

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

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ЦАРУК ІЛЛЯ ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 633.85:57:502

ДИСЕРТАЦІЯ

**«ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ТИФОНУ
(*BRASSICA CAMPESTRIS F. BIENNIS* DC. × *BRASSICA RAPA* L.)
ЗАЛЕЖНО ВІД ШИРИНИ МІЖРЯДДЯ ТА УДОБРЕННЯ»**

201 «Агрономія»

20 «Аграрні науки та продовольство»

Подається на здобуття ступеня доктора філософії.

Дисертація містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання
на відповідне джерело

І. В. Царук

Науковий керівник
Рахметов Джамал Бахлулович,
доктор сільськогосподарських
наук, професор.

Київ – 2023

АНОТАЦІЯ

Царук І. В. Продуктивність та ефективність вирощування тифону (*Brassica campestris* F. *Biennis* DC. × *Brassica rapa* L.) залежно від ширини міжряддя та удобрення – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – агрономія (20 Аграрні науки та продовольство). – Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, 2023.

У дисертації наведено теоретичне узагальнення, вивчення біолого-екологічних особливостей рослин та обґрунтовано новий підхід до виконання наукового завдання – оптимізації елементів технології вирощування малопоширеної озимої олійної культури – тифону у порівнянні з окремими представниками родини *Brassicaciae* (суріпицею та ріпаком).

Установлено, що найбільша довжина кореневої системи у рослин тифону сорту Оракам у фазу розетки формувалася за ширини міжрядь 15 см. Застосування мінеральних добрив у нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ сприяло збільшенню довжини кореневої системи (до 12,7 см), тоді як за вищою нормою ($N_{120}P_{90}K_{90}$) цей показник був менше контролю. Виявлено, що за внесення $N_{80}P_{60}K_{60}$ середня висота рослин тифону в фазу квітування дещо перевищувала як варіанти з високою нормою добрив ($N_{120}P_{90}K_{90}$) так і в контролі. Визначено, що більша кількість пагонів першого порядку в фазу досягання у рослин тифону була за ширини міжрядь 15 см, тоді як по мірі збільшення міжрядь та норми удобрення виявлено зменшення їх кількості.

Визначено, що за внесення $N_{80}P_{60}K_{60}$ середня висота рослин тифону в фазу квітування становила 113,1 см, а за застосування $N_{120}P_{90}K_{90}$ складала 111,9 см, тоді як на контролі 112,7 см. Тобто спостерігали незначне збільшення висоти рослин або збереження її на попередньому рівні лише за ширини міжрядь 15 см, а за ширини міжрядь 45 см та удобрення посівів спостерігалось деяке зниження висоти рослин. Такі незначні зміни пов'язані з тим, що оптимальними нормами

удобрення азотом рослин родини *Brassicaceae* є 90-120 кг/га і лише перевищення їх призводить до переростання рослин.

Кращі значення кількості пагонів першого порядку в фазу досягання в тифону сорту Оракам були за ширини 15 см, тоді як по мірі збільшення ширини міжрядь та норми удобрення отримали зменшення кількості пагонів першого порядку. Причому виявлено, що застосування як норми $N_{80}P_{60}K_{60}$ так і $N_{120}P_{90}K_{90}$ викликало зворотній ефект і кількість пагонів першого порядку тифону за ширини міжрядь в 45 см зростала порівняно з контрольними неудобреними варіантами.

Середня тривалість вегетаційного періоду в тифону сорту Оракам становила 241 добу, а за внесення мінеральних добрив відбувається подовження тривалості вегетаційного та утворення більшої надземної маси. Так, за застосування мінерального живлення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ тривалість вегетації була довшою на 2,9 діб, а за застосування $N_{120}P_{90}K_{90}$ – на 5,2 діб відповідно. Крім того, за ширини міжрядь в 30 см в середньому по досліді, в порівнянні з міжряддями 15 см, було отримано різницю в 1,2 доби, а за ширини міжрядь 45 см – 5,3 діб.

Установлено, що застосування мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ достовірно не впливало на відсоток виживання рослин, тоді як за внесення підвищеної норми мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ він був на 0,7 % вищим порівняно до контролю без добрив. Конкурентні взаємовідносини рослин за вирощування їх в загущених рядках з широкими міжряддями істотно змінювали виживання рослин і за ширини міжрядь 30 см вижило на 0,8 % а за ширини міжрядь 45 см на 1,4 % менше в порівнянні з посівами з шириною в 15 см.

Досліджено, що кращі умови для реалізації біологічного потенціалу та формування рослинами тифону сорту Оракам урожайності насіння та загального виходу енергії з надземної маси створювались за застосування мінерального удобрення $N_{80}P_{60}K_{60}$ або ж $N_{120}P_{90}K_{90}$ та вирощування їх з шириною міжрядь 15 та 30 см. За таких умов формування урожаю насіння та накопичення енергії в біомасі відбувалось з високим рівнем пластичності та загалом умови відповідали інтенсивним умовам вирощування, що сприяло гарній реалізації рослинами

біологічного потенціалу та ефективному використанню елементів технології, зокрема удобрення.

Установлено, що досліджувані норми добрива не впливали на формування більш широких листків рослинами в фазу квітування. Так, за застосування мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ ширина листків збільшилась не значно, на 0,4 см, порівняно з контрольними варіантами дослідів, а внесення удобрення в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ також сприяло отриманню на рослинах більш широких листків, однак всього на 0,3 см. А в фазу досягання на варіантах удобрення рослин $N_{80}P_{60}K_{60}$ або ж $N_{120}P_{90}K_{90}$ ширина листків була більшою на 0,3 см, порівняно з контрольними варіантами дослідів.

Установлено, що в середньому за внесення $N_{80}P_{60}K_{60}$ рослини тифону сорту Оракам в фазу квітування утворювали на 8,3 тис. $m^2/га$, а за внесення мінерального добрива в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 12,0 тис. $m^2/га$ більшу площу листової поверхні.

Досліджено, що в фазу формування розетки значну роль впливу на площу листової поверхні відіграють не тільки умови вегетаційного періоду (45 %) а й ширина міжрядь (28 %) та удобрення (23 %). В фазу квітування, не зважаючи на те що по варіантах ширини міжрядь спостерігали рівномірний вплив удобрення на формування площі листя саме цей фактор був одним з вирішальних (40 %), а вплив умов вегетації – на другому місці (38 %). А в фазу досягання насіння тифону сорту Оракам ширина міжрядь відігравала ключову роль за впливом на формування площі листя (40 %), а погодні умови років досліджень займали другу позицію за важливістю впливу (36 %).

Установлено, що за вирощування рослин тифону з шириною міжрядь 45 см чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) в період від квітування до досягання була на 0,04 а за вирощування з шириною міжрядь 30 см на 0,03 $г/м^2$ за добу сухої речовини більше чим за ширини міжрядь 15 см. А застосування мінерального удобрення також позначилось на формуванні рослинами сухої речовини і при внесення $N_{80}P_{60}K_{60}$ отримали ЧПФ на рівні 0,37, а при застосуванні $N_{120}P_{90}K_{90}$ –

0,32 г/м² за добу сухої речовини, тоді як на контрольних варіантах без удобрення 0,40 г/м² за добу сухої речовини.

Установлено, що застосування мінеральних добрив позитивно вплинуло на формування рослинами тифону фотосинтетичного потенціалу (ФП) в міжфазний період від відновлення вегетації до квітування. Визначено, що при внесенні N₈₀P₆₀K₆₀ забезпечуються на 0,66 тис. м²/га×діб, а при – N₁₂₀P₉₀K₉₀ на 0,94 тис. м²/га×діб вищі показники фотосинтетичного потенціалу рослин порівняно з контрольним варіантом. Виявлено, що в період від фази квітування до досягання насіння чиста продуктивність фотосинтезу при внесенні добрив як у нормі N₈₀P₆₀K₆₀ (0,37 г/м² за добу сухої речовини), так і при застосуванні N₁₂₀P₉₀K₉₀ (0,32 г/м² за добу сухої речовини) порівняно з контрольним варіантом дещо зменшується (0,40 г/м² за добу сухої речовини).

Якщо досліджувати вплив факторів досліду на урожайність насіння, то за ширини 15 см складались умови для кращого формування урожайності насіння, а тому за вирощування з міжряддями 30 см рослини мали на 0,23 т/га а за вирощування з шириною міжрядь 45 см на 0,64 т/га меншу урожайність чим за ширини міжрядь 15 см. А мінеральне живлення сприяло отриманню кращого урожаю насіння. Так, за застосування мінерального удобрення в нормі N₈₀P₆₀K₆₀ рослини тифону сорту Оракам мали на 0,42 т/га вищу урожайність чим на контрольному варіанті, та за удобрення посівів мінеральними добривами N₁₂₀P₉₀K₉₀ на 0,24 т/га. Аже, за вирощування з шириною міжрядь 15 см та удобренням в нормі N₈₀P₆₀K₆₀ отримано урожайність насіння 3,88 т/га.

Установлено, що середня маса насіння з рослин була найбільшою за ширини міжрядь 15 см та норми удобрення N₈₀P₆₀K₆₀ (8,17 г) : на долю головного стебла припадає 21 % (1,72 г), бічних пагонів першого порядку – 79 % (6,45 г) продуктивності насіння. Виявлено, що за збільшення ширини міжрядь до 30 см зменшувалася маса насіння з рослини на 4,4% і до 45 см – на 14,1 % у порівнянні з шириною міжряддя 15 см.

Досліджено, що урожайність насіння тифону сорту Оракам за застосування мінеральних добрив у нормі N₈₀P₆₀K₆₀ була на 0,42 т/га, за внесення N₁₂₀P₉₀K₉₀

на 0,24 т/га більшою, ніж на контрольному варіанті. Визначено, що за ширини міжряддя 15 см склалися кращі умови для формування урожайності насіння, ніж у широкорядних посівах: за міжряддя 30 см цей показник зменшувався на 0,23 т/га, за ширини 45 см – на 0,64 т/га.

Установлено, що серед культур родини *Brassicaceae* мінімальний середній вміст олії в насінні був у суріпиці озимої сорту Оріана – 33,4 %, а ріпак озимий сорту Мерседес мав максимум – 45,6%, тоді як насіння тифону сорту Оракам в середньому по досліді мало вміст олії 42,3 %. А за вмістом олії в насінні тифону сорту Оракам кращим було вирощування рослин з шириною міжрядь в 45 см на усіх варіантах удобрення. А в випадку застосування мінеральних добрив в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ отримано кращий в досліді вміст олії – 44,0 %.

Визначено, що за вирощування тифону сорту Оракам кращі значення накопичення енергії в біомасі та насінні а також збір енергії надземної маси спостерігався за висіву рослин з шириною міжрядь в 15 см та застосування мінеральних добрив в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ – 89,1, 24,6 та 15,2 Гкал/га відповідно.

Досліджено, що мінімальний середній збір олії був властивий суріпиці озимої сорту Оріана – 756,7 кг/га а ріпак озимий сорту Мерседес мав максимум – 1703,9 кг/га, тоді як тифон сорту Оракам в середньому по досліді забезпечував збір олії 1411,6 кг/га. Також визначено, що мінімальний вихід енергії був властивий насінню та олії суріпиці озимої сорту Оріана – 6280 та 9393 ккал/кг, а більш енергетично насичене насіння та олія було в ріпаку озимого сорту Мерседес - 6518 та 9454 ккал/кг. Встановлено, що мінімальний вихід енергії був властивий біомасі ріпаку озимого сорту Мерседес - 3843 ккал/кг, а в суріпиці озимої сорту Оріана отримано більш енергетично насичену біомасу– 4090 ккал/кг.

Аналіз стратегій переробляння культур родини *Brassicaceae* на біопаливо показує що найбільш вигідно розглядати переробку загальної біомаси рослин з розділенням її на основну та побічну продукцію. Адже з насінням отримуємо лише 27,8 % від загальної енергії накопиченої з урожаєм надземної маси, а за використання лише олії цей відсоток становить всього 17,2 %.

Кон'юнктура цін на мінеральні добрива та висока природня ефективність культур родини *Brassicaceae* дозволяє забезпечувати високий рівень продуктивності на неудобрених фонах, за умови високої природньої родючості ґрунту. Однак, таке вирощування призводить до істотного виснаження запасів елементів живлення в ґрунті, а тому не можемо рекомендувати його як оптимальний з точки зору раціонального природокористування.

За вирощування тифону сорту Оракам та удобрення посівів мінеральним добривом нормою $N_{80}P_{60}K_{60}$ отримано собівартість виробництва однієї тони продукції 5,5 тис. грн. та рівень рентабельності 354 %, що є оптимальним в плані застосування мінерального живлення. А в випадку підвищення доз добрив до $N_{120}P_{90}K_{90}$ – рівень рентабельності знизився до 274-228 %.

Аналіз економічної ефективності вирощування тифону сорту Оракам в цінах 2022 року, за умови удобрення посівів мінеральним добривом нормою $N_{80}P_{60}K_{60}$ показав нам що навіть в такій економічній ситуації можна отримати собівартість виробництва однієї тони продукції 7,8 тис. грн. та рівень рентабельності 153 %, що є оптимальним в плані застосування мінерального живлення. А в випадку підвищення доз добрив до $N_{120}P_{90}K_{90}$ – рівень рентабельності знизився до 119-99 %.

