	92	96	97	95	90	95	95	93	89	93	90	91
Сх808А/Х1002Б×Х785В	98	95	95	96	95	93	94	94	96	93	91	93
Сх1012А×Х06135В	99	96	96	97	97	96	96	96	96	90	92	93
Сх808А×Щелкунчик	97	92	94	94	91	87	91	90	94	90	78	87
Щелкунчик	87	90	93	90	84	85	88	86	85	82	85	84
Лакомка	93	90	85	89	90	86	83	86	86	77	72	78
Люкс	94	95	89	93	91	90	86	89	83	80	79	81
Донський Крупноплідний	93	92	92	92	89	84	90	88	88	86	83	86
Мир	94	91	90	92	90	88	87	88	90	89	80	86



## Додаток Б.1

Вплив регуляторів росту рослин на ознаку висоти рослин досліджуваних самоzapилених ліній,  
експериментальних гібридів та сортів соняшнику, 2018–2020 рр, см

Назва	Контроль				Фульвітал Плюс				Екостим				Квадростим			
	2018	2019	2020	Серед нє	2018	2019	2020	Серед нє	2018	2019	2020	Серед нє	2018	2019	2020	Серед нє
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Стерильні аналоги самоzapилених ліній																
Сx808А	193	163	189	182	194	162	193	183	196	162	192	184	195	162	194	184
Сx808А/Х1002Б	196	150	201	182	203	157	196	185	203	160	201	188	201	147	201	183
Сx1010А	130	102	124	119	132	100	126	119	134	99	126	120	133	92	135	120
Сx1012А	126	90	125	113	123	88	121	111	121	84	127	111	121	83	131	112
Сx1002А	169	118	163	150	171	128	169	156	168	125	174	156	172	113	170	152
<b>(2018)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,75; НІР <sub>05</sub> В – 0,67; НІР <sub>05</sub> АВ – 1,50; / <b>(2019)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,72; НІР <sub>05</sub> В – 0,65; НІР <sub>05</sub> АВ – 1,45; / <b>(2020)</b> НІР <sub>05</sub> А – 1,19; НІР <sub>05</sub> В – 1,06; НІР <sub>05</sub> АВ – 2,38;																
Лінії закріплювачі стерильності та фертильності пилку																
Х06135В	125	114	136	125	124	109	135	123	126	116	133	125	126	114	130	123
Х06134В	124	106	141	124	120	104	140	121	116	108	138	121	116	105	132	118
Х785В	144	110	164	139	149	117	162	143	147	121	162	143	157	110	159	142
ХНАУ1133В	134	93	140	123	137	94	144	125	133	90	144	122	132	88	142	120
Х1010Б	129	105	131	122	133	107	129	123	134	109	130	124	130	96	134	120
Х1012Б	116	87	118	107	123	87	114	108	121	87	121	110	121	82	123	109
<b>(2018)</b> НІР <sub>05</sub> А – 1,43; НІР <sub>05</sub> В – 1,17; НІР <sub>05</sub> АВ – 2,85; / <b>(2019)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,65; НІР <sub>05</sub> В – 0,53 НІР <sub>05</sub> АВ – 1,30; / <b>(2020)</b> НІР <sub>05</sub> А – 1,30; НІР <sub>05</sub> В – 1,06; НІР <sub>05</sub> АВ – 2,61;																

<i>Кінець дод. Б.1</i>																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Експериментальні гібриди																
Сх808А/Х1002Б ×Х06135В	200	142	206	183	210	146	208	188	196	157	201	185	200	140	209	183
Сх1002А ×ХНАУ1133В	172	144	180	166	183	145	189	173	182	147	189	173	178	146	189	171
Сх808А/Х1002Б ×Х785В	206	153	208	189	205	154	204	188	202	156	209	189	206	152	211	190
Сх1012А ×Х06135В	203	135	202	180	196	133	196	175	196	137	202	178	195	131	200	175
Сх808А ×Щелкунчик	196	158	198	184	201	171	204	192	199	158	204	187	194	158	208	187
<b>(2018)</b> НІР <sub>05</sub> А – 1,02; НІР <sub>05</sub> В – 0,92; НІР <sub>05</sub> АВ – 2,05; / <b>(2019)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,79; НІР <sub>05</sub> В – 0,71; НІР <sub>05</sub> АВ – 1,59; / <b>(2020)</b> НІР <sub>05</sub> А – 1,30; НІР <sub>05</sub> В – 1,16; НІР <sub>05</sub> АВ – 2,60;																
Сорти																
Щелкунчик	183	160	205	183	191	163	206	187	189	153	206	182	190	158	208	185
Лакомка	185	157	211	184	185	166	204	185	185	156	204	182	192	155	221	189
Люкс	184	158	199	180	186	177	219	194	186	159	203	183	183	157	214	185
Донський Крупноплідний	223	193	274	230	226	201	276	234	214	185	275	224	217	180	271	223
Мир	166	168	208	181	177	168	211	185	176	154	216	182	175	165	223	188
<b>(2018)</b> НІР <sub>05</sub> А – 2,53; НІР <sub>05</sub> В – 2,26; НІР <sub>05</sub> АВ – 5,05; / <b>(2019)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,99; НІР <sub>05</sub> В – 0,89; НІР <sub>05</sub> АВ – 1,98; / <b>(2020)</b> НІР <sub>05</sub> А – 1,95; НІР <sub>05</sub> В – 1,74; НІР <sub>05</sub> АВ – 3,90;																

Примітка: фактор А – генотип (лінія, гібрид, сорт); фактор В – регулятор росту рослин

## Додаток Б.2

Вплив регуляторів росту рослин на ознаку облистяності (кількості листя на рослині) самозапилених ліній, експериментальних гібридів та сортів соняшнику, 2018–2019 роки, шт.

Назва	Контроль				Фульвітал Плюс				Екостим				Квадростим			
	2018	2019	2020	Серед нє за	2018	2019	2020	Серед нє за	2018	2019	2020	Серед нє за	2018	2019	2020	Серед нє за
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>Стерильні аналоги самозапилених ліній</b>																
Сx808А	22	32	26	27	29	31	29	29	29	30	30	30	29	31	30	30
Сx808А/Х1002Б	27	30	28	28	25	27	28	27	26	30	26	27	24	30	26	27
Сx1010А	26	26	29	27	26	26	30	28	26	25	27	26	25	25	30	27
Сx1012А	26	23	26	25	26	22	25	24	24	22	25	23	24	22	25	24
Сx1002А	28	26	26	27	22	27	27	26	21	26	26	24	22	26	26	24
<b>(2018) НІР<sub>05</sub> А – 0,33; НІР<sub>05</sub> В – 0,29; НІР<sub>05</sub> АВ – 0,65; / (2019) НІР<sub>05</sub> А – 0,40; НІР<sub>05</sub> В – 0,36; НІР<sub>05</sub> АВ – 0,81; / (2020) НІР<sub>05</sub> А – 0,72; НІР<sub>05</sub> В – 0,65; НІР<sub>05</sub> АВ – 1,45;</b>																
<b>Лінії закріплювачі фертильності та стерильності пилку</b>																
Х06135В	29	31	27	29	28	31	28	29	29	32	27	29	28	32	27	29
Х06134В	23	27	27	26	22	28	26	25	20	29	27	25	22	27	24	25
Х785В	30	28	29	29	23	28	27	26	28	29	28	28	29	25	26	27
ХНАУ1133В	29	30	36	32	25	24	32	27	34	36	38	36	31	33	37	34
Х1010Б	27	24	29	27	26	25	28	26	26	25	28	26	26	25	28	26
Х1012Б	24	23	23	24	24	22	24	23	23	22	24	23	23	21	25	23
<b>(2018) НІР<sub>05</sub> А – 0,54; НІР<sub>05</sub> В – 0,44; НІР<sub>05</sub> АВ – 1,08; / (2019) НІР<sub>05</sub> А – 0,44; НІР<sub>05</sub> В – 0,36; НІР<sub>05</sub> АВ – 0,87; / (2020) НІР<sub>05</sub> А – 0,62; НІР<sub>05</sub> В – 0,51; НІР<sub>05</sub> АВ – 1,24;</b>																

