

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ОВСЯНИК ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 633.522:631.67:631.526.3(477:292.485)

ДИСЕРТАЦІЯ


ПРОДУКТИВНІСТЬ АГРОЦЕНОЗІВ КОНОПЕЛЬ ПОСІВНИХ (*CANNABIS SATIVA L.*) ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ В
УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Спеціальність: 201 – Агрономія

Галузь знань 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 відповідні джерела

 О. О. Овсяник

Науковий керівник – Маренич Микола Миколайович, доктор
сільськогосподарських наук, професор

Полтава 2026

АНОТАЦІЯ

Овсяник О. О. Продуктивність агроценозів конопель посівних (*Cannabis sativa* L.) залежно від елементів технології вирощування в умовах Лівобережного Лісостепу України – кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 «Агронімія» (галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»). Полтавський державний аграрний університет Міністерства освіти і науки України, Полтава, 2026.

Актуальність досліджень пов'язана з активним поверненням конопель посівних у виробництво через тривалий період заборони у всьому світі. Після цього постала гостра проблема у розробці технологій вирощування в умовах клімату, що значно змінився протягом десятиліть заборони. Метою досліджень було встановити ефективність захисту посівів від сегетальної рослинності, визначити ефективність комплексних мінеральних добрив і стимуляторів росту, встановити вплив попередників і норм висіву на формування урожайності посівів подвійного призначення – на насіння і тресту.

Науковою новизною результатів досліджень є визначення ролі кліматичних факторів у формуванні врожайності *Cannabis sativa* L., особливості впливу гербіцидів на показники продуктивності агроценозів. Проаналізована і встановлена перспектива використання стимуляторів росту, в тому числі й гумінових препаратів, як елементу технології вирощування та рекомендовано норми висіву.

На основі опрацьованого теоретичного матеріалу, що базується на останніх літературних джерелах, результатах досліджень закордонних і вітчизняних вчених, зроблено висновки про необхідність створення експериментальних програм відповідно еколого-економічного підходу до вирощування конопель посівних. Зроблено висновок про відсутність внаслідок заборони на вирощування стратегій боротьби з бур'янами,

удобрення посівів та оптимізації системи живлення. Дослідження проводилися в господарстві з високим технологічним рівнем оснащення у виробничих умовах, що забезпечило отримання репрезентативних результатів з перспективою їхнього подальшого впровадження. Встановлено, що частка впливу нерегульованих факторів вирощування може досягати 42 % і більше, що актуалізує розробку й реалізацію подальших досліджень.

Встановлена сильна зворотна кореляція між кількістю сегетальних рослин та урожайністю насіння й дещо слабша – з урожайністю соломи – $r = -0,72$ і $-0,57$ відповідно. Таким чином, зроблено висновок про необхідність використання гербіцидного захисту, що забезпечив збільшення врожайності насіння на 56 % і соломи – на 15 %. Разом з тим, встановлені ризики застосування підвищених норм гербіцидів, що може призвести до зменшення врожайності в цілому. Встановлено, що гербіцид Стомп (330 г/л Пендиметаліну) мав найм'якшу дію на культуру в нормі 1,5 л/га. Збільшення норми до 2 і 3 л/га спричиняло випадання рослин та викликало зменшення розвитку бічних коренів. Також цей препарат мав слабше виражену дію на рослини лободи білої (*Chenopodium album*). Використання Зенкор Ліквід (метрибузин, 600 г/л) мало більшу ефективність і проти рослин лободи білої і мав меншу негативну дію на рослини конопель в нормі 0,5 л/га.

Для удобрення посівів конопель посівних підходять великі норми комплексних добрив із застосуванням 300 кг/га КАС-32. Зокрема такими добривами є Екоплант (200 кг/га) та Поліфоска 8:24:24 9S (165 кг/га). Використання стимуляторів росту 1 кг/т 1R Seed treatment або Zinovii grand стало ефективнішим в разі передпосівної обробки насіння та позакореневого внесення в нормах 2 кг/га Zinovii grand або 2 л/га Ultra Boost. В комплексі з позакореневою аплікацією вони збільшували врожайність насіння на 0,13, а соломи – на 0,43–0,47 т/га.

Встановлена позитивна дія стимуляторів росту на показник польової схожості насіння, який зріс на 4%. Використання норм висіву насіння 2

млн./га забезпечувало кращу конкурентоздатність рослин конопель з бур'янами, частка впливу норм висіву на загальну кількість бур'янів у посівах становила 53 %. Однак норми висіву насіння можуть спричиняти в даному випадку появу оберненої залежності між урожайністю насіння і соломи ($r = -0,49$), що потрібно враховувати і в технологіях вирощування конопель подвійного призначення. Встановлено, що в умовах нестійкого зволоження найбільша врожайність насіння була сформована за норми висіву 1 млн./га – 0,75–0,77 т/га. Аналіз впливу фактору попередника показав, що в цілому, культура конопель не дуже вибаглива до них. У формуванні врожайності насіння частка впливу підбору попередника не перевищувала 9 %. Таким чином, у даних дослідженнях, встановлено, що пшениця озима, кукурудза на зерно чи беззмінний посів конопель протягом трьох років є, практично, однаковими попередниками з точки зору виробництва.

Формування показників якості насіння за вмістом олії і білка в ньому відбувається залежно від факторів навколишнього середовища, які є непередбачуваними. Зокрема встановлено існування кореляційного зв'язку між тривалістю періоду досягання біологічної стиглості й вмістом олії ($r = 0,27-0,79$). Використання для удобрення добрива Екоплант (200 кг/га) в комплексі з КАС-32 (300 кг/га) сприяло формуванню більшого вмісту олії в насінні порівняно з використанням Поліфоски 8:24:24:9S в нормі 165 кг/га на 0,6 %. Застосування передпосівної обробки стимуляторами росту сприяло досягання вмісту олії в насінні вище 30 %, а вмісту білка – вище 25 %. Найбільший середній показник вмісту олії й білка в насінні був зафіксований на варіантах, де використовували передпосівну обробку насіння стимулятором росту *Zinovii grand* (1 кг/т).

Враховуючи позитивну дію застосування стимуляторів росту на формування врожайності насіння і соломи конопель, зроблено висновок про необхідність подальших досліджень для встановлення причин цього впливу на ранніх етапах розвитку рослин.

Аналіз економічної ефективності показав, що застосування гербіциду Зенкор Ліквід в нормі 0,5 л/га дало змогу збільшити економічні показники майже на 25 % порівняно з варіантами, де гербіциди не використовувалися. В грошовому виразі ця величина становила близько 11,5 тис. грн станом на осінь 2025 року. Застосування стимуляторів росту сприяло збільшенню чистого доходу в сумі з продукцією соломи майже на 10–12 тис. грн. Зменшення норми висіву сприяло збільшенню чистого доходу на суму близько 1,5 тис. грн/га.

Спираючись на результати досліджень рекомендовано детально аналізувати нерегульовані фактори вирощування та накопичувати базу даних для побудови математичних прогностичних моделей з метою передбачення можливих негативних впливів та компенсації їхньої дії за допомогою агротехнічних прийомів. В математичних моделях рекомендовано проводити аналіз кореляцій між основними ознаками, особливо у випадку вирощування конопель посівних для отримання насіння і соломи.

Для отримання високих і сталих врожаїв необхідно використовувати високі норми комплексних добрив у поєднанні з 300 кг/га КАС-32. В умовах нестійкого зволоження слід використовувати Поліфоску 8:24:24 9S у нормі 165 кг/га або Екоплант у нормі 200 кг/га. Для боротьби з сегетальною рослинністю дана рекомендація щодо застосування гербіцидів Стомп у нормах 1,5–2 л/га і Зенкор Ліквід нормою від 0,5 л/га. В сучасному рослинництві України коноплі посівні досить ефективно вписуються у сівозміну, оскільки є невибагливою культурою для попередників та добре формують продуктивність у беззмінних посівах.

Ключові слова: коноплі посівні, забур'яненість, гербіциди, норми висіву, удобрення, передпосівна обробка, стимулятори росту, попередники, урожайність, вміст олії, вміст білка, економічна ефективність.

ABSTRACT

Ovsianyk O. O. Productivity of hemp (*Cannabis sativa L.*) agrocenoses depending on cultivation technology elements under the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine – qualification scientific work (manuscript).

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 201 “Agronomy” (field of knowledge 20 “Agricultural Sciences and Food”). Poltava State Agrarian University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Poltava, 2026.

The relevance of the research is related to the active reintegration of hemp into production after a long period of global prohibition. This has led to an acute problem in the development of cultivation technologies in a climate that has undergone significant changes over the decades of prohibition. The aim of the research was to determine the effectiveness of crop protection against weeds, to assess the efficiency of complex mineral fertilisers and growth stimulants and to establish the influence of preceding crops and sowing rates on the formation of dual-purpose crops – for seed and fibre.

The scientific novelty of the research lies in determining the role of climatic factors in the formation of *Cannabis sativa L.* yield and in identifying the specific effects of herbicides on the productivity of agrocenoses. The potential of using growth stimulants, including humic-based preparations, as an integral component of cultivation technology was analyzed and substantiated and optimal sowing rates were recommended.

The conclusions regarding the need to develop experimental programmes in accordance with the ecological and economic approach to hemp cultivation were based on the studied theoretical material, modern literature sources and the results of studies by domestic and foreign scientists. It was found that, as a result of the prohibition on hemp cultivation, strategies for weed control, crop fertilization and optimisation of the nutrient management system remain insufficiently developed. The research was conducted on a farm equipped with advanced technological

equipment under production conditions, ensuring the reliability of the results and their potential for practical application. It was found that the contribution of uncontrolled cultivation factors can reach 42% or more, which highlights the importance of developing and implementing further research.

A strong inverse correlation was found between the number of segetal plants and seed yield ($r = -0.72$), as well as a slightly weaker correlation with straw yield ($r = -0.57$). Based on this, the necessity of herbicide protection was substantiated, resulting in a 56% increase in seed yield and a 15% increase in straw yield. However, it was also found that using higher herbicide doses could reduce overall yield. The herbicide Stomp (330 g/l pendimethalin) was determined to have the mildest effect on the crop at a rate of 1.5 l/ha. Increasing the dose to 2 and 3 l/ha caused plant loss and reduced the development of lateral roots. This preparation also had a weaker effect on pigweed (*Chenopodium album*) plants. The use of Sencor Liquid (metribuzin, 600 g/l) was more effective against pigweed plants while exerting less negative impact on hemp plants at a dose of 0.5 l/ha.

Complex fertilisers with a high nitrogen content, applied in combination with UAN-32 at a rate of 300 kg/ha, are suitable for fertilising hemp crops. In particular, effective fertilisers include Ecoplant (200 kg/ha) and Polifoska 8:24:24 9S (165 kg/ha). The application of growth stimulants such as 1R Seed treatment (1 kg/t) or Zinovii grand proved more effective in the case of pre-sowing seed treatment and foliar application at doses of 2 kg/ha Zinovii grand or 2 l/ha Ultra Boost. In combination with foliar application, these treatments increased seed yield by 0.13 and straw yield by 0.43–0.47 t/ha.

A positive effect of growth stimulants on the field seed germination was established, resulting in a 4% increase. The sowing rate of 2 million seeds per hectare ensured better competitiveness of hemp plants with weeds, the share of the influence of sowing rate on the total number of weeds in the crops was 53%. However, in this case, sowing rates showed an inverse correlation between seed and straw yields ($r = -0.49$) which should be considered in cultivation technologies for dual-purpose hemp.

It was also found that under conditions of unstable moisture, the highest seed yield was achieved at a sowing rate of 1 million/ha, amounting to 0.75–0.77 t/ha. The analysis of the influence of the preceding crop showed that, in general, hemp is not very demanding with respect to crop predecessors. The contribution of the crop predecessor to seed yield formation did not exceed 9%. Thus, the studies have established that winter wheat, grain maize or continuous hemp cultivation for three years were practically equivalent as preceding crops in terms of production efficiency.

Unpredictable environmental factors significantly impact seed quality indicators, including oil and protein content. In particular, a correlation was established between the duration of the biological maturity period and the oil content ($r = 0.27\text{--}0.79$). The application of Ecoplant fertiliser (200 kg/ha) in combination with UAN-32(300 kg/ha) resulted in a 0.6% higher seed oil content compared to the use of Polifoska 8:24:24:9S at 165 kg/ha. The application of pre-sowing treatment with growth stimulants increased the oil content to more than 30% and protein content to more than 25%. The highest average values of oil and protein content in seeds were recorded in the variants where pre-sowing treatment of seeds with the growth stimulant Zinovii grand (1 kg/t) was applied.

Given the positive impact of growth stimulants on hemp seeds and straw yield, it was concluded that further research is needed to understand the underlying mechanisms of this effect during the early stages of plant development.

The analysis of economic efficiency revealed that applying Sencor Liquid herbicide at a rate of 0.5 l/ha increased economic indicators by nearly 25% compared to treatments without herbicides. In monetary terms, this corresponded to approximately 11.5 thousand UAH as of autumn 2025. The use of growth stimulants increased net income, including the value of straw production, by almost UAH 10–12 thousand. Reducing the sowing rate resulted in a net income increase of approximately UAH 1,500/ha.

Based on the research results, it is recommended to conduct a detailed analysis of uncontrolled cultivation factors and to establish a database for the

development of mathematical predictive models to anticipate potential negative impacts and mitigate their effects through agrotechnical methods. In these models, it is advisable to analyze correlations between the main characteristics, particularly in cases where hemp is grown for seed and straw production.

To achieve high and stable yields, it is necessary to apply high rates of complex fertilizers in combination with UAN-32 at a rate of 300 kg/ha. Under conditions of unstable moisture, the use of Polifoska 8:24:24 9S at a rate of 165 kg/ha or Ecoplant at a rate of 200 kg/ha is recommended. For weed control, the herbicides Stomp at a rate of 1.5–2 l/ha and Sencor Liquid at a rate of 0.5 l/ha should be used. In modern Ukrainian crop production, hemp is well integrated into crop rotation, as it is an undemanding crop regarding preceding crops and demonstrates good productivity in continuous cropping systems.

Keywords: hemp, weed infestation, herbicides, seeding rates, fertilizers, pre-sowing treatment, growth stimulants, preceding crops, yield, oil content, protein content, economic efficiency.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Публікації у періодичних наукових виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз (*Scopus*):

1. Marenych, M., Ovsianyk, O., Semenov, A., Hanhur, V., Yurchenko, S., Bahan, A., Shakalii, S., Marinich, L., & Laslo, O. Features of quality management of industrial hemp products (*Cannabis sativa* L.). *Journal of Ecological Engineering*, 27(5). 233–246. <https://doi.org/10.12911/22998993/216446>.

Публікації в наукових фахових виданнях України:

2. Маренич, М. М., & Овсяник, О. О. (2025). Особливості контролю сегетальної рослинності в посівах конопель посівних (*Cannabis sativa* L.). *Scientific Progress & Innovations*, 28(2), 18–22. <https://doi.org/10.31210/spi2025.28.02.03>.

3. Ovsianyk O. O., & Marenych M. M. (2025). The influence of fertilisers and pre-sowing seed treatment on the yield of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.). *Scientific and Technical Bulletin of Livestock farming institute of NAAS*, 134, 228–237. <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2025-134-228-237>.

4. Овсяник О. О., Маренич М. М. (2025). Формування урожайності конопель посівних (*Cannabis sativa* L.) залежно від забур'яненості посівів. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 32–36. <https://doi.org/10.31210/spi2025.28.03.05>.

5. Овсяник О. О. Ефективність оптимізованих елементів технології вирощування конопель посівних (*Cannabis sativa*). *Scientific Progress & Innovations*. 2026. № 29 (1). С. 19–23. <https://doi.org/10.31210/spi2026.29.01.03>.

Публікації апробаційного характеру

6. Овсяник, О. О., & Тараненко, С. В. (2023). Збільшення сегменту вирощування конопель технічних в Україні. *Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування, присвячена 90-річчю з дня народження професора Г. П. Жемели : матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф.* С. 79–82.

7. Овсяник О. О. Особливості насінництва конопель посівних (*Cannabis sativa L.*) залежно від напрямів використання. *Сучасний стан та розвиток вітчизняного насінництва сільськогосподарських культур на шляху інтеграції у світову насінневу спільноту*: матеріали науково-практичної конференції з проблем насінництва (28 лютого 2025 р. / СГП – НЦНС, м. Одеса, Україна), 2025. С. 114–115.

8. Маренич М. М., Овсяник О. О. Вплив сортових властивостей на господарсько-цінні ознаки конопель посівних. *Сучасні напрями та досягнення селекції і насінництва сільськогосподарських культур*: матеріали III Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (31 березня 2025 року) / Редкол.: М.М. Маренич (відп. ред.) та ін. Полтава: ПДАУ, 2025. С. 31–32.

9. Ovsianyk O. O. Quality management characteristics of hemp products. *Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування, присвячена пам'яті професора Г. П. Жемели*: матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Полтава, 30 вересня 2025 р.). Полтава : ПДАУ, 2025. С. 94–96.

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	15
ВСТУП	16
РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВИРОЩУВАННЯ КОНОПЕЛЬ	
ПОСІВНИХ (огляд літератури)	23
1.1. Основні аспекти використання культури	23
1.2. Роль сортових властивостей і реакція на умови вирощування	25
1.3. Особливості застосування агротехнічних операцій	27
1.3.1. Норми висіву	27
1.3.2. Удобрення конопель посівних	29
1.3.3. Здатність до конкуренції з бур'янами	35
1.3.4. Основні хвороби конопель	36
1.3.5. Контроль основних шкідників	38
1.4. Особливості управління якістю продукції конопель посівних	40
Висновки до розділу 1	42
РОЗДІЛ 2. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	44
2.1. Агрохімічна характеристика ґрунтів	44
2.2. Характеристика погодних умов у роки досліджень	48
2.3. Матеріал та методика досліджень	51
Висновки до розділу 2	57
РОЗДІЛ 3. ЕФЕКТИВНІСТЬ КОНТРОЛЮ СЕГЕТАЛЬНОЇ	
РОСЛИННОСТІ	59
3.1. Вплив умов років вирощування на сегетальну рослинність і продуктивність агроценозів	59
3.2. Вплив бур'янів на формування урожайності насіння і соломи	62
3.3. Ефективність застосування гербіцидів	68
Висновки до розділу 3	78

РОЗДІЛ 4. ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ КОНОПЕЛЬ	80
4.1. Вплив гумінових стимуляторів на формування висоти рослин і тривалість вегетаційного періоду	80
4.2. Вплив удобрення і застосування стимуляторів на врожайність насіння і соломи	86
Висновки до розділу 4	98
РОЗДІЛ 5. ВПЛИВ ПОПЕРЕДНИКІВ ТА НОРМ ВИСІВУ НАСІННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ АГРОЦЕНОЗІВ	100
5.1. Польова схожість насіння і конкуренція з сеgetальною рослинністю	100
5.2. Формування урожайності соломи	106
5.3. Урожайність насіння залежно від попередників та норм висіву	115
Висновки до розділу 5	125
РОЗДІЛ 6. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ НАСІННЯ	127
6.1. Особливості впливу удобрення та застосування стимуляторів на формування вмісту олії	127
6.2. Вплив попередників, норм висіву насіння та передпосівної обробки насіння на формування олії й білка	132
Висновки до розділу 6	140
РОЗДІЛ 7. ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ВИРОЩУВАННЯ КОНОПЕЛЬ ПОСІВНИХ	141
7.1. Економічна ефективність застосування гербіцидів	142
7.2. Ефективність оптимізації системи живлення	144
7.3. Ефективність коригування норм висіву і підбору попередників	146
7.4. Ефективність агротехнічних заходів для валових зборів олії	148
Висновки до розділу 7	151

ВИСНОВКИ	153
РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА	157
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	159
ДОДАТКИ	188

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

НААН – Національна академія аграрних наук України

АПК – Агропромисловий комплекс

ТГК – тетрагідроканнабінол

КБД, CBD – канабідіол

pH – водневий показник

NDVI – нормалізований диференційний вегетаційний індекс (Normalized Difference Vegetation Index) – простий кількісний показник кількості фотосинтетичної активної біомаси

НІР₀₅ – найменша істотна різниця

r – коефіцієнт кореляції

КАС – карбамідно-аміачна суміш

ВСТУП

Історія культивування конопель посівних (*Cannabis sativa L.*) сягає глибини більше ніж 5 тисяч років. А використання продукції, отриманої з цієї унікальної культури має надзвичайно широкий спектр використання – від текстилю до найцінніших харчових продуктів і лікарських препаратів, а останнім часом до цього переліку доєднуються виробництво паперу, біокомпозитних матеріалів, утеплювачів, біопалива, косметичній галузі [1–3]. та багатьох інших життєво необхідних продуктів. Така універсальність значною мірою обумовлює господарську привабливість цієї культури. Повернення конопель посівних у сільськогосподарське виробництво пов'язане з інноваційними технологіями переробки продукції коноплярства і, таким чином, розширенням асортименту для споживачів на галузевому і приватному рівні [4].

Значними проблемами сьогодення є відтворення екологічного балансу планети, органічного виробництва [5], ремедіації ґрунтів [2] які зазнали виснаження внаслідок сільськогосподарської діяльності, втрат у зв'язку з промисловим виробництвом, техногенними процесами, а також через бойові дії [6]. Однак, відновлення коноплярства слід розглядати набагато детальніше і більш різнобічно.

Актуальність теми дисертаційної роботи доцільно розглянути, в першу чергу, з точки зору сталого розвитку, оскільки коноплі посівні мають важливий не лише економічний, але й екологічний, енергетичний аспекти. Впровадження конопель посівних здатне значно скоротити застосування хімічних засобів у вирощуванні сільськогосподарських культур, оптимізувати фітосанітарний стан територій та, навіть, зберегти ліси [7]. До цього слід також додати значний культурний і естетичний вплив цієї важливої сільськогосподарської культури.

Новітня історія вирощування конопель посівних в Європі налічує не так то й багато часу – лише у 2015 році, після тривалого періоду заборон,

площі *Cannabis sativa L.*, як культури подвійного призначення, перевищили 20 тис. га [8]. Унікальна пластичність конопель робить їх цінною культурою для вирощування у багатьох кліматичних зонах, але в науковій літературі і наукових напрацюваннях досить мало теоретичних, експериментальних і виробничих даних для створення високопродуктивних і керованих технологій вирощування [1, 9–11]. Такий стан речей, за влучним висловлюванням Visković J. та ін. робить *Cannabis sativa* однією з найбільш інтригуючих сільськогосподарських культур у світі [12] і це не враховуючи тем використання цієї культури в медичній практиці.

Вплив певних властивостей конопель посівних саме й став причиною їхньої заборони. Хоча, за деякими даними, заборона конопель обумовлювалася шкодою деревообробній і нафтовій промисловості через потенційну бізнесову загрозу [13]. Загалом період заборони вирощування конопель посівних оцінюють у більше ніж сім десятиліть після тисячолітнього культивування, що спричинило відставання у технологіях вирощування [14, 15].

Вирощування конопель посівних в Україні має багатовікову історію, ця унікальна культура відігравала важливу роль у господарствах українців і навіть увійшла до фольклору. Вагомий внесок у селекцію *Cannabis sativa* і створення технологій вирощування зробили українські, зокрема й полтавські вчені – М. М. Гришко, Є. С. Гуржій. Традиційно, одним з найважливіших регіонів культивування конопель була північна частина Лівобережного Лісостепу, тому сорти та наукові розробки В. Г. Вировця, О. Г. Жатова, Л. М. Горшкової, М. М. Орлова та багатьох інших вчених були створені в Інституті луб'яних культур НААН України. Сучасний етап розвитку науки про коноплі пов'язаний з такими іменами як М. Д. Мигаль, В. М. Кабанець, І. М. Лайко, С. В. Міщенко, проблему використання конопель в органічному землеробстві висвітили М. Б. Пісковий та А. В. Пилипченко.

Таким чином, з одного боку існує гостра потреба в сировині і продукції коноплярства, з іншого – тривала заборона не сприяла розробці створення

нових сортів і технологій вирощування цієї важливої культури. Тому розробка нових адаптивних агротехнік є важливим завданням сьогодення українського АПК і аграрної науки.

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

Програма досліджень виконувалася згідно затверджених державних науково-технічних програм: «Інноваційні прийоми підвищення продуктивності та поліпшення якості врожаю сільськогосподарських культур для цільового використання» № 0120U101840 (03.04.2020 р.); «Ефективність гумінових речовин та інгібіторів азоту в технологіях вирощування сільськогосподарських культур», номер державної реєстрації 0123U102826 (07.06.2023 р.).

Мета і завдання досліджень. *Мета досліджень* полягала у визначенні впливу агротехнічних факторів на формування врожайності соломи, насіння та його якості, оптимізації і вдосконалення елементів технології вирощування конопель. Для цього були сформульовані наступні *завдання*:

- встановити ефективність гербіцидів та норм їх застосування для контролю сегетальної рослинності та можливого впливу на рослини конопель і врожайність;
- визначити ефективність використання комплексних мінеральних добрив та застосування гумінових речовин на формування господарсько-цінних ознак конопель: висоти рослин; тривалість періоду до біологічної стиглості; урожайності насіння та вмісту олії в ньому; урожайності соломи;
- встановити вплив попередників, передпосівної обробки насіння та висіву на показники польової схожості, довжини стебла, урожайності соломи, формування насінневої продуктивності агроценозів, вмісту олії та білка в ньому;
- визначити величину впливу нерегульованих факторів вирощування на формування господарсько-цінних ознак;

- створити математичні моделі формування врожайності та якості насіння залежно від факторів вирощування;
- провести оцінку економічної ефективності оптимізованих елементів технології вирощування конопель посівних.

Об'єкт досліджень: сорти конопель посівних, попередники, добрива та норми їх застосування, норми висіву насіння.

Предмет дослідження: особливості формування врожайності і якості насіння та соломи конопель посівних залежно від агрометеорологічних факторів і елементів технології вирощування: контролю сегетальної рослинності й впливу діючих речовин на культурні рослини; застосування стимуляторів росту з метою оптимізації системи удобрення.

Методи дослідження. В ході реалізації програми досліджень були використані загальнонаукові методи (аналіз, синтез, узагальнення, моделювання); спеціальні (польові багатофакторні досліді; лабораторні – визначалися агрохімічні показники ґрунту, біометричні показники рослин, вміст олії та білка в насінні. Для статистичної обробки результатів експериментів використовували методи багатофакторного дисперсійного аналізу, парної і множинної регресії.

Наукова новизна одержаних результатів досліджень.

Уперше:

- встановлено величини впливу комплексу кліматичних факторів на формування врожайності агроценозів *Cannabis sativa L.* залежно від елементів технології вирощування;
- встановлено особливості впливу гербіцидів на контроль сегетальної рослинності й урожайність конопель посівних;
- встановлено, що використання гумінових речовин для передпосівної обробки насіння конопель та листової аплікації є ефективним прийомом збільшення врожайності насіння та соломи.

Удосконалено:

- технологію вирощування конопель посівних в аспектах підбору гербіцидів для боротьби з сегетальною рослинністю, оптимізації системи удобрення та застосування норм висіву залежно від попередників:
- норми висіву насіння для вирощування конопель посівних подвійного призначення в умовах нестійкого зволоження.

Набули подальшого розвитку:

теоретичні й практичні засади управління продуктивністю агроценозів *Cannabis sativa L.* в умовах зміни клімату.

Тривалий період заборони на вирощування конопель посівних спричинив явище, коли вже відомі десятиліття тому технології вирощування значною мірою втратили свою актуальність і економічну обґрунтованість. У спілкуванні й обміні досвідом серед виробників і практиків, майже без винятків, всі агротехнологічні аспекти обговорюються як нові через значну зміну умов середовища вирощування, технологічне оснащення, диференційованість підходів до цільового використання продукції конопель посівних, економічної цілеспрямованості та багато інших аспектів.

Практичне значення результатів. За результатами досліджень оптимізовано технологію вирощування конопель посівних в аспекті контролю чисельності сегетальної рослинності в агроценозах. Незважаючи на високу біологічну конкурентоздатність, рослини *Cannabis sativa* можуть значно знизити показники продуктивності в разі численого засмічення бур'янами. Встановлено, що використання з цією метою гербіцидів потребує ретельного контролю за нормами препаратів і особливостями діючої речовини, оскільки це може призвести до негативної дії хімічних засобів на рослини конопель і, як наслідок, до зменшення врожайності.

Удосконалено систему удобрення *Cannabis sativa* за допомогою застосування передпосівної обробки насіння стимуляторами росту гумінової природи та позакореневої аплікації рослин гуміновими речовинами сумісно із використанням фунгіцидів. Такий прийом дав змогу істотно збільшити

врожайність насіння і соломи конопель та вплинув на вміст олії в насінні. Встановлена висока ефективність застосування комплексних мінеральних добрив для формування стабільної врожайності *Cannabis sativa*.

Важливим аспектом удосконалення існуючих технологій вирощування конопель став правильний підбір попередника під культуру та встановлення науково-обґрунтованих норм висіву насіння, що особливо важливо в нестабільних умовах сучасних тенденцій зміни клімату. Встановлена економічна ефективність і доцільність використання гербіцидів, комплексних мінеральних добрив та гумінових препаратів для отримання стабільної врожайності продукції конопель посівних. Результати досліджень впроваджені у технологіях вирощування конопель посівних в ТОВ «Олишівка», на загальній площі 327 га.

Результати досліджень отримані в умовах виробництва, яке має сучасний рівень технічного оснащення і технологій вирощування сільськогосподарських культур, що сприяло отриманню репрезентативних результатів. Матеріали дисертації та основні її результати використовуються в освітньому процесі Полтавського державного аграрного університету та Вінницького національного аграрного університету.

Особистий внесок здобувача полягає у самостійному складанні програми досліджень, її реалізації в процесі власної виробничої діяльності, статистичній обробці та інтерпретації результатів. На основі актуальних завдань виробництва автором було сформульовано мету експериментів та визначено шляхи її досягнення. В ході виконання програми досліджень автором було здійснене організаційне керівництво виробничими й науковими процесами, що дало змогу поєднати ці дві складові й сприяло швидшому впровадженню результатів у виробництво та їхньої оцінки широким колом фахівців. Дисертант самостійно відібрав для вивчення виключно сучасні літературні джерела, що дало змогу актуалізувати напрями досліджень і сконцентрувати увагу на особливостях і проблемах вирощування в конкретному регіоні. Здобувачем особисто сформульовані основні наукові положення дисертації, висновки та надано практичні рекомендації

виробництву. Автором дисертації підготовано достатню кількість публікацій для висвітлення матеріалів дисертації у науковій періодиці.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень були представлені та обговорювалися в ході Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, присвяченій 90-річчю з дня народження професора Г. П. Жемели (Полтава, 2023 р); Науково-практичної конференції з проблем насінництва «Сучасний стан та розвиток вітчизняного насінництва сільськогосподарських культур на шляху інтеграції у світову насінневу спільноту: (Одеса, 2025 р.); III Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Сучасні напрями та досягнення селекції і насінництва сільськогосподарських культур» (Полтава, 2025)

Публікації. За матеріалами досліджень опубліковано 5 статей, з яких 1 в виданні, яке індексується міжнародними наукометричними базами, 4 – у наукових фахових виданнях України та 4 тези доповідей на наукових конференціях.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, 7 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку літературних джерел, який налічує 214 найменувань і 13 додатків. Робота містить 15 таблиць та ілюстрована 41 рисунком, викладена на 158 сторінках комп'ютерного набору, з яких 122 сторінки – основного тексту.

РОЗДІЛ 1

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВИРОЩУВАННЯ КОНОПЕЛЬ ПОСІВНИХ (огляд літератури)

1.1. Основні аспекти використання культури

Унікальність конопель посівних і гостра потреба у їхніх матеріалах та продуктах переборолла багаторічну світову заборону на вирощування і виробництво. У США коноплі стали легальними після 2018 року [14]. Технологія вирощування і напрям використання залежать від типу культури (насіння, волокно, канабіноїди, енергетичні потреби, будівництво), ґрунтово-кліматичних властивостей та багатьох інших потреб. Коноплі можуть відігравати вагомую роль у вуглецевому землеробстві, органічній продукції, оскільки вважаються культурою, придатною для вирощування без використання пестицидів.

На початку використання основною ціллю вирощування конопель було отримання міцного й надійного волокна й насіння для споживання. Останнє має унікальні харчові й оздоровчі властивості – жирнокислотний склад олії складається з цілого ряду поліненасичених і жирних кислот, причому в сучасних сортах більший вміст саме ненасичених [16, 17]. Наявність в олії лінолевої, ліноленової та арахідонової кислот має медично доведений профілактичний ефект для шкіри, кровоносної, нервової і статеві систем людського організму.

Навіть за сучасного наукового прогресу продукцію коноплярства не вдалося замінити повністю та чи й потрібно це робити з раціональної точки зору? Конопляне волокно використовується в суднобудівній галузі, текстильній промисловості, оскільки тканина з нього має унікальні захисні, антисептичні властивості. З волокна конопель можливо виготовляти якісні композитні, теплоізоляційні чи навіть будівельні матеріали [1, 13]. За даними, які наводять Ю. В. Мохер та ін., коноплі задовольняють дев'ять позицій з 17 цілей сталого розвитку, окреслених ООН, справляючи, до того ж, мінімальне навантаження на навколишнє середовище, в т. ч. й через безвідходність виробництва та

утилізації, а також можливість ефективного використання продукції коноплярства, придатної для компостування [18–20].

Саме ці характеристики дають перспективи використання конопель у органічному вирощуванні [5], але разом з тим стратегії розвитку коноплярства в Україні повинні включати розширення адекватної інформаційної політики, розробки нормативної документації та політики стимулювання розвитку галузі [19].

Енергетичний потенціал конопель посівних є одним з найвищих серед інших сільськогосподарських культур, що обумовлюється врожайністю їхньої біомаси, яка не поступається міскантусу гігантському, тополі чи енергетичній вербі. Біопаливо, яке виготовляється з відходів конопель має також високий енергетичний потенціал, що робить цю культуру незамінною для відновлювальної енергетики [20, 21].

Cannabis sativa відіграють значну роль у відтворенні ґрунтів, які зазнали навіть радіоактивного забруднення. На відміну від інших культур вони накопичують найменшу кількість радіонуклідів, а сировину, отриману в таких умовах вже використовують у виробництві будівельних та меблевих плит [22]. ФітореMediaційний ефект від використання посівів конопель значною мірою може залежати від сортових властивостей та системи удобрення, особливо забезпечення фосфором [23].

Завдяки своїм біологічним особливостям коноплі здатні до формування стабільних агроценозів на важких і легких ґрунтах, забруднених важкими металами площах, гірських районах та інших умовах, які є несприятливими для решти культур. Втім Blandinières H. і Amaducci S. Вказують на недопустимість такого підходу, адже, не зважаючи на свою, справді, феноменальну витривалість коноплі, перш за все, сільськогосподарська культура, яка потребує уваги, догляду і відповідного рівня агротехніки [24]. До того ж немає досліджень, які б однозначно підтвердили безпечність використання продукції конопель посівних, зібраних із забруднених ґрунтів, особливо Cd, Pb і Zn [25–27].

Органічні технології вирощування конопель сприяють швидкому відновленню чисельності корисної ґрунтової мікробіоти. В дослідженнях М.

Піскового і А. Пилипченка завдяки цьому вдалося покращити кількісний склад дощових черв'яків у ґрунті [28].

Як зазначають Try R., Jared N. та Patrick F. в нинішній час економічні умови є дуже сприятливими для виробництва конопель, особливо для текстильної промисловості [28], але тільки стислий огляд напрямів використання цієї культури дає об'єктивну картину стратегічної важливості цієї культури.

Стислий огляд історичного й цільового аспекту вирощування і використання продукції конопель посівних дає змогу зробити висновок про значні втрати знань про цю важливу культуру внаслідок тривалих заборон на вирощування і відсутність експериментальних та виробничих даних.

1.2. Роль сортових властивостей і реакція на умови вирощування

В агрокультурі перебуває величезний перелік сортів конопель посівних, які мають різні напрями використання. Сучасні сорти відрізняються за вмістом канабіноїдів, характеристиками волокна, показниками розміру й олійності насіння, тривалістю вегетаційного періоду та багатьма іншими показниками, які визначають цільовий напрям використання конопель [13]. Активна селекційна робота в Україні дала, як результат, велику кількість сортів, які відносяться до не наркотичних: ЮСО-31, Гармонія, Вік 2020, Гляна, Глесія, Артеміда, Глухівські 51, Миколайчик та Глухівські 85. Ненаркотичні коноплі характеризуються високим вмістом білка в насінні (до 25 %) та 31 % жирів. У їхньому насінні містяться також близько 34 % вуглеводів, вітаміни В, Е, С, D, К [30].

Важливим напрямом є створення сортів конопель для фітореMediaції ґрунтів, але при цьому слід зважати, що коноплі є чутливими до сольового стресу, температурних і вологісних факторів. До сучасних напрямів створення сортів належать текстильного і біоенергетичного використання, гігієнічних, косметичних і медичних засобів. Окремими аспектами є збільшення вмісту волокон, якості волокна, вмісту олії, характеристики жирнокислотного складу, зменшення вмісту неспсихотропних речовин [2, 7, 10, 12, 31].

Сортові властивості впливають, в першу чергу, на тривалість вегетаційного періоду, вміст ТГК і КБД, вміст білка, олії та вуглеводів у насінні, а умови вирощування впливають у більшій мірі на фітохімічні компоненти, зокрема речовини антиоксидантної дії та вміст каротиноїдів [15, 32]. Сортові властивості також впливають на врожайність вегетативної маси та насіння, вміст волокна, що формує напрям цільового використання отриманої продукції [8, 33].

Не зважаючи на поширення думок про те, що коноплі посівні є дуже витривалим видом з високим адаптивним потенціалом слід зазначити, що ця культура дуже вимоглива до вологи. Порівняно з загальною масою вони мають дуже слабку кореневу систему і при цьому характеризуються дуже великим значенням транспіраційного коефіцієнту. Тому, враховуючи характер змін клімату в умовах Лівобережного Лісостепу, необхідно звернути увагу на підбір стійких до посухи сортів [1]. Також слід враховувати й вплив сортових властивостей на фітохімічні профілі культури, зокрема на вміст олії у насінні, показники чистого фотосинтезу та транспірації [34, 35].

Придатність сортів до вирощування рекомендовано поєднувати з оцінками впливу на реакцію генотипу умов вирощування та потенційним цільовим використанням [36, 37]. Від генетичних властивостей може залежати життєздатність насіння залежно від зберігання. Максимальна добова температура вище 30 °C під час фази наливу може спричинити погіршення якості насіння в деяких сортів. Умови років вирощування спричиняли коливання вмісту білка в насінні 32,7–35,9 %, вмісту олії – 24,3–28,1 %, а також зміну мінерального складу насіння [38].

Вплив навколишнього середовища полягає також в чутливості конопель до таких факторів навколишнього середовища як високі температури в період раннього наливу зерна, що призводило до недобору врожаю насіння, також відзначений вплив тривалості світлового дня [8, 39].

Слід враховувати, що сортові властивості мають значний вплив також і на канабіноїдні профілі. В дослідженнях Т. Glivar та ін. аналізували 15 сортів, вміст ТГК в яких не перевищував 0,2 %. Сорти вирощувалися в однакових

умовах, однак встановлено не лише вплив сортових властивостей на вміст цієї речовини, а й вплив неоднорідності посівного матеріалу [40]. Такий стан речей дає змогу в перспективі регулювати агрономічні практики для повної реалізації сортових властивостей відповідно до вимог якості продукції і вимог законодавства [41].

Для виробництва волокна можуть бути кращими пізні сорти, оскільки вони формують більшу вегетативну масу, причому в разі перенесення збирання від повного цвітіння до дозрівання насіння урожайність стебла однодомних конопель збільшувалася, а дводомних – зменшувалася.

Вихід волокна тісно корелює з загальною біомасою і масою стебла – коефіцієнти кореляції становлять відповідно 0,86 і 0,97, але має зворотну кореляцію з міцністю волокна – $r = -0,42$. Враховуючи відсутність кореляційних зв'язків з урожайністю насіння доцільно звертати увагу на підбір сортів подвійного призначення [8, 33, 42, 43]. С. Halker та ін. відзначають наявність кореляційних зв'язків між урожайністю соломи й діаметром стебла ($r = 0,330-0,371$), урожайністю і висотою стебла ($r = 0,622$) [44].

Аналізуючи літературні джерела, можна зробити висновок про те, що тривала заборона на вирощування конопель посівних у провідних країнах світу призвела до значного браку теоретичних знань про генетику цієї рослини, а технології вирощування також не мали результатів для широкого впровадження у виробництво.

1.3. Особливості застосування агротехнічних операцій

1.3.1. Норми висіву конопель посівних мають один з визначальних впливів на оптимальне функціонування агроценозів, що забезпечує високі показники врожайності і якості продукції. В першу чергу це стосується використання вологи. В умовах недостатнього зволоження водоспоживання посівів може становити 2631–2791 м³/га у суцільному посіві, а у широкорядному лише на 90–185 м³/га менше. Таким чином, норми висіву 2,5–3,0 млн./га неістотно відрізнялися від норм 1–2 млн/га [1].

Норми висіву насіння залежать від сортових властивостей. В дослідженнях С. О. Гораша та ін. встановлено, що найбільша врожайність насіння була досягнута при нормі висіву 1,8 млн. насінин/га (1,048–1,64 т/га), а при нормі висіву 0,6 млн/га вона знаходилася в межах 1,208–1,819 т/га [45, 46–48]. За даними В. М. Кабанця частка впливу норм висіву насіння на формування продуктивності посівів склала 21 %, а оптимальна вагова норма висіву становила 5 і 10 кг/га, хоча таке збільшення норми висіву призводило до погіршення освітленості посівів, що стало причиною випадання окремих рослин порівняно з нормою 2,5 кг/га [49, 50].

За даними С. Halker та ін. випадання окремих рослин відбувається з густиною їхнього стояння понад 90 шт./м², а густина стояння понад 80 призводила до зменшення висоти рослин [44]. Схожі результати були отримані і в дослідженнях Campiglia E. та ін. – збільшена густина рослин призводила до зменшення висоти рослин на 41 % через раннє досягання рослина репродуктивної здатності [11].

Подібні результати отримані також І. М. Лайко та ін. в досліді з коноплями на важких ґрунтах, де оптимальною нормою висіву також була 0,6 млн./га широкорядним способом з шириною міжрядь 45 см [51]. В досліді J. Visković та ін. встановлено, що найвищі рослини були отримані за ширини міжряддя 12,5 см, в разі міжрядь 50 см значно зростала товщина стебел [12].

За оптимального азотного живлення кількість рослин конопель може становити до 120 рослин/м². Подальше загущення в цих дослідіх не призводило до збільшення врожайності насіння, хоча й призводило до формування тоншого волокна [3, 8], але існує сильний зворотний кореляційний зв'язок між густиною стояння рослин і діаметром стебла ($r = -0,727$) [44].

Загалом, за даними L. Yazici, норма висіву і щільність посіву можуть значно вплинути на показники висоти рослин і технічної довжини стебла, його діаметра, врожайності сирої і сухої біомаси та виходу волокна, урожайності насіння та характеристики вмісту олії [52].

Агротехнічне значення норм висіву і формування густоти стояння рослин обумовлюється також формуванням конкурентної здатності рослин *Cannabis sativa* порівняно з бур'янами. За даними Hall, J., Bhattarai, S. P., & Midmore, D. J., збільшення рослин конопель з 100 до 200 на квадратному метрі зменшує кількість бур'янів на тій же площі з 23,2 до 6,5 г/м², тобто більше, ніж в три рази. А загущення до 300 і 400 рослин конопель практично ліквідувало бур'яни в посівах – їхня кількість становила відповідно 2,6 і 1,5 г/м² [53]. До того ж урожайність сирого волокна була найбільшою саме в разі розміщення 300 рослин/м².

Норми висіву визначаються також хімічними показниками ґрунту. В дослідженнях Varga I., Пјкіć D., Ткалес Којіć, М. та ін. встановлено, що в різних умовах солоності 50, 100 і 150 мМ NaCl найбільша довжина проростків була при концентрації 50 мМ NaCl і становила 10,4 см, а збільшення концентрації негативно впливало на цю ознаку [54].

З викладеного матеріалу можна зробити висновок про те, що коноплі посівні є такою культурою, яку можливо вирощувати як суцільним способом, так і у широкорядних посівах. Таким чином, норми висіву є одним з найефективніших методів управління продуктивністю агроценозів конопель, але визначення цих норм залежить від сортових особливостей та умов вирощування конкретного регіону.

1.3.2. Удобрення конопель посівних. Добрива входять до найважливіших факторів управління врожайністю волокна разом з нормами висіву і густотою стояння рослин на одиниці площі. В послідовності величини впливу факторів Deng G. та ін. наводять наступну схему: азотне добриво > густина посіву > калійне добриво > фосфорне добриво [55]. *Cannabis sativa* вважаються мало вимогливими культурами до якості ґрунтів, рівня агротехніки, удобрення [11, 20, 40]. Разом з тим, за даними О. А. Примакова і М. П. Козорізенка, добрива займають головну частку витрат у технології вирощування конопель – 43–52 % [56].

Найважливішим елементом живлення конопель посівних є, звичайно ж, азот, який впливає на висоту рослин, діаметр стебла, біомасу та ін., хоча решта показників (біомаса суцвіть і співвідношення кількості суцвіть і

пагонів) залежали від сортових властивостей [57]. За повідомленням Міщенко С. В., Марченко Т. Ю., Рачицька Є. В. додавання в систему удобрення N_{60} сприяє зменшенню витрат води на 19–19,7 % у широкорядних посівах і майже на 29 % – у суцільних [1]. В загальному ж частка впливу добрив на формування врожайності соломи може становити 29 %, а найкращі показники отримуються на досить високих нормах диференційованого внесення добрив – $N_{105}P_{75}K_{75} + N_{15}P_{15}K_{15}$. Збільшення врожайності соломи залежно від норм висіву спостерігалось на рівні 163 % [49]. Tang K. та ін. зазначають, що норми N_{60} цілком достатньо для оптимального живлення, а подальша оптимізація повинна відбуватися на основі точної оцінки живлення рослин [8].

За даними Leonі M. та ін. цілком раціональними є норми азотних добрив в кількості до 60–100 кг/га, що забезпечує належну якість волокна [3]. І. М. Лайко та С. В. Міщенко зазначали, що використання підвищених фонів удобрення ($N_{120}P_{90}K_{90}$ і $N_{150}P_{120}K_{120}$) вимагають сортові властивості, на прикладі сорту Глухівські 51, що у свою чергу забезпечує крім текстильних, ще й енергетичні властивості продукції [33]. Такі ж норми потрібні і для отримання високого рівня врожайності насіння [11, 51]. Однак, як дають зрозуміти Campiglia E., Radicetti E., Mancinelli R., система удобрення повинна залежати від напряму використання продукції – на волокно чи насіння [11]. За даними R. Sausserde найбільша врожайність зеленої маси спостерігалась при застосуванні N_{150} – понад 63 т/га [58].

Результати, отримані в Упитській дослідній станції (Литва) показали комплексний вплив на продуктивність конопель посівних норм висіву та норм добрив. Норма висіву 100 кг/га у поєднанні з удобренням $N_{45}P_{45}K_{45} + N_{34,4}$ дала найвищий урожай волокна при нормі висіву насіння 100 кг/га у одного сорту і 75 кг – для іншого за норми застосування добрив $N_{45}P_{45}K_{45} + N_{68,8}$. Це демонструє значення сортових властивостей та взаємодії цього фактору з впливом навколишнього середовища [59].

Деякі автори зазначають, що для отримання врожайності в поєднанні з високоякісним волокном необхідні норми внесення азотних добрив становлять для азоту 251–273 кг/га, фосфору – 85–195 і калію – 212–238 кг/га

[55]. Збільшення норми добрив сприяє збільшенню висоти рослин коноплі, їхньому кращому розвитку та підвищує конкурентоздатність в боротьбі з бур'янами. Однак за недотримання контролю над чисельністю бур'янів вони також поліпшують стан власного біоценозу за рахунок добрив [60].

Особливо важливо застосовувати добрива у беззмінних посівах конопель, оскільки відсутність удобрення призводить до значного зменшення продуктивності посівів і погіршення агробіологічного стану ґрунту. В таких випадках слід застосовувати норми добрив $N_{200}P_{100}K_{240}$ або 20–40 т/га органічних добрив. Останні можуть бути навіть ефективнішими за мінеральні в разі коли застосовується вапнування ґрунту. Застосування органічних добрив позитивно впливає також на загальний фізичний і агрохімічний стан ґрунту, дає змогу ефективно контролювати появу хвороб і, таким чином, отримувати високоякісну продукцію, в т. ч. за вмістом канабіноїдів [61–65].

В якості органічних добрив можна застосовувати різні органічні відходи продукції тваринництва. Зокрема існують дані про використання відходів шовківництва – гною шовкопрядів. На відміну від гною великої рогатої худоби цього добрива треба на значно менше, оскільки коноплі потребують норм гною 20–30 т/га плюс 100 кг мінерального азоту. Використання 100 кг мінерального азоту та 30 т/га гною забезпечило зростання урожайності насіння та вміст олії в ньому [66–68]. Також позитивні результати отримані в разі використання ризобактерій, які за деякими даними можуть повністю замінити внесення мінерального азоту [69].

Сорти конопель можуть реагувати на позакореневе застосування таких добрив як Biostar, яке створене на основі продуктів життєдіяльності червоного дощового черв'яка, збільшуючи масу 1000 насінин на 1,42–1,89 г [70]. Останнім часом серед органічних добрив називають різні види біогумусу, зокрема отриманого на основі коров'ячого гною та трав'яної біомаси. Зазначається, що позитивна дія цього добрива перевищувала дію мінеральних добрив: урожайність стебел збільшилася на 40 %, а маса 1000 насінин зросла з 13,54 до 13,85 г [71].

Ефективність заселення ґрунту арбускулярними мікоризними грибами *Diversispora* sp., *Funneliformis* sp., *Glomus* sp., *Funneliformis. mosseae*, *Glomus caledonium*, *Funneliformis geosporum*, *Glomus occultum*, *Rhizophagus prolifer* для ефективнішого управління продукційними процесами і стійкістю до стресів значною мірою залежить від сортових властивостей, але теж може застосовуватися для кращого засвоєння поживних елементів. Надходження екзогенного азоту також покращує процеси росту та накопичення сухої речовини [72–74]. Zarei M., Tadayon M. R., та Tadayuon, A. Також відзначали позитивну дію мікоризи на формування показників продуктивності та якості конопель посівних [75].

За повідомленням Kaur N. та ін. застосування азоту зменшує співвідношення сухої маси коренів і пагонів та позитивно впливає на засвоєння інших поживних речовин та концентрацію хлорофілу. Рекомендована кількість азотних добрив повинна знаходитися в межах 60–273 кг/га. Надлишок азоту може зменшити міцність стебла через зменшення вмісту целюлози та лігніну й погіршення якості волокна [76–78]. В разі застосування 240 кг/га азоту вміст біомаси зростав на 37,3 %, сухої маси стебла – на 48,2 і маса суцвіть – на 16 % [73, 79, 80]. При цьому азотні добрива не впливають на вміст канабіноїдів, що дає змогу вибирати сорти подвійного призначення [81].

Обсяги застосування азотних добрив потрібно контролювати у зв'язку з економічним аспектом, а також екологічним. Тому для удобрення рекомендується застосовувати інгібітори азоту (нітрифікації чи уреазу). Особливо ефективна ця технологія в разі використання карбаміду [82]. Внесення азотних добрив впливає на вміст целюлози і геміцелюлози в біомасі. До того ж брак азоту викликає затримку рослин в рості та низьку врожайність [83].

Що стосується використання фосфору то існують результати про його вплив на накопичення важких металів і, зокрема, кадмію і свинцю [84]. Збільшення норм фосфорних добрив до 150 кг/га може спричинити також і накопичення цього важкого металу. Особливо це відчутно на фоні високих значень кислотності ґрунту [23]. З іншого боку є дані як про слабку

реакцію конопель на вміст фосфору [67] так і на досить гостру на ґрунтах, де вміст цього елемента недостатній і, фактично, його вплив є аналогічним впливу азоту [85, 86].

Застосування калійних добрив може не істотно впливати на господарсько-цінні показники конопель. В дослідженнях Varga I. та ін. калійні добрива не впливали ні на висоту стебла, ні на його діаметр чи вміст целюлози і лігніну у стеблах [87]. Подібні результати стосовно калію були отримані також James M. S. та ін. в той час як застосування азоту вплинуло також і на вміст канабіноїдів у рослинах [88–92]. Як показали дослідження китайських вчених, співвідношення NPK 3:1:2 сприяло формуванню найбільшої врожайності [93]. Деякі дослідники відзначають, що ефективність використання калію рослинами конопель зростає в разі застосування мікоризних мікроорганізмів [94].

Відносно інноваційною є практика застосування гумінових речовин для поліпшення живлення сільськогосподарських культур. В теперішній час ця тема знову стає актуальною. Коноплі посівні також реагують на застосування цих речовин, причому їхнє походження має також певне значення. Цей вплив прослідковується не лише на показники продуктивності, підсилюючи дію макроелементів, а й значною мірою на показники якості, в тому числі й вміст канабіноїдів [93, 95].

Одним з джерел гумінових речовин є органічні добрива в тому числі й відходи виробництва біогазу – дигестат. Застосування твердої і рідкої фракції цього продукту сприяє найефективнішому результату для вирощування конопель – 8,68 т/га біомаси конопель порівняно з 7,43 т/га, отриманими за рахунок внесення мінеральних добрив [96].

Однак, застосування гумінових речовин потребує детального вивчення надалі особливо для зони з дефіцитним зволоженням. В дослідженнях Da Cunha Leme Filho J. F. та ін. застосування гумінових препаратів збільшило висоту рослин, вміст хлорофілу та фотосинтетичну активність на 55,8 %, але в сукупності з внесенням біодобрив призвело до адитивного ефекту, але не синергії [97].

Композиції, які складаються з біогумусу та отриманих з нього гумінових і фульвових кислот можуть позитивно впливати на проростання насіння й ріст сходів конопель, причому концентрації цих речовин не повинні бути великими і становити 1–5 % [98]. Застосування вермикомпосту позитивно впливає також на вміст макроелементів у ґрунті – азоту в 1,1–2,5 рази; фосфору – 1,2–1,3 і калію – в 1,8–3,5 рази порівняно з неудобреними варіантами. Цей прийом дав змогу також поліпшити стан ґрунтової мікробіоти – *Bacillus* і *Mycobacterium* [99].

Інокуляція насіння бактеріями іншого роду (*Trichoderma afroharzianum*) також позитивно впливала на ріст пагонів і морфологію коренів (38 і 17 % відповідно), збільшення сухої біомаси (до 30 %) залежно від стадій застосування. Особливо це збільшення довжини кореня відзначалося у фазах появи шостого і десятого листка – 55 і 121 % відповідно [100]. Park S. H. з співавторами відзначали, що бактерії *Bacillus* позитивно впливають на показники проростання насіння, одночасно пригнічуючи ріст міцелію *Fusarium oxysporum* [101]. Окрім цього гумінові й фульвові кислоти можуть бути добрими біостимуляторами для збільшення біомаси конопель на ґрунтах, забруднених важкими металами [102, 103].

Іншим природним ендоефітним агентом може виступати *Trichoderma harzianum*, який позитивно впливає на кількість суцвіть, вологість свіжої маси, а також збільшення вмісту каннабідіолу (CBD) [104].

Гумінові речовини вважаються досить ефективними для формування у рослин стійкості до стресів, зокрема й водного, однак існують наукові розробки, і яких як антистресори розглядаються наночастинки, зокрема кремнію. Використання нанокремнію викликало активацію антиоксидантних ферментів і зменшувало вміст проліну [105].

Таким чином, тривала перерва, яка була зумовлена заборонаю на вирощування конопель посівних, спричинила досить значний брак знань і відомостей про технологічні процеси, в тому числі й про удобрення. Беззаперечно, що коноплі посівні позитивно реагують на застосування повного NPK і є чудовими попередниками для багатьох цінних культур,

наприклад, пшениці озимої [106], але дослідження цього аспекту потребує значної уваги вчених.

1.3.3. Здатність до конкуренції з бур'янами. Cannabis sativa вважаються досить стійкою культурою, яка може рости на різного типу ґрунтах, різних кліматичних зонах з різним зволоженням, мають значну конкурентну здатність у співіснуванні з бур'янами [1, 20]. Проте деякі автори зазначають, що це не зовсім так і в науковій періодиці взагалі не зустрічається відомостей про втрати врожайності внаслідок забур'яненості [107, 108]. В дослідженнях Ambroziak K., Wenda-Piesik A., та Kozera W. Зазначається, що більша норма висіву (30 кг/га) сприяє домінуванню культури над бур'янами, але на варіантах із застосуванням норм 10 і 20 кг висіяного насіння на 1 га потрібно контролювати кількість бур'янів за допомогою гербіцидів [109].

Деякі дослідники вказують на можливу алелопатичну дію самих конопель, однак для наступних культур вони можуть бути неефективними, а відсутність гербіцидів спричиняє у свою чергу відсутність стратегій у боротьбі з бур'янами, які б полягали у визначенні норм і строків внесення гербіцидів, а також які б враховували дію на самі рослини конопель. Відсутність ефективних і сталих стратегій боротьби з бур'янами створює побоювання у фермерів через побічну дію гербіцидів на інші культури [110–112].

У дослідженнях Ortmeier-Clarke H. J. та ін. зменшення біомаси становило майже 25 %. Грецькі науковці також встановили, що застосування досходових гербіцидів спричиняло уповільнення росту рослин конопель, які потім відновилися. До таких препаратів відносяться ті, що містять пендіметалін, s-метолахлор і аклоніфен. Таким чином, автори роблять висновок про істотну чутливість самої культури до застосування гербіцидів [113–115].

Майже про такий же ефект свідчать Wright-Smith H. E., Coolong T. W., Culperper A. S. та ін. в їхніх дослідженнях використання препаратів, які містили ацетохлор, флуміоксазин, фомесафен, пендиметалін і норфлуразон, тоді як дитіопір, галосульфурон, ізоксабен і ізоксафлутол призвели до

пошкодження 12 % рослин, а речовини дитіопір, галосульфурон, ізоксабен і ізоксафлутол викликали майже 50 % пошкодження конопель. Подібні результати були отримані й на варіантах дослідів з застосування *S*-метолахлору, ацетохлору, пендиметаліну та клетодіму – 15 %, а використання препаратів на основі галосульфурону, метрибузину, трифлорисульфурону, імазетапіру та прометрину також призвело до пошкодження половини рослин. Фітотоксичність препаратів бентазону встановлена на рівні 75,52 %, що вплинуло на висоту рослин, діаметр стебла, урожайність сухих стебел, вихід волокна [116, 117].

А. Kousta та ін. встановили, що незважаючи на конкурентну перевагу над бур'янами наявність останніх в агроценозі є істотною проблемою. Саме вони стають конкурентами в разі застосування добрив – кількість бур'янів зростала на 56–79 % [118].

Pudełko K., Majchrzak L., та Narożna D. встановили, що коноплі є ефективним пригнічувачем бур'янів. Екстракт конопель ефективно пригнічував однодольні бур'яни – в першу чергу зменшував швидкість їхнього проростання. Кореляційний аналіз показав, що між урожайністю стебел конопель і кількістю бур'янів існує сильна зворотна залежність ($r = -0,85...-0,83$) [119, 120].

1.3.4. Основні хвороби конопель. Відновлення посівних площ, природно, спричинило й поширення специфічних хвороб, що певною мірою пов'язано з забур'яненістю агроценозів, наприклад у випадку з плямистістю листків (*Drechslera gigantea*) [121, 122].

До основних хвороб конопель відносять також вірусні та грибні. Загалом коноплі посівні вражаються великим переліком збудників захворювань, які зменшують ріст рослин, вражають вегетативні та генеративні частини. Серед патогенів, які інфікують кореневу систему, відзначають найчастіше: аскомікотові – *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Fusarium brachygibbosum*; ооміцети – *Pythium dissotocum*, *Pythium myriotylum* і *Pythium aphanidermatum*, які спричиняють побуріння коренів. Листову поверхню пошкоджує борошниста роса (*Golovinomyces cichoracearum*), а суцвіття – гнилі *Penicillium olsonii* та *Penicillium copticola*,

Botrytis cinerea, *F. solani*, *F. Oxysporum* та, навіть, родинами *Geminiviridae* та *Botrytis* [123–130].

Однією з новітніх течій боротьби проти захворювань є застосування проти хвороб біологічних препаратів. Серед них білки, які провокують вмикання імунної системи культурних рослин. Для конопель таким прикладом є препарат Harpin Pro, який провокує захисні функції організму, хоча сам не містить збудників хвороб. Як зазначають Sands L. B. та ін. така дія відбувається на генетичному рівні, що досить добре корелює з дослідженнями, які проведені на такому ж рівні з генетичним аналізом живлення рослин в різних умовах вирощування [131, 132].

Розробка методів захисту посівів конопель посівних, які базуються на знаннях про фізіологічні реакції на пошкодження патогенами на генетичному рівні, значно прискорює розробку ефективних систем догляду за посівами. Як і у випадку з захистом посівів від бур'янів ці системи залишилися недосконалими через заборону на вирощування. Наслідком цього стало зростання кількості збудників, проявів хвороб, брак знань про поведінку патогенів та зменшення мікробного навантаження. Однак, досягнення останніх років дають змогу отримувати чистий насінневий та садивний матеріал [133].

Одним з найшкідливіших збудників, які завдають шкоди коноплям є *Fusarium*. На коноплях посівних їх фіксується щонайменше шість рас: *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *F. incarnatum-equiseti*, *F. sambucinum*, *F. tricinctum* і *F. Fujikuroi*. Причому деякі з них є патогенними для тварин і людини [134]. Цей рід грибів, як відомо, пошкоджує багато видів рослин і становить серйозну загрозу для здоров'я людини.

Іншим, поширеним видом хвороби, є борошниста роса (*Golovinomyces cichoracearum*), яка знижує, перш за все, ріст рослин і негативно впливає на якість продукції. В умовах надходження великої кількості ультрафіолетового проміння прояв і шкода від цієї хвороби значно зменшується (майже на 45 %) [135, 136], що на думку автора, повинне враховуватися в умовах проведення власних досліджень. Тут ми маємо врахувати останні зміни клімату в контексті зростання тривалості сонячного освітлення.

Athelia rolfsii або хвороба південного опіку значно зменшує продуктивний потенціал *Cannabis sativa*. Патоген руйнує клітинні стінки коренів внаслідок чого листки рослин набувають жовтуватого кольору і ознак в'янення. Захворювання передається через ґрунт, хоча його поширення може обмежуватися застосуванням препарату природного походження хітозаном [137]. В нашій зоні вирощування поки що немає достовірних даних про ризики шкоди від цього патогену. До патогенних організмів для конопель відносять навіть *Serratia marcescens*, яку, на думку автора дисертації, слід назвати шкідливішою для людини, а не рослин [138].