Визначено, що за вирощування тифону сорту Оракам з нормою мінерального удобрення $N_{80}P_{60}K_{60}$ коефіцієнт енергетичної ефективності становив 2,7-2,2, а за застосування мінерального удобрення в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 1,7-1,5 відповідно.

Ключові слова: тифон, ріпак озимий, суріпиця озима, урожайність, елементи структури врожаю, якість продукції, коефіцієнт енергетичної ефективності, економічна ефективність.

SUMMARY

Tsaruk I.V. Productivity and efficiency of growing typhon (*Brassica campestris* F. *Biennis* DC. × *Brassica rapa* L.) depending on row spacing and fertilization. – Qualifying scientific work on the rights of manuscripts.

Thesis for the degree of degree of the doctor of philosophy on a specialty 201 – agronomy (20 Agrarian sciences and food). – National University of Life and Environmental Sciences, Kyiv, 2023.

The dissertation provides a theoretical generalization, the study of the biological and ecological features of plants and substantiates a new approach to the fulfillment of a scientific task - optimization of the elements of the technology of growing a rare winter oilseed crop - typhoon in comparison with individual representatives of the *Brassicaceae* family (turnip and rapeseed).

It was established that the greatest length of the root system in plants of the Orakam type typhoon in the rosette phase was formed at a row width of 15 cm. The use of mineral fertilizers at the rate of $N_{80}P_{60}K_{60}$ contributed to an increase in the length of the root system (up to 12.7 cm), while at a higher rate ($N_{120}P_{90}K_{90}$) this the rate was less than the control. It was found that when $N_{80}P_{60}K_{60}$ was applied, the average height of typhon plants in the flowering phase slightly exceeded both the variants with a high rate of fertilizers ($N_{120}P_{90}K_{90}$) and the control. It was determined that the greater number of shoots of the first order in the ripening phase of typhoon plants was at a row width of 15 cm, while as the row spacing and fertilizer rate increased, their number decreased.

It was investigated that when $N_{80}P_{60}K_{60}$ was applied, the average height of typhoon plants in the flowering phase was 113.1 cm, and when $N_{120}P_{90}K_{90}$ was applied, it was 111.9 cm, while in the control it was 112.7 cm. That is, we observed a slight increase in plant height or its preservation at the previous level equal only for row widths of 15 cm, and for row widths of 45 cm and crop fertilization, a slight decrease in plant height was observed. First of all, the absence of an increase in the height of

plants with the use of mineral fertilizers is due to the fact that the optimal rates of nitrogen fertilization of plants of the *Brassicaceae* family are 90-120 kg/ha, and only exceeding them leads to overgrowth of plants.

The best values of the number of shoots of the first order in the ripening phase in Typhoon variety Orakam were for a width of 15 cm, while as the width of the rows and the rate of fertilization increased, we obtained a decrease in the number of shoots of the first order. Moreover, it was investigated that the application of both the norm of $N_{80}P_{60}K_{60}$ and the increased norm of fertilizer $N_{120}P_{90}K_{90}$ caused the opposite effect and the number of shoots of the first order of typhoon at a row width of 45 cm increased compared to the control unfertilized options.

The average duration of the growing season in Orakam type typhoon was 241 days, and with the introduction of mineral nutrition, we observed a slowdown in the vegetation period and the formation of more biomass. Thus, with the use of mineral nutrition in the dose of $N_{80}P_{60}K_{60}$, the duration of vegetation was longer by 2.9 days, and with the use of $N_{120}P_{90}K_{90}$ – by 5.2 days, respectively. In addition, for row widths of 30 cm, on average, in the experiment, a difference of 1.2 days was obtained in comparison with row spacings of 15 cm, and for row widths of 45 cm - 5.3 days in comparison with the duration of the interphase period for row widths of 15 cm.

It was established that the application of mineral fertilizer in the dose of $N_{80}P_{60}K_{60}$ reliably did not affect the percentage of plant survival, while with the application of an increased dose of mineral fertilizers $N_{120}P_{90}K_{90}$ it was 0.7% higher compared to the control without fertilizers. Competitive interrelationships of plants when growing them in thickened rows with wide row spacings significantly changed the survival of plants, and with a row spacing of 30 cm, survival was 0.8%, and with a row spacing of 45 cm, it was 1.4% less compared to crops with a width of 15 cm.

It was investigated that the best conditions for the realization of the biological potential and the formation of seed yield and the total energy output from biomass by plants of the Orakam type typhoon were created when using mineral fertilizer $N_{80}P_{60}K_{60}$ or $N_{120}P_{90}K_{90}$ and growing them with a row width of 15 and 30 cm. Under such conditions, the formation of seed yield and the accumulation of energy in biomass

occurred with a high level of plasticity and, in general, the conditions corresponded to intensive growing conditions, which contributed to the good realization of biological potential by plants and the effective use of technology elements, in particular fertilizers.

It was established that the studied doses of fertilizer did not have a positive effect on the formation of wider leaves by plants in the flowering phase. Thus, when applying mineral fertilizer in the dose of $N_{80}P_{60}K_{60}$, the width of the leaves increased not significantly, by 0.4 cm, compared to the control options of the experiment, and the application of fertilizer in the dose of $N_{120}P_{90}K_{90}$ also contributed to the production of wider leaves on the plants, but only by 0.3 cm. But in the ripening phase, the width of the leaves was 0.3 cm larger on the $N_{80}P_{60}K_{60}$ or $N_{120}P_{90}K_{90}$ versions of plant fertilization, compared to the control versions of the experiment.

It was established that, on average, with the application of $N_{80}P_{60}K_{60}$, plants of the Orakam type typhoon in the flowering phase formed 8.3 thousand m^2/ha , and with the application of mineral fertilizer in the dose of $N_{120}P_{90}K_{90}$ - 12.0 thousand m^2/ha .

If we analyze the influence of factors on the leaf area, then in the phase of rosette formation, not only the conditions of the growing season (45%), but also the width of the rows (28%) and fertilization (23%) play a significant role in influencing the leaf surface area. In the flowering phase, regardless of the fact that we observed a uniform effect of fertilizer on the formation of the leaf area in terms of row spacing options, this factor was one of the decisive factors (40%), and the influence of vegetation conditions was in second place (38%). However, in the ripening phase of Orakam typhoon seeds, the width of the rows played a key role in influencing the formation of the leaf area (40%), and the weather conditions of the years of research occupied the second position in terms of the importance of influence (36%).

It was found that when growing typhon plants with a row width of 45 cm, the net productivity of crops in the period from flowering to maturity was 0.04, and when growing with a row width of 30 cm, the dry matter per day was 0.03 g/m^2 more than when the row width was 15 cm. But the application of mineral fertilizer also affected the formation of dry matter by plants, and when $N_{80}P_{60}K_{60}$ was applied, we obtained a net photosynthetic productivity at the level of 0.37, and when $N_{120}P_{90}K_{90}$ was applied,

it was 0.32 g/m² per day of dry matter, while on the control variants without fertilizer 0.40 g/m² per day of dry matter.

It was established that the application of mineral fertilizers had a positive effect on the formation of the photosynthetic potential of typhoon plants in the interphase period from the restoration of vegetation to flowering. It was determined that when N₈₀P₆₀K₆₀ is applied, the photosynthetic potential of plants is higher by 0.66 thousand m²/ha×day, and when N₁₂₀P₉₀K₉₀ is by 0.94 thousand m²/ha×day compared to the control option. It was found that in the period from the flowering phase to the ripening of the seeds, the net productivity of photosynthesis when applying fertilizers both at the rate of N₈₀P₆₀K₆₀ (0.37 g/m² per day of dry matter) and when using N₁₂₀P₉₀K₉₀ (0.32 g/m² per day of dry matter) compared to the control option slightly decreases (0.40 g/m² per day of dry matter).

It was established that the average weight of seeds from plants was the largest for the width of the rows of 15 cm and the rate of fertilization N₈₀P₆₀K₆₀ (8.17 g): the share of the main stem is 21% (1.72 g), lateral shoots of the first order - 79% (6.45 g) seed productivity. It was found that increasing the width of the rows to 30 cm decreased the weight of seeds from the plant by 4.4% and up to 45 cm - by 14.1% compared to the width of the rows to 15 cm.

It was investigated that the yield of Orakam typhoon seeds with the application of mineral fertilizers at the rate of N₈₀P₆₀K₆₀ was 0.42 t/ha, and with the application of N₁₂₀P₉₀K₉₀ was 0.24 t/ha more than in the control variant. It was determined that with a row spacing of 15 cm, there were better conditions for the formation of seed yield than in wide-row crops: with a row spacing of 30 cm, this indicator decreased by 0.23 t/ha, with a width of 45 cm – by 0.64 t/ha.

It was investigated that when growing plants of the Orakam type typhoon with a row width of 15 cm and a fertilizer rate of N₈₀P₆₀K₆₀, the weight of the seeds from the plant was 8.17 g, from the main stem 1.72 g, and from the lateral shoots of the first order 6.45 g, which corresponded to the best indicators research. While the values of 7.45, 1.46 and 6.00 g were obtained on the control variants, respectively. It was also established that increasing the width of the row spacing to 30 cm reduced the weight

of seeds from the plant by 0.36 g, the weight of seeds from the main shoot by 0.12 g, and the weight of seeds from the side shoots of the first order by 0.25 g, compared to the traditional width of the row spacing of 15 cm. And the cultivation of typhon plants with a row width of 45 cm led to a decrease in these indicators by 1.15, 0.24 and 0.92 g, respectively.

It was established that among the crops of the *Brassicaceae* family, the minimum average oil content in the seeds was characteristic of the winter rapeseed of the Oriana variety - 33.4%, and the winter rapeseed of the Mercedes variety had the maximum indicators - 45.6%, while the Typhon of the Orakam variety had an average content according to the experiment oil 42.3%. However, according to the oil content in the seeds of the Orakam variety, the best was the option of growing plants with a row spacing of 45 cm on all fertilizer options. And in the case of using mineral fertilizers in the dose of $N_{120}P_{90}K_{90}$, the best oil content in the experiment was obtained - 44.0%.

It was determined that the best indicators of energy accumulation in biomass and seeds, as well as biomass energy collection, were observed when growing plants with a row width of 15 cm and using mineral fertilizers in the dose of $N_{80}P_{60}K_{60}$ - 89.1, 24.6 and 15.2 Gcal/ha respectively.

It was studied that the minimum average oil yield was characteristic of the winter rapeseed of the Oriana variety - 756.7 kg/ha, and the winter rapeseed of the Mercedes variety had the maximum indicators - 1703.9 kg/ha, while the Typhon of the Orakam variety provided an average oil yield of 1411, according to the experiment. 6 kg/ha. It was also determined that the minimum energy yield was characteristic of the seeds and oil of winter rapeseed of the Oriana variety - 6280 and 9393 kcal/kg, and the more energy-rich seeds and oil were characteristic of the rapeseed of the Mercedes winter variety - 6518 and 9454 kcal/kg. But if we consider the energy accumulated in the biomass, then the minimum energy yield was characteristic of the rapeseed biomass of the Mercedes winter variety - 3843 kcal/kg, and in the winter rapeseed of the Oriana variety, a more energetically saturated biomass was obtained - 4090 kcal/kg.

The analysis of strategies for processing crops of the *Brassicaceae* family into biofuel shows us that it is most profitable to consider the processing of total plant

biomass with its division into types of products. After all, with seeds, we get only 27.8% of the total energy accumulated with the biomass crop, and with the use of only oil, this percentage is only 17.2%.

The price situation for mineral fertilizers and the high natural efficiency of crops of the *Brassicaceae* family make it possible to ensure a good level of productivity on unfertilized backgrounds, provided that the soil is of high natural fertility. However, this method of cultivation leads to a significant depletion of the reserves of nutrients in the soil, and therefore we cannot recommend it as optimal from the point of view of rational nature management.

The cost of production of one ton of products was 5.5 thousand UAH for the cultivation of Orakam type typhoon and fertilization of crops with mineral fertilizer dose $N_{80}P_{60}K_{60}$. and the level of profitability is 354%, which is optimal in terms of the application of mineral nutrition. And in the case of increasing the doses of fertilizers to $N_{120}P_{90}K_{90}$, the level of profitability decreased to 274-228%.

An analysis of the economic efficiency of growing Orakam type typhoon in 2022 prices, under the condition of fertilizing the crops with mineral fertilizer at a dose of $N_{80}P_{60}K_{60}$, showed us that even in such an economic situation, the production cost of one ton of products can be obtained at UAH 7.8 thousand. and the level of profitability is 153%, which is optimal in terms of the application of mineral nutrition. And in the case of increasing the doses of fertilizers to $N_{120}P_{90}K_{90}$, the level of profitability decreased to 119-99%.

It has been investigated that when growing Orakam type typhoon with the norm of mineral fertilizer $N_{80}P_{60}K_{60}$, the coefficient of energy efficiency was 2.7-2.2, and when using mineral fertilizer in the norm $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 1.7-1.5, respectively.