														<i>Кінець дод. Б.2</i>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Експериментальні гібриди																
Сх808А/Х1002Б ×Х06135В	29	29	28	29	30	30	30	30	29	30	29	29	31	29	31	30
Сх1002А ×ХНАУ1133В	27	29	26	27	28	29	26	28	28	30	25	28	29	30	26	28
Сх808А/Х1002Б ×Х785В	29	30	28	29	28	29	28	29	30	31	30	30	29	29	29	29
Сх1012А×Х06135В	29	28	30	29	28	28	28	28	30	28	31	29	30	29	31	30
Сх808А ×Щелкунчик	28	29	27	28	29	29	28	29	28	29	27	28	28	29	27	28
<b>(2018)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,32; НІР <sub>05</sub> В – 0,28; НІР <sub>05</sub> АВ – 0,63; / <b>(2019)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,35; НІР <sub>05</sub> В – 0,31; НІР <sub>05</sub> АВ – 0,70; / <b>(2020)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,63; НІР <sub>05</sub> В – 0,57; НІР <sub>05</sub> АВ – 1,26;																
Сорти																
Щелкунчик	31	29	27	29	31	29	27	29	31	29	30	30	31	29	27	29
Лакомка	29	30	28	29	33	30	29	30	29	30	28	29	31	31	28	30
Люкс	28	27	29	28	25	29	29	28	28	29	27	28	24	29	28	27
Донський Крупноплідний	34	31	32	32	30	30	29	30	31	29	31	30	34	28	31	31
Мир	28	26	28	27	29	27	28	28	30	27	28	28	30	27	30	29
<b>(2018)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,83; НІР <sub>05</sub> В – 0,74; НІР <sub>05</sub> АВ – 1,66; / <b>(2019)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,28; НІР <sub>05</sub> В – 0,25; НІР <sub>05</sub> АВ – 0,57; / <b>(2020)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,66; НІР <sub>05</sub> В – 0,59; НІР <sub>05</sub> АВ – 1,32;																

Примітка: фактор А – генотип (лінія, гібрид, сорт); фактор В – регулятор росту рослин

## Додаток Б.3

Вплив регуляторів росту рослин на відмирання листків на 30 день після цвітіння самоzapилених ліній, експериментальних гібридів та сортів соняшнику, 2018–2020 рр., шт.

Назва	Контроль				Фульвітал Плюс				Екостим				Квадростим			
	2018	2019	2020	Середнє за роки	2018	2019	2020	Середнє за роки	2018	2019	2020	Середнє за роки	2018	2019	2020	Середнє за роки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Стерильні аналоги самоzapилених ліній																
Cx808A	10	10	10	10	14	9	11	11	15	11	13	13	15	12	13	13
Cx808A/X1002B	18	14	16	16	17	14	17	16	17	15	14	15	15	13	14	14
Cx1010A	17	20	21	20	22	21	21	21	24	20	20	21	23	18	21	21
Cx1012A	15	15	14	15	16	12	14	14	16	12	14	14	19	14	13	15
Cx1002A	19	18	15	17	22	16	17	18	21	16	16	18	22	18	14	18
<b>(2018)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,23; НІР <sub>05</sub> В – 0,21; НІР <sub>05</sub> АВ – 0,47; / <b>(2019)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,26; НІР <sub>05</sub> В – 0,23; НІР <sub>05</sub> АВ – 0,52; / <b>(2020)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,28; НІР <sub>05</sub> В – 0,24; НІР <sub>05</sub> АВ – 0,57;																
Лінії закріплювачі фертильності та стерильності пилку																
X06135B	16	12	12	14	16	14	16	15	18	14	15	16	17	13	14	14
X06134B	11	13	17	14	16	15	14	15	12	14	14	13	15	14	12	14
X785B	21	18	17	19	19	20	16	19	21	19	16	19	22	18	14	18
XHAУ1133B	15	11	20	16	15	11	19	15	14	12	21	16	16	11	23	17
X1010B	18	17	21	19	18	20	21	20	18	18	18	18	19	19	19	19
X1012B	17	14	13	15	17	13	14	14	17	13	13	14	19	12	13	15
<b>(2018)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,41; НІР <sub>05</sub> В – 0,33; НІР <sub>05</sub> АВ – 0,81; / <b>(2019)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,38; НІР <sub>05</sub> В – 0,31; НІР <sub>05</sub> АВ – 0,75; / <b>(2020)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,21; НІР <sub>05</sub> В – 0,18; НІР <sub>05</sub> АВ – 0,43;																

<i>Кінець дод. Б.3</i>																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>Експериментальні гібриди</b>																
Сх808А/Х1002Б ×Х06135В	16	16	18	17	15	11	22	16	17	16	19	17	16	15	19	17
Сх1002А ×ХНАУ1133В	18	16	20	18	17	15	19	17	17	17	17	17	16	15	19	17
Сх808А/Х1002Б ×Х785В	17	15	20	17	16	13	20	16	17	14	21	17	16	13	21	17
Сх1012А×Х06135В	17	16	18	17	15	15	17	16	17	17	17	17	17	17	17	17
Сх808А×Щелкунчик	17	16	17	17	15	14	18	16	16	16	16	16	16	16	16	16
<b>(2018)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,54; НІР <sub>05</sub> В – 0,48; НІР <sub>05</sub> АВ – 1,08; / <b>(2019)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,25; НІР <sub>05</sub> В – 0,22; НІР <sub>05</sub> АВ – 0,49; / <b>(2020)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,49; НІР <sub>05</sub> В – 0,44; НІР <sub>05</sub> АВ – 0,99;																
<b>Сорти</b>																
Щелкунчик	16	17	17	17	17	14	17	16	17	16	20	17	16	15	16	16
Лакомка	15	16	17	16	17	15	19	17	15	14	18	16	16	15	16	16
Люкс	25	15	20	20	17	14	19	17	15	15	19	16	16	16	18	16
Донський Крупноплідний	17	13	19	16	20	12	18	16	20	13	18	17	24	12	19	18
Мир	28	14	21	21	18	14	19	17	21	13	20	18	22	13	17	17
<b>(2018)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,64; НІР <sub>05</sub> В – 0,57; НІР <sub>05</sub> АВ – 1,28; / <b>(2019)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,15; НІР <sub>05</sub> В – 0,14; НІР <sub>05</sub> АВ – 0,31; / <b>(2020)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,51; НІР <sub>05</sub> В – 0,46; НІР <sub>05</sub> АВ – 1,05;																

Примітка: фактор А – генотип (лінія, гібрид, сорт); фактор В – регулятор росту рослин

## Додаток Б.4

Формування ознаки довжини черешка досліджуваних генотипів соняшнику при застосуванні регуляторів росту  
Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим , 2018–2020 рр., см.