Переносниками захворювань можуть бути як рослинні рештки (наприклад кукурудзи, капусти, чорниці, часнику, кормових трав), так і шкідники (білокрилка *Bemisia tabaci*) [139–141].

Засобами боротьби з хворобами можуть бути також продукти, створені на основі інших мікроорганізмів – антагоністів, наприклад: Rhapsody ASO (*Bacillus subtilis*), Stargus (*Bacillus amyloliquefaciens*), Lalstop (*Gliocladium catenulatum*, Prestop), RootShield Plus WP (*Trichoderma harzianum* і *Trichoderma virens*) і Asperello (*Trichoderma asperellum*), які були досить ефективними в разі їхнього застосування як інокулянтів [142].

Таким чином, виявлення хвороб і своєчасне застосування методів їх контролю стало однією з найсерйозніших проблем сучасного коноплярства, до вирішення якої повинні бути залучені навіть методи генетичного аналізу і генної інженерії, а також традиційної селекції [143–146].

1.3.5. Контроль основних шкідників. Незважаючи на тривалу перерву в вирощуванні конопель, їхнє повернення в широке виробництво пов'язане з зміною специфікації шкідників і необхідності розробки ефективних систем захисту. Очевидно, що як і в технологіях вирощування інших культур захист потрібно починати з передпосівної обробки насіння. В умовах України ефективним є Круїзер 350 FS в дозі 2,0 л/т, який ефективно контролює конопляну блішку [147].

В США одним з найпоширеніших шкідників є кукурудзяний червець (*Helicoverpa zea*). Цей шкідник має властивість швидко адаптуватись до змін клімату і одним з найефективніших шляхів боротьби проти нього є, в тому

числі, створення стійких сортів. Окрім цієї комахи значної шкоди в цій країні посіви зазнають від червоного кліща (*Aculops cannibicola*), конопляної попелиці (*Phorodon cannabis*), конопляної плодожерки (молі) (*Grapholita delineana*), рисової кореневої попелиці (*Rhopalosiphum rufiabdominale*) та багатьох інших. Загалом, за різними даними, коноплі посівні пошкоджують 240–300 видів шкідників і понад 70 видів поліфагів [148–153]. Окрім цього коноплі посівні можуть бути потенційним господарем для *Chrysodeixis includeans*, *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera exigua* [154].

Слід зазначити, що деякі з цих шкідників, наприклад, *Phorodon cannabis* найбільшої шкоди завдають при температурах до 25 °С, а при температурах 28 °С і вище шкода від їхньої життєдіяльності значно зменшується [155]. Конопляна міль є щорічним «гостем» на посівах конопель в Румунії і головним методом боротьби проти цього небезпечного шкідника називають створення стійких сортів [156].

Значної шкоди коноплям можуть завдавати личинки і дорослі комахи конопляної блішки (*Psylliodes attenuata*), які є переносниками небезпечних хвороб – *Rickettsia*, *Wolbachia* та *Candidatus_Brownia* [157, 158]. Ворогом посівів є також жовто-бурий мармуровий клоп (*Halyomorpha halys*), який живиться вегетативними і генеративними органами рослин та насінням [159]. Таким чином, *Cannabis sativa* L., тільки умовно можуть вважатися культурами, вільними від шкідників [160].

Ефективними препаратами для боротьби з шкідниками конопель можуть бути як біологічні так і хімічні інсектициди: на основі *Bacillus thuringiensis kurstaki*, сульфоксафлору чи лямбда-цигалотрин + хлорантраніліпролу. Проблем захисту посівів конопель додає швидка адаптація шкідників до хімічних засобів. Так, наприклад, павутинний кліщ в умовах Таїланду швидко звикає до синтетичних акарицидів і деякі автори рекомендують використовувати препарати ентомогенних грибів, наприклад роду *Metarhizium* sp. [161, 162].

Аналіз літературних даних показує, що навіть в розвинених країнах, де темпи розширення галузі коноплярства є дуже інтенсивними, практично відсутні ефективні стратегії захисту посівів конопель посівних від шкідників

і хвороб. Ці групи шкідливих організмів, практично, провокують розвиток одна одної завдяки ослаблення рослин. Як і інші сільськогосподарські культури вони потребують розробки комплексних заходів захисту посівів. Таким чином, *Cannabis sativa* L. не можуть вважатися культурою, яка не потребує інтегрованої системи захисту.

1.4. Особливості управління якістю продукції конопель посівних

Унікальність конопель посівних полягає в практичній безвідходності виробництва, адже майже всі частини рослини придатні для отримання харчових, текстильних чи медичних продуктів. Навіть у разі вирощування конопель на забруднених важкими металами ґрунтах у волокно може переходити незначна кількість Cd, Pb і Zn [163]. Якість волокна відіграє значну роль у виробництві сучасних будівельних матеріалів, зокрема при виробництві скловолокна [164].

Протягом відносно короткого періоду відродження галузі коноплярства попит на продукти харчування з конопель постійно зростає. Компонентний склад конопляної олії дуже складний – вона містить пальмітинову, стеаринову, олеїнову, лінолеву та ліноленову кислоти, в тому числі поліненасичені омега-3 і омега-6, також досить багата антиоксидантами, фітостеролами та вітамінами і біоактивними сполуками [165]. На співвідношення цих компонентів істотний вплив мають сортові властивості та деякі агротехнічні прийоми, зокрема норма висіву та час збирання, а також взаємодія сорт – середовище [166–174].

Як зазначають Tariq M. та ін. необхідно досліджувати впливи взаємодій генотип – середовище в контексті глобальних змін клімату [175], враховуючи тривалість дня, яка повинна бути не меншою 13 год. 40 хв протягом вегетаційного періоду [176]. В різні роки така взаємодія може спричинити також значне коливання врожайності соломи конопель, але на якість волокна вона впливала слабо і його міцність знаходилася в межах 37,6–45,3 сН/текс [177].

Висока також кормова цінність насіння конопель. За даними Klir Ž., Novoselec J., Antunović Z. додавання конопляної макухи в раціони збільшує

жирність молока дрібної рогатої худоби при нормі 480 г/день. Для корів така норма становила 143 г/кг сухої речовини. Додавання 10–20 % насіння в корми курей збільшувало кількість жовткового жиру [178].

Особливу цінність становлять сорти подвійного призначення, які можливо використовувати для отримання волокна й насіння. Наприклад, український сорт Глесія мав урожайність волокна до 2,56 т/га при виході 30,4 %. Врожайність насіння при цьому становила 1,29 т/га, а вміст олії досягав 36,8 % [179].

Однак, в разі такого напряму вирощування, необхідно встановити особливості взаємозв'язків між показниками продуктивності і якості. Навіть вирощування на текстильні цілі повинне враховувати формування первинних і вторинних волокон, неоднорідність розміщення волокон вздовж стебла та ін. основними причинами зменшення якості волокна. М. Д. Мигаль, І. М. Лайко та С. В. Міщенко називають збільшення вмісту менш цінного вторинного волокна, яке характеризується гіршою міцністю. Одним з шляхів подолання цього є створення нових сортів, здатних також подолати статевий диморфізм рослин конопель, оскільки генотип має найбільший вплив на формування показників якості волокна [180–186].

За даними Campiglia E. з співавторами, Ribeiro J. та ін. показали, що норма висіву та рівень азотного живлення мали також визначальний на міцність волокна на розрив, а в дослідженнях Livingstone H. та ін. встановлено, що густина стояння рослин і ширина міжрядь також можуть впливати на якість волокна – більша густина призводила до зменшення діаметра стебла та збільшення довжини міжвузль [11, 187–189].

За даними Tedeschi A. та ін. роль азоту у формуванні якості насіння і складу його олії повністю не досліджена. Не досліджений і вплив виду азотних добрив, хоча оптимальне відношення $\omega\text{-3}/\omega\text{-6} = 0,3$, що відповідає оптимальній пропорції для харчування людини [190]. Окрім цього застосування азотних добрив у нормі N_{0-240} кг/га не призводило до збільшення маси насіння, але суттєво збільшило вміст протеїну та олії [76].

В разі вирощування конопель з метою отримання насіння й соломи слід мати на увазі, що зменшення вмісту лубу та збільшення вторинного волокна

збільшується із часом дозрівання насіння. Волокна, отримані під час початку цвітіння демонструють найбільшу міцність і цей показник погіршується з часом дозрівання [191, 192].

Власні дослідження автора також підтверджують аргументованість підходу до вирощування конопель з точки зору подвійного використання і в даному випадку необхідно добирати сорти для вирощування та розробляти технології їхнього вирощування [193].

Управління продуктивністю агроценозів конопель для отримання урожаю соломи й насіння може здійснюватися на основі моделей, створених за допомогою штучних нейронних мереж. Створені моделі мають досить високі показники точності (74–91 %) [194–196]. Втім, знайти подібну інформацію стосовно управління й прогнозування показників якості автору не вдалося.

Аналіз останніх наукових публікацій стосовно формування показників якості соломи, волокна, насіння конопель посівних і вміст поживних речовин у ньому показав досить значний брак інформації. Причому цей брак спостерігається в усіх країнах і регіонах вирощування конопель посівних, не залежно від рівня розвитку й виробництва.

Висновки до розділу 1

1. Коноплі посівні є стратегічно важливою багатоцільовою культурою, яка переживає своє відродження у виробничих посівах і пов'язаних з цим науковими дослідженнями. Тривала заборона вирощування в розвинених країнах світу спричинила брак теоретичних і експериментальних даних про можливості й потенціал культури. В зв'язку з цим зросла актуальність проведення експериментальних програм, направлених на створення нових сортів і розробки технологій вирощування залежно від цільового використання продукції коноплярства.

2. Існуючі сорти конопель посівних потребують розробки сортових технологій вирощування, досліджень стосовно впливу на їхню продуктивність умов навколишнього середовища з метою ефективного розміщення відповідно

до ґрунтового-кліматичних умов середовища. Це обумовлює створення нових сортів для кожного регіону.

3. Результати досліджень впливу норм внесення добрив та їхніх видів демонструють необхідність подальших досліджень, оскільки вони сильно різняться залежно від умов вирощування, підбору сортів для вирощування та взаємодії сортових властивостей і умов вирощування. Застосування нових видів органічних добрив, поєднання органо-мінерального живлення, використання гумінових препаратів також потребує розробки адаптивних технологій вирощування.

4. Аналіз наукової періодики за останнє десятиліття показав відсутність стратегій контролю за розвитком сегетальної рослинності, що полягає у неоднозначному впливу гербіцидів на власне культуру, суміжні або наступні посіви. Досить малий об'єм інформації є про фітотоксичність і пов'язаний з нею вплив на господарсько-цінні показники конопель посівних.

5. Перерва у вирощуванні *Cannabis sativa* L. спричинила дефіцит теоретичних знань і практичного досвіду для розробки ефективних систем захисту агроценозів. Очевидно, у коноплярстві треба мати комплексний підхід до вирішення цієї проблеми, який поєднує створення стійких сортів і комбінований біологічний та хімічний захист.

Публікації до розділу: 193, 201, 202, 206

РОЗДІЛ 2

УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Агрохімічна характеристика ґрунтів

Досліди проводилися в ТОВ «Олишівка» Чернігівського району, яке входить до складу групи компаній «Агротрейд». Ґрунти, на яких розміщене землекористування, є малогумусними з легким гранулометричним складом, характеризуються слабкою ємністю вбирання, невисокою буферністю, малою насиченістю ґрунтовими колоїдами. Така характеристика показує, що вони мають підвищену вразливість до антропогенного і техногенного впливу.

В землекористуванні господарства також знаходяться дерново-підзолисті, сірі лісові, темно-сірі і чорноземи опідзолені. Вміст гумусу становив 1,40 %, знаходячись в межах 1,16–1,80 %. Ґрунти характеризуються кислою реакцією – рН сольове становить 5,2–5,4; підвищеною забезпеченістю рухливими формами фосфору – 111–140 мг/кг ґрунту. Вміст обмінного калію становив 97–128 мг/кг ґрунту, що характеризується як середня забезпеченість. Вміст легкогідролізованого азоту низький – до 60 мг/кг ґрунту. Вміст обмінних форм кальцію та магнію становив 3,6 і 0,5 мг-екв/100 г ґрунту.

Також господарство має в своєму користуванні темно-сірі ґрунти й чорноземи опідзолені. Середній вміст гумусу складав 2,47 %, рН сольовий дорівнював 5,8. Ґрунти характеризуються вмістом рухомих форм фосфору на рівні 140, а обмінного калію – 105 мг/кг ґрунту. Вміст обмінного кальцію і магнію становив відповідно 8,4 і 1,7 мг-екв/100 г ґрунту. Також деякі ґрунти містять карбонати кальцію і магнію, хоча проблем із засоленням не простежувалося.

Присутні також чорноземні та лучні ґрунти. Це легкосуглинкові ґрунти з вмістом гумусу 2,68–3,69 %, нейтральною реакцією ґрунтового розчину. Вміст рухомих форм фосфору коливається в межах 122–144 мг/кг, а

обмінного калію – до 100 мг/кг ґрунту. Вміст обмінного калію та становить відповідно 10,6 і 2,2 мг-екв/100 г ґрунту.

Окрім зазначених в господарстві є певна частка дернових, болотних, лучних й торфо-болотних ґрунтів, які мають специфічні агрохімічні властивості. Таким чином, ґрунти господарства характеризуються певною різноманітністю, яка стала одним з факторів, що обумовлюють структуру посівних площ (рис. 2.1).

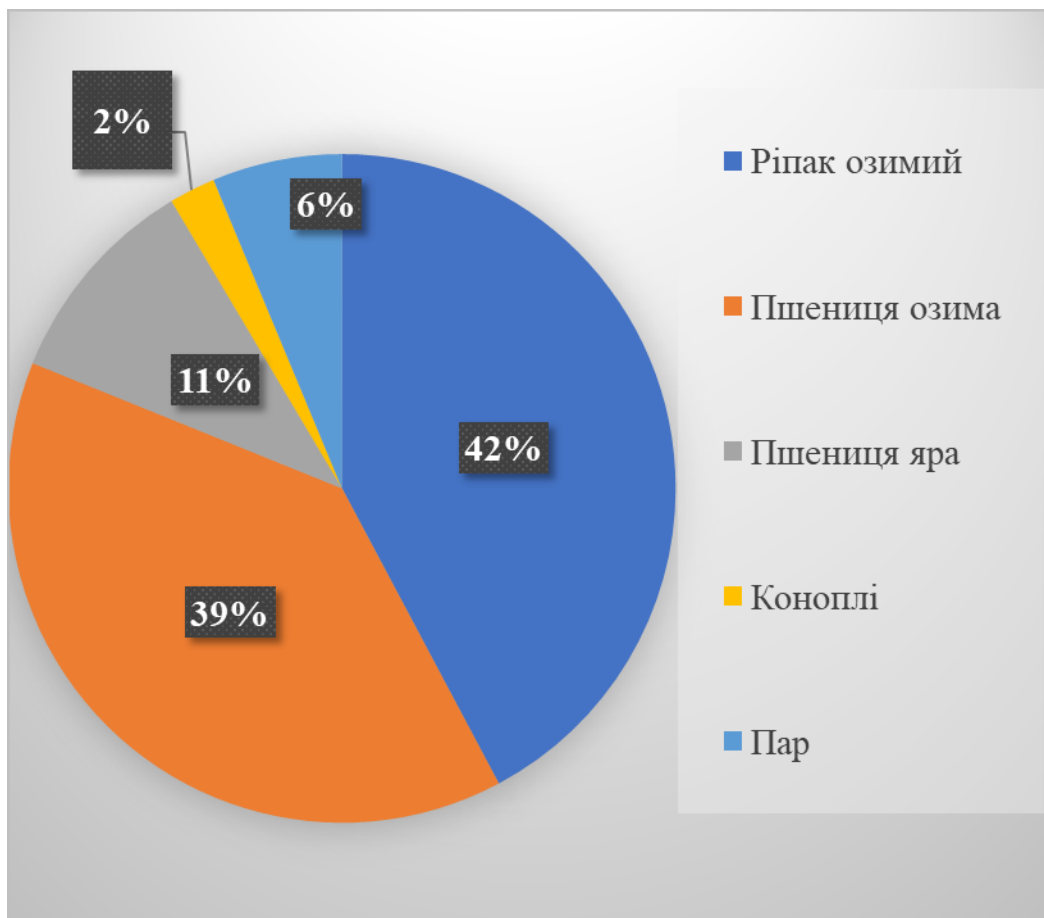


Рис. 2.1. Структура посівних площ ТОВ «Олишівка»

Загальна площа підприємства на момент підготовки звіту агрохімічного обстеження ґрунтів становила 10282 га. розділена на два масиви, що пов'язана з типом ґрунтів. Стратегічно підприємство працює з чотирма культурами кукурудза, пшениця озима, пшениця яра, ріпак озимий. Основною культурою в підприємстві є ріпак озимий, відтак для нього формуються масиви та попередники. Площі, які мають високу ймовірність

підтоплення переведені в окремі масиви та впроваджено вирощування кукурудзи в монокультурі.

Безпосередньо для проведення досліджень було виділене поле, ґрунтовий покрив якого вирізнявся найменшою строкатістю природної родючості. Загальна площа ділянки (540/33), на якій було розміщено польові досліді становила 55,31 га (рис. 2.2). Історія поля містила аналіз попередників та технологій їхнього вирощування, окрема увага приділялася аналізу застосування пестицидів та впливу бойових дій. В господарстві вдаються також до виконання агрохімічного обстеження землекористування з метою оптимізувати технології вирощування сільськогосподарських культур.

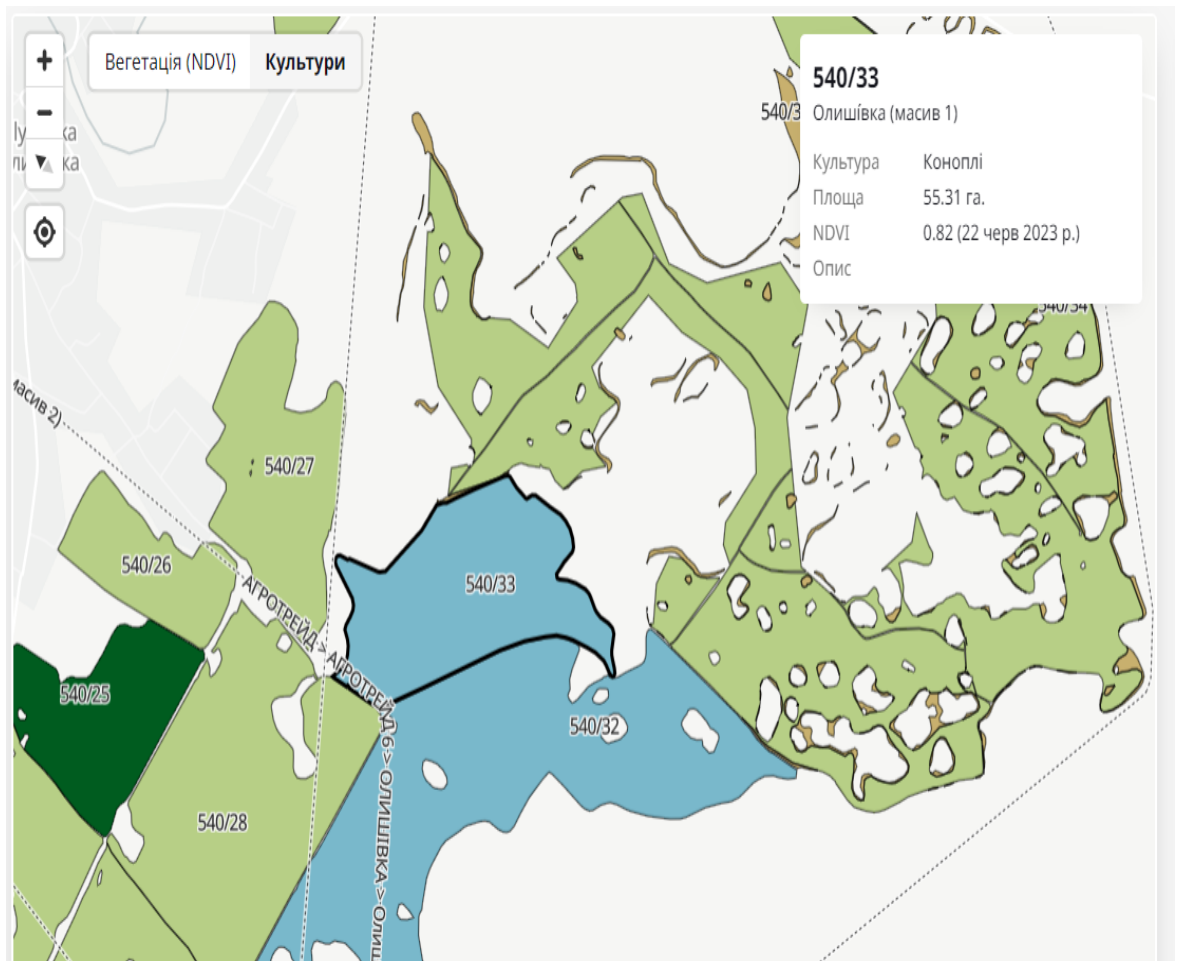


Рис. 2.2. *Схема землекористування і локація проведення польових досліджень*

Детальна характеристика ґрунту поля була здійснена AgriLab – експертною, як позиціонується в Україні, компанією з точного землеробства.

Остаточний звіт щодо характеристики дослідної ділянки містить перелік забезпеченості ґрунтів макро- та мікроелементами (табл. 2.1) в поєднанні з аналізом показників і NDVI.

Таблиця 2.1

Забезпеченість дослідної ділянки елементами живлення

540/33	Рівень розвитку за індексом NDVI		
	Характеристика ґрунту	низький	середній
рН (1:1) ґрунту	8,0	8,1	8,1
рН буф	7,2	7,2	7,2
Розчинні солі, ммоль/см	0,10	0,19	0,33
Орг.речовина, %	2,2	3,2	7,9
Нітратний азот, мг/кг	7,4	12,5	24,6
Фосфор рухомий, мг/кг	44	25	28
Калій, мг/кг	23	31	43
Кальцій, мг/кг	2109	3130	4181
Магній, мг/кг	85	244	555
Натрій, мг/кг	13	16	39
Сірка, мг/кг	9	12	12
Цинк, мг/кг	0,43	0,38	0,48
Залізо, мг/кг	37,6	26,6	83,7
Марганець, мг/кг	3,6	4,2	5,5
Мідь, мг/кг	0,16	0,40	0,79

Відповідно до результатів досліджень були сформовані рекомендації, які полягали в наступному:

- використання елементів точного землеробства на полях зі значною строкатістю природної родючості ґрунту;
- використання норм добрив проводити під запрограмований урожай;

- надавати перевагу фізіологічно кислим добривам – сульфату амонію, аміачній селітрі;
- низькопродуктивні ділянки потребують підвищених доз калійних добрив та магнію;
- застосування азотних добрив необхідно проводити з негайним зароблянням у вологий ґрунт;
- калійні добрива рекомендовано вносити на глибину 15–20 см локально-стрічковим способом, що дасть змогу зменшити норми застосування на 20–30 %.

2.2. Характеристика погодних умов у роки досліджень

Аналіз перебігу температур в період проходження досліджень виявив значну різницю за роками досліджень. Автор свідомо уникає опису динаміки температур порівняно з середніми багаторічними даними, оскільки тенденція їхнього підвищення описується дуже часто як в контексті агрометеорології так і кліматології в цілому. Натомість у даній роботі пропонується звернути увагу на особливий вплив перебігу температур і нерівномірності розподілу опадів у часі та просторі на формування врожайності конопель.

Слід зазначити, що за середніми показниками 2024 рік характеризувався найвищою середньою температурою вегетаційного періоду конопель – вона становила 16,9 °С (додаток А). Для порівняння у 2023-му і 2024-му роках середні значення температури становили відповідно 15,4 і 15,7 °С відповідно. Особливо підвищення температури було відчутно протягом періоду квітень-липень (рис. 2.3). У 2024-му році середня температура квітня становила 12,3 °С, що було на два градуси вище попереднього і наступного років проведення досліджень.

Травень 2024 року виявився теплішим на 0,6 і 1,3 °С порівняно з іншими роками досліджень, червень цього року перевищував середню температуру 2023-го на 1,4 °С, а 2025-го – на 2,9 °С. подібна тенденція спостерігалася також і в липні, але температурна різниця виявилася ще

більшою – середня температура липня 2023 року становила 20,5 °С, а у 2024 році вона досягла значення 23,8 °С. Температура липня 2025-го характеризувалася середнім значенням майже 22 градуси.

І хоча в серпні 2024 року температура була нижчою порівняно з 2023 роком на 1,2 °С, це негативно позначилося на величині врожайності насіння. Ще одним фактором, який спричинив зменшення врожайності насіння конопель у дослідках та на виробничих посівах – майже на 45–50 %, стала відсутність продуктивних опадів на фоні високих температур серпня.

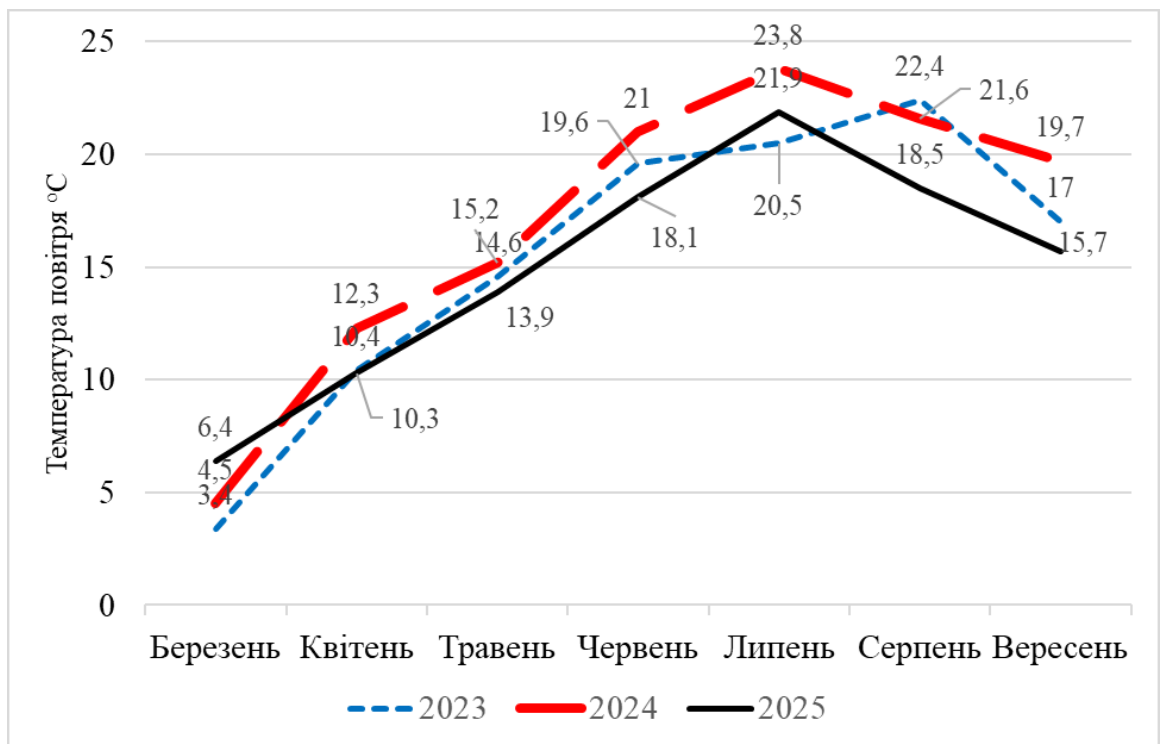


Рис. 2.3. Динаміка середніх температур протягом вегетаційного періоду (2023–2025 рр.)

Подальше підвищення температури у вересні 2024 року тільки погіршило стан посівів – середня температура становила 19,7 °С порівняно з 17 градусами попереднього року і 15,7 °С 2025-го.

Слід звернути увагу також на нерівномірність розподілу опадів в локації проведення досліджень. Локальні метеостанції, які успішно використовуються на виробництві, дали змогу встановити, що різниця суми опадів досягала досить великих значень, починаючи з березня (рис. 2.4) – майже 22 мм у 2023 році. Квітень цього ж року характеризувався різницею 40

мм, а у травні істотні відмінності значень спостерігалися у 2024 і 2025 рр. в даному випадку різниця становила 34 і 22 мм. У 2024 році опади червня були майже однаковими за обома локальними станціями, але в 2025 році різниця між показниками обох станцій становила майже 37 мм.

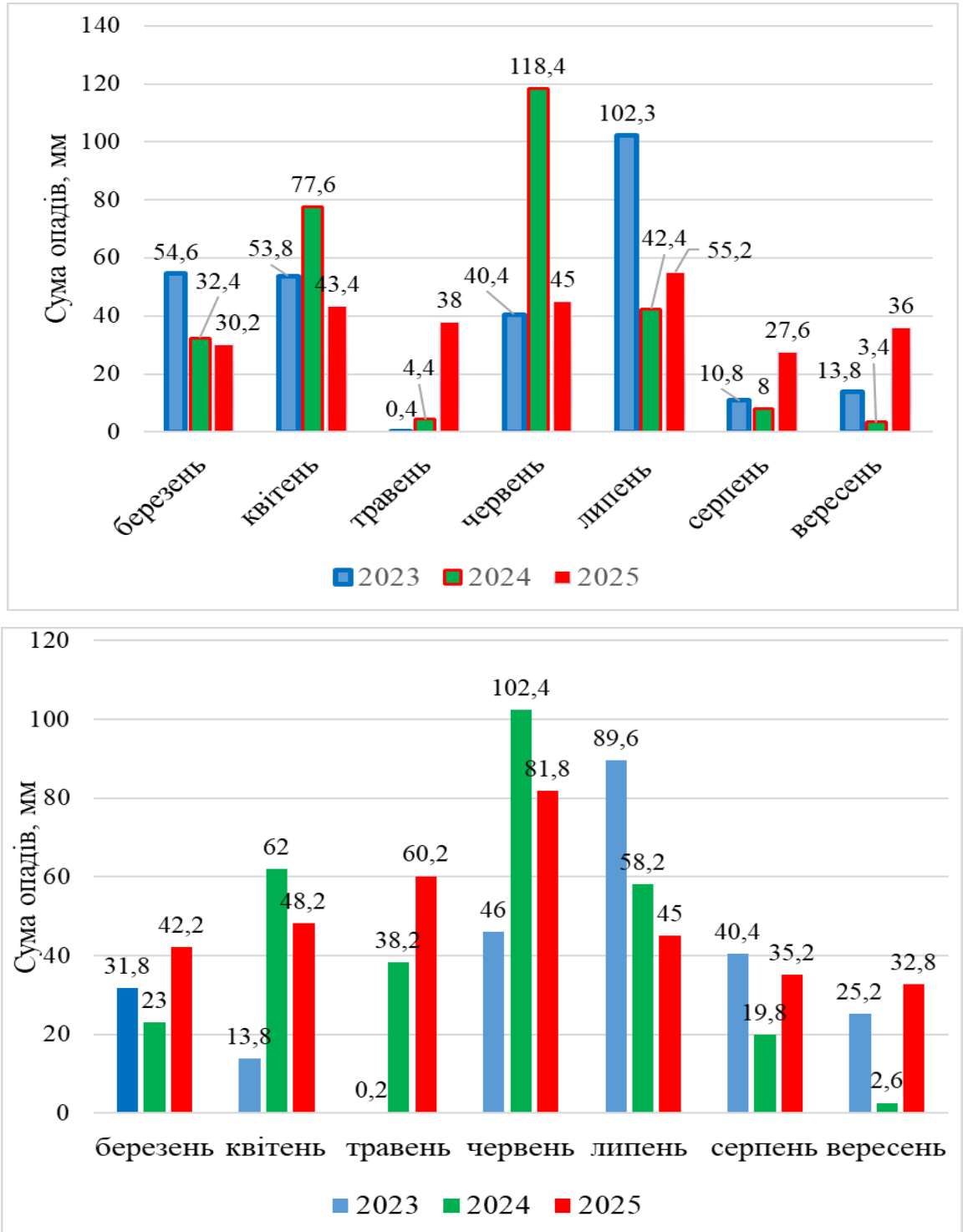


Рис. 2.4. Розподіл опадів в місці розміщення дослідів за даними локальних метеостанцій (Носівська с.-г. дослідна станція – вгорі; СФГ «Колос» – унизу)

Нерівномірний розподіл опадів на фоні високих температур призвів до описаної раніше втрати врожайності насіння. Таким чином, у виробництві сільськогосподарських культур одну з основних лімітуючих ролей відіграє нерівномірний розподіл опадів та високі температури. Саме це у 2024 році призвело до істотного зменшення врожайності. З іншого боку використання локальних метеорологічних станцій, які використовуються для агроскаутингу, дає змогу встановити закономірність впливу обох цих факторів на формування урожайності та може, в перспективі, створити стратегії зменшення негативної дії температурного і водного стресу на культурні рослини в цілому й коноплі посівні зокрема.

2.3. Матеріал та методика досліджень

Матеріалом для досліджень стали сорти конопель посівних Гляна, Глесія і Софія.

Гляна (2007 р.) – скоростиглий ненаркотичний сорт селекції Інституту луб'яних культур НААН України. Тривалість періоду «сходи – технічна стиглість» в умовах Північно-східного Лісостепу становить 85–90 діб. Для досягнення біологічної стиглості потребує періоду 110–115 діб. Висота рослин в середньому може сягати 240–245 см. При цьому здатний формувати урожай стебел до 8,0 т/га, волокна – до 2,1 т/га, насіння – 1,2 т/га.

Глесія (2016 р.) – також сорт селекції Інституту луб'яних культур, має подібні господарсько-цінні показники, в той самий час відрізняючись вмістом олії в насінні до 32–36 %. Відноситься до сортів інтенсивного типу, тому потребує високої агротехніки вирощування. Середня висота рослин може сягати 255 см. Урожайність стебел становить 7,2–7,6 т/га, насіння – до 2,0–2,2 т/га.

Софія (2022 р.) – сорт конопель подвійного використання, створений науковцями Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН. Високорослий сорт (3 м і вище). Потенційна врожайність насіння може

становити більше 2,0 т/га, а соломи – близько 7 т/га. Сорт універсального призначення.

Для знищення бур'янів проводили обробку Гліфовіт Екстра (500 г/л калійної солі гліфосату) в нормі 2,5 л/га. Після повної загибелі рослинності виконали дискування луцильниками Amazone Catros на глибину 7 см, спровокувавши, таким чином, другу хвилю бур'янів з наступною оранкою на глибину 30 см. Передпосівний обробіток ґрунту здійснювали Amazone Catros також на глибину 7 см. Сівбу проводили сівалкою Pöttinger Terrasem C6. Догляд за посівами здійснювали за допомогою оприскувача Case IH Patriot 3330.

Дослід 1. Ефективність застосування гербіцидів для боротьби з сегетальною рослинністю та особливості формування врожайності конопель. Мета: встановити вплив діючих речовин і норм внесення на формування господарсько-цінних показників агроценозів конопель посівних. Досліджували вплив сортових властивостей (фактор А) та ефективність норм внесення гербіцидів (фактор В). Визначали: густоту стояння рослин конопель, висоту рослин культури; вагу вегетативної маси культури й бур'янів; видовий склад сегетальної рослинності; урожайність насіння та соломи. Дослід закладений в 3-кратній повторності. Площа елементарної ділянки становила 300 м². Розміщення варіантів рандомізоване. Варіанти розміщувалися на фоні удобрень Поліфоска 8:24:24 9S (165 кг/га) + 300 кг/га КАС-32.

Схема досліду:

Гляна	Контроль
Глесія	1. Гезагард [®] 500 FW (1,5л/га)
Софія	2. Гезагард [®] 500 FW (1,7л/га)
	3. Гезагард [®] 500 FW (2 л/га)
	4. Стомп [®] 330 (1,5 л/га)
	5. Стомп [®] 330 (2 л/га)
	6. Стомп [®] 330 (2,5 л/га)

7. Стомп®330 (3 л/га)
8. Зенкор® Ліквід (0,3 л/га)
9. Зенкор® Ліквід (0,5 л/га)
10. Зенкор® Ліквід (0,75 л/га).

Ефективність дії гербіцидів аналізували за методикою агрономічної служби господарства. Фітотоксичність на культуру відмічали за шкалою: 0 – взагалі не відмічається пригнічення рослин; 1 – до 5% рослин пригнічені, мають опіки та інші ознаки; 2 – до 10% рослин пригнічені, мають опіки та інші ознаки; 3 – до 20% рослин пригнічені, мають опіки та інші ознаки; 4 – до 30% рослин пригнічені, мають опіки та інші ознаки; 5 – від 31 до 60% рослин пригнічені, мають опіки та інші ознаки; 6 – від 61 до 100% рослин пригнічені, мають опіки та інші ознаки.

Ефективність дії ґрунтових гербіцидів на бур'яни: 5 – 0% бур'янів порівняно з контролем; 4 – до 10% бур'янів відносно контролю; 3 – до 20 % бур'янів відносно контролю; 2 – до 40% бур'янів відносно контролю; 1 – 50% та більше бур'янів відносно контролю. Періодичність обліку та спостережень – через кожні 4 доби від моменту отримання сходів більше 80%, до досягнення висоти рослин 1,5 м., після чого оцінка здійснювалася виключно за масою сухої речовини та висоти рослин конопель.

Дослід 2. Оптимізація системи удобрення посівів за допомогою гумінових речовин. Визначали вплив добрив (фактор А) та способів і норм використання гумінових препаратів (фактор В) на формування висоти рослин, тривалість вегетаційного періоду, урожайність насіння та вміст олії в ньому, урожайність соломи сорту конопель Глесія. Повторність дослідів трикратна, площа дослідної ділянки складала 300 м².

Стимулятори росту рослин Zinovii grand (СЗ–8, N – 6–2,0, P₂O₅ – 0,01–0,1, K₂O – 1,5–3,5 %; MgO – 50–1500, CaO – 50–500, S – 2000–6000, Zn – 10–5000, Cu – 10–750, Mo – 100–1000, B – 200–1000, Fe – 5–3000, Mn – 10–5000 mg/l) і 1R Seed treatment (містить крім комплексу макро- і мікроелементів близько 29 % гумінових кислот (A&L і CDFA). Для листової аплікації

використовували Ultra Boost – нове доповнення до розширеної програми росту американської компанії IVA ROVE. Відповідно до задекларованого виробником препарат містить: гумінових кислот – 16%, фульвових – 3 %, розчинного Ca – 9 %, мікроелементів – 6 %.

Схема досліду:

Поліфоска 8:24:24 9S (165 кг/га) + КАС-32 (300 кг/га)	1. Без обробки
Екоплант (200 кг/га) + КАС- 32 (300 кг/га)	2. Гуміфілд (0,2 кг/т)
	3. 1R Seed treatment (1 кг/т)
	4. Zinovii grand (1 кг/т)
	5. Гуміфілд (0,2 кг/т) + Гуміфілд (0,2 кг/га)
	6. 1R Seed treatment (1 кг/т) + Ultra Boost (2 л/га)
	7. Zinovii grand (1 кг/т) + Zinovii grand (2 кг/га).

Дослід 3. Особливості формування врожайності конопель сорту Глесія залежно від норм висіву насіння, попередників та в беззмінних посівах. Попередниками (фактор А) були пшениця озима, кукурудза на зерно та коноплі у беззмінних посівах; норми висіву насіння (1 і 2 млн. шт./га – фактор В) та передпосівна обробка насіння (фактор С) гуміновими препаратами. Площа ділянки 300 м², повторність досліду трикратна, розміщення варіантів у досліді рандомізоване. Норма внесення добрив склала Поліфоска 8:24:24 9S (165 кг/га) + КАС-32 (300 кг/га).

Схема досліду:

<i>Попередник</i>	<i>Норма висіву</i>	<i>Варіант передпосівної обробки насіння</i>
Пшениця озима	1,0 млн./га	Без обробки
Кукурудза	2,0 млн./га	Zinovii grand (1 кг/т)
Коноплі		

Забур'яненість посівів визначали окомірним методом на початку, протягом та наприкінці вегетації, а також кількісним методом. Для цього використовували рамку 0,25 м², накладаючи її у 10 місцях дослідної ділянки. Підрахунок густоти стояння рослин проводили після отримання повних сходів та наприкінці вегетації вибіркоким методом. Облік урожайності проводили суцільним методом. Урожайність соломи перераховували на 16 %, а насіння – на 12 % вологість [206].

В господарстві прийнята до використання інтенсивна технологія вирощування (табл. 2.2), яка починається з внесення калійної солі гліфосату у вигляді гербіциду Гліфовіт екстра з нормою 2,5 л/га за допомогою оприскувача Case IH Patriot 3330. Після цього проводять лушення стерні на глибину 5–7 см за допомогою дискової борони Amazone Catros та оранку попередника за допомогою плуга Lemken EuroDiamant на глибину 27–30 см. Період між цими операціями складає близько двох місяців.

Сівбу здійснювали використовуючи посівний комплекс Pottinger Terrasem 6000, вносячи при цьому Поліфоску 8:24:24:9S та КАС-32 в нормі 165 і 300 кг/га відповідно фізичної ваги.

Для контролю за шкідниками використовують двічі Оперкот Акро з нормою застосування 0,15 л/га з тритижневою перервою. Проти грибних хвороб застосовують фунгіцид Кустодія в нормі 0,6 л/га в суміші з інсектицидом Белт (0,15 л/га). Оприскування проводять за допомогою сільськогосподарського мультикоптера DJI AGRAS T30. Одночасності дозрівання рослин досягають застосовуючи Диквалан (3 л/га), який теж вносять за допомогою агродронів.

Після цього проводять лушення стерні на глибину 5–7 см за допомогою дискової борони Amazone Catros та оранку попередника за допомогою плуга Lemken EuroDiamant на глибину 27–30 см. Період між цими операціями складає близько двох місяців. Сівбу здійснювали використовуючи посівний комплекс Pottinger Terrasem 6000, вносячи при цьому Поліфоску 8:24:24:9S та КАС-32 в нормі 165 і 300 кг/га відповідно фізичної ваги.

Таблиця 2.2

Перелік технологічних операцій з вирощування конопель у дослідах і
виробничих посівах

Строки, декади	Назва агрооперації	Агрегат	Пестицид	Норма /га
III травня	Внесення ЗЗР	Кейс 3330	Гліфовіт екстра	2,5 л/га
III липня	Лущення 5–7 см	Амазон катрос		
III вересня	Оранка 27–30	Лемкен Євродіамант		
III квітня	Лущення 5–7 см	Амазон катрос		
I травня	Посів з підготовкою ґрунту та добривами	Потінгер террасем	Поліфоска 8:24:24:9S	165 кг/га
			Насіння конопель Гляна	30 кг/га
I травня	Внесення рідких добрив	Кейс 3330	КАС 32	300 кг/га
I декада травня	Внесення ЗЗР	Кейс 3330	Прометрекс	1,3 л./га
I декада червня	Внесення ЗЗР	Кейс 3330	Оперкот Акро	0,15 л/га
			Фьюзілад форте	1,3 л/га
III червня	Внесення ЗЗР	Кейс 3330	Оперкот Акро	0,15 л/га
I липня	Внесення ЗЗР	Аграс т30	Кустодія	0,6 л/га
			Белт	0,15л/га
III серпня	Внесення ЗЗР	Аграс т30	Диквалан	3 л/га
III серпня	Збирання ЗЗР	Клаас Лексіон		

Для контролю за шкідниками використовують двічі Оперкот Акро з нормою застосування 0,15 л/га з тритижневою перервою. Проти грибних хвороб застосовують фунгіцид Кустодія в нормі 0,6 л/га в суміші з інсектицидом Белт (0,15 л/га). Опрыскування проводять за допомогою сільськогосподарського мультикоптера DJI AGRAS T30. Одночасності дозрівання рослин досягають застосовуючи Диквалан (3 л/га), який теж вносять за допомогою агродронів.

Наведена коротка інформація про технологію вирощування виробничих посівів свідчить про високу енергоозброєність підприємства і відповідність технологічних операцій сучасному рівню.

Висновки до розділу 2

1. Ґрунти господарства мають значну строкатість родючості ґрунту, що обумовлює конкретні рекомендації з їхнього використання та застосування норм добрив, але вони є придатними для вирощування конопель посівних, посівна площа яких в господарстві становила на момент проведення досліджень 230 га. Вміст гумусу становить 1,16–3,69 %, а реакція ґрунтового розчину знаходилася в межах рН 5,2–5,8.

2. Погодні умови років досліджень характеризувалися значною різноманітністю, що полягало в нерівномірному розподілі опадів протягом вегетаційного періоду та високих температурах повітря. Вплив цього фактору на формування урожайності продукції конопель дав змогу отримати важливі дані про реакцію сортів на несприятливі погодні умови. Період найінтенсивнішого розвитку рослин конопель співпадає з найвищими температурами, які досягали 21–24 °С, а різниця за роками в кількості опадів досягала 58–78 мм, що свідчить про значну мінливість погодних умов і потенційні ризики втрати врожайності.

3. Зменшення урожайності насіння конопель, що становило майже 50 % було викликане нерівномірним розподілом опадів та тривалим періодом підвищених температур у 2024 році. Таку закономірність дало змогу

встановити використання даних мережі локальних метеорологічних станцій, які зараз широко використовуються фермерськими господарствами України. Таким чином, дані цих пристроїв потрібно використовувати для розробки адаптивних технологій вирощування. В першу чергу, це стосується пом'якшення дії температурного та водного стресу рослин.

4. Господарство має досить високий рівень технології вирощування конопель посівних та оснащене сучасною технікою, дало змогу реалізувати програму досліджень у повному обсязі та отримати репрезентативні результати для їхнього подальшого впровадження у виробництво, а також розробити подальші дослідження, спрямовані на ефективне управління продуктивністю агроценозів коноплі.

Публікації до розділу: 212, 213

РОЗДІЛ 3

ЕФЕКТИВНІСТЬ КОНТРОЛЮ СЕГЕТАЛЬНОЇ РОСЛИННОСТІ

3.1. Вплив умов років вирощування на сегетальну рослинність і продуктивність агроценозів

Протягом реалізації програми досліджень було встановлено значний вплив умов років досліджень на формування врожайності насіння і соломи конопель. Як говорилося раніше в попередньому розділі, роки досліджень істотно відрізнялися за температурним режимом і, особливо, за розподілом опадів (додаток А). Саме це стало причиною варіювання врожайності насіння, яка у 2024 році зменшилася майже вдвічі порівняно з попереднім і наступним роками досліджень (рис. 3.1).

Дефіцит вологи в останні десятиліття став головним фактором, який лімітує рівень врожайності всіх сільськогосподарських культур без винятку. Незважаючи на те, що річна кількість опадів може бути характерною для конкретної ґрунтово-кліматичної зони України, їхній розподіл у просторі й у часі значно відрізняється за роками від попередніх десятиліть, навіть останнього десятиліття ХХ сторіччя.

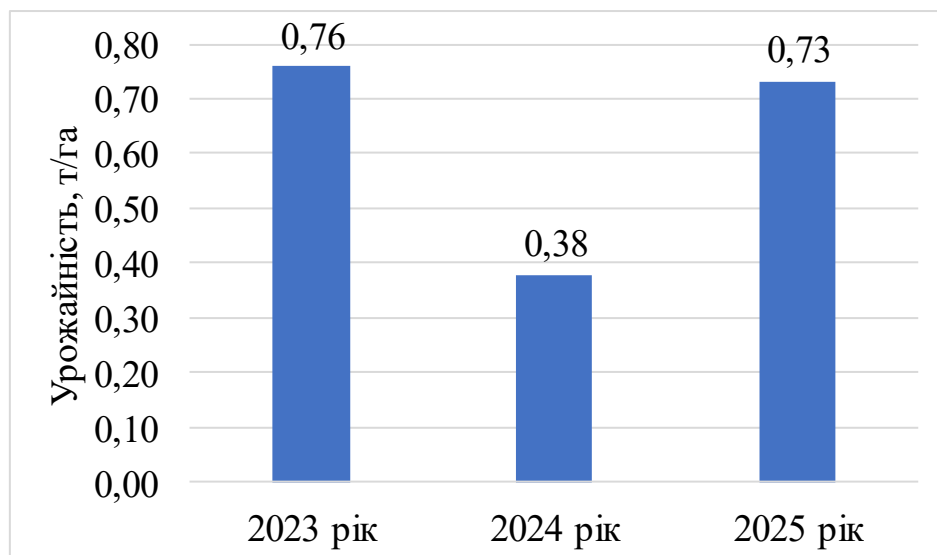


Рис. 3.1. Урожайність насіння у 2023–2025 рр.

Урожайність соломи реагувала на зміну погодних факторів значно менше, тобто ця ознака була стабільнішою. Очевидно, це може бути

пов'язане характерним впливом вологи та температур на формування генеративних органів і процесів запилення. Однак таке припущення потребує детальніших досліджень. Враховуючи меншу залежність урожайності соломи від умов років вирощування, можна зробити припущення про підбір сортів технічного напрямку використання для вирощування в зонах нестійкого зволоження.

З даних таблиці 3.1 видно, що у несприятливий для формування насіння рік врожайність соломи була навіть дещо більшою. Так, для контрольного варіанту дослідження, де гербіциди не застосовувалися у 2024 році врожайність соломи на 0,59 т/га була більшою порівняно з урожайністю 2023 року, а на варіантах, де вівся хімічний контроль за кількістю бур'янів, така різниця становила 0,42–0,57 т/га для Гезагарду й 0,38–0,53 та 0,35–0,59 – для препаратів Стомп і Зенкор Ліквід, відповідно.

Спостерігався також істотний вплив застосування гербіцидів для збільшення врожайності – використання хімічних засобів дали змогу збільшити врожайність соломи на 0,14–0,22 т/га в середньому за роки досліджень. Однак, за роками спостерігалися певні відмінності – зокрема у 2023 і 2025 роках статистично достовірної різниці між препаратами не було, а у несприятливому 2025 році ефективнішим виявився Зенкор Ліквід (метрибузин).

Таблиця 3.1

Урожайність соломи залежно від умов років та застосування гербіцидів
(т/га)

Варіанти дослідження	2023	2024	2025	Середнє
Контроль	4,19	4,74	4,44	4,46
Гезагард	4,27	4,83	4,69	4,60
Стомп	4,32	4,89	4,70	4,64
Зенкор Ліквід	4,37	4,95	4,72	4,68
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,10</i>			

Статистично достовірним вплив умов років вирощування також був на кількість бур'янів та їхню вегетативну масу. Аналізуючи дисперсії впливу факторів та їхніх взаємодій, було встановлено, що частка впливу умов років на вегетативну масу бур'янів становила майже 24 %, що дорівнювало частці впливу гербіцидів. Цей фактор також статистично достовірно проявляв себе у взаємодіях з сортовими особливостями – 7 % і з фактором захисту від бур'янів – 11 %. Таким чином, у загальному, фактор умов року брав участь майже у 42 % загальної мінливості вегетативної маси бур'янів (рис. 3.2).

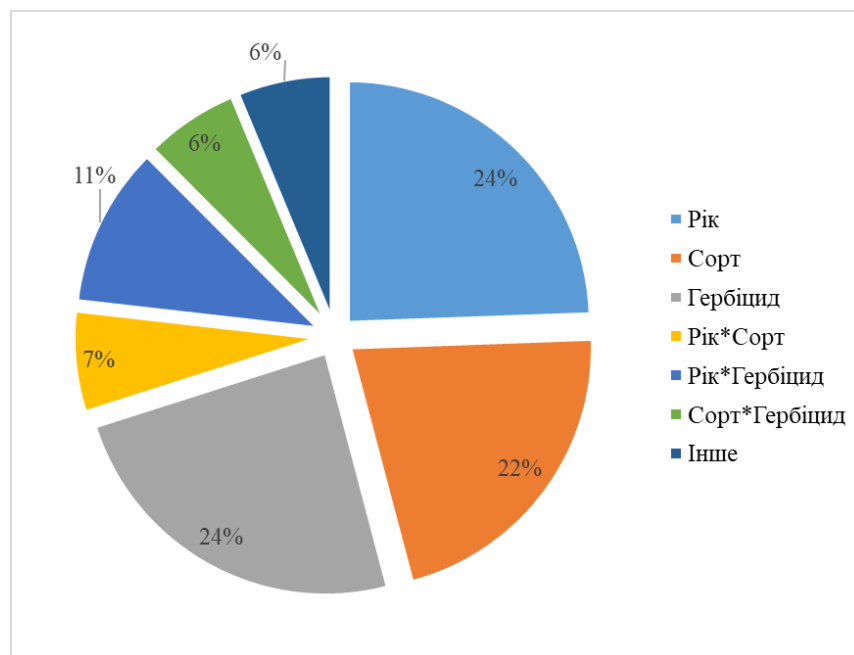


Рис. 3.2. Частки впливу факторів вирощування на формування вегетативної маси бур'янів

Кількість бур'янів у посівах залежала від умов років вирощування майже на 34 %, статистично достовірною також була частка впливу цього фактора у взаємодії з сортовими особливостями та застосуванням гербіцидів і в сумі також досягала майже 40 %.

Не зважаючи на значну різницю в розподілі опадів, що й обумовлювало, власне, відмінність між роками досліджень, частка впливу умов років досліджень була порівняно невеликою для формування таких важливих біометричних показників як висота рослин конопель та їхня вегетативна маса – не більше 23 % за результатами дисперсійного аналізу (додаток Б).

Отримані результати свідчать про необхідність встановлення конкретного впливу нерегульованих факторів на формування показників продуктивності агроценозів конопель. Однак для цього необхідно провести тривалі дослідження в різних регіонах вирощування, встановити вплив погодних факторів, що передбачається програмою подальших досліджень, які ґрунтуються на наведених в цій роботі результатах.

3.2. Вплив бур'янів на формування урожайності насіння і соломи

Домінуючим видом сегетальної рослинності у варіантах досліді була лобода біла (*Chenopodium album*). Кількість її рослин обраховувалася декількома сотнями у контрольних варіантах досліді на 1 м². В загальному частка рослин цього бур'яну досягала майже 90 % (рис. 3.3). Решта видів бур'янів в сукупності мала лише 11 % за трирічний період досліджень. До переліку цих бур'янів належить віднести гірчак шорсткий (*Polygonum lapathifolium* L.), куколицю (*Melandrium album* Mill.), фіалку польову (*Viola arvensis* Murr.) та суріпицю (*Barbarea vulgaris* R. Br.). Ні за своєю кількістю, ні за габітусом ці поодинокі рослини не могли мати істотного впливу на формування урожайності конопель. Аналогічною була ситуація і у виробничих посівах конопель. Детальніша інформація про чисельність бур'янів на одиниці площі наведена в додатку В.

У 2023 році кількість рослин лободи білої на контрольних варіантах сягала 280–380 рослин на 1 м², у 2024-му році 334, а в наступному найбільша кількість зафіксована на рівні 320–331 рослини на 1 м². Це, зрозуміло, становить серйозну загрозу для формування урожайності конопель, якщо втратити контроль за розмноженням лободи.

Чисельність рослин гірчаку шорсткого найбільшого значення досягала також на контрольних варіантах і не перевищувала 8 шт/м². Пік чисельності спостерігався у 2024 році на варіантах сорту Глесія – 14 і 21 шт/м² із застосуванням Стомпу (3 л/га) і Гезагарду (1,7 л/га) відповідно, однак це

було, очевидно, пов'язане з технологічним аспектом і помітного впливу на продуктивність рослин конопель не виявило.

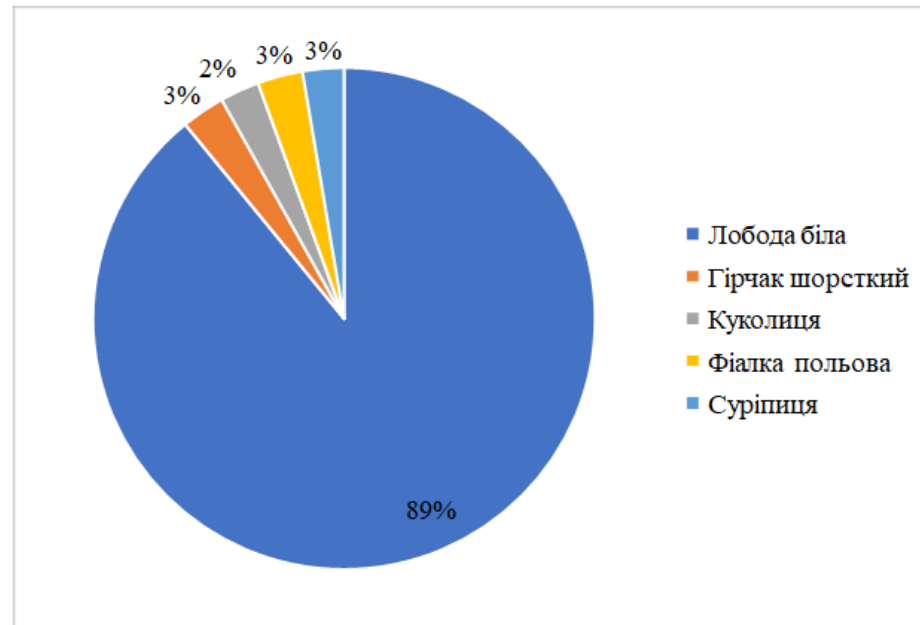


Рис. 3.3. Видовий склад сегетальної рослинності у варіантах досліді 1

Нерівномірний розподіл розміщення спостерігався також і для куколиці. На окремих ділянках спостерігалися скупчення цієї рослини, які налічували до 46–52 особин. Подібні обставини склалися також і для фіалки польової та суріпиці, хоча їхня чисельність була значно меншою. В усіх цих випадках засмічення посівів мало характер локацій, рослини не мали переваги в рості над коноплями, а тому це не становило ризику для зменшення продуктивності конопель.

Кореляційний аналіз показав існування взаємозв'язків, які були обумовлені наявністю сегетальної рослинності (додатки В–Е). Ці зв'язки характеризувалися різною силою і напрямом кореляцій, на що впливали, очевидно, умови років вирощування. Так, у 2023 році вегетативна маса бур'янів мала слабку зворотну кореляцію з густотою стояння рослин ($r = -0,28$) та з урожайністю соломи ($r = -0,28$) і врожайністю насіння ($r = -0,49$). Найсильнішим був зворотний кореляційний зв'язок урожайності насіння з лободою білою і загальною кількістю бур'янів ($r = -0,72$), що пояснюється домінуючою кількістю цієї рослини в складі сегетальної рослинності (рис. 3.4).

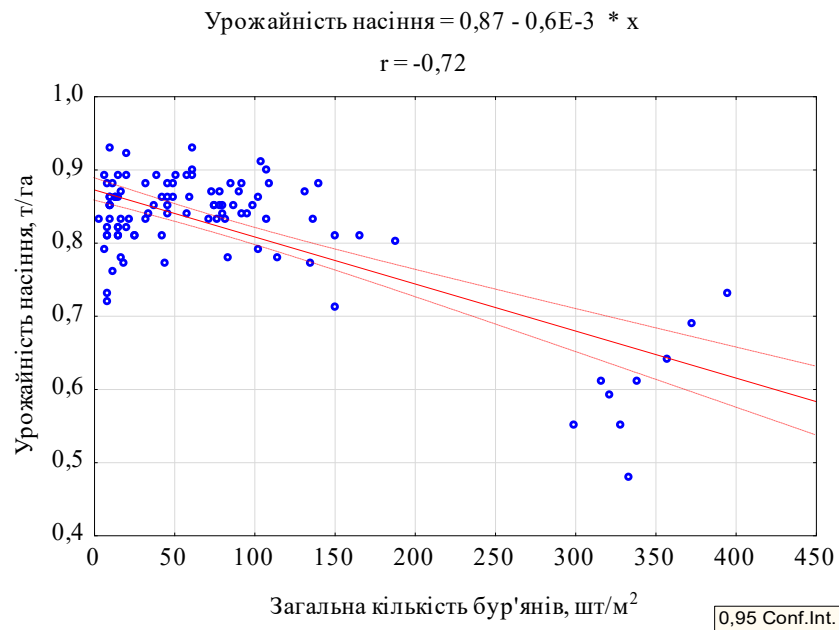


Рис. 3.4. *Графік регресії урожайності насіння залежно від загальної кількості бур'янів*

Була помічена також зворотна кореляція між кількістю рослин фіалки польової та густотою стеблостою – $r = -0,43$, хоча в даному випадку слід говорити про поширення цієї рослини внаслідок зрідженості рослин конопель.

У 2024 році, який був мало сприятливий для культури конопель, кількість кореляцій була помітно меншою, спостерігалися зворотні кореляції урожайності насіння з густотою стояння, висотою стебла культури та її вегетативної маси, наявністю сегетальної рослинності ($r = -0,41 \dots -0,27$). Характерно, що в сприятливішому 2025 році кількість кореляцій знову зросла порівняно з кількістю попереднього року. Найсильніший зворотний зв'язок спостерігали між кількістю рослин лободи білої і врожайністю насіння ($r = -0,56$). Помічено також, що в сприятливі роки сильніше проявляється негативний вплив на урожайність насіння наявності рослин гірчака шорсткого, який відсутнім був у 2024 році.

Залежність врожайності соломи характеризувалася зворотними кореляціями середньої сили. У першому й другому роках досліджень зв'язок між кількістю рослин лободи білої і врожайністю соломи становив $-0,57$, а у 2025-му – $r = -0,38$ (рис. 3.5). Також треба зазначити, що урожайність у 2023

році соломи корелювала з висотою рослин культури та її вегетативною масою, кількістю і вагою сегетальної рослинності ($r = -0,48 \dots -0,28$). У 2024 році спостерігалися середні зворотні кореляції лише з загальною кількістю бур'янів, основну масу яких формувала лобода біла. З такими видами як куколиця, фіалка польова і суріпиця навіть відмічені прямі кореляції ($r = 0,24-0,35$).

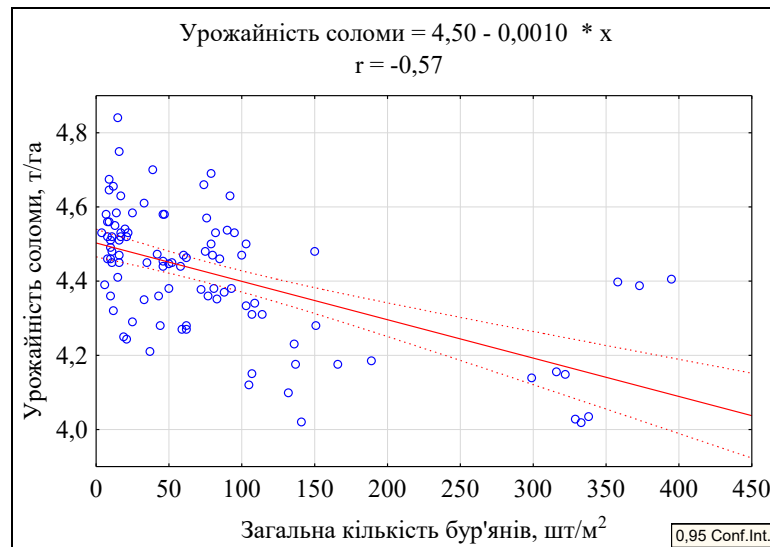


Рис. 3.5. Графік регресії урожайності соломи залежно від загальної кількості бур'янів

Кореляційний аналіз трирічних даних показав стійкий негативний вплив загальної кількості бур'янів на формування урожайності насіння ($r = -0,46$), де основна роль належала лободі білій. Тут слід зазначити, що переважання цього виду в агроценозі було настільки значним, що мало майже функціональний зв'язок із загальною кількістю бур'янів.