Key words: *typhoon, winter rapeseed, wintercress, productivity, elements of crop structure, energy efficiency coefficient, economic efficiency.*

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових фахових виданнях України:

1. **Царук І.В.,** Рахметов Д.Б. Тифон – нова культура багатофункціонального призначення. Таврійський науковий вісник. 112. С. 157-160. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.22>
2. **Царук І.В.,** Рахметов Д.Б. Особливості формування насіннєвої продуктивності рослин тифону (*Brassica campestris* var. *oleifera* f. *biennis* D.C. × *B. rapa* L.) залежно від елементів технології вирощування. *Новітні агротехнології*. 2022. № 10(1). <https://doi.org/10.47414/na.10.1.2022.265592>
3. **Царук І.В.** Рахметов Д.Б. Продуктивність тифону за різної ширини міжрядь та удобрення. *Новітні агротехнології*. 2022. № 10(2). <https://doi.org/10.47414/na.10.2.2022.270481>
4. **Царук І.В.** Рахметов Д.Б. Екологічна пластичність та стабільність продуктивності озимих капустяних культур під впливом елементів технології вирощування. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків* : зб. наук. праць. Київ : ФОП Корзун Д. Ю., 2021. Вип. 30. С. 105–111. <https://doi.org/10.47414/np.30.2022.268948>

Тези наукових доповідей:

5. **Царук І.В.** Значення тифону в кормовиробництві : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Сталий інноваційно-креативний розвиток соціально-економічних систем» (м. Бережани, 21 жовтня 2019 р.). 2019. С. 55.
6. **Царук І.В.** Тифон у органічному землеробстві : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасний стан та перспективи аграрної сфери в Україні» (м. Ніжин, 26 листопада 2020 р.). 2020. С. 237.

ЗМІСТ

Анотація	2
ВСТУП	17
Розділ 1. БІОЛОГО – ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ВИСОКООЛІЙНИХ ОЗИМИХ КАПУСТЯНИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ УКРАЇНИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	22
1.1. Особливості формування продуктивності озимих культур родини <i>Brassicaceae</i>	23
1.2. Вплив мінерального удобрення на продуктивність озимих культур родини <i>Brassicaceae</i>	27
1.3. Технологічні особливості формування посівів та вирощування озимих культур родини <i>Brassicaceae</i>	32
1.4. Біоморфологічні та господарські особливості тифону	37
Розділ 2. УМОВИ, ОБ’ЄКТИ, МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	41
2.1. Природно – кліматичні умови регіону досліджень	41
2.2. Ґрунтові умови вирощування озимих культур родини <i>Brassicaceae</i>	51
2.3. Методики проведення досліджень	52
2.4. Технологічні особливості проведення досліджень	55
2.5. Агротехнологія вирощування тифону в Лівобережному Лісостепу України	57
Розділ 3. БІОЛОГО – ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОЗИМИХ КУЛЬТУР РОДИНИ <i>BRASSICACEAE</i>	61
3.1. Біологічні особливості озимих культур родини <i>Brassicaceae</i>	63
3.2. Особливості розвитку озимих культур родини <i>Brassicaceae</i> залежно від факторів вирощування	73
3.3. Екологічні особливості вирощування озимих культур родини <i>Brassicaceae</i>	85

Розділ 4. ПРОДУКТИВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ОЗИМИХ КУЛЬТУР	
РОДИНИ <i>BRASSICACEAE</i>	92
4.1. Фотосинтетична продуктивність рослин	93
4.1.1. Площа листової поверхні	104
4.1.2. Чиста продуктивність фотосинтезу	112
4.1.3. Фотосинтетичний потенціал посівів	117
4.2. Урожайність культур залежно від технології вирощування	122
4.2.1. Урожайність зеленої маси озимих культур родини <i>Brassicaceae</i>	122
4.2.2. Урожайність насіння озимих культур родини <i>Brassicaceae</i>	127
4.3. Структура урожаю озимих культур родини <i>Brassicaceae</i>	131
Розділ 5. БІОХІМІЧНА ОЦІНКА ТА ЕНЕРГОПРОДУКТИВНІСТЬ	
ОЗИМИХ КУЛЬТУР РОДИНИ <i>BRASSICACEAE</i>	138
5.1. Біохімічна характеристика насіння озимих культур родини <i>Brassicaceae</i>	140
5.2. Енергетична продуктивність озимих культур родини <i>Brassicaceae</i>	142
5.3. Винос макроелементів з отриманим врожаєм	148
Розділ 6. ЕКОНОМІЧНА І ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	
ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМИХ КУЛЬТУР РОДИНИ <i>BRASSICACEAE</i>	154
6.1. Економічна ефективність вирощування озимих культур родини <i>Brassicaceae</i>	156
6.2. Енергетична ефективність вирощування озимих культур родини <i>Brassicaceae</i>	161
ВИСНОВКИ	165
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	169
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	170
ДОДАТКИ	191

ВСТУП

Генетичні ресурси рослин повинні відігравати важливу роль у сталому сільському господарстві та забезпеченні продовольством, енергетичними, кормовими ресурсами в сучасних умовах стрімких змін. Мобілізація та ефективне використання нових рослинних ресурсів може відігравати значну роль у вирішенні зазначених проблем. В Україні здійснено велика робота з інтродукції, акліматизації та селекції нових культур, завдяки чому суттєво збагачено видовий (близько 70 культур) та сортовий склад (понад 400 сортів) вирощуваних культур (Державний реєстр сортів рослин України, 2023). До перспективних рослин комплексного використання відноситься тифон.

Тифон є міжвидовим гібридом турнепсу (*Brassica rapa subsp. rapifera* Metzger) та китайської капусти (*Brassica rapa subsp. pekinensis* (Lour.) Hanelt). В Україні тифон досі залишається малопоширеною культурою. Але ця рослина має широкий спектр використання. Адже на відміну від ріпаку тифон не накопичує у фітомасі та насінні глюкозинолатів, алкілрезорцинолів та інших антипоживних речовин. Основним спектром застосування тифону є кормовиробництво та переробка насіння та біомаси на біопаливо. Урожайність тифону становить 2,5-3,0 т/га. Вміст олії в насінні – 35 – 47%, а вихід олії 800 – 1400 кг/га. Вихід умовного біопалива після переробки побічної продукції складає 5 – 6 т/га.

Установлено, що тифон як цінна кормова рослина, може забезпечувати до пізньої осені зеленою масою та порівняно з іншими злаковими і бобовими травами не виявляє негативного впливу на організм тварин. А завдяки великій кількості кореневих залишків, навіть після скошування на корм тваринам, тифон не виснажує ґрунт, а, навпаки, поліпшує його. Гарні результати забезпечують змішані посіви тифону з викою і вівсом.

Не дивлячись на багатофункціональне значення тифону, ця культура досі в Україні залишається недостатньо вивченою та поширеною.

Актуальність теми.

Впровадження у виробництво такої культури як тифон стримується із-за

недостатньої вивченості особливостей росту, розвитку рослин, проходження продукційних процесів у них залежно від екологічних чинників, сортових особливостей та елементів технології вирощування. Також досить обмежена інформація щодо біохімічного складу рослин, енергетичної цінності основної та побічної продукції та якісних характеристик фітосировини залежно від технології вирощування. Немає достатньо інформації щодо економічної та біоенергетичної оцінки вирощування та використання культури.

До вивчення елементів технології вирощування та використання озимих капустияних культур в Україні значний вклад внесли такі вчені: Вишнівський П.С. (2019), Гайдаш С.Г. (2017), Гойсюк С. О. (2021), Гойсальук Я. С. (2013), Лихочвор В. В. (2020), Неруцький В. Д. (2013), Петриченко В. Ф. (2017), Каленська С.М. (2007, 2022), Рахметов Д.Б. (2000, 2022) та інші. Однак питання комплексного дослідження біолого-продуктивного потенціалу рослин тифону за впливу екологічних та агротехнологічних факторів вивчені недостатньо на сучасному рівні.

Оскільки не існує єдиної думки стосовно оптимізації технології вирощування тифону за шириною міжрядь та ефективного застосування мінеральних добрив, то вивчення впливу цих факторів на урожайність та якість фітосировини досліджено недостатньо. Ці та інші важливі питання щодо агробіологічних особливостей та економічної доцільності культивування тифону є основою запропонованої роботи.

Ці та інші важливі питання щодо агробіологічних, технологічних особливостей та економічної доцільності культивування тифону у порівнянні з окремими озимими капустияними рослинами є основою запропонованої роботи.

Отже, обрана тема досліджень є актуальною та необхідною для детального наукового дослідження. Тому виконання наукової роботи спрямованої на вивчення біолого-екологічних особливостей рослин та розробки сортової агротехніки тифону заради підвищення його продуктивності є актуальним питанням.

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

Дослідження виконані в межах дисертаційної роботи були складовою частиною завдання кафедри рослинництва НУБІП 27.00.03.03.Ф «АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА РОСЛИННИЦЬКОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА МАСТИЛ ТА ПАЛИВ» (номер державної реєстрації 0121U109959).

Мета і завдання досліджень. Мета досліджень полягала у встановленні біолого-екологічних особливостей рослин та закономірностей формування продуктивності тифону залежно від елементів технології вирощування в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Відповідно, для реалізації поставленої мети були вирішені наступні завдання:

- з'ясувати закономірності проходження фаз розвитку та ростових процесів у рослин залежно від впливу агробіологічних факторів;
- встановити вплив способів сівби на урожайний потенціал рослин залежно від сортових особливостей;
- виявити вплив мінеральних добрив на продуктивність рослин;
- визначити біохімічні особливості та енергетичну продуктивність рослин залежно від елементів технології вирощування;
- з'ясувати залежності ростових, урожайних та якісних показників рослин залежно від екологічних умов та особливостей технології вирощування;
- провести економічну і біоенергетичну оцінку вирощування тифону у порівнянні з іншими озимими капустяними культурами.

Об'єкт досліджень – процеси формування продуктивності тифону у порівнянні з окремими озимими капустяними культурами (ріпаком і суріпицею), проходження фаз розвитку та росту рослин залежно від елементів технології вирощування – ширини міжрядь та застосування мінеральних добрив.

Предмет досліджень – рослини тифону, ріпаку озимого та суріпиці озимої на сортовому рівні, мінеральне удобрення, ширина міжрядь, особливості їх взаємодії в певних ґрунтово-кліматичних умовах.

Методи досліджень. У процесі виконання досліджень використовували загальнонаукові та спеціальні методи досліджень. До загальнонаукових

відносяться такі як: *гіпотеза* – вибір напряму досліджень; *експеримент* – вивчення властивостей об'єкту; *спостереження* – виявлення кращих варіантів ширини міжрядь та удобрення рослин, встановлення особливостей розвитку рослин озимих капустяних культур. До спеціальних методів відносяться: *польовий* – вивчення варіантів досліду в польових умовах; *вимірювально-ваговий* – аналіз урожайності та структури врожаю; *математично-статистичний* – статистична оцінка результатів досліджень, *порівняльно-розрахунковий* – розрахунок економічної та енергетичної ефективності вирощування озимих капустяних культур.

Наукова новизна отриманих результатів. *Вперше* в умовах Лівобережного Лісостепу України встановлено біолого-екологічні особливості рослин, закономірності проходження продукційного процесу, визначено урожайний та продуктивний потенціал рослин тифону залежно від впливу елементів технології вирощування – ширини міжрядь та мінерального удобрення.

Удосконалено технології вирощування тифону завдяки оптимізації впливу мінерального удобрення та ширини міжрядь на процеси росту та розвитку і формування продуктивності рослин.

Набули подальшого розвитку питання вивчення закономірностей росту і розвитку рослин тифону у порівнянні з окремими озимими капустяними культурами, формування ними листової поверхні та надземної маси і насінної продуктивності; методичні підходи до визначення біоенергетичної та економічної ефективності вирощування рослин тифону.

Практичне значення отриманих результатів. За результатами узагальнення польових досліджень та даних виробничої перевірки розроблено науково обґрунтовані елементи технології вирощування тифону з оптимальною шириною міжрядь та підбором кращого рівня мінерального удобрення. Впроваджено у виробництво рекомендовані заходи, які сприяють збільшенню урожайності й покращенню якості надземної маси та насіння тифону.

Особистий внесок здобувача. Здобувач особисто брав участь у розроблянні програми досліджень, власноруч закладав та проводив польові і лабораторні досліді, опрацював результати досліджень та на основі цього, сформулював висновки та пропозиції виробництву.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та окремі підрозділи роботи заслухано та обговорено на засіданнях кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів та природокористування (Київ, 2019–2022 рр.), та наукових конференціях: Міжнародна науково-практична конференція «Сталий інноваційно-креативний розвиток соціально-економічних систем» (м. Бережани, 21 жовтня 2019 р.); Всеукраїнська науково-практична конференція «Сучасний стан та перспективи аграрної сфери в Україні» (м. Ніжин, 26 листопада 2020 р.).

Публікації результатів досліджень. Основні положення дисертаційного дослідження викладено в 6 наукових працях, з яких 4 статті у наукових фахових виданнях України та 2 тези наукових доповідей.

Обсяг і структура дисертації. Дисертація викладена на 204 сторінках, містить 42 таблиці, 12 рисунків. Робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків та рекомендацій виробництву і додатків. Список використаних джерел налічує 204 найменувань, з яких 49 латиницею.

РОЗДІЛ 1

БІОЛОГО – ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ВИСОКООЛІЙНИХ ОЗИМИХ КАПУСТЯНИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ УКРАЇНИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Родина капустяних культур (*Brassicaceae*), що раніше була іменована як хрестоцвіті (*Cruciferae*) – представлена рослинами, квітка яких має типові відмінності – чотири пелюстки, що в розгорнутому вигляді нагадує хрест. А що стосується видового представлення, то воно досить строкате. До родини входять як одно-дворічні так і багаторічні види, серед яких на теренах України поширено 230 видів з 65 родів [6; 7; 9; 20; 13].