Назва	Контроль				Фульвітал Плюс				Екостим				Квадростим			
	2018	2019	2020	Середнє за роки	2018	2019	2020	Середнє за роки	2018	2019	2020	Середнє за роки	2018	2019	2020	Середнє за роки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>Стерильні аналоги самозапилених ліній</b>																
Cx808A	12,6	9,6	12,0	11,4	12,5	9,6	12,0	11,4	12,9	8,9	11,7	11,1	12,3	9,6	11,7	11,2
Cx808A/X1002Б	11,3	10,3	16,2	12,6	12,5	10,6	14,5	12,5	10,9	9,5	15,4	12,0	10,8	9,2	15,8	11,9
Cx1010A	10,8	7,7	9,3	9,3	10,9	7,9	8,7	9,2	10,2	7,5	9,3	9,0	9,6	6,9	9,3	8,6
Cx1012A	7,8	6,5	7,4	7,2	7,8	7,3	8,0	7,7	8,1	7,5	8,8	8,1	7,8	5,9	8,4	7,3
Cx1002A	10,1	9,7	14,3	11,4	10,5	9,8	14,5	11,6	10,2	10,0	14,4	11,5	9,7	8,6	14,2	10,8
<b>(2018) <math>HI_{P_{05}} A - 0,26</math>; <math>HI_{P_{05}} B - 0,23</math>; <math>HI_{P_{05}} AB - 0,52</math>; / (2019) <math>HI_{P_{05}} A - 0,10</math>; <math>HI_{P_{05}} B - 0,09</math>; <math>HI_{P_{05}} AB - 0,20</math>; / (2020) <math>HI_{P_{05}} A - 0,11</math>; <math>HI_{P_{05}} B - 0,09</math>; <math>HI_{P_{05}} AB - 0,21</math>;</b>																
<b>Лінії закріплювачі стерильності та фертильності пилку</b>																
X06135B	12,4	9,2	13,0	11,5	12,8	10,2	12,8	11,9	11,2	10,0	12,6	11,3	12,5	9,1	11,2	11,0
X06134B	9,0	9,8	13,5	10,8	9,8	8,8	12,7	10,4	9,7	10,5	12,2	10,8	8,4	9,5	11,3	9,7
X785B	8,3	6,6	11,1	8,7	8,4	6,8	11,4	8,9	9,7	8,2	12,0	10,0	9,7	7,1	11,6	9,5
XHAУ1133B	8,2	8,5	11,0	9,2	7,5	7,2	11,0	8,5	8,0	8,0	10,3	8,8	7,9	7,7	9,6	8,4
X1010Б	10,1	8,2	11,1	9,8	10,3	7,5	12,0	9,9	10,1	7,5	12,1	9,9	9,4	7,3	10,0	8,9
X1012Б	8,6	8,2	8,0	8,3	8,1	7,7	8,4	8,1	6,8	6,8	8,9	7,5	7,6	6,3	8,1	7,3
<b>(2018) <math>HI_{P_{05}} A - 0,20</math>; <math>HI_{P_{05}} B - 0,17</math>; <math>HI_{P_{05}} AB - 0,41</math>; / (2019) <math>HI_{P_{05}} A - 0,15</math>; <math>HI_{P_{05}} B - 0,12</math>; <math>HI_{P_{05}} AB - 0,30</math>; / (2020) <math>HI_{P_{05}} A - 0,26</math>; <math>HI_{P_{05}} B - 0,22</math>; <math>HI_{P_{05}} AB - 0,53</math>;</b>																

															<i>Кінець дод. Б.4</i>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
<b>Експериментальні гібриди</b>																	
Сх808А/Х1002Б ×Х06135В	12,5	9,7	15,7	12,7	12,9	10,9	15,3	13,0	12,7	11,0	15,1	12,9	13,1	9,8	17,7	13,5	
Сх1002А ×ХНАУ1133В	12,1	9,7	14,0	12,0	11,5	10,3	13,3	11,7	11,6	9,5	13,9	11,7	11,9	10,5	13,0	11,8	
Сх808А/Х1002Б ×Х785В	11,8	9,7	14,0	11,8	11,6	10,2	13,0	11,6	12,3	10,3	14,6	12,4	11,7	10,0	14,0	11,9	
Сх1012А×Х06135В	9,1	6,9	12,4	9,5	8,5	6,5	11,7	8,9	9,6	6,9	12,8	9,8	9,2	6,4	13,0	9,5	
Сх808А ×Щелкунчик	11,8	11,4	12,4	11,9	12,6	11,5	13,2	12,4	12,4	11,1	13,6	12,4	12,5	11,0	14,2	12,6	
<b>(2018)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,47; НІР <sub>05</sub> В – 0,42; НІР <sub>05</sub> АВ – 0,94; / <b>(2019)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,11; НІР <sub>05</sub> В – 0,10; НІР <sub>05</sub> АВ – 0,23; / <b>(2020)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,19; НІР <sub>05</sub> В – 0,17; НІР <sub>05</sub> АВ – 0,38;																	
<b>Сорти</b>																	
Щелкунчик	17,1	8,3	13,3	12,9	17,8	8,5	14,6	13,6	18,7	9,1	14,3	14,0	18,6	8,5	17,0	14,7	
Лакомка	14,0	11,1	13,1	12,8	16,3	10,1	15,5	14,0	15,6	10,6	15,5	13,9	15,6	11,1	18,5	15,1	
Люкс	12,8	10,7	16,7	13,4	14,6	11,2	16,7	14,1	13,7	10,6	15,2	13,2	14,6	9,9	17,1	13,9	
Донський Крупноплідний	15,0	10,9	18,0	14,6	15,0	12,9	16,3	14,7	15,3	11,2	16,4	14,3	17,2	11,0	18,6	15,6	
Мир	11,9	11,1	15,7	12,9	12,3	11,2	16,2	13,2	11,9	11,9	15,5	13,1	14,1	13,3	16,3	14,6	
<b>(2018)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,86; НІР <sub>05</sub> В – 0,77; НІР <sub>05</sub> АВ – 1,72; / <b>(2019)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,12; НІР <sub>05</sub> В – 0,11; НІР <sub>05</sub> АВ – 0,25; / <b>(2020)</b> НІР <sub>05</sub> А – 0,28; НІР <sub>05</sub> В – 0,25; НІР <sub>05</sub> АВ – 0,57;																	