Було відзначено також, що кількість кореляційних зв'язків між показниками агроценозу, що досліджувалась, була різною на контрольних варіантах і на варіантах з найбільшою нормою застосування гербіциду. Контрольні варіанти характеризувалися значно більшою кількістю кореляцій (табл. 3.2). Особливу увагу слід звернути на зникнення або послаблення зворотних кореляцій, що стосується густоти стояння рослин конопель на одиниці площі, висоти рослин культури, впливу вегетативної маси бур'янів. Відсутність зворотного зв'язку урожайності насіння і наявність прямого між

кількістю рослин лободи білої з урожайністю соломи свідчить про досягнення такого порогу чисельності бур'яну, при якому кореляційні зв'язки не прослідковуються внаслідок початку домінування сегетальних рослин над культурними.

Таблиця 3.2

Вплив показників агроценозів (r) на урожайності насіння (H_1) і соломи (H_2) залежно від застосування гербіцидів

	H_1	H_2	H_1	H_2
	St		Зенкор Ліквід - 0,75 л/га	
Густота стояння рослин культури, шт/м ²	-0,75	0,73	0,41	
Висота рослин культури, см	-0,54	0,79		
Вегетативна маса культури, кг/м ²	-0,81	0,61	-0,59	0,60
Вегетативна маса бур'янів, кг/м ²	0,75	-0,60		
Лобода біла		0,46	-0,42	
Фіалка польова	0,71	-0,60		
Суріпиця		0,54		
Загальна кількість бур'янів		0,44	-0,42	

Значення коефіцієнтів кореляції показують, що застосування гербіцидів фактично ліквідувало негативний вплив кількості бур'янів на врожайність соломи та істотно зменшувало силу інших небажаних кореляцій для врожайності насіння, наприклад, вегетативної маси культури.

Результати досліджень вимагають опису кореляційних залежностей господарсько-цінних ознак, які можуть доповнювати математичні моделі врожайності. За період проведення досліджень спостерігалася пряма середня залежність між врожайністю соломи та врожайністю насіння. Зокрема у 2023 році спостерігався істотний кореляційний зв'язок між головними показниками продуктивності – урожайністю насіння і соломи (рис. 3.6).

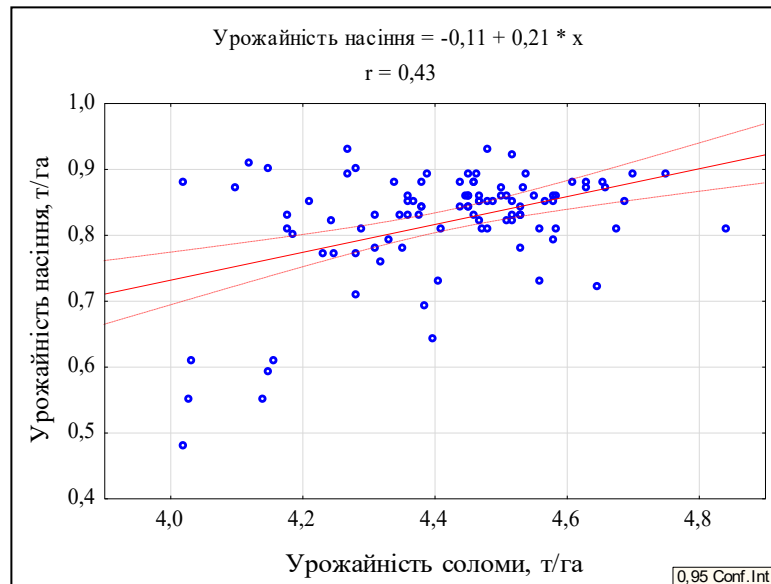


Рис. 3.6. Графік регресії урожайності насіння залежно від урожайності соломи

У несприятливому 2024-му році цей зв'язок мав ті ж самі параметри – $r = 0,31$, а в 2025-му – $r = 0,62$. На основі аналізу кореляційних зв'язків можна зробити висновок, що незалежно від умов років вирощування між урожайністю насіння і соломи існує статистично достовірна пряма кореляція середньої сили. В багаторічній моделі ця залежність перетворюється на протилежну ($r = -0,52$).

Побудова математичної моделі на основі багаторічних даних у цьому аспекті може бути помилковим підходом через входження в цю модель додаткових взаємодій факторів, які навряд чи можна ідентифікувати. Таким чином, прогнозування урожайності і коригування технології вирощування потребує побудови щорічних моделей, їхнього аналізу і виявлення тих самих взаємодій.

Множинний регресійний аналіз дав змогу описати можливі моделі формування урожайності насіння і соломи на основі густоти стояння рослин, що має можливість ефективного коригування за допомогою встановлення норм висіву, контролю за вегетативною масою сегетальних рослин та їхньою загальною кількістю (додаток Ж). Наприклад, рівняння формування урожайності насіння може мати наступний вигляд:

$$Y = 0,67 + 0,002x_1 - 0,09x_2 - 0,001x_3, \text{ де:}$$

U – урожайність насіння, т/га;

x_1 – густина стояння рослин конопель, шт/м²;

x_2 – вага вегетативної маси бур'янів, кг/м²;

x_3 – загальна кількість бур'янів, шт/м².

Урожайність соломи реагує на меншу кількість факторів та їхніх взаємодій і може бути записана у вигляді рівняння:

$$U = 4,59 - 0,001x_1 - 0,04x_2, \text{ де:}$$

U – урожайність соломи, т/м²;

x_1 – загальна кількість бур'янів, шт/м²;

x_2 – вага вегетативної маси бур'янів, кг/м².

Такі рівняння можуть з високою часткою ймовірності прогнозувати врожайність продукції агроценозів конопель, але, на думку автора, потребують створення масштабної бази даних, встановлення ефектів впливу нерегульованих факторів та їхніх взаємодій не лише у просторі, а й у часі.

3.3. Ефективність застосування гербіцидів

Ефективність застосування гербіцидів може визначатися не лише позитивною дією для контролю сегетальної рослинності, а й можливим негативним ефектом на самі культурні рослини. Такі ефекти спостерігали не тільки на коноплях посівних, а й на багатьох інших сільськогосподарських культурах, про що детальніше йшлося в літературному огляді. Результати статистичної обробки даних експерименту показали істотний вплив гербіцидів на урожайність агроценозів та її компоненти залежно від умов вирощування.

Дисперсійний аналіз даних трирічних досліджень показує, що на густоту стояння рослин застосування гербіцидів хоч і статистично достовірний, але порівняно невеликий вплив. Основним регульованим фактором, який діяв на цей показник агроценозу були сортові властивості, частка яких становила 42 %. Частка впливу гербіцидів становила майже 17 %, проте була істотною взаємодія умов років вирощування з фактором

застосування препаратів, що становило 25 % варіації показника густоти стояння рослин (рис. 3.7). Таким чином, можна зробити висновок, що сумарний вплив гербіцидів на формування густоти стояння рослин сягав близько 42 % і загальний вплив підбору сорту для вирощування та гербіцидного захисту становить більше 80 %.

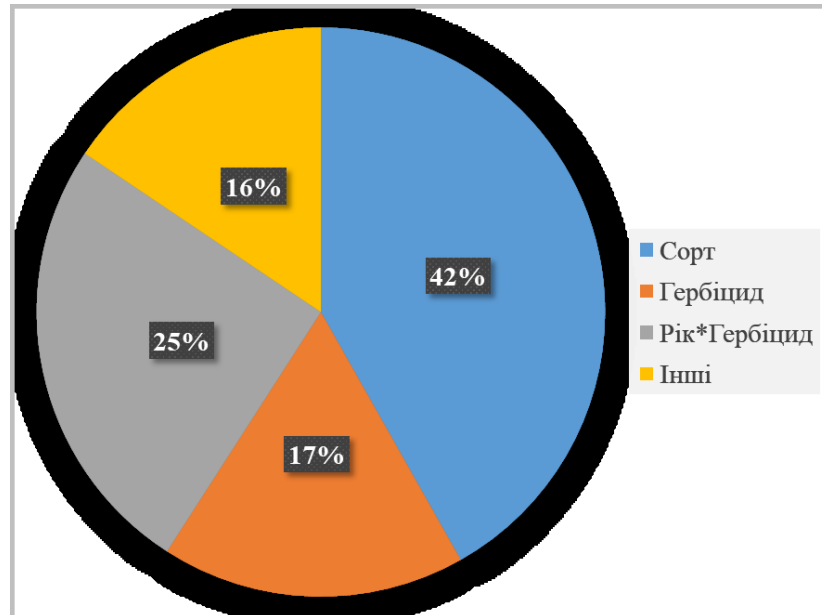


Рис. 3.7. Вплив факторів вирощування на формування густоти стояння рослин

Однак, якщо проаналізувати вплив застосування гербіцидів на формування густоти стояння рослин в кожному році окремо то можна виявити дещо інші величини впливу. Так, зокрема у 2023 році вплив гербіцидів становив 50 %, а у 2024 році, який був несприятливим, він досягав 58 %. До цього слід додати частку 14 %, яку проявляла взаємодія цих факторів. У наступному, 2025 році, частка впливу застосування гербіцидів знизилася до 26 %, поступаючись впливу сорту – 60 %.

В абсолютних показниках спостерігалась, в цілому, позитивна дія гербіцидів на густоту стояння рослин культури. У 2023 році на контрольних варіантах сформувалася середня густота стояння рослин у сорту Гляна 59 рослин/м², у Глесії – 69 і у сорту Софія – 64 рослин/м². У 2024 році ці показники диференційовані були слабкіше і становили, відповідно, 81, 83 і 85 рослин/м² і в 2025 році – 71–77 шт/м².

Застосування гербіцидів мало вирішальний вплив на формування висоти рослин конопель. У 2023 і 2024 роках це був вирішальний фактор, який чинив вплив на формування зазначеного показника. У 2025 році до цих ефектів додався вплив взаємодії застосування гербіцидів з сортовими властивостями.

Такі тенденції мали подальший прояв у формуванні вегетативної маси культури, причому вплив застосування гербіцидів був значно більший порівняно з впливом сортових властивостей. У 2023 році він був майже у 10 разів більшим, що показав щорічний статистичний аналіз результатів досліджень. У несприятливому 2024 році сортові властивості істотного впливу не мали, а у 2025 році спостерігався прояв взаємодії сортових властивостей і гербіцидів.

За роки проведення досліджень було встановлено, що густота стояння рослин конопель перебувала під впливом таких факторів як сортові властивості та застосування гербіцидів, при цьому спостерігалася взаємодія використання гербіцидів з умовами років вирощування (додаток Б). Формування висоти рослин культури перебувало під дією умов років вирощування, застосування гербіцидів та взаємодії наступних факторів: умов років вирощування, сортових властивостей і застосування гербіцидів та сумісної взаємодії всіх цих факторів. Більш детальний аналіз впливів за трирічними результатами досліджень наведений у табл. 3.3.

З даних таблиці видно, що застосування гербіцидів мало як позитивний вплив на формування густоти рослин культури так і зворотній ефект, що спостерігалось на варіантах використання сорту Гляна з використанням максимальної норми гербіциду Стомп (3 л/га) та Зенкор Ліквід з нормами 0,3–0,5 л/га. Сорти Глесія та Софія, за результатами трирічного дослідження, реагували більш пластичніше на застосування гербіцидів. Однак, при цьому слід зазначити, що за роками ці реакції були різноманітніші.

Таблиця 3.3

Вплив гербіцидів на біометричні показники конопель (2023–2025 рр.)

Сорт	Гербіцид	Густота стояння рослин, шт/м ²	Висота рослин, см	Вегетативна маса, кг/м ²
Гляна	Контроль	70	234	2,76
	Гезагард - 1,5 л/га	75	222	2,32
	Гезагард - 1,7 л/га	75	229	2,63
	Гезагард - 2 л/га	74	217	2,14
	Стомп - 1,5 л/га	76	230	2,72
	Стомп - 2 л/га	76	226	2,74
	Стомп - 2,5 л/га	76	224	2,42
	Стомп - 3 л/га	73	221	2,36
	Зенкор Ліквід - 0,3 л/га	72	220	2,79
	Зенкор Ліквід - 0,5 л/га	73	213	1,87
	Зенкор Ліквід - 0,75 л/га	80	196	0,75
Глесія	Контроль	76	236	2,86
	Гезагард - 1,5 л/га	78	223	2,35
	Гезагард - 1,7 л/га	77	222	3,30
	Гезагард - 2 л/га	78	221	2,25
	Стомп - 1,5 л/га	76	231	2,69
	Стомп - 2 л/га	78	227	2,57
	Стомп - 2,5 л/га	79	226	2,36
	Стомп - 3 л/га	74	221	2,37
	Зенкор Ліквід - 0,3 л/га	76	222	2,50
	Зенкор Ліквід - 0,5 л/га	77	214	2,06
	Зенкор Ліквід - 0,75 л/га	79	188	1,09
Софія	Контроль	75	238	2,74
	Гезагард - 1,5 л/га	77	227	2,19
	Гезагард - 1,7 л/га	74	222	2,47
	Гезагард - 2 л/га	75	220	2,20
	Стомп - 1,5 л/га	78	230	2,71
	Стомп - 2 л/га	75	229	2,76
	Стомп - 2,5 л/га	76	221	2,39
	Стомп - 3 л/га	75	217	2,22
	Зенкор Ліквід - 0,3 л/га	73	223	2,67
	Зенкор Ліквід - 0,5 л/га	77	217	2,02
	Зенкор Ліквід - 0,75 л/га	78	188	1,39
	<i>НІР₀₅ (А – умови року)</i>	-	1,63	0,1
	<i>НІР₀₅ (В – сорт)</i>	0,98	-	-
	<i>НІР₀₅ (С – гербіцид)</i>	1,87	3,11	0,18
	<i>НІР₀₅ (А×В)</i>	-	-	0,16
	<i>НІР₀₅ (А×С)</i>	3,23	5,3	0,31
	<i>НІР₀₅ (В×С)</i>	-	5,7	0,34
<i>НІР₀₅ (А×В×С)</i>	-	9,3	-	

За висотою рослин конопель дія гербіцидів виглядала помітнішою. Не зважаючи на значну конкуренцію з бур'янами, рослини конопель на контрольних варіантах мали значну більшу висоту, середні значення якої знаходилися в межах 234...238 см. Істотне зменшення висоти рослин спостерігалось в разі застосування максимальної норми Гезагарду та Зенкор Ліквід для всіх досліджуваних сортів. Найменші значення вегетативної маси культури спостерігалися на варіантах де використовували Зенкор Ліквід у найбільшій нормі – 0,75 л/га.

Порівняння ефективності застосування гербіцидів, дало змогу припустити, що використання гербіциду Стомп має м'якший негативний ефект на рослини конопель, хоча норми 2–3 л/га призводили до випадання рослин навіть за їхньої висоти 25–30 см. Однією з причин була відсутність розвитку бічних коренів (рис. 3.8).



Рис. 3.8. Відсутність бічних коренів у рослин конопель під дією гербіциду Стомп (3 л/га)

Рослини конопель краще розвивалися на контрольних варіантах, але зазнавали значного конкурентного впливу сегетальної рослинності й потім знижували свою продуктивність. В подальшому вони відновлювали свій стан у фазах 2–3 пар листків і, таким чином, негативна дія препаратів

нівелювалася. На рис. 3.9 зображено густоту рослин лободи білої в одному з контрольних варіантів та порівняння стану рослин конопель внаслідок дії метрибузину (Зенкор Ліквід) в нормі застосування 0,75 л/га. Схожа ситуація прослідковувалася й на варіантах з максимальним внесенням інших гербіцидів.



Рис. 3.9. *Сегетальна рослинність контрольних варіантів (зліва) та різниця в розвитку рослин конопель під дією метрибузину (справа).*

Хоча гербіциди й здійснювали пригнічуючу дію на розвиток культурних рослин, коноплі посівні мали більшу врожайність насіння і соломи в результаті використання цих препаратів. За середніми даними періоду 2023–2025 рр. сорт Гляна формував урожайність насіння 0,66–0,67 т/га варіантах саме із застосуванням максимальних норм Стомпа, а Зенкор Ліквід забезпечив найбільші показники врожайності в нормах 0,3–0,5 л/га (табл. 3.4).

Для сорту Глесія найбільшої врожайності насіння досягнуто на варіантах з використанням Стомпа в нормі 2 л/га та Зенкор Ліквід – 0,5 л/га. Сорт конопель Софія виявився менш стійким до дії метрибузину й сформував середню урожайність за три роки на контрольних варіантах на

рівні 0,6 т/га. Можна припустити, що він має значно кращу конкурентоздатність з сегетальною рослинністю, оскільки перевищував інші сорти на 0,09–0,12 т/га. Найбільша врожайність цього сорту була досягнута на варіантах із застосуванням Гезагарду і становила 0,72–0,75 т/га.

Подібною була реакція сортів конопель і для формування врожайності соломи. Найбільший показник був досягнутий для сорту Гляна на варіантах з використанням Стомпа в нормах внесення 2,5–3 л/г та максимальної норми використання Зенкора Ліквід – 0,75 л/га. У варіантах з сортом Глесія використання Стомпу і Зенкору Ліквід у максимальних нормах сприяло формуванню врожайності 4,79 і 4,26 т/га відповідно.

Реакція сорту конопель Софія була дещо іншою. Значно перевищуючи інші сорти за врожайністю соломи на контрольних варіантах, за норми використання Гезагарду 2 л/га він сформував урожайність соломи на 0,11 т/га більшу порівняно з контрольним варіантом. Найбільші показники врожайності соломи спостережені на варіанті Зенкор Ліквід (0,5 л/га) та Стомп (3 л/га). Максимальна норма застосування метрибузину спричинила зменшення врожайності на 0,11 т/га порівняно з варіантом його використання 0,5 л/га.

Така мінливість урожайних показників вказує на значну роль сортових властивостей щодо стійкості до діючих речовин гербіцидів, а також говорить про необхідність ретельного підбору препарату для захисту, розрахунку норм застосування тощо. В той же час знайдені закономірності спростовують тезу про особливу стійкість конопель посівних до кількості бур'янів. Як і інші культури вони потребують захисту від сегетальних рослин, особливо на ранніх стадіях розвитку.

У всіх варіантах дослідження використання гербіцидів спричинило збільшення врожайності насіння з 0,48 до 0,75 т/га, а соломи – з 4,27 до 4,9 т/га. Таким чином, за середніми трирічними показниками, збільшення врожайності становило майже 56 % для насіння і 14,8 % – для соломи.

Таблиця 3.3

Ефективність гербіцидів для формування врожайності (2023–2025 рр.)

Сорт	Гербіцид	Урожайність насіння, т/га	Урожайність соломи, т/га
Гляна	Контроль	0,48	4,27
	Гезагард - 1,5 л/га	0,60	4,40
	Гезагард - 1,7 л/га	0,66	4,45
	Гезагард - 2 л/га	0,65	4,64
	Стомп - 1,5 л/га	0,67	4,51
	Стомп - 2 л/га	0,66	4,62
	Стомп - 2,5 л/га	0,68	4,70
	Стомп - 3 л/га	0,66	4,75
	Зенкор Ліквід - 0,3 л/га	0,70	4,46
	Зенкор Ліквід - 0,5 л/га	0,71	4,60
	Зенкор Ліквід - 0,75 л/га	0,67	4,79
Глесія	Контроль	0,51	4,41
	Гезагард - 1,5 л/га	0,64	4,49
	Гезагард - 1,7 л/га	0,70	4,67
	Гезагард - 2 л/га	0,67	4,72
	Стомп - 1,5 л/га	0,65	4,52
	Стомп - 2 л/га	0,72	4,71
	Стомп - 2,5 л/га	0,68	4,73
	Стомп - 3 л/га	0,65	4,79
	Зенкор Ліквід - 0,3 л/га	0,66	4,56
	Зенкор Ліквід - 0,5 л/га	0,75	4,69
	Зенкор Ліквід - 0,75 л/га	0,68	4,76
Софія	Контроль	0,60	4,71
	Гезагард - 1,5 л/га	0,72	4,74
	Гезагард - 1,7 л/га	0,73	4,77
	Гезагард - 2 л/га	0,75	4,82
	Стомп - 1,5 л/га	0,73	4,76
	Стомп - 2 л/га	0,72	4,83
	Стомп - 2,5 л/га	0,72	4,80
	Стомп - 3 л/га	0,71	4,86
	Зенкор Ліквід - 0,3 л/га	0,71	4,80
	Зенкор Ліквід - 0,5 л/га	0,68	4,90
	Зенкор Ліквід - 0,75 л/га	0,64	4,79
<i>НІР₀₅ (А – умови року)</i>		0,01	0,02
<i>НІР₀₅ (В – сорт)</i>		0,01	0,02
<i>НІР₀₅ (С – гербіцид)</i>		0,02	0,04
<i>НІР₀₅ (А×В)</i>		0,01	0,04
<i>НІР₀₅ (А×С)</i>		0,03	-
<i>НІР₀₅ (В×С)</i>		0,03	0,07
<i>НІР₀₅ (А×В×С)</i>		-	-

Усереднені дані за певний період не можуть дати точного результату, оскільки умови вирощування кожного року окремо формуються в системі складної взаємодії факторів. Аналіз урожайності насіння й соломи в умовах років вирощування продемонстрував певні особливості формування цих результативних ознак за роками досліджень. У 2023 році на формування врожайності насіння найбільший вплив мав саме фактор застосування гербіцидів – його частка становила 80 %, 12 % варіювання врожайності контролювалися сортовими особливостями та ще 6 % статистично достовірного впливу мала взаємодія сортових властивостей та фактору захисту рослин.

У несприятливому 2024 році частка впливу дещо зменшилася, хоча й не значно – вона становила 74 %, сортові властивості проявляли свій вплив на попередньому рівні – їхній вплив становив 11 %, а частка впливу взаємодії факторів становила 15 %. Але в 2025 році, який був сприятливішим для конопель порівняно з попереднім, основна роль у формуванні урожайності в досліді з гербіцидами належала саме сортовим особливостям – 65 %. Таким чином, існує різноманітність реакції показника урожайності на фактори досліду, яка потребує постійних врахувань і коригування технологій вирощування.

Дещо інші закономірності спостерігалися у формуванні урожайності соломи – в роки досліджень частка впливу застосування гербіцидів становила менше третини – 30 %, а основну роль відігравали сортові властивості – близько 65 %. Таким чином, спостерігалася тенденція до формулювання гіпотези про ймовірність зворотної дії гербіцидів на урожайність насіння, врожайність соломи може контролюватися в більшій мірі сортовими властивостями. Це, на думку автора, слід врахувати для стратегії вирощування конопель – на насіння чи на текстильні цілі.

Ефективність гербіцидів для формування урожайності насіння і соломи за роки досліджень представлена на рис. 3.10.

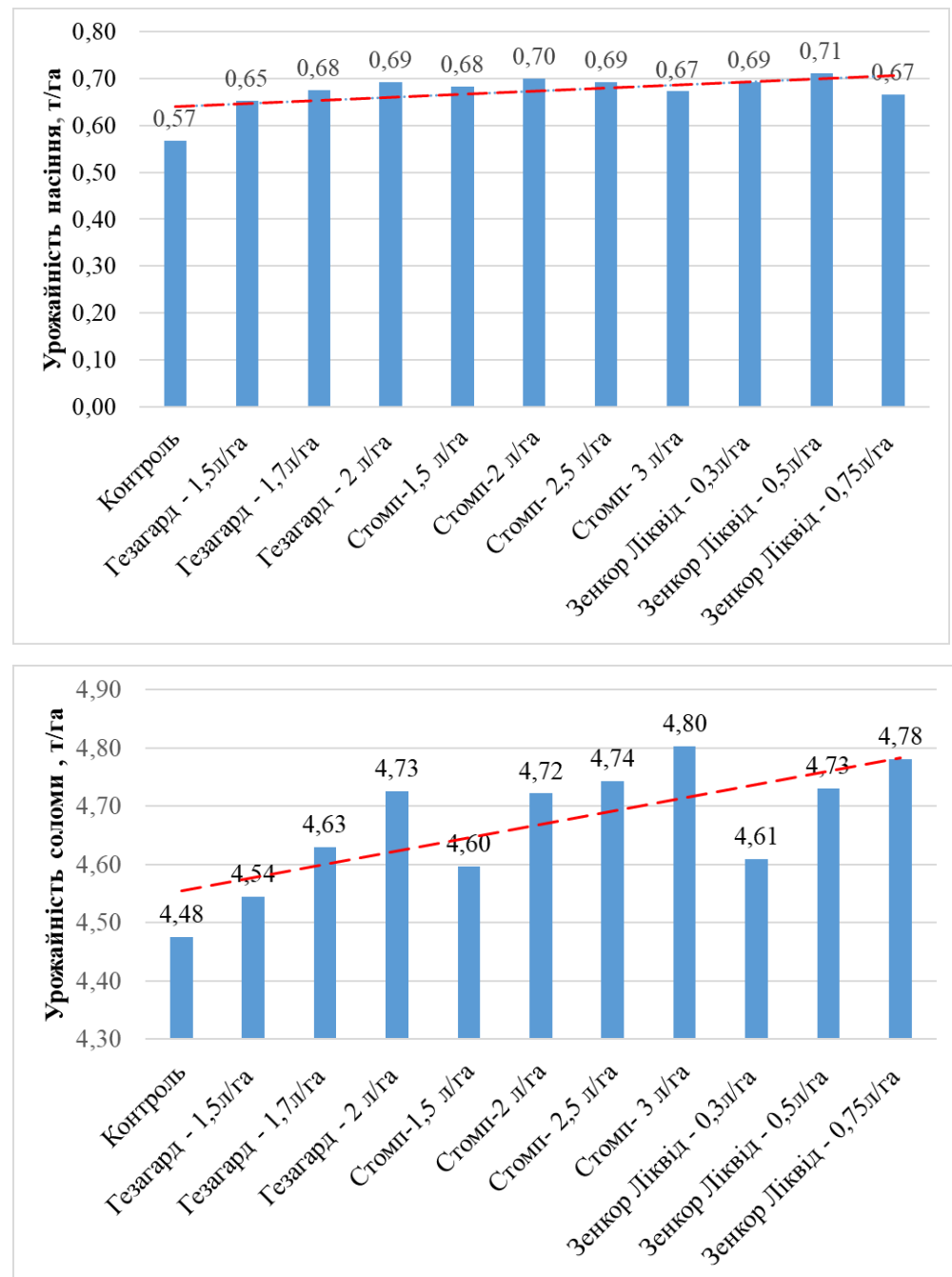


Рис. 3.10. Залежність урожайності насіння (угорі) та соломи (унизу) від застосування гербіцидів 2023–2025 рр.

Помітно різну реакцію показників урожайності насіння й соломи на застосування норм гербіцидів – якщо на врожайність насіння препарати в максимальних нормах здійснювали негативну дію то найбільші показники врожайності соломи було відмічене саме на таких варіантах. Спостерігалася чітка закономірність, що з збільшенням норми використання гербіциду врожайність соломи зростала.

Висновки до розділу 3

1. Умови років можуть спричинити зменшення урожайності насіння майже вдвічі, тоді як урожайність соломи в несприятливий рік може бути навіть дещо більшою. Частка впливу нерегульованих факторів на показники кількості і маси бур'янів може становити 24–42 %.

2. Домінуючим видом сегетальної рослинності у посівах конопель є лобода біла (*Chenopodium album*), частка якої може сягати 90 % від загальної кількості сегетальних рослин. Ця загальна кількість майже завжди проявляла сильний негативний вплив на врожайність насіння, коли коефіцієнт кореляції досягав $-0,72$, а вплив на врожайність соломи був значно меншим, не перевищуючи $-0,57$, що свідчить про необхідність застосування хімічного захисту посівів конопель.

3. Між урожайностями насіння і соломи в сортах української селекції подвійного призначення відмічений прямий кореляційний зв'язок середнього рівня ($r = 0,31-0,62$), який при аналізі багаторічних даних перетворюється на протилежний зв'язок такої ж сили ($r = -0,52$). З цього випливає, що для створення математичних моделей урожайності потрібен аналіз щорічних даних.

4. Коноплі посівні потребують ретельно спланованої системи захисту посівів від бур'янів. Використання гербіцидного захисту посівів сприяло збільшенню врожайності насіння на 56 %, а соломи – на, майже, 15 %. Однак при цьому слід враховувати особливості реакції сортів на діючу речовину препарату й норму його застосування, характер впливу на формування урожайності насіння і соломи.

5. Негативна дія гербіцидів спостерігалася більшою мірою на формування урожайності насіння – вплив препаратів міг досягати 80 %, в той час як урожайність соломи залежала від сортових властивостей – їхній вплив міг досягати 65 %. Таку тенденцію необхідно враховувати для підбору сортів конопель для вирощування та розробки технологій захисту посівів від сегетальної рослинності.

6. Гербіцид Стомп в нормі 1,5 л/га мав найм'якшу дію на культуру, рослини не зазнали опіків чи видимих уражень, причому мав порівняно слабший вплив на лободу білу. В нормі 2 та 3 л проявляв сильніший вплив на культуру, зокрема в нормі 3 літри спостерігалось випадання рослин в послідуючі періоди за висоти 25–35 см. При огляді виявлено вплив на кореневу систему, за якого не розвивались бічні корені.

7. Зенкор Ліквід був ефективнішим, так як в нормі 0,5 л/га проявляв виражений вплив на лободу білу та амброзію. Вплив на коноплі теж був виражений, зокрема рослини мали затримку в сходах, характеризувались хлоротичним забарвленням, яке поступово зникало та повністю зникло за досягнення рослини фази 3 пари листків. Норма внесення 0,3 не мала достатньої ефективності для контролю бур'янів, проте уможливила зменшення конкуренції на початкових етапах росту культури.

8. Для контролю сегетальної рослинності необхідно підбирати гербіциди з врахуванням їхньої конкретної дії й можливих ризиків через вплив погодних факторів. В умовах нестійкого зволоження перевагу слід надавати препаратам з такими діючими речовинами як пендиметалін та метрибузин.

Публікації до розділу: 204, 212

РОЗДІЛ 4

ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ КОНОПЕЛЬ

4.1. Вплив гумінових стимуляторів на формування висоти рослин і тривалість вегетаційного періоду

Удобрення конопель посівних є одним з найважливіших методів управління врожайністю. Виробничий досвід автора свідчить про перевагу використання комплексних добрив, враховуючи при цьому особливості використання поживних елементів рослинами. Як уже зазначалося в розділі 1 дисертації, коноплі дуже добре реагують на застосування мінеральних добрив, але питання збільшення ефективності може бути вирішене за рахунок оптимізації використання рослинами культури поживних елементів добрив.

Одним з шляхів оптимізації удобрення є застосування передпосівної обробки насіння з використанням стимуляторів росту. За твердженнями багатьох авторів цей прийом дає змогу покращити споживання поживних речовин рослинами на ранніх етапах розвитку. Поєднання передпосівної обробки насіння з наступним застосуванням стимуляторів за допомогою листової аплікації дозволяє ще збільшити результативні показники.

В якості стимуляторів для передпосівної обробки насіння і роботи по листу часто використовуються гумінові препарати. Цих продуктів на ринку багатьох держав, у тому числі й в Україні, знаходиться надзвичайно великий перелік. З виробничого досвіду автора відомо, що багато в кого з виробників використання таких речовин викликає скепсис, хоча препаратів дійсно успішно функціонують на ринку та забезпечують збільшення урожайності, особливо за рахунок зменшення реакції рослин на стресові фактори.

У досліді з використанням препаратів гумінового походження було встановлено істотний позитивний вплив стимуляторів на формування господарсько-цінних ознак конопель посівних. Однак позитивний ефект прослідковувався лише на варіантах, де такі речовини застосовувалися в нормах 1–2 кг на гектар або тонну насіння для передпосівної обробки.

Зокрема використання Гуміфілду в нормі 200 г/т насіння не виявило позитивного впливу на показники висоти рослин та тривалість вегетаційного періоду (табл. 4.1).

Результати досліджень показали, що одним з найважливіших факторів, який може вплинути на формування висоти рослин може бути підбір основного добрива для застосування на посівах конопель. Середня висота рослин на варіантах з удобренням Поліфоска 8:24:24 9S 165 кг/га + КАС-32 300 кг/га становила 240 см, а на варіантах з Екоплант 200 кг/га + КАС-32 300 кг/га рослини були на дев'ять сантиметрів вищими, що було статистично достовірним. Очевидно, це пов'язане з кращою збалансованістю елементів живлення, які містяться в даних мінеральних удобреннях – адже Екоплант містить магній і кальцій. Для розробки ефективних стратегій управління продуктивністю агроценозів потрібно цей феномен потрібно дослідити детальніше в окремих експериментальних програмах, обов'язково враховуючи при цьому забезпеченість ґрунтів елементами живлення.

В середньому за трирічний період застосування Гуміфілду в нормі 0,2 л/т насіння для передпосівної обробки насіння статистично достовірного позитивного впливу не мало. З власного досвіду автора, причиною цього може бути надто мала рекомендована норма застосування. Статистично достовірний позитивний ефект почав спостерігатися на варіантах з застосуванням 1R Seed treatment та Zinovii grand в нормі 1 кг/т. Саме ці норми є мінімальними стартовими і рекомендованими виробниками препаратів.

Позакореневе застосування Гуміфілду в нормі 0,2 л/га сприяло деякому збільшенню висоти рослин – на варіантах, удобрених Поліфоска 8:24:24 9S 165 кг/га + КАС-32 300 кг/га вона в середньому збільшилася на п'ять сантиметрів, а на варіантах з Екоплант 200 кг/га + КАС-32 300 кг/га на один сантиметр більше. Найбільших приростів вдалося досягти на варіантах досліду з використанням передпосівної обробки насіння та позакореневого внесення 1R Seed treatment (1 кг/т) + Ultra Boost (2 л/га) – біля 37 см у середньому на обох варіантах удобрення та на варіантах з Zinovii grand (1 кг/т) + Zinovii grand (2 кг/га) – близько 33 см. Це переконливо свідчить про

доцільність використання гумінових речовин для збільшення біометричних показників рослин.

Таблиця 4.1

Вплив удобрення на формування висоти рослин (H) та тривалість періоду до біологічної стиглості (T) у 2023–2025 рр. (А).

Варіант удобрення (В)	Варіант обробки (С)	H , см	T , діб
Поліфоска 8:24:24 9S 165 кг/га + КАС-32 300 кг/га	Без обробки	228	125
	Гуміфілд (0,2 кг/т)	229	125
	1R Seed treatment (1 кг/т)	247	126
	Zinovii grand 1 кг/т	249	127
	Гуміфілд (0,2 кг/т) + Гуміфілд (0,2 кг/га)	233	128
	1R Seed treatment (1 кг/т) + Ultra Boost (2 л/га)	266	133
	Zinovii grand (1 кг/т) + Zinovii grand (2 кг/га)	263	133
Екоплант 200 кг/га + КАС-32 300 кг/га	Без обробки	235	129
	Гуміфілд (0,2 кг/т)	236	130
	1R Seed treatment (1 кг/т)	251	132
	Zinovii grand 1 кг/т	241	131
	Гуміфілд (0,2 кг/т) + Гуміфілд (0,2 кг/га)	242	130
	1R Seed treatment (1 кг/т) + Ultra Boost (2 л/га)	270	133
	Zinovii grand (1 кг/т) + Zinovii grand (2 кг/га)	266	133
$HP_{05} (A)$		2,0	1
$HP_{05} (B)$		1,6	1
$HP_{05} (C)$		3,0	1
$HP_{05} (A \times B)$		2,8	1
$HP_{05} (A \times C)$		5,2	2
$HP_{05} (B \times C)$		4,2	2
$HP_{05} (A \times B \times C)$		7,5	-

Оптимізація системи удобрення завдяки стимуляторам росту рослин сприяла також збільшенню тривалості вегетаційного періоду рослин. Статистично достовірними виявилися результати варіантів, на яких також було використано передпосівний обробіток насіння і листову

аплікацію Ultra Boost (2 л/га) та Zinovii grand в такій же нормі. Слід зазначити, що в умовах 2024 року, коли насіння інтенсивно висипалось з волотей внаслідок передчасного досягання під дією температурного і водного стресу, ця властивість препаратів може бути використаною для пом'якшення негативної дії, відтермінування повної стиглості на 2–3 дні. Таким чином, виробництво матиме необхідний термін для організації збирання.

Необхідно також проаналізувати вплив досліджуваних факторів залежно від умов років вирощування (додаток II). Так, наприклад, у 2023 році вплив передпосівної обробки насіння та позакореневого використання стимуляторів на формування висоти рослин був, статистично, майже втричі більший за вплив добрив – Поліфоски чи Екопланту. У несприятливому 2024 році це співвідношення дещо зменшилося, однак саме цей фактор оптимізації системи удобрення сприяв збільшенню висоти рослин. В обидва ці роки взаємодії фактора добрив та стимуляторів росту не спостерігалось, але в 2025 році ефект взаємодії значно перевищив вплив добрив.

Що стосується тривалості періоду досягнення біологічної стиглості то в 2023 році на нього впливали лише застосування стимуляторів, але у 2024 році спостерігалася статистично достовірна дія добрив, яка була найбільшою, варіантів застосування стимуляторів росту та взаємодії обох факторів.

Висота рослин має важливе значення як біометричний параметр, оскільки вона має істотний вплив на формування урожайності соломи (рис. 4.1) – коефіцієнт кореляції між цими ознаками складав 0,49. За даними парного кореляційного аналізу на прикладі 2023 року висота рослин конопель мала сильну пряму кореляцію з тривалістю періоду до біологічної стиглості ($r = 0,79$), урожайністю насіння ($r = 0,71$), урожайністю соломи ($r = 0,73$) та середню пряму кореляцію з урожайністю соломи – $r = 0,47$. Тривалість вегетаційного періоду також мала істотний вплив на формування урожайності насіння ($r = 0,67$) та урожайністю соломи – $r = 0,34$. Характерною особливістю прояву кореляційних зв'язків є їхня відмінність за кожним роком досліджень, що свідчить про значний вплив агрометеорологічних факторів.

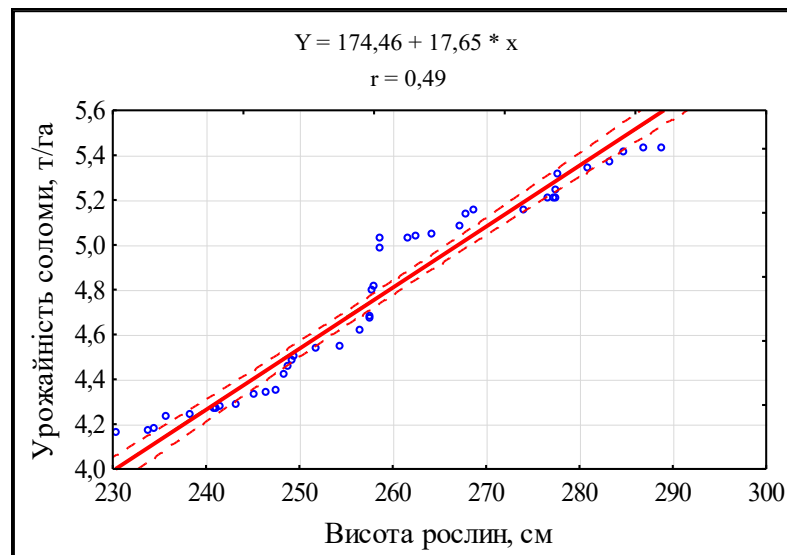


Рис. 4.1. *Графік регресії урожайності соломи від висоти рослин конопель*

Кореляційні зв'язки можуть мати значну варіацію залежно від дії невстановлених поки що факторів. Так, наприклад, у 2024 році спостерігалася пряма середня кореляція між висотою рослин в період біологічного досягання й урожайністю насіння (рис. 4.2). Такий стан речей обумовлює необхідність подальших досліджень для встановлення як самих факторів впливу, так і їхньої величини. Першою передумовою для цього є накопичення значної кількості експериментального матеріалу в просторовому й часовому аспектах.

Важливу допомогу в створенні таких експериментальних баз могли б надати технології точного землеробства, однак стосовно вирощування конопель посівних таких даних вкрай мало, що обумовлено об'єктивними причинами. Таким чином, для розробки ефективних технологій вирощування цієї культури, які б зменшили залежність урожайності від некерованих факторів, необхідно враховувати, за можливості, всі особливості проявів їхнього впливу. Як видно з викладеного матеріалу, не зважаючи на свою унікальну екологічну пластичність, коноплі посівні мають значну реакцію на дію екологічних факторів, що позначається на величині врожайності насіння в першу чергу.

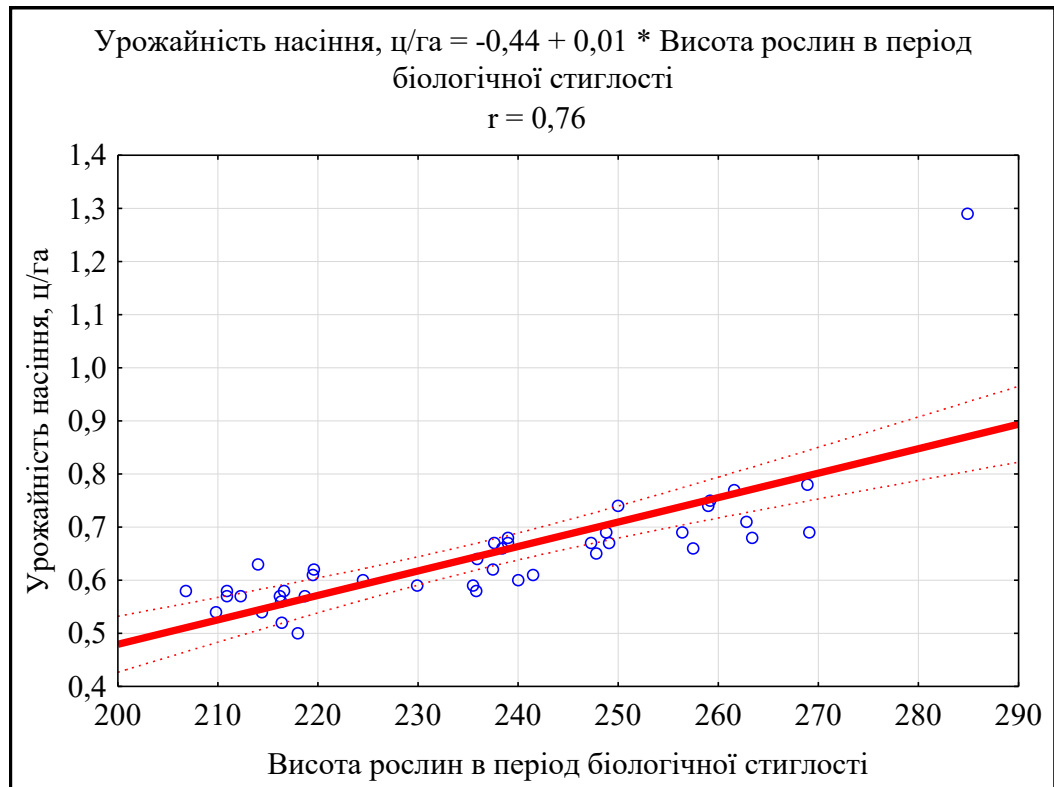


Рис. 4.2. *Графік регресії урожайності насіння від висоти рослин*

У 2025 році характер прояву кореляційних зв'язків знову був іншим. Таким чином, постало питання визначити їх за результатами всього періоду досліджень, про що буде йтися далі. Висота рослин корелювала урожайністю насіння ($r = 0,84$), урожайністю соломи ($r = 0,74$) та тривалістю вегетаційного періоду – $r = 0,64$, яка, в свою чергу, мала зв'язок з урожайністю насіння ($r = 0,68$), соломи ($r = 0,64$) й вмістом олії в насінні – $r = 0,67$.

На думку автора, для ефективного управління продуктивністю агроценозів врахування кореляційних зв'язків повинне стати мало не обов'язковою передумовою. Як засвідчили результати досліджень, ці кореляції можуть проявлятися по-різному залежно від агроєкологічних факторів, які формуються в конкретному році. Навіть у такий короткий проміжок часу, протягом якого проводилися дослідження, умови років різнилися між собою за цілим комплексом показників температурного і вологісного режиму, строками проведення технологічних операцій, які залежали від фази розвитку рослин тощо.

4.2. Вплив удобрення і застосування стимуляторів на врожайність насіння і соломи

Вплив удобрення та елементів його оптимізації прослідковувався також і на результативні ознаки – врожайність насіння та соломи. На варіантах, де для передпосівної обробки насіння використовувалася лише норма 0,2 л/т Гуміфілду прибавки були мінімальними й досить часто статистично не істотними.

У 2023 році найбільша врожайність спостерігалася на варіантах з використанням 1R Seed treatment (1 кг/т)+ Ultra Boost (2 л/га) та Zinovii grand (1 кг/т) + Zinovii grand (2 кг/га) – рис. 4.3. На формування врожайності насіння статистично достовірний вплив мали фактори мінеральних добрив і варіантів застосування гумінових стимуляторів – НІР₀₅ становила відповідно 0,09 і 0,07 ц/га. Застосування Поліфоски мало більший ефект для збільшення врожайності на контрольних варіантах на 0,1 т/га. Практично однаковою була реакція агроценозів і на варіанті застосування Гуміфілду для передпосівної обробки насіння – 0,11 т/га. На варіантах, де застосовувався 1R Seed treatment (1 кг/т)т/га, різниця між Поліфоскою і Екоплантом досягала 0,08 т/га. На інших варіантах вона становила 0,03–0,06 т/га.

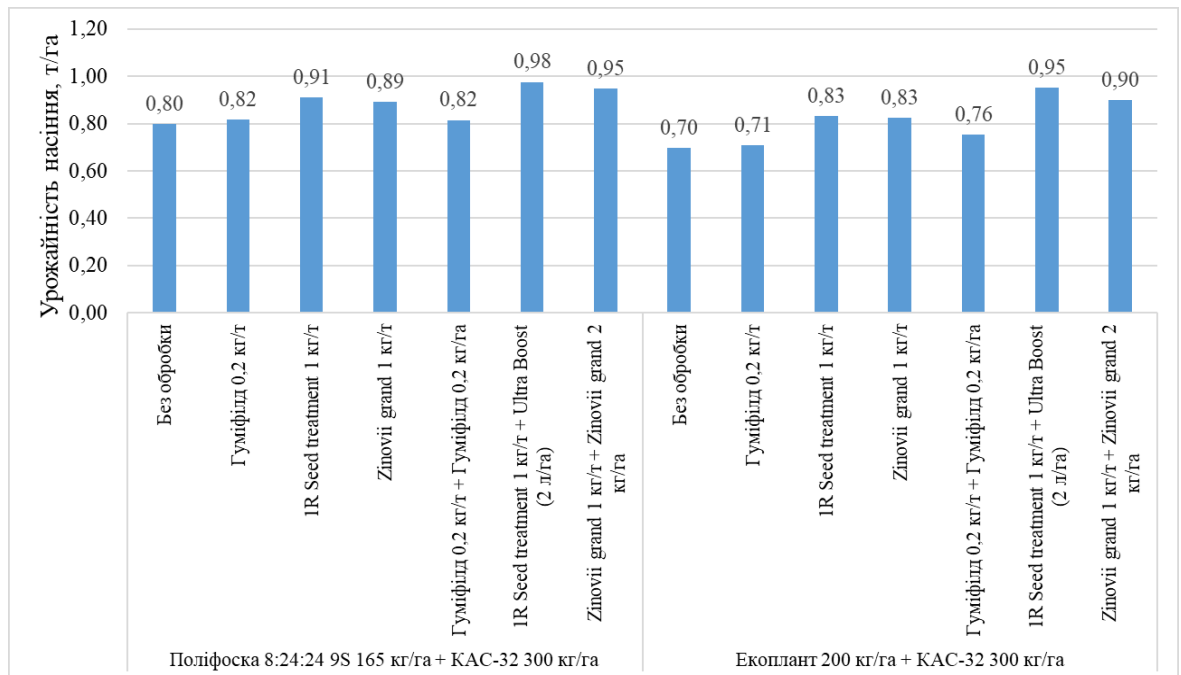


Рис. 4.3. Урожайність насіння залежно від оптимізації системи удобрення, 2023 р.

У 2024 році ситуація була майже протилежною – незначну, хоч і статистично достовірну різницю мали варіанти досліду, які були удобрені добривом Екоплант (рис. 4.4). Різниця в урожайності могла становити 0,09 т/га на варіантах із застосуванням 1R Seed treatment (1 кг/т) та 0,05 між варіантами Zinovii grand (1 кг/т). На варіантах із застосуванням передпосівної обробки насіння й позакореневої аплікації різниця між добривами становила 0,06–0,07 т/га.

Нагадаємо, що основною причиною зменшення врожайності насіння порівняно з попереднім роком стали погодні умови – відсутність достатньої кількості опадів на фоні високих температур. Такий комплекс факторів, що склалися, призвів до прискорення процесів досягання насіння, динаміка яких була дуже стрімкою і не дала змоги зреагувати виробництву в аспекті до підготовки збирання. Зменшення урожайності на контрольних варіантах становило майже 28 %, на варіантах, де використовувалося добриво Поліфоска 8:24:24 9S 165 кг/га + КАС-32 300 кг/га й майже 19 % – на варіантах, удобрених Екоплант 200 кг/га + КАС-32 300 кг/га. Зменшення урожайності насіння становило 0,18–0,29 т/га на варіантах, де використовувався повний комплекс, який поєднував передпосівну обробку й застосування по листу на варіантах першого добрива, а різниця на другому добриві склала 0,17–0,21 т/га.

Таким чином, застосування передпосівної обробки насіння стимуляторами росту здатне значно зменшити вплив погодних умов на формування врожайності. Це говорить про доцільність використання стимуляторів особливо в несприятливих умовах, коли рослинам необхідно забезпечити умови для швидкого проростання насіння й розвитку на початкових етапах. Швидке формування кореневої системи здатне в майбутньому забезпечити кращу стійкість посівів проти, наприклад, посух. Для конопель посівних, культури, яка формує потужну кореневу систему, стимулятори можуть виявитися ефективним засобом, що сприяє кращому розвитку коренів й закласти, таким чином, передумови меншої залежності врожайності від погодних факторів.

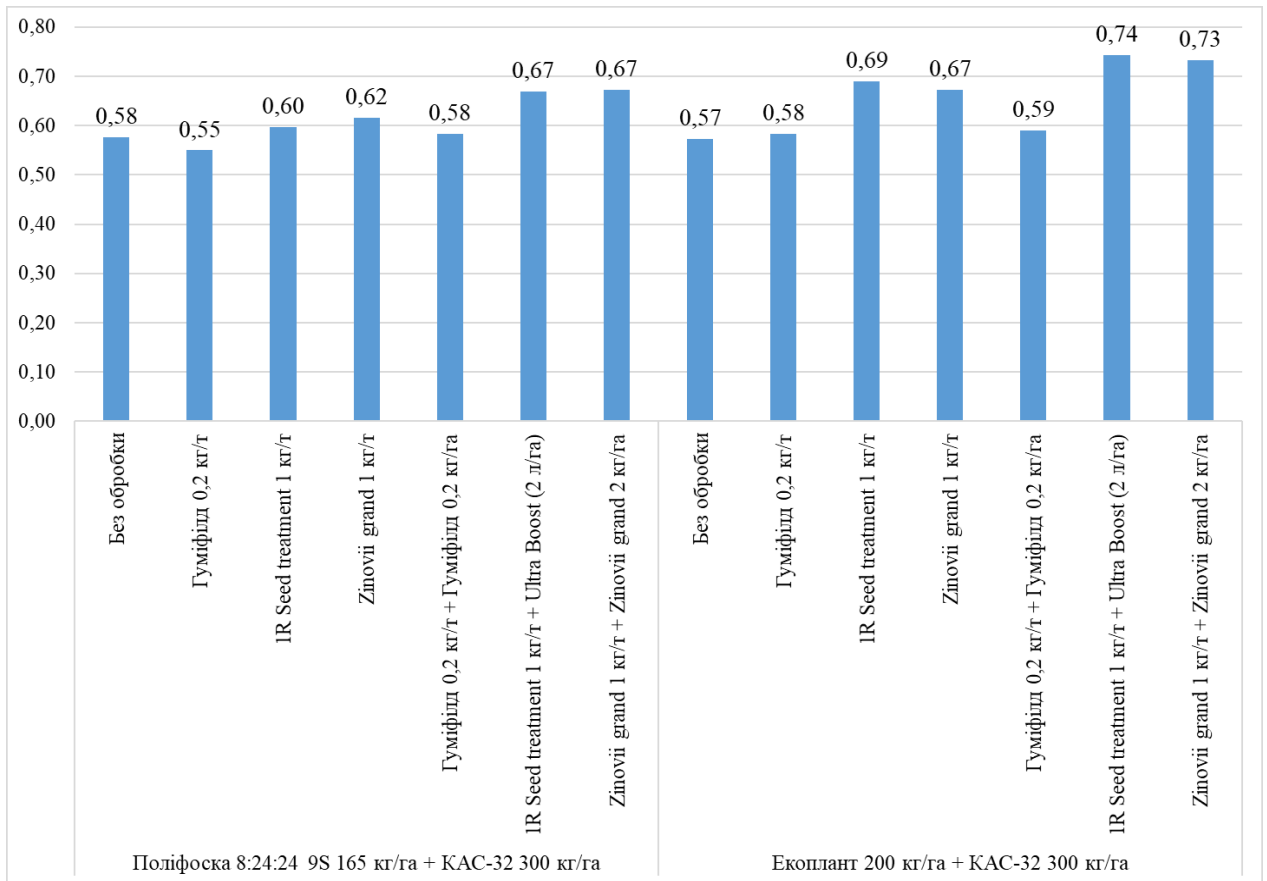


Рис. 4.4. Урожайність насіння залежно від оптимізації системи удобрення, 2024 р.

Найбільша різниця між варіантами дослідження прослідковувалася у 2025 році. Комплексне добриво Екоплант виявилось ефективніше порівняно з варіантами, які були удобрені Поліфоскою 8:24:24 9S 165 кг/га та КАС-32 300 кг/га. На контрольних варіантах різниця в урожайності насіння становила 0,06 т/га, такою ж була вона й на варіантах, де застосовувалася норма обробки насіння перед сівбою препаратом Гуміфілд 200 г/т (рис. 4.5). Така подібність ситуацій з контрольними варіантами й варіантом Гуміфілду показала, на нашу думку, що норми застосування 0,2 кг/га недостатньо – варіанти практично не відрізнялися від контрольних.

В цей період досліджень кращими були варіанти із удобренням Поліфоскою 8:24:24 9S 165 кг/га та КАС-32 300 кг/га. За результатами досліджень можна також говорити про ефективність застосування комплексу передпосівної обробки насіння та позакореневого внесення гумінових стимуляторів – порівняно з контрольними варіантами вдалося досягти збільшення врожайності насіння на 0,14 і 0,05 т/га. Застосування малих норм

Гуміфілду не давало таких відчутних прибавок, очевидно через недостатню кількість препарату як для передпосівної обробки насіння так і позакореневого застосування. Як видно з даних рисунка, варіанти з використанням Гуміфілду практично не відрізнялися від контрольних навіть у випадках із позакореневою аплікацією. За своєю ефективністю 1R Seed treatment (1 кг/т) та Zinovii grand (1 кг/т) виявилися дуже схожими за умови дотримання рекомендованих норм їхнього використання.

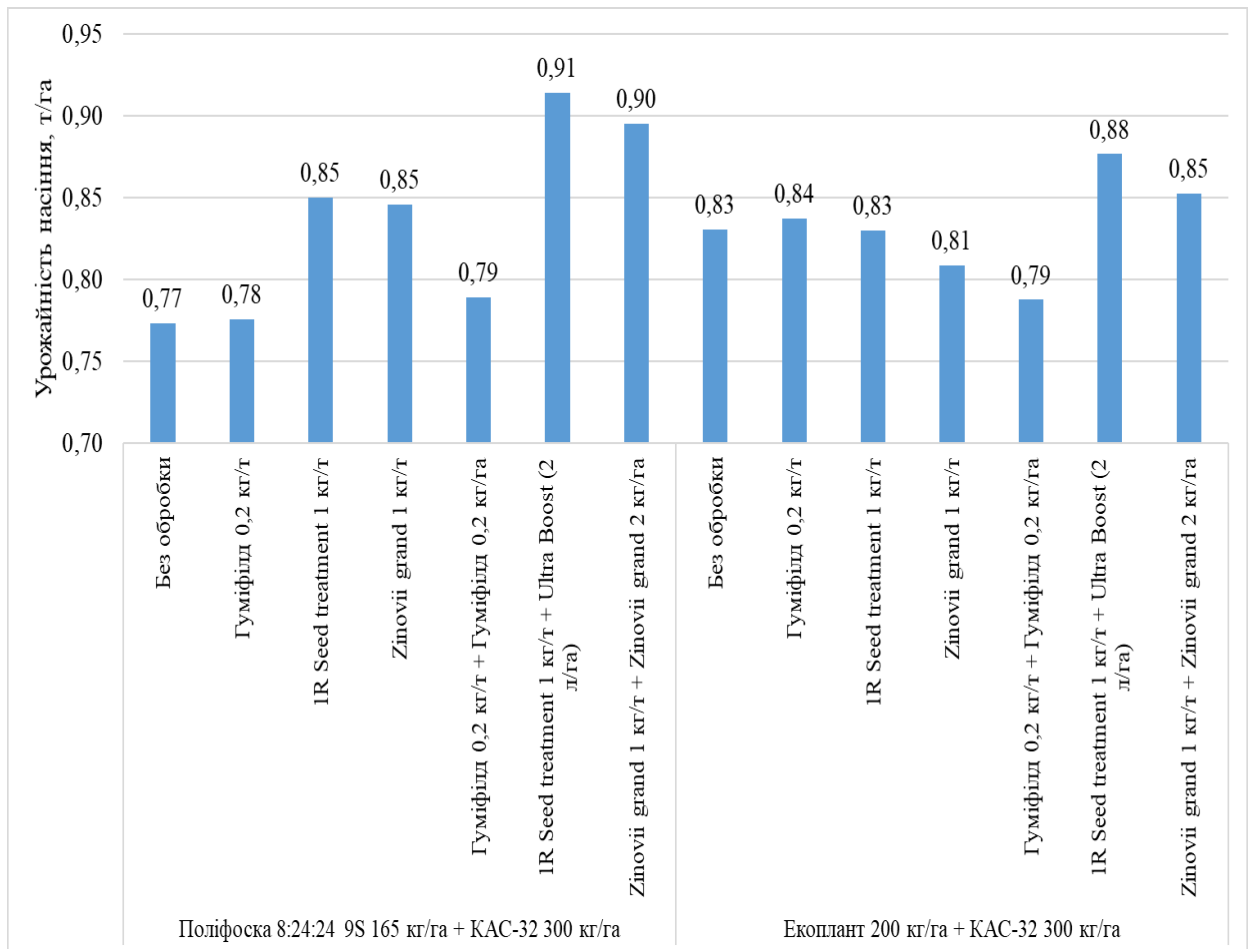


Рис. 4.5. Урожайність насіння залежно від оптимізації системи удобрення, 2025 р.

Урожайність соломи реагувала на зміни агроекологічних факторів значно менше. У першому році досліджень урожайність соломи була меншою на варіантах, які удобрювалися Поліфоскою 8:24:24 9S 165 кг/га та КАС-32 300 кг/га. Так, порівняно з удобренням Екоплантом 200 кг/га + КАС-32 300 кг/га, різниця між контрольними за стимуляторами варіантами становила 0,74 т/га (рис. 4.6).

На варіантах з передпосівною обробкою насіння Гуміфілдом різниця фіксувалася в кількості 0,8 т/га. Варіанти, де був використаний 1R Seed treatment, різнилися за врожайністю соломи на рівні 0,89 т/га, на варіантах з Zinovii grand – 0,84 т/га. Дещо меншою була різниця в разі використання Гуміфілду для передпосівної обробки насіння та застосуванні цього ж препарату по листу – різниця становила 0,63 т/га. Різниця між варіантами на використанні 1R Seed treatment (1 кг/т)+ Ultra Boost (2 л/га) склала 0,67 т/га, а на варіантах з Zinovii grand (1 кг/т) + Zinovii grand (2 кг/га) – 0,77 т/га. Таким чином за результатами, які були отримані у 2023 році ефективнішим виявилось мінеральне комплексне добриво Екоплант, з додаванням 300 кг/га КАС-32.

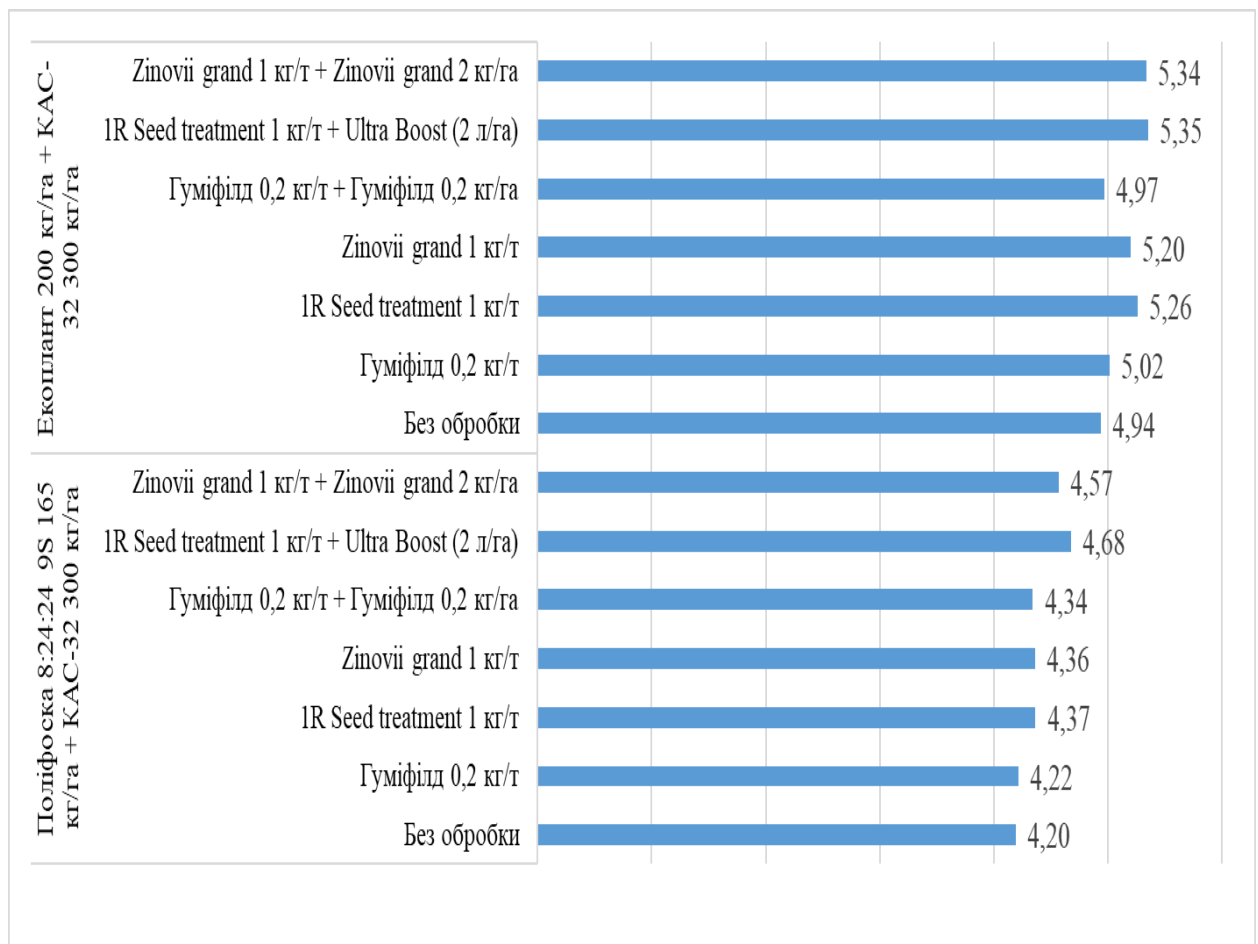


Рис. 4.6. Урожайність соломи (т/га) залежно від оптимізації системи удобрення, 2023 р.