Серед культурних видів родини стрічається доволі широке розмаїття використання видів, адже є овочеві, олійні, лікарські, кормові, а також рослини використовувані в якості спецій [14; 16; 17; 18].

Водночас, якщо розглядати нішу озимих капустяних культур, то головною з них за поширенням в Україні по праву є озимий ріпак (*Brassica napus oleifera bienis* D. C.), що вирощується на площі близько 1 млн. га. Також вирощується і суріпиця озима (*Brassica rapa oleifera* DC), тифон (*Brassica campestris f. biennis* DC *B. rapa* L.) та рижій озимий (*Camelina sativa subsp. Pilosa* N. Zinge) [22; 23; 24; 29; 30]. Однак, щодо останнього то практика його активного вирощування в Україні майже відсутня. А суріпицю озиму активно вирощують, особливо в умовах Полісся та Лісостепу України. При цьому тифон є абсолютно новою для України культурою, що потребує детального вивчення не тільки його біологічних особливостей з метою поширення в різних агрокліматичних зонах а й розроблення технологій вирощування, що сприятимуть ефективному вирощуванню культури та отриманню гарного рівня врожаю.

1.1. Особливості формування продуктивності озимих культур родини *Brassicaceae*

На формування якісних складових насіння озимих олійних культур родини капустяних та його урожайності істотний вплив чинять не тільки особливості агротехніки а й погодні умови в роки вирощування [94; 202; 155; 135; 80]. Причому озимі культури критичніше реагують на технологію та погодні умови, оскільки мають два періоди вегетації – осінній та весняно-літні. А тому неправильний добір елементів агротехніки восени може поставити нанівець усі плани на врожай в наступному році, так як і негативний вплив погодних умов. Але це не гарантує оптимальних умов та гарної агротехніки навесні, коли культури не менш чутливі до факторів живлення та мають ряд критичних періодів в своєму розвитку [186; 89; 203; 108; 84].

Відповідно багато дослідження з вивчення важливості агротехніки вказують що в осінній проміжок вегетації озимих капустяних культур критичним є правильний добір комплексу заходів з сівби (оптимальні строки, формування кращої густоти посівів та ширини міжрядь). Адже в озимих культур генеративні органи формуються на ранніх етапах розвитку, що істотно впливає на їх рівень урожайності. А також гарно сформовані та достатньо розвинені рослини мають кращу опірність ураженню хворобами та більш ефективніше перезимовують [76; 188; 157; 112; 119].

Особливо критичним періодом що визначає високий рівень продуктивності озимих капустяних є фаза розетки 6–8 листків. Адже достатня кількість часу необхідного для закладки квіткових бруньок на конусі наростання сприяє гарній реалізації біологічного потенціалу сорту [198; 120; 54; 100; 189].

А тому дослідження вчених з встановлення впливу строків осінньої сівби та вегетації культури показують що близько 60–70 відсотків продуктивності закладається саме за оптимуму цих показників. Так, оптимумом є осіння вегетація рослин що дозволяє набрати суму активних температур 600–800°C та сформувати рослинам розетку з 6–10 листків. При цьому висота рослин має бути

не менше 10, але й не більше 15 см, а діаметр кореневої шийки не менше 0,8 см. Відповідно ж недотримання строків осінньої вегетації призводить до гіршого розвитку рослин та їх вимерзання, або ж до надмірного розвитку вегетативної маси та загрози випрівання посівів [79; 184]. Так, Поляков О. встановив, що якщо період активної осінньої вегетації ріпаку триває менше 95 діб, то потенційна урожайність буде низька, а якщо 106–115 діб то відповідно можна отримати високий урожай насіння [167].

Дослідження що проводились Лавриненко Ю. О. в Південному Степу України показали, що для отримання врожаю ріпаку озимого не нижче 2,0 т/га, слід сівбу планувати в оптимальний строк – I декада вересня, при цьому норма висіву повинна бути не менше 1,0 млн шт./га. А сорти які мають властивості формувати надмірну вегетативну масу восени слід висівати на початку II декади вересня, аналогічно з нормою висіву не менше 1,0 млн шт./га [124].

Хоча Гусєв М. Г. та Маслак О. визначили що за обмеженої кількості вологи в ґрунті та настанні восени посушливих умов краще сформувати ранні посіви, адже ріст та розвиток рослин уповільнений і оптимальні та пізні строки сівби можуть не забезпечити достатнього рівня їх розвитку необхідного для успішної перезимівлі [86; 141]. А, за даними Каленської С. М. за недостатнього зволоження ріпак озимий слід висівати на III декаду серпня – I вересня [45]. А за даними Шелестова Ю. В. кращими є ранні строки від 28 серпня до 1 вересня [201].

Загалом же вченим досліджено, що оптимальність умов осінньої вегетації озимих олійних культур сімейства капустяних надзвичайно важлива. Так, встановлено, що запізнення з сівбою на одну добу від оптимального строку сівби знижує врожайність насіння ріпаку озимого на 1 % [35; 2; 4].

При цьому важливою умовою отримання гарних адаптивних властивостей сорту до негативного впливу факторів зовнішнього середовища є формування умов, що сприяють реалізації генетичного потенціалу рослин, що проявляється у формуванні ряду морфологічних та агро- біологічних ознак які сприяють гарній стійкості їх до зміни умов навколишнього середовища та адаптації до

інших факторів впливу, таких як елементи агротехніки. Адже не всі елементи агротехніки є корисними для рослин, деякі з них є необхідними задля мінімізації втрат від негативного впливу інших організмів, скажімо бур'янів, шкідників, хвороб [182].

А тому для отримання гарного рівня продуктивності озимі капусти слід не тільки вирощувати з підбором кращих елементів агротехнологій а й за рахунок вивчення власне сортового реагування рослин на кліматичні умови вирощування та власне застосовувані елементи агротехніки. Адже лише за такої оптимізації факторів можна досягнути кращого рівня реалізації генетичного потенціалу [68; 160].

Вирощувати озимі олійні культури сімейства капустяних можна за різної ширини міжрядь. Так, традиційно використовуваними є міжряддя з шириною від 15 до 30 см, що по суті є традиційним способом сівби. А для прискореного розмноження великої кількості насінницького матеріалу та отримання кращого рівня контролю в посівах культур бур'янів застосовуються міжряддя з шириною від 45 до 70 см, так звані ширококорядні посіви. Однак, дослідження різних авторів показують неоднозначність впливу ширини міжрядь на кількість та якість отриманого насіння. Адже з одного боку за ширококорядних посівів створюються кращі умови для формування насіння на частині рослин. З іншого боку, страждає площа живлення, яка з квадрата (вузькорядні посіви) перетворюється на прямокутник, що накладає обмеження на масовість отримання якісного насіння з усіх рослин посіву [133; 56; 97; 128; 158].

Також залишається відкритим вибір ширини міжрядь залежно від типу висіваючого агрегату. Адже традиційно зернові або комбіновані сівалки використовувані в господарствах можуть формувати ширину міжрядь в 7,5 см, 12, 15, 30, 45 см, чого в принципі і достатньо для вирішення більшості завдань [19; 122; 125].

Так, вивчаючи оптимальну ширину міжрядь для умов Карпатського регіону дослідники встановили, що за ширин міжрядь 7,5 см, 12 та 15 см можна отримати кращі значення продуктивності озимого ріпаку [50; 88; 190].

Причому саме ширина міжрядь відіграє визначну роль в формуванні гарного стану посівів озимих капустяних культур. Адже в господарствах орієнтуються на рекомендовані норми сівби рослин, та підбирають кращу ширину міжрядь. Якщо агроном добирає високу норму висіву за досить значної ширини міжрядь, то в підсумку отримуємо значне загущення рослин в межах рядка. А отже – внутрішньовидову конкурентну боротьбу, внаслідок якої спостерігається формування більш подовжених та тонких стебел. При цьому навіть точка росту і коренева шийка можуть підніматись над поверхнею ґрунту на до 10 см [62; 193].

Окрім точки росту для успішної перезимівлі рослин є важливим діаметр кореневої шийки в якій накопичується значна частина вуглеводів, що сприяють ефективній перезимівлі рослин. А краща висота конуса наростання визначає не тільки регенеративні властивості озимих культур за відновлення вегетації на весні, а й здатність формувати бічні пагони [1; 44].

При цьому загущення посівів восени, в тому числі і за рахунок неправильного підбору ширини міжрядь, призводить до досить високого закладання точки росту на центральному пагоні, тому ризик загибелі рослин в наслідок дії несприятливих умов перезимівлі значно вищий [58; 31; 32].

Відповідно існують дослідження коли за просторовим розміщенням рослин (поєднання норми висіву з шириною міжрядь) можна спрогнозувати майбутній рівень їх продуктивності. Так, в ріпаку озимого густота рослин в 20 шт./м² забезпечує 2,0 т/га насіння, а 40 шт./м² з високою мірою ймовірності забезпечує урожайність в 3,5 т/га, а за густоти більше як 50 шт./м² – 4,0 т/га [50].

Відповідно дослідники встановили, що для того ж ріпаку озимого восени оптимумом є не менше чим 80 а той краще 100 шт./м², що можна досягнути висіваючи від 0,9 до 1,2 млн. шт./га схожих насінин культури [115].

Однак, коли в випадку вирощування озимого ріпаку ширина міжрядь питання досить добре вивчене багатьма вченими, тоді як за вивчення питань оптимізації умов вирощування інших озимих олійних капустяних культур – ця проблема потребує уточнення [63; 64; 65; 67].

1.2. Вплив мінерального удобрення на продуктивність озимих культур родини *Brassicaceae*

Важливим питанням є встановлення ефективності застосування мінерального живлення озимих капустяних культур. Адже за даними вчених така культура як ріпак озимий може забезпечувати себе в елементах живлення до 25 % за рахунок доступних рослинам елементів в ґрунті. Решту ж живлення, для реалізації високого рівня біологічної урожайності слід надати рослинам з мінеральними добривами [114; 32; 34].

Під олійні озимі капустяні культури частину удобрення можна застосувати в вигляді гною, з нормою 20-30 т/га, що вноситься під попередника. Однак, тотальний дефіцит органічних добрив та згортання тваринництва не дозволяють рекомендувати цей агротехнічний захід для масового впровадження у виробництво [67; 33; 36].

Навіть для того щоб отримати гарну продуктивність культури в ґрунті повинно бути лужногідролізованого азоту не менше 100 мг/кг, рухомого фосфору не менше 50 мг/кг, а обмінного калію теж не менше 100 мг/кг ґрунту [195; 72].

Відповідно для формування одиниці врожаю такі культури як озимий ріпак засвоюють з ґрунту від 50 до 70 кг/т азоту, від 25 до 35 кг/т фосфору, також від 40 до 70 кг/т калію та від 40 до 70 кг/т кальцію і від 20 до 25 кг/т насіння сірки [42, 43].

Відповідно значні обсяги та досить довгий період споживання азоту потребує використання більш просунутих методів удобрення чим внесення їх під оранку в повній нормі. Так, рекомендують застосовувати на більше 30–40 кг/га азотних добрив в діючій речовині в осінній період, до сівби або за підживлення рослин восени. Однак, пізнє застосування підживлення, коли рослини уже сформували 5 листків, є небажаним, так як азот не тільки сприяє зростанню обсягів біомаси листя а й накопиченню зайвої вологи в тканинах листків. А активізація ростових процесів та накопичення вологи в листках культури в

останній період їх осінньої вегетації зменшує ефективність осіннього загартування рослин, та як наслідок – відбувається більш активне вимерзання і випрівання рослин в зимовий період [127; 36].

Відповідно застосовувати азотні добрива, особливо восени, потрібно з огляду на ефективність їх дії на рослини. Адже азот є складовою амінокислот, хлорофілів, алкалоїдів, фосфатидів, вітамінів та ферментів, тому його нестача стримує ефективний розвиток рослин. В той же час азот стимулює лінійні ростові процеси, а тому надмірне застосування елемента живлення може призвести до переростання рослин та їх подальшої загибелі [77; 78].

А тому застосовувати азот восени слід з огляду на те щоб рослини до входження в зимовий період мали змогу сформувати добре розвинену, але не перерослу розетку листків. При цьому на допомозі агроному є дані агрохімічної ідентифікації наявності елементів живлення в ґрунті, система удобрення попередника та інформація про рештки культури на полі (солома, стебла, тощо), а також дані погодних умов попереднього вегетаційного періоду. Адже за недостатнього рівня забезпечення рослинами ґрунтовою вологою мінеральні добрива можуть залишитись не використаними в ґрунті [168; 37].

Відповідно ґрунти що мають високий вміст доступних рослинам азотних форм елементів живлення не потребують додаткового удобрення восени. Адже для озимих капустяних олійних культур рекомендовано восени застосовувати не більше 20 % азоту. А на час відновлення весняної вегетації та лінійного росту рослини слід внести близько 50 % азоту мінерального удобрення. В подальшому, через 2-3 тижні, рослини починають активно формувати генеративні органи, що потребує застосування решти азотного удобрення від загальної його норми. Причому важливим питанням залишається також якість формування та наливу зерна, тому азот останньої норми удобрення розбивають і на дві частини і не рідко виробничники проводять підживлення в фазу квітування – спрямоване на формування якості насіння [99; 38].