Примітка: фактор А – генотип (лінія, гібрид, сорт); фактор В – регулятор росту рослин



## ДОДАТОК В.1

Продуктивність з рослини та елементи структурного урожаю стерильних ліній соняшнику під впливом регуляторів росту рослин Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим

Лінія	Варіант обробки	Продуктивність з рослини, г				Маса 1000 насінин, г				Натура насіння г/л			
		2018	2019	2020	Середнє за роки	2018	2019	2020	Середнє за роки	2018	2019	2020	Середнє за роки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Сх808А	Контроль	48,2	61,4	63,8	57,8	59,7	56,8	58,3	58,3	372	387	376	378
	Фульвітал Плюс	54,7	68,8	65,2	62,9	61,5	60,9	62,9	61,8	382	397	383	387
	Екостим	59,1	71,7	68,3	66,4	63,2	67,6	69,3	66,7	416	389	386	397
	Квадростим	49,8	79,5	67,6	65,6	63,5	66,3	69,6	66,5	387	402	388	392
Сх808А/Х1002Б	Контроль	47,4	44,8	68,3	53,5	46,3	53,3	64,1	54,6	390	337	388	372
	Фульвітал Плюс	52,7	48,6	60,6	53,9	38,0	60,3	65,8	54,7	440	375	364	393
	Екостим	33,7	38,1	74,8	48,8	38,6	51,4	79,9	56,6	406	335	391	377
	Квадростим	47,5	39,1	80,1	55,6	50,8	63,0	80,4	64,7	442	349	391	394
Сх1010А	Контроль	21,4	14,3	15,2	17,0	52,0	53,9	49,4	51,8	346	338	333	339
	Фульвітал Плюс	22,5	13,2	18,5	18,1	59,8	52,1	54,6	55,5	360	339	354	351
	Екостим	23,7	16,7	16,5	19,0	68,5	57,5	52,2	59,4	353	349	338	347
	Квадростим	20,3	11,6	16,7	16,2	68,3	55,2	57,0	60,1	364	349	345	352

<i>Кінець дод. В. 1</i>													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Сх1012А	Контроль	29,6	11,6	19,2	20,1	38,3	33,2	46,2	39,2	362	320	329	337
	Фульвітал Плюс	38,2	14,8	22,7	25,2	42,8	36,6	46,5	42,0	371	328	298	332
	Екостим	38,1	15,2	23,5	25,6	43,8	37,2	52,1	44,4	362	309	304	325
	Квадростим	31,1	14,0	27,7	24,3	43,8	35,8	51,8	43,8	373	329	346	349
Сх1002А	Контроль	20,8	11,6	14,1	15,5	33,5	41,0	39,0	37,8	292	205	266	254
	Фульвітал Плюс	26,5	16,7	18,8	20,7	41,2	47,8	52,2	47,1	306	249	324	293
	Екостим	30,8	15,1	18,4	21,4	40,9	43,9	46,1	43,6	325	239	299	288
	Квадростим	30,5	8,1	20,3	19,7	40,5	33,8	45,8	40,0	333	227	334	298
НІР <sub>05</sub> А					1,0				1,2				4,0
НІР <sub>05</sub> В					0,8				1,0				3,5
НІР <sub>05</sub> С					1,0				1,2				4,0

Примітка: фактор А – генотип; фактор В – рік вирощування; фактор С – регулятор росту рослин

## Додаток В.2

Продуктивність з рослини та елементи структурного урожаю ліній відновників фертильності та закріплювачів стерильності пилку соняшнику під впливом регуляторів росту рослин Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим

Лінія	Варіант обробки	Продуктивність з рослини, г				Маса 1000 насінин, г				Натура насіння, г/л			
		2018	2019	2020	Середнє за роки	2018	2019	2020	Середнє за роки	2018	2019	2020	Середнє за роки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
X06135В	Контроль	39,6	35,2	41,6	38,8	38,3	47,5	52,4	46,1	373	298	293	321
	Фульвітал Плюс	47,9	30,0	32,6	36,8	45,0	45,3	46,9	45,7	375	304	304	327
	Екостим	44,2	38,1	30,1	37,5	43,8	51,5	52,8	49,3	386	317	301	334
	Квадростим	45,4	38,5	25,5	36,5	49,3	50,2	59,9	53,1	386	346	299	344
X06134В	Контроль	18,2	12,4	11,3	13,9	33,0	30,8	32,0	31,9	473	355	353	394
	Фульвітал Плюс	21,5	8,6	12,7	14,3	36,8	27,5	35,7	33,3	476	362	367	402
	Екостим	18,0	11,0	13,7	14,2	34,3	30,6	36,4	33,7	482	333	368	394
	Квадростим	18,2	8,9	12,5	13,2	32,3	28,2	34,1	31,5	498	371	356	408
X785В	Контроль	39,2	13,5	37,4	30,0	49,3	38,1	49,9	45,8	375	267	287	310
	Фульвітал Плюс	48,0	16,8	39,6	34,8	54,0	40,8	51,6	48,8	403	245	289	312
	Екостим	44,5	18,5	38,1	33,7	54,8	43,0	58,1	51,9	407	246	305	319
	Квадростим	34,3	12,9	40,9	29,4	56,8	37,7	62,9	52,4	417	253	316	329

<i>Кінець дод. В. 2</i>													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ХНАУ 1133В	Контроль	6,4	7,0	13,5	9,0	41,8	32,8	30,6	35,1	272	256	297	275
	Фульвітал Плюс	6,0	6,6	12,5	8,3	42,3	32,1	36,6	37,0	284	272	335	297
	Екостим	5,8	5,1	12,3	7,8	41,8	30,0	33,9	35,2	262	237	285	262
	Квадростим	5,7	4,7	13,9	8,1	46,2	27,0	37,6	36,9	267	241	333	280
НІР <sub>05</sub> А					0,8				1,3				4,3
НІР <sub>05</sub> В					0,7				1,1				3,8
НІР <sub>05</sub> С					0,8				1,3				4,4
Х1010Б	Контроль	18,6	13,1	12,4	14,7	53,2	51,4	47,8	50,8	351	330	296	326
	Фульвітал Плюс	22,2	16,1	13,1	17,1	57,1	54,7	49,1	53,6	347	311	288	315
	Екостим	21,1	13,3	15,8	16,7	51,9	44,6	44,4	46,9	353	337	320	337
	Квадростим	17,8	9,9	15,5	14,4	51,9	46,8	56,0	51,6	364	351	352	356
Х1012Б	Контроль	22,4	14,4	19,8	18,9	27,8	32,3	42,1	34,0	352	302	316	323
	Фульвітал Плюс	27,8	17,2	20,8	21,9	39,3	36,3	43,0	39,5	359	311	318	329
	Екостим	26,5	14,6	16,9	19,3	49,3	31,1	46,7	42,3	343	295	312	316
	Квадростим	27,9	16,8	26,0	23,5	43,5	40,7	48,9	44,4	369	317	326	337
НІР <sub>05</sub> А					0,7				1,3				3,7
НІР <sub>05</sub> В					0,9				1,6				4,6
НІР <sub>05</sub> С					1,1				1,8				5,3