У 2024 році урожайність соломи була дещо більшою порівняно з попереднім роком дослідження. Причиною для цього стала більша кількість опадів, що втім, не врятувало рівень урожайності насіння. Урожайність

контрольних за фактором стимуляторів росту варіантів, була більшою в разі використання Поліфоски 8:24:24 9S 165 кг/га та КАС-32 300 кг/га на 0,19 т/га порівняно з варіантами Екопланту (рис. 4.7). Дещо більшою зафіксована урожайність і у варіантів з використанням для передпосівної обробки насіння Гуміфілду – різниця становила 0,04 т/га.

Однак, застосування 1R Seed treatment дало більшу прибавку в разі використання саме комплексу на основі Екопланту – різниця становила 0,3 т/га, дещо невелика перевага спостерігалася в разі використання Zinovii grand, але в цілому можна стверджувати, що у виробництві обидва ці стимулятори будуть практично рівноцінними за ефективністю. Про це засвідчили також і результати врожайності соломи, які були отримані на обох добривах з варіантами 1R Seed treatment (1 кг/т)+ Ultra Boost (2 л/га) та Zinovii grand (1 кг/т) + Zinovii grand (2 кг/га).

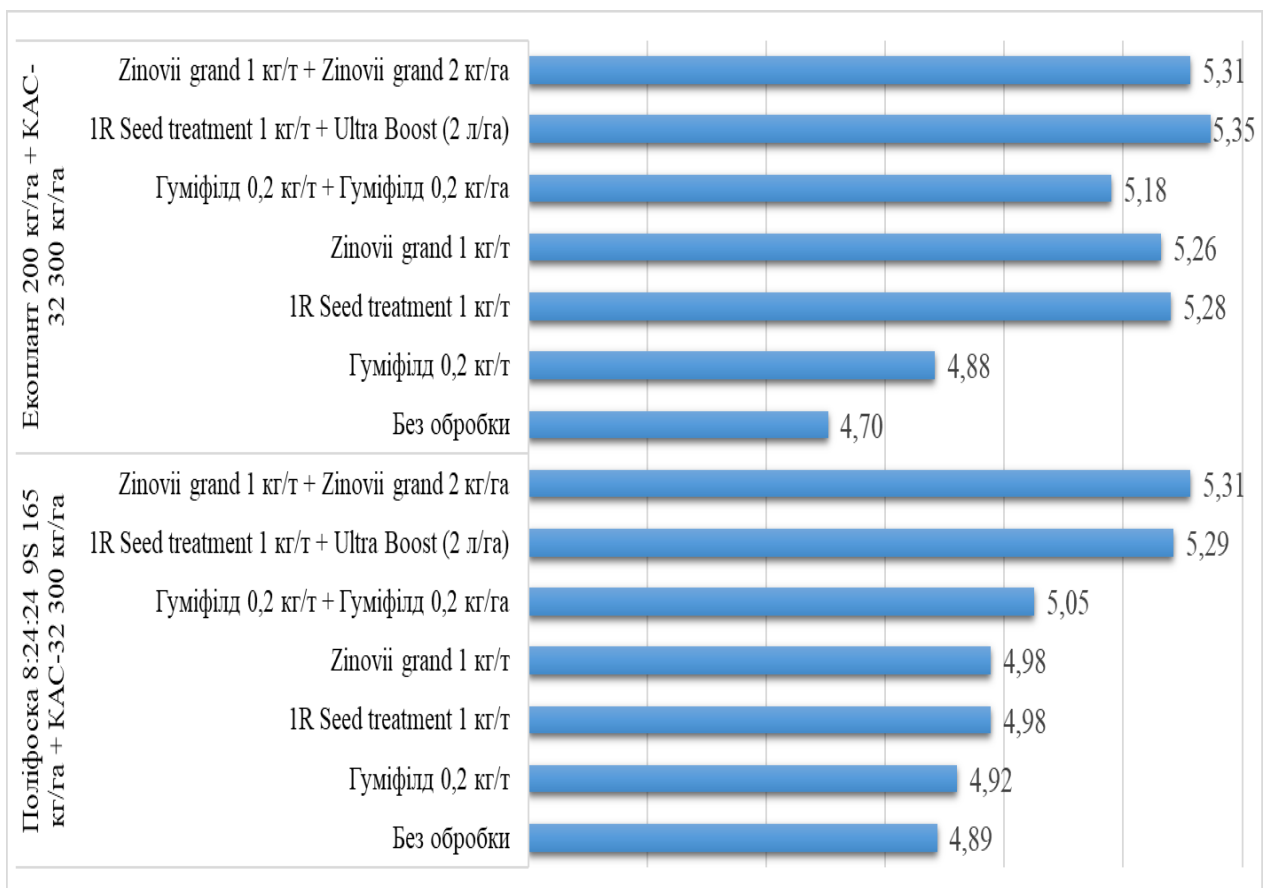


Рис. 4.7. Урожайність соломи (т/га) залежно від оптимізації системи удобрення, 2024 р.

Дуже схожою була ситуація з формуванням врожайності соломи і у 2025 році. Контрольні варіанти, на яких не використовувалася передпосівна обробка насіння стимуляторами відрізнялися на 0,14 т/га в бік Екопланту 200 кг/га + КАС-32 300 кг/га (рис. 4.8).

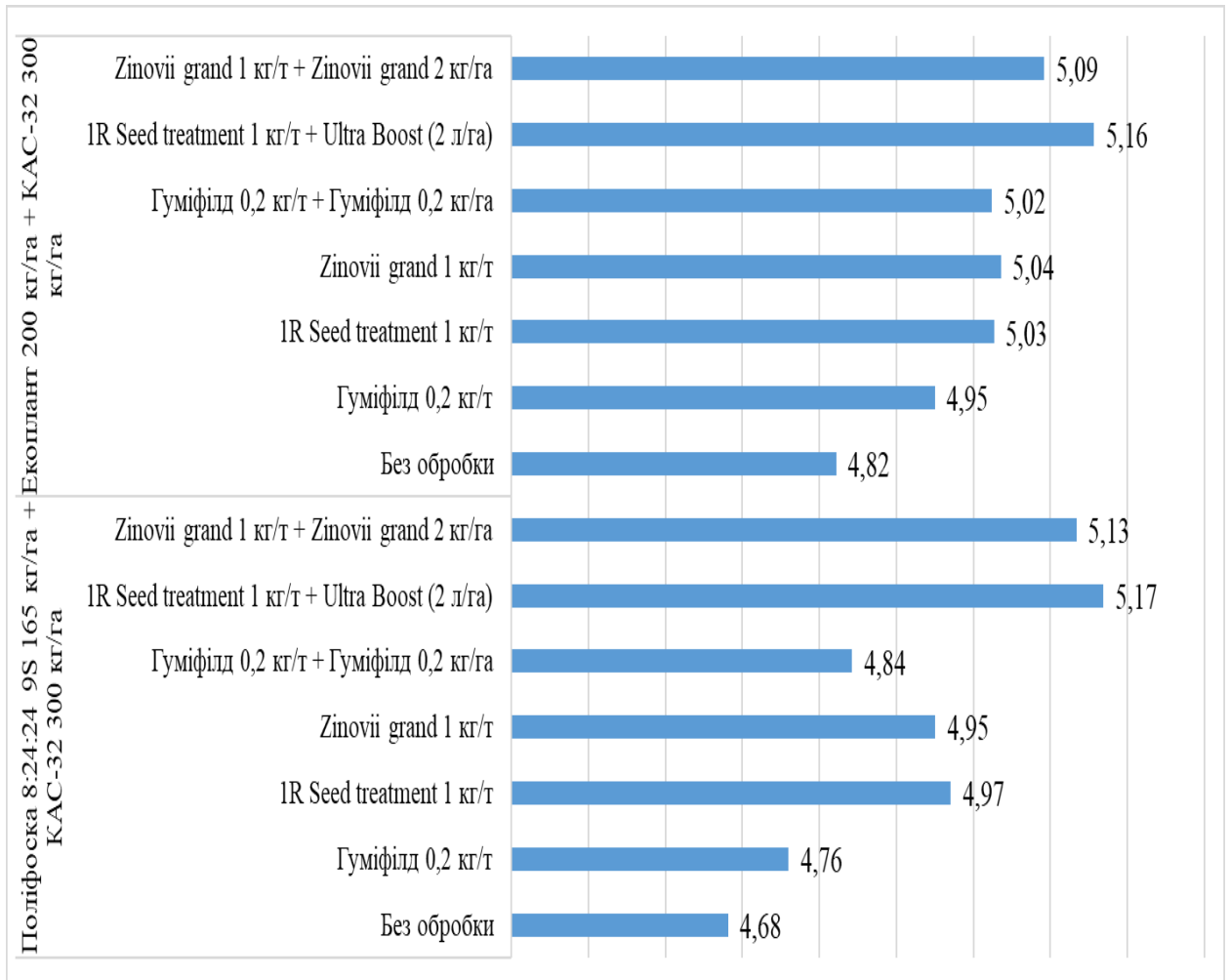


Рис. 4.8. Урожайність соломи (т/га) залежно від оптимізації системи удобрення, 2025 р.

Використання для передпосівної обробки насіння Гуміфілдом збільшило врожайність соломи на 0,08 і 0,13 т/га. Значно ефективнішими були стимулятори 1R Seed treatment та Zinovii grand, які забезпечили прибавку врожайності на рівні 0,29 і 0,21 т/га та 0,31 і 0,22 т/га відповідно.

Порівняно слабшою від цих двох стимуляторів була й дія Гуміфілду в разі його комплексного використання. На дослідних варіантах з використанням як добрива Поліфоски препарат забезпечив зростання врожайності на 0,18 т/га, а на варіантах з Екоплантом – 0,2 т/га. Така

прибавка виявилася також статистично істотною і становила близько 3–4 %. Використання комплексу 1R Seed treatment (1 кг/т) + Ultra Boost (2 л/га) на варіанті удобрення з Поліфоскою дало змогу збільшити врожайність на 10,5 %, а на варіантах з Екоплантом – на 7,1 %.

Як видно з детального аналізу впливу застосування добрив та стимуляторів росту погодні умови значною мірою впливали на формування врожайності насіння і соломи конопель. Передбачити прояв метеорологічних факторів у далекій перспективі наразі є неможливим, хоча, звичайно, є сенс у аналізі врожайностей у часовому вимірі.

Аналіз урожайності насіння і соломи за трирічний термін, у який проводилися дослідження, показав, що застосування для передпосівної обробки насіння майже не мало впливу на формування урожайності насіння – на варіантах, які були вирощені на фоні Поліфоска 8:24:24 9S 165 кг/га + КАС-32 300 кг/га, прибавка була відсутня, навпаки, зафіксоване, навіть неістотне зменшення врожайності, а на варіантах, удобрених Екоплант 200 кг/га + КАС-32 300 кг/га фіксувалося відхилення у кращий бік. В цілому ж, середня урожайність знаходилася на однаковому з контрольними варіантами рівні (табл. 4.2).

Застосування для передпосівної обробки насіння гумінового стимулятора росту 1R Seed treatment (1 кг/т) сприяло збільшенню врожайності насіння на 0,04–0,08 т/га, а використання Zinovii grand 1 кг/т – на 0,06–0,07 т/га, що свідчить про фактичну рівноцінність цих препаратів, різниця між якими може полягати лише у їхній вартості й залежності від цього економічної ефективності.

Використання малих норм Гуміфілду – 0,2 кг/насіння і 0,2 кг/га також призводило до невеликого збільшення урожайності порівняно з контрольними варіантами та з комплексним застосуванням інших препаратів. На варіантах з Поліфоскою, у середньому за три роки досліджень, збільшення урожайності не зафіксоване, а на варіантах, удобрених Екоплантом воно становило всього 0,1 т/га, хоча таке збільшення було статистично достовірним.

Найефективнішим з точки зору збільшення врожайності насіння виявилось комплексне використання для передпосівної обробки 1R Seed treatment (1 кг/т)+ Ultra Boost (2 л/га) – 0,15 і 0,16 т/га відповідно та використання Zinovii grand (1 кг/т) + Zinovii grand (2 кг/га) – урожайність збільшилася на 0,13 т/га на обох варіантах удобрення.

Таблиця 4.2

Вплив удобрення на формування урожайності у 2023–2025 рр. (А), т/га

Варіант удобрення (В)	Варіант обробки (С)	Урожайність	
		насіння	соломи
Поліфоска 8:24:24 9S 165 кг/га + КАС-32 300 кг/га	Без обробки	0,72	4,59
	Гуміфілд (0,2 кг/т)	0,71	4,63
	1R Seed treatment (1 кг/т)	0,76	4,70
	Zinovii grand (1 кг/т)	0,79	4,76
	Гуміфілд (0,2 кг/т) + Гуміфілд (0,2 кг/га)	0,72	4,69
	1R Seed treatment (1 кг/т)+ Ultra Boost (2 л/га)	0,87	5,06
	Zinovii grand (1 кг/т) + Zinovii grand (2 кг/га)	0,85	4,99
Екоплант 200 кг/га + КАС-32 300 кг/га	Без обробки	0,70	4,82
	Гуміфілд (0,2 кг/т)	0,71	4,95
	1R Seed treatment (1 кг/т)	0,78	5,19
	Zinovii grand (1 кг/т)	0,76	5,11
	Гуміфілд (0,2 кг/т) + Гуміфілд (0,2 кг/га)	0,71	5,06
	1R Seed treatment (1 кг/т)+ Ultra Boost (2 л/га)	0,86	5,29
	Zinovii grand (1 кг/т) + Zinovii grand (2 кг/га)	0,83	5,25
<i>HIP₀₅ (A)</i>		<i>0,01</i>	<i>0,04</i>
<i>HIP₀₅ (B)</i>		-	<i>0,03</i>
<i>HIP₀₅ (C)</i>		<i>0,03</i>	<i>0,06</i>
<i>HIP₀₅ (A×B)</i>		<i>0,02</i>	<i>0,06</i>
<i>HIP₀₅ (A×C)</i>		<i>0,05</i>	-
<i>HIP₀₅ (B×C)</i>		-	<i>0,1</i>
<i>HIP₀₅ (A×B×C)</i>		-	<i>0,17</i>

Для формування урожайності насіння найголовнішими факторами виявилися умови років вирощування та застосування стимуляторів росту для передпосівної обробки насіння й ефекти взаємодій «умови років × добриво» та «умови років × варіант обробки».

Позитивною виявилася дія препаратів також і на формування урожайності соломи. На цей показник виявили істотний вплив усіх трьох досліджуваних факторів – умов років, підбору добрива та варіанту обробки стимуляторами росту. Окрім цього зафіксований також вплив всіх взаємодій цих факторів за винятком взаємодії «умови років × варіант обробки».

Використання Гуміфілду лише для передпосівної обробки насіння спричиняло збільшення врожайності соломи на варіантах з Поліфоскою 8:24:24 9S 165 кг/га + КАС-32 300 кг/га на 0,04, а на удобренні Екоплант 200 кг/га + КАС-32 300 кг/га – 0,13 т/га, що статистично достовірно лише для цього добрива. На варіантах із застосуванням 1R Seed treatment (1 кг/т) і Zinovii grand (1 кг/т) таке збільшення було відчутнішим і мало статистично достовірну різницю 0,11 і 0,17 для першого варіанту удобрень і 0,37 та 0,29 т/га – для другого.

Комплексне використання Гуміфілду для передпосівної обробки насіння та листової аплікації посівів дозволило збільшити врожайність соломи на 0,1 і 0,29 т/га, що порівняно менше з варіантами, на яких застосовувалися комплекси інших стимуляторів. Так комплексне застосування 1R Seed treatment (1 кг/т)+ Ultra Boost (2 л/га) сприяло збільшенню врожайності на 0,47 т/га на обох варіантах удобрення, а збільшення врожайності від застосування Zinovii grand (1 кг/т) + Zinovii grand (2 кг/га) становило відповідно 0,4 і 0,43 т/га.

Таким чином, використання стимуляторів росту є перспективним шляхом збільшення продуктивності сортів конопель посівних подвійного призначення і його ефективність може залежати від підбору добрив для живлення агроценозів.

У системі подвійного призначення конопель важливе значення має одночасне збільшення врожайності насіння і соломи. Досить часто ознаки врожайності можуть виявитися взаємо лімітуючими, тобто зростання одного

показника може призвести до зменшення іншого. Ця властивість може бути генетичною або проявлятися через технологічні операції, які направлені на досягнення максимальних значень однієї з ознак. Основним методом, який дає змогу визначити такі взаємозв'язки є метод парної кореляції.

Аналіз кореляцій показав, що значною мірою вони залежали також від умов вирощування, які формувалися у роки досліджень (додаток К, Л). Так у 2023 році між врожайністю насіння і соломи не було встановлено статично істотного кореляційного зв'язку. У 2024 році між цими показниками спостерігалася пряма середня кореляція – $r = 0,49$. Як уже зазначалося, втрати врожайності насіння спричинені були передчасним дозріванням і неготовністю виробництва до такої швидкої динаміки. Однак організаційні проблеми виникли саме завдяки несприятливому поєднанню температурного і водного стресів. У 2025 році характер кореляції був таким же – $r = 0,59$.

Аналізуючи методом лінійної кореляції трирічні дані експерименту встановлено, що між урожайністю насіння і соломи може існувати зворотна кореляція (рис. 4.9), що створює необхідність розробки детального й ефективного управління продуктивністю агроценозів конопель. Це було помітно, зокрема, в різниці підбору добрива, коли на варіантах, удобрених Екоплант 200 кг/га + КАС-32 300 кг/га різниця в дії стимуляторів росту виглядала контрастніше.

Можлива поява зворотного кореляційного зв'язку між урожайністю насіння й соломи може створювати певні проблеми для вирощування в разі, коли коноплі вирощуються на харчові й технічні цілі одночасно. Таким чином, ці дві господарсько-цінні ознаки будуть лімітувати одна одну. З точки зору еколого-економічного підходу необхідно відкоригувати норми застосування добрив таким чином, щоб досягти оптимального поєднання високих значень обох показників. Сучасні сорти цієї культури дають можливість це зробити.

В подальшому також слід звернути увагу також на особливості прояву кореляційних залежностей стосовно формування вмісту олії та білка в насінні, оскільки в даному випадку можуть виявитися також взаємно лімітуючі процеси формування ознак.

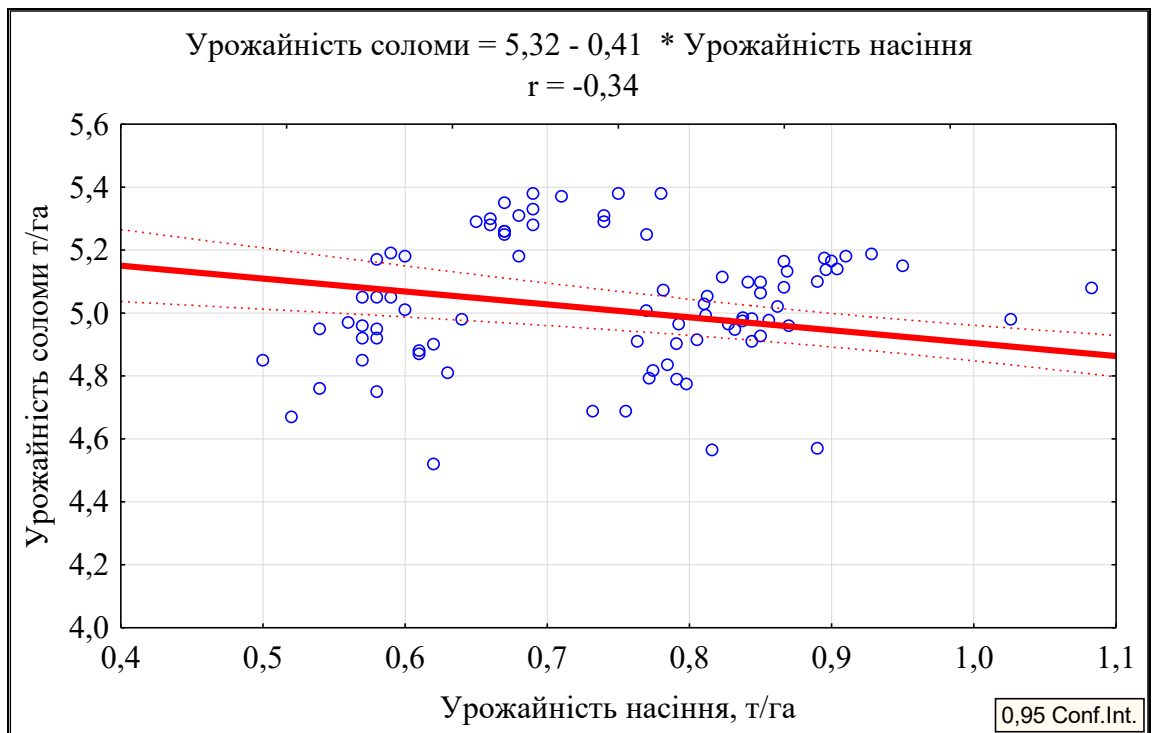


Рис. 4.9. Графік регресії між урожайностями соломи й насіння за даними 2023–2025 рр.

Таким чином, постає перспектива застосування регресійного методу для встановлення рівнянь урожайності. Такі рівняння необхідні не лише для визначення потенційної врожайності, а й створення методів впливу на формування конкретних ознак, наприклад, висоти рослин, тривалість періоду технічного досягання та інших.

Використовуючи метод множинної регресії були запропоновані рівняння урожайності насіння і соломи для розробки системи удобрення посівів конопель посівних:

$$Y_1 = 2,32 + 0,012x_1 - 0,012x_2 - 0,04x_3 - 0,34x_4, \text{ де:}$$

Y_1 – урожайність насіння, т/га;

x_1 – висота рослин в період в період біологічної стиглості, см;

x_2 – тривалість періоду до біологічної стиглості, діб;

x_3 – вміст олії в насінні, %;

x_4 – урожайність соломи, т/га.

$$Y_2 = 2,14 + 0,013x_1 - 1,02x_2, \text{ де:}$$

y_2 – урожайність соломи, т/га;

x_1 – висота рослин в період в період біологічної стиглості, см;

x_2 – урожайність насіння, т/га.

Зазначені рівняння є попередніми й повинні конкретизуватися на основі багаторічних даних.

Висновки до розділу 4

1. Підбір основного добрива виявився ефективним прийомом збільшення висоти конопель – на варіантах з комплексним добривом Екоплант 200 кг/га + КАС-32 300 кг/га рослини були на дев'ять сантиметрів вищими та мали довший період досягнення біологічної стиглості порівняно з рослинами, які були удобрені Поліфоскою 8:24:24 9S 165 кг/га + КАС-32 300 кг/га. Причиною цього, очевидно, стала краща збалансованість добрива, яке містить кальцій та магній. Таким чином, необхідно підбирати добрива, спираючись на дані агрохімічного аналізу ґрунтів, який повинен включати перелік кальцію, магнію та інших мікроелементів.

2. Використання стимуляторів росту мало більший вплив на формування висоти рослин й тривалість вегетаційного періоду. Експериментально встановлено, що оптимальними нормами для передпосівної обробки насіння є 1 кг/т 1R Seed treatment або Zinovii grand, а для позакореневого застосування разом з внесенням засобів захисту – 2 кг/га Zinovii grand або 2 л/га Ultra Boost.

3. Для розробки програм управління врожайністю важливу роль відіграють дослідження закономірностей прояву кореляційних залежностей. Оскільки вони перебувають під істотним впливом агроекологічних факторів, їхня величина і значення потребує уточнення, а отже, необхідності створення достатньої бази даних для побудови математичних моделей формування урожайності продукції конопель.

4. Використання стимуляторів росту призводило до збільшення врожайності насіння і соломи конопель. Застосування Гуміфілду в нормах 0,2 л/га і 0,2 л/т насіння для передпосівної обробки насіння призводило до статистично достовірного, але з виробничої точки зору неістотного збільшення врожайності. Найефективнішими препаратами стали 1R Seed

treatment (1 кг/т) і Zinovii grand (1 кг/т), які в комплексі з позакореневою аплікацією збільшували врожайність насіння на 0,13, а соломи – на 0,43–0,47 т/га.

5. Використання методу регресійного аналізу дало змогу визначити особливості появи й поведінки залежностей між основними господарсько-цінними ознаками, зокрема урожайністю насіння та соломи конопель та створити рівняння урожайності для визначення прогнозованої величини врожайності насіння та соломи конопель посівних.

Публікації до розділу: 205

РОЗДІЛ 5

ВПЛИВ ПОПЕРЕДНИКІВ ТА НОРМ ВИСІВУ НАСІННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ АГРОЦЕНОЗІВ

5.1. Польова схожість насіння і конкуренція з сегетальною рослинністю

Результати досліджень впливу норм висіву насіння та підбору попередників для розміщення посівів конопель посівних показали важливість цих агротехнічних факторів для формування врожайності конопель посівних.

Не зважаючи на те, що умови років істотно відрізнялися за погодними умовами, найбільшу частку впливу, яка складала 70 %, мала передпосівна обробка насіння препаратом Zinovii grand в нормі 1 кг/т насіння. Саме завдяки цьому прийому вдалося істотно збільшити польову схожість насіння (рис. 5.1).



Рис. 5.1. Вплив факторів вирощування на формування польової схожості насіння у 2023–2025 рр.

Умови років мали також статистично достовірний вплив на польову схожість насіння, який складав 10 %. Слід відзначити, що в дисперсійному

аналізі результатів експерименту щодо цього показника були помічені й інші впливи та взаємодії факторів. Вибір попередника та норма висіву не мали статистично достовірного впливу на польову схожість, але взаємодія факторів умов років і попередника була статистично достовірною. Також за період досліджень встановлено статистично достовірний вплив взаємодій сумісної дії попередника і норм висіву насіння та взаємодії факторів попередника й передпосівної обробки насіння.

Що стосується стійкості агроценозів до сегетальної рослинності то в цьому експерименті прослідковувалася значно більша кількість взаємодій факторів, які вивчалися (рис. 5.2), а головним фактором, який вплинув на кількість бур'янів у посівах була норма висіву насіння конопель, частка впливу якої складала 53 %.

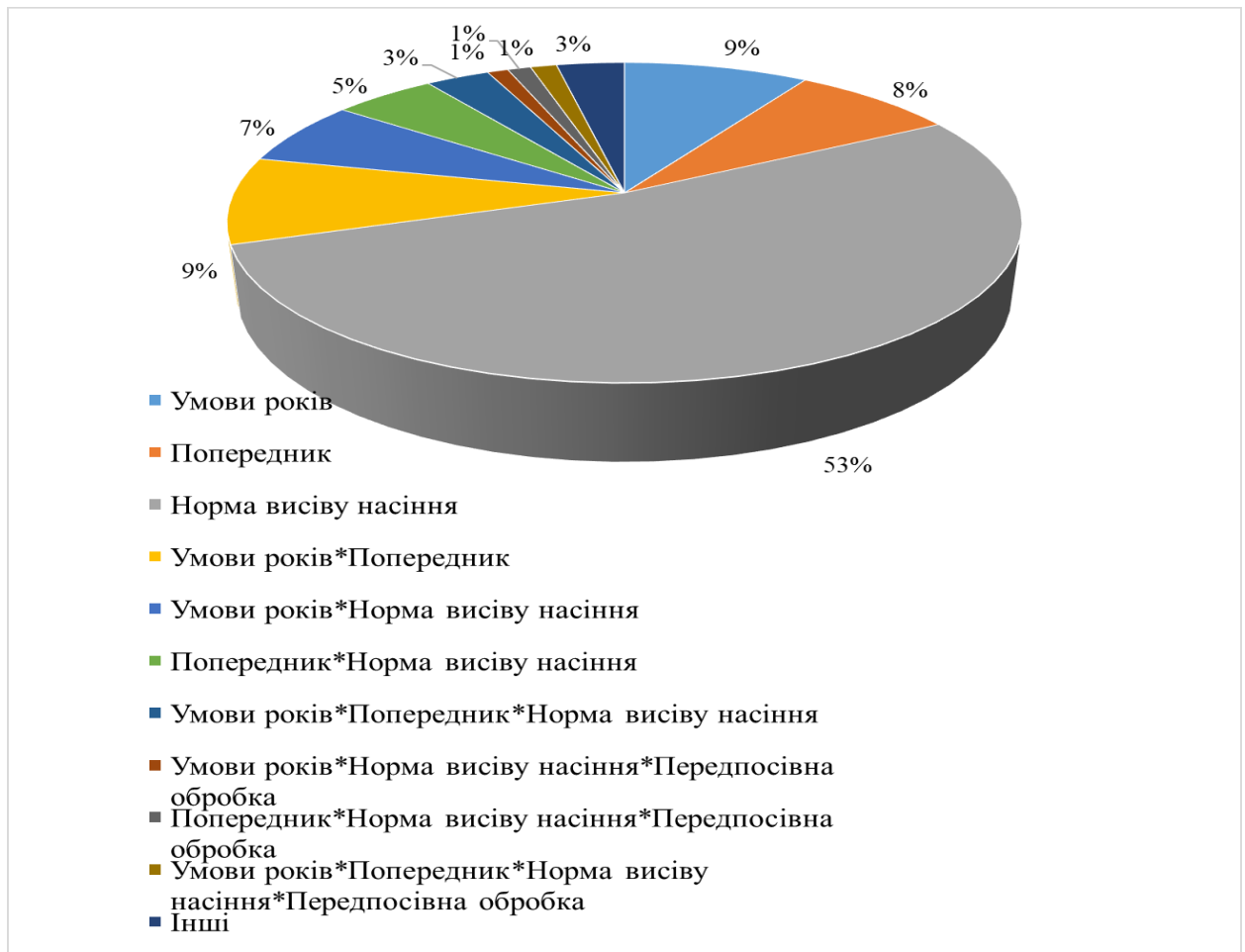


Рис. 5.2. Вплив факторів вирощування на кількість бур'янів у 2023–2025 рр.

Погодні умови років також мали істотну частку впливу на кількість бур'янів, яка становила 9 %, а частка впливу попередника становила 8 %. Із

взаємодій факторів найбільший вплив мали спільна дія умов років вирощування і підбору попередників – 9 %; умов років з нормами висіву насіння – 7 % та попередників з нормами висіву насіння.

На основі вище викладеного можна зробити висновок про те, що збільшення норми висіву насіння конопель до 2 млн./га сприяє кращій конкуренції культурних рослин з бур'янами. Посіви з меншою нормою потребують якісного захисту за допомогою гербіцидів.

Аналіз узагальнених даних 2023–2025 рр. продемонстрував, що польова схожість насіння була майже однаковою на всіх варіантах незалежно від попередника чи норм висіву і становила 85 %. (табл. 5.1). У зв'язку з цим набуває актуальності питання подальших спостережень за кількістю рослин, які виживають, але в даній програмі досліджень з об'єктивних причин цього не зробили. Що ж стосується чинника передпосівної обробки насіння то без застосування стимулятора росту польова схожість насіння на варіантах досліду становила 83 %, а на варіантах досліду з обробкою Zinovii grand (1 кг/т) вона досягала 87 %.

За кількістю рослин бур'янів у посівах встановлено, що найменша їхня кількість була після кукурудзи – 38 шт./м², а після пшениці озимої й конопель вона була однаковою – 44 шт./м², тобто майже на 14 % меншою. Застосування норм висіву мало також істотний вплив на кількість бур'янів – якщо в середньому на варіантах з нормою висіву 1 млн./га кількість бур'янів становила 58 шт./м² то на варіантах з нормою 2 млн./га вона була вдвічі меншою.

Використання передпосівної обробки насіння дало змогу збільшити польову схожість насіння на 5–6% порівняно з варіантами без обробки після попередника пшениці озимої й на 4 % після решти попередників – кукурудзи й конопель посівних. Така різниця була статистично достовірною, з чого можна зробити висновок про доцільність використання стимуляторів росту для передпосівної обробки насіння конопель.

Найменша кількість бур'янів спостерігалася на варіантах, де використовувалися норми висіву насіння 2,0 млн./га. Так зменшення

кількості бур'янів після попередника озимої пшениці становило 38–40 шт./м², після кукурудзи – на 26–29 шт./м² і після конопель – на 28–34 шт./м².

Аналізуючи результати дисперсійного аналізу можна встановити різницю у впливі факторів попередника, норм висіву й передпосівної обробки на формування польової схожості й кількості бур'янів у посівах. Одночасними є впливи умов років вирощування, їхньої взаємодії з підбором попередника, нормами висіву та передпосівною обробкою насіння. Залежно від умов років вирощування впливи і взаємодії можуть бути різними.

Виходячи з цього необхідно детально встановити особливості впливу факторів, які вивчалися, кожного року окремо. Так у 2023 році найбільшого впливу на польову схожість насіння спостерігали від передпосівної обробки насіння – він становив 43 %, частка впливу попередника становила 7 %. Найбільша взаємодія факторів спостерігалася в нормі висіву насіння з передпосівною обробкою – 13 %. Частка впливу впливу взаємодії всіх трьох факторів склала 11 %, підбору попередника й передпосівної обробки 9 %. Таким чином, частка впливу нерегульованих факторів вирощування становила 17 %.

У 2024 році на польову схожість насіння впливали лише попередники та передпосівна обробка насіння, причому частка впливу передпосівної обробки насіння становила 58 %, а частка впливу попередника – 19 %. Відповідно до цих обрахунків зросла частка впливу нерегульованих факторів – вона становила 23 %. Саме цей рік виявився найбільш несприятливим для формування урожайності насіння конопель.

Майже такою ж виявився вплив і у наступному, 2025 році досліджень. Однак, на відміну від двох попередніх років, частка впливу передпосівної обробки насіння склала 85 %, а вплив попередника виявився також статистично достовірним, хоч і мав величину 7%. Решта 8 % відносилася до частки впливу інших факторів.

Аналіз факторів, які впливають на формування чисельності сегетальної рослинності, з точки зору виробництва є набагато важливішим, оскільки польову схожість порівняно легше контролювати якістю посівного матеріалу або засобами передпосівної обробки насіння. Кількість бур'янів на варіантах

досліджень у 2023 році залежала лише від попередника й норми висіву насіння, причому частка впливу попередника становила 35 %, а норма висіву мала частку впливу 46 %. На частку нерегульованих факторів прийшлася також досить істотна величина впливу – 19 %.

Таблиця 5.1

Вплив агротехнічних факторів на формування схожості й кількості бур'янів (2023–2025) – фактор А

Попередник (B)	Норма висіву насіння (C)	Передпосівна обробка (D)	Польова схожість, %	Кількість рослин бур'янів, шт/м ²
Пшениця озима	1,0 млн./га	Без обробки	82	64
		Zinovii grand (1 кг/т)	87	63
	2,0 млн./га	Без обробки	83	28
		Zinovii grand (1 кг/т)	89	23
Кукурудза	1,0 млн./га	Без обробки	83	53
		Zinovii grand (1 кг/т)	87	51
	2,0 млн./га	Без обробки	83	24
		Zinovii grand (1 кг/т)	87	25
Коноплі	1,0 млн./га	Без обробки	84	58
		Zinovii grand (1 кг/т)	88	61
	2,0 млн./га	Без обробки	82	30
		Zinovii grand (1 кг/т)	86	27
НІР ₀₅ А			1,0	2,0
НІР ₀₅ В			-	2,0
НІР ₀₅ С			-	2,0
НІР ₀₅ D			1,0	-
НІР ₀₅ АВ			1,0	3,0
НІР ₀₅ АС			-	3,0
НІР ₀₅ АД			-	3,0
НІР ₀₅ ВС			2,0	-
НІР ₀₅ BD			1,0	-
НІР ₀₅ ABC			2,0	5,0
НІР ₀₅ BCD			-	4,0
НІР ₀₅ ACD			2,0	4,0
НІР ₀₅ ABCD			3,0	6,0

2024 рік характеризувався зовсім іншими впливами і взаємодіями факторів. Окрім впливу попередників і норм висіву відмічалися також взаємодії факторів – попередників з передпосівною обробкою насіння й всіма агротехнічними факторами (рис. 5.3). При цьому за допомогою норми висіву насіння контролювалося половина чисельності бур'янів, а ще 35 % – за рахунок підбору попередників. На частку нерегульованих факторів прийшлося лише 4 % впливу. На думку автора тут слід зробити важливе зауваження – така ситуація склалася випадково, а не в результаті запрограмованих заходів у ході виконання програми експерименту. Це означає, що ефективний контроль, звичайно ж можливий, однак він значною мірою залежить від непередбаченості взаємодій факторів вирощування.

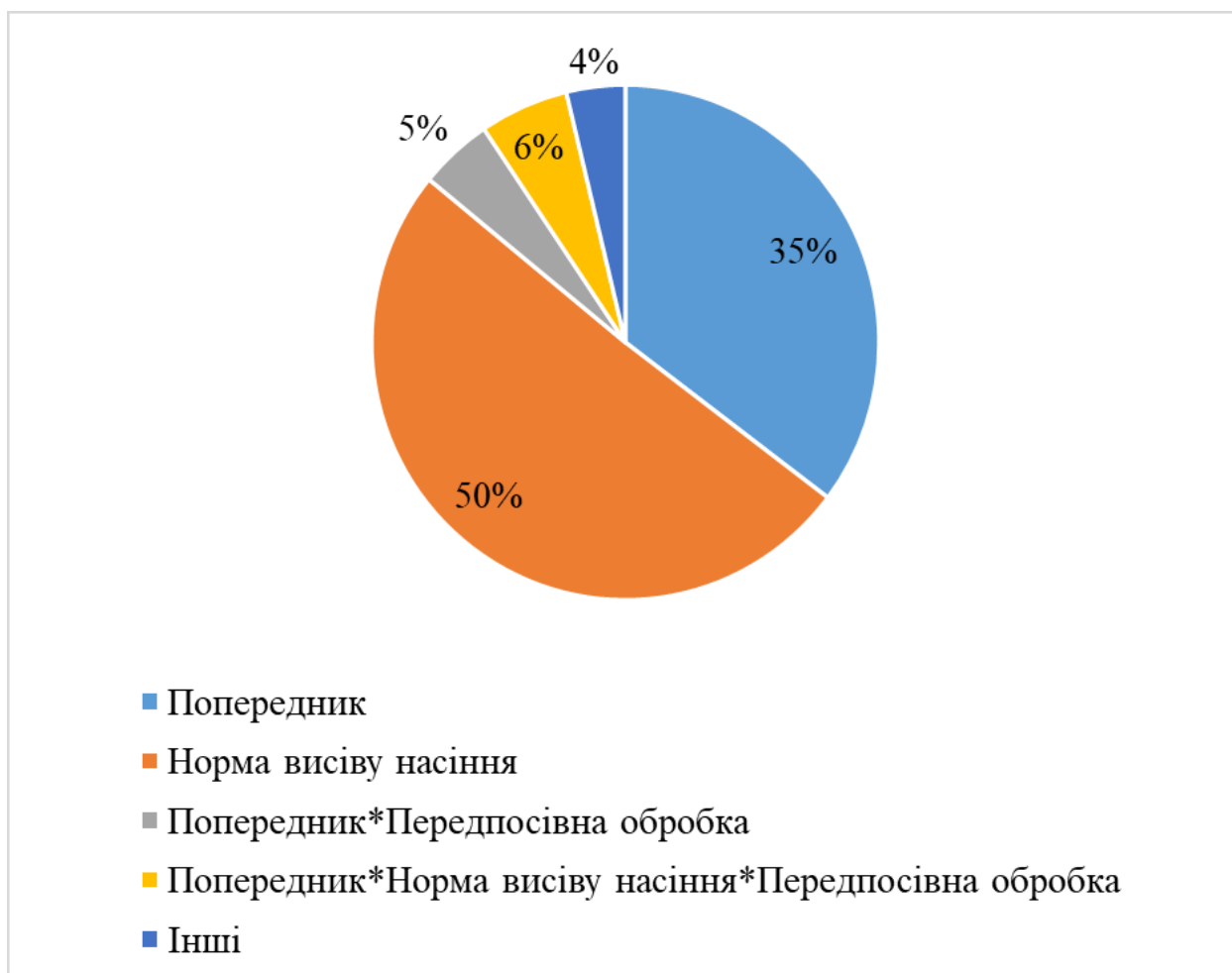


Рис. 5.3. Вплив агротехнічних факторів на чисельність бур'янів, 2024 рік

З динаміки чисельності бур'янів у варіантах дослідів залежно від попередника видно, що тільки у 2023 році кількість бур'янів на варіантах, розміщених після пшениці озимої була дещо меншою, в решту років, у які проводилися дослідження, кукурудза була найкращим попередником для конопель з точки зору управління сегетальною рослинністю в агроценозах.

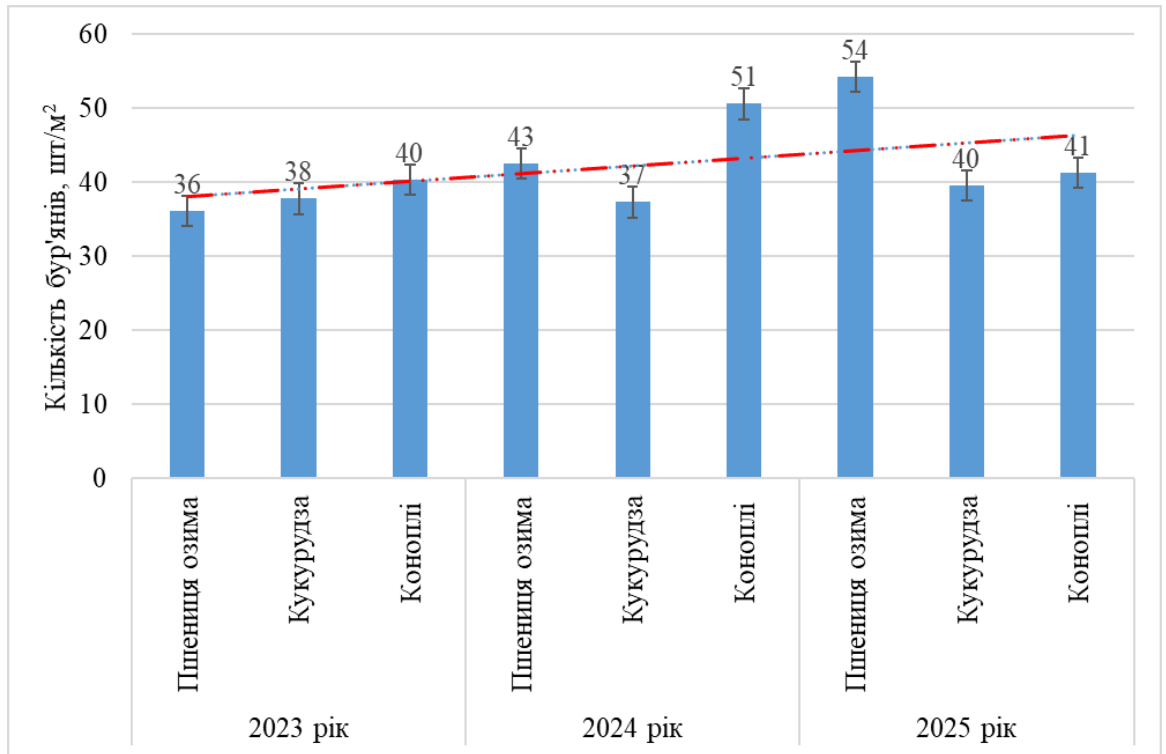


Рис. 5.4 Кількість бур'янів в агроценозах конопель залежно від попередників

На основі проведених досліджень можна зробити висновок про актуальність розробки агротехнічних заходів, які поєднують підбір попередників, норми висіву та передпосівну обробку насіння для контролю чисельності сегетальної рослинності в посівах конопель. При цьому важливо зазначити, що особливу увагу слід приділяти саме підбору попередника, оскільки в реаліях нинішніх пріоритетів виробництва в цьому можуть бути певні труднощі залежно від зони вирощування і спеціалізації господарства та, навіть, його технічного оснащення.

5.2. Формування урожайності соломи

Урожайність соломи, як один з найважливіших показників продуктивності конопель слід розглядати через систему факторів і ознак, які

її формують. Погодні умови можуть значно вплинути на прояв таких кореляцій, тому виявити стабільні з них досить нелегко, оскільки нестабільність природних факторів може істотно хитнути реакцію рослин в протилежний бік. Таке спостерігалось, наприклад, у випадку з передчасним дозріванням насіння, про що вже йшлося раніше.

Як і в дослідях з використанням гербіцидів спостерігалася зворотна кореляція між забур'яненістю посівів і урожайністю соломи, однак в даному досліді кореляція була набагато сильнішою за результатами обчислень трирічних даних (рис. 5.5). А в окремі роки коефіцієнти кореляції між цими показниками спостерігалися ще більшими. Так, наприклад, у відповідно до років досліджень r становив відповідно $-0,92$, $-0,50$ і $-0,64$, що говорить про важливість контролю сегетальної рослинності в посівах культури.

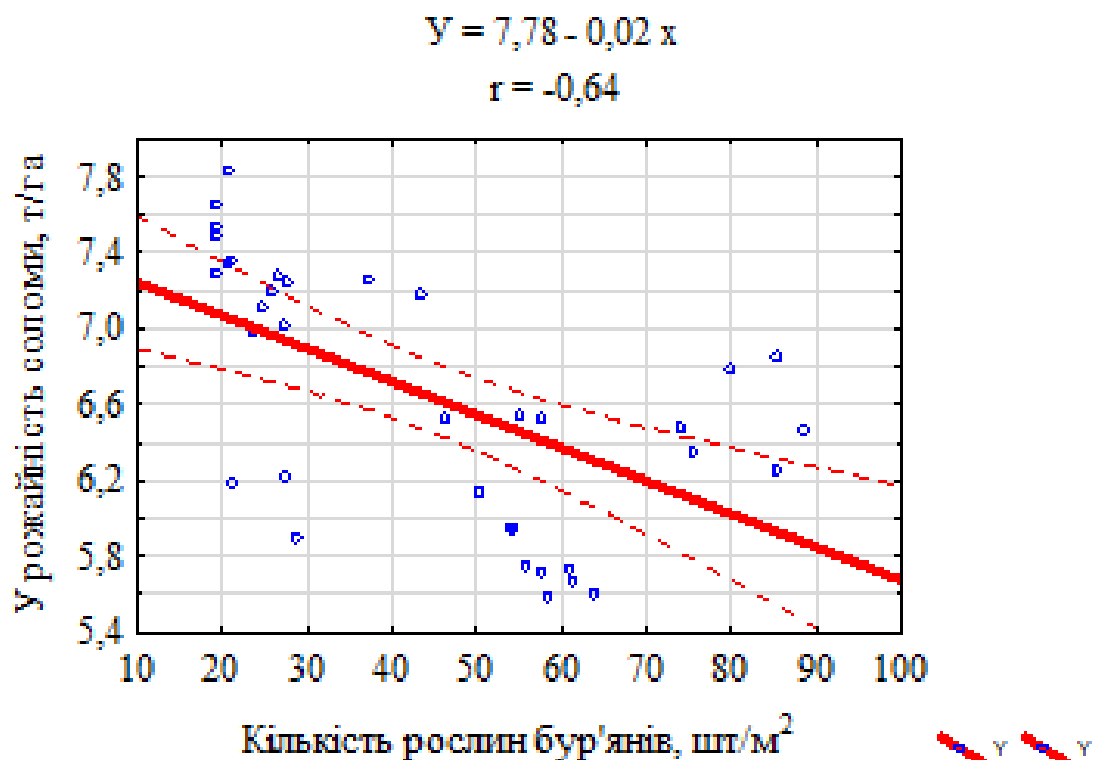


Рис. 5.5. Залежність урожайності соломи від забур'яненості посівів

Урожайність соломи в проведеному досліді була лімітуючим фактором для формування маси 1000 насінин і урожайності насіння. У 2023 році між цими ознаками існувала середня зворотна кореляція ($r = -0,49 \dots -0,40$), у 2024 році, навпаки, кореляція з масою 1000 насінин була прямою ($r = 0,47$), а в 2025-му – вона знов фіксувалася як зворотна середньої сили ($r = -0,39$). На

думку автора, така поведінка коефіцієнтів кореляції у 2024 році викликана не біологічною реакцією рослин, а, скоріше за все, організаційними проблемами, які виникли в час досягання й збирання конопель.

Кореляційний аналіз трирічних даних експерименту дав змогу встановити обернений зв'язок між урожайністю соломи й урожайністю насіння ($r = -0,21$), який був статистично достовірним. В окремі роки він досягав рівня $-0,49$, зокрема у 2023 році. Цю особливість необхідно врахувати виробництву.

На формування довжини стебла у 2023 році був зафіксований лише вплив норми висіву насіння. Ні фактори підбору попередника, ні передпосівної обробки насіння не впливали на цей показник. У 2024 році норми висіву насіння також здійснювали домінуючий вплив на формування довжини стебла, однак в цьому році прослідковувався також статистично достовірний вплив спільної взаємодії фактору попередника й норм висіву. У 2025 році до переліку впливів також можна було віднести взаємодію норм висіву та передпосівної обробки насіння. В цілому за період досліджень було встановлено, що на формування довжини стебла впливали норми висіву та взаємодії таких факторів: умов років і норм висіву; норм висіву і передпосівної обробки; умов років вирощування, попередників та норм висіву.

Урожайність соломи мала інші прояви залежності від факторів, які досліджувалися. У 2023 році вона перебувала під впливом норм висіву насіння, передпосівної обробки та взаємодії факторів попередника й норм висіву таким чином, що частка впливу норми висіву досягала 82 % серед факторів, які вивчалися. Решта факторів, до яких відносилися передпосівна обробка насіння та вибір попередника, мала часткову впливу 4–8 %, яка була статистично достовірною.

У 2024 році прояв факторів став набагато яскравішим – на формування врожайності соломи найбільший вплив мали норма висіву насіння – 40 %; передпосівна обробка насіння – 32 %; взаємодія фактора попередника та норми висіву насіння – 21 % (рис. 5.6). Статистично достовірною часткою впливу інших факторів та їхніх взаємодій не перевищувала 4 %. З наукової

точки обрахунки з такою точністю, очевидно, мають доцільність, оскільки можуть стати підґрунтям для розробки технологій вирощування. На виробництві ж така точність може видатися зайвою через жорсткі економічні критерії – на першому місці стоять рентабельність і собівартість виробництва. Точні розрахунки вимагають точних даних, що потребує відволікання персоналу та техніки, інших організаційних моментів, а отже, несуть ризики втрати врожайності чи відтермінування інших виробничих процесів.

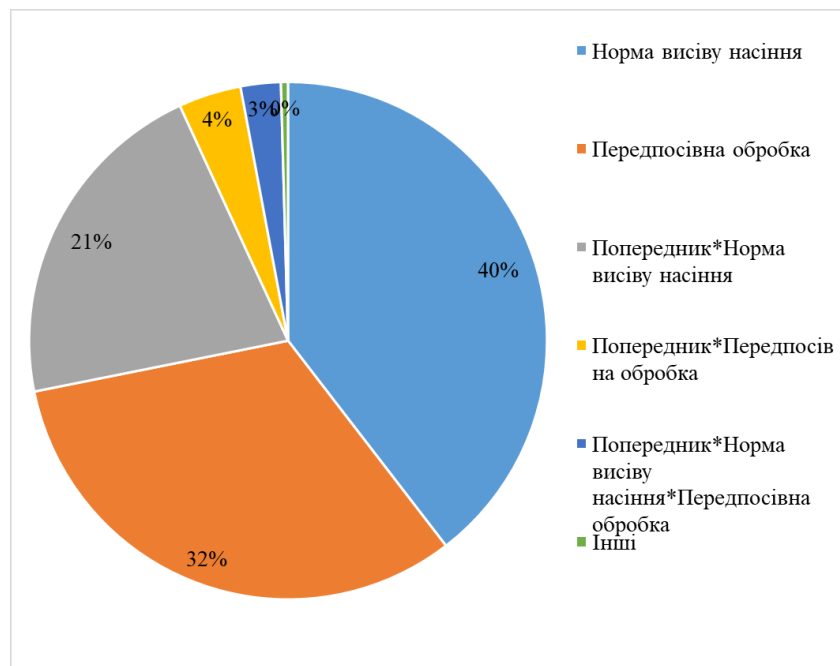


Рис. 5.6. Формування врожайності соломи залежно від частки впливу факторів, 2024 рік

У 2025 році норма висіву насіння досягла частки впливу на формування врожайності соломи 64 %, фактори попередника й передпосівної обробки насіння – відповідно 14 і 15 %. Таким чином, умови років мають вплив не лише в частині власної участі, а й значною мірою обумовлюють дисперсію кожного фактора та їхніх взаємодій. Це було прослідковано й проаналізовано у багатофакторному комплексі, який містив у собі повну матрицю даних за три роки досліджень (рис. 5.7).

Частки впливів за своєю величиною розподілилися наступним чином. норми висіву насіння виявилися одним з найбільших факторів, який обумовлює формування урожайності соломи – 31 %. 12 % впливу мала умов

років і норм висіву, а 10 % – власне сам попередник. Умови років справляли вплив на рівні 2 %, але в сукупності з попередником така взаємодія мала вплив на рівні 8 %. Частка впливу передпосівної обробки насіння становила 6 %. Решта впливів і взаємодій хоч і була статистично достовірною обчислювалася незначними величинами, що відіграє незначну роль для виробництва, яке орієнтоване на економічну ефективність й пошук надійних методів управління продуктивністю агроценозів.

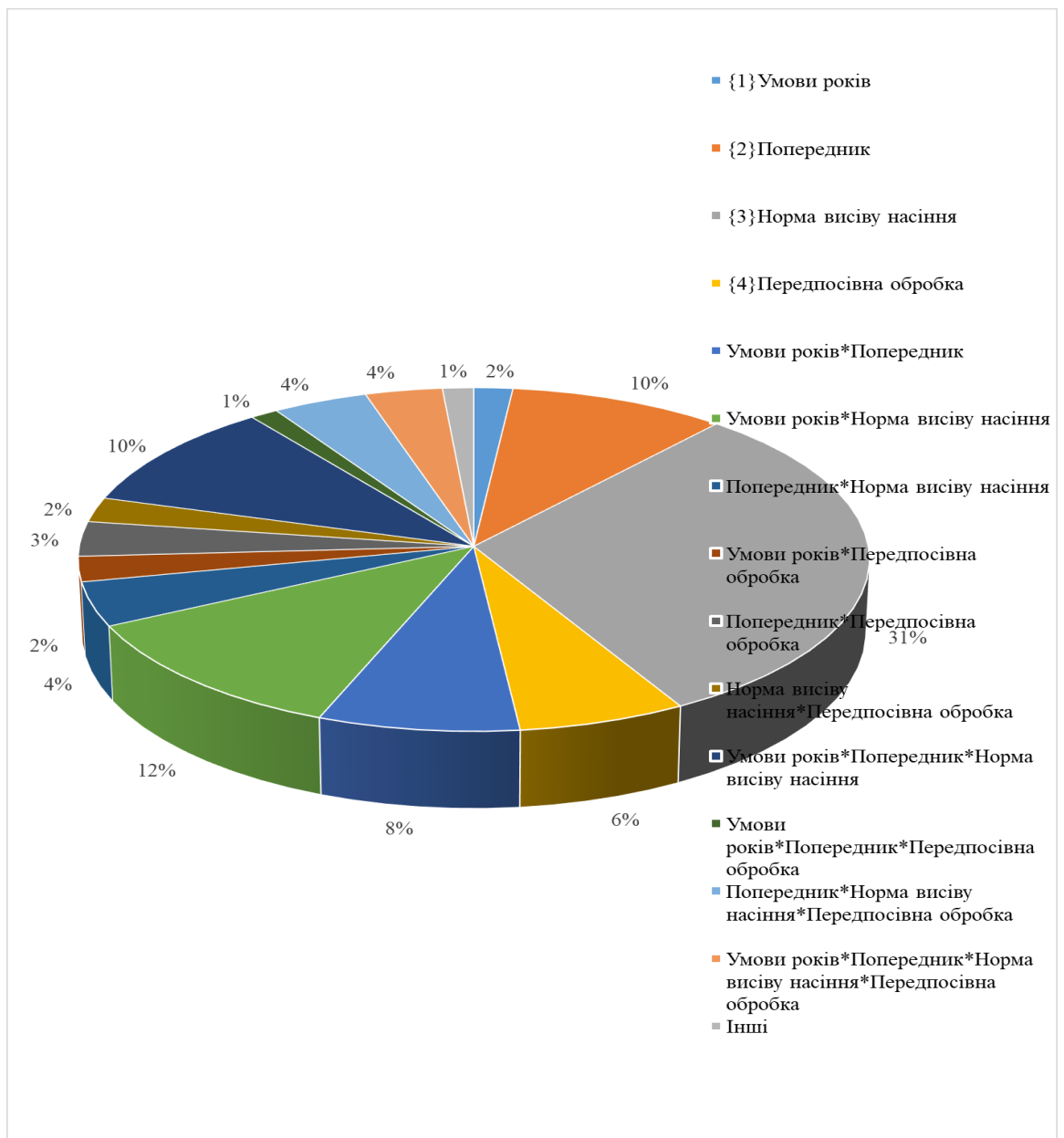


Рис. 5.7. Формування врожайності соломи залежно від частки впливу факторів (2023–2025 рр.)

Хоча на діаграмі відображені всі статистично достовірні впливи, аналіз їх щорічних ефектів показав, що переважна більшість взаємодій факторів, яка прослідковується у формуванні врожайності соломи, є дуже мінливою та й, напевно, такий детальний аналіз буде корисним для виробництва. Раціональніше для розробки й коригування технологій вирощування використовувати ті моделі, які передбачають лише найбільші частки впливів. Таким чином доцільніше використовувати множинний регресійний аналіз для побудови моделей урожайності.

За допомогою цього методу була створена модель урожайності, яка дає змогу прогнозувати врожайність соломи за допомогою декількох досліджуваних кількісних показників агроценозів:

$$Y = 5,95 + 0,06x_1 - 0,01x_2 - 0,02x_3 - 0,88x_4, \text{ де:}$$

Y – урожайність соломи, т/га;

x_1 – польова схожість насіння, %;

x_2 – кількість бур'янів, шт./м²;

x_3 – довжина стебла, см;

x_4 – урожайність насіння, т/га.

Як видно з рівняння регресії, найбільш лімітуючою ознакою для формування врожайності соломи конопель є врожайність насіння, що потрібно враховувати в технологіях вирощування сортів конопель подвійного призначення.

Результати статистичної обробки даних експерименту трирічного періоду показали, що довжина стебла фактично не залежала від підбору попередника й передпосівної обробки насіння. Середня урожайність соломи в досліді за 2023–2025 рр. за цим фактором становила 6,97 т/га після пшениці озимої й 6,87 та 6,7 т/га, відповідно, після кукурудзи та самих конопель посівних. Найкращими нормами висіву для отримання високого врожаю соломи виявилася норма 2 млн./га схожих насінин. Позитивно також виявилася дія передпосівної обробки насіння, оскільки на варіантах досліді без неї урожайність складала 6,64 т/га, а оброблене насіння дало змогу сформувати урожайність 7,05 т/га, що на 6,2 % більше.

В проведених дослідженнях не встановлено прямого кореляційного зв'язку між довжиною стебла й урожайністю соломи можливо через порівняно слабшу реакцію першої ознаки на фактори вирощування. Аналізуючи трирічні дані встановлено достовірний вплив на неї норм висіву насіння, взаємодії умов років і попередників, норм висіву й передпосівної обробки насіння та взаємодії погодних умов років вирощування, підбору попередників та норм висіву насіння (табл. 5.2).

Найкращим за врожайністю соломи після пшениці озимої виявився варіант з використанням норми висіву насіння 2 млн./га та передпосівною обробкою насіння, що становило приріст майже 22 % порівняно з нормою висіву 1 млн./га без попередньої передпосівної обробки. Варіант з цією ж нормою після кукурудзи був практично однаковим з аналогічним після пшениці озимої – урожайність склала 6,24 т/га, але норма висіву 2 млн./га мала врожайність дещо меншу порівняно з таким же після пшениці – різниця становила 0,12 т/га. Застосування норми висіву насіння 2 млн./га після кукурудзи та передпосівна обробка насіння *Zinovii grand* (1 кг/т) дала змогу збільшити врожайність соломи на 20,4 %.

Урожайність соломи мала найменше значення в тому разі якщо за попередник були вони ж самі, однак таке зменшення було в межах помилки дослід, що говорить про можливість використовувати беззмінні посіви протягом 2–3 років вирощування. В цьому блоці дослід спостерігали також збільшення урожайності соломи на 1,32 т/га, що становило 21 %.

Наведені результати засвідчили про те, що норми висіву насіння були найголовнішим агротехнічним фактором, який істотно впливав на формування урожайності соломи. На цей показник діяли фактично всі фактори, які досліджувалися та майже всі їхні взаємодії. З точки зору виробництва, найголовніше встановити ключові фактори та взаємодії, частка впливу яких повинна перевищувати 10 %. Це суб'єктивна думка автора, яка ґрунтується на його власному виробничому досліді.