Оскільки багато дослідників сходяться а думці що озимий ріпак споживає до 25 % макро- та мікро- елементів за час осінньої вегетації, то система

удобрення повинна обиратись залежно від типу ґрунту. Адже на ґрунтах з високим вмістом органічних часточок можна застосовувати повне удобрення фосфором та калієм і часткове азотом, а за вирощування культури на легкосуглинкових та піщаних ґрунтах внесення усіх елементів живлення робити в два прийоми – осіннє перед сівбою та весняне – на час відновлення вегетації. Відповідно й норми удобрення повинні відповідати потребам рослин в різні періоди їх росту та розвитку [83; 39].

А за даними інших вчених для успішного осіннього росту та розвитку рослини ріпаку озимого потребують не менше чим 30 % азоту, 25 % сірки та бору, 20 % калію, 15 % магнію та лише 10 % фосфору (від загального споживання за вегетаційний період) [74; 40].

Позитивну роль в застосуванні весняного внесення добрив відіграє й той факт що озимі капустяні олійні культури менш схильні до опіків листової поверхні чим злаки за застосування карбаміду. А отже, його норму застосування в період від стеблуння до бутонізації рослин можна збільшувати [93; 41].

Саме для активного росту та розвитку в ранньовесняний період рослини потребують більше всього азоту, відсутність якого викликає зменшення чисельності бокових гілок та загального габітусу рослин, а також ранні строки квітування та прискорення його тривалості. Усі ці закономірності викликані нестачею азотного живлення призводять до того що рослини проходять генеративний розвиток за прискореною програмою та як наслідок формують набагато менший рівень урожайності посівів [93; 46].

Стосовно норми мінерального удобрення, то встановлено, що за застосування $N_{60}P_{80}K_{130}$ в основне удобрення та підживлення рослин N_{60} у ріпаку озимого отримано масу насіння з рослини – 7 г, кількість насінин з рослини – 1994 шт., кількість стручків 99,7 шт./рослині, а також кількість насінин у стручку – 20,0 шт. Такі гарні значення структури урожаю позитивно позначились на формуванні рослинами й високого рівня продуктивності загалом [49].

Також досліджено що за застосування основного мінерального удобрення в нормі $N_{60}P_{30}K_{50}$ виживання рослин зростає на 6,9 % а за підвищеної в два рази

норми мінерального добрива виживання зростає всього лише на 9,4 % від контрольного варіанту. Тоді як дослідження показали, що за норми удобрення $N_{180}P_{70}K_{150}$ виживання рослин зросло лише на 11,1 %, а за зростання рівня живлення до $N_{240}P_{90}K_{200}$ зменшилось порівняно з контрольним варіантом.

Серед інших елементів живлення фосфор впливає на формування кореневої системи, зимостійкість рослин, розвиток розетки, мінімізує ризик вилягання посівів. А в подальшому сприяють швидкому періоду дозрівання та утворенню високого рівня насінневої продуктивності [98]. Тоді як калій підвищує стійкість до ураження хворобами, зимостійкість, вилягання. За рахунок того що калій бере участь в синтезі та акумуляції вуглеводів, то достатня його забезпеченість рослини сприяє формуванню кращої кількості насіння, його маси 1000 та продуктивності культури загалом [52]. Також калій посилює накопичення в рослинах рибофлавіну та тіаміну, активує роботу ферментів, поліпшує осмотичний тиск клітинного соку [103].

Серед усіх елементів живлення, особливо для ріпаку озимого слід відмітити його високу потребу в калії, значна частина якого засвоюється рослинами в перший місяць їх осінньої вегетації [52; 107]. А тому саме правильна система удобрення рослин калієм сприяє отриманню більшої урожайності на 0,3 т/га та зростання вмісту олії до 10 % [27].

Однак серед усіх макроелементів живлення саме фосфор і калій є малорухомими і слабо мігрують в межах орного шару. Єдиними їх якісними змінами може бути лише перехід з легкорозчинних сполук у важкорозчинні та навпаки [131]. А тому на ґрунтах з достатнім рівнем забезпечення органічною речовиною можна фосфорно-калійні добрива застосовувати в повній нормі під основний обробіток ґрунту, до сівби озимих олійних капустяних культур. При цьому науковці рекомендують застосовувати в якості джерела фосфору суперфосфат, а калію – калімаг, або інші види безхлорних добрив. Причому, зважаючи на високий рівень споживання сірки до складу таких добрив може входити й цей елемент живлення [5].

Фосфор в рослині прямо впливає на інтенсивність її розвитку [129; 109], а тому існує значна потреба в ньому у ранні фази росту озимих капустяних культур. Адже як і інші рослини з дрібним насінням в самій насінині містяться досить обмежені запаси фосфатомістких сполук, а тому нестача фосфору в ранні періоди розвитку негативно позначається на рослинах [95; 96].

Відповідно критичність осіннього періоду засвоєння елементів живлення озимими олійними капустяними культурами не підлягає сумніву. Однак, не слід забувати й про весняну вегетацію. Так, встановлено, що в період після відновлення вегетації до збирання врожаю засвоюється переважна кількість основних макро- та мікроелементів живлення [73].

Що стосується літературних даних з питань удобрення тифону, то в вітчизняній науковій практиці публікації майже відсутні. В основному актори вивчають питання удобрення ріпаку озимого опираючись на дані виносу елементів живлення урожаєм [75; 181; 53; 156; 139].

Також зустрічається цілий ряд публікацій присвячених застосуванню бактеріальних препаратів, які джерела доступності рослинам певних кількостей засвоєного ними азоту повітря та збільшення рухливості мінеральних сполук фосфору та калію [66; 71].

Однак застосування мікробних препаратів передбачає експлуатацію високого рівня родючості ґрунту, або ж формування умов для гарної взаємодії рослин з мікроорганізмами. Тобто без належного забезпечення ефективного мінерального, хоча б стартового живлення рослин ефективність таких агрозаходів є сумнівною [69; 70; 116; 196; 199].

Дослідження проведені з вивчення мінерального живлення ріпаку озимого в умовах Степу України показали кращу урожайність рослин за удобрення $N_{60}P_{45}$ та підживлення N_{30} на ґрунтах з високим рівнем забезпечення калієм – 3,87 т/га, що на 0,81 т/га більше, ніж на контролі [91].

Отже, система удобрення ріпаку озимого розроблена в достатній мірі, для забезпечення високого рівня продуктивності культури. А удобрення тифону, не

зважаючи на певну біологічну подібність рослин до ріпаку в умовах України не досліджувалось.

1.3. Технологічні особливості формування посівів та вирощування озимих культур родини *Brassicaceae*

Період перезимівлі рослин від зупинки осінньої вегетації до відновлення її навесні є одним з самих критичних та відповідальних в їх рості та розвитку. Адже саме в цей час спостерігаються процеси пов'язані з втратою густоти посівів та відмиранням рослин або їх частин. Саме в даний проміжок часу перевіряється оптимальність використання елементів технології в тому числі і удобрення та ширини міжрядь та їх впливу на молоді рослини озимих олійних капустяних культур [87; 47; 28].

При цьому про тривалість осіннього вегетаційного періоду та кращий вибір строків сівби написано багато наукових праць, однак ці значення є специфічними для умов країни та її регіону. Кожна агрокліматична зона повинна мати власні оптимальна агротехнічні параметри посівів, що включають і строки сівби, норми висіву, ширину міжрядь, удобрення рослин восени, системи захисту посівів, тощо. Навіть тривалість осіннього вегетаційного періоду німецькі вчені розцінюють як 9-12 тижнів [8]. А в умовах Західної та Східної Європи тривалість вегетації та оптимальні строки сівби відрізняються досить істотно. Адже першочерговим лімітуючим фактором отримання успішних та достатньої кількості сходів рослин є наявність вологи в ґрунті, що інколи навіть потребує коригування строків сівби. При цьому за нестачі вологи капустяні культури розвиваються уповільнено, тому застосовувати ранні строки сівби більш вигідно а чим оптимальні або пізні – за яких рослини просто не встигнуть сформувати розетку [91; 101].

За пізньої сівби рослини озимих культур не встигають сформувати достатньо потужну прикореневу розетку і кореневу систему. Це і є підставою для випадання таких посівів восени [101].

За даними європейських вчених тривалість осінньої вегетації озимих капустяних культур олійного напрямку повинна становити до 95 днів від сівби до переходу в стан перезимівлі. Однак умови Німеччини або Франції дозволяють мати більш триваліший період вегетації восени [102]. А в умовах України працями вчених доведено, що осіння вегетація озимих капустяних повинна мати тривалість не менше 55 діб [111].

По суті, не зважаючи на регіон проведення досліджень біологічно рослинам потрібна сума температур повітря понад 5°C не менше чим 750°C . а вже за який проміжок часу вони її наберуть – питання інше, хоча й не варто надіятись що засвоєння таких сум температур можливе за досить короткий період вегетації [91; 102].

За оптимуму набору суми температур осінньої вегетації утворюється розетка листків з не менш чим 6-ти справжніми листками, а товщина кореневої шийки при цьому буває від 5 мм [193; 163]. Правильно закладена коренева система та захищена точка росту дозволяє відновити листки навіть за повної їх втрати взимку [163; 72]. Однак, деякі дослідники доводять що озимі капустяні культури мають найвищу зимостійкість коли формують 4 справжніх листки та мають висоту від 7 до 9 см [74; 98].

За ранніх строків сівби в рослинах спостерігається максимальне накопичення цукрів в точці росту, однак за даними вчених кращою була перезимівля рослин другого строку сівби, в яких накопичилось дещо менші кількості цукрів. А тому важливим показником є не тільки вміст цукрів в рослинах а забезпечення загального їх гарного фізіологічного стану що досягається за рахунок оптимізації площі живлення їх та правильного застосування добрив в осінній період їх росту та розвитку [121; 123].

При цьому надмірне застосування добрив а також використання ранніх строків сівби і створення загущених посівів (сівба високою нормою висіву) за

умови створення широкорядних посівів можуть стимулювати формування в рослин не прикореневої розетки а потовщення в вигляді стебла, за рахунок чого точка росту розташовуватиметься над поверхнею ґрунту. Формування при цьому значних обсягів вегетативної маси призводить до пошкодження її морозами, а надто високо розташована точка росту теж ушкоджується і не здатна регенерувати нові частини рослин після відновлення вегетації навесні [130]. Також в наукових публікаціях відмічається що за таких порушень агротехнічних умов замість розетки листків рослини навіть переходили до бутонізації і квітування в осінній період. Що цілком закономірно призводило до втрати таких посівів під час перезимівлі [132].

Отже, як недостатнє так і надмірне застосування елементів агротехніки (особливо удобрення, строків сівби та правильного добору площі живлення) не дозволяє посівам сформувати гарну розетку листків та пройти достатній рівень загартування до настання стійкого похолодання [117; 118].

Відповідно агротехніка осіннього догляду за посівами впливає на розвиток вегетативних і генеративних органів та визначає такі значення як формування кількості вузлів та квіток, висоти рослин, тощо [134]. При цьому, чим гірші умови для осіннього живлення та росту рослин створюються то тим гірше розвивається конус наростання та відповідно зменшується загальна кількість квіток, число фертильних квіток та кількість стручків на рослинах в період весняно-літньої вегетації їх [140] а отже і відповідно і маса 1000 насінин [64].

Також агротехнічні фактори осінньої вегетації впливають і на вміст ерукової кислоти та загальний вміст жиру в насінні озимого ріпаку. Так, достатній рівень розвитку рослин сприяє отриманню кращих параметрів цих показників [58; 63; 64].

При цьому слід враховувати важливість норми висіву насіння ріпаку, адже за оптимальних строків слід користуватись оптимальною для агротехнічної зони нормою висіву, а при більш пізніх – збільшувати норму з розрахунку на більший відсоток втрати рослин впродовж осінньо-зимового періоду [154].

А отже створення умов з неправильного підбору площі живлення рослин, власне висівання високої норми висіву та неправильний добір ширини міжрядь призводить до надмірного загущення посівів, конкуренції рослин між собою та гальмування розвитку [169]. Щоб оминати такі небажані фактори багато вчених рекомендують формувати просторову структуру посівів таким чином щоб на метр квадратний площі було 60-70 рослин [171].

Однак рекомендується не перевищувати просторове розміщення рослин понад 100-120 шт./м² для озимого ріпаку. Також надмірна кількість рослин за норми висіву 1,8 млн. шт./га викликає зниження зимостійкості у різних сортів від 30 до 61 % [169; 171].

Різними дослідженнями визначено що оптимальні параметри густоти для гібридів ріпаку мають бути 50-60 шт./м² а в сортів 80-100 шт./м² [119; 189; 154; 169]. Для умов Львівській області оптимальною густотою рослин восени є 100-110 шт./м² восени, що сприяє залишенню на час відновлення весняної вегетації 60-70 шт./м² [185].

Відповідно, загущені посіви, не зважаючи за рахунок чого вони загущені, впливають і на такі біометричні параметри рослин як кількість листків, діаметр стебла та кореневої шийки, число стручків та загальну масу рослин і насіння з рослини [192]. Хоча працями інших авторів відмічено, що кількість стручків на головному стеблі і маса 1000 насінин не залежить від густоти рослин [204].