Примітка: фактор А – генотип; фактор В – рік вирощування; фактор С – регулятор росту рослин

## Додаток В.3

Продуктивність з рослини та елементи структурного урожаю експериментальних гібридів соняшнику під впливом регуляторів росту рослин Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим

Експериментальний гібрид	Варіант обробки	Продуктивність з рослини, г				Маса 1000 насінин, г				Натура насіння, г/л			
		2018	2019	2020	Середнє за роки	2018	2019	2020	Середнє за роки	2018	2019	2020	Середнє за роки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Сх808А/ Х1002Б ×Х06135В	Контроль	53,5	42,5	82,7	59,6	50,3	49,9	69,9	56,7	319	311	379	336
	Фульвітал Плюс	65,7	56,8	87,4	70,0	46,5	46,3	77,8	56,9	341	329	382	351
	Екостим	67,2	58,3	88,0	71,2	50,4	49,7	88,0	62,7	346	333	383	354
	Квадростим	52,0	39,6	89,5	60,3	40,8	38,8	85,5	55,0	357	337	387	361
Сх1002А ×ХНАУ1133В	Контроль	32,8	28,7	44,4	35,3	40,8	39,7	67,9	49,4	363	336	411	370
	Фульвітал Плюс	36,6	35,1	46,9	39,5	52,2	51,7	69,6	57,8	375	351	399	375
	Екостим	35,8	34,8	45,3	38,6	52,4	51,3	68,4	57,3	385	378	417	393
	Квадростим	31,9	28,9	55,9	38,9	43,0	42,6	69,6	51,7	373	349	418	380
Сх808А/ Х1002Б ×Х785В	Контроль	43,8	40,6	65,4	49,9	56,0	54,9	72,7	61,2	371	344	382	366
	Фульвітал Плюс	48,5	44,0	73,0	55,1	62,3	60,8	73,9	65,7	386	356	385	376
	Екостим	54,7	49,0	66,1	56,6	68,3	67,0	74,0	69,8	386	353	384	374
	Квадростим	55,5	53,4	68,4	59,1	68,8	67,2	78,1	71,4	373	340	379	364

<i>Кінець дод. В. 3</i>													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Сх1012А ×Х06135В	Контроль	55,9	50,6	61,9	56,1	60,1	57,5	86,0	67,9	356	325	400	360
	Фульвітал Плюс	58,8	53,9	62,8	58,5	62,6	60,3	87,7	70,2	377	350	380	369
	Екостим	56,8	51,8	72,0	60,2	47,8	39,2	79,6	55,5	361	332	389	361
	Квадростим	52,8	48,8	67,3	56,3	56,2	54,3	84,9	65,1	369	348	409	375
Сх808А ×Щелкунчик	Контроль	55,3	52,6	82,8	63,5	75,6	75,6	96,1	82,4	369	337	383	363
	Фульвітал Плюс	68,5	67,1	84,9	73,5	91,7	91,7	101,4	95,0	382	354	385	374
	Екостим	51,7	48,0	81,4	60,4	73,2	73,2	95,6	80,7	369	335	377	360
	Квадростим	52,4	48,7	79,3	60,1	81,0	80,7	107,6	89,8	385	371	395	384
НІР <sub>05</sub> А					2,7				2,3				2,4
НІР <sub>05</sub> В					2,4				2,0				2,0
НІР <sub>05</sub> С					2,7				2,3				2,4

Примітка: фактор А – генотип; фактор В – рік вирощування; фактор С – регулятор росту рослин

## Додаток В.4

Продуктивність з рослин та елементи структурного урожаю сортів соняшнику під впливом регуляторів росту рослин Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим

Сорт	Варіант обробки	Продуктивність з рослин, г				Маса 1000 насінин, г				Натура насіння, г/л			
		2018	2019	2020	Середнє за роки	2018	2019	2020	Середнє за роки	2018	2019	2020	Середнє за роки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Щелкунчик	Контроль	136,6	67,6	87,8	97,3	138,5	85,7	123,3	115,8	350	287	321	319
	Фульвітал Плюс	137,2	66,4	99,6	101,1	121,8	82,5	126,7	110,3	313	317	322	317
	Екостим	127,6	66,0	75,9	89,8	142,3	92,9	106,5	113,9	349	294	303	315
	Квадростим	107,2	60,0	94,1	87,1	129,8	88,1	130,7	116,2	349	308	322	326
Лакомка	Контроль	80,2	76,5	71,1	75,9	98,0	75,5	132,1	101,9	328	289	309	308
	Фульвітал Плюс	89,5	69,9	87,9	82,4	102,5	78,9	122,9	101,4	358	303	320	327
	Екостим	108,1	85,6	77,8	90,5	104,5	86,2	128,3	106,3	346	293	305	315
	Квадростим	103,5	68,1	80,1	83,9	102,0	81,1	141,2	108,1	343	310	335	329
Люкс	Контроль	69,5	49,2	87,5	68,7	94,0	103,4	126,7	108,0	303	304	313	307
	Фульвітал Плюс	54,5	59,0	70,7	61,4	90,8	111,2	134,4	112,1	330	290	317	312
	Екостим	69,2	50,0	80,6	66,6	97,0	117,7	132,9	115,8	310	308	315	311
	Квадростим	64,6	51,6	73,9	63,4	90,0	73,9	136,3	100,1	319	312	335	322

<i>Кінець дод. В. 4</i>													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Донський Крупноплідний	Контроль	68,0	43,9	79,6	63,9	86,3	77,7	129,4	97,8	335	305	309	316
	Фульвітал Плюс	56,8	41,4	77,6	58,6	83,0	72,0	143,2	99,4	337	289	321	316
	Екостим	73,0	50,9	63,3	62,4	88,8	80,9	127,7	99,1	313	296	303	304
	Квадростим	78,6	45,1	95,8	73,2	97,3	69,3	151,8	106,1	331	287	313	310
Мир	Контроль	36,1	57,3	61,3	51,5	75,5	106,2	99,0	93,6	323	302	314	313
	Фульвітал Плюс	34,3	58,9	53,1	48,8	84,3	102,6	120,7	102,5	308	289	323	307
	Екостим	41,1	59,3	52,5	50,9	73,5	75,3	113,9	87,5	304	277	327	302
	Квадростим	42,1	63,8	74,5	60,1	89,3	117,4	105,6	104,1	328	313	320	320
НІР <sub>05</sub> А					3,2				2,4				5,9
НІР <sub>05</sub> В					2,8				2,1				5,2
НІР <sub>05</sub> С					3,2				2,4				6,0

Примітка: фактор А – генотип; фактор В – рік вирощування; фактор С – регулятор росту рослин



## Додаток Г.1

Вплив регуляторів росту рослин на ознаку діаметру кошику у досліджуваних самоzapилених ліній, експериментальних гібридів та сортів соняшнику, 2018–2020 рр, см.