Таблиця 5.2

Вплив агротехнічних факторів на формування урожайності соломи
(2023–2025) – фактор *A*

Попередник (<i>B</i>)	Норма висіву насіння (<i>C</i>)	Передпосівна обробка (<i>D</i>)	Довжина стебла, см	Урожайність соломи, т/га
Пшениця озима	1,0 млн./га	Без обробки	201	6,25
		Zinovii grand (1 кг/т)	207	6,62
	2,0 млн./га	Без обробки	172	7,39
		Zinovii grand (1 кг/т)	170	7,63
Кукурудза	1,0 млн./га	Без обробки	203	6,24
		Zinovii grand (1 кг/т)	206	6,56
	2,0 млн./га	Без обробки	171	7,17
		Zinovii grand (1 кг/т)	172	7,51
Коноплі	1,0 млн./га	Без обробки	204	6,18
		Zinovii grand (1 кг/т)	207	6,50
	2,0 млн./га	Без обробки	170	6,61
		Zinovii grand (1 кг/т)	168	7,50
НІР ₀₅ <i>A</i>			-	0,1
НІР ₀₅ <i>B</i>			-	0,1
НІР ₀₅ <i>C</i>			2,0	0,1
НІР ₀₅ <i>D</i>			-	0,1
НІР ₀₅ <i>AB</i>			5,0	0,15
НІР ₀₅ <i>AC</i>			-	0,11
НІР ₀₅ <i>BC</i>			-	0,11
НІР ₀₅ <i>AD</i>			-	0,11
НІР ₀₅ <i>BD</i>			-	0,2
НІР ₀₅ <i>CD</i>			7,0	0,2
НІР ₀₅ <i>ABC</i>			3,0	0,2
НІР ₀₅ <i>ACD</i>			-	0,2
НІР ₀₅ <i>BCD</i>			-	0,3
НІР ₀₅ <i>ABCD</i>			-	0,4

Трирічний термін проведення досліджень не дає змоги створити надійну базу даних з точки зору аналізу погодних показників, однак значною мірою сприяє узагальненню і встановленню закономірностей впливу на процеси формування урожайності агротехнічних чинників, які систематично апробуються виробництвом.

Також думкою автора є те, що визначення ключових факторів, які мають стабільний вплив на формування урожайності соломи протягом багаторічних досліджень, потрібно поєднувати з детальним аналізом умов, які складаються кожного року. При цьому обов'язково потрібно враховувати екстремальні прояви погодних факторів, створювати бази багаторічних даних та прогностичні моделі врожайності.

Оскільки норми висіву та умови років, у які проводилися дослідження, були головними факторами була створена прогностична модель формування урожайності залежно від цих факторів у наступні роки (рис. 5.8).

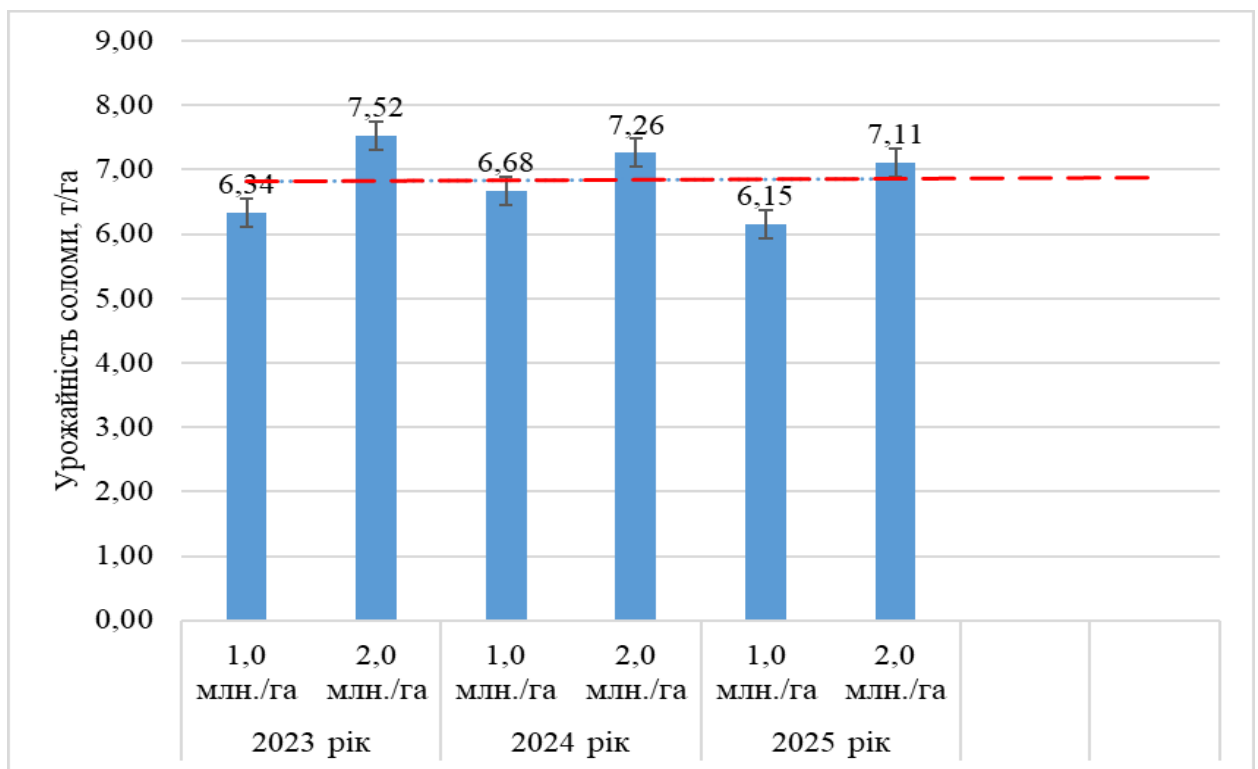


Рис. 5.8. Урожайність соломи залежно від умов років вирощування та норм висіву

Відповідно до отриманих результатів експерименту застосування норм висіву насіння 2 млн./га дало змогу збільшити врожайність соломи майже на

14 % за три роки досліджень. Найбільшу прибавку врожайності було отримано у 2023 році – майже 19 %.

Враховуючи погодні умови, які домінують зараз в Україні можна прогнозувати, що врожайність соломи, як первинної сировини для переробки на текстиль чи на енергетичні цілі, може перетинати межу в 7,5 т/га за рахунок використання норм висіву, передпосівної обробки насіння та підбору попередника. Очевидно, що в умовах зони нестійкого зволоження як попередник краще використовувати пшеницю озиму. Потребує детальніших досліджень застосування норм і видів гумінових препаратів для передпосівної обробки насіння, а також уточнення і коригування норми висіву насіння.

5.3. Урожайність насіння залежно від попередників та норм висіву

Для багатьох сільськогосподарських культур маса 1000 зерен є одним з маркерів зернової чи насінневої продуктивності. Для конопель посівних цей показник має також важливе значення, хоча й урожайність не завжди має надійні коефіцієнти кореляції. Так у 2023 році між масою 1000 зерен і урожайністю насіння коефіцієнт кореляції становив 0,47, у 2024 році він був неістотним, а в останній рік виконання програми досліджень знову спостерігався середній прямий зв'язок $r = 0,43$. Очевидно, такій зміні коефіцієнта кореляції посприяло передчасне дозрівання і осипання насіння на пні у другому році досліджень.

Маса 1000 насінин мала також кореляцію з урожайністю соломи. Аналіз трирічних даних дозволив встановити, що за такий період не існувало статистично істотного зв'язку з урожайністю соломи, хоча роки досліджень цей зв'язок таки прослідковувався. Як змінювалася матриця кореляційних зв'язків залежно від умов років можна побачити на рис. 5.9.

У 2024 році показник маси 1000 зерен мав істотний кореляційний зв'язок з усіма досліджуваними показниками за винятком польової схожості насіння. Це природньо, адже після моменту сходів рослини перебувають під дією багатьох факторів та взаємодій, які власне, й формують результативні

ознаки. Особливістю 2023 року була пряма кореляція між показником маси 1000 зерен та кількістю бур'янів на одиницю площі ($r = 0,42$), що пояснюється ефективним регулюванням сегетальної рослинності за допомогою хімічного захисту. В такому випадку усі компоненти агроценозу мають можливість розвиватися до певної міри без виникнення конкуренції між самими собою.



Рис. 5.9. Кореляційні плянди маси 1000 зерен залежно від умов років вирощування

Маса 1000 насінин також мала зворотну кореляцію з довжиною стебла ($r = 0,40$). Така залежність може стати певною проблемою для вирощування конопель подвійного напрямку використання – на насіння і для отримання волоконної сировини, про що вже зазначалося й раніше. Як показує кореляційний аналіз цих залежностей у наступні роки то в 2024 цей зв'язок трансформувався у прямий ($r = 0,47$), але в 2025 році він знову повернувся до

значень першого року досліджень, формуючи таким чином тенденцію оберненої залежності між масою 1000 і урожайністю соломи.

Результати 2023 року також показали істотну кореляційну залежність між масою 1000 насінин та важливими показниками урожайності й якості первинної сировини – урожайністю насіння ($r = 0,43 \dots 0,47$), вмістом білка в ньому ($r = 0,34$) та вмістом олії ($r = 0,46$ і $-0,27$ – за результатами трирічних досліджень). Така поведінка кореляційних зв'язків і, особливо, їхня система протягом періоду досліджень вказує на актуальність продовження даних досліджень і створення нових науково-дослідних програм. Завданнями останніх повинні стати створення масштабної бази даних, яку можна було б використати для побудови моделей урожайності, які б, у кінцевому результаті, допомогли створити ефективні стратегії управління продуктивності агроценозів конопель.

У 2023 році маса 1000 насінин залежала від трьох основних факторів – підбору попередника, норми висіву та передпосівної обробки насіння. При цьому основний вплив мала норма висіву насіння та передпосівна обробка насіння – 32 і 30 % відповідно. Важливу роль відгравав підбір попередника – 24 % (рис. 5.10). В цьому році взаємодій факторів не спостерігалось.

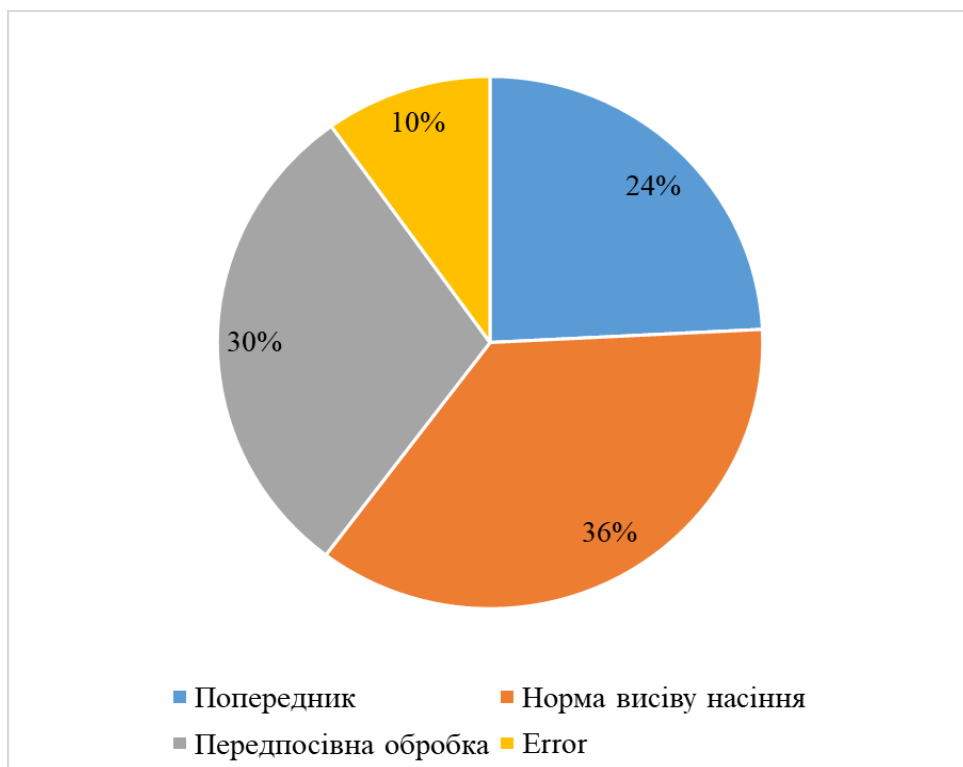


Рис. 5.10. Частка факторів у формуванні маси 1000 насінин

У 2024 році свій вплив був збережений лише фактором підбору попередника і який становив майже третину частки – 30 %. Фактор передпосівної обробки насіння займав частку впливу, яка визначалася 19 %. Всю решту впливу займали взаємодії факторів – попередника та норми висіву насіння (35 %) і попередника та передпосівної обробки насіння – 8 %. А в 2025 році основну роль у формування маси 1000 насінин відіграв фактор попередника, який становив 68 % та передпосівної обробки насіння – 15 %. Основними взаємодіями факторів були взаємодії попередників і норм висіву, які становили близько 7 %, а на частку впливу інших факторів прийшлося близько 8 %.

У багатофакторному дисперсійному комплексі було встановлено різноманітність величини впливу кожного фактора та їхніх взаємодій. Фактори норми висіву насіння й передпосівної обробки насіння мали найбільший вирішальний вплив на формування маси 1000 насінин – 20 і 17 % відповідно (рис. 5.11). Другою істотною величиною став фактор дії умов років вирощування – 16 %. Серед взаємодій факторів найбільшу частку впливу мали умови років та норми висіву насіння та попередник і норма висіву насіння.

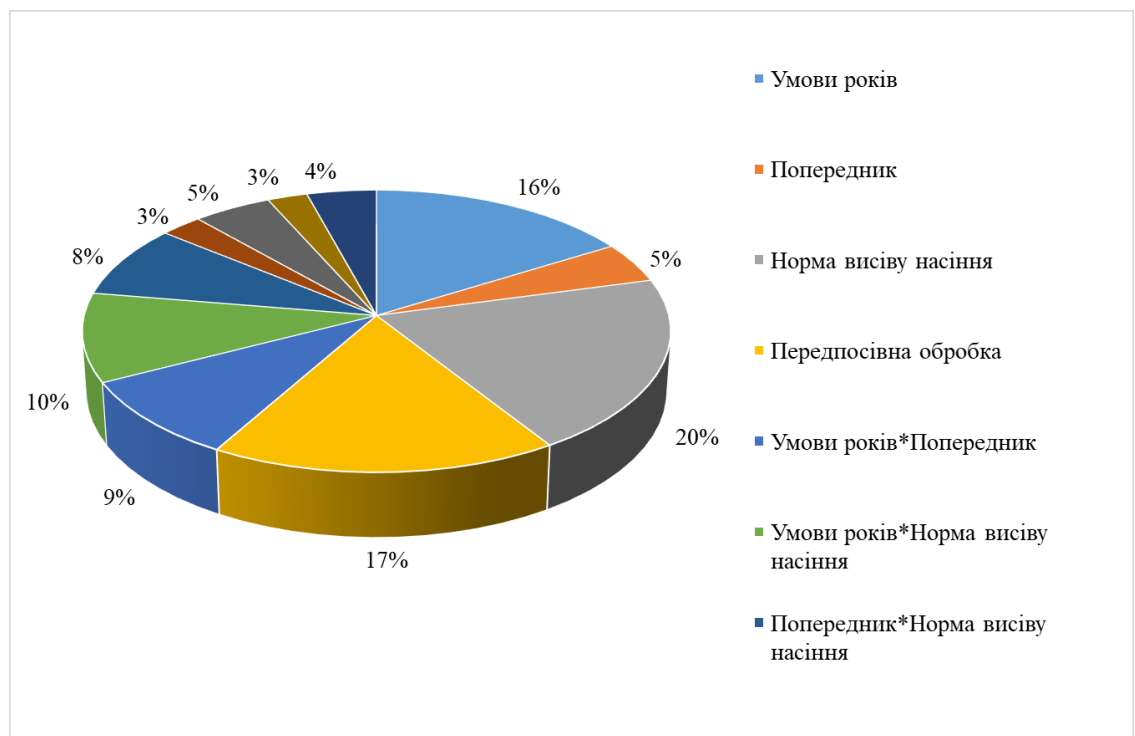


Рис. 5.11. Частка впливу регульованих факторів та їхніх взаємодій на формування маси 1000 насінин конопель

Конфігурація кореляційних плеяд урожайності насіння показує, що ця система взаємозв'язків також дуже мінлива і залежить від умов років вирощування (рис. 5.12). Так, наприклад, у 2023 році урожайність насіння мала істотний кореляційний зв'язок з п'ятьма ознаками – забур'яненістю посівів за умови їхнього контролю, довжиною стебла, масою 1000 насінин та позитивно корелювала з вмістом білка. Спостерігалася зворотна кореляція з урожайністю соломи, яка зберіглася і за результатами аналізу всіх років досліджень. Слід звернути увагу на те, що протягом всього періоду досліджень спостерігалася тенденція оберненого кореляційного зв'язку між цими двома ознаками.



Рис. 5.12. Кореляційні плеяди урожайності насіння за роками досліджень

Результати аналізу впливу факторів вирощування також продемонстрували різноманітність впливу залежно від умов вирощування. у 2023 році найбільший вплив зафіксований в результаті використання норм висіву насіння – 50 %, передпосівна обробка насіння мала частку впливу 31 %, а попередник – 13 %. У 2024 році перелік факторів і їхніх взаємодій дещо змінився. Найбільшу роль відіграв попередник, частка якого становила 50 %, фактор передпосівної обробки насіння впливав на 15 %, а взаємодія норм висіву і передпосівної обробки насіння становила 22 %. У 2025 році найбільший вплив на формування врожайності мали норма висіву насіння – 65 %, попередник – 12 % та взаємодія норми висіву насіння з його передпосівною обробкою. Таким чином, частка впливу регульованих факторів складала до 94 % в багатфакторному дисперсійному комплексі, який аналізувався щорічно.

Однак, в багаторічному дисперсійному комплексі, частка впливу нерегульованих факторів, які виникали протягом років, досягала 22 %. Найбільшим регульованим фактором, який впливав на формування врожайності насіння була норма висіву – 30 %. Передпосівна обробка насіння впливала на формування на 11 %. Сумарний вплив взаємодій агротехнічних факторів становив 37 % (рис. 5.13).

Таким чином, загальну частку впливу агротехнічних факторів можна вважати на рівні 49 %, а враховуючи взаємодії умов років вирощування з іншими факторами – попередниками то й 60 % та більше. Однак такий підрахунок є дуже умовним. Слід зазначити, що вплив нерегульованих факторів середовища вирощування, до яких, в першу чергу, відносяться погодні умови, може бути і, як правило є, значно більшим.

Погодні умови відносяться до непередбачуваних чинників, дію яких потрібно, але дуже важко, пом'якшити застосуванням агротехнічних прийомів. У зв'язку з цим постає питання точності прогнозів метеорологічних факторів з метою своєчасного застосування засобів чи препаратів, які б дозволили пом'якшити негативну дію. Фактично, для стабільних врожаїв потрібно мати операційну карту вирощування до конкретної погодної ситуації.



Рис. 5.13. Формування урожайності насіння залежно від факторів вирощування

Урожайність насіння виявилася дещо меншою на нормі висіву 2 млн./га (рис. 5.14). Так у 2023 році таке зниження було становило 0,04 т/га, а в 2025 році – 0,06 т/га. Лише у 2024 році урожайність насіння в середньому була однаковою. Очевидно, що інтенсивність осипання насіння вплинула на показник врожайності однаково.

Внаслідок несприятливих умов вирощування зменшення врожайності для норми в 1 млн. насінин в 2024 році становило 0,39 т/га, а для другої норми – 0,35 т/га, що відповідно становило 46 і 43 %. В цілому можна зробити висновок про те, що в умовах нестійкого зволоження доцільно використовувати норми менші від загально рекомендованих, які становлять 2 млн./га. Оскільки насіння є досить дорогим матеріалом то це матиме ще досить відчутний економічний ефект.

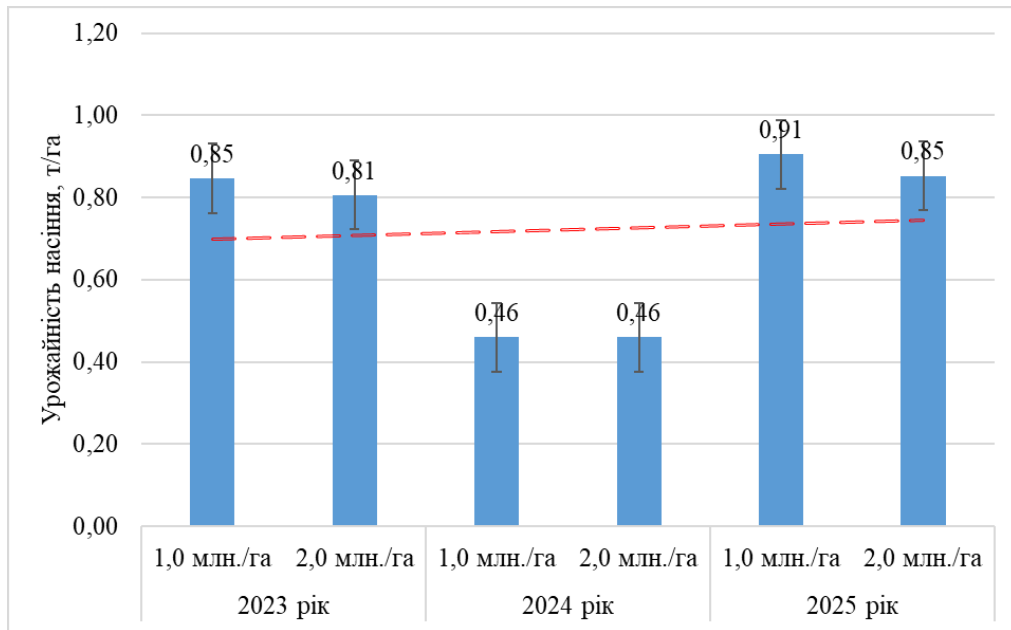


Рис. 5.14. Залежність урожайності насіння від норм висіву

Зафіксоване також деяке зменшення урожайності в результаті підбору попередника (рис. 5.15). Так у 2023 році воно становило 0,01 т/га на варіантах, де попередником була кукурудза порівняно з варіантами, розміщеними після пшениці озимої й на 0,03 т/га – в беззмінних посівах. Винятком стали умови 2024 року, що як зазначалося, був несприятливим внаслідок передчасного досягання посівів культури.

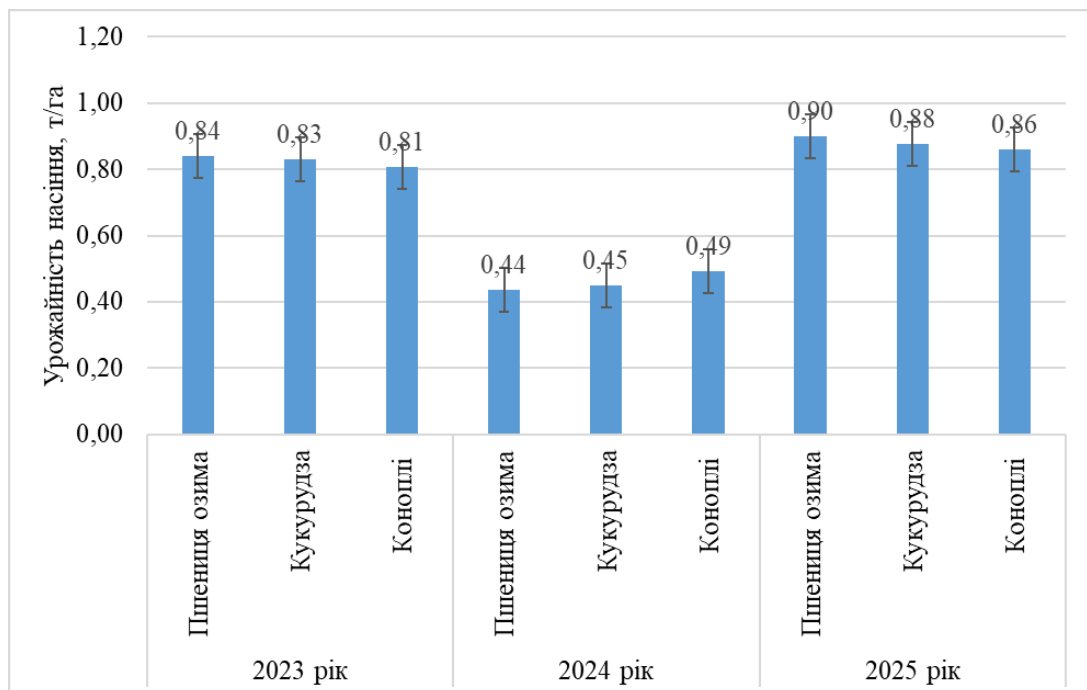


Рис. 5.15. Залежність урожайності насіння від підбору попередника

Детальні дослідження дали змогу встановити фіксовані величини зменшення врожайності й виявити, таким чином, загальну закономірність

поведінки урожайності насіння залежно від застосування агротехнічних факторів. Однак, як уже зазначалося раніше, для виробництва такі зміни врожайності є не надто такими, що заслуговують на увагу. З цієї точки зору, в цілому за три роки досліджень, урожайність насіння варіювала досить слабо (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Вплив агротехнічних факторів на формування урожайності насіння
(2023–2025 рр.)

Попередник	Норма висіву насіння	Передпосівна обробка	Маса 1000 насінин, г	Урожайність насіння, т/га
Пшениця озима	1,0 млн./га	Без обробки	18,02	0,73
		Zinovii grand (1 кг/т)	18,52	0,75
	2,0 млн./га	Без обробки	17,62	0,71
		Zinovii grand (1 кг/т)	17,83	0,71
Кукурудза	1,0 млн./га	Без обробки	17,60	0,72
		Zinovii grand (1 кг/т)	18,00	0,75
	2,0 млн./га	Без обробки	17,84	0,70
		Zinovii grand (1 кг/т)	17,91	0,70
Коноплі	1,0 млн./га	Без обробки	17,87	0,71
		Zinovii grand (1 кг/т)	18,06	0,77
	2,0 млн./га	Без обробки	17,43	0,70
		Zinovii grand (1 кг/т)	17,69	0,70
НІР ₀₅ А			0,12	0,1
НІР ₀₅ В			0,13	-
НІР ₀₅ С			0,1	0,1
НІР ₀₅ D			0,1	0,1
НІР ₀₅ АВ			0,22	0,2
НІР ₀₅ АС			0,18	0,2
НІР ₀₅ ВС			0,19	-
НІР ₀₅ АД			0,31	0,1
НІР ₀₅ BD			-	0,1

Найбільша врожайність насіння спостерігалася на варіантах з нормою висіву насіння 1 млн./га з застосуванням передпосівної обробки препаратом Zinovii grand (1 кг/т). Зменшення врожайності на варіантах з попередником пшениця озима було на рівні 0,04 т/га, на варіантах з попередником кукурудзою – 0,05 т/га, а в беззмінних посівах воно досягало 0,07 т/га.

З виробничої точки зору така варіація урожайності не є достатньо істотною. Очевидно, що дослідження з оптимізації технології вирощування конопель посівних потрібно продовжувати, враховуючи дані проведених експериментів. Зокрема потрібно дослідити норми висіву насіння в діапазоні 0,8–1,5 млн./га, норми застосування гумінових препаратів для передпосівної обробки насіння вище 1 кг/т тощо. Як показують результати експериментів, коноплі посівні є невибагливою до попередників культурою, але раціональним було б дослідити їхню реакцію на попередники, які є типовими й спеціалізованими для кожного регіону окремо – наприклад, соняшнику, сої чи ріпаку озимого.

Не зважаючи на це, вважаємо за доцільне навести модель формування врожайності насіння, яка була створена за результатами статистичної обробки результатів експерименту:

$$Y = 0,71 + 0,03x_1 - 0,13x_2, \text{ де:}$$

Y – урожайність насіння, т/га;

x_1 – польова схожість насіння, %;

x_2 – урожайність соломи, т/га.

Враховуючи мінливість кореляційних зв'язків, необхідно зазначити, що така модель повинна доповнюватися й модернізуватися з часом за рахунок збору даних, включення додаткових показників. Також необхідно зазначити, що математичні моделі, отримані за допомогою дисперсійного аналізу, дають результат, який може описувати результативну ознаку як таку, що на 90 % знаходиться під впливом регульованих факторів. Насправді ж такі результати отримані за короткий проміжок часу. Збільшення кількості даних повинне призвести до уточнення таких моделей.

Така ж сама ситуація відбудеться і з регресійними моделями. Втім, на думку автора, точність математичної моделі поняття дуже відносна. Очевидно, в неї потрібно включати дію екстремальних факторів. І якщо деякі з них передбачити дуже важко чи неможливо, потрібно враховувати не лише пікові чи середні значення, а також тривалість дії цих факторів – температур, близьких до критичних для культури тощо [207].

Висновки до розділу 5

1. Застосування стимуляторів росту для передпосівної обробки насіння дало змогу збільшити польову схожість насіння на 4 % порівняно з варіантами, де такої обробки не застосовували, що говорить про доцільність використання препаратів гумінових речовин.

2. Встановлено, що використання норм висіву 2 млн./га насіння конопель посівних майже вдвічі зменшує кількість бур'янів у посівах через кращу стійкість культурних рослин до сегетальної рослинності. Кількість бур'янів істотно залежала від попередника – після кукурудзи вона на 14 % була меншою порівняно з попередниками пшеницею озимою та коноплями посівними. Частка впливу норм висіву на загальну кількість бур'янів серед інших факторів становила 53 %.

3. Для формування урожайності соломи найважливішими агротехнічними факторами є норми висіву насіння, підбір попередника й передпосівна обробка насіння стимуляторами росту, частка впливу яких складала відповідно 31–40, 10 і 6 %, доповнюючи вплив регульованих факторів їхніми взаємодіями. Для розробки технологій вирощування сортів конопель подвійного призначення потрібно враховувати обернену залежність між урожайністю соломи й насіння, яка може досягати значень $r = -0,49$.

4. Найефективнішим методом управління врожайністю соломи були норми висіву. Використання норми висіву насіння 2 млн./га сприяло кращій конкуренції рослин конопель посівних та збільшило врожайність соломи на 20–24 % на варіантах з передпосівною обробкою насіння Zinovii grand (1 кг/т).

5. Не зважаючи на значний вплив погодних умов років вирощування та інших факторів на формування врожайності конопель посівних, який становив близько 27 %, агротехнічними факторами можна контролювати урожайність й управляти нею з ефективністю 94 % в умовах конкретного року. Головною перешкодою для досягнення такого рівня ефективності управління продукційними процесами є непередбачуваність погодних факторів.

6. Найбільші показники врожайності були досягнуті на варіантах з нормами висіву 1,0 млн./га та з використанням передпосівної обробки насіння стимулятором росту *Zinovii grand* (1 кг/т). В результаті цього середнє значення врожайності насіння конопель досягали 0,75–0,77 т/га. Результати досліджень показують сильний вплив умов вирощування на структуру кореляційних зв'язків між показниками продуктивності й якості насіння.

Публікації до розділу: 206

РОЗДІЛ 6

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ НАСІННЯ

6.1. Особливості впливу удобрення та застосування стимуляторів на формування вмісту олії

Аналіз впливу агротехнічних факторів на вміст олії в насінні конопель потребує дуже високої точності, оскільки ця ознака, за результатами досліджень мала дуже малі інтервали варіювання. Тому виявлення ефектів впливу, їхніх взаємодій представляє певну складність і потребує точності вимірювань.

За результатами дисперсійного аналізу трирічних даних встановлено, що головним фактором, який має найбільший вплив на вміст олії було удобрення (рис. 6.1). Якщо включити у факторний аналіз дисперсію вмісту олії за роками, то комплекс умов вирощування має частку впливу значно більшу 90 %. Тому головним завданням управління формуванням якості насіння за цим показником є розробка прийомів, які б давали змогу чітко застосовувати агротехнічні фактори для стабільності чи, краще, збільшення вмісту олії.

Другим за величиною впливу виявився фактор взаємодії погодних факторів умов вирощування та удобрення. Решта поєднань дії факторів мала статистично істотний, але, з виробничої точки зору, незначний вплив. Порівняно з цими взаємодіями найбільшим виявився фактор передпосівної обробки насіння. Таким чином, цей прийом може бути використаний для одночасного збільшення врожайності насіння та вмісту олії в ньому.

Вплив умов вирощування за роками потребує уточнення дії конкретних факторів. Це впливає з того, що в 2023 році частка фактору удобрення становила 44 %, а передпосівної обробки насіння стимуляторами росту – 52 %. У 2024 році частка впливу удобрення склала 81 %, а частка впливу передпосівної обробки насіння скоротилася до 17 %. У 2025 році частка

впливу добрива зростає до 91 %, що говорить про необхідність підбору добрива залежно від агрохімічних властивостей ґрунтів.

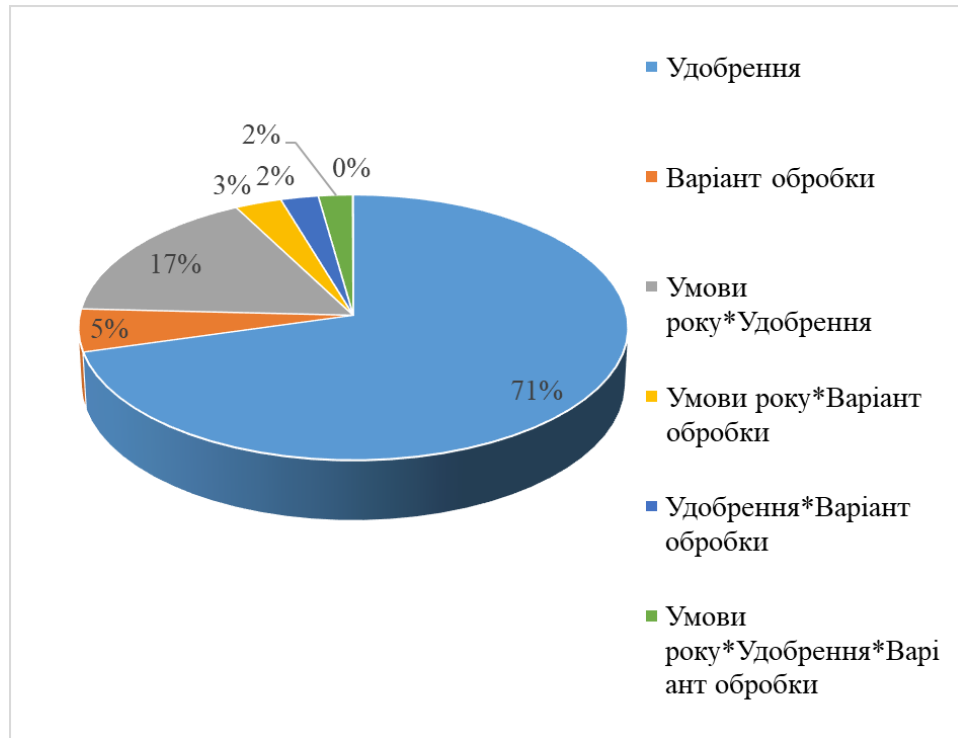


Рис. 6.1. Вплив факторів вирощування на вміст олії в насінні (2023–2025 рр.)

В цьому аспекті слід відзначити поведінку системи взаємозв'язків між господарсько-цінними ознаками, якщо фокусом вибрати вміст олії в насінні. Кореляції походили себе кожного року по-своєму (рис. 6.2). Так у 2023–2024 рр. спостерігалася система прямих кореляційних зв'язків між урожайними показниками та висотою рослин в період збирання і тривалістю періоду до настання біологічної стиглості. У наступному – зберігся лише один кореляційний зв'язок з усієї системи – періодом біологічної стиглості. Це вплинуло й на загальний результат, який був отриманий за весь період досліджень. Характерною особливістю системи взаємозв'язків вмісту олії з іншими показниками виявилася висока ймовірність сильної прямої кореляції з урожайністю соломи й насіння, висотою рослин та періодом досягання ($r = 0,73–0,85$)

На відміну від показників урожайності, в даному досліді вдалося встановити постійний зв'язок ознак незалежно від умов вирощування. Вплив періоду тривалості досягання можна пояснити, на думку автора, тим, що

вміст має накопичувальну закономірність і чим довше вегетують рослини тим більшу кількість олії, а можливо, й кращі показники інших параметрів якості, вони забезпечать.

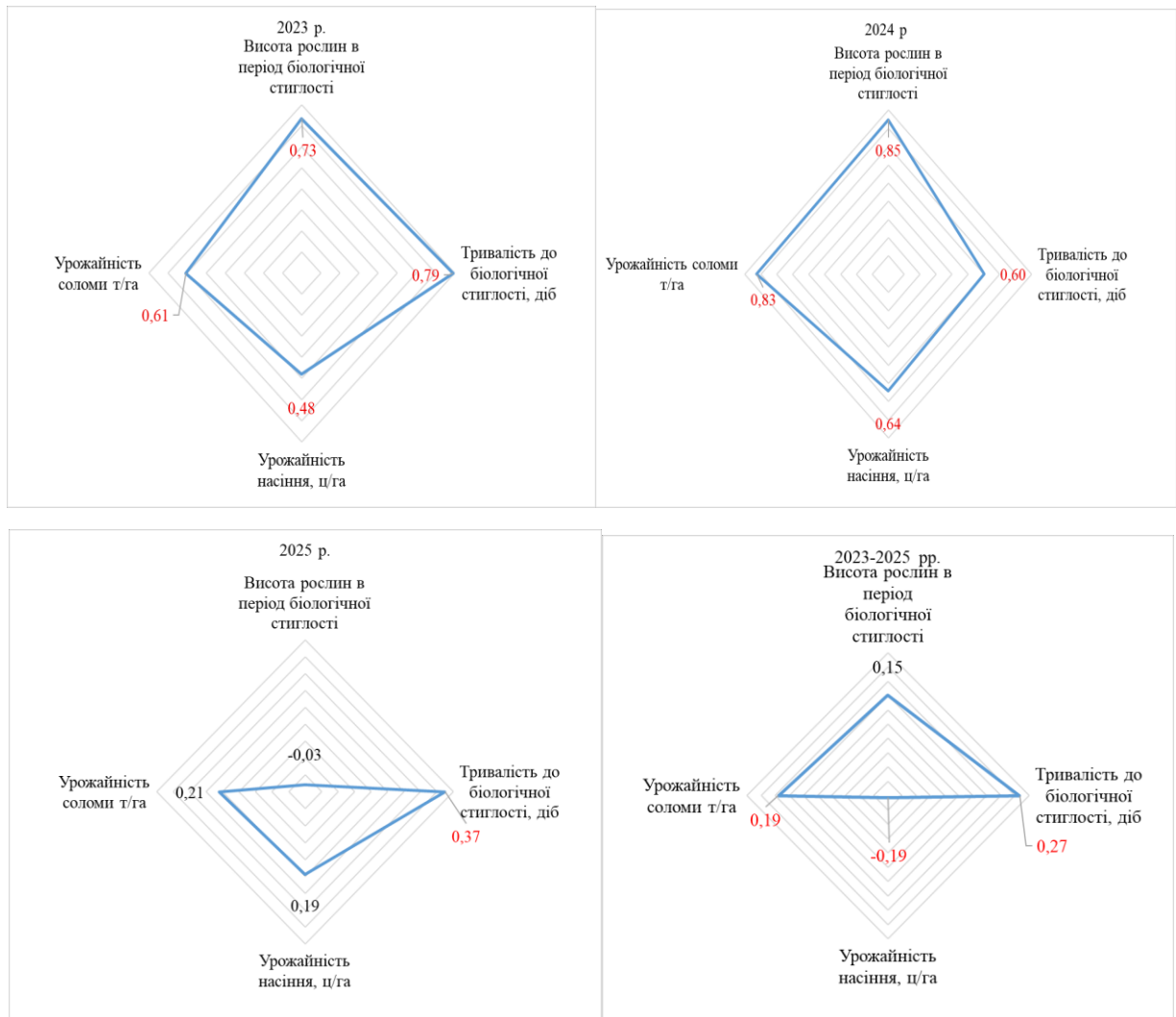


Рис. 6.2. Кореляційні плеяди вмісту олії залежно від впливу господарсько-цінних ознак

Показники якості насіння у багатьох сільськогосподарських культурах можуть знаходитися у системі взаємно обмежуючих зв'язків, що може створювати проблеми для отримання потрібної кількості з одночасним дотриманням необхідних показників якості. В зв'язку з цим була здійснена спроба створити математичні моделі формування якості вмісту олії та білка в насінні конопель.

Множинний регресійний аналіз продемонстрував, що за умов нестійкого зволоження вміст олії в насінні перебував у прямій залежності

цього показника від урожайності соломи й насіння. Отже, в даних умовах можливе застосування шляхів подальшого збільшення врожайності насіння й соломи з подальшим зростанням вмісту олії (рис. 6.3).

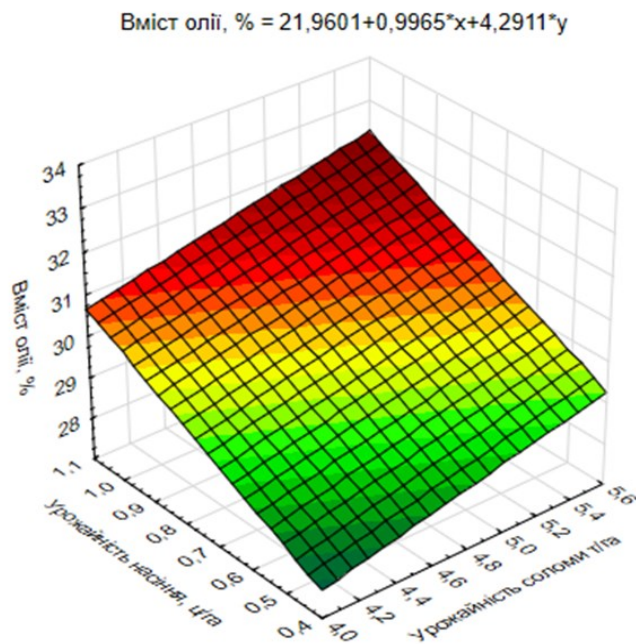


Рис. 6.3. *Графік множинної регресії урожайності соломи, насіння та вмісту олії*

І застосування добрив, і використання передпосівної обробки насіння стимуляторами виявилися ефективними прийомами управління накопиченням вмісту олії в досліді з добривами й стимуляторами росту. Найменший вміст олії фіксували на контрольних варіантах, де стимуляторів росту не використовували. За період 2023–2025 рр. вміст олії в разі використання Екопланту був на 0,6 % більшим порівняно з використанням Поліфоски 8:24:24:9S (рис. 6.4).

Застосування для передпосівної обробки насіння Гуміфілду в нормі 0,2 кг/т та інших двох стимуляторів росту нормою 1 кг/т не сприяло статистично достовірному зростанню вмісту олії. Ефект від стимуляторів почав спостерігатися лише в разі їхнього комплексного застосування – також для позакореневого внесення. Однак, таке прослідковувалося лише в разі використання Zinovii grand і 1R Seed treatment в нормах використання по 2

кг/га. Так на варіантах, удобрених Поліфоскою 8:24:24:9S таке збільшення, порівняно з контролем, становило 0,5 %, а на варіантах з Екоплантом – воно було неістотним з виробничої точки зору.

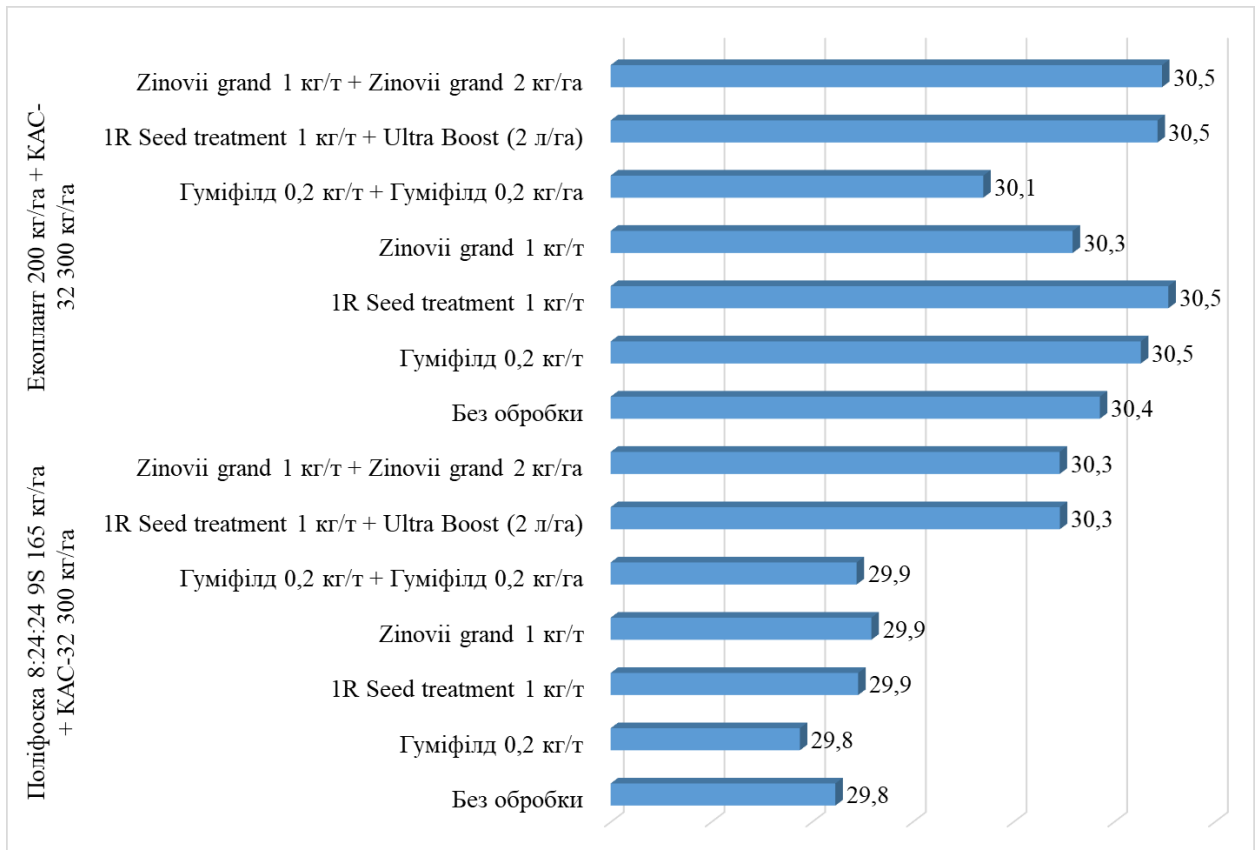


Рис. 6.4. Вміст олії в насінні конопель залежно від удобрення і застосування стимуляторів росту

Таким чином, застосування стимуляторів росту було відчутнішим на варіантах дослідів, які були удобрені Поліфоскою 8:24:24:9S. З цього можна припустити, що для удобрення конопель посівних потрібно підбирати добрива відповідно до агрохімічних характеристик ґрунтів, а для поліпшення живлення рослин є раціональним використання стимуляторів росту на основі гумінових речовин для передпосівної обробки насіння та позакореневого внесення. Результати досліджень дозволяють також зробити припущення щодо більшої ефективності позакореневого використання стимуляторів у нормах близько 2 кг/га, що дає статистично достовірний ефект.

Разом з тим слід зазначити, що науковий результат може бути не завжди переконливим для виробництва, яке очікує значних приростів урожайності. Це – одна з причин слабого використання препаратів, які стимулюють ріст і розвиток рослин, формуючи більшу врожайність.

6.2. Вплив попередників, норм висіву насіння та передпосівної обробки насіння на формування олії й білка

Дослідження впливу попередників, норм висіву насіння та передпосівної обробки насіння на формування олійності насіння показали, що головним фактором, який вплинув на цю ознаку за трирічний період виявилася передпосівна обробка насіння (рис. 6.5). Цілком можливо, що такий результат з'явився внаслідок кращого розвитку рослин на початкових етапах вегетації, однак цей ефект потребує детальнішого дослідження, що виявилось організаційно важким в умовах проведення виробничих дослідів. Зокрема слід було звернути увагу на формування й інтенсивність розвитку кореневої системи.

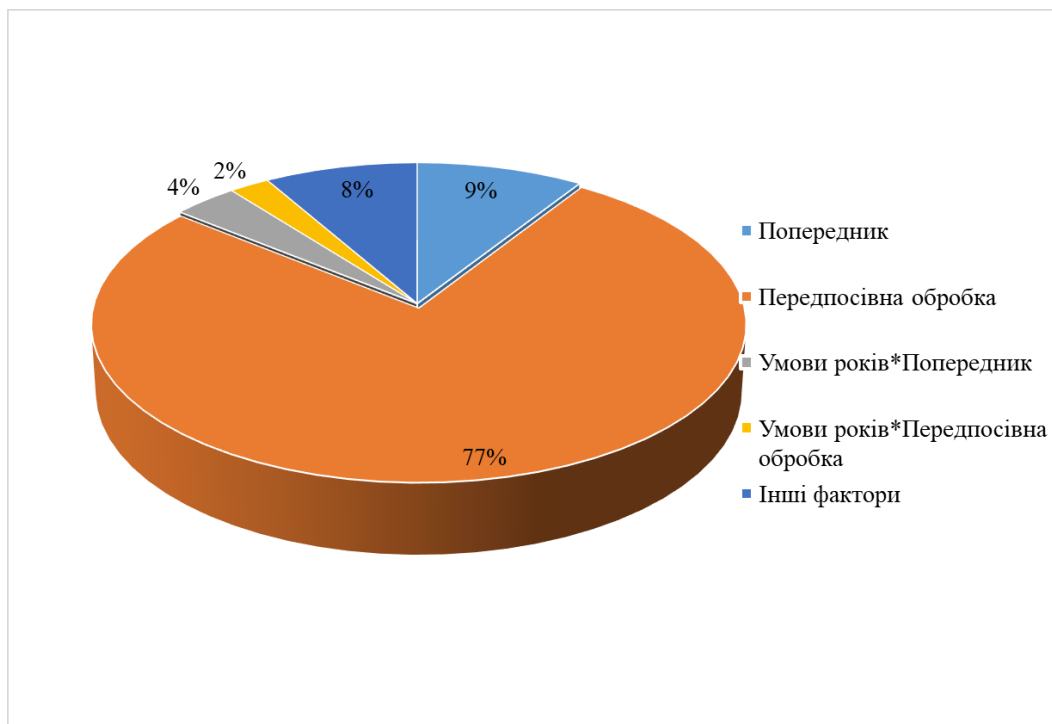


Рис. 6.5. Частка впливу факторів вирощування на формування вмісту олії

Частка впливу інших, не встановлених факторів, становила 8 %. При цьому слід зазначити, що з багатофакторного дослідження був прибраний комплексний фактор впливу умов середовища, у якому проводився експеримент. В разі його включення в дисперсійний аналіз умови років проявляли визначальний вплив. З виробничої точки хору на показник вмісту олії це не впливало, однак для розробки ефективних еколого-економічних технологій, як і для інших господарсько-цінних показників, цей фактор необхідно ретельно вивчити й виокремити його складові, які є справжньою причиною впливу.

Приблизно такою ж була дія цих факторів і в 2023-2024 рр. – вплив передпосівної обробки насіння становив 71 %, а фактор підбору попередника мав частку 19 %. Статистично достовірною була й взаємодія цих факторів, хоча вона становила лише 4 %. У 2025 році частка впливу передпосівної обробки насіння досягала 83 %, а підбір попередника взагалі не впливав на формування олійності насіння.

Норми висіву насіння не мали практичного впливу на формування вмісту олії (рис. 6.6). У 2023 і 2024 роках на варіантах із використанням норми висіву 2 млн./га спостерігалось певне зменшення вмісту олії, однак в перший рік досліджень воно становило 0,21 %, а наступному році – 0,17 %, що не мало якогось господарського чи економічного значення. У 2025 році відсутності, у економічному сенсі, зміни вмісту олії не відбулося також, хоча слід відмітити, що в цьому випадку зафіксовано певне збільшення вмісту олії на 0,16 %. Таким чином необхідно звернути увагу, що в разі використання для виробництва на харчові цілі сорту Глесія для конкретних умов, збільшення норм висіву мало впливатиме на вміст олії тому доцільно звертати увагу на інші прояви господарсько-цінних ознак у конкретних умовах вирощування.

Відсутність впливу норм висіву на формування вмісту олії в даному досліді не обґрунтовує такі ж закономірності чи ефекти в разі використання інших сортів. Сортіві особливості мають значний вплив на комплекс

показників, а тому потрібно досліджувати якомога більше сортів конопель з метою створення сортової адаптивної технології вирощування.

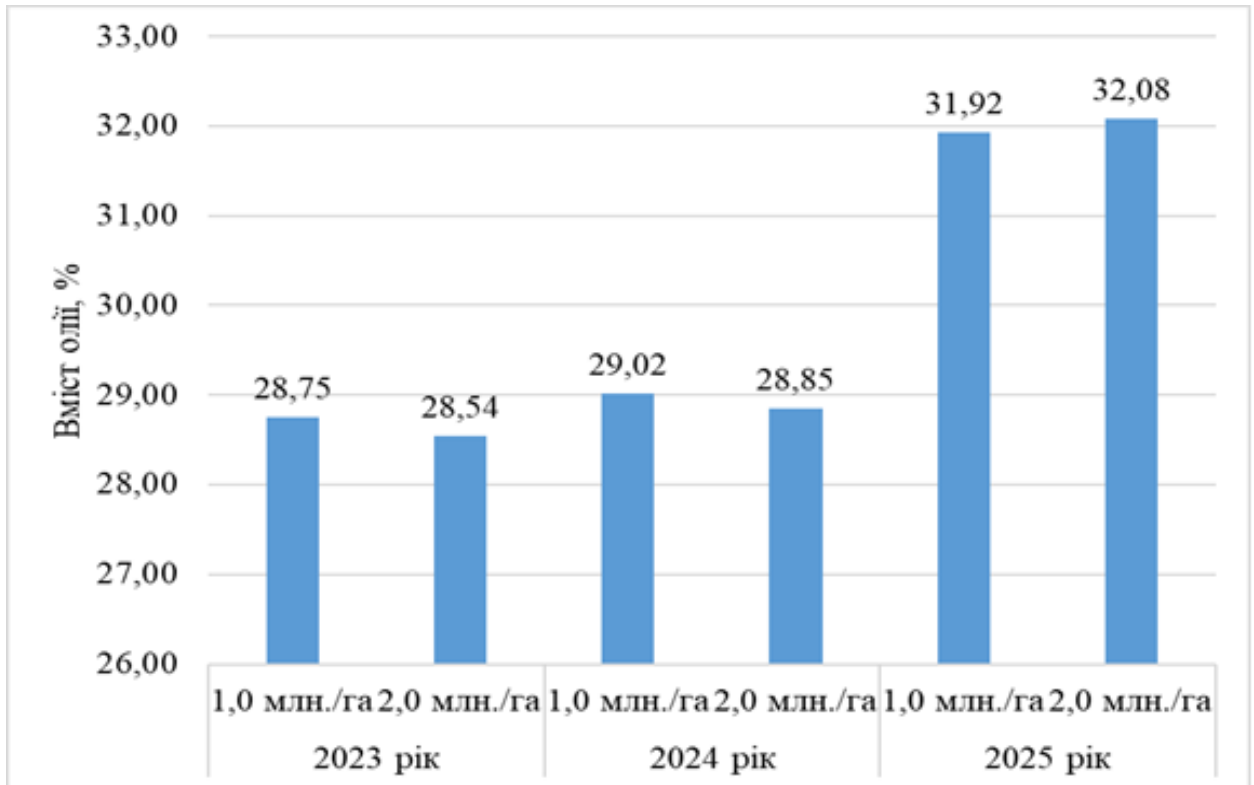


Рис. 6.6. Залежність вмісту олії від норм висіву насіння

Попередники мали значно відчутніший вплив на формування вмісту олії й за результатами всіх років досліджень найвищий вміст олії формувався в разі повторних посівів конопель (рис. 6.7). Що стосується як попередників пшениці озимої та кукурудзи то якоїсь чіткої закономірності в дослідженнях виявлено не було. Так у 2023 році вміст олії в насінні варіантів, розміщених після пшениці був на 0,2 % більшим порівняно з кукурудзою, що було в межах статистичної помилки, а в 2024 році на попереднику кукурудзі було сформовано вміст олії на 0,34 % більший. У 2025 році істотної, в економічному плані, різниці не встановлено – вміст олії був фактично однаковим.

В цілому слід зазначити, що вміст олії в насінні конопель виявився ознакою, яка характеризується незначною мінливістю, принаймні в випадку використання сорту Глесія. Цілком можливо, що, напевне, існують у виробництві сорти, які мають значно ширшу норму реакції цього показника

на фактори попередника, норми висіву чи передпосівної обробки. Це говорить про необхідність розширення досліджень і формування кластерів сортів з однаковою нормою реакції в середині таких груп.

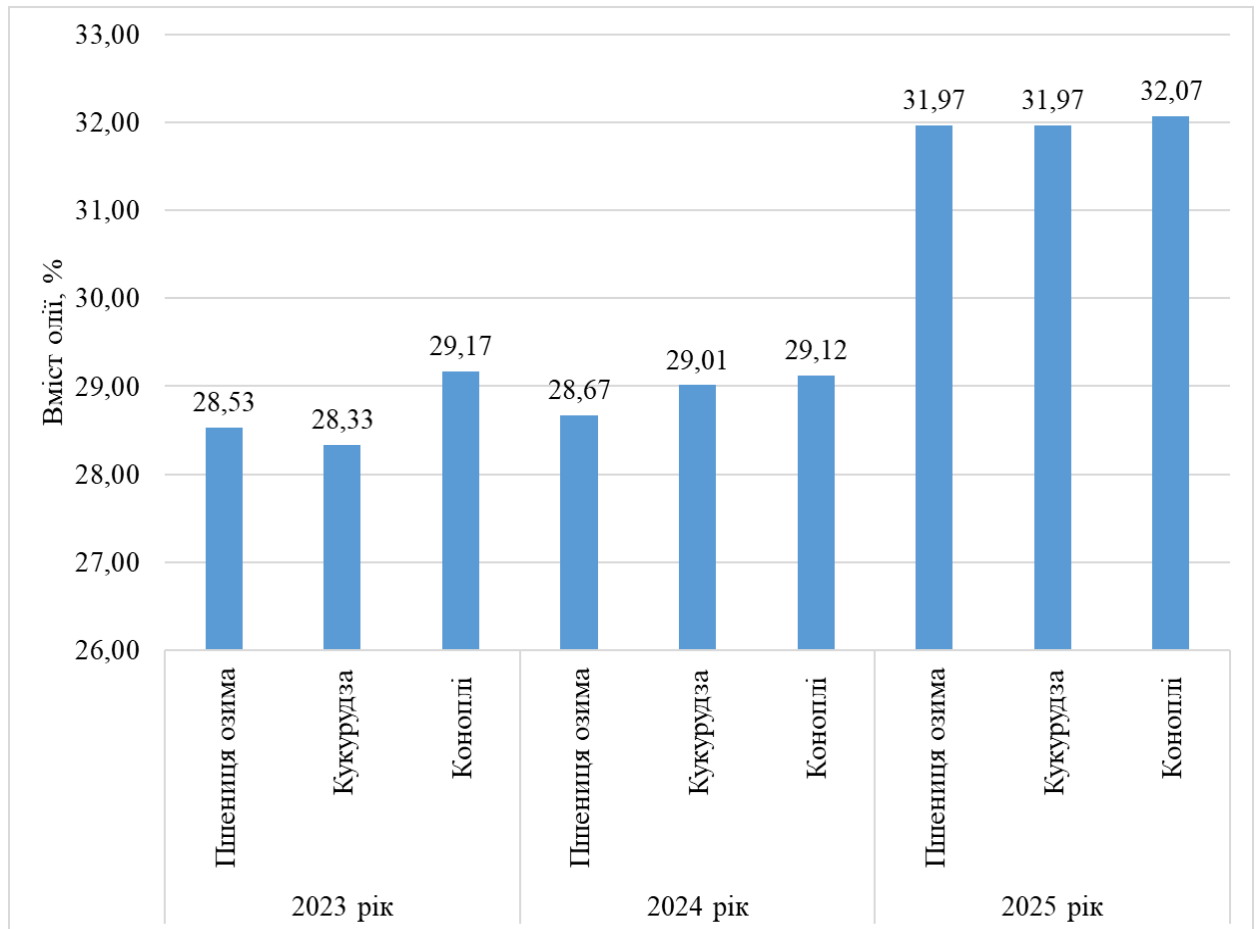


Рис. 6.7. Вміст олії в насінні залежно від попередників

Вміст білка диференціювався значно більше порівняно з попереднім показником, хоча якоїсь закономірності встановити в ході досліджень не вдалося. Не зважаючи на те, що ця ознака знаходилася під дією набагато більшого переліку факторів і їхніх взаємодій, у 2023 році кращі показники білковості насіння були отримані в разі використання норми висіву насіння 1 млн./га – різниця між ними становила 0,24 % (рис. 6.8).

У наступному році досліджень ситуація змінилася – кращий показник отримали на варіантах з нормою висіву 2 млн./га – на 0,33 %. А в останній рік проведення експерименту на всіх варіантах було отримано однаковий середній результат. Таким чином, вміст білка в насінні є ознакою, яка порівняно слабо реагує на застосування агротехнічних заходів.

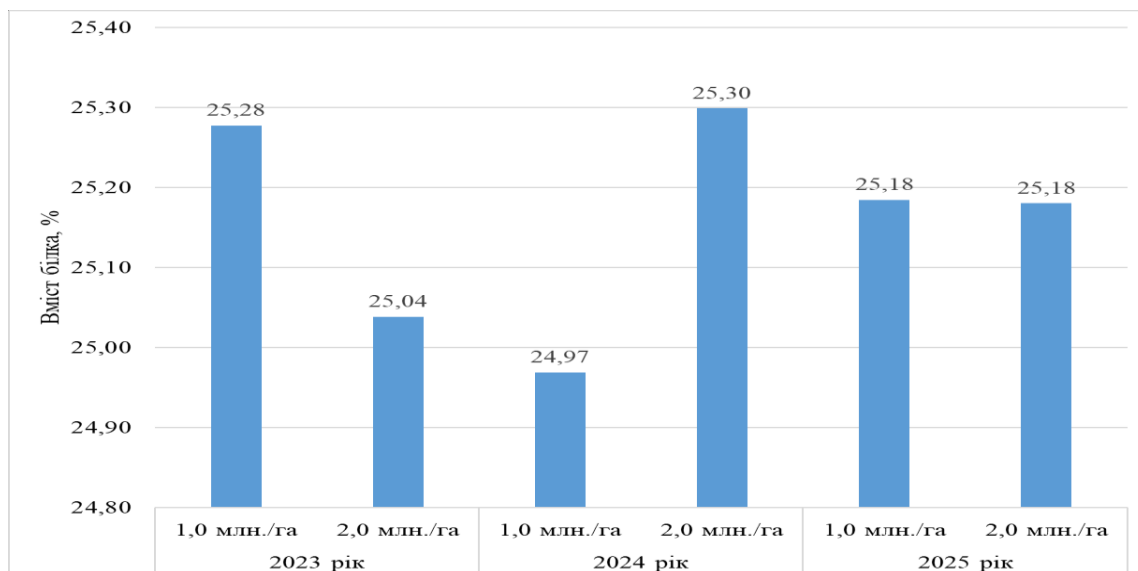


Рис. 6.8. *Вміст білка в насінні залежно від норм висіву*

Чітка закономірність впливу передпосівної обробки насіння на формування вмісту білка спостерігалася в усі роки проведення експерименту (рис. 6.9). У 2023 році використання стимулятора росту сприяло збільшенню вмісту білка на 1,07 %, а в 2024 році таке зростання становило 0,93 %. Майже однаковим, статистично, вміст білка був у 2025 році, але при цьому також зберігалася тенденція до його збільшення.