Відповідно збільшення ширини міжрядь до 45 см потребує забезпечення більш якісної підготовки ґрунту, оскільки при цьому норма висіву має зменшуватись так щоб сформувати рослин до 60 шт./м². Також для рослин в рядку за більшої ширини міжрядь потрібно надати доступність поживних речовин та ефективно знищити бур'яни. Раніше бур'яни в широкорядних посівах знищували механічним способом, що і пояснювало високу ефективність цих посівів за правильного застосування заходів захисту. Зараз немає різниці яка ширина міжрядь використовується, адже гербіциди однаково ефективно працюють за міжрядь 15 см так і 45 см. Однак, рослини вирощувані з міжряддями 45 см потребують ближчого та більш точнішого розташування мінеральних

добрих до зони рядка, оскільки в осінній період за віддаленості закладання удобрення вони не здатні ефективно його засвоїти [117; 123; 132].

Водночас вирощування рослин з міжряддями 45 см та створення розріджених посівів задля уникнення конкурентної боротьби між рослинами культури сприяє значному їх галуженню, що в свою чергу веде до нерівномірного розподілу не тільки фотосинтетично активної енергії а й пластичних речовин потрібних для якісного визрівання насіння в межах однієї рослини. А тому деякі вчені навіть рекомендують збільшувати норму висіву озимого ріпаку до 1,5-3,6 млн. шт./га [64; 67].

При цьому спрямування вирощування озимих олійних капустяних культур в якості зеленого корму потребує зменшення площі живлення рослин та вирощування не менше чим 200 шт./м² рослин не залежно від площі їх живлення. Хоча більш прийнятною є застосування традиційних або вузькорядних посівів [92; 81].

Також існують дослідження, що в ріпаку озимого спостерігається слабка залежність урожайності власне від норми висіву та площі живлення. При цьому, зростання густоти посівів сприяло зменшенню чисельності пагонів 1-го порядку та стручків на рослинах [127; 96].

При плануванні ефективних заходів догляду за посівами озимих олійних капустяних культур слід враховувати й те, що за застосування підвищених норм азотних добрив за малої площі живлення рослини формують меншу кількість стручків, схильні до вилягання та утворюють більше мілких стручків з меншою кількістю насіння в них [134; 140].

Дослідження агротехнічних особливостей формування посівів озимих олійних культур родини *Brassicaceae* показують нам, що в основному вивченими є традиційні культури, особливо ріпак озимий. А для таких культур як тифон здебільшого рекомендації по технології вирощування беруться по аналогії з технології вирощування ріпаку, що є принципово неправильним з огляду на біологічні відмінності культури.

1.4. Біоморфологічні та господарські особливості тифону

Тифон (*Brassica campestris f. biennis* DC *Brassica rapa* L.) є по суті гібридом китайської капусти та турнепсу отриманим в 80-ті роки минулого століття в Нідерландах, що не утворює коренеплоду. Основне поширення набув в умовах Англії, Голландії, Данії, США, Франції, Угорщини [48].

За біологічними особливостями рослина нагадує ріпак та суріпицю озиму. Вегетаційний період складає 230-320 діб, висока стійкість до вилягання, осипання, посухи та гарна зимостійкість [105].

За габітусом це напіврозлога рослина, що має висоту 130-145 см. Формує велику кількість суцвіть та пагонів I-II порядку, має пізній тип квітування. Головне стебло пряме, товсте, облистнене. Листки еліптичні, широкі, ліроподібно-перисті, мають помірний прояв забарвлення пластинки зеленим кольором [105; 176].

Суцвіття містить порядку 50-60 квіток, а плід – стручок довжиною 3-4 см, з кількістю насінин від 13 до 22 шт. Діаметр насіння змінюється від 1,46 до 2 мм, а маса 1000 шт. від 2,2 до 5,2 г. За кольором насіння має забарвлення від світло-коричневого до сіро-чорного [180].

В осінній період насіння сходить навіть за температури повітря 1-3°C, а молоді рослини не ушкоджуються заморозками до - 6°C. Тоді як після формування розетки в 6-8 справжніх листків та поступового загартування рослин низькими температурами вони здатні за присутності снігового покриву витримувати низькі температури на рівні - 25-30°C [177].

У третій декаді жовтня висота рослин тифону складає 24-34 см, а в фазу квітування вступає в другій декаді травня висота рослин становить 106-124 см. А у фазу дозрівання висота рослин становить 123-135 см. При цьому кращий збір надземної маси можна отримати в фазу квітування, серед якої 90 % складає надземна біомаса, а решту маса кореневої системи рослин [180; 165].

Якщо аналізувати вплив головного стебла та бічних на лінійні розміри стручків, то між ними немає великої різниці, а кількість насіння в стручках переважає в розташованих на основному стеблі, як такому що отримує більше фотосинтезованих речовин. При цьому більшість насіння (84-88 %) утворюється на бічних пагонах I порядку, тоді як на основному стеблі решта [105; 180].

За потенційною продуктивністю тифон с перевищує озиму суріпицю та перебуває за показниками на рівні озимого ріпаку. А за вегетаційним періодом при вирощуванні на біомасу потрібно 230-250 діб, а на насіння від 280 до 320 діб [105; 175].

При цьому в рослинах тифону на час досягання насіння вміст сухої речовини становить 30-34 %, а вихід її 13-25 т/га. А отже, за вирощування тифону на біоенергетичні цілі, з одиниці площі можна отримати вихід енергії 54-113,2 Гкал/га [176; 177].

Насіння тифону має високу калорійність і вміст енергії становить 6198-6297 ккал, а тому з насінням можна отримати 16-28 Гкал/га. Вміст олії у насінні становить 40-45 %, а вихід олії 989-1860 кг/га [175; 176].

Великим вмістом ерукової кислоти характеризується олія тифону, а тому вона не придатна для виробництва харчової олії, яку отримують з насіння, що містять ерукову кислоту не більше 2 % [165; 176].

Тифон містить від 23 до 26 % ерукової кислоти, а також лінолеву, ліноленову, олеїнову, пальмітинову, стеаринову, арахінову жирні кислоти. А тому є незамінним для використання на паливо, виробництво пластмас, лаків, фарб [57; 10].

Що стосується агротехнічних особливостей, то культура менш вибаглива до агротехніки чим рослини ріпаку. За вирощування в умовах України регіони з високою вологістю повітря, наявністю ґрунтової вологи, низькою температурою та високим ступенем хмарності краще підходять чим центральні та південні регіони. А тому культура краще росте в умовах Полісся та районах Лісостепу з достатнім рівнем волого забезпечення. По суті в умовах Полісся створюючи конкуренцію суріпиці озимій, а в умовах Лісостепу – ріпаку озимому [197; 12].

Серед озимих олійних капустияних культур тифон найбільш активно витісняє з посівів бур'яни за рахунок специфічних кореневих виділень. Також менше ріпаку пошкоджується хворобами [15].

За вирощування тифону в якості сидерату він ефективніший чим застосування 20 т/га органічних добрив, але навіть після збирання на зерно в ґрунті залишається порядку 75 т/га абсолютно сухої речовини. Крім того, швидкий розвиток в весняно-літній період сприяє ранньому звільненню поля. А тому він є гарним попередником для інших польових культур [165; 21].

Тифон можна вирощувати як високоякісний зелений корм що за сезон може дати 80 т/га корму з вмістом у 40 кг до 1,5 кг сирого протеїну та 1,3 кг цукру. А поєднання зеленої маси з злаковими культурами сприяє утворенню в ній ще кращого протеїнового балансу з вираженими молокогінними властивостями [165; 25].

Культуру також можна вирощувати для силосування поєднуючи з житом та тритикале. Що сприяє формуванню маси з низьким вмістом клітковини та енергетично цінної. Причому силосувати тифон можна як окремо так і добавляти 20-30 % при силосуванні кукурудзи. Відповідно збагачення силосу білком та цукром сприяє формуванню більшої кількості молочної кислоти, що забезпечує ідеальне консервування силосу [105; 106].

Причому культура досить цікава в плані весняної сівби на зрошуваних землях та отримання трьох повноцінних врожаїв зеленої маси. А за сівби по стерні злакових культур укос можна отримати у II декаді вересня – I декаді жовтня. Відповідно в осінній період рослини тифону переростають, накопичуючи значну біомасу, а в весняних та літніх посівах не переходять в генеративну фазу розвитку [175; 176].

Досить швидкий розвиток рослин тифону в весняний період призводить до того що вже фактично до 25 травня отримуємо вільне від посівів поле. А тому його можна як обробляти по типу напівпару, так і вирощувати пізні зернові культури – кукурудзу, гречку, просо [177].

Перспективним напрямком вирощування тифону є його біоенергетичне використання. Адже потенціал формування ним надземної маси навіть кращий чим в ріпаку, а олія є сировиною виробництва біодизелю. Причому культура настільки різнопланова, що можна переробляти зелену масу цілком на біогаз, або ж переробляти олію на біодизель а соломку на паливні гранули чи брикети – тверді види палива [179].

Висновки за розділом 1:

Аналіз літературних джерел за темою дисертаційної роботи засвідчує актуальність сформованих до вивчення завдань. Адже питання агротехніки вирощування озимих капустяних культур найбільш повно розкрито за вирощування озимого ріпаку та частково суріпиці. А така культура як тифон, що досить нова для ґрунтово-кліматичних умов України потребує уточнення елементів технології вирощування. Власне слід більш активно вивчити питання формування рослинами площі живлення за використання різної ширини міжрядь, ефективність широкорядних посівів для кращого розмноження рослин. А також дослідити питання мінерального удобрення посівів тифону.

Розділ 2

УМОВИ, ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Природно – кліматичні умови регіону досліджень

Дослідження в межах дисертаційної роботи проводились в 2018-2021 роках в умовах ВП Національний університет біоресурсів і природокористування України "Ніжинський агротехнічний інститут". Земельний фонд даного господарства, загальною площею 1072,24 га, з них ріллі 718,24 га знаходиться в Навчально-наукового-виробничому підрозділі що розташований в межах міста Ніжина та Ніжинського району Чернігівської області.

Кліматичні умови Чернігівської області відносяться до таких що мають помірно-континентальний тип, та характеризуються відносно теплим літом (середньодобова температура липня – 18,4-19,9°C) та м'яким зимовим періодом (середньодобова температура січня – мінус 6-8°C). При цьому можна відмітити також і достатній рівень зволоженості (500-600 мм за рік). Абсолютний максимум температури повітря складає +38°C, а абсолютний мінімум становить -34°C. впродовж року тривалість періоду із середньодобовою температурою більше 10°C складає 150-160 діб, що дозволяє вирощувати більшість сільськогосподарських культур, в тому числі й теплолюбні.

Загалом Чернігівська область досить цікава в плані агрокліматичного розподілу, так як перебуває в зоні мішаних лісів а також і Лісостепу. При цьому значно вкрита лісами і у північній частині регіону залісненість складає до 41 %, а у південній частині до 20 %. При цьому середня висота над рівнем моря в межах регіону складає 120 м.

Агрокліматичний розподіл в межах регіону проходить якраз в межах Придніпровської низовини де і розташований Ніжин. Так, південна частина відноситься до Лісостепу України, а північніше Ніжина розташоване Чернігівське Полісся. А отже і зона проведення наших досліджень відноситься

до умов Лісостепу України, хоча з притаманною наближеністю й до умов Полісся. При цьому зберігається гарний рівень забезпечення вологою та досить м'які погодні умови сприятливі за перезимівлі озимих культур родини *Brassicaceae* в поєднанні з достатньою кількістю активних температур необхідних для їх ефективного росту і розвитку.

Проведемо аналіз погодних умов в роки наших досліджень з вивчення особливостей вирощування озимих культур родини *Brassicaceae*. Так, на рисунку 2.1 представлені дані середньомісячної а в таблиці 2.1. подекадної температури повітря в межах років досліджень.

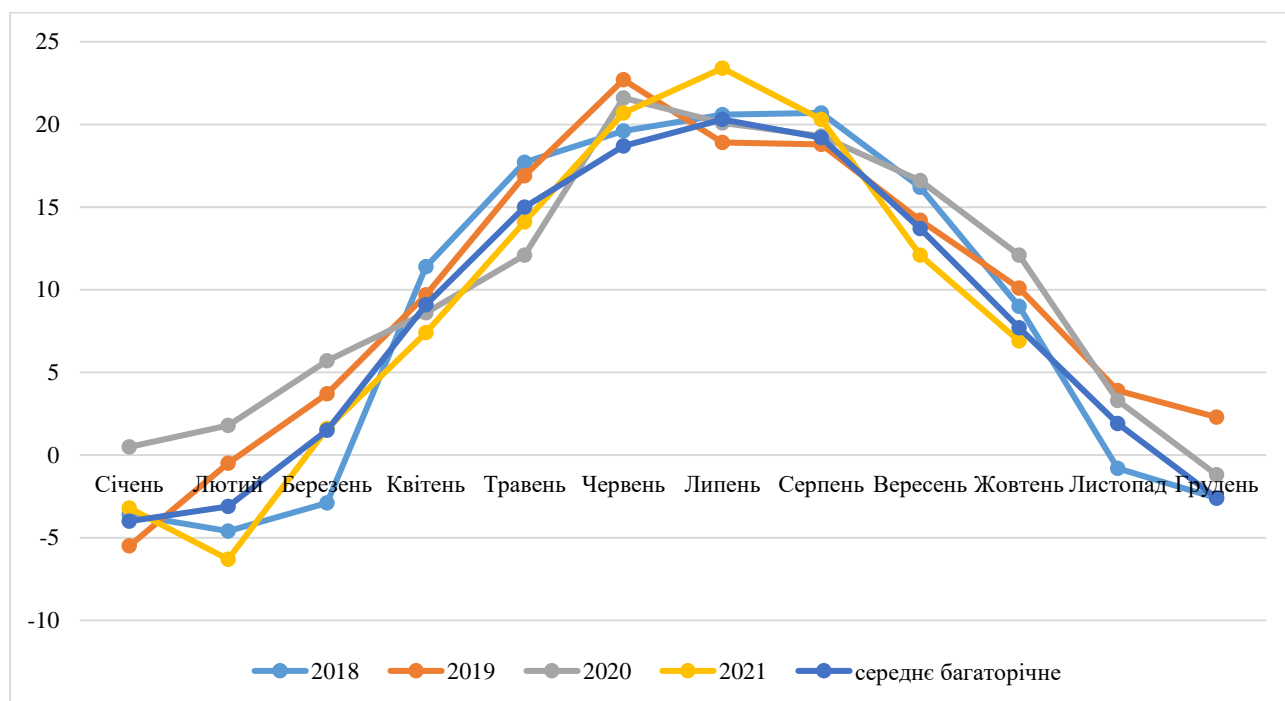


Рис. 2.1. Дані середньомісячної температури повітря в роки проведення досліджень, °C, за 2018-2021 рр.