Назва	Контроль				Фульвітал Плюс				Екостим				Квадростим			
	2018	2019	2020	Середнє за роки	2018	2019	2020	Середнє за роки	2018	2019	2020	Середнє за роки	2018	2019	2020	Середнє за роки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Стерильні аналоги самоzapилених ліній																
Cx808A	16,4	17,5	16,4	16,8	16,7	18,7	17,2	17,6	16,7	18,5	17,4	17,5	16,4	18,5	16,9	17,3
Cx808A/X1002Б	15,5	18,9	20,1	18,1	15,3	19,2	18,3	17,6	14,7	19,5	20,6	18,3	15,6	17,6	18,8	17,3
Cx1010A	16,1	13,1	16,6	15,3	16,8	11,9	15,6	14,8	16,0	10,9	17,0	14,6	16,4	10,1	17,7	14,7
Cx1012A	16,1	12,5	18,2	15,6	16,6	12,6	17,0	15,4	16,7	13,2	17,8	15,9	15,3	12,6	20,2	16,0
Cx1002A	13,7	12,5	15,2	13,8	13,5	12,5	16,2	14,1	14,1	12,7	17,8	14,9	14,4	12,2	19,3	15,3
(2018) НІР <sub>05</sub> А – 0,19; НІР <sub>05</sub> В-0,17; НІР <sub>05</sub> АВ-0,37; (2019) НІР <sub>05</sub> А -0,21; НІР <sub>05</sub> В-0,19; НІР <sub>05</sub> АВ-0,43; (2020) НІР <sub>05</sub> А – 0,09; НІР <sub>05</sub> В-0,08; НІР <sub>05</sub> АВ-0,18;																
Лінії закріплювачі стерильності та фертильності пилку																
X06135В	13,0	12,5	21,0	15,5	14,3	12,8	18,3	15,1	13,7	13,8	16,7	14,7	14,3	12,0	15,7	14,0
X06134В	10,3	8,8	10,9	10,0	10,8	8,6	10,4	9,9	11,1	8,4	10,1	9,9	11,2	7,9	10,6	9,9
X785В	12,0	10,2	17,7	13,3	12,6	11,4	19,0	14,3	12,8	11,8	17,5	14,0	17,4	12,0	17,2	15,6
XHAУ1133В	9,6	9,5	10,2	9,8	9,0	9,2	11,0	9,7	9,6	8,8	11,2	9,9	8,5	8,0	11,3	9,2
X1010Б	13,4	11,6	15,5	13,5	15,8	12,2	16,2	14,7	15,6	10,3	15,3	13,7	15,3	10,1	15,4	13,6
X1012Б	15,5	11,4	20,0	15,6	15,5	11,9	19,9	15,8	15,3	11,9	19,9	15,7	16,4	12,4	19,7	16,2
(2018) НІР <sub>05</sub> А -0,15 ; НІР <sub>05</sub> В-0,12; НІР <sub>05</sub> АВ-0,30; (2019) НІР <sub>05</sub> А -0,17; НІР <sub>05</sub> В-0,14; НІР <sub>05</sub> АВ-0,33; (2020) НІР <sub>05</sub> А – 0,26; НІР <sub>05</sub> В-0,21; НІР <sub>05</sub> АВ-0,51;																

<i>Кінець дод. Г.1</i>																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Експериментальні гібриди																
Сх808А/Х1002Б ×Х06135В	23,0	15,0	25,0	21,0	24,9	16,0	25,3	22,1	23,2	16,2	22,7	20,7	21,5	15,2	23,8	20,1
Сх1002А ×ХНАУ1133В	22,0	13,2	23,0	19,4	21,5	13,9	21,7	19,0	21,7	13,8	21,0	18,8	22,4	13,9	23,0	19,7
Сх808А/Х1002Б ×Х785В	19,1	13,4	20,4	17,6	20,2	13,5	20,0	17,9	19,1	15,3	18,5	17,6	22,0	15,6	20,3	19,3
Сх1012А×Х06135В	19,9	15,3	20,4	18,5	21,8	14,6	20,2	18,9	21,3	14,9	20,6	18,9	21,3	14,5	22,3	19,4
Сх808А×Щелкунчик	20,0	15,2	19,9	18,4	21,4	18,2	21,2	20,3	22,6	15,3	24,6	20,8	21,4	15,6	21,9	19,7
(2018) НІР <sub>05</sub> А -0,22 ; НІР <sub>05</sub> В-0,20; НІР <sub>05</sub> АВ-0,44; (2019) НІР <sub>05</sub> А -0,13; НІР <sub>05</sub> В-0,12; НІР <sub>05</sub> АВ-0,27; (2020) НІР <sub>05</sub> А – 0,06; НІР <sub>05</sub> В-0,05; НІР <sub>05</sub> АВ-0,12;																
Сорти																
Щелкунчик	18,2	16,8	23,4	19,5	20,5	15,5	23,2	19,8	18,7	15,4	20,0	18,0	18,9	15,5	21,8	18,7
Лакомка	16,3	17,1	21,9	18,4	17,1	15,7	22,8	18,5	17,3	17,9	25,4	20,2	17,5	16,2	22,2	18,6
Люкс	16,4	14,9	23,9	18,4	16,9	15,3	23,9	18,7	16,6	14,5	25,1	18,7	16,2	14,6	22,8	17,9
Донський Крупноплідний	15,2	14,5	21,8	17,2	14,4	14,9	21,8	17,0	15,6	14,5	22,9	17,7	17,0	14,7	21,6	17,8
Мир	14,1	16,6	20,6	17,1	15,1	16,5	22,1	17,9	13,7	15,4	21,4	16,8	14,5	15,5	21,6	17,2
(2018) НІР <sub>05</sub> А -0,50 ; НІР <sub>05</sub> В-0,45; НІР <sub>05</sub> АВ-1,00; (2019) НІР <sub>05</sub> А -0,18; НІР <sub>05</sub> В-0,16; НІР <sub>05</sub> АВ-0,36; (2020) НІР <sub>05</sub> А – 0,31; НІР <sub>05</sub> В-0,28; НІР <sub>05</sub> АВ-0,63;																

Примітка: фактор А – генотип (лінія, гібрид, сорт); фактор В – регулятор росту рослин

## Додаток Г.2

Вплив регуляторів росту рослин на вміст олії (%) в насінні досліджуваних самоzapилених ліній, експериментальних гібридів та сортів соняшнику, 2018–2019 роки, %.