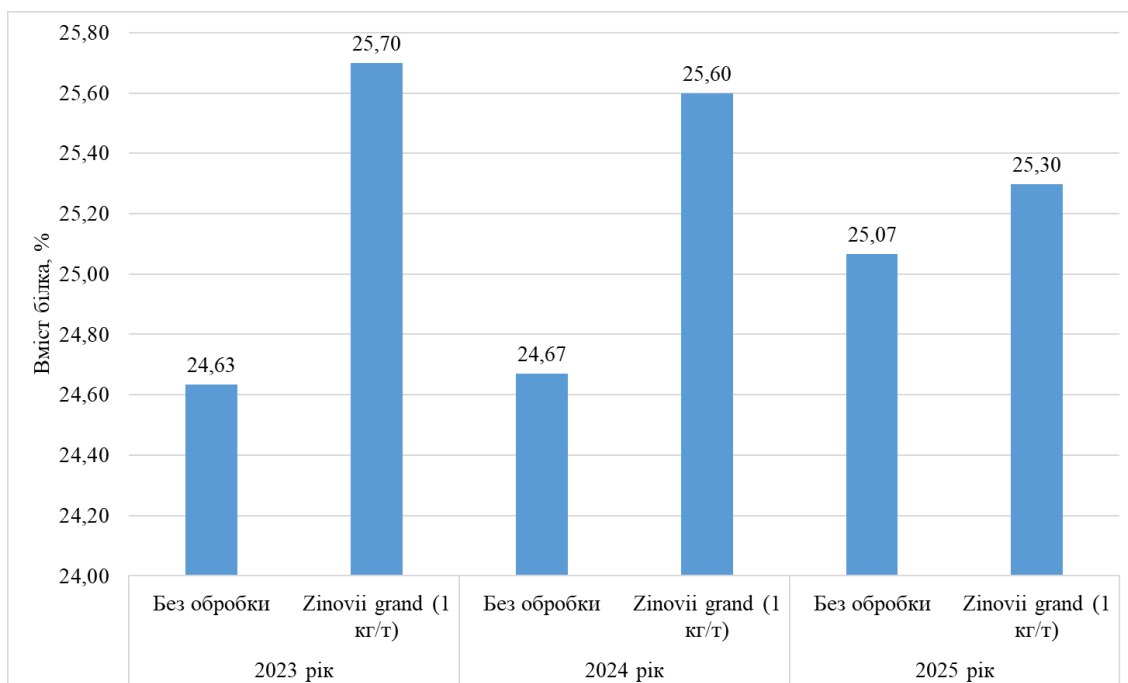


Рис. 6.9. *Залежність вмісту білка від застосування передпосівної обробки стимуляторами*

Статистичний аналіз результатів експерименту дав змогу визначити найкращі варіанти для збільшення вмісту олії та білка. Найбільший середній показник вмісту олії й білка в насінні був зафіксований на варіантах, де використовували передпосівну обробку насіння стимулятором росту *Zinovii grand* (1 кг/т). Варіанти досліду без цього агроприйому значно поступалися за цими показниками в усіх блоках досліду незалежно від підбору попередника чи норми висіву насіння (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Вплив агротехнічних факторів на формування показників якості
насіння (2023–2025 рр.)

Попередник (B)	Норма висіву насіння (C)	Передпосівна обробка (D)	Вміст олії, %	Вміст білка, %
Пшениця озима	1,0 млн./га	Без обробки	29,27	24,65
		<i>Zinovii grand</i> (1 кг/т)	30,10	25,26
	2,0 млн./га	Без обробки	29,24	24,82
		<i>Zinovii grand</i> (1 кг/т)	30,27	25,22
Кукурудза	1,0 млн./га	Без обробки	29,48	24,81
		<i>Zinovii grand</i> (1 кг/т)	30,13	25,33
	2,0 млн./га	Без обробки	29,49	24,98
		<i>Zinovii grand</i> (1 кг/т)	29,98	25,78
Коноплі	1,0 млн./га	Без обробки	29,92	24,85
		<i>Zinovii grand</i> (1 кг/т)	30,49	25,96
	2,0 млн./га	Без обробки	29,65	24,64
		<i>Zinovii grand</i> (1 кг/т)	30,42	25,64
НІР ₀₅ A			0,17	-
НІР ₀₅ B			0,13	0,08
НІР ₀₅ D			0,14	0,07
НІР ₀₅ AB			-	0,14
НІР ₀₅ AC			-	0,12
НІР ₀₅ BC			-	0,13
НІР ₀₅ AD			0,23	0,20
НІР ₀₅ BD			-	0,21
НІР ₀₅ ABC			-	0,17
НІР ₀₅ ACD			-	0,19
НІР ₀₅ BCD			-	0,20
НІР ₀₅ ABCD			-	0,29

Легко помітити, що на варіантах з передпосівною обробкою насіння вміст олії був вищим за 30 %, а вміст білка – за 25 %, чого не спостерігалось на варіантах дослідів, де передпосівна обробка не використовувалася.

Таким чином, вміст білка мав схожу залежність від факторів вирощування, що й вміст олії, але перелік самих факторів та їхніх взаємодій був більшим (рис. 6.10). Важливість передпосівної обробки насіння полягала не лише у визначному впливі (70 %), а й у істотності його взаємодії з комплексом умов вирощування, підбором попередників та спільної дії цих факторів з нормами висіву.

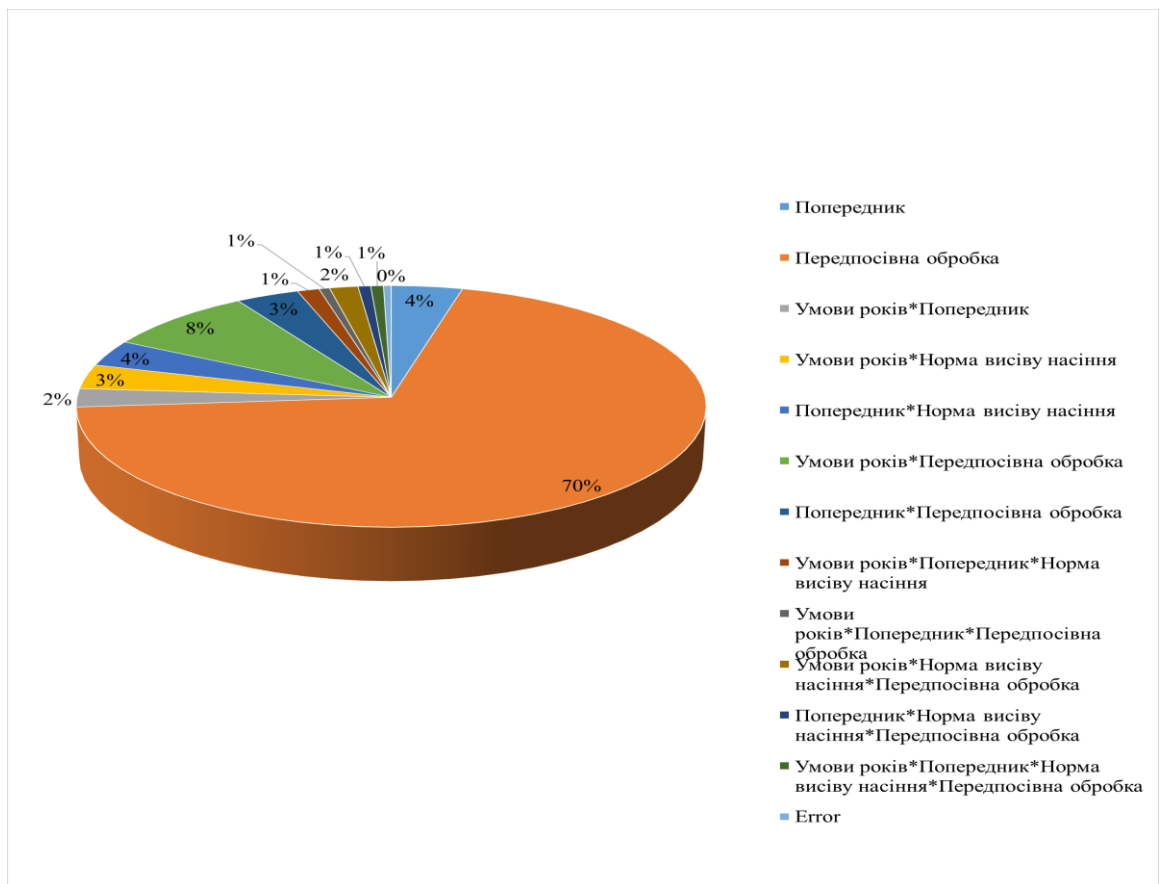


Рис. 6.10. Вплив факторів вирощування на формування вмісту білка

Результати досліджень показників якості показали, що ознаки якості насіння – вміст олії і білка в ньому мають слабку дисперсію. За застосованої системи удобрення, підбору попередника чи норми висіву значно змінити їх не вдалося. Однак програма досліджень спиралася на певний досвід, набутий виробниками після тривалої заборони на вирощування конопель та на рекомендації провідних вітчизняних науково-дослідних установ.

В системі взаємозв'язків встановлено, що вміст олії в досліді з попередниками, нормами висіву та передпосівною обробкою насіння лімітуючим фактором для цього показника була маса 1000 насінин (рис. 6.11).

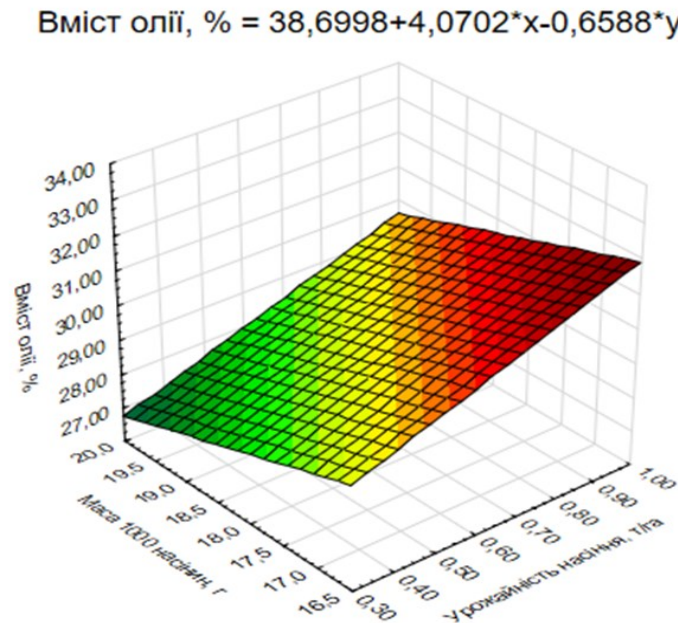


Рис. 6.11. *Графік множинної регресії вмісту олії залежно від урожайності насіння і маси 1000 насінин.*

Проведені дослідження дали змогу встановити основні закономірності й особливості формування показників якості насіння конопель посівних в умовах нестійкого зволоження. Побудовані регресійні моделі показали, що вміст олії й білка майже не мали взаємо обмежуючих значень.

Таким чином, вивчивши взаємозв'язки господарсько-цінних ознак, можна зробити загальний висновок про можливість подальшого збільшення застосування норм добрив та обов'язкового підбору добрив і попередників для подальшого зростання врожайності насіння і соломи конопель посівних з одночасним збільшенням вмісту олії і білка в насінні.

Висновки до розділу 6

1. Наявність постійної прямої кореляції між тривалістю періоду досягання біологічної стиглості й вмістом олії ($r = 0,27-0,79$) показав, що одним з ефективних методів збільшення олійності може стати така оптимізація живлення рослин, яка збільшує тривалість періоду вегетації рослин конопель і може бути здійснена за рахунок підбору добрив залежно від агрохімічних характеристик ґрунту.

2. Застосування добрива Екоплант нормою внесення 200 кг/га в комплексі з КАС-32 300 кг/га сприяло збільшенню вмісту олії в насінні на 0,6 % більшим порівняно з використанням Поліфоски 8:24:24:9S. Стимулятори росту рослин Zinovii grand і 1R Seed treatment, які вносилися позакоренево нормою 2 кг/га сприяли також збільшенню вмісту олії на 0,5 %, причому їхня дія була помітнішою на варіантах з умовно менш ефективним добривом.

3. Вміст олії значною мірою залежить від передпосівної обробки насіння, частка впливу якої може становити більше 70 %. Для сорту конопель посівних Глесія норми висіву насіння не мали істотного впливу на формування вмісту олії, а вплив підбору попередника становив 9 % за трирічний період досліджень. В окремі роки частка впливу цього фактора досягала 19 %.

4. Вміст білка знаходився під впливом більшої кількості факторів та їхніх взаємодій порівняно з вмістом олії. Передпосівна обробка насіння дала змогу збільшити вміст олії в насінні більше 30 %, а білка – більше 25 %.

5. Побудовані регресійні моделі переконують, що в умовах нестійкого зволоження існують можливості для одночасного збільшення врожайності соломи й насіння конопель посівних та показників якості – вмісту олії та білка в ньому.

РОЗДІЛ 7

ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ВИРОЩУВАННЯ КОНОПЕЛЬ ПОСІВНИХ

Економічна оцінка технологій вирощування сільськогосподарських культур є, безумовно, одним з найбільш об'єктивних критеріїв. Особливо роль цієї складової важлива сьогодні через розробку еколого-економічних підходів до агротехнологій, що декларується на міжнародному рівні. На теперішньому етапі існують різні способи оцінки економічної ефективності [208–211], однак вони можуть бути лише прикладами, оскільки, в реальних умовах ведення агробізнесу, форми відображення економічних показників, можуть бути різними для різних господарств. Процес вирощування будь-якої культури відображається в технологічних картах, та слід зазначити, що й ця документація може вестися досить своєрідно й, тепер, існує дуже багато підходів до обрахунків.

В даному розділі розрахунки економічної ефективності базуються на технологічних картах вирощування, які містять операції, що застосовувалися в господарстві. Логістична складова не включена до цього переліку, оскільки вона однакова для всіх варіантів досліду й не має істотної різниці залежно від рівня урожайності чи операцій щодо навантаження, підвезення насіння, води, препаратів, добрив, транспортування врожаю тощо. Таким чином, у розділі продемонстрована економічна ефективність лише досліджуваних факторів, яка на думку автора, є зрозумілішою для читача в такому вигляді.

Автор також не вбачає необхідності наводити економічний аналіз за кожним варіантом дослідів, сконцентрувавши увагу, натомість, на найбільших і найпомітніших економічних показниках варіантів, порівнюючи найбільш контрастні з них між собою та контрольними варіантами. Це обґрунтоване також тим, що для виробництва така подача матеріалу є переконливішою та актуальнішою, дає змогу швидше проаналізувати й виокремити ефекти впливів та їхніх взаємодій.

В наведених розрахунках дотримувалися принципу більшого врахування затрат і мінімального оцінювання економічного ефекту, враховуючи реалії можливої зміни кон'юнктури ринку. Отже, на думку автора, економічна оцінка побудована на максимальних показниках затрат і мінімальних економічних зисках.

7.1. Економічна ефективність застосування гербіцидів

У структурі витрат на агротехнічні операції технології вирощування (рис. 7.1) затрати на використання гербіцидів не перевищували 10 %, що свідчить про доцільність і обґрунтованість використання гербіцидів і необхідність їхнього використання для вирощування конопель подвійного призначення.

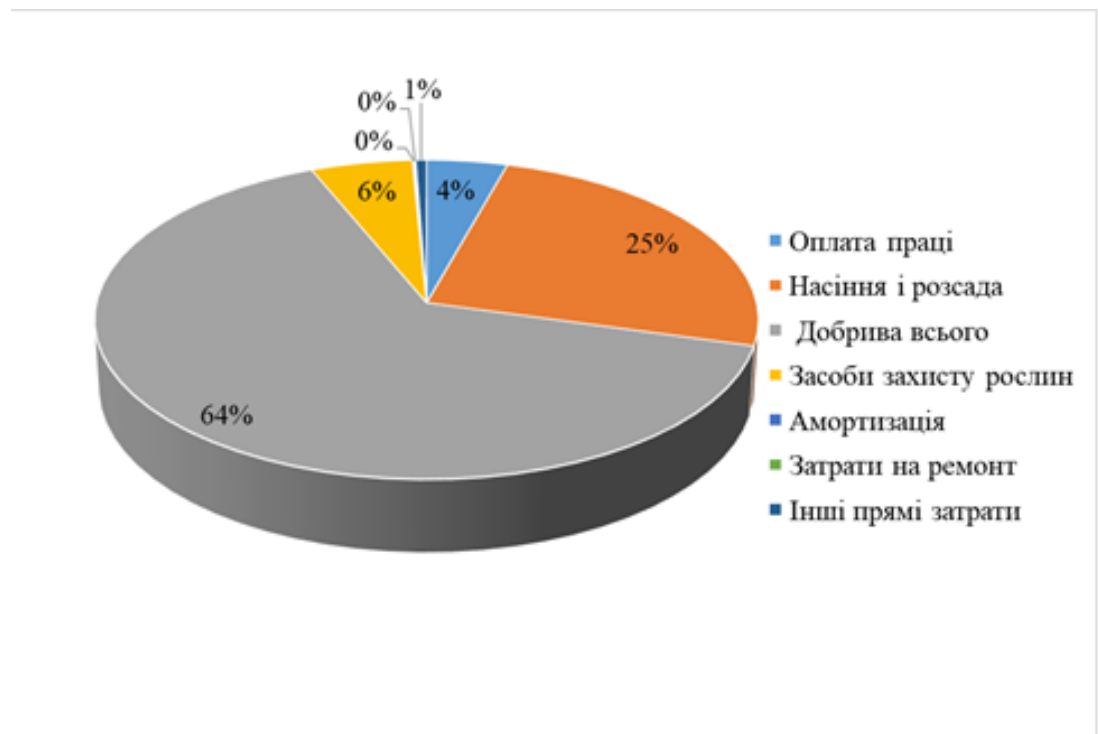


Рис. 7.1. Структура виробничих затрат в технологіях вирощування конопель подвійного використання

Застосування гербіцидів дало змогу значно збільшити урожайність насіння конопель. Зокрема використання Зенкору Ліквід в нормі 0,5 л/га сприяло збільшенню врожайності на 0,14 т/га, а Стомпу в нормі 3 л/га – на

0,1 т/га. Тобто збільшення врожайності становило 24,6 і 17,5 % відповідно (табл. 7.1).

Таблиця 7.1

Економічна ефективність застосування гербіцидів (2023–2025 рр.)

Показники	Контроль (без гербіциду)	Зенкор Ліквід, 0,5 л/га	Стомп, 3 л/га
Урожайність, т/га	0,57	0,71	0,67
Ціна за одиницю продукції, грн	80000	80000	80000
Вартість продукції з 1 га, грн	45600	56800	53600
Виробничі затрати на 1 га, грн	20445	21366	22220
Собівартість 1 т, грн.	35869	30094	33165
Чистий дохід, грн	25155	35434	31380
Рівень рентабельності, %	123	166	141
Ціна за побічну продукцію, грн/га	21504	22704	23040

При цьому зросли виробничі затрати на один гектар. Використання Зенкору Ліквід спричинило збільшення цього показника порівняно з контролем на 921 грн, а іншого гербіциду – на 1775 грн. Однак, разом з тим, зменшилася собівартість 1 т виробленого насіння – порівняно з контролем, на якому гербіциди не використовувалися, таке зниження становило 5775 грн і 2704 грн. Середнє збільшення чистого доходу порівняно з контрольними варіантами склало 10,28 тис. грн для варіантів із застосуванням Зенкору Ліквід 6,23 тис. грн для гербіциду Стомп внесеного в нормі 3 л/га, що в сукупності визначило найвищий рівень рентабельності виробництва насіння.

Оскільки всі виробничі затрати були закладені і враховані для виробництва насіння, ціна побічної продукції (соломи) була додана до отриманого чистого доходу. Найкраща врожайність соломи й, відповідно, найбільша грошова виручка була отримана на варіантах, що контролювалися за допомогою застосування гербіциду Стомп. Таким чином, чистий дохід, отриманий від вирощування конопель подвійного призначення становив для

безгербіцидної технології 46659 грн, для технології вирощування із застосуванням гербіциду Зенкор Ліквід – 58138 грн і в разі використання гербіциду Стомп – 54420 грн.

Таким чином, різниця між використанням двох гербіцидів становила всього 3718 грн/га. Таким чином, для площі 100 га, на яку була розрахована технологічна карта, додатковий прибуток може становити більше 370 тис. грн. Втім, у даному випадку, слід зазначити, що ефективність гербіцидів може значно залежати від особливостей погодних умов та цілого ряду агротехнічних факторів, які, безумовно, вплинуть на характер і ступінь впливу. Переконливим може бути лише той факт, що використання гербіцидів є економічно доцільним і обґрунтованим для вирощування конопель. Також слід враховувати характер дії гербіцидів, оскільки вони можуть діяти по-різному на формування врожайності насіння і соломи конопель.

7.2. Ефективність оптимізації системи живлення

Використання комплексу удобрення та стимуляторів росту для передпосівної обробки насіння та листової обробки також мало істотний економічний ефект. В наведеному прикладі збільшення врожайності становило 0,12–0,16 т/га (табл. 7.2). Відповідно, зростання вартості отриманої продукції з 1 га становило 12800 і 9600 грн.

Значною мірою на економічні показники впливав підбір добрив. Як видно з викладених матеріалів, коноплі посівні потребують великої кількості добрив для формування врожайності насіння і соломи. У реалізованій програмі досліджень використовувалися добрива Поліфоска 8:24:24:9S вартістю 36,5 тис. грн/т і Екоплант вартістю майже 16 тис. грн. Окрім цього також на формування урожайності й економічних показників значний вплив мали норми внесення добрив. Втім, можна говорити про порівняний ефект від застосування цих речовин, тому зосередимо увагу на ефективності використання стимуляторів росту.

У виробництві до цієї групи речовин підходять досить критично, особливо, якщо це стосується оцінки їхньої ефективності для підвищення рівня врожайності. Дійсно, в разі достатнього рівня забезпеченості ґрунтів, дія стимуляторів росту може бути малопомітною. Таким чином виробничники мало звертають увагу на такі препарати. Однак, результати досліджень переконують у доцільності використання таких препаратів та мікродобрив.

Таблиця 7.2

Показники економічно ефективності застосування стимуляторів (2023–2025 рр.)

Показники	Контроль	1R Seed treatment (1 кг/т)+ Ultra Boost (2 л/га)	Zinovii grand (1 кг/т) + Zinovii grand (2 кг/га)
Урожайність, т/га	0,71	0,87	0,83
Ціна за одиницю продукції, грн	80000	80000	80000
Вартість продукції з 1 га, грн	56800	69600	66400
Виробничі затрати на 1 га, грн	21366	23306	21309
Собівартість 1 т, грн.	30094	26788	25674
Чистий дохід, грн	35434	46294	45091
Рівень рентабельності, %	166	199	212
Ціна за побічну продукцію, грн	22704	24288	25200

У наведеному прикладі показано, що внаслідок підбору добрив і застосування стимуляторів росту для передпосівної обробки насіння й позакореневого внесення значно зменшилася собівартість отриманої продукції – в разі використання 1R Seed treatment (1 кг/т)+ Ultra Boost (2 л/га) собівартість виробництва 1 т насіння зменшилася на 3306 грн, а для технології з використанням Zinovii grand (1 кг/т) + Zinovii grand (2 кг/га) таке зменшення становило 4420 грн.

Одночасно покращилися показники чистого доходу з 1 га – відповідно до наведених результатів він зріс на 10800 і 9960 грн для економічної оцінки виробництва насіння конопель. Як і в попередньому прикладі, якщо до показників чистого доходу додати ціну за побічну продукцію то загальний чистий дохід від отриманої продукції агроценозу конопель може становити. Таким чином, використання стимуляторів росту дало змогу отримати замість 58 тис. грн для технології без використання стимуляторів – 70,5 та 70,3 тис. грн у технологіях з використанням стимуляторів росту для передпосівної обробки насіння й позакореневого внесення.

7.3. Ефективність коригування норм висіву і підбору попередників.

Норми висіву насіння є одним з найголовніших факторів управління продуктивністю посівів з технологічної точки зору. Разом з тим слід зазначити, що це також пов'язане з збільшенням затрат на виробництво, адже вартість насінневого матеріалу досить значна й в поточному році склала 120–140 тис. грн/т. Таким чином, потрібно враховувати цю статтю витрат, оскільки вони сягають 25 % всіх виробничих витрат (рис. 7.1).

В проведених дослідженнях використання норми висіву 2 млн./га призвело до незначного збільшення врожайності насіння (табл. 7.3), однак економічні показники виробництва від цього позитивної динаміки не набули. Так, виробничі затрати на 1 га у зв'язку з цим виросли на 2599 грн, а собівартість продукції збільшилася на 2627 грн.

На варіантах технології з використанням 1 млн./га величина чистого доходу була майже на 1 тис. грн більшою порівняно з нормою висіву 2 млн. Відповідно до отриманих результатів зменшився і рівень рентабельності виробництва насіння – на 23 %. Зменшення врожайності соломи також мало незначний, але, все ж таки, негативний вплив на отримання чистого доходу від побічної продукції, що призвело до зменшення чистого доходу на 576 грн/га.

Таблиця 7.3

Економічна ефективність норм висіву насіння (2023–2025 рр.)

Показники	1 млн./га	2 млн./ га
Урожайність, т/га	0,75	0,77
Ціна за одиницю продукції, грн	80000	80000
Вартість продукції з 1 га, грн	60000	61600
Виробничі затрати на 1 га, грн	21606	24205
Собівартість 1 т, грн.	28808	31435
Чистий дохід, грн	38394	37395
Рівень рентабельності, %	178	155
Ціна за побічну продукцію, грн	31776	31200

У виробничих умовах господарства прийнятою нормою висіву є 1,6 млн. насінин на 1 га, що складає у ваговому виразі 30 кг й вона прийнята для всіх сортів, які вирощуються. У цілому можна сказати, що вона забезпечує отримання сталих врожаїв конопель посівних. Ця культура, як показує аналіз економічних показників, є дуже рентабельною для вирощування. Дослідження норм висіву потребують постійної актуалізації через негативні зміни клімату, особливо в контексті зменшення кількості продуктивної вологи, що й провокує надмірну конкуренцію рослин за цей ресурс.

На основі викладеного аналізу економічних показників можна стверджувати, що вирощування конопель посівних за комплексним підходом на насіння й соломі, є дуже прибутковою справою. В структурі чистого доходу загальна частка насіння склала за всіма варіантами дослідів 59 %, таким чином, на вартість соломи припадало 41 %. У першому досліді, де визначалася ефективність дії гербіцидів, ця пропорція була майже такою ж і становила, відповідно, 58 і 42 %; в досліді із застосуванням добрив і стимуляторів росту – 64 і 36 %, а в досліді з нормами висіву – 55 і 45 %. На думку автора, таке співвідношення потрібно враховувати для розробки технологій вирощування певного цільового призначення продукції конопель.

7.4. Ефективність агротехнічних заходів для валових зборів олії

Олія насіння конопель посівних – один з найцінніших харчових і лікувальних продуктів, який видобувається з насіння конопель посівних. Таким чином економічну ефективність технологій вирощування неможливо повністю відобразити без оцінки валового збору олії. В даній роботі не передбачено розрахунків економічних показників переробки насіння на олію, оскільки це належить до галузі переробки. Вихід олії з насіння конопель становить близько 16–22 % якщо для цього застосовується механічний метод.

Як уже зазначалося в попередньому розділі, вміст олії в насінні є ознакою, яка значно важче піддається управлінню за допомогою агротехнічних заходів. Дійсно, варіація вмісту олії дуже незначна, однак з економічної точки зору вона може бути досить відчутною.

Валовий збір олії певною мірою залежав від добрив і застосування стимуляторів росту (табл. 7.4). Найменший валовий збір було отримано на контрольних варіантах. Застосування стимуляторів росту 1R Seed treatment і Zinovii grand дало змогу збільшити валові збори на 0,2 ц/га в разі використання удобрення Поліфоска 8:24:24 9S 165 кг/га + КАС-32 На варіантах з використанням Екоплант 200 кг/га + КАС-32 таке збільшення становило 0,2–0,3 ц/га. Найбільша ефективність застосування стимуляторів росту відзначена на варіантах, де вони використовувалися комплексно – для передпосівної обробки насіння і для листової аплікації.

Так застосування 1R Seed treatment 1 кг/т + Ultra Boost (2 л/га) дозволило збільшити валовий збір олії на 50 кг/га, а на варіантах із Zinovii grand 1 кг/т + Zinovii grand 2 кг/га така прибавка становила 40 кг/га порівняно з контролем у блоці дослідів з удобренням Поліфоскою. Аналогічні показники спостерігалися й на варіантах, де використовували для удобрення Екоплант. Таким чином застосування стимуляторів росту може бути економічно вигідним з точки зору збільшення валових зборів олії та отримання ще одного цінного побічного продукту – конопляної макухи.

Таблиця 7.4

Вплив удобрення та передпосівної обробки насіння на валовий збір олії
(2023–2025 рр.)

Удобрєння	Варіант обробки	Урожайність, т/га	Вміст олії, %	Валовий збір олії, т/га
Поліфоска 8:24:24 9S 165 кг/га + КАС-32 300 кг/га	Без обробки	0,72	29,8	0,21
	Гуміфілд 0,2 кг/т	0,71	29,8	0,21
	1R Seed treatment 1 кг/т	0,79	29,9	0,23
	Zinovii grand 1 кг/т	0,79	29,9	0,23
	Гуміфілд 0,2 кг/т + Гуміфілд 0,2 кг/га	0,72	29,9	0,22
	1R Seed treatment 1 кг/т + Ultra Boost (2 л/га)	0,86	30,3	0,26
	Zinovii grand 1 кг/т + Zinovii grand 2 кг/га	0,84	30,3	0,25
Екоплант 200 кг/га + КАС-32 300 кг/га	Без обробки	0,70	30,4	0,21
	Гуміфілд 0,2 кг/т	0,71	30,5	0,22
	1R Seed treatment 1 кг/т	0,78	30,5	0,24
	Zinovii grand 1 кг/т	0,77	30,3	0,23
	Гуміфілд 0,2 кг/т + Гуміфілд 0,2 кг/га	0,71	30,1	0,21
	1R Seed treatment 1 кг/т + Ultra Boost (2 л/га)	0,86	30,5	0,26
	Zinovii grand 1 кг/т + Zinovii grand 2 кг/га	0,83	30,5	0,25

Істотного впливу на валові збору олії в досліді з попередниками й нормами висіву не спостерігалось (табл. 7.5). Хоча слід зазначити, що в разі використання як попередника кукурудзи цей показник був дещо меншим.

Використання норм висіву 2 млн./га також призводило до деякого зменшення валового збору олії – на 9 кг/га. Застосування стимулятора росту Zinovii grand (1 кг/т) сприяло збільшенню цього показника на 11 кг/га.

Таблиця 7.5

Збір олії залежно від агротехнічних факторів (2023–2025 рр.)

Попередник	Норма висіву насіння	Передпосівна обробка	Урожайність, т/га	Вміст олії, %	Валовий збір олії, т/га
Пшениця озима	1,0 млн./га	Без обробки	0,73	29,27	0,212
		Zinovii grand (1 кг/т)	0,75	30,10	0,226
	2,0 млн./га	Без обробки	0,71	29,24	0,208
		Zinovii grand (1 кг/т)	0,71	30,27	0,216
Кукурудза	1,0 млн./га	Без обробки	0,72	29,48	0,212
		Zinovii grand (1 кг/т)	0,75	30,13	0,227
	2,0 млн./га	Без обробки	0,70	29,49	0,207
		Zinovii grand (1 кг/т)	0,70	29,98	0,211
Коноплі	1,0 млн./га	Без обробки	0,71	29,92	0,212
		Zinovii grand (1 кг/т)	0,77	30,49	0,233
	2,0 млн./га	Без обробки	0,70	29,65	0,209
		Zinovii grand (1 кг/т)	0,70	30,42	0,214

Детальніший аналіз показав, що застосування стимулятора сприяло збільшенню валового збору олії на 8–14 кг на варіантах, де попередником була пшениця озима, на 4–15 кг на варіантах з попередником кукурудзою і на 5–21 кг/га в блоці досліду де коноплі вирощувалися другий рік.

Висновки до розділу 7

1. Застосування гербіцидів сприяло збільшенню врожайності насіння та поліпшенню показників економічної ефективності. Найкращим препаратом виявився гербіцид Зенкор Ліквід в нормі 0,5 л/га, що дало змогу збільшити чистий дохід на 11479 грн або майже на 25 % порівняно з варіантами, де гербіциди не застосовувалися. Загалом необхідно відмітити, що для вирощування конопель посівних, не зважаючи на їхній генетичний потенціал стосовно конкуренції з сегетальними рослинами, застосування гербіцидів є обов'язковим агротехнічним заходом. Моделюючи цю ситуацію на різноманітність і мінливість погодних умов, гербіциди доцільно використовувати в будь-якій ґрунтово-кліматичній зоні України.

2. Використання стимуляторів росту для передпосівної обробки насіння та позакореневого внесення сприяло збільшенню рівня врожайності насіння і соломи конопель посівних. За використання 1R Seed treatment (1 кг/т) + Ultra Boost (2 л/га) собівартість виробництва 1 т насіння чистий дохід зріс на 10800 і 9960 грн для економічної оцінки виробництва насіння конопель. В загальному збільшення чистого доходу з врахуванням соломи становило 12 тис. грн. враховуючи виробничий досвід слід зазначити, що стимулятори росту рослин користуються значно меншим авторитетом серед аграріїв порівняно з мінеральними добривами, пестицидами тощо. Однак, доцільно зазначити, що ця група препаратів може бути істотним ресурсом отримання стабільних врожаїв конопель в непередбачуваних погодних умовах.

3. В умовах нестійкого зволоження кращою виявилася зменшена норма висіву насіння 1 млн./га порівняно з нормою 2 млн./га, що дало змогу збільшити величину чистого доходу на 999 грн/га лише за врахування врожайності насіння. З врахуванням продукції соломи збільшення величини чистого доходу становило 1575 грн. Таким чином, оптимізація норм висіву виявилася істотним фактором поліпшення економічних показників агроценозів. Втім, слід зазначити, що коригування цього агротехнічного

прийому повинне відбуватися відповідно до конкретних ґрунтово-кліматичних умов.

4. Економічну ефективність вирощування конопель посівних слід оцінювати не лише в контексті методичних розробок і типових рекомендацій. Сучасне виробництво продукції рослинництва передбачає цілий ряд нюансів, які характеризуються рівнем технологій вирощування, особливостями господарювання, організаційними факторами та багатьма іншими чинниками. Коноплі посівні, по суті, є новою культурою, яка внаслідок тривалої вимушеної перерви, вимагає складання нової операційної карти вирощування. Економічна ефективність вирощування конопель гарантовано буде тісно пов'язана з напрямками використання продукції – від продовольчого й текстильного до медичного, косметичного, енергетичного, будівельного й, цілком можливо, багатьох інших високотехнологічних тенденцій.

Публікації до розділу: 213, 214

ВИСНОВКИ

Опрацьований теоретичний матеріал та аналіз факторів вирощування дали змогу сформулювати й реалізувати програму досліджень, направлених на розробку науково-практичних аспектів управління продуктивністю агроценозів конопель посівних для подвійного призначення – отримання врожайності насіння та соломи. Обґрунтовано норми застосування гербіцидів, добрив, стимуляторів росту та коригування норм висіву насіння. Аналіз економічної ефективності підтвердив високі перспективи вирощування цієї важливої культури та необхідність коригування систем удобрення й захисту посівів.

1. Аналіз теоретичного матеріалу показав досить відчутну нестачу інформації щодо теми коноплярства в цілому, що пов'язано з забороною конопель посівних у всьому світі. Разом з тим слід відзначити високу динаміку появи нових публікацій, яка прогресує дуже інтенсивно у науковій періодиці. Основними напрямками, на які акцентовані наукові дослідження, є створення нових сортів і технологій вирощування, створення систем удобрення та захисту посівів від сеgetальної рослинності.

2. Оскільки роки досліджень істотно відрізнялися між собою за комплексом погодних умов, що дало змогу встановити ефективність агротехнічних методів, які використовувалися в програмі експерименту. Зокрема встановлено, що нерівномірний розподіл опадів на фоні високих температур спричинив зменшення врожайності насіння майже на 50 %. Таким чином, рослини конопель гостро реагують на температурний і водний стрес, який спричиняє передчасне дозрівання насіння та його осипання на пні. Виявлення цього негативного впливу стало можливим завдяки використанню даних широкої мережі локальних метеорологічних станцій. Встановлено, що частка впливу комплексу умов вирощування може досягати 42 %

3. Встановлено, що основна маса сеgetальної рослинності в агроценозах конопель посівних формується за рахунок наявності лободи

білої, частка якої може сягати 90 % від загальної кількості сегетальних рослин. В усі роки досліджень між кількістю цих рослин і врожайністю насіння існувала сильна зворотна кореляція ($r = -0,72$), вплив на формування врожайності соломи був значно не перевищував $-0,57$, що доводить необхідність використання гербіцидів.

4. Коноплі посівні потребують ретельно спланованої системи захисту посівів від бур'янів. Використання гербіцидного захисту посівів сприяло збільшенню врожайності насіння на 56 %, а соломи – на, майже, 15 %. Однак при цьому слід враховувати особливості реакції сортів на діючу речовину препарату й норму його застосування, характер впливу на формування урожайності насіння і соломи.

5. Негативна дія гербіцидів спостерігалася більшою мірою на формування урожайності насіння – вплив препаратів міг досягати 80 %, в той час як урожайність соломи залежала від сортових властивостей – їхній вплив міг досягати 65 %. Таку тенденцію необхідно враховувати для підбору сортів конопель для вирощування та розробки технологій захисту посівів від сегетальної рослинності.

6. Коноплі посівні є чутливими для підбору добрив, що спостерігалось у помітніших реакціях агроценозів на використання стимуляторів росту. Застосування варіанту удобрення Екоплант 200 кг/га + КАС-32 300 кг/га сприяло збільшенню висоти рослин у середньому на 9 см та збільшенню періоду до настання біологічної стиглості. Ймовірною причиною для цього стала наявність у ньому кальцію та магнію.

7. Встановлено істотний вплив застосування стимуляторів росту 1R Seed treatment та Zinovii grand у нормі 1 кг/т насіння для передпосівної обробки насіння, що сприяло збільшенню врожайності насіння, в середньому за трирічний період, на 0,11–0,37 т/га. Використання комплексу цих препаратів у вигляді додаткового позакореневого внесення за схемами 1R Seed treatment (1 кг/т)+ Ultra Boost (2 л/га) та Zinovii grand (1 кг/т) + Zinovii grand (2 кг/га) сприяло збільшенню врожайності насіння на 0,13 т/га, а соломи – на 0,43–0,47 т/га.

8. Для розробки програм управління врожайністю важливу роль відіграють дослідження закономірностей прояву кореляційних залежностей. Оскільки вони перебувають під істотним впливом агроекологічних факторів, їхня величина і значення потребує уточнення, а отже, необхідності створення достатньої бази даних для побудови математичних моделей формування урожайності продукції конопель. Наприклад, встановлено існування прямого кореляційного зв'язку між урожайністю насіння і соломи в сортах української селекції ($r = 0,31-0,62$), який при аналізі багаторічних даних змінився на зворотну кореляцію ($r = -0,52$).

9. Урожайність соломи конопель посівних значною мірою залежала від підбору попередника, норм висіву та передпосівної обробки насіння. Ефективним попередником може бути кукурудза, після якої спостерігалось зменшення забур'яненості посівів на 14 %, а також пшениця та коноплі у беззмінних посівах. Використання норм висіву 2 млн./га з передпосівною обробкою насіння стимулятором росту сприяло збільшенню урожайності на 24 % порівняно з нормами висіву 1 млн./га без обробки насіння.

10. Норми висіву насіння є ефективним методом управління урожайністю соломи й насіння конопель посівних. Застосування норми висіву 2,0 млн/га сприяє зменшенню забур'яненості посівів на 14 %, збільшенню врожайності соломи на 20–24 % за умови використання передпосівної обробки насіння *Zinovii grand* (1 кг/т). Водночас такі норми висіву стали причиною зменшення врожайності, що необхідно враховувати в разі вирощування конопель подвійного напрямку використання.

11. Вміст олії в насінні конопель залежав від тривалості періоду до біологічної стиглості ($r = 0,27-0,79$), що залежало від підбору добрива. Використання Екопланту було ефективнішим порівняно з використанням Поліфоски 8:24:24:9S для збільшення вмісту олії в насінні. Застосування стимуляторів росту для передпосівної обробки насіння сприяло збільшенню вмісту олії на 0,5 % порівняно з варіантами без застосування цього прийому. За допомогою застосування стимуляторів вдалося досягти вмісту олії більше 30 %, а вмісту білка – більше 25 %.

12. Використання в технологіях вирощування конопель посівних гербіцидного захисту є одним з обов'язкових прийомів, що сприяло збільшенню чистого доходу на 11479 грн/га, що становило майже чверть отриманої суми. Також в технологіях вирощування економічно вигідно було б застосовувати передпосівну обробку насіння стимуляторами росту гумінового походження чи комплексами мікроелементів, що сприяло збільшенню чистого доходу на 9–11 тис. грн/га. Зменшення норм висіву насіння також сприяло збільшенню чистого доходу на 1–1,5 тис. грн.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА

1. Враховуючи останні тенденції у вирощуванні сільськогосподарських культур, які базуються на еколого-економічних підходах, доцільно ретельно аналізувати фактори навколишнього середовища та оцінювати їхній вплив на урожайність агроценозів конопель посівних. Для цього необхідно створювати обширні бази даних, які можуть стати при нагоді задля побудови моделей урожайності. Також доцільно проводити аналіз формування урожайності насіння і соломи конопель та їхню взаємозалежність між собою. Особливо це важливо в тих випадках, коли в господарстві вирощують цю культуру для отримання подвійної продукції – насіння і соломи.

2. З технологічної точки зору для отримання сталих врожаїв необхідно використовувати великі норми комплексних добрив у поєднанні із КАС-32 у нормі 300 кг/га. За результатами проведених досліджень рекомендовано застосовувати Поліфоска 8:24:24 9S у нормі 165 кг/га або Екоплант у нормі 200 кг/га.

3. Застосовувати передпосівну обробку насіння препаратами, які містять гумінові речовини та набір мікроелементів. Прикладом таких препаратів є 1R Seed treatment (1 кг/т) та Zinovii grand (1 кг/т). в досліджах спостерігалось збільшення польової схожості насіння на 4 %. Ефективність застосування стимуляторів зростає в разі їхнього повторного застосування на вегетуючих рослинах разом з фунгіцидами чи інсектицидами. Для цього також рекомендовано застосовувати Zinovii grand (2 кг/га) та Ultra Boost (2 л/га), які сприяють накопиченню вмісту олії й білка в насінні.

4. Для захисту посівів від сегетальної рослинності рекомендується використовувати гербіцид Стомп у нормах 1,5–2 л/га, який характеризується низьким впливом на саму культуру, хоч і має порівняно слабшу ефективність проти лободи білої. Для ефективнішого контролю доцільно використовувати Зенкор Ліквід нормою від 0,5 л/га, враховуючи його інгібуючу дію на

культурні рослини, яка потім зникає за появи трьох пар листків у конопель посівних.

5. Коноплі посівні доцільно вирощувати після пшениці озимої, кукурудзи, хоча вони досить добре витримують і повторні посіви. Бажано також встановити оптимальні норми висіву насіння, оскільки в умовах нестійкого зволоження можуть виникнути проблеми з зниженням врожайності насіння. Бажано висівати 1 млн. схожих насінин на 1 га, хоча в разі вирощування конопель для текстильної промисловості цю норму можна збільшувати до 2 млн./га, оскільки вона сприяє отриманню більшої кількості соломи. При цьому слід також враховувати особливості формування якості трести.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Міщенко, С. В., Марченко, Т. Ю., & Рачицька, Є. В. (2022). Потенційні можливості вирощування промислових конопель в зоні недостатнього зволоження в умовах кліматичних змін. *Актуальні проблеми рослинництва в умовах змін клімату: матеріали міжнародної наукової інтернет-конференції молодих учених (26-27 жовтня 2022 р.)* / Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН. Харків, 71–74. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://yuriev.com.ua/assets/files/konferencii/aktualni-problemi-roslinnictva-v-umovah-zmini-klimatu.pdf>
2. Mishchenko, S. V. (2024). Схожість насіння *Cannabis sativa* L. за штучно змодельованого сольового стресу в культурі *in vitro*. *Faktori eksperimental'noi evolucii organizmiv*, 34, 193–198. <https://doi.org/10.7124/FEEO.v34.1639>.
3. Leoni, M., Musio, S., Croci, M., Tang, K., Magagnini, G. M., Thouminot, C., ... & Amaducci, S. (2022). The effect of agronomic management of hemp (*Cannabis sativa* L.) on stem processing and fibre quality. *Industrial Crops and Products*, 188, 115520. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115520>.
4. Петраченко, Д. О. (2021). Сучасний український та світовий ринок продукції з насіння промислових конопель. *Розділ 1. Інноваційні технології, економіка і менеджмент в промисловості*, 293–313. <https://doi.org/10.36059/978-966-397-247-3-10>.
5. Пилипченко, А. В., & Пісковий, М. Б. (2021). Економічна та еколого-енергетична ефективність вирощування конопель посівних за технологіями органічного землеробства. *Scientific Progress & Innovations*, (1), 21–27. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.02>.
6. Бойко, Г., & Гич, О. (2024). Сучасні проблеми використання конопляної сировини в легкій промисловості та можливості їх вирішення. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*, 339(4), 130–136. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-339-4-21>.

7. Міщенко, С. В. Генетичні, селекційні та біотехнологічні аспекти толерантності промислових конопель до абіотичних стресів. 133–165. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-443-6-7>.

8. Tang, K., Struik, P. C., Yin, X., Thouminot, C., Bjelková, M., Stramkale, V., & Amaducci, S. (2016). Comparing hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivars for dual-purpose production under contrasting environments. *Industrial Crops and Products*, 87, 33–44. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.04.026>.

9. De Prato, L., Ansari, O., Hardy, G. E. S. J., Howieson, J., O'Hara, G., & Ruthrof, K. X. (2022). The cannabinoid profile and growth of hemp (*Cannabis sativa* L.) is influenced by tropical daylengths and temperatures, genotype and nitrogen nutrition. *Industrial Crops and Products*, 178, 114605. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114605>.

10. Sunoj Valiaparambil Sebastian, J., Dong, X., Trostle, C., Pham, H., Joshi, M. V., Jessup, R. W., ... & Provin, T. L. (2023). Hemp agronomy: Current advances, questions, challenges, and opportunities. *Agronomy*, 13(2), 475. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020475>.

11. Campiglia, E., Radicetti, E., & Mancinelli, R. (2017). Plant density and nitrogen fertilization affect agronomic performance of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) in Mediterranean environment. *Industrial crops and products*, 100, 246–254. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.02.022>.

12. Visković, J., Sikora, V., Latković, D., Zeremski, T., Dunderski, D., Astatkie, T., ... & Zheljazkov, V. D. (2024). Optimization of hemp production technology for fiber and seed. *Industrial Crops and Products*, 219, 119127. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.119127>.

13. Пилипченко, А. В. (2018). Результати випробування органічних промислових конопель у ТОВ "Інститут органічного землеробства". *Вісник Харківського національного аграрного університету Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання»*. Вип. 2. С. 162–170. <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/14859>.

14. Visković, J., Zheljaskov, V. D., Sikora, V., Noller, J., Latković, D., Ocamb, C. M., & Koren, A. (2023). Industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) agronomy and utilization: A review. *Agronomy*, 13(3), 931. <https://doi.org/10.3390/agronomy13030931>.
15. Campbell, B. J., Berrada, A. F., Hudalla, C., Amaducci, S., & McKay, J. K. (2019). Genotype× environment interactions of industrial hemp cultivars highlight diverse responses to environmental factors. *Agrosystems, Geosciences & Environment*, 2(1), 1-11. <https://doi.org/10.2134/age2018.11.0057>.
16. Верещагін, І. В., Кандиба, Н. М. (2020). Насіння конопель (*Cannabis sativa* L.) як джерело незамінних харчових компонентів. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Вип. 2 (40). С. 3–13. <https://repo.snau.edu.ua/handle/123456789/8675>.
17. Vonapartis, E., Aubin, M. P., Seguin, P., Mustafa, A. F., & Charron, J. V. (2015). Seed composition of ten industrial hemp cultivars approved for production in Canada. *Journal of Food Composition and Analysis*, 39, 8-12. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.11.004>.
18. Мохер, Ю. В., Жуплатова, Л. М., & Дудукова, С. В. (2020). Промислові коноплі для цілей сталого розвитку. *Луб'яні та технічні культури*, вип. 8–13. 66–75. [https://doi.org/10.48096/btc.2020.8\(13\).66-75](https://doi.org/10.48096/btc.2020.8(13).66-75).
19. Роїк, М. В., Кравчук, В. І., Квак, В. М., & Борівський, А. Ф. (2024). Дослідження принципів і стратегічних напрямків вирощування та використання промислових конопель в Україні. *Біоенергетика*, (1), 4–7. <https://doi.org/10.47414/be.2024.No1.pp4-7>.
20. Sieracka, D., Frankowski, J., Waclawek, S., & Czekala, W. (2023). Hemp biomass as a raw material for sustainable development. *Applied Sciences*, 13(17), 9733. <https://doi.org/10.3390/app13179733>.
21. Kołodziej, J., Pudelko, K., & Mańkowski, J. (2023). Energy and biomass yield of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) as influenced by seeding rate and harvest time in Polish agro-climatic conditions. *Journal of Natural Fibers*, 20(1), 2159609. <https://doi.org/10.1080/15440478.2022.2159609>.

22. Ковальов, В. Б., Дербон, І. Ю., & Фещенко, В. П. (2018). Вирощування луб'яних культур на радіоактивно забруднених ґрунтах. *Наукові горизонти*, (7–8), 15–21. <https://sciencehorizon.com.ua/uk/journals/7-8-70-2018/viroshchuvannya-lub-yanikh-kultur-na-radioaktivno-zabrudnyenikh-gruntakh>.
23. Wielgusz, K., Praczyk, M., Irzykowska, L., & Świerk, D. (2022). Fertilization and soil pH affect seed and biomass yield, plant morphology, and cadmium uptake in hemp (*Cannabis sativa* L.). *Industrial Crops and Products*, 175, 114245. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.114245>.
24. Blandinières, H., & Amaducci, S. (2022). Adapting the cultivation of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) to marginal lands: A review. *GCB Bioenergy*, 14(9), 1004-1022. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12979>.
25. De Vos, B., Souza, M. F., Michels, E., & Meers, E. (2022). Industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) in a phytoattenuation strategy: Remediation potential of a Cd, Pb and Zn contaminated soil and valorization potential of the fibers for textile production. *Industrial Crops and Products*, 178, 114592. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114592>.
26. Mendel, P., Vyhnánek, T., Braidot, E., Filippi, A., Trojan, V., Bjelková, M., ... & Đorđević, B. (2022). Fiber quality of hemp (*Cannabis sativa* L.) grown in soil irrigated by landfill leachate water. *Journal of Natural Fibers*, 19(9), 3288-3299. <https://doi.org/10.1080/15440478.2020.1843101>.
27. Rheay, H. T., Omondi, E. C., & Brewer, C. E. (2021). Potential of hemp (*Cannabis sativa* L.) for paired phytoremediation and bioenergy production. *GCB Bioenergy*, 13(4), 525–536. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12782>.
28. Пісковий, М. Б., & Пилипченко, А. В. (2019). Особливості розвитку біоти ґрунту в посівах конопель за технологіями органічного землеробства та її вплив на продуктивність. *Scientific Progress & Innovations*, (3), 35–42. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.04>.
29. Trey, R., Jared, N., & Patrick, F. (2019). Hemp fibers. *Industrial hemp as a modern commodity crop*, 37–56. <https://doi.org/10.2134/industrialhemp.c3>.

30. Резвих, Н. І., & Горач, О. О. (2021). Насіння ненаркотичних конопель–сировина для харчової промисловості. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*, (3), 79-86. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.3.10>.

31. Міщенко, С., & Лайко, І. (2024). 34–63. Селекційно-генетичні інновації у коноплярстві та їх методологічне забезпечення: напрями, досягнення, перспективи. Наукове забезпечення розвитку коноплярства. 2 <https://doi.org/10.48096/monograph.2024.34-63>.

32. Irakli, M., Tsaliki, E., Kalivas, A., Kleisiaris, F., Sarrou, E., & Cook, C. M. (2019). Effect of genotype and growing year on the nutritional, phytochemical, and antioxidant properties of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds. *Antioxidants*, 8(10), 491. <https://doi.org/10.3390/antiox8100491>.

33. Лайко І. М., & Міщенко, С. В. (2024). Селекційні особливості прояву ознак волокнистості конопель. *Фактори експериментальної еволюції організмів*, 35, 29–34. <https://doi.org/10.7124/FEEO.v35.1654>

34. Calzolari, D., Rocchetti, G., Lucini, L., & Amaducci, S. (2021). The variety, terroir, and harvest types affect the yield and the phenolic and sterolic profiles of hemp seed oil. *Food Research International*, 142, 110212. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110212>.

35. Herppich, W. B., Gusovius, H. J., Flemming, I., & Drastig, K. (2020). Effects of drought and heat on photosynthetic performance, water use and yield of two selected fiber hemp cultivars at a poor-soil site in Brandenburg (Germany). *Agronomy*, 10(9), 1361. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091361>.

36. Islam, M. M., Rengel, Z., Storer, P., Siddique, K. H., & Solaiman, Z. M. (2021). Industrial Hemp (*Cannabis sativa* L.) varieties and seed pre-treatments affect seed germination and early growth of seedlings. *Agronomy*, 12(1), 6. <https://doi.org/10.3390/agronomy12010006>.

37. Baldini, M., Ferfuaia, C., Zuliani, F., & Danuso, F. (2020). Suitability assessment of different hemp (*Cannabis sativa* L.) varieties to the cultivation environment. *Industrial crops and products*, 143, 111860. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111860>.

38. Lan, Y., Zha, F., Peckrul, A., Hanson, B., Johnson, B., Rao, J., & Chen, B. (2019). Genotype x environmental effects on yielding ability and seed chemical composition of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) varieties grown in North Dakota, USA. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 96(12), 1417–1425. <https://doi.org/10.1002/aocs.12291>.
39. Ferfuia, C., Zuliani, F., Danuso, F., Piani, B., Cattivello, C., Dorigo, G., & Baldini, M. (2021). Performance and stability of different monoecious hemp cultivars in a multi-environments trial in north-eastern Italy. *Agronomy*, 11(7), 1424. <https://doi.org/10.3390/agronomy11071424>.
40. Glivar, T., Eržen, J., Kreft, S., Zagožen, M., Čerenak, A., Čeh, B., & Benković, E. T. (2020). Cannabinoid content in industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) varieties grown in Slovenia. *Industrial crops and products*, 145, 112082. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.112082>.
41. Campiglia, E., Gobbi, L., Marucci, A., Rapa, M., Ruggieri, R., & Vinci, G. (2020). Hemp seed production: Environmental impacts of *Cannabis sativa* L. Agronomic practices by life cycle assessment (LCA) and carbon footprint methodologies. *Sustainability*, 12(16), 6570. <https://doi.org/10.3390/su12166570>.
42. Tsaliki, E., Kalivas, A., Jankauskiene, Z., Irakli, M., Cook, C., Grigoriadis, I., ... & Dhima, K. (2021). Fibre and seed productivity of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) varieties under mediterranean conditions. *Agronomy*, 11(1), 171. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010171>.
43. Baldini, M., Ferfuia, C., Piani, B., Sepulcri, A., Dorigo, G., Zuliani, F., ... & Cattivello, C. (2018). The performance and potentiality of monoecious hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivars as a multipurpose crop. *Agronomy*, 8(9), 162. <https://doi.org/10.3390/agronomy8090162>.
44. Halker, C. A. P., Woodley, A. L., Reberg-Horton, S. C., Henriquez Inoa, S., & Suchoff, D. H. (2024). Evaluating Chinese fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) varieties and planting dates in North Carolina. *Agrosystems, Geosciences & Environment*, 7(3), e20569. <https://doi.org/10.1002/agg2.20569>.

45. Гораш, О. С., Климишена, Р. І., & Сучек, В. М. (2024). Вплив норми висіву та сорту за різних способів сівби на рівень біологічної урожайності товарного насіння коноплі технічної. *Аграрні інновації*, (23), 58–62. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.8>.

46. Horash, O., Klymyshena, R., & Suchek, V. (2022). Yield of marketable seeds of technical hemp depending on the impact of sowing rates and variety. *Scientific horizons*, 25(1), 51–59. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(1\).2022.51-59](https://doi.org/10.48077/scihor.25(1).2022.51-59).

47. Гораш, О., Климишена, Р., & Сучек, В. (2023). Залежність урожайності стебел сортів коноплі технічної від впливу норм висіву насіння за вузькорядного способу сівби. *Вісник аграрної науки*, 101(2), 19–25. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202302-03>.

48. Сучек, В. (2022). Залежність індивідуальної продуктивності рослин коноплі технічної від норми висіву насіння та сорту за ширококорядного способу сівби. *Вісник аграрної науки*, 100(6), 72–80. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202206-09>.

49. Кабанець, В. М. (2017). Вплив добрив і норм висіву насіння на продуктивність рослин конопель сорту Гляна. *Агропромислове виробництво Полісся*, (10), 42-45. http://nbuv.gov.ua/UJRN/avpol_2017_10_9.

50. Кабанець, В. М. (2017). Формування параметрів посівів рослин конопель сорту Гляна залежно від технологічних заходів. *Вестник Уманського національного університета садоводства*, (2), 36-40. <https://www.visnyk-unaus.udau.edu.ua/assets/files/articles/Buletен2017/2/11.pdf>.

51. Лайко, І. М., Міщенко, С. В., Ткаченко, С. М., Кириченко, Г. І., & Лайко, Г. М. (2022). Вирощування промислових конопель на важкоглинистих ґрунтах. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.10>.

52. Yazıcı, L. (2023). Optimizing plant density for fiber and seed production in industrial hemp (*Cannabis sativa* L.). *Journal of King Saud University-Science*, 35(1), 102419. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.102419>.

53. Hall, J., Bhattarai, S. P., & Midmore, D. J. (2014). Effect of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) planting density on weed suppression, crop growth, physiological responses, and fibre yield in the subtropics. *Renewable Bioresources*, 2(1), 1–7. <http://www.hoajonline.com/renewablebioresources>.

54. Varga, I., Iljkić, D., Tkalec Kojić, M., Dobрева, T., Markulj Kulundžić, A., & Antunović, M. (2022). Germination of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) at different level of sodium chloride and temperatures. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 87(1), 11–15. <https://acs.agr.hr/acs/index.php/acs/article/view/1987>.

55. Deng, G., Du, G., Yang, Y., Bao, Y., & Liu, F. (2019). Planting density and fertilization evidently influence the fiber yield of hemp (*Cannabis sativa* L.). *Agronomy*, 9(7), 368. <https://doi.org/10.3390/agronomy9070368>.

56. Примаков, О. А., & Козорізенко, М. П. (2015). Аналіз структури витрат на вирощування технічних конопель. *Луб'яні та технічні культури*, (4), 151–158.

57. Farnisa, M. M., Miller, G. C., Solomon, J. K., & Barrios-Masias, F. H. (2023). Floral hemp (*Cannabis sativa* L.) responses to nitrogen fertilization under field conditions in the high desert. *Plos one*, 18(5), e0284537. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0284537>.

58. Sausserde, R. (2013). Effect of nitrogen fertilizer rates on industrial hemp (*Cannabis Sativa* L.) biomass production. *13th SGEM GeoConference on ecology, economics, education and legislation*. <http://dx.doi.org/10.5593/SGEM2013/BE5.V1/S20.045>.

59. Maumevičius, E., Burbulis, N., Jankauskienė, Z., Blinstrubienė, A., & Laiko, I. (2019). Effect of sowing and fertilization rates on the productivity of hemp (*Cannabis sativa* L.). *Žemės ūkio mokslai*, 26(2). <https://doi.org/10.6001/zemesukiomokslai.v26i2.4061>.

60. Kousta, A., Papastylianou, P., Travlos, I., Mavroeidis, A., & Kakabouki, I. (2023). Effect of Fertilization and Weed Management Practices on Weed Diversity and Hemp Agronomic Performance. *Agronomy*, 13(4), 1060. <https://doi.org/10.3390/agronomy13041060>.

61. Кабанець, В. М., & Бердін, С. І. (2020). Вплив беззмінних посівів конопель посівних на агрохімічні показники орного шару ґрунту. *Аграрні інновації*, (3), 33–38. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.3.6>.

62. Кабанець, В. М. (2017). Вплив мікроелементів та вапнування на окупність добрив при вирощуванні конопель посівних в монокультурі. Луб'яні та технічні культури, (5), 163–168. http://znp.ibc-naas.com/?page_id=912&lang=en.

63. Лайко, Г. Вплив систематичного внесення добрив на зміни основних властивостей ґрунту і продуктивність за беззмінного культивування конопель (до 90 річчя досліду). <https://doi.org/10.48096/monograph.2024.80-101>.

64. Пісковий, М. Б., Магда, М. А., Пилипченко, А. В., & Ситник, В. П. (2017). Вплив технологій вирощування конопель на поживний стан ґрунту. *Scientific Progress & Innovations*, (1-2), 18–23. <https://doi.org/10.31210/visnyk2017.1-2.03>.

65. Kakabouki, I., Kousta, A., Folina, A., Karydogianni, S., Zisi, C., Kouneli, V., & Papastylianou, P. (2021). Effect of fertilization with urea and inhibitors on growth, yield and cbd concentration of hemp (*Cannabis sativa* L.). *Sustainability*, 13(4), 2157. <https://doi.org/10.3390/su13042157>.

66. Łochyńska, M., & Frankowski, J. (2022). The effects of silkworm excrement organic fertilizer on the hemp yield. *Journal of Natural Fibers*, 19(3), 847-857. <https://doi.org/10.1080/15440478.2021.1921665>.

67. Łochyńska, M., & Frankowski, J. (2019). Impact of silkworm excrement organic fertilizer on hemp biomass yield and composition. *Journal of Ecological Engineering*, 20(10), 63–71. <https://doi.org/10.12911/22998993/112858>.