Найбільш важливим питанням є встановлення особливостей осіннього розвитку озимих культур родини *Brassicaceae*, їх успішної перезимівлі та подальшого весняно-літнього росту та розвитку.

Якщо аналізувати особливості осіннього розвитку культур в умовах 2018 року, то вересень був на 2,5°C теплішим за норму, жовтень на 1,3°C, а листопад на 2,7°C прохолоднішим.

**Значення подекадної середньодобової температури повітря в роки
проведення досліджень, °С, за 2018-2021 рр.**

Місяць	Декада	Рік				
		2018	2019	2020	2021	середнє багаторічне
Січень	I	1,0	-5,3	-0,2	1,1	-4,0
	II	-4,6	-4,6	0,7	-10,6	-3,0
	III	-6,8	-6,5	1,1	-0,3	-5,1
Лютий	I	-2,4	-0,7	-0,3	-7,4	-4,2
	II	-2,8	-0,1	3,0	-11,4	-3,4
	III	-9,8	-0,7	2,6	1,5	-1,8
Березень	I	-5,3	2,9	8,1	-0,4	-0,1
	II	-2,6	3,3	5,4	0,9	1,6
	III	-1,1	4,7	3,8	4,0	3,0
Квітень	I	8,4	8,7	7,4	5,9	6,9
	II	11,9	7,5	7,1	8,5	9,1
	III	13,9	13,0	11,4	7,8	11,4
Травень	I	19,8	12,6	13,2	11,6	13,5
	II	15,8	17,9	11,8	15,2	15,0
	III	17,6	20,0	11,4	15,3	16,5
Червень	I	17,4	22,3	18,4	16,7	17,8
	II	21,9	24,1	24,2	21,4	19,2
	III	19,6	21,7	22,2	24,0	19,2
Липень	I	18,8	18,6	21,1	23,3	19,7
	II	20,7	17,1	19,0	25,0	20,2
	III	22,2	20,8	20,3	22,1	21,0
Серпень	I	21,1	17,3	20,1	21,8	20,5
	II	21,8	19,4	18,7	20,9	19,4
	III	19,2	19,8	19,1	18,5	17,6
Вересень	I	19,6	18,6	20,0	13,0	15,6
	II	17,6	13,7	14,9	14,5	13,7
	III	11,5	10,3	15,0	8,8	11,7
Жовтень	I	9,5	9,7	16,0	6,7	9,9
	II	10,5	13,0	10,9	6,9	7,8
	III	7,3	7,9	9,5	7,2	5,3
Листопад	I	4,4	8,2	6,9	6,2	4,1
	II	-2,5	5,7	0,8	1,5	1,8
	III	-4,3	-2,1	2,2		-0,2
Грудень	I	-2,5	0,3	-4,0		-1,8
	II	-3,3	2,9	-0,2		-2,9
	III	-2,2	3,4	0,4		-3,2

Загалом же в жовтні 2018 озимі культури могли продовжити вегетація майже весь місяць так як перша декада була на $2,7^{\circ}\text{C}$, друга на $2,0^{\circ}\text{C}$, а третя на $0,3^{\circ}\text{C}$ теплішою норми. Однак, в листопаді осінній вегетаційний період був припинений, так як в першій декаді середньодобова температура повітря була на $4,3^{\circ}\text{C}$ нижче багаторічної норми, в другій на $4,1^{\circ}\text{C}$, а в третій на $0,7^{\circ}\text{C}$ нижче норми.

Зимові місяці відзначались досить істотними коливаннями температурного режиму, що негативно позначилось на перезимівлі досліджуваних нами культур. Так, попри те що в цілому грудень 2018 року відповідав багаторічній нормі перші дві декади були на $0,7$ та $0,4^{\circ}\text{C}$ прохолоднішими, а третя на $1,0^{\circ}\text{C}$ теплішою за багаторічну норму. Однак найбільш істотні відхилення спостережено в січні 2019 року, адже весь місяць був на $1,5^{\circ}\text{C}$ прохолодніший за норму, а лютий на $2,6^{\circ}\text{C}$ тепліший. Причому в січні усі декади були рівномірно прохолодними, а в лютому теплішими на $3,5$ та $3,3^{\circ}\text{C}$ були перша та друга декади, тоді як третя була теплішою всього на $1,0^{\circ}\text{C}$.

Відповідно тенденція до перевищення багаторічної норми за середньодобовою температурою повітря продовжилась і березні 2019 року, коли в середньому за місяць зафіксовано на $2,2^{\circ}\text{C}$ вищу температуру, а найбільш теплою, на $3,0^{\circ}\text{C}$ вище норми, була перша декада місяця.

Водночас квітень незначно відрізнявся від багаторічних значень, всього на $0,6^{\circ}\text{C}$ перевищував норму а перша та третя декади місяця були вище норми на $1,8$ та $1,6^{\circ}\text{C}$, тоді як в другій – середньодобова температура повітря була нижчою норми на $1,6^{\circ}\text{C}$.

Травень відзначився стійким наростанням температур повітря і коли в першій декаді місяця спостерігали нижчі норми значення, то в другій та третій – перевищення на $2,9$ та $3,5^{\circ}\text{C}$ відповідно. Аналогічні тенденції зміни температури повітря збереглись і в червні, коли середньомісячні значення були вищими за норму на $4,0^{\circ}\text{C}$, а подекадно більше була температура повітря на $4,5$, $4,9$ та $2,5^{\circ}\text{C}$ відповідно.

А липень був в 2019 році прохолоднішим за норму на $1,4^{\circ}\text{C}$, причому найбільш прохолодною виявилась друга декада місяця, середньодобова температура повітря була нижчою за норму на $3,1^{\circ}\text{C}$.

Якщо аналізувати осінній період 2019 року, то в вересні середньодобова температура повітря була на $0,5^{\circ}\text{C}$ вище багаторічної норми, причому найбільш теплою була перша декада місяця, перевищення склало $3,0^{\circ}\text{C}$ вище норми, а прохолодною – третя на $1,4^{\circ}\text{C}$ нижче норми.

В жовтні середньодобова температура перевищувала багаторічні значення на $2,4^{\circ}\text{C}$, а перша декада була на $0,2^{\circ}\text{C}$ нижче норми, тоді коли друга та третя на $5,2$ та $2,6^{\circ}\text{C}$ вище багаторічних значень.

Аналогічно і листопад виявився теплішим на $2,0^{\circ}\text{C}$ за середньо багаторічне, причому подекадно це були перша та друга декади, що на $4,1$ та $3,9^{\circ}\text{C}$ мали значення вищі норми, а в третій декаді було прохолодніше на $1,9^{\circ}\text{C}$.

Зимові місяці були надто теплими і це з одного боку й сприяло кращій перезимівлі озимих культур родини *Brassicaceae*, а з іншого створювало критичні моменти пов'язані з їх випріванням.

Так, грудень 2019 року був на $4,9^{\circ}\text{C}$ вище норми, тоді як подекадно в першій декаді спостерігалось перевищення на $2,1^{\circ}\text{C}$, в другій на $5,8^{\circ}\text{C}$, а в третій на $6,6^{\circ}\text{C}$ вище норми.

Аналогічно теплішими за норму на $4,5^{\circ}\text{C}$ виявився січень 2020 року, а подекадно перша та друга декади мали перевищення $3,8^{\circ}\text{C}$ та $3,7^{\circ}\text{C}$, а найбільш теплою була третя декада місяця, коли температура повітря була на $6,2^{\circ}\text{C}$ вище багаторічних значень.

Також в лютому 2020 року було встановлено, що місяць в цілому на $4,9^{\circ}\text{C}$ тепліший за норму, а подекадно спостерігалось перевищення на $3,9^{\circ}\text{C}$, $6,4^{\circ}\text{C}$ та $4,4^{\circ}\text{C}$ відповідно.

Перші дві декади березня 2020 року були теплішими на $8,2^{\circ}\text{C}$ та $3,8^{\circ}\text{C}$ за норму, а третя близька до норми. Сумарно це призвело до того що місяць мав середні значення на $4,2^{\circ}\text{C}$ вище норми.

Однак спостерігалось лише часткове відновлення вегетації озимих культур родини *Brassicaceae* так як квітень був на $0,5^{\circ}\text{C}$ нижче багаторічної норми, особливо прохолодною на $2,0^{\circ}\text{C}$ нижче норми була друга декада місяця. Аналогічні тенденції продовжились в травні, загалом місяць був на $2,9^{\circ}\text{C}$ прохолоднішим, а подекадно в другій та третій декаді середньодобова температура повітря була на $3,2^{\circ}\text{C}$ та $5,1^{\circ}\text{C}$ нижче багаторічних значень.

Серед літніх місяців лише червень був на $2,9^{\circ}\text{C}$ вище багаторічної норми, особливо друга та третя його декади на $5,0^{\circ}\text{C}$ та $3,0^{\circ}\text{C}$, а липень в цілому незначно відрізнявся від багаторічних значень і перша декада була на $1,4^{\circ}\text{C}$ тепліше а друга та третя на $1,2^{\circ}\text{C}$ та $0,7^{\circ}\text{C}$ прохолодніше норми.

Якщо аналізувати умови осіннього розвитку озимих культур в 2020 році, то в цілому вересень був теплішим на $2,9^{\circ}\text{C}$, а подекадно на $4,4^{\circ}\text{C}$, $1,2^{\circ}\text{C}$ та $3,3^{\circ}\text{C}$. В жовтні середньомісячна температура повітря була на $4,4^{\circ}\text{C}$ вище норми, а подекадно перевищення спостерігались на $6,1^{\circ}\text{C}$, $3,1^{\circ}\text{C}$ та $4,2^{\circ}\text{C}$ відповідно. А в листопаді попри загальне перевищення температури повітря на $1,4^{\circ}\text{C}$ вище багаторічної норми теплими були перша на $2,8^{\circ}\text{C}$ та третя на $2,4^{\circ}\text{C}$ декади місяця, а друга декада – прохолоднішою на $1,0^{\circ}\text{C}$ нижче норми.

Що стосується зимових місяців то вони впливали на перезимівлю озимих культур і грудень 2020 року був теплішим за норму на $1,4^{\circ}\text{C}$, а подекадно лише перша декада місяця виявилась на $2,2^{\circ}\text{C}$ прохолодніше багаторічних значень, тоді як друга та третя на $2,7^{\circ}\text{C}$ та $3,6^{\circ}\text{C}$ вище норми.

В січні 2021 року траплялись прохолодні періоди, хоча в цілому місяць був на $0,8^{\circ}\text{C}$ тепліше багаторічних значень. Так, в першій та третій декаді місяця спостерігали перевищення середньо багаторічної температури на $5,1^{\circ}\text{C}$ та $4,8^{\circ}\text{C}$, а друга декада була прохолоднішою на $7,6^{\circ}\text{C}$.

А лютий в цілому був на $3,2^{\circ}\text{C}$ прохолоднішим, особливо перша на $3,2^{\circ}\text{C}$ та друга на $8,0^{\circ}\text{C}$ декади місяця. В той час третя декада виявилась теплішою на $3,3^{\circ}\text{C}$ за багаторічні значення.

Березень попри незначні коливання температури в межах декад місяця в цілому виявився досить близьким до середньобагаторічних значень. А наступні

весняні місяці були прохолоднішими. Так, в квітні середньодобова температура була на $1,7^{\circ}\text{C}$ нижче норми, а найпрохолоднішою була третя декада місяця, в яку температура була нижчою на $3,6^{\circ}\text{C}$ за норму. А травень був прохолоднішим на $0,9^{\circ}\text{C}$, тоді як найбільш істотно нижчою багаторічної норми була температура повітря в першій та третій декаді місяця – зниження на $1,9^{\circ}\text{C}$ та $1,2^{\circ}\text{C}$ відносно норми.

Що стосується літніх місяців, то воно виявились теплішими з перевищенням багаторічних значень в червні на $2,0^{\circ}\text{C}$ а в липні на $3,1^{\circ}\text{C}$ вище норми. При цьому найбільш жаркими були друга та третя декади червня та перша і друга – липня – $2,2$, $4,8$, $3,6$ та $4,8^{\circ}\text{C}$ вище норми.

На рисунку 2.2 представлені дані середньомісячної а в таблиці 2.2. подекадної кількості опадів в межах років досліджень.