Назва	Контроль, %			Фульвітал Плюс, %			Екостим, %			Квадростим, %		
	2018	2019	Середнє за роки	2018	2019	Середнє за роки	2018	2019	Середнє за роки	2018	2019	Середнє за роки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Стерильні аналоги самоzapилених ліній												
Сx808А	54,1	48,4	51,3	53,0	47,4	50,2	53,6	48,5	51,0	53,3	49,5	51,4
Сx808А/Х1002Б	50,1	47,7	48,9	47,7	49,0	48,3	47,9	46,3	47,1	50,6	50,6	50,6
Сx1010А	30,5	37,6	34,1	33,6	37,3	35,4	35,2	38,5	36,8	33,1	38,4	35,7
Сx1012А	41,6	40,3	40,9	44,6	40,2	42,4	43,1	39,1	41,1	41,6	39,6	40,6
Сx1002А	35,5	32,0	33,8	34,5	38,1	36,3	37,0	36,1	36,5	35,4	29,8	32,6
Лінії закріплювачі фертильності та стерильності пилку												
Х06135В	40,2	37,9	39,0	41,9	33,8	37,8	42,7	34,4	38,5	42,5	37,4	39,9
Х06134В	44,4	42,8	43,6	46,8	39,6	43,2	46,6	41,2	43,9	46,3	41,5	43,9
Х785В	44,9	41,5	43,2	46,3	37,6	42,0	46,6	39,9	43,3	47,6	38,3	43,0
ХНАУ1133В	43,7	37,2	40,4	44,3	38,2	41,2	42,8	36,8	39,8	45,6	37,4	41,5
Х1010Б	31,2	36,8	34,0	30,7	35,5	33,1	31,1	36,1	33,6	31,3	36,0	33,7
Х1012Б	32,6	38,8	35,7	35,1	37,5	36,3	37,3	37,1	37,2	39,6	40,3	39,9

<i>Кінець дод. Г.2</i>												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Експериментальні гібриди												
Сх808А/Х1002Б ×Х06135В	40,2	39,7	39,9	43,1	42,8	43,0	39,9	40,6	40,3	40,9	41,0	41,0
Сх1002А ×ХНАУ1133В	46,1	45,4	45,7	48,6	48,1	48,3	48,2	47,8	48,0	47,7	46,2	46,9
Сх808А/Х1002Б ×Х785В	47,4	46,6	47,0	48,5	47,7	48,1	48,1	47,5	47,8	48,7	48,1	48,4
Сх1012А×Х06135В	42,2	41,4	41,8	43,5	43,7	43,6	42,4	40,9	41,6	42,8	42,3	42,6
Сх808А ×Щелкунчик	51,3	50,1	50,7	52,1	50,4	51,3	50,7	46,9	48,8	51,5	50,2	50,8
Сорти												
Щелкунчик	42,7	45,4	44,0	41,6	43,2	42,4	41,8	44,0	42,9	40,9	43,8	42,4
Лакомка	46,1	45,4	45,7	47,4	45,7	46,6	46,1	45,2	45,7	45,1	45,0	45,1
Люкс	43,1	44,5	43,8	46,5	44,3	45,4	44,2	45,9	45,0	43,8	45,9	44,9
Донський Крупноплідний	42,4	38,2	40,3	41,6	38,5	40,0	43,8	41,7	42,8	40,0	39,3	39,6
Мир	46,0	44,7	45,4	44,8	43,9	44,4	46,8	45,3	46,0	46,1	44,5	45,3

## Додаток Д.1



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
**ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002, тел. 057 7003888  
<http://btu.kharkov.ua>, [info@btu.kharkov.ua](mailto:info@btu.kharkov.ua)

Вих. № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 202\_\_ р.

## ДОВІДКА

про впровадження наукових результатів з дисертаційної роботи Чуйка Дмитра Вікторовича на тему „Формування підвищеної продуктивності генотипів сояшнику залежно від регуляторів росту рослин в східній частині Лісостепу України” аспіранта кафедри генетики, селекції та насінництва в навчальний процес Державного біотехнологічного університету

Теоретичні та методичні аспекти дисертаційного дослідження використовуються у навчально-виховному процесі Державного біотехнологічного університету. Зокрема окремі положення дисертаційного дослідження впровадженні при викладанні наступних курсів з навчальних дисциплін: „Насінництво польових культур”, „Селекція і насінництво польових культур”, „Спеціальна селекція сільськогосподарських культур” на факультеті агрономії та захисту рослин для здобувачів першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів вищої освіти, які навчаються за спеціальністю 201 Агрономія.

В.о. ректора

Р. Тихонченко

Декан факультету агрономії та захисту рослин

О. Романов



## Додаток Д.1



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

вул. Інститутська, 1 м. Умань, Черкаська обл., 20305  
тел.: (04744) 4-69-89, 3-20-11 факс: (04744) 3-20-41, 3-53-18  
E-mail: [udau@udau.edu.ua](mailto:udau@udau.edu.ua) Web: [www.udau.edu.ua](http://www.udau.edu.ua) КОД ЄДРПОУ 00493787

«25» жовтня № 10-12/17

На № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

**ДОВІДКА**

**про використання у навчальному процесі результатів наукових досліджень  
аспіранта Державного біотехнологічного університету кафедри генетики,  
селекції та насінництва Чуйка Дмитра Вікторовича**

Результати наукових досліджень з вивчення впливу регуляторів росту рослин на селекційні та насінницькі посіви соняшнику отримані аспірантом кафедри генетики, селекції та насінництва Державного біотехнологічного університету Чуйко Д.В., використовуються в навчальному процесі Уманського національного університету садівництва Міністерства освіти і науки України при викладанні курсу «Спеціальна селекція і насінництво кормових, овочевих та плодкових культур» та курсу «Спеціальна генетика».

Ректор Уманського НУС,  
доктор економічних наук,  
професор



О. О. Непочатенко

## Додаток Д.3

**СЕЛЯНСЬКЕ ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО****«МОНОЛІТ»**92600 Луганська область м.Сватове вул.Ново-Старобільська ,26

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

№ 1

## ДОВІДКА

Про впровадження наукових результатів Чуйка Дмитра Вікторовича, аспіранта кафедри генетики, селекції та насінництва Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва

Довідка видана Чуйко Дмитру Вікторовичу, в тому, що наукові розробки із ефективності застосування регуляторів росту рослин Фульвітал Плюс, Екостим та Квадростим у технології вирощування насінницьких посівів та підвищення продуктивності батьківських ліній соняшнику, були впроваджені у господарстві СФГ «МОНОЛІТ» Сватівського району Луганської області в період 2018–2020 рр. на площі 11 га.

Застосування регуляторів росту рослин дозволило підвищити продуктивність батьківських ліній соняшнику до 18 %, що сприяло зростанню чистого доходу від реалізації продукції до 27 % за роки впровадження.

Довідка видана для представлення в Спеціалізованій вченій раді із захисту дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.



Михайлов Я.М.



## Додаток Д.4

## Список опублікованих праць за темою дисертації

**Розділ монографії**

1. Chuyko D., Bragin O. Efficiency of application of plant growth regulators on different genotypes of sunflower. European vector of development of the modern scientific researches : monograph. Riga : Baltija Publishing , 2021. P. 180–200. (частка авторства 50 %, проведення досліджень, підготовка розділу монографії)

**Статті у фахових виданнях України**

2. Брагін О. М., Чуйко Д. В. Способи підвищення продуктивності ліній соняшника та інших сільськогосподарських культур з використанням регуляторів росту. *Вісник ХНАУ. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво*. 2019. № 1. С. 107–117. (частка авторства 50 %, проведення досліджень, підготовка статті).

3. Чуйко Д. В., Брагін О. М., Михайленко В. О., Романова Т. А., Романов О. В. Вплив регуляторів росту рослин на продуктивність ліній соняшнику. *Селекція і насінництво*. 2020. Вип. 117, № 1. С. 215–226. (частка авторства 50 %, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка статті).