68. Laleh, S., Al-Ahmadi, M. J., & Parsa, S. (2021). Response of hemp (*Cannabis sativa* L.) to integrated application of chemical and manure fertilizers. *Acta agriculturae Slovenica*, 117(2), 1–15. <https://doi.org/10.14720/aas.2021.117.2.1819>.

69. Pagnani, G., Pellegrini, M., Galieni, A., D'Egidio, S., Matteucci, F., Ricci, A., ... & Del Gallo, M. (2018). Plant growth-promoting rhizobacteria

(PGPR) in *Cannabis sativa* 'Finola' cultivation: An alternative fertilization strategy to improve plant growth and quality characteristics. *Industrial crops and products*, 123, 75–83. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.06.033>.

70. Dan, A. I., Duda, M. M., Moldovan, C., & Florian, T. (2015). The influence of different seeding space and organic fertilization level upon production and mass of 1000 seeds, recorded in some hemp varieties. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-agr:11159>.

71. Stramkale, V., Ievinsh, G., Vikmane, M., Kirse, A., & Kroica, I. (2021, June). Effect of vermicompost doses on *Cannabis sativa* photosynthesis-related parameters, growth and yield. In *Environment. Technologies. Resources. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference* (Vol. 1, pp. 237–243). <https://doi.org/10.17770/etr2021vol1.6582>.

72. Zielonka, D., Sas-Paszt, L., Derkowska, E., Lisek, A., & Russel, S. (2021). Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in hemp (*Cannabis sativa*) plants and soil fertilized with sewage sludge and phosphogypsum. *Journal of Natural Fibers*, 18(2), 250–260. <https://doi.org/10.1080/15440478.2019.1618779>.

73. Yang, Y., Zha, W., Tang, K., Deng, G., Du, G., & Liu, F. (2021). Effect of nitrogen supply on growth and nitrogen utilization in hemp (*Cannabis sativa* L.). *Agronomy*, 11(11), 2310. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112310>.

74. Seemakram, W., Paluka, J., Suebrasri, T., Lapjit, C., Kanokmedhakul, S., Kuyper, T. W., ... & Boonlue, S. (2022). Enhancement of growth and Cannabinoids content of hemp (*Cannabis sativa*) using arbuscular mycorrhizal fungi. *Frontiers in Plant Science*, 13, 845794. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.845794>.

75. Zarei, M., Tadayon, M. R., & Tadayyon, A. (2014). Effect of biofertilizer, under salinity condition on the yield and oil content of three ecotype of hemp. *Journal of Crops Improvement*, 16(3), 517-529. <https://doi.org/10.22059/jci.2014.53255>.

76. Kaur, N., Brym, Z., Oyola, L. A. M., & Sharma, L. K. (2023). Nitrogen fertilization impact on hemp (*Cannabis sativa* L.) crop production: A review. *Agronomy Journal*, 115(4), 1557–1570. <https://doi.org/10.1002/agj2.21345>.

77. Papastylianou, P., Kakabouki, I., & Travlos, I. (2018). Effect of nitrogen fertilization on growth and yield of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46(1), 197–201. <https://doi.org/10.15835/nbha46110862>.

78. Frankowski, J., Wawro, A., Batog, J., & Burczyk, H. (2022). New polish oilseed hemp cultivar Henola—Cultivation, properties and utilization for bioethanol production. *Journal of Natural Fibers*, 19(13), 7283–7295. <https://doi.org/10.1080/15440478.2021.1944439>.

79. Papastylianou, P., Kousta, A., Kakabouki, I., Travlos, I., & Iliadi, D. (2023). Nitrogen utilization efficiency and yield traits of dual-purpose industrial hemp cultivars in a Mediterranean environment. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 69(1), 104–118. <https://doi.org/10.1080/03650340.2021.1959551>.

80. Ekren, S., Ozturk, G., Gokçol, A., Ertekin, M., Geren, H., & Ilker, E. (2023). Effect of nitrogen application rate and harvesting stage on yield and agronomic parameters of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.). *Crop Science*, 63(5), 3051–3064. <https://doi.org/10.1002/csc2.21057>.

81. Poniatowska, J., Panasiewicz, K., Wielgus, K., Szalata, M., & Jaśkiewicz, B. (2022). Influence of agroclimatic conditions on active substances content in hemp cultivated in the South-East Baltic region. *Journal of Natural Fibers*, 19(13), 6119–6133. <https://doi.org/10.1080/15440478.2021.1904482>.

82. Ahmadi, F., Kallinger, D., Starzinger, A., & Lackner, M. (2024). Hemp (*Cannabis sativa* L.) Cultivation: Chemical Fertilizers or Organic Technologies, a Comprehensive Review. *Nitrogen*, 5(3), 624–654. <https://doi.org/10.3390/nitrogen5030042>.

83. Aubin, M. P., Seguin, P., Vanasse, A., Tremblay, G. F., Mustafa, A. F., & Charron, J. B. (2015). Industrial hemp response to nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization. *Crop, Forage & Turfgrass Management*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.2134/cftm2015.0159>.

84. Deng, G., Yang, M., Saleem, M. H., Rehman, M., Fahad, S., Yang, Y., ... & Khan, S. M. (2021). Nitrogen fertilizer ameliorate the remedial capacity of

industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) grown in lead contaminated soil. *Journal of Plant Nutrition*, 44(12), 1770-1778.
<https://doi.org/10.1080/01904167.2021.1881553>.

85. Islam, M. M., Rengel, Z., Storer, P., Siddique, K. H., & Solaiman, Z. M. (2023). Phosphorus fertilisation differentially influences growth, morpho-physiological adaptations and nutrient uptake of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.). *Plant and Soil*, 492(1), 301–314. <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-023-06171-8>.

86. Islam, M. M., Rengel, Z., Storer, P., Siddique, K. H., & Solaiman, Z. M. (2023). Microbial consortium inoculant and rock mineral fertiliser differentially improved yield and nutrient uptake of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) varieties. *Industrial Crops and Products*, 197, 116599. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.116599>.

87. Varga, I., Iljkić, D., Krolo, P., Perić Fekete, A., & Kraus, I. (2024). The Source of K Fertilizer for Industrial Hemp (*Cannabis sativa* L.): Mechanical and Chemical Properties of Stem for Rammed Earth Walls. *Agriculture*, 14(12), 2196. <https://doi.org/10.3390/agriculture14122196>.

88. James, M. S., Vann, M. C., Suchoff, D. H., McGinnis, M., Whipker, B. E., Edmisten, K. L., & Gatiboni, L. C. (2023). Hemp yield and cannabinoid concentrations under variable nitrogen and potassium fertilizer rates. *Crop Science*, 63(3), 1555–1565. <https://doi.org/10.1002/csc2.20966>.

89. Atoloye, I. A., Adesina, I., Shahbazi, A., & Bhowmik, A. (2022). Response of cannabidiol hemp (*Cannabis sativa* L.) varieties grown in the southeastern United States to nitrogen fertilization. *Open agriculture*, 7(1), 373-381. <https://doi.org/10.1515/opag-2022-0094>.

90. Caplan, D., Dixon, M., & Zheng, Y. (2017). Optimal rate of organic fertilizer during the flowering stage for cannabis grown in two coir-based substrates. *HortScience*, 52(12), 1796–1803. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI12401-17>.

91. Bruce, D., Connelly, G., & Ellison, S. (2022). Different fertility approaches in organic hemp (*Cannabis sativa* L.) production alter floral biomass yield but not CBD: THC ratio. *Sustainability*, *14*(10), 6222. <https://doi.org/10.3390/su14106222>.
92. Tang, K., Wang, J., Yang, Y., Deng, G., Yu, J., Hu, W., ... & Liu, F. (2022). Fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) yield and its response to fertilization and planting density in China. *Industrial Crops and Products*, *177*, 114542. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114542>.
93. Šerá, B., & Novák, F. (2022). Stimulation of seed germination and early growth by humic substances on poppy, pepper, rape, and hemp. *Biologia*, *77*(3), 641–648. <http://dx.doi.org/10.1007/s11756-021-00952-1>.
94. De Prato, L., Ansari, O., Hardy, G. E. S. J., Howieson, J., O'Hara, G., & Ruthrof, K. X. (2022). Morpho-physiology and cannabinoid concentrations of hemp (*Cannabis sativa* L.) are affected by potassium fertilisers and microbes under tropical conditions. *Industrial Crops and Products*, *182*, 114907. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114907>.
95. Bernstein, N., Gorelick, J., Zerahia, R., & Koch, S. (2019). Impact of N, P, K, and humic acid supplementation on the chemical profile of medical cannabis (*Cannabis sativa* L.). *Frontiers in plant science*, *10*, 736. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00736>.
96. Velechovský, J., Malík, M., Kaplan, L., & Tlustoš, P. (2021). Application of individual Digestate forms for the improvement of hemp production. *Agriculture*, *11*(11), 1137. <https://doi.org/10.3390/agriculture11111137>.
97. Da Cunha Leme Filho, J. F., Thomason, W. E., Evanylo, G. K., Zhang, X., Strickland, M. S., Chim, B. K., & Diatta, A. A. (2020). Biochemical and physiological responses of *Cannabis sativa* to an integrated plant nutrition system. *Agronomy Journal*, *112*(6), 5237-5248. <https://doi.org/10.1002/agj2.20400>.
98. Ievinsh, G., Vikmane, M., Ķirse, A., & Karlsons, A. (2017, July). Effect of vermicompost extract and vermicompost-derived humic acids on seed germination and seedling growth of hemp. In *Proceedings of the Latvian Academy*

of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences. (Vol. 71, No. 4, pp. 286-292). <http://dx.doi.org/10.1515/prolas-2017-0048>.

99. Sangsoda, C., Sawatdeenarunat, C., & Wongkiew, S. (2024). Vermicompost versus chicken manure: Comparative effects on hemp growth, heavy metal sequestration, and root microbial communities in Rosella, Superwoman S1, and Red Robin cultivars. *Bioresource Technology Reports*, 102017. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2024.102017>.

100. Iannucci, A., Beleggia, R., Galletti, S., Pecchioni, N., & Trono, D. (2024). Impact of Seed Inoculation with *Trichoderma afroharzianum* Strains on Plant Growth, Root Morphology, and Leaf Phenolic Content in Hemp (*Cannabis sativa* L.) at Early Growth Stages. *Agriculture*, 14(4), 511. <https://doi.org/10.3390/agriculture14040511>.

101. Park, S. H., Corredor-Perilla, I. C., Andrade, J. L. C., & Olejar, K. J. Beneficial Properties of Soil Bacteria from *Cannabis Sativa* L.: Seed Germination, Phosphorus Solubilization and Mycelial Growth Inhibition of *Fusarium* Sp. *Seed Germination, Phosphorus Solubilization and Mycelial Growth Inhibition of Fusarium Sp.* <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2023.100780>.

102. Ofori-Agyemang, F., Waterlot, C., Manu, J., Laloge, R., Francin, R., Papazoglou, E. G., ... & Oustrière, N. (2024). Plant testing with hemp and miscanthus to assess phytomanagement options including biostimulants and mycorrhizae on a metal-contaminated soil to provide biomass for sustainable biofuel production. *Science of the Total Environment*, 912, 169527. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169527>.

103. Peroni, P., Liu, Q., Lizarazu, W. Z., Xue, S., Yi, Z., Von Cossel, M., ... & Iqbal, Y. (2024). Biostimulant and arbuscular mycorrhizae application on four major biomass crops as the base of phytomanagement strategies in metal-contaminated soils. *Plants*, 13(13), 1866. <https://doi.org/10.3390/plants13131866>.

104. Kakabouki, I., Tataridas, A., Mavroeidis, A., Kousta, A., Karydogianni, S., Zisi, C., ... & Papastylianou, P. (2021). Effect of colonization of *Trichoderma*

harzianum on growth development and CBD content of hemp (*Cannabis sativa* L.). *Microorganisms*, 9(3), 518. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9030518>.

105. Rezghiyan, A., Esmaili, H., Farzaneh, M., & Rezadoost, H. (2024). The interaction effect of water deficit stress and nanosilicon on phytochemical and physiological characteristics of hemp (*Cannabis sativa* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*, 217, 109298. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2024.109298>.

106. Gorchs, G., Lloveras, J., Serrano, L., & Cela, S. (2017). Hemp yields and its rotation effects on wheat under rainfed mediterranean conditions. *Agronomy journal*, 109(4), 1551-1560. <https://doi.org/10.2134/agronj2016.11.0676>.

107. Sandler, L. N., & Gibson, K. A. (2019). A call for weed research in industrial hemp (*Cannabis sativa* L.). *Weed Research*, 59(4), 255-259. <https://doi.org/10.1111/wre.12368>.

108. Jankauskienė, Z., Gruzdevienė, E., & Lazauskas, S. (2014). Potential of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) genotypes to suppress weeds. *Zemdirbyste-Agriculture*, 101(3). <https://doi.org/10.13080/z-a.2014.101.034>.

109. Ambroziak, K., Wenda-Piesik, A., & Kozera, W. (2023). Regulating the plant density influences weed infestation, productivity and chemical composition of seeds of true hemp *Cannabis sativa* L. *Journal of Elementology*, 28(3). <http://dx.doi.org/10.5601/jelem.2023.28.3.2425>.

110. Zaric, M., Canella Vieira, B., Houston, B., Sousa Alves, G., Wortman, S. E., Peterson, J., & Kruger, G. R. (2024). Industrial hemp biomass negatively affected by herbicide drift from corn and soybean herbicides. *Scientific Reports*, 14(1), 28148. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-024-78209-5>.

111. Singh, G., Slonecki, T., Wadl, P., Flessner, M., Sosnoskie, L., Hatterman-Valenti, H., ... & Cutulle, M. (2024). Implementing Digital Multispectral 3D Scanning Technology for Rapid Assessment of Hemp (*Cannabis sativa* L.) Weed Competitive Traits. *Remote Sensing*, 16(13), 2375. <https://doi.org/10.3390/rs16132375>.

112. Shikanai, A., & Gage, K. L. (2022). Allelopathic Potential of Hemp: Implications for Integrated Weed Management. *Frontiers in Agronomy*, 4, 832471. <https://doi.org/10.3389/fagro.2022.832471>.
113. Ortmeier-Clarke, H. J., Oliveira, M. C., Arneson, N. J., Conley, S. P., & Werle, R. (2022). Dose–response screening of industrial hemp to herbicides commonly used in corn and soybean. *Weed Technology*, 36(2), 245–252. <https://doi.org/10.1017/wet.2021.105>.
114. Gitsopoulos, T., Tsaliki, E., Korres, N. E., Georgoulas, I., Panoras, I., Botsoglou, D., ... & Zisis, K. (2024). Response of Industrial Hemp (*Cannabis sativa* L.) to Herbicides and Weed Control. *International Journal of Plant Biology*, 15(2), 281–292. <https://doi.org/10.3390/ijpb15020024>.
115. Kumar, I. M. K. V., Mazhar, M. S., & Nawaz, S. (2024). Potential of Establishing Industrial Hemp Value Chains in Northern Australia. *Electronic Journal of Structural Engineering*, 24, 17-22. <https://doi.org/10.56748/ejse.24539>.
116. Wright-Smith, H. E., Coolong, T. W., Culpepper, A. S., Randell-Singleton, T. M., & Vance, J. C. (2024). Exploring Chemical and Cultural Weed Management for Industrial Hemp Production in Georgia, USA. *Agrochemicals*, 3(3), 219–231. <https://doi.org/10.3390/agrochemicals3030015>.
117. Kale, K., Işik, D., Kale, H., & Yilmaz, G. (2024, November). Effects of Herbicidal Treatments in “Finola” Hemp Variety (*Cannabis sativa* L.). In *Proceedings of the Bulgarian Academy of Sciences* (Vol. 77, №11, pp. 1732-1740). <https://doi.org/10.7546/CRABS.2024.11.18>.
118. Kousta, A., Papastylianou, P., Travlos, I., Kakabouki, I., Bilalis, D., & Cheimona, N. (2020). Effect of fertilization and weed management on weed flora of hemp crop. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:2020.0013>.
119. Pudelko, K., Majchrzak, L., & Narożna, D. (2014). Allelopathic effect of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) on monocot and dicot plant species. *Industrial Crops and Products*, 56, 191–199. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.02.028>.

120. Flajšman, M., & Ačko, D. K. (2020). Influence of edaphoclimatic conditions on stem production and stem morphological characteristics of 10 European hemp (*Cannabis sativa* L.) varieties. *Acta agriculturae Slovenica*, 115(2), 399–407. <http://dx.doi.org/10.14720/aas.2020.115.2.1528>.

121. Szarka, D., Amsden, B., Beale, J., Dixon, E., Schardl, C. L., & Gauthier, N. (2020). First report of hemp leaf spot caused by a *Bipolaris* species on hemp (*Cannabis sativa*) in Kentucky. <https://doi.org/10.1094/PHP-01-20-0004-BR>.

122. Doyle, V. P., Tonry, H. T., Amsden, B., Beale, J., Dixon, E., Li, H., ... & Ward Gauthier, N. (2019). First report of *Cercospora* cf. *flagellaris* on industrial hemp (*Cannabis sativa*) in Kentucky. *Plant Disease*, 103(7), 1784–1784. <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-19-0135-PDN>.

123. Melgarejo, T. A., Chen, L. F., Rojas, M. R., Schilder, A., & Gilbertson, R. L. (2022). Curly top disease of hemp (*Cannabis sativa*) in California is caused by mild-type strains of Beet curly top virus often in mixed infection. *Plant Disease*, 106(12), 3022-3026. <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-22-0856-SC>.

124. Punja, Z. K., Collyer, D., Scott, C., Lung, S., Holmes, J., & Sutton, D. (2019). Pathogens and molds affecting production and quality of *Cannabis sativa* L. *Frontiers in plant science*, 10, 1120. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01120>.

125. Pépin, N., Punja, Z. K., & Joly, D. L. (2018). Occurrence of powdery mildew caused by *Golovinomyces cichoracearum* sensu lato on *Cannabis sativa* in Canada. *Plant Disease*, 102(12), 2644-2644. <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-18-0586-PDN>.

126. Giladi, Y., Hadad, L., Luria, N., Cranshaw, W., Lachman, O., & Dombrovsky, A. (2020). First report of beet curly top virus infecting *Cannabis sativa* in western Colorado. *Plant Disease*, 104(3), 999-999. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-19-1656-PDN>.

127. Hu, J., Masson, R., & Dickey, L. (2021). First report of Beet curly top virus infecting industrial hemp (*Cannabis sativa*) in Arizona. *Plant disease*, 105(4), 1233–1233. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-20-2330-PDN>.

128. Punja, Z. K., & Rodriguez, G. (2018). Fusarium and Pythium species infecting roots of hydroponically grown marijuana (*Cannabis sativa* L.) plants. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 40(4), 498-513. <https://doi.org/10.1080/07060661.2018.1535466>.

129. Garfinkel, A. R. (2020). Three Botrytis species found causing gray mold on industrial hemp (*Cannabis sativa*) in Oregon. *Plant Disease*, 104(7), 2026–2026. <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-20-0055-PDN>.

130. Punja, Z. K., Scott, C., & Chen, S. (2018). Root and crown rot pathogens causing wilt symptoms on field-grown marijuana (*Cannabis sativa* L.) plants. *Canadian journal of plant pathology*, 40(4), 528–541. <https://doi.org/10.1080/07060661.2018.1535470>.

131. Sands, L. B., Cheek, T., Reynolds, J., Ma, Y., & Berkowitz, G. A. (2022). Effects of Harpin and Flg22 on growth enhancement and pathogen defense in *Cannabis sativa* seedlings. *Plants*, 11(9), 1178. <https://doi.org/10.3390/plants11091178>.

132. Landi, S., Berni, R., Capasso, G., Hausman, J. F., Guerriero, G., & Esposito, S. (2019). Impact of nitrogen nutrition on *Cannabis sativa*: an update on the current knowledge and future prospects. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(22), 5803. <https://doi.org/10.3390/ijms20225803>.

133. Punja, Z. K. (2021). Emerging diseases of *Cannabis sativa* and sustainable management. *Pest management science*, 77(9), 3857–3870. <https://doi.org/10.1002/ps.6307>.

134. Gwinn, K. D., Hansen, Z., Kelly, H., & Ownley, B. H. (2022). Diseases of *Cannabis sativa* caused by diverse Fusarium species. *Frontiers in Agronomy*, 3, 796062. <https://doi.org/10.3389/fagro.2021.796062>.

135. Scott, C., & Punja, Z. K. (2021). Evaluation of disease management approaches for powdery mildew on *Cannabis sativa* L.(marijuana) plants. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 43(3), 394-412. <https://doi.org/10.1080/07060661.2020.1836026>.

136. Wiseman, M. S., Bates, T. A., Garfinkel, A. R., Ocamb, C. M., & Gent, D. H. (2021). First report of powdery mildew caused by *Golovinomyces ambrosiae* on *Cannabis sativa* in Oregon. *Plant Disease*, *105*(9), 2733. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-20-2455-PDN>.
137. Suwanchaikasem, P., Nie, S., Selby-Pham, J., Walker, R., Boughton, B. A., & Idnurm, A. (2023). Hormonal and proteomic analyses of southern blight disease caused by *Athelia rolfsii* and root chitosan priming on *Cannabis sativa* in an in vitro hydroponic system. *Plant direct*, *7*(9), e528. <https://doi.org/10.1002/pld3.528>.
138. Schappe, T., Ritchie, D. F., & Thiessen, L. D. (2020). First report of *Serratia marcescens* causing a leaf spot disease on industrial hemp (*Cannabis sativa*). *Plant disease*, *104*(4), 1248. <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-19-0782-PDN>.
139. Yulfo-Soto, G. E., Smith, H., Szarka, D., Dixon, E., Vaillancourt, L. J., & Gauthier, N. (2022). First report of *Fusarium graminearum* causing flower blight on hemp (*Cannabis sativa*) in Kentucky. *Plant disease*, *106*(1), 334. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-21-1292-PDN>.
140. Hadad, L., Luria, N., Smith, E., Sela, N., Lachman, O., & Dombrovsky, A. (2019). Lettuce chlorosis virus disease: a new threat to cannabis production. *Viruses*, *11*(9), 802. <https://doi.org/10.3390/v11090802>.
141. Punja, Z. K., & Ni, L. (2021). The bud rot pathogens infecting cannabis (*Cannabis sativa* L., marijuana) inflorescences: Symptomology, species identification, pathogenicity and biological control. *Canadian Journal of Plant Pathology*, *43*(6), 827-854. <https://doi.org/10.1080/07060661.2021.1936650>.
142. Scott, C., & Punja, Z. K. (2023). Biological control of *Fusarium oxysporum* causing damping-off and *Pythium myriotylum* causing root and crown rot on cannabis (*Cannabis sativa* L.) plants. *Canadian Journal of Plant Pathology*, *45*(3), 238–252. <https://doi.org/10.1080/07060661.2023.2172082>.
143. Chiginsky, J., Langemeier, K., MacWilliams, J., Albrecht, T., Cranshaw, W., Fulladolsa, A. C., ... & Nachappa, P. (2021). First insights into the virus and

- viroid communities in hemp (*Cannabis sativa*). *Frontiers in Agronomy*, 3, 778433. <https://doi.org/10.3389/fagro.2021.778433>.
144. Thiessen, L. D., Schappe, T., Cochran, S., Hicks, K., & Post, A. R. (2020). Surveying for potential diseases and abiotic disorders of industrial hemp (*Cannabis sativa*) production. *Plant Health Progress*, 21(4), 321-332. <https://doi.org/10.1094/PHP-03-20-0017-RS>.
145. Nachappa, P., Fulladolsa, A. C., & Stenglein, M. (2020). Wild wild west: emerging viruses and viroids of hemp. *Outlooks on Pest Management*, 31(4), 175-179. https://doi.org/10.1564/v31_aug_07.
146. Munir, M., Smith, H., Valentine, T., Leonberger, K., Szarka, D., Dixon, E., ... & Gauthier, N. (2024). Leaf spot disease development and Its effect on yield of essential oil-producing hemp cultivars in Kentucky. *Plant Disease*, PDIS-11. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-23-2483-RE>.
147. Федоренко, В. П., Кабанець, В. В., Кабанець, В. М. (2016). Шкідники конопель посівних. 191 с. <http://repo.sau.sumy.ua/handle/123456789/4477>.
148. Ajayi, O. S., & Samuel-Foo, M. (2021). Hemp pest spectrum and potential relationship between *Helicoverpa zea* infestation and hemp production in the United States in the face of climate change. *Insects*, 12(10), 940. <https://doi.org/10.3390/insects12100940>.
149. Cranshaw, W., Schreiner, M., Britt, K., Kuhar, T. P., McPartland, J., & Grant, J. (2019). Developing insect pest management systems for hemp in the United States: a work in progress. *Journal of Integrated Pest Management*, 10(1), 26. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmz023>.
150. Britt, K. E., Kuhar, T. P., Cranshaw, W., McCullough, C. T., Taylor, S. V., Arends, B. R., ... & Schreiner, M. (2021). Pest management needs and limitations for corn earworm (*Lepidoptera: Noctuidae*), an emergent key pest of hemp in the United States. *Journal of Integrated Pest Management*, 12(1), 34. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmab030>.

151. Pivtoraiko, V., Kabanets, V., & Vlasenko, V. (2020). Harmful entomofauna of hemp *Cannabis sativa* L. (analytical overview). *Quarantine and Plant Protection*, (7-9), 20–25. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2020.7-9.20-25>.
152. Brendan Hayes, C., Carter, O., Robert MacWilliams, J., Cranshaw, W., Chaparro, J. M., Prenni, J. E., & Nachappa, P. (2023). Biology and management of hemp russet mite (Acari: Eriophyidae). *Journal of Economic Entomology*, 116(5), 1706–1714. <https://doi.org/10.1093/jee/toad137>.
153. Cranshaw, W., & Wainwright-Evans, S. (2020). *Cannabis sativa* as a host of rice root aphid (Hemiptera: Aphididae) in North America. *Journal of Integrated Pest Management*, 11(1), 15. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmaa008>.
154. Arey, N. C., Lord, N. P., & Davis, J. A. (2022). Evaluation of Hemp (*Cannabis sativa*)(Rosales: Cannabaceae) as an Alternative Host Plant for Polyphagous Noctuid Pests. *Journal of economic entomology*, 115(6), 1947-1955. <https://doi.org/10.1093/jee/toac163>.
155. Durak, R., Jedryczka, M., Czajka, B., Dampc, J., Wielgusz, K., & Borowiak-Sobkowiak, B. (2021). Mild abiotic stress affects development and stimulates hormesis of hemp aphid *Phorodon cannabis*. *Insects*, 12(5), 420. <https://doi.org/10.3390/insects12050420>.
156. Cotuna, O., Panda, A. O., Sărățeanu, V., Durău, C., & Paraschivu, M. (2020). Research regarding the attack of the eurasian hemp moth *Grapholita delineaana* Walker in several hemp varieties cultivated at SCDA Lovrin (Western Romania). *Life Science and Sustainable Development*, 1(1), 13–19. <https://doi.org/10.58509/lssd.v1i1.9>.
157. Guo, L., Tang, C., Gao, C., Li, Z., Cheng, Y., Chen, J., ... & Xu, J. (2022). Bacterial and fungal communities within and among geographic samples of the hemp pest *Psylliodes attenuata* from China. *Frontiers in Microbiology*, 13, 964735. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.964735>.
158. Pitt, W. J., Kairy, L., Villa, E., Nalam, V. J., & Nachappa, P. (2022). Virus infection and host plant suitability affect feeding behaviors of cannabis aphid

(Hemiptera: Aphididae), a newly described vector of Potato Virus Y. *Environmental Entomology*, 51(2), 322-331. <https://doi.org/10.1093/ee/nvac001>.

159. Andreadis, S. S., Moysiadis, T., Gogolashvili, N. E., Koutsogeorgiou, E. I., Fifis, G. T., & Tsaliki, E. (2024). Quality degradation of industrial hemp due to infestation by *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *International Journal of Pest Management*, 70(4), 1141-1148. <https://doi.org/10.1080/09670874.2022.2089769>.

160. Munir, M., Leonberger, K., Kesheimer, K., Bolt, M., Zuefle, M., Aronson, E., ... & Gauthier, N. A. (2023). Occurrence and distribution of common diseases and pests of US cannabis: A survey. *Plant Health Progress*, 24(4), 498-507. <https://doi.org/10.1094/PHP-01-23-0004-S>.

161. Britt, K. E., & Kuhar, T. P. (2019). Evaluation of insecticides to control insect pests on hemp in Virginia, 2018. *Arthropod Management Tests*, 44(1), tsz062. <https://doi.org/10.1093/amt/tsz062>.

162. Wasuwan, R., Phosrithong, N., Promdonkoy, B., Sangsrakru, D., Sonthirod, C., Tangphatsornruang, S., ... & Amnuaykanjanasin, A. (2021). The fungus *Metarhizium* sp. BCC 4849 is an effective and safe mycoinsecticide for the management of spider mites and other insect pests. *Insects*, 13(1), 42. <https://doi.org/10.3390/insects13010042>.

163. De Vos, B., De Souza, M. F., Michels, E., & Meers, E. (2023). Industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) field cultivation in a phytoattenuation strategy and valorization potential of the fibers for textile production. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(14), 41665–41681. <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-023-25198-z>.

164. Trey, R., Jared, N., & Patrick, F. (2019). Hemp fibers. *Industrial hemp as a modern commodity crop*, 37–56. <https://doi.org/10.2134/industrialhemp.c3>.

165. Frankowski, J., Przybylska-Balcerek, A., Graczyk, M., Niedziela, G., Sieracka, D., & Stuper-Szablewska, K. (2023). The Effect of Mineral Fertilization on the Content of Bioactive Compounds in Hemp Seeds and Oil. *Molecules*, 28(12), 4870. <https://doi.org/10.3390/molecules28124870>.

166. Носенко, Т. Т., Музика, О. С., Циганкова, Г. А., Левчук, І. В., & Маринченко, І. О. (2019). Особливості складу олії із насіння ненаркотичних конопель вітчизняної селекції. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, (25, № 5), 173–180. <https://dspace.nuft.edu.ua/items/e3d02515-4d20-4ccf-aaf4-0a3e20d8864d>.
167. Сучек, В. М., & Климишена, Р. І. (2022). Залежність урожайності насіння конопель технічних від впливу норми висіву та сорту. *Таврійський науковий вісник*, 125, 91–97. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.125.13>.
168. Marzocchi, S., & Caboni, M. F. (2020). Effect of harvesting time on hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil lipid composition. *Italian Journal of Food Science*, 32(4). <https://www.authorea.com/users/302057/articles/432004-effect-of-harvesting-time-on-hemp-cannabis-sativa-l-seed-oil-lipid-composition>.
169. Aubin, M. P., Seguin, P., Vanasse, A., Lalonde, O., Tremblay, G. F., Mustafa, A. F., & Charron, J. B. (2016). Evaluation of eleven industrial hemp cultivars grown in eastern Canada. *Agronomy Journal*, 108(5), 1972–1980. <https://doi.org/10.2134/agronj2016.04.0217>.
170. Mi, R., Taylor, A. G., Smart, L. B., & Mattson, N. S. (2020). Developing production guidelines for baby leaf hemp (*Cannabis sativa* L.) as an edible salad green: cultivar, sowing density and seed size. *Agriculture*, 10(12), 617. <https://doi.org/10.3390/agriculture10120617>.
171. Petit, J., Salentijn, E. M., Paulo, M. J., Thouminot, C., van Dinter, B. J., Magagnini, G., ... & Trindade, L. M. (2020). Genetic variability of morphological, flowering, and biomass quality traits in hemp (*Cannabis sativa* L.). *Frontiers in plant science*, 11, 102. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00102>.
172. Habán, M., Zvercová, D., Sikora, V., & Koren, A. (2022). Yields and quality indicators of selected hemp varieties (*Cannabis sativa* L.) grown in Serbia. *Journal of Central European Agriculture*, 23(2), 351-357. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/23.2.3518>.
173. Bleuze, L., Chabbert, B., Lashermes, G., & Recous, S. (2020). Hemp harvest time impacts on the dynamics of microbial colonization and hemp stems

degradation during dew retting. *Industrial Crops and Products*, 145, 112122. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112122>.

174. Müssig, J., & Amaducci, S. (2018). Scanner based image analysis to characterise the influence of agronomic factors on hemp (*Cannabis sativa* L.) fibre width. *Industrial Crops and Products*, 113, 28-37. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.12.059>.

175. Tariq, M., Khan, M. A., Muhammad, W., & Ahmad, S. (2023). Fiber crops in changing climate. In *Global Agricultural Production: Resilience to Climate Change* (pp. 267-282). Cham: Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-14973-3_9.

176. Hall, J., Bhattarai, S. P., & Midmore, D. J. (2014). The effects of photoperiod on phenological development and yields of industrial hemp. *Journal of Natural Fibers*, 11(1), 87-106. <https://doi.org/10.1080/15440478.2013.846840>.

177. Vandepitte, K., Vasile, S., Vermeire, S., Vanderhoeven, M., Van der Borght, W., Latré, J., ... & Troch, V. (2020). Hemp (*Cannabis sativa* L.) for high-value textile applications: The effective long fiber yield and quality of different hemp varieties, processed using industrial flax equipment. *Industrial Crops and Products*, 158, 112969. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112969>.

178. Klir, Ž., Novoselec, J., & Antunović, Z. (2019). An overview on the use of hemp (*Cannabis sativa* L.) in animal nutrition. *Poljoprivreda*, 25(2), 52-61. <https://doi.org/10.18047/poljo.25.2.8>.

179. Міщенко, С.В., Кириченко, Г.І., Лайко, І.М. (2021). Новий універсальний сорт технічної коноплі «Артеміда» з високим вмістом олії та якістю волокна. *Вивчення та охорона сортів рослин*, 17 (1), 43–50. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.1.2021.228208>

180. Мигаль, М. Д., Лайко, І. М., & Міщенко, С. В. (2015). Взаємозв'язок між кількісними і якісними ознаками волокна конопель. *Луб'яні та технічні культури*, (4), 14–39. <https://ibc-naas.com/wp-content/uploads/2019/06/index4b.html>.

181. Salentijn, E. M., Petit, J., & Trindade, L. M. (2019). The complex interactions between flowering behavior and fiber quality in hemp. *Frontiers in plant science*, *10*, 614. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00614>.

182. Westerhuis, W., van Delden, S. H., van Dam, J. E. G., Marinho, J. P., Struik, P. C., & Stomph, T. J. (2019). Plant weight determines secondary fibre development in fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). *Industrial Crops and Products*, *139*, 111493. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111493>.

183. Jankauskienė, Z., Gruzdevienė, E., Maumevičius, E., & Layko, I. M. (2017, June). Investigation of hemp (*Cannabis sativa* L.) fibre quantity and quality as influenced by genotype and seed rate. In *Environment. Technologies. Resources. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference* (Vol. 1, pp. 125-128). <https://doi.org/10.17770/etr2017vol1.2530>.

184. Hammami, N., Privé, J. P., & Moreau, G. (2022). Spatiotemporal variability and sensitivity of industrial hemp cultivars under variable field conditions. *European Journal of Agronomy*, *138*, 126549. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126549>.

185. Rahemi, A., Dhakal, R., Temu, V. W., Rutto, L., & Kering, M. K. (2021). Performance of different-use type industrial hemp cultivars under mid-atlantic region conditions. *Agronomy*, *11*(11), 2321. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112321>.

186. Jankauskienė, Z., & Gruzdevienė, E. (2015). Screening of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivars for biomass yielding capacities in Lithuania. *Journal of natural fibers*, *12*(4), 368-377. <https://doi.org/10.1080/15440478.2014.929556>.

187. Ribeiro, J., Bueno, G., Martín, M. R., & Rocha, J. (2023). Experimental study on mechanical properties of hemp fibers influenced by various parameters. *Sustainability*, *15*(12), 9610. <https://doi.org/10.3390/su15129610>.

188. Livingstone, H., Ang, T. N., Yuan, X., Swanepoel, Q., & Kerckhoffs, H. (2022). Analysis of inter-nodal properties of two industrial hemp cultivars (Fasamo and Ferimon 12) and their relationships with plant density and row

spacing. *Industrial Crops and Products*, 182, 114880.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114880>.

189. Overbaugh, E. (2019). *The effect of seeding rate, fertility and cultivar on the production of industrial hemp (Cannabis sativa L.) in North Carolina*. North Carolina State University.
<https://www.proquest.com/openview/f45942f416c166d03028599612f66887/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>.

190. Tedeschi, A., Volpe, M. G., Polimeno, F., Siano, F., Maglione, G., Di Tommasi, P., ... & Vitale, L. (2020). Soil fertilization with urea has little effect on seed quality but reduces soil N₂O emissions from a hemp cultivation. *Agriculture*, 10(6), 240. <https://doi.org/10.3390/agriculture10060240>.

191. Liu, M., Fernando, D., Daniel, G., Madsen, B., Meyer, A. S., Ale, M. T., & Thygesen, A. (2015). Effect of harvest time and field retting duration on the chemical composition, morphology and mechanical properties of hemp fibers. *Industrial Crops and Products*, 69, 29-39.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.02.010>.

192. Mazian, B., Bergeret, A., Benezet, J. C., & Malhautier, L. (2019). A comparative study of the effect of field retting time on the properties of hemp fibres harvested at different growth stages. *Fibers*, 7(12), 108.
<https://doi.org/10.3390/fib7120108>.

193. Овсяник, О. О., & Тараненко, С. В. (2023). Збільшення сегменту вирощування конопель технічних в Україні. *Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування, присвячена 90-річчю з дня народження професора Г. П. Жемели : матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф.* С. 79–82.

194. Frankowski, J., Zaborowicz, M., Sieracka, D., Łochyńska, M., & Czeszak, W. (2022). Prediction of the hemp yield using artificial intelligence methods. *Journal of Natural Fibers*, 19(16), 13725–13735.
<https://doi.org/10.1080/15440478.2022.2105468>.

195. Sieracka, D., Zaborowicz, M., & Frankowski, J. (2023). Identification of characteristic parameters in seed yielding of selected varieties of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) using artificial intelligence methods. *Agriculture*, *13*(5), 1097. <https://doi.org/10.3390/agriculture13051097>.
196. Hesami, M., Pepe, M., Monthony, A. S., Baiton, A., & Jones, A. M. P. (2021). Modeling and optimizing in vitro seed germination of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.). *Industrial Crops and Products*, *170*, 113753. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113753>.
197. Smart, L. B., Toth, J. A., Stack, G. M., Monserrate, L. A., & Smart, C. D. (2022). Breeding of hemp (*Cannabis sativa*). *Plant Breeding Reviews*, *46*, 239–288. <https://doi.org/10.1002/9781119874157.ch5>.
198. Ceyhan, V., Türkten, H., Yıldırım, Ç., & Canan, S. (2022). Economic viability of industrial hemp production in Turkey. *Industrial Crops and Products*, *176*, 114354. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.114354>.
199. Duan, Y., Xiang, W., Lv, J., Yan, B., Hu, Y., & Wu, M. (2022). Research on Seeding Performance of Self-Propelled Industrial Hemp Seeder. *Applied Sciences*, *12*(16), 8079. <https://doi.org/10.3390/app12168079>.
200. Wimalasiri, E. M., Jahanshiri, E., Chimonyo, V. G., Kuruppuarachchi, N., Suhairi, T. A. S. T. M., Azam-Ali, S. N., & Gregory, P. J. (2021). A framework for the development of hemp (*Cannabis sativa* L.) as a crop for the future in tropical environments. *Industrial Crops and Products*, *172*, 113999. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113999>.
201. Овсяник О. О. Особливості насінництва конопель посівних (*Cannabis sativa* L.) залежно від напрямів використання. *Сучасний стан та розвиток вітчизняного насінництва сільськогосподарських культур на шляху інтеграції у світову насінневу спільноту: матеріали науково-практичної конференції з проблем насінництва* (28 лютого 2025 р. / СГІ – НЦНС, м. Одеса, Україна), 2025. С. 114–115.
202. Маренич М. М., Овсяник О. О. Вплив сортових властивостей на господарсько-цінні ознаки конопель посівних. *Сучасні напрями та*

досягнення селекції і насінництва сільськогосподарських культур: матеріали III Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (31 березня 2025 року) / Редкол.: М. М. Маренич (відп. ред.) та ін. Полтава: ПДАУ, 2025. С. 31–32.

203. Мойсейченко, В. Ф., & Єщенко, В. О. (1994). Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Вища школа, 334, 3.

204. Маренич, М. М., & Овсяник, О. О. (2025). Особливості контролю сегетальної рослинності в посівах конопель посівних (*Cannabis sativa* L.). *Scientific Progress & Innovations*, 28(2), 18–22. <https://doi.org/10.31210/spi2025.28.02.03>.

205. Ovsianyk O. O., & Marenych M. M. (2025). The influence of fertilisers and pre-sowing seed treatment on the yield of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.). *Scientific and Technical Bulletin of Livestock farming institute of NAAS*, 134, 228–237. <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2025-134-228-237>.

206. Ovsianyk O. O. Quality management characteristics of hemp products. Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування, присвячена пам'яті професора Г. П. Жемели: матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Полтава, 30 вересня 2025 р.). Полтава : ПДАУ, 2025. С. 94–96.

207. Маренич М. М., Веревська О. В., Шкурко В. С. Прогнозування врожайності сільськогосподарських культур. Полтава: Сімон, 2011. 114 с.

208. Методика економічної оцінки технологій вирощування сільськогосподарських культур в дослідних умовах. Київ, 1999. 25 с.

209. Коропченко С. П., Гілязетдінов Р. Н., Баранник В. Г., Хилевич В. С. Економічний аналіз технологій збирання та переробки насінневих конопель. Нове в селекції, генетиці, технології вирощування, збирання, переробці та стандартизації лубяних культур : наук.-техн. конф. молодих вчених. Глухів: ІЛК УААН, 2004. С. 144–147.

210. Примаков О. А., Маринченко І. О., Козорізенко М. П. Економічна ефективність конопляної галузі в сучасних умовах виробництва. Вісник КНУТД. 2014. № 1. С. 84–89.

211. Пилипченко А. В., Пісковий М. Б. Економічна та еколого-енергетична ефективність вирощування конопель посівних за технологіями органічного землеробства. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2021. Вип. 1. С. 21–27. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.02>.

212. Овсяник О. О., Маренич М. М. (2025). Формування урожайності конопель посівних (*Cannabis sativa* L.) залежно від забур'яненості посівів. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 32–36. <https://doi.org/10.31210/spi2025.28.03.05>.

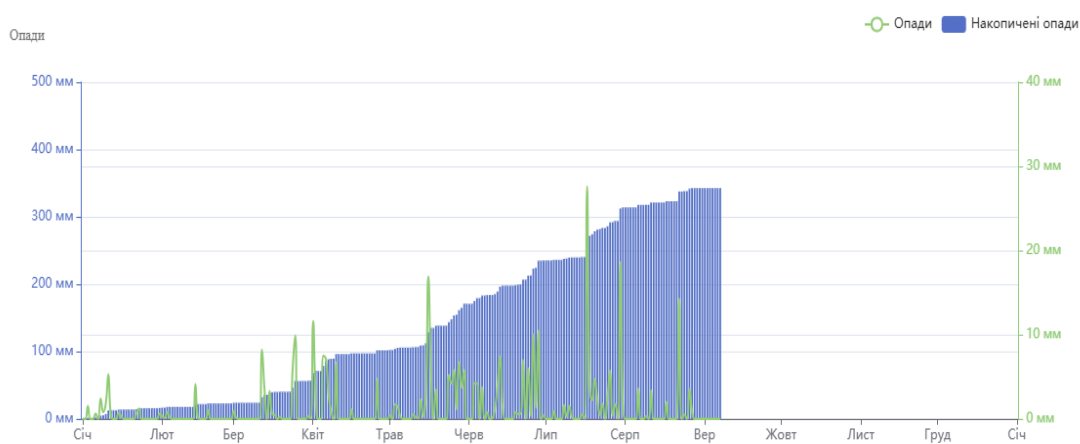
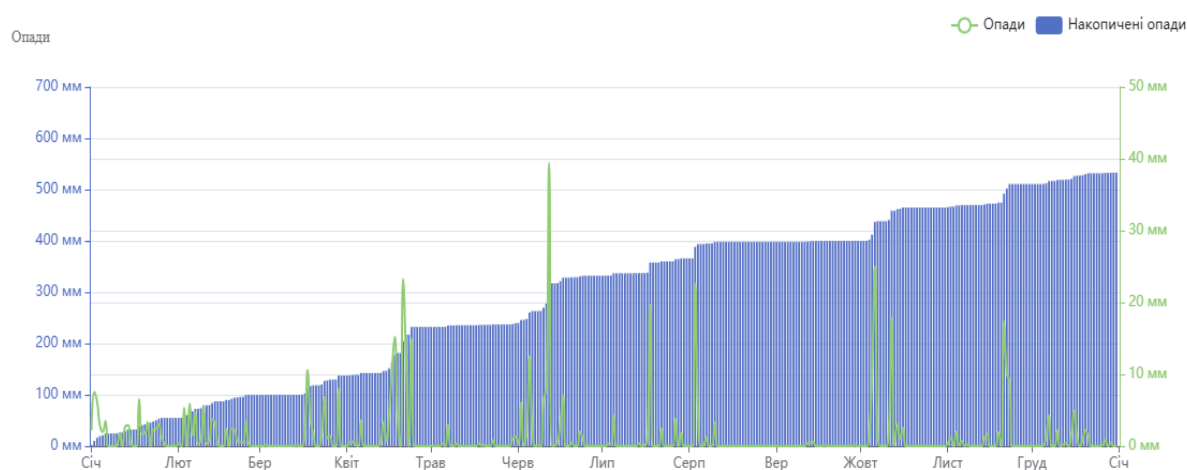
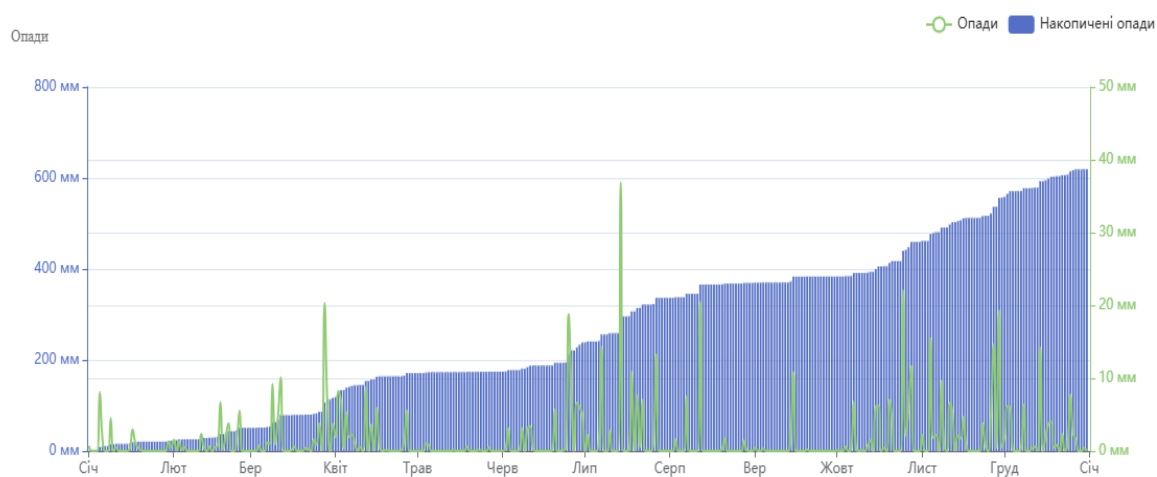
213. Marenych, M., Ovsianyk, O., Semenov, A., Hanhur, V., Yurchenko, S., Bahan, A., Shakalii, S., Marinich, L., & Laslo, O. Features of quality management of industrial hemp products (*Cannabis sativa* L). *Journal of Ecological Engineering*, 27(5). 233–246. <https://doi.org/10.12911/22998993/216446>.

214. Овсяник О. О. Ефективність оптимізованих елементів технології вирощування конопель посівних (*Cannabis sativa*). *Scientific Progress & Innovations*. 2026. № 29 (1). С. 19–23. <https://doi.org/10.31210/spi2026.29.01.03>.

ДОДАТКИ

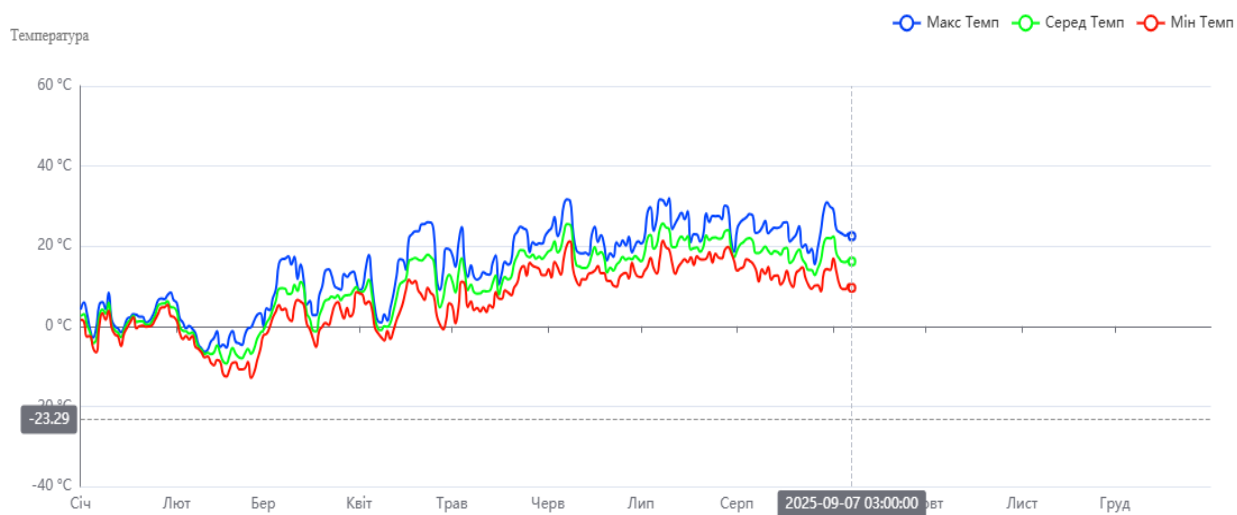
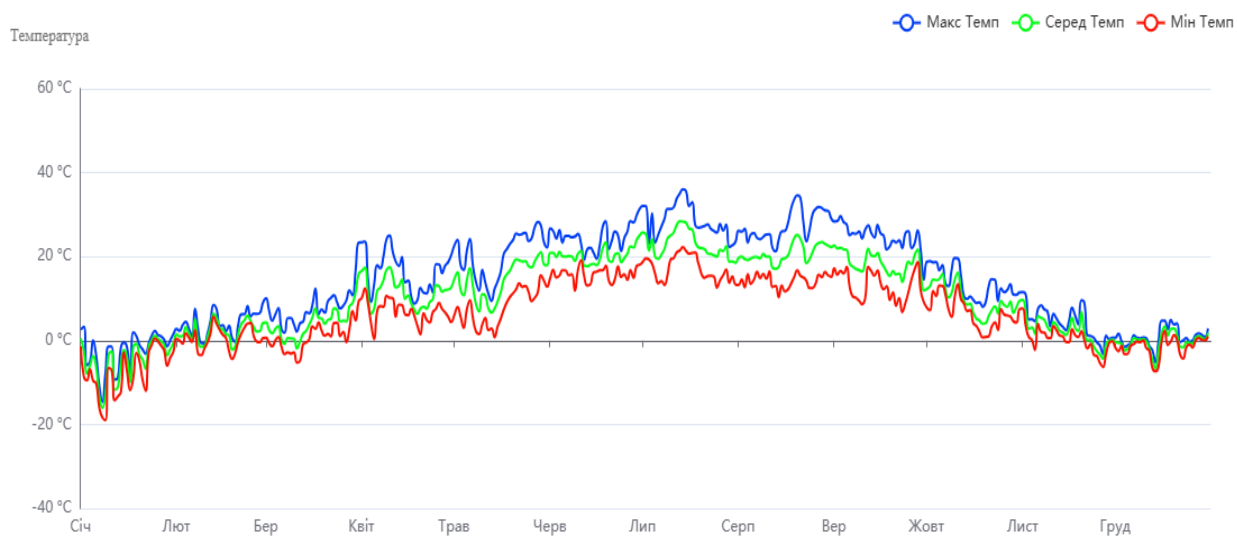
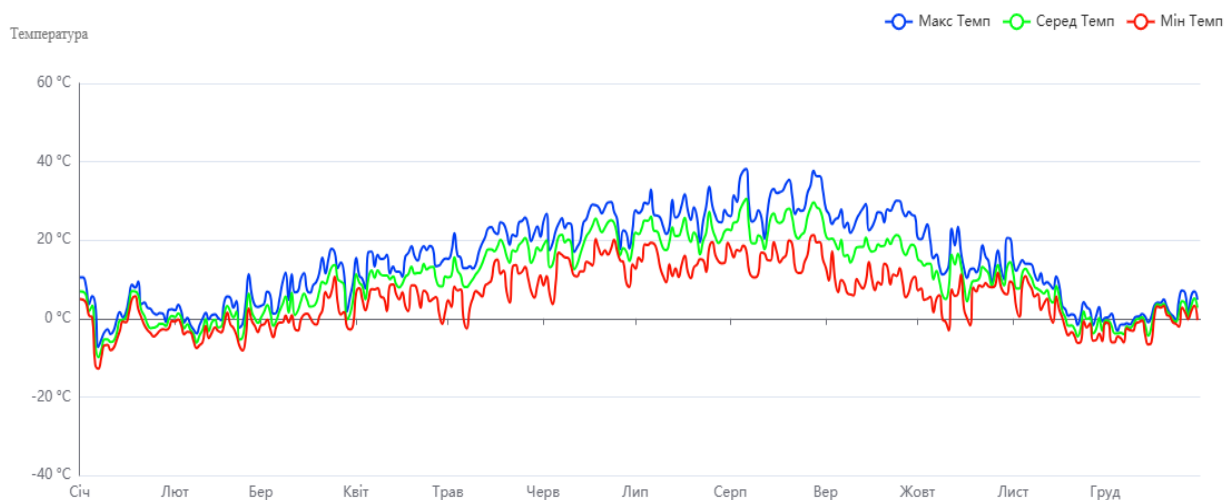
Характеристика погодних умов

Динаміка опадів в період досліджень 2023–2025 рр.



Продовження додатку А

Перебіг температур у 2023–2025 рр.



Продовження додатку А

Температура повітря, °С за даними локальних метеорологічних станцій

Місяці	Роки		
	2023	2024	2025
Березень	3,4	4,5	6,4
Квітень	10,4	12,3	10,3
Травень	14,6	15,2	13,9
Червень	19,6	21	18,1
Липень	20,5	23,8	21,9
Серпень	22,4	21,6	18,5
Вересень	17	19,7	15,7
Середнє	15,4	16,9	15,0

Суми опадів протягом вегетаційного періоду

Місяці	Носівська с.-г. д. с.			СФГ «Колос»		
	2023	2024	2025	2023	2024	2025
Березень	54,6	32,4	30,2	31,8	23	42,2
Квітень	53,8	77,6	43,4	13,8	62	48,2
Травень	0,4	4,4	38	0,2	38,2	60,2
Червень	40,4	118,4	45	46	102,4	81,8
Липень	102,3	42,4	55,2	89,6	58,2	45
Серпень	10,8	8	27,6	40,4	19,8	35,2
Вересень	13,8	3,4	36	25,2	2,6	32,8
Сума	276,1	286,6	275,4	247	306,2	345,4

Таблиці результатів дисперсійного аналізу впливу факторів на формування показників продуктивності агроценозів у досліді 1 (2023–2025 рр.)

Univariate Tests of Significance for Густота стояння рослин культури, шт/м2 (Spreadsheet1)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1706592	1	1706592	138789,1	0,000000
Рік	12	2	6	0,5	0,625901
Сорт	333	2	166	13,5	0,000003
Гербіцид	688	10	69	5,6	0,000000
Рік*Сорт	95	4	24	1,9	0,106725
Рік*Гербіцид	2013	20	101	8,2	0,000000
Сорт*Гербіцид	327	20	16	1,3	0,164895
Рік*Сорт*Гербіцид	574	40	14	1,2	0,243585
Error	2435	198	12		

Univariate Tests of Significance for Висота рослин культури, см (Spreadsheet1)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	14505556	1	14505556	426201,4	0,000000
Рік	418	2	209	6,1	0,002599
Сорт	5	2	3	0,1	0,928079
Гербіцид	36255	10	3626	106,5	0,000000
Рік*Сорт	269	4	67	2,0	0,100016
Рік*Гербіцид	2073	20	104	3,0	0,000035
Сорт*Гербіцид	1291	20	65	1,9	0,014410
Рік*Сорт*Гербіцид	2211	40	55	1,6	0,016485
Error	6739	198	34		

Univariate Tests of Significance for Вага вегетативної маси культури, кг (Spreadsheet1)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1645,580	1	1645,580	14612,17	0,000000
Рік	2,289	2	1,145	10,16	0,000063
Сорт	0,332	2	0,166	1,47	0,231524
Гербіцид	67,907	10	6,791	60,30	0,000000
Рік*Сорт	1,370	4	0,342	3,04	0,018409
Рік*Гербіцид	13,460	20	0,673	5,98	0,000000
Сорт*Гербіцид	6,156	20	0,308	2,73	0,000194
Рік*Сорт*Гербіцид	4,272	40	0,107	0,95	0,563654
Error	22,298	198	0,113		

Univariate Tests of Significance for Вага вегетативної маси бур'янів, кг/м2 (Spreadsheet1)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	16,25598	1	16,25598	632,4769	0,000000
Рік	0,46824	2	0,23412	9,1089	0,000164
Сорт	0,41142	2	0,20571	8,0036	0,000454
Гербіцид	2,31789	10	0,23179	9,0183	0,000000
Рік*Сорт	0,25767	4	0,06442	2,5063	0,043415
Рік*Гербіцид	2,05457	20	0,10273	3,9969	0,000000
Сорт*Гербіцид	1,19125	20	0,05956	2,3174	0,001761
Рік*Сорт*Гербіцид	1,15933	40	0,02898	1,1277	0,291317
Error	5,08901	198	0,02570		

Продовження додатку Б

Univariate Tests of Significance for Загальна кількість бур'янів (ξ) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	4080034	1	4080034	2351,882	0,000000
Рік	300211	2	150105	86,526	0,000000
Сорт	29476	2	14738	8,496	0,000289
Гербіцид	2450834	10	245083	141,275	0,000000
Рік*Сорт	33692	4	8423	4,855	0,000933
Рік*Гербіцид	365895	20	18295	10,546	0,000000
Сорт*Гербіцид	113899	20	5695	3,283	0,000009
Рік*Сорт*Гербіцид	100431	40	2511	1,447	0,052679
Error	343489	198	1735		

Univariate Tests of Significance for Урожайність насіння, т/га (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	132,9946	1	132,9946	154998,5	0,000000
Рік	9,3915	2	4,6958	5472,7	0,000000
Сорт	0,1161	2	0,0580	67,6	0,000000
Гербіцид	1,1541	10	0,1154	134,5	0,000000
Рік*Сорт	0,1030	4	0,0258	30,0	0,000000
Рік*Гербіцид	0,0513	20	0,0026	3,0	0,000048
Сорт*Гербіцид	0,1881	20	0,0094	11,0	0,000000
Рік*Сорт*Гербіцид	0,0452	40	0,0011	1,3	0,112752
Error	0,1699	198	0,0009		

Univariate Tests of Significance for Урожайність соломи, т/га (Tab) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	6566,930	1	6566,930	1197030	0,000000
Рік	16,963	2	8,481	1546	0,000000
Сорт	3,958	2	1,979	361	0,000000
Гербіцид	4,773	10	0,477	87	0,000000
Рік*Сорт	1,183	4	0,296	54	0,000000
Рік*Гербіцид	0,017	20	0,001	0	0,999992
Сорт*Гербіцид	1,472	20	0,074	13	0,000000
Рік*Сорт*Гербіцид	0,007	40	0,000	0	1,000000
Error	1,086	198	0,005		

Додаток В

Видовий склад сегетальної рослинності у досліді 1

Сорт (А)	Варіант захисту (В)	Вага вегетативної маси бур'янів, кг/м ²	Лобода біла	Гірчак шорсткий	Куколиця	Фіалка польова	Суріпиця	Загальна кількість бур'янів
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Гляна	Контроль	0,46	320	4	0	6	1	332
	Гезагард - 1,5 л/га	0,20	213	2	15	5	1	236
	Гезагард - 1,7 л/га	0,38	59	1	3	3	3	70
	Гезагард - 2 л/га	0,22	26	2	0	4	7	39
	Стомп-1,5 л/га	0,15	205	4	0	3	5	217
	Стомп-2 л/га	0,12	62	2	0	2	4	71
	Стомп- 2,5 л/га	0,06	35	2	0	3	5	46
	Стомп- 3 л/га	0,20	78	2	1	1	1	82
	Зенкор Ліквід - 0,3 л/га	0,05	167	2	3	2	1	175
	Зенкор Ліквід - 0,5 л/га	0,06	109	2	0	2	1	114
Зенкор Ліквід - 0,75 л/га	0,15	49	3	0	1	1	55	
Глесія	Контроль	0,50	307	5	2	9	2	325
	Гезагард - 1,5 л/га	0,34	177	5	18	4	4	208
	Гезагард - 1,7 л/га	0,18	66	6	2	4	3	81
	Гезагард - 2 л/га	0,31	35	4	2	3	4	48

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
	Стомп-1,5 л/га	0,17	133	2	1	3	4	144
	Стомп-2 л/га	0,22	34	4	2	2	3	44
	Стомп- 2,5 л/га	0,16	20	3	2	2	5	32
	Стомп- 3 л/га	0,26	75	5	1	2	1	84
	Зенкор Ліквід - 0,3 л/га	0,39	108	3	2	2	1	116
	Зенкор Ліквід - 0,5 л/га	0,24	33	3	2	2	1	41
	Зенкор Ліквід - 0,75 л/га	0,28	42	4	1	2	2	51
Софія	Контроль	0,47	342	5	3	8	3	361
	Гезагард - 1,5 л/га	0,24	195	3	10	4	5	217
	Гезагард - 1,7 л/га	0,19	72	3	4	4	5	88
	Гезагард - 2 л/га	0,24	37	5	4	4	8	57
	Стомп-1,5 л/га	0,32	203	3	2	5	4	216
	Стомп-2 л/га	0,25	86	4	2	3	3	98
	Стомп- 2,5 л/га	0,20	46	4	3	5	5	63
	Стомп- 3 л/га	0,26	22	3	2	3	2	32
	Зенкор Ліквід - 0,3 л/га	0,30	72	3	4	4	2	86
	Зенкор Ліквід - 0,5 л/га	0,16	30	3	3	4	3	43
	Зенкор Ліквід - 0,75 л/га	0,06	13	5	2	3	3	25

Додаток Д

Показники продуктивності агроценозу у досліді 1

Сорт (А)	Варіант захисту (В)	Густота стояння рослин, шт/м ²	Висота рослин культури, см	Вегетативна маса культури, кг/м ²	Урожайність насіння, т/га	Урожайність соломи, т/га
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Гляна	Контроль	70	234	2,76	0,48	4,27
	Гезагард - 1,5 л/га	75	222	2,32	0,65	4,44
	Гезагард - 1,7 л/га	75	229	2,63	0,63	4,64
	Гезагард - 2 л/га	74	217	2,14	0,66	4,73
	Стомп-1,5 л/га	76	230	2,72	0,68	4,52
	Стомп-2 л/га	76	226	2,74	0,68	4,65
	Стомп- 2,5 л/га	76	224	2,42	0,70	4,73
	Стомп- 3 л/га	73	221	2,36	0,66	4,79
	Зенкор Ліквід - 0,3 л/га	72	220	2,79	0,72	4,35
	Зенкор Ліквід - 0,5 л/га	73	213	1,87	0,73	4,54
	Зенкор Ліквід - 0,75 л/га	80	196	0,75	0,67	4,88
Глесія	Контроль	76	236	2,86	0,43	4,37
	Гезагард - 1,5 л/га	78	223	2,35	0,62	4,50
	Гезагард - 1,7 л/га	77	222	3,30	0,72	4,72
	Гезагард - 2 л/га	78	221	2,25	0,67	4,78
	Стомп-1,5 л/га	76	231	2,69	0,64	4,48
	Стомп-2 л/га	78	227	2,57	0,73	4,75

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
	Стомп- 2,5 л/га	79	226	2,36	0,66	4,77
	Стомп- 3 л/га	74	221	2,37	0,61	4,84
	Зенкор Ліквід - 0,3 л/га	76	222	2,50	0,64	4,49
	Зенкор Ліквід - 0,5 л/га	77	214	2,06	0,76	4,68
	Зенкор Ліквід - 0,75 л/га	79	188	1,09	0,68	4,78
Софія	Контроль	75	238	2,74	0,55	4,73
	Гезагард - 1,5 л/га	77	227	2,19	0,71	4,84
	Гезагард - 1,7 л/га	74	222	2,47	0,71	4,93
	Гезагард - 2 л/га	75	219	2,22	0,75	4,98
	Стомп-1,5 л/га	78	230	2,71	0,71	4,85
	Стомп-2 л/га	75	229	2,76	0,72	4,94
	Стомп- 2,5 л/га	76	222	2,40	0,72	4,79
	Стомп- 3 л/га	75	216	2,23	0,71	4,85
	Зенкор Ліквід - 0,3 л/га	73	221	2,62	0,73	4,74
	Зенкор Ліквід - 0,5 л/га	76	218	2,09	0,73	4,98
	Зенкор Ліквід - 0,75 л/га	78	191	1,43	0,72	4,91

Кореляційна матриця показників агроценозу 2023 р.