4. Чуйко Д. В. Продуктивність і елементи формування структури урожаю генотипів соняшнику при обробці регуляторами росту рослин. *Вісник ХНАУ. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво*. 2020. Вип. 1-2. С. 114–127.

**Статті у закордонних виданнях**

5. Чуйко Д. В., Брагін А.Н., Михайленко В.О. Влияние регуляторов роста растений на вегетативную поверхность линий подсолнечника. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021. № 2. С. 59–63. (частка авторства 50 %, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка статті).



6. Chuiko D. Plant growth regulator effects on sunflower parents and F<sub>1</sub> hybrids. *Žemės ūkio mokslai*. 2021. Vol. 28, № 2. P. 34–44.

#### **Статті у інших виданнях**

7. Чуйко Д.В., Пономарьова М.С., Брагін О.М. Економічна ефективність вирощування ліній, гібридів та сортів соняшнику залежно від регулятора росту рослин. *Вісник ХНАУ. Серія «Економічні науки»*. 2021. Т. 1, № 2. С. 197–208. (частка авторства 50 %, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка статті).

#### **Матеріали наукових конференцій**

8. Чуйко Д. В., Брагін О. М., Васько В. О., Сергієнко О. О. Підвищення насінневої продуктивності батьківських ліній соняшнику з використанням регуляторів росту. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «*Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва*», 25-26 жовтня 2018 р. – Харків : ХНАУ, 2018. С. 318–320. (частка авторства 25 %, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка доповіді).

9. Чуйко Д. В., Брагін О. М. Регулятори росту рослин як засіб зменшення прояву депресії в гетерозисній селекції соняшнику. *Еколого-генетичні аспекти в селекції польових культур в умовах змін клімату*: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 90- річчю з дня народження генетика, селекціонера, професора М. М. Чекаліна, 18-19 квітня 2019 р. Полтава : Полтавська державна аграрна академія, 2019. С. 130–132. (частка авторства 50 %, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка доповіді).

10. Чуйко Д. В., Брагін О. М. Регулятори росту в насінництві та гетерозисній селекції соняшнику для зменшення негативного впливу навколишнього середовища. Збірник тез II Міжнародної науково-практичної конференції «*Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти*», 10-12 квітня 2019 року. Київ – Миколаїв – Херсон : ДУ НМЦ

«Агроосвіта», 2019.С. 164–167. (частка авторства 50 %, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка доповіді).

11. Чуйко Д. В., Брагін О. М. Зміни фізико-механічних властивостей насіння різних генотипів соняшнику під впливом регуляторів росту. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції *«Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва»*, 30-31 жовтня 2019 р. у 2-х ч., ч. 2. Харків: ХНАУ, 2019. С. 277–280. (частка авторства 50 %, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка доповіді).

12. Чуйко Д. В., Брагін О. М. Вплив регуляторів росту рослин на формування вегетаційної поверхні листків селекційно-експериментальних гібридів соняшнику. *Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення* : Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 04-06 грудня 2019 р., Миколаїв : МНАУ, 2019. С. 77–78. (частка авторства 50 %, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка доповіді).

13. Чуйко Д. В., Сергієнко О. О., Степанова О. В. Формування елементів структури продуктивності експериментальних гібридів та сортів соняшнику в залежності від регулятора росту. *Матеріали підсумкової наукової конференції професорсько-викладацького складу і здобувачів наукових ступенів*, 01–02 липня 2020 р.; у 2-х частинах. Харків : ХНАУ, 2020. Ч 1. С. 188–190. (частка авторства 50 %, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка доповіді).

14. Чуйко Д. В. Продуктивність ліній соняшнику насінницького призначення при застосуванні регуляторів росту рослин. *Досягнення та концептуальні напрями розвитку сільськогосподарської науки в сучасному світі*: матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої 115-річчю від дня народження видатного вченого-селекціонера О. Т. Галки (30 березня 2020 р., с. Олександрівка, Дніпропетровська обл., Україна). – Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. С. 62–65.

15. Чуйко Д. В. Характеристики життєспособності пыльці лійній подсолнечника при використанні регуляторів росту рослин. *Проблеми розвитку науки в контексті трансформацій суспільства* : Матеріали ІІ науково-практичної конференції (м. Хмельницький, 28-29 серпня 2020 р.). Херсон : Видавництво «Молодий вчений», 2020. С. 86–90.

16. Чуйко Д. В. Олійність експериментальних гібридів соняшнику F1 та їх батьківських компонентів при застосуванні регуляторів росту рослин. Матеріали ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України» (с. Оброшине, 12 листопада, 2020 р.). Львів-Оброшине, 2020. С. 91–92.

17. Чуйко Д. В., Брагін О. М., Сергієнко О. О. Кореляційно-регресійний аналіз впливу регуляторів росту на продуктивність різних генотипів соняшнику. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва* : матеріали ІV Міжнародної науково-практичної конференції, 26–27 листопада 2020 р. у 2-х ч., ч. 2. Харків: ХНАУ, 2020. С. 354–357. (частка авторства 50 %, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка доповіді).

18. Чуйко Д. В., Брагін О. М. Застосування гумінових регуляторів росту в насінництві соняшнику. *Матеріали підсумкової наукової конференції професорсько-викладацького складу і здобувачів наукових ступенів: у 2-х ч.* (м. Харків, 18–19 травня 2021 р.). Харків: ХНАУ, 2021. Ч. І. С. 178–180. (частка авторства 50 %, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка доповіді).

19. Чуйко Д. В. Застосування регуляторів росту рослин в насінництві та селекції соняшнику. *Теоретичні та практичні аспекти сучасних систем землеробства* : матеріали Міжнар. наук.-практ. інтер.-конф. присвяч. 150-річчю заснування кафедри землеробства ім. О. М. Можейка, 25 червня 2021 р. Харків : Друкарня Мадрид, 2021. С. 150–154.

20. Чуйко Д. В., Брагін О. М. Действие РРР на урожайность семеноводческих линий подсолнечника и экспериментальных гибридов  $F_1$  на их основе. *Проблеми аграрного виробництва на сучасному етапі і шляхи їх вирішення* : матеріали міжнародної науково-практичної конференції присвяченій ювілейним датам від дня народження видатних вчених рослинників: 130-річчю від дня народження доктора біол. наук, професора Л. М. Делоне; 120-річчю від дня народження кандидата с.-г. наук Софії Михайлівни Фріденталь (1–2 липня 2021 р.) / ІР імені В.Я. Юр'єва НААН. – Харків, 2021. С. 273–276. (частка авторства 70 %, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка доповіді).

21. Чуйко Д. В. Формирование индекса и площади листовой поверхности линий подсолнечника под действием регуляторов роста растений. *Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур* : материалы XVII Междунар. науч.- практ. конф., посвящ. посвященной 95-летию агрономического факультета и 180-летию подготовки специалистов аграрного профиля, 28 января 2021 г. Горки : БГСХА. С. 439–443.