	Густота стояння рослин культури, шт/м ²	Висота рослин культури, см	Вегетативна маса культури, кг/м ²	Вегетативна маса бур'янів, кг/м ²	Лобода біла	Гірчак шорсткий	Куколиця	Фіалка польова	Суріпиця	Загальна кількість бур'янів	Урожайність насіння, т/га	Урожайність соломи, т/га
Густота стояння рослин, шт/м ²		<i>-0,24</i>	<i>-0,10</i>	<i>-0,28</i>	<i>-0,58</i>	0,09	0,06	<i>-0,43</i>	0,11	<i>-0,56</i>	<i>0,52</i>	<i>0,33</i>
Висота рослин, см	<i>-0,24</i>		<i>0,62</i>	<i>0,24</i>	<i>0,33</i>	-0,18	0,00	<i>0,24</i>	0,08	<i>0,32</i>	-0,18	<i>-0,34</i>
Вегетативна маса культури, кг/м ²	-0,10	<i>0,62</i>		<i>0,23</i>	<i>0,22</i>	-0,06	0,04	0,10	0,10	<i>0,22</i>	-0,06	<i>-0,30</i>
Вага вегетативної маси бур'янів, кг/м ²	<i>-0,28</i>	<i>0,24</i>	<i>0,23</i>		<i>0,50</i>	0,14	-0,01	<i>0,45</i>	<i>-0,20</i>	<i>0,49</i>	<i>-0,49</i>	<i>-0,28</i>
Лобода біла	<i>-0,58</i>	<i>0,33</i>	<i>0,22</i>	<i>0,50</i>		<i>0,21</i>	0,11	<i>0,72</i>	-0,16	<i>0,99</i>	<i>-0,72</i>	<i>-0,56</i>
Гірчак шорсткий	0,09	-0,18	-0,06	0,14	<i>0,21</i>		0,02	<i>0,21</i>	0,12	<i>0,24</i>	-0,16	0,02
Куколиця	0,06	0,00	0,04	-0,01	0,11	0,02		0,15	-0,07	<i>0,22</i>	-0,11	<i>-0,21</i>
Фіалка польова	<i>-0,43</i>	<i>0,24</i>	0,10	<i>0,45</i>	<i>0,72</i>	<i>0,21</i>	0,15		-0,02	<i>0,74</i>	<i>-0,62</i>	<i>-0,48</i>
Суріпиця	0,11	0,08	0,10	<i>-0,20</i>	-0,16	0,12	-0,07	-0,02		-0,12	0,17	<i>0,22</i>
Загальна кількість бур'янів	<i>-0,56</i>	<i>0,32</i>	<i>0,22</i>	<i>0,49</i>	<i>0,99</i>	<i>0,24</i>	<i>0,22</i>	<i>0,74</i>	-0,12		<i>-0,72</i>	<i>-0,57</i>
Урожайність насіння, т/га	<i>0,52</i>	-0,18	-0,06	<i>-0,49</i>	<i>-0,72</i>	-0,16	-0,11	<i>-0,62</i>	0,17	<i>-0,72</i>		<i>0,43</i>
Урожайність соломи, т/га	<i>0,33</i>	<i>-0,34</i>	<i>-0,30</i>	<i>-0,28</i>	<i>-0,56</i>	0,02	<i>-0,21</i>	<i>-0,48</i>	<i>0,22</i>	<i>-0,57</i>	<i>0,43</i>	

Продовження додатку Е

Кореляційна матриця показників агроценозу 2024 р.

	Густота стояння рослин культури, шт/м ²	Висота рослин культури, см	Вегетативна маса культури, кг/м ²	Вегетативна маса бур'янів, кг/м ²	Лобода біла	Гірчак шорсткий	Куколиця	Фіалка польова	Суріпиця	Загальна кількість бур'янів	Урожайність насіння, т/га	Урожайність соломи, т/га
Густота стояння рослин, шт/м ²		<i>0,21</i>	<i>0,20</i>	0,04	-0,02	0,19	0,10	0,14	0,17	-0,01	<i>-0,41</i>	0,03
Висота рослин, см	<i>0,21</i>		<i>0,70</i>	0,11	<i>0,41</i>	0,04	0,03	0,11	0,14	<i>0,42</i>	<i>-0,40</i>	<i>-0,33</i>
Вегетативна маса культури, кг/м ²	<i>0,20</i>	<i>0,70</i>		0,04	<i>0,29</i>	0,12	0,05	0,10	0,14	<i>0,30</i>	<i>-0,28</i>	<i>-0,23</i>
Вага вегетативної маси бур'янів, кг/м ²	0,04	0,11	0,04		<i>0,25</i>	-0,07	0,01	-0,14	-0,01	<i>0,25</i>	<i>-0,27</i>	0,02
Лобода біла	-0,02	<i>0,41</i>	<i>0,29</i>	<i>0,25</i>		-0,06	-0,15	-0,04	-0,12	<i>0,99</i>	<i>-0,39</i>	<i>-0,57</i>
Гірчак шорсткий	0,19	0,04	0,12	-0,07	-0,06		0,18	0,14	0,12	-0,03	-0,10	0,10
Куколиця	0,10	0,03	0,05	0,01	-0,15	0,18		<i>0,33</i>	<i>0,33</i>	-0,12	0,02	<i>0,35</i>
Фіалка польова	0,14	0,11	0,10	-0,14	-0,04	0,14	<i>0,33</i>		<i>0,39</i>	-0,01	0,02	<i>0,30</i>
Суріпиця	0,17	0,14	0,14	-0,01	-0,12	0,12	<i>0,33</i>	<i>0,39</i>		-0,09	-0,05	<i>0,24</i>
Загальна кількість бур'янів	-0,01	<i>0,42</i>	<i>0,30</i>	<i>0,25</i>	<i>1,00</i>	-0,03	-0,12	-0,01	-0,09		<i>-0,39</i>	<i>-0,55</i>
Урожайність насіння, т/га	<i>-0,41</i>	<i>-0,40</i>	<i>-0,28</i>	<i>-0,27</i>	<i>-0,39</i>	-0,10	0,02	0,02	-0,05	<i>-0,39</i>		<i>0,31</i>
Урожайність соломи, т/га	0,03	<i>-0,33</i>	<i>-0,23</i>	0,02	<i>-0,57</i>	0,10	<i>0,35</i>	<i>0,30</i>	<i>0,24</i>	<i>-0,55</i>	<i>0,31</i>	

Продовження додатку Е

Кореляційна матриця показників агроценозу 2025 р.

	Густота стояння рослин культури, шт/м ²	Висота рослин культури, см	Вегетативна маса культури, кг/м ²	Вегетативна маса бур'янів, кг/м ²	Лобода біла	Гірчак шорсткий	Куколиця	Фіалка польова	Суріпиця	Загальна кількість бур'янів	Урожайність насіння, т/га	Урожайність соломи, т/га
Густота стояння рослин, шт/м ²		<i>-0,26</i>	<i>-0,24</i>	-0,05	-0,18	<i>0,21</i>	-0,07	-0,04	0,15	-0,17	0,14	0,13
Висота рослин, см	<i>-0,26</i>		<i>0,79</i>	<i>0,25</i>	<i>0,54</i>	0,04	0,12	<i>0,39</i>	0,19	<i>0,55</i>	<i>-0,30</i>	<i>-0,24</i>
Вегетативна маса культури, кг/м ²	<i>-0,24</i>	<i>0,79</i>		0,18	<i>0,44</i>	0,09	0,04	<i>0,26</i>	0,11	<i>0,44</i>	<i>-0,20</i>	<i>-0,29</i>
Вага вегетативної маси бур'янів, кг/м ²	-0,05	<i>0,25</i>	0,18			0,05	0,02	<i>0,27</i>	0,14	<i>0,28</i>	<i>-0,32</i>	-0,13
Лобода біла	-0,18	<i>0,54</i>	<i>0,44</i>	<i>0,28</i>		0,14	<i>0,23</i>	<i>0,61</i>	-0,13	<i>0,99</i>	<i>-0,56</i>	<i>-0,38</i>
Гірчак шорсткий	<i>0,21</i>	0,04	0,09	0,05	0,14		-0,01	0,19	0,10	0,16	-0,11	0,05
Куколиця	-0,07	0,12	0,04	0,02	<i>0,23</i>	-0,01		0,10	-0,03	<i>0,28</i>	-0,04	-0,08
Фіалка польова	-0,04	<i>0,39</i>	<i>0,26</i>	<i>0,27</i>	<i>0,61</i>	0,19	0,10		0,15	<i>0,63</i>	<i>-0,37</i>	-0,10
Суріпиця	0,15	0,19	0,11	0,14	-0,13	0,10	-0,03	0,15	1,00	-0,10	<i>0,20</i>	<i>0,29</i>
Загальна кількість бур'янів	-0,17	<i>0,55</i>	<i>0,44</i>	<i>0,28</i>	<i>1,00</i>	0,16	<i>0,28</i>	<i>0,63</i>	-0,10	1,00	<i>-0,56</i>	<i>-0,37</i>
Урожайність насіння, т/га	0,14	<i>-0,30</i>	<i>-0,20</i>	<i>-0,32</i>	<i>-0,56</i>	-0,11	-0,04	<i>-0,37</i>	<i>0,20</i>	<i>-0,56</i>	1,00	<i>0,62</i>
Урожайність соломи, т/га	0,13	<i>-0,24</i>	<i>-0,29</i>	-0,13	<i>-0,38</i>	0,05	-0,08	-0,10	<i>0,29</i>	<i>-0,37</i>	<i>0,62</i>	

Продовження додатку Е

Кореляційна матриця показників агроценозу 2023–2025 рр.

	Густота стояння рослин культури, шт/м ²	Висота рослин культури, см	Вегетативна маса культури, кг/м ²	Вегетативна маса бур'янів, кг/м ²	Лобода біла	Гірчак шорсткий	Куколиця	Фіалка польова	Суріпиця	Загальна кількість бур'янів	Урожайність насіння, т/га	Урожайність соломи, т/га
Густота стояння рослин, шт/м ²		-0,11	-0,05	-0,10	-0,24	0,15	0,04	-0,20	0,14	-0,23	0,08	0,11
Висота рослин, см	-0,11		0,68	0,19	0,41	-0,03	0,03	0,20	0,10	0,42	-0,18	-0,15
Вегетативна маса культури, кг/м ²	-0,05	0,68		0,14	0,31	0,06	0,03	0,10	0,09	0,31	-0,19	-0,07
Вага вегетативної маси бур'янів, кг/м ²	-0,10	0,19	0,14		0,27	0,06	0,02	0,26	0,03	0,28	-0,04	-0,11
Лобода біла	-0,24	0,41	0,31	0,27		0,09	0,05	0,31	-0,11	0,99	-0,46	-0,08
Гірчак шорсткий	0,15	-0,03	0,06	0,06	0,09		0,04	0,20	0,21	0,13	-0,14	0,21
Куколиця	0,04	0,03	0,03	0,02	0,05	0,04		0,17	0,01	0,12	0,05	-0,10
Фіалка польова	-0,20	0,20	0,10	0,26	0,31	0,20	0,17		0,19	0,35	0,02	-0,16
Суріпиця	0,14	0,10	0,09	0,03	-0,11	0,21	0,01	0,19		-0,07	0,10	0,20
Загальна кількість бур'янів	-0,23	0,42	0,31	0,28	1,00	0,13	0,12	0,35	-0,07		-0,45	-0,08
Урожайність насіння, т/га	0,08	-0,18	-0,19	-0,04	-0,46	-0,14	0,05	0,02	0,10	-0,45		-0,52
Урожайність соломи, т/га	0,11	-0,15	-0,07	-0,11	-0,08	0,21	-0,10	-0,16	0,20	-0,08	-0,52	

Додаток Ж

Результати множинного регресійного аналізу впливу сегетальної рослинності на врожайність насіння і соломи

		Regression Summary for Dependent Variable: Урожайність насіння, т/га (Spreadsheet1) R= ,76263319 R ² = ,58160938 Adjusted R ² = ,55911526 F(5,93)=25,856 p<,00000 Std.Error of estimate: ,05501				
N=99	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(93)	p-value
Intercept			0,671078	0,152341	4,40510	0,000028
Густина стояння рослин культури, шт/м ²	0,164076	0,081523	0,002254	0,001120	2,01264	0,047044
Висота рослин культури, см	0,006658	0,088365	0,000043	0,000576	0,07535	0,940100
Вага вегетативної маси культури, кг/м ²	0,123366	0,086145	0,012954	0,009046	1,43207	0,155476
Вага вегетативної маси бур'янів, кг/м ²	-0,200909	0,077556	-0,089910	0,034708	-2,59049	0,011126
Загальна кількість бур'янів	-0,562254	0,090172	-0,000501	0,000080	-6,23537	0,000000

		Regression Summary for Dependent Variable: Урожайність соломи, т/га (Spreadsheet1) R= ,59332406 R ² = ,35203344 Adjusted R ² = ,33853414 F(2,96)=26,078 p<,00000 Std.Error of estimate: ,13806				
N=99	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(96)	p-value
Intercept			4,585100	0,042697	107,3860	0,000000
Загальна кількість бур'янів	-0,526814	0,084250	-0,000961	0,000154	-6,2530	0,000000
Вага вегетативної маси культури, кг/м ²	-0,180132	0,084250	-0,038756	0,018127	-2,1381	0,035051

Таблиці результатів дисперсійного аналізу впливу факторів на формування показників продуктивності агроценозів у досліді 2 (2023–2025 рр.)

Univariate Tests of Significance for Висота рослин в період біологічного стиглого дозрівання Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	7742025	1	7742025	376864,7	0,000000
Умови року	12089	2	6045	294,2	0,000000
Удобрення	245	1	245	12,0	0,000860
Варіант обробки	24437	6	4073	198,3	0,000000
Умови року*Удобрення	516	2	258	12,6	0,000017
Умови року*Варіант обробки	1973	12	164	8,0	0,000000
Удобрення*Варіант обробки	663	6	111	5,4	0,000096
Умови року*Удобрення*Варіант обробки	727	12	61	2,9	0,001830
Error	1726	84	21		

Univariate Tests of Significance for Тривалість до біологічної стиглості Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	2114741	1	2114741	671738,7	0,000000
Умови року	388	2	194	61,6	0,000000
Удобрення	230	1	230	73,1	0,000000
Варіант обробки	587	6	98	31,1	0,000000
Умови року*Удобрення	381	2	191	60,6	0,000000
Умови року*Варіант обробки	229	12	19	6,1	0,000000
Удобрення*Варіант обробки	142	6	24	7,5	0,000002
Умови року*Удобрення*Варіант обробки	67	12	6	1,8	0,063747
Error	264	84	3		

Univariate Tests of Significance for Урожайність насіння, ц/га (Spr) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	102,8331	1	102,8331	63546,03	0,000000
Умови року	8,2269	2	4,1135	2541,92	0,000000
Удобрення	0,0021	1	0,0021	1,30	0,257413
Варіант обробки	0,3944	6	0,0657	40,62	0,000000
Умови року*Удобрення	0,0722	2	0,0361	22,31	0,000000
Умови року*Варіант обробки	0,0422	12	0,0035	2,17	0,020267
Удобрення*Варіант обробки	0,0014	6	0,0002	0,14	0,990152
Умови року*Удобрення*Варіант обробки	0,0331	12	0,0028	1,71	0,079631
Error	0,1359	84	0,0016		

Продовження додатку И

Univariate Tests of Significance for Вміст олії, % (Spreadsheet1)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	114851,0	1	114851,0	31696473	0,00
Умови року	180,2	2	90,1	24860	0,00
Удобрення	5,3	1	5,3	1459	0,00
Варіант обробки	2,3	6	0,4	107	0,00
Умови року*Удобрення	2,5	2	1,2	342	0,00
Умови року*Варіант обробки	2,7	12	0,2	62	0,00
Удобрення*Варіант обробки	1,1	6	0,2	50	0,00
Умови року*Удобрення*Варіант обробки	2,0	12	0,2	45	0,00
Error	0,3	84	0,0		

Univariate Tests of Significance for Урожайність соломки т/га (Spre					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	3080,012	1	3080,012	320936,1	0,000000
Умови року	2,129	2	1,064	110,9	0,000000
Удобрення	3,164	1	3,164	329,7	0,000000
Варіант обробки	3,069	6	0,511	53,3	0,000000
Умови року*Удобрення	3,127	2	1,563	162,9	0,000000
Умови року*Варіант обробки	0,093	12	0,008	0,8	0,639515
Удобрення*Варіант обробки	0,178	6	0,030	3,1	0,008675
Умови року*Удобрення*Варіант обробки	0,315	12	0,026	2,7	0,003536
Error	0,806	84	0,010		

Додаток К

Таблиці регресійного аналізу показників у досліді 2 за результатами 2023–2025 рр.

Correlations (Spreadsheet1)							
Marked correlations are significant at $p < ,05000$							
N=126 (Casewise deletion of missing data)							
Variable	Means	Std.Dev.	Висота рослин в період біологічної стиглості	Тривалість до біологічної стиглості, діб	Урожайність насіння, ц/га	Вміст олії, %	Урожайність соломи т/га
Висота рослин в період біологічної стиглості	247,8803	18,41237	1,000000	0,217920	0,661304	0,151172	0,230869
Тривалість до біологічної стиглості, діб	129,5517	4,28050	0,217920	1,000000	-0,251724	0,266586	0,488277
Урожайність насіння, ц/га	0,9034	0,26696	0,661304	-0,251724	1,000000	-0,193265	-0,341420
Вміст олії, %	30,1913	1,25319	0,151172	0,266586	-0,193265	1,000000	0,189062
Урожайність соломи т/га	4,9441	0,32101	0,230869	0,488277	-0,341420	0,189062	1,000000

Regression Summary for Dependent Variable: Урожайність насіння, ц/га (Spreadsheet1)						
R= ,87550316 R ² = ,76650579 Adjusted R ² = ,75878697						
F(4, 121)=99,304 $p < 0,0000$ Std.Error of estimate: ,13111						
N=126	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(121)	p-value
Intercept			2,318397	0,410315	5,65028	0,000000
Висота рослин в період біологічної стиглості	0,823821	0,045684	0,011944	0,000662	18,03320	0,000000
Тривалість до біологічної стиглості, діб	-0,181352	0,051690	-0,011310	0,003224	-3,50842	0,000634
Вміст олії, %	-0,192574	0,045876	-0,041022	0,009773	-4,19773	0,000052
Урожайність соломи т/га	-0,406657	0,050964	-0,338178	0,042382	-7,97925	0,000000

Regression Summary for Dependent Variable: Вміст олії, % (Spreadsheet1)						
R= ,44681892 R ² = ,19964715 Adjusted R ² = ,17318921						
F(4, 121)=7,5458 $p < ,00002$ Std.Error of estimate: 1,1395						
N=126	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(121)	p-value
Intercept			23,99632	3,363596	7,13413	0,000000
Висота рослин в період біологічної стиглості	0,621941	0,152259	0,04233	0,010363	4,08476	0,000080
Тривалість до біологічної стиглості, діб	0,069238	0,100253	0,02027	0,029351	0,69063	0,491119
Урожайність соломи т/га	-0,213701	0,114936	-0,83425	0,448692	-1,85930	0,065413
Урожайність насіння, ц/га	-0,660090	0,157249	-3,09869	0,738183	-4,19773	0,000052

Додаток Л

Таблиці результатів дисперсійного аналізу впливу факторів на формування показників продуктивності агроценозів у досліді 3 (2023–2025 рр.)

Effect	Univariate Tests of Significance for Польова схожість, % (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	781916,5	1	781916,5	234009,2	0,000000
{1}Умови років	159,2	2	79,6	23,8	0,000000
{2}Попередник	0,8	2	0,4	0,1	0,881781
{3}Норма висіву насіння	0,2	1	0,2	0,1	0,812415
{4}Передпосівна обробка	562,4	1	562,4	168,3	0,000000
Умови років*Попередник	146,7	4	36,7	11,0	0,000001
Умови років*Норма висіву насіння	13,3	2	6,6	2,0	0,144943
Попередник*Норма висіву насіння	37,0	2	18,5	5,5	0,005767
Умови років*Передпосівна обробка	80,6	2	40,3	12,1	0,000030
Попередник*Передпосівна обробка	4,6	2	2,3	0,7	0,502649
Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	2,6	1	2,6	0,8	0,382297
Умови років*Попередник*Норма висіву насіння	3,4	4	0,9	0,3	0,905004
Умови років*Попередник*Передпосівна обробка	53,4	4	13,3	4,0	0,005559
Умови років*Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	41,4	2	20,7	6,2	0,003295
Попередник*Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	7,4	2	3,7	1,1	0,337440
Умови років*Попередник*Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	59,0	4	14,7	4,4	0,003015
Error	240,6	72	3,3		

Продовження додатку Л

Effect	Univariate Tests of Significance for Кількість рослин бур'янів, шт/м2 (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	192506,3	1	192506,3	12045,72	0,000000
{1}Умови років	954,2	2	477,1	29,85	0,000000
{2}Попередник	850,7	2	425,4	26,62	0,000000
{3}Норма висіву насіння	28081,4	1	28081,4	1757,14	0,000000
{4}Передпосівна обробка	54,3	1	54,3	3,40	0,069400
Умови років*Попередник	1867,9	4	467,0	29,22	0,000000
Умови років*Норма висіву насіння	691,6	2	345,8	21,64	0,000000
Попередник*Норма висіву насіння	530,6	2	265,3	16,60	0,000001
Умови років*Передпосівна обробка	16,5	2	8,2	0,51	0,599875
Попередник*Передпосівна обробка	49,5	2	24,8	1,55	0,219231
Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	36,4	1	36,4	2,28	0,135437
Умови років*Попередник*Норма висіву насіння	660,0	4	165,0	10,33	0,000001
Умови років*Попередник*Передпосівна обробка	141,9	4	35,5	2,22	0,075319
Умови років*Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	107,1	2	53,5	3,35	0,040621
Попередник*Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	120,3	2	60,1	3,76	0,027921
Умови років*Попередник*Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	270,4	4	67,6	4,23	0,003931
Error	1150,7	72	16,0		

Продовження додатку Л

Effect	Univariate Tests of Significance for Довжина стебла (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	3802427	1	3802427	163897,7	0,000000
{1}Умови років	32	2	16	0,7	0,503632
{2}Попередник	6	2	3	0,1	0,883253
{3}Норма висіву насіння	31532	1	31532	1359,2	0,000000
{4}Передпосівна обробка	70	1	70	3,0	0,086476
Умови років*Попередник	278	4	69	3,0	0,024047
Умови років*Норма висіву насіння	37	2	18	0,8	0,458321
Попередник*Норма висіву насіння	45	2	22	1,0	0,387634
Умови років*Передпосівна обробка	14	2	7	0,3	0,733047
Попередник*Передпосівна обробка	15	2	8	0,3	0,718236
Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	196	1	196	8,5	0,004823
Умови років*Попередник*Норма висіву насіння	291	4	73	3,1	0,019593
Умови років*Попередник*Передпосівна обробка	162	4	40	1,7	0,149747
Умови років*Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	31	2	16	0,7	0,510844
Попередник*Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	61	2	31	1,3	0,273648
Умови років*Попередник*Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	34	4	9	0,4	0,830749
Error	1670	72	23		

Продовження додатку Л

Effect	Univariate Tests of Significance for Урожайність соломи, т/га (: Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	5061,863	1	5061,863	252475,8	0,000000
{1}Умови років	2,496	2	1,248	62,2	0,000000
{2}Попередник	1,399	2	0,700	34,9	0,000000
{3}Норма висіву насіння	22,368	1	22,368	1115,7	0,000000
{4}Передпосівна обробка	4,673	1	4,673	233,1	0,000000
Умови років*Попередник	2,256	4	0,564	28,1	0,000000
Умови років*Норма висіву насіння	1,703	2	0,851	42,5	0,000000
Попередник*Норма висіву насіння	0,607	2	0,304	15,1	0,000003
Умови років*Передпосівна обробка	0,347	2	0,173	8,6	0,000432
Попередник*Передпосівна обробка	0,477	2	0,239	11,9	0,000034
Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	0,166	1	0,166	8,3	0,005290
Умови років*Попередник*Норма висіву насіння	2,972	4	0,743	37,1	0,000000
Умови років*Попередник*Передпосівна обробка	0,358	4	0,090	4,5	0,002795
Умови років*Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	0,118	2	0,059	2,9	0,059246
Попередник*Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	0,611	2	0,306	15,2	0,000003
Умови років*Попередник*Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	0,993	4	0,248	12,4	0,000000
Error	1,444	72	0,020		

Продовження додатку Л

Effect	Univariate Tests of Significance for Урожайність насіння, т/га (Spr) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	56,26474	1	56,26474	120403,1	0,000000
{1}Умови років	3,74830	2	1,87415	4010,6	0,000000
{2}Попередник	0,00077	2	0,00039	0,8	0,441418
{3}Норма висіву насіння	0,02668	1	0,02668	57,1	0,000000
{4}Передпосівна обробка	0,00997	1	0,00997	21,3	0,000017
Умови років*Попередник	0,03799	4	0,00950	20,3	0,000000
Умови років*Норма висіву насіння	0,01388	2	0,00694	14,9	0,000004
Попередник*Норма висіву насіння	0,00039	2	0,00019	0,4	0,660624
Умови років*Передпосівна обробка	0,00323	2	0,00162	3,5	0,036709
Попередник*Передпосівна обробка	0,00095	2	0,00048	1,0	0,366164
Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	0,01006	1	0,01006	21,5	0,000015
Умови років*Попередник*Норма висіву насіння	0,00091	4	0,00023	0,5	0,743467
Умови років*Попередник*Передпосівна обробка	0,00263	4	0,00066	1,4	0,240313
Умови років*Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	0,00134	2	0,00067	1,4	0,245679
Попередник*Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	0,00128	2	0,00064	1,4	0,262015
Умови років*Попередник*Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	0,00196	4	0,00049	1,1	0,387313
Error	0,03365	72	0,00047		

Продовження додатку Л

Effect	Univariate Tests of Significance for Маса 1000 насінин, г (Spreadsheet) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	34469,80	1	34469,80	473365,9	0,000000
{1}Умови років	3,66	2	1,83	25,2	0,000000
{2}Попередник	1,05	2	0,52	7,2	0,001434
{3}Норма висіву насіння	2,28	1	2,28	31,3	0,000000
{4}Передпосівна обробка	1,95	1	1,95	26,8	0,000002
Умови років*Попередник	4,17	4	1,04	14,3	0,000000
Умови років*Норма висіву насіння	2,30	2	1,15	15,8	0,000002
Попередник*Норма висіву насіння	1,88	2	0,94	12,9	0,000016
Умови років*Передпосівна обробка	0,58	2	0,29	4,0	0,022290
Попередник*Передпосівна обробка	0,09	2	0,04	0,6	0,542764
Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	0,23	1	0,23	3,2	0,079990
Умови років*Попередник*Норма висіву насіння	2,18	4	0,55	7,5	0,000042
Умови років*Попередник*Передпосівна обробка	1,11	4	0,28	3,8	0,007415
Умови років*Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	0,01	2	0,00	0,0	0,963032
Попередник*Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	0,21	2	0,11	1,5	0,235597
Умови років*Попередник*Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	0,08	4	0,02	0,3	0,885895
Error	5,24	72	0,07		

Продовження додатку Л

Effect	Univariate Tests of Significance for Вміст олії, % (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	96350,70	1	96350,70	778143,0	0,000000
{1}Умови років	246,62	2	123,31	995,9	0,000000
{2}Попередник	3,38	2	1,69	13,7	0,000009
{3}Норма висіву насіння	0,09	1	0,09	0,7	0,398439
{4}Передпосівна обробка	14,17	1	14,17	114,5	0,000000
Умови років*Попередник	2,66	4	0,66	5,4	0,000771
Умови років*Норма висіву насіння	0,61	2	0,31	2,5	0,091065
Попередник*Норма висіву насіння	0,26	2	0,13	1,1	0,351571
Умови років*Передпосівна обробка	0,82	2	0,41	3,3	0,041930
Попередник*Передпосівна обробка	0,61	2	0,30	2,5	0,092708
Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	0,04	1	0,04	0,3	0,570091
Умови років*Попередник*Норма висіву насіння	0,23	4	0,06	0,5	0,756045
Умови років*Попередник*Передпосівна обробка	0,59	4	0,15	1,2	0,321867
Умови років*Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	0,08	2	0,04	0,3	0,726328
Попередник*Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	0,20	2	0,10	0,8	0,452144
Умови років*Попередник*Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	0,82	4	0,20	1,7	0,169935
Error	8,92	72	0,12		

Продовження додатку Л

Effect	Univariate Tests of Significance for Вміст білка, % (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	68371,79	1	68371,79	2177956	0,000000
{1}Умови років	0,04	2	0,02	1	0,500933
{2}Попередник	1,67	2	0,83	27	0,000000
{3}Норма висіву насіння	0,03	1	0,03	1	0,310658
{4}Передпосівна обробка	14,86	1	14,86	473	0,000000
Умови років*Попередник	2,09	4	0,52	17	0,000000
Умови років*Норма висіву насіння	1,39	2	0,69	22	0,000000
Попередник*Норма висіву насіння	1,49	2	0,74	24	0,000000
Умови років*Передпосівна обробка	3,58	2	1,79	57	0,000000
Попередник*Передпосівна обробка	1,49	2	0,74	24	0,000000
Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	0,00	1	0,00	0	0,827632
Умови років*Попередник*Норма висіву насіння	1,03	4	0,26	8	0,000016
Умови років*Попередник*Передпосівна обробка	0,50	4	0,12	4	0,005955
Умови років*Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	0,67	2	0,33	11	0,000090
Попередник*Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	0,30	2	0,15	5	0,012034
Умови років*Попередник*Норма висіву насіння*Передпосівна обробка	0,60	4	0,15	5	0,001874
Error	2,26	72	0,03		

Додаток М

Результати регресійного аналізу даних дослідження 3 (2023–2025 рр.)

Correlations (Spreadsheet1)										
Marked correlations are significant at $p < .05000$										
N=108 (Casewise deletion of missing data)										
Variable	Means	Std.Dev.	Польова схожість, %	Кількість рослин бур'янів, шт/м2	Довжина стебла	Урожайність соломи, т/га	Урожайність насіння, т/га	Маса 1000 насінин, г	Вміст олії, %	Вміст білка, %
Польова схожість, %	85,0880	3,63342	1,000000	-0,035041	0,014315	0,227387	0,369089	0,096075	0,264838	0,442241
Кількість рослин бур'янів, шт/м2	42,2193	18,23609	-0,035041	1,000000	0,820614	-0,642077	0,064601	0,156735	0,118954	-0,019425
Довжина стебла	187,6370	17,95001	0,014315	0,820614	1,000000	-0,666473	0,095765	0,363906	0,002559	-0,020294
Урожайність соломи, т/га	6,8461	0,63384	0,227387	-0,642077	-0,666473	1,000000	-0,204745	-0,041445	-0,172905	0,176844
Урожайність насіння, т/га	0,7218	0,19077	0,369089	0,064601	0,095765	-0,204745	1,000000	-0,135816	0,507700	0,100412
Маса 1000 насінин, г	17,8652	0,50267	0,096075	0,156735	0,363906	-0,041445	-0,135816	1,000000	-0,269842	0,148717
Вміст олії, %	29,8686	1,61797	0,264838	0,118954	0,002559	-0,172905	0,507700	-0,269842	1,000000	0,198467
Вміст білка, %	25,1609	0,54670	0,442241	-0,019425	-0,020294	0,176844	0,100412	0,148717	0,198467	1,000000

Regression Summary for Dependent Variable: Урожайність соломи, т/га (Spreadsheet1)						
R= ,76319620 R ² = ,58246843 Adjusted R ² = ,56625362						
F(4, 103)=35,922 p<,00000 Std.Error of estimate: ,41745						
N=108	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(103)	p-value
Intercept			5,953410	1,121737	5,30731	0,000001
Польова схожість, %	0,322652	0,068735	0,056286	0,011991	4,69417	0,000008
Кількість рослин бур'янів, шт/м2	-0,256521	0,111787	-0,008916	0,003885	-2,29472	0,023777
Довжина стебла	-0,435153	0,111872	-0,015366	0,003950	-3,88976	0,000178
Урожайність насіння, т/га	-0,265588	0,068834	-0,882439	0,228707	-3,85839	0,000199

Продовження додатку М

Regression Summary for Dependent Variable: Урожайність насіння, т/га (Spreadsheet1)						
R= ,52564037 R ² = ,27629780 Adjusted R ² = ,24082220 F(5, 102)=7,7884 p<,00000 Std.Error of estimate: ,16622						
N=108	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(102)	p-value
Intercept			0,714311	0,672745	1,06179	0,290841
Польова схожість, %	0,475760	0,088855	0,024979	0,004665	5,35435	0,000001
Кількість рослин бур'янів, шт/м2	-0,174676	0,154891	-0,001827	0,001620	-1,12773	0,262078
Довжина стебла	0,015485	0,178032	0,000165	0,001892	0,08698	0,930859
Урожайність соломи, т/га	-0,422108	0,125284	-0,127042	0,037707	-3,36921	0,001065
Маса 1000 насінин, г	-0,177276	0,096775	-0,067279	0,036727	-1,83185	0,069893

Regression Summary for Dependent Variable: Вміст онії, % (Spreadsheet1)						
R= ,59825281 R ² = ,35790643 Adjusted R ² = ,31976226 F(6, 101)=9,3830 p<,00000 Std.Error of estimate: 1,3344						
N=108	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(101)	p-value
Intercept			37,50047	5,430770	6,90519	0,000000
Польова схожість, %	0,193471	0,095198	0,08615	0,042392	2,03231	0,044747
Кількість рослин бур'янів, шт/м2	0,275570	0,147529	0,02445	0,013089	1,86791	0,064674
Довжина стебла	-0,324932	0,168528	-0,02929	0,015191	-1,92806	0,056657
Урожайність соломи, т/га	-0,183814	0,125017	-0,46921	0,319122	-1,47032	0,144584
Маса 1000 насінин, г	-0,168143	0,093100	-0,54122	0,299668	-1,80605	0,073889
Урожайність насіння, т/га	0,389136	0,093726	3,30040	0,794921	4,15186	0,000069

Результати регресійного аналізу показників якості насіння (дослід 2)

2023 рік

		Regression Summary for Dependent Variable: Вміст олії, % (Spreadsheet1) R= ,87435687 R?= ,76449994 Adjusted R?= ,73904048 F(4,37)=30,028 p<,00000 Std.Error of estimate: ,14165					
N=42		b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(37)	p-value
Intercept				22,59068	0,869221	25,98958	0,000000
Висота рослин в період біологічної стиглості		-0,014823	0,181850	-0,00025	0,003107	-0,08151	0,935474
Тривалість до біологічної стиглості, д/б		0,550384	0,136846	0,03955	0,009834	4,02191	0,000273
Урожайність насіння, ц/га		0,154124	0,158257	0,43578	0,447464	0,97388	0,336439
Урожайність соломи т/га		0,439699	0,122071	0,28301	0,078570	3,60201	0,000923

2024 рік

		Regression Summary for Dependent Variable: Вміст олії, % (Spreadsheet1) R= ,93314558 R?= ,87076068 Adjusted R?= ,85678886 F(4,37)=62,323 p<,00000 Std.Error of estimate: ,08903					
N=42		b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(37)	p-value
Intercept				25,22312	0,432650	58,29914	0,000000
Висота рослин в період біологічної стиглості		0,274025	0,128159	0,00343	0,001605	2,13817	0,039173
Тривалість до біологічної стиглості, д/б		0,234395	0,069947	0,01045	0,003120	3,35101	0,001865
Урожайність насіння, ц/га		0,334037	0,118736	1,14087	0,405529	2,81327	0,007806
Урожайність соломи т/га		0,244957	0,105516	0,25524	0,109945	2,32152	0,025872

Продовження додатку Н

2025 рік

Regression Summary for Dependent Variable: Вміст олії, % (Spreadsheet1)						
R= ,61482621 R ² = ,37801127 Adjusted R ² = ,31076924						
F(4,37)=5,6217 p<,00122 Std.Error of estimate: ,42477						
N=42	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(37)	p-value
Intercept			18,99332	5,231962	3,63025	0,000852
Висота рослин в період біологічної стиглості	-1,06229	0,286296	-0,05087	0,013710	-3,71047	0,000677
Тривалість до біологічної стиглості, д/б	0,41087	0,194145	0,10931	0,051653	2,11629	0,041110
Урожайність насіння, ц/га	0,57435	0,260189	6,18653	2,802568	2,20745	0,033563
Урожайність соломи т/га	0,39066	0,208042	1,24692	0,664041	1,87778	0,068311

2023–2025 pp.

Regression Summary for Dependent Variable: Вміст олії, % (Spreadsheet1)						
R= ,68805073 R ² = ,47341381 Adjusted R ² = ,45600600						
F(4,121)=27,195 p<,00000 Std.Error of estimate: ,92430						
N=126	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(121)	p-value
Intercept			21,54416	2,573568	8,37132	0,000000
Висота рослин в період біологічної стиглості	-1,00820	0,133630	-0,06933	0,009189	-7,54472	0,000000
Тривалість до біологічної стиглості, д/б	0,13711	0,076803	0,04014	0,022485	1,78524	0,076728
Урожайність насіння, ц/га	1,25375	0,132120	12,75963	1,344609	9,48948	0,000000
Урожайність соломи т/га	0,56047	0,092597	2,18800	0,361485	6,05282	0,000000

Correlations (Spreadsheet1)							
Marked correlations are significant at $p < ,05000$							
N=126 (Casewise deletion of missing data)							
Variable	Means	Std.Dev.	Висота рослин в період біологічної стиглості	Тривалість до біологічної стиглості, діб	Урожайність насіння, ц/га	Вміст олії, %	Урожайність соломи т/га
Висота рослин в період біологічної стиглості	247,8803	18,41237	1,000000	0,217920	0,661304	0,151172	0,230869
Тривалість до біологічної стиглості, діб	129,5517	4,28050	0,217920	1,000000	-0,251724	0,266586	0,488277
Урожайність насіння, ц/га	0,9034	0,26696	0,661304	-0,251724	1,000000	-0,193265	-0,341420
Вміст олії, %	30,1913	1,25319	0,151172	0,266586	-0,193265	1,000000	0,189062
Урожайність соломи т/га	4,9441	0,32101	0,230869	0,488277	-0,341420	0,189062	1,000000

Висновки експертних досліджень

МВС УКРАЇНИ
ЧЕРКАСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ
ЕКСПЕРТНО-КРИМІНАЛІСТИЧНИЙ ЦЕНТР

вул. Пастерівська, 104, м. Черкаси, 18000, тел./факс: (0472) 31 73 33
E-mail: cherkasy@dndekc.mvs.gov.ua, сайт: www.ndekc.ck.ua, код згідно ЄДРПОУ 25574009

ВИСНОВОК ЕКСПЕРТНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ15.08.2024

м. Черкаси

№ ЕД-19/124-24/11113-НЗПРАП

До Черкаського науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України 01.08.2024 із ТОВ «Олишівка» надійшов лист від 30.07.2024 щодо проведення експертного дослідження за експертною спеціальністю 8.6 «Дослідження наркотичних засобів, психотропних речовин, їх аналогів та прекурсорів».

Проведення експертного дослідження доручено завідувачу сектору дослідження наркотичних засобів, психотропних речовин, їх аналогів та прекурсорів відділу досліджень матеріалів, речовин і виробів Черкаського НДЕКЦ МВС Шинкаренку Дмитру Юрійовичу, який має вищу освіту, кваліфікацію судового експерта з правом проведення судової експертизи матеріалів, речовин та виробів за експертною спеціальністю 8.6 «Дослідження наркотичних засобів, психотропних речовин, їх аналогів та прекурсорів» (свідоцтво №13823, видане ЕКК МВС 14.05.2015, підтвердження кваліфікації – протокол засідання ЕКК МВС №2655 від 15.11.2022), стаж експертної роботи з 2014 року.

На експертне дослідження надано: (відомо з листа): «об'єкт дослідження відібраний зразок в упакованому вигляді».

На вирішення експертного дослідження поставлені питання: (відомо з листа):

1. «Прошу провести дослідження зразку конопель сорту «Софія» (генерація висіяного насіння «СН-1») відібраного з поля 540/32, в ході якого визначити наявність та відсотковий вміст (при наявності) тетрагідроканнабінолу (ТГК) в наданому зразку».

В листі ТОВ зазначено: «Заперечень до судового експерта щодо обраних ним методики проведення експертного дослідження та проведене експертне дослідження не маємо. Дозволяємо під час проведення експертного дослідження повне витрачання об'єкту (ів) дослідження».

Судовий експерт
ЕС.22.ІН.02.А-2Ф

Д.Ю. Шинкаренко

Висновок експертного дослідження від 15.08.2024 №ЕД-19/124-24/11113-НЗПРАП сторінка
2 з 7

При проведенні експертного дослідження використовувались такі інформаційні джерела:

1. Давидюк П.П., Вартузов В.В., Посільський О.О., Замошець О.П., Кахановський Ф.М., Стельмахович С.І., Мелешко Р.А. Міжвідомча методика дослідження наркотичних засобів з рослин конопель та маку снотворного: Методичний посібник – К., 2009.

2. Шкурдода С.В., Пасічник В.В., Король К.П. Якісне та кількісне визначення канабіноїдів у частинах рослин конопель методом хромато-мас-спектрометрії: методичні рекомендації. К.: ДНДЕКЦ МВС, 2019.

3. Рекомендуемые методы идентификации и анализа каннабиса и продуктов каннабиса (пересмотренное и дополненное издание) / Руководство для национальных лабораторий экспертизы наркотиков. Секция лабораторного и научного обеспечения управления организации объединенных наций по наркотикам и преступности Вена. ST/NAR/40, ООН, Нью-Йорк, 2010 год.

4. П.П. Давидюк В.В. Вартузов Д.М. Зайцев. Деякі питання кількісного визначення вмісту тетрагідроканабінолу у наркотичних засобах, отриманих з коноплі та порівняльного дослідження канабісу. Криміналістичний вісник. Науково-практичний збірник № 1 (13) 2010. стор.203-210. ДНДЕКЦ МВС України; КНУВС. – К.: ТОВ «Еліт-Принт», 2010.

5. Стандартна операційна процедура SOP.DSE.19/124/2-5.4-4.02 «Якісне та кількісне дослідження наркотичних засобів, психотропних речовин їх аналогів та прекурсорів методом газової хромато-мас-спектрометрії» ВДМРВ Черкаського НДЕКЦ МВС.

6. Інструкція з організації проведення та оформлення експертних проваджень у підрозділах Експертної служби Міністерства внутрішніх справ України, затверджена Наказом МВС України від 17.07.2017 № 591.

ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єкт доставлено на дослідження замовником. Об'єкт надійшов на дослідження в паперовому конверті, клапан якого заклеєно, з пояснючими написами. Упаковка видимих пошкоджень не має (зображення 1.1. ілюстративної таблиці, що додається до висновку експерта).

При розкритті конверта встановлено, що в ньому знаходяться верхівкові частини рослин зеленого кольору – об. 1 (зображення 1.2. ілюстративної таблиці, що додається до висновку експертного дослідження).

Для відповіді на поставлені запитання проводили дослідження методами оптичної мікроскопії та газової хроматографії з мас-селективним детектором (ГХ-МС).

Мікроскопічне дослідження

З метою визначення мікроскопічних ознак рослини проводилось мікроскопічне дослідження. Для цього невелику кількість речовини об. 1

Судовий експерт
ЕС.22.ІН.02.А-2Ф

Д.Ю. Шинкаренко

Висновок експертного дослідження від 15.08.2024 №ЕД-19/124-24/11113-НЗПРАП сторінка 3 з 7

поміщали в пробірку і доливали 0.5% розчин NaOH; після кип'ятіння об'єкт наносили на предметне скло в полі зору мікроскопа «MICROmed Evolution ES-4140» (світло прохідне, штучне, збільшення 100x-250x).

При цьому виявлені:

-прості короткі одноклітинні покривні волоски товстостінні реторто-подібні волоски мають дуже сильно розширену і сильно заглиблену основу, в якій розміщується цистоліт. Волоски жорсткі. На місці відсутнього волоска спостерігається заглиблення відповідного діаметру, дно якого гладеньке або там залишається цистоліт. Прості одноклітинні довгі покривні волоски мають порівняно невелику розширену слабо занурену основу. Вони менш жорсткі, цистоліти в них мають вигляд невеликих щільних чи різнорозмірних грудочок цистолітних утворень, а іноді і зовсім відсутні. Кінці всіх покривних волосків загнуті вздовж осі органу у напрямку до вершини.

-залозисті багатоклітинні волоски складаються із довгої безбарвної багатоклітинної ніжки і багатоклітинної округлої голівки. Залозисті одноклітинні головчасті прозорі волоски складаються з коротких ніжок. Сидячі залози без ніжок.

Сукупність перерахованих ознак свідчить про те, що речовини, які досліджували, містять ознаки частин рослини роду конопля (*Cannabis*).

Дослідження методом газової хромато-мас-спектрометрії (ГХ-МС)

Дослідження методом газової хромато-мас-спектрометрії проводилося з метою якісного визначення канабіноїдів в наданому на експертне дослідження зразку. Для цього речовину висушували при температурі 105°C (для проведення декарбоксілізації тетрагідроканнабіноїдної кислоти (ТГКК) впродовж 5 годин. Від отриманої висушеної речовини відбирали наважку, яку подрібнювали за допомогою кавомолки, потім відбирали репрезентативну пробу масою 0.5 г. Отриману наважку подрібненої речовини заливали 5.0 см³ етилацетату та проводили екстракцію на ультразвуковій ванні впродовж 60 хв. Отриманий розчин фільтрували крізь паперовий складчастий фільтр, переносили до віали та досліджували за допомогою газового хроматографа з мас-селективним детектором за наступних умов:

Робочі умови газового хроматографа з мас-детектором для методу SCAN DS1:

Газовий хроматограф	Agilent Technologies модель 6890N
Режим вводу проби	з поділом потоку (Split)
Поділ потоку газу-носія	50:1
Об'єм проби	1 мкл
Температурна програма термостата хроматографа	120 °C, нагрів 8 °C/хв. до 280 °C (тримати 5 хв.)
Газ-носії	Гелій
Потік газу-носія через колонку	1.2 мл/хв.
Подача газу-носія	Постійна
Колонка	J&W, HP-5MS, кат. № 19091S-433

Висновок експертного дослідження від 15.08.2024 №ЕД-19/124-24/11113-НЗПРАП сторінка 4 з 7

Довжина, діаметр, товщина покриття	30.0 м * 0.251 мм * 0.25 мкм
Мас-селективний детектор (МСД)	Agilent Technologies модель 5975B inert MSD
Файл налаштування МСД	atune.U
Режим роботи МСД	за повним іонним струмом (SCAN) діапазон сканування 35 – 450 а.о.м.
Затримка для виходу розчинника	3.00 хв.
Напруга на помножувачі	Задано налаштуванням atune.U
Температура квадруполя	150 °С
Температура іонного джерела	230 °С
Температура інжектора	250 °С
Температура інтерфейсу	280 °С

По закінченні хроматографічного дослідження проводили аналіз хроматограми за допомогою програмного забезпечення MSD Productivity ChemStation Rev.D.03.00.611 SP1, із використанням мас-спектральних баз даних NIST, SWGDRUG, CaymanSpectralLibrary_v04262019.

При тих же умовах проводили хроматографування стандартного розчину ТГК (концентрація ТГК 1.0 мг/см³).

В результаті проведеного дослідження встановлено:

- на хроматограмі об. 1 тетрагідроканнабінолу (ТГК, THC, Dronabinol, Δ-9 тетрагідроканнабінолу) – в межах чутливості проведеного методу дослідження – не виявлено.

Межа виявлення (LOD) тетрагідроканнабінолу (ТГК, THC, Dronabinol, Δ-9-тетрагідроканнабінолу) за вказаним методом дослідження становить 2 мг/1 г.

При проведенні дослідження застосовувались:

- аналітичні ваги METTLER TOLEDO AG204/A 1-класу зав. №1122391420 (сертифікат калібрування №02-007К від 08.01.2024 видане ДП «Черкасистандартметрологія»);

- хромато-мас-спектрометр GC/MS Agilent Technologies 6890/5973 B зав. №US10647008 (сертифікат калібрування №05-033К від 15.07.2024 виданий ДП «Черкасистандартметрологія»);

- дозатор піпетковий «LLG» 100-1000 мкL зав. № OD09657;

- піпетка 2-2-5 ГОСТ 29169-91;

- мірна пробірка ГОСТ 1770-74 КШ 14/23Н.

Фіксація та друк зображень проводилися з використанням цифрового фотоапарата «Nikon COOLPIX W300», струменевого принтера «EPSON WorkForce Pro WF-3720».

Об'єкт, після проведення дослідження, – поміщений в упаковку, в якій надійшов на експертизу, та упакований до паперового конверту, відкрита частина якого заклеєна паперовою биркою (згідно форми СУ Черкаського

Висновок експертного дослідження від 15.08.2024 №ЕД-19/124-24/11113-НЗПРАП сторінка 5 з 7

НДЕКЦ МВС 19/124/330/д/08.02.2019-1Ф) з відбитком печатки «ДЛЯ ВИСНОВКІВ * ВІДДІЛ ДОСЛІДЖЕНЬ МАТЕРІАЛІВ, РЕЧОВИН І ВИРОБІВ * ЧЕРКАСЬКИЙ НДЕКЦ МВС» та пояснюючим написом: «Черкаський НДЕКЦ МВС Інф. про об'єкт (№К/П) Речовина після дослідження Ініціатор ТОВ «Олишівка» Відділ досліджень матеріалів, речовин і виробів Висновок експерта (експертного дослідження) №ЕД-19/124-24/11113-НЗПРАП від 15.08.2024 Підпис (підпис) П.І.Б. судового експерта Д.Ю. Шинкаренко МП», – повертається ініціатору дослідження разом з висновком експерта (зображення 1.3. ілюстративної таблиці, що додається до висновку експерта).

До висновку експертного дослідження додається ілюстративна таблиця на 2-х сторінках.

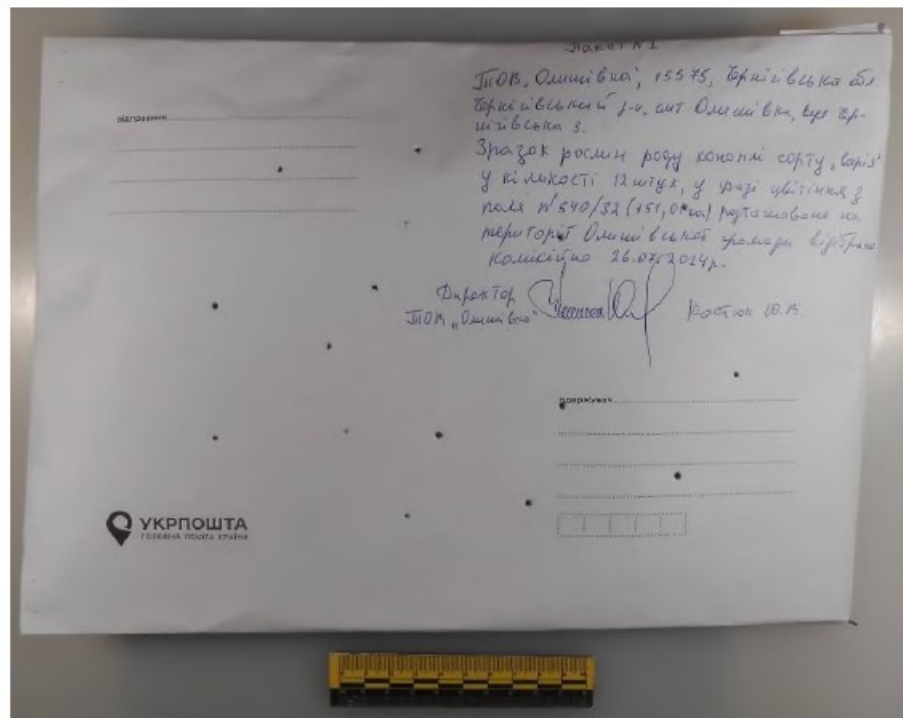
ВИСНОВКИ

1. В наданому на експертне дослідження зразку верхівкових частин рослин зеленого кольору (у відповідності до листа ТОВ: зразок конопель сорту «Софія» (генерація висіяного насіння «СН-1») відібраного з поля 540/32) – тетрагідроканнабінолу (ТТК) в межах чутливості вказаного методу газової хромато-мас-спектрометрії не виявлено.

Судовий експерт

Д.Ю. Шинкаренко

Ілюстративна таблиця



Зображення 1.1. Загальний вигляд упаковки, наданої на експертне дослідження.



Зображення 1.2. Об'єкт, наданий на експертне дослідження.


AGMINTEST
ANALYTICAL REPORT No.OD 24 - 3799/2

In pursuance to an order received from: LLC "Olyshivka"
 Address of the customer: 15575, Chernihiv region, Olyshivka village, st. Chernihivska, 3
 To carry out instruction summarized as: Analysis on sample supplied
 Described as follows:
 Name: Class: Sofiia ; Marks: field 540/32, field 540/33
 Commodity: Hemp seeds sample
 Seals: HAIC003157
 Packing: 1 plastic bag × 2.00 kg
 Date of delivery: 07.10.2024
 Dates of testing: 07.10.2024-08.10.2024

ANALYSIS

The results of analysis performed on the sample supplied are as follows:

Registration number		3799
Parameter	Method	Result
Physico-chemical analysis		
Oil content as is, %	ISO 659	29.22
Acid value, mg KOH/g	ISO 660	1.77
Peroxide value, % O mmol/kg	DSTU 4570	1.03

Results checked by: Mykhailo CHERVONIS

Analytical report formed by: Victoriia BLAZHYIEVSKA

 Results approved and signed by
 Director in Odesa on 10.10.2024



ŚWIADECTWO KONTROLI JAKOŚCI / CERTIFICATE OF ANALYSIS
Nr / No: 120000278354

Świadectwo odbioru 3.1/Inspection certificate 3.1; wg/acc. to PN-EN 10204

Nabywca / Buyer:
ORGANIC GRAIN LIMITED LIABILITY COM
HEROIV STALINHRADA AVE 20A, OFFICE
04210 KIEV
NIP:
IDS: 201785

Nr zamówienia / Customer order no:		Nr zlecenia / Out order no:	302176574
Nr środka transportu / Mean of transport no:	BX6639AE /BX5606XT	Nr kontraktu / Contract no:	301202852
Specyfikacja / Specification:		Nr dostawy / Delivery no:	305242113
Ilość / Quantity:	22,000 t	Opakowanie / Packaging:	B-B 500 KG
Nr partii / Lot No:			

Nazwa wyrobu / Product name:	Nawóz wieloskładnikowy NPK Polifoska 8, NPKS 8-24-24-9 / Compound Fertilizer NPK Polifoska 8, NPKS 8-24-24-9
------------------------------	---

Parametr / Parameter	Metoda / Method	J.M. / Unit	Wynik / Result	Limit Dolny / Lower Limit	Limit Górny / Upper Limit
Całkowita zawartość azotu Total nitrogen content		% masowy /	7,3	6,9	-
Zaw. fosf. przyswajalnych w/p na P2O5 Phosphates soluble in amm.citrate as P2O5		% masowy /	23,5	22,9	-
Zaw. fosf. rozp. w wodzie w/p na P2O5 Phosphates soluble in water as P2O5		% masowy /	21,9	18,9	-
Zaw. potasu rozp. w wodzie w/p na K2O Cont. of potassium sol. in water as K2O		% masowy /	24,4	22,9	-
Zaw. siarki rozp. w wodzie w/p na SO3 Cont. of sulphur soluble in water as SO3		% masowy /	10,8	8,1	-
Zawartość wilgoci Moisture content		% masowy /	1,5	-	1,5
Zaw. klasy ziarnowej od 2 do 5 mm Granulation 2-5 mm		% masowy /	98,9	92,0	-
Zaw. klasy ziarnowej poniżej 1 mm Granulation < 1 mm		% masowy /	0,1	-	2,0
Zaw. klasy ziarnowej poniżej 0,5 mm Granulation < 0.5 mm		% masowy /	0,0	-	1,0
Zaw. klasy ziarnowej poniżej 0,2 mm Granulation < 0.2 mm		% masowy /	0,0	-	1,0

Produkt zgodny ze specyfikacją / Product in accordance with the specification.

Zatwierdzone przez / Approved by: Renata Strzelecka-Najdzionek

Specjalista ds. Obsługi Klienta

Anna Tarasiewicz
 Anna Tarasiewicz

Grupa Azoty Zakłady Chemiczne „Police” S.A.
 Biuro Sprzedaży Nawozów i Nitro Ekspert
 ul. Kuźnicka 1; 72-010 Police
 t. +48 91 317 23 23, f. +48 91 317 31 71

Dokument generowany komputerowo. Podpis nie jest wymagany/This is a computer-generated document. No signature is required

Grupa Azoty
 Zakłady Chemiczne „Police” S.A.
 ul. Turmie 41, 72-000 Police

Sukcesyjny Siedzisko Centrum RPO Wydział Gospodarczy
 REGON: 141600015, REGON: 141600015, REGON: 141600015
 Capital of Factory registration: 750 000 000 PLN

www.grupaazoty.com
 t. +48 91 317 17 17
 f. +48 91 317 36 93

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Проректор з науково-педагогічної,
наукової роботи Полтавського
державного аграрного університету,
д. с.-г. наук, професор
Анатолій ШОСТЯ
2025 року

**АКТ****про впровадження результатів наукових досліджень
дисертаційної роботи в освітній процес**

Цим актом стверджується, що результати досліджень Овсяника О. О. на тему: «Продуктивність агроценозів конопель посівних (*Cannabis sativa L.*) залежно від елементів технології вирощування в умовах Лівобережного Лісостепу України» галузі знань 20 Аграрні науки та продовольство за спеціальністю 201 Агрономія щодо управління продуктивністю агроценозів конопель посівних подвійного використання впроваджені в освітній процес Полтавського державного аграрного університету, зокрема в змісті освітніх компонент Агрохімія, Технічні культури ОР Бакалавр спеціальності Агрономія.

Завідувач кафедри рослинництва,
доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник

Володимир ГАНГУР

Гарант ОПП Агрономія ОР Бакалавр,
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри рослинництва

Любов МАРІНІЧ



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, тел. (0432) 46-00-03,
 email: office@vsau.org, rector@vsau.org, код ЄДРПОУ 00497236

105 листопада 2026 р. № 121.1-39-88
 на № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукових досліджень
 дисертаційної роботи **Овсяника Олександра Олександровича** на тему:
«Продуктивність агроценозів конопель посівних (*Cannabis sativa L.*)
залежно від елементів технології вирощування в умовах Лівобережного
Лісостепу України»

Повідомляємо, що наукові розробки Овсяника О.О. за визначеною темою дисертаційної роботи мають практичну цінність, що зумовило їх впровадження у навчально-методичний процес та наукову роботу кафедри рослинництва та садівництва факультету агрономії, садівництва та захисту рослин ННІ агротехнологій та природокористування.

Положення дисертаційної роботи використовуються при викладанні навчальних дисциплін: «Рослинництво», «Технічні культури».

Довідку видано Овсянику О.О. для представлення у спеціалізовану вчену раду за місцем захисту його дисертації.

Розглянуто і затверджено на засіданні науково-методичної комісії Вінницького національного аграрного університету від 25 листопада 2025 року, протокол № 6.

Перший проректор



Світлана ЛУТКОВСЬКА

№ 00314

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ
«ОЛИШІВКА»

15575, Чернігівська обл., Чернігівський р-н, селище Олишівка, вул. Чернігівська, 3, код ЄДРПОУ 38656637

ДОВІДКА

про впровадження у виробництво результатів наукових досліджень здобувача ступеня доктора філософії спеціальності 201 Агронімія Полтавського державного аграрного університету

ОВСЯНИКА Олександра Олександровича

Видана здобувачу ступеня доктор філософії зі спеціальності 201 Агронімія ОВСЯНИКУ Олександру Олександровичу в тім, що сформульовані в дисертаційній роботі рекомендації були використані в ТОВ «Олишівське» Чернігівського району Чернігівської області на загальній площі 327 га.

Завдяки впровадженню отримано урожайність насіння 0,87 т/га і 6,0 т/га соломи, що на 12 % більше попереднього рівня врожайності.

Довідка видана для пред'явлення разовій спеціалізованій вченій раді за місцем захисту дисертаційної роботи на здобуття наукового ступеня доктор філософії.

Директор



Костюк Ю.В.