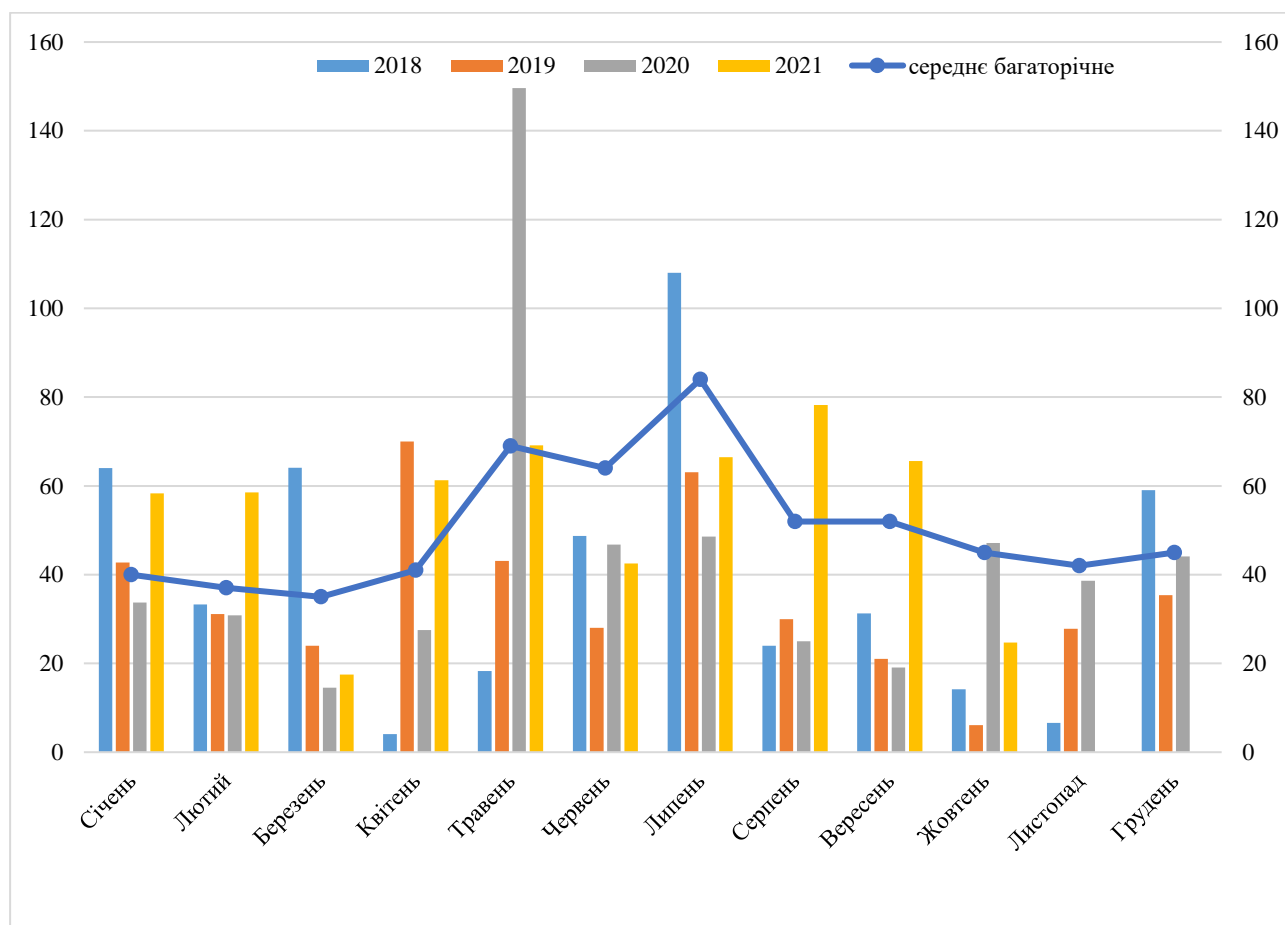


Рис. 2.2. Дані середньомісячної кількості в роки проведення досліджень, мм, за 2018-2021 рр.

Що стосується опадів в осінній період 2018 року, то в вересні їх було на 20,7 мм менше багаторічних значень. Причому характер розподілу опадів був нерівномірний, в першій та другій декадах випало на 16,8 та 10,3 мм опадів менше, а в третій на 6,4 мм більше багаторічної норми.

В жовтні за місяць опадів випало на 30,8 мм менше норми, а найбільш гостра нестача спостерігалась в першій та другій декаді – на 16,0 та 12,0 мм менше багаторічних значень. Аналогічно посушливими були і перша, друга та третя декади листопада, коли опадів випало на 11,6, 10,3 та 13,5 мм менше норми, а загалом за місяць нестача становила 35,4 мм.

Що стосується зимового періоду, то в грудні 2018 року випало на 14,0 мм опадів більше норми, а січень та лютий були близькими за показниками до багаторічних значень.

Весняні місяці, а зокрема березень мав нестачу опадів на 11 мм в порівнянні з багаторічними значеннями, та найбільш критичною виявилась третя декада місяця, в якій опадів випало на 8,6 мм менше норми. А в квітні опадів випало загалом на 29,0 мм більше норми. Однак розподіл їх по декадах був край строкатим. Так, в першій декаді місяця була нестача опадів на рівні 14,0 мм, а в другій та третій – надлишок на 21,2 та 21,8 мм в порівнянні з багаторічними. Знову ж таки в травні спостерігалась нестача опадів на рівні 25,9 мм, а подекадно в першій декаді був надлишок опадів на 11,8мм, в другій та третій – нестача 14,3 та 23,4 мм відповідно.

В літні місяці знову ж таки дефіцит опадів не був компенсований, а навпаки посилювався і в червні випало на 36 мм опадів менше норми, а в липні на 20,9 мм. Стосовно декад, то в червні критичними за нестачею вологи була друга та третя (дефіцит опадів 17,0 та 18,7 мм), а в липні друга – нестача опадів 22,2 мм відповідно в порівнянні з багаторічними значеннями.

Осінній період 2019 року також мав значно гірший режим волого забезпечення чим середньо багаторічні його значення. Так, в вересні випало на 31 мм менше норми, в жовтні на 38,9 мм, а в листопаді на 14,2 мм. Серед усіх

місяців власне жовтень і відзначався рівномірно подекадно високою нестачею опадів.

В зимовий період нестача опадів в порівнянні з багаторічними нормами була досить поміною і в грудні 2020 року випало на 9,6 мм менше, а в січні та лютому 2021 року на 6,3 та 6,2 мм менше багаторічної норми.

Що стосується весняного періоду, то в березні опадів було на 20,5 мм менше норми, причому основна нестача їх була в другій та третій декадах місяця – на 10,4 та 8,2 мм нижче багаторічних значень. В квітні опадів було менше на 13,5 мм за норму, що по суті відповідало першій декаді місяця. А в травні опади перевищували на 80,6 мм багаторічну норму. Причому в першу декаду випало на 39,6 мм, в другу на 13,9 мм а в третю на 27,1 мм більше вологи, що в певній мірі дозволило відновити запаси доступної рослинам вологи в ґрунті та поліпшити їх ріст і розвиток.

В той же час в літні місяці – в червні та липні знову спостерігалась нестача опадів на рівні 17,2 та 35,4 мм, причому особливо критичними були третя декада червня (менше норми на 9,0 мм) а також перша та третя декади липня (на 13,7 та 18,6 мм менше норми). Однак нестача вологи в ці місяці уже не могла кардинально вплинути на рівень врожаю досліджуваних культур.

В осінній період 2021 року спостерігалась нестача опадів в вересні – 32,9 мм, однак в жовтні та листопаді опадів випало в межах багаторічної норми, що позитивно позначилось на осінньому розвитку озимих культур родини *Brassicaceae*. Причому якраз в жовтні в першій декаді спостерігалась нестача опадів на рівні 13,9 мм, тоді як в другій випало на 15,9 мм більше норми, а третя за опадами була близькою до середньо багаторічних значень.

За зимовий період ситуація волого забезпечення досить поліпшилась і коли в грудні 2021 року опадів випало близько до норми, то в січні 2022 року їх було на 18,3 мм більше норми, а в лютому відповідно на 21,5 мм більше за багаторічні значення. Причому подекадно найбільше опадів було в третій декаді січня – на 17,2 мм більше норми та першій та другій декадах лютого – на 16,5 та 12,9 мм більше багаторічних значень.

**Значення подекадної кількості опадів в роки проведення досліджень, мм,
за 2018-2021 рр.**

Місяць	Декада	Рік				
		2018	2019	2020	2021	середнє багаторічне
Січень	I	3,7	17,9	3,5	18,8	11,0
	II	40,8	6,3	3,3	6,3	13,0
	III	19,5	18,5	26,9	33,2	16,0
Лютий	I	22,5	9,9	2,6	30,5	14,0
	II	4,3	18,7	8,0	24,9	12,0
	III	6,5	2,5	20,2	3,1	11,0
Березень	I	28,0	11,0	10,1	2,6	12,0
	II	22,8	11,6	2,6	12,3	13,0
	III	13,3	1,4	1,8	2,6	10,0
Квітень	I	0,4	0,0	0,0	17,1	14,0
	II	2,8	35,2	9,5	20,4	14,0
	III	0,9	34,8	18,0	23,8	13,0
Травень	I	0,0	28,8	56,6	15,4	17,0
	II	17,8	4,7	32,9	26,5	19,0
	III	0,5	9,6	60,1	27,2	33,0
Червень	I	7,2	19,7	14,6	8,1	20,0
	II	14,2	0,0	14,2	5,6	17,0
	III	27,3	8,3	18,0	28,8	27,0
Липень	I	15,0	23,4	13,3	10,6	27,0
	II	52,0	8,8	27,9	6,2	31,0
	III	41,0	30,9	7,4	49,7	26,0
Серпень	I	0,0	24,0	11,8	11,8	23,0
	II	1,8	6,0	3,6	4,5	14,0
	III	22,2	0,0	9,6	61,9	15,0
Вересень	I	4,2	0,0	2,0	0,2	21,0
	II	4,7	1,8	5,0	43,1	15,0
	III	22,4	19,2	12,1	22,3	16,0
Жовтень	I	3,0	4,9	5,1	0,0	19,0
	II	0,0	0,0	27,9	23,7	12,0
	III	11,2	1,2	14,1	1,0	14,0
Листопад	I	0,4	14,1	17,8	11,6	12,0
	II	5,7	5,0	8,1	4,4	16,0
	III	0,5	8,7	12,7		14,0
Грудень	I	17,2	4,9	8,1		13,0
	II	15,9	11,6	15,6		15,0
	III	25,9	18,9	20,4		17,0

На фоні значних надходжень опадів за зимові місяці нестача їх в березні на рівні 17,5 мм була незначною. Причому подекадно в першій декаді випало на 9,4 мм менше а в третій на 7,4 мм менше багаторічних значень. А в квітні опадів випало уже на 20,3 мм більше багаторічної норми, що компенсувало їх нестачу в попередньому місяці. Причому зростання кількості опадів спостерігалось в усіх декадах місяця, а максимум їх був в третій декаді – на 10,8 мм більше багаторічної норми. Також кількість опадів в травні була близькою до багаторічних значень, що позитивно вплинуло на ріст і розвиток рослин культур родини *Brassicaceae*. Причому серед усіх досліджуваних років вегетаційний період 2021 року за надходженням опадів був оптимальним для розвитку досліджуваних нами культур.

Літні місяці 2021 року мали нестачу опадів і в червні випало на 21,5 мм опадів, а в липні на 17,5 мм менше багаторічної норми. Однак вони суттєво не вплинули на формування продуктивності досліджуваних культур.

2.2. Ґрунтові умови вирощування озимих культур родини *Brassicaceae*

За агрокліматичним районуванням зона проведення досліджень відноситься до Лісостепу України, а тому в регіоні переважають чорноземи лугові та чорноземи опідзолені з родючістю 66–72 бали. В той же час як зовсім недалеко в умовах Чернігівського полісся основне поширення мають дерново-середньопідзолисті ґрунти з родючістю 41–56 балів.

Дослідження з вивчення агротехнічних особливостей вирощування озимих культур родини *Brassicaceae* проводились на чорноземі опідзоленому з вмістом мінерального азоту ($\text{NH}_4 + \text{NO}_3$) на рівні 18,6-29,4 мг/кг (від середнього до підвищеного), вмістом органічної речовини гумусу на рівні 3,38-3,76 % (підвищений), вмістом рухомого фосфору 106,6-120,6 мг/кг, за методом

Чирікова та вмістом калію 50,04-72,2 мг/кг (середній), визначеним за методом Чирікова.

При цьому рН ґрунту перебуває в межах від близьких до нейтральних – 5,7 до нейтральних – 6,5. Також в ґрунті міститься вміст магнію від підвищеного 243,0 мг/кг до високого – 364,5 мг/кг, середній (7,7-9,5 мг/кг) до високого (10,3 мг/кг) вміст рухомої сірки та від підвищеного (2225 мг/кг) до дуже високого (4100 мг/кг) обмінного кальцію.

Більше детальніше картограми визначення елементів живлення в ґрунті дослідного поля наведено в додатку А1-А8. Досліди в основному розміщались в лівій нижній та правій нижній частині поля, згідно чергування культур сівозміни.

2.3. Методики проведення досліджень

Дослідження елементів технології вирощування тифону порівняно з іншими озимими культурами родини *Brassicaceae* проводили за схемою:

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15
Ріпак озимий (Мерседес)		15
Тифон (Оракам)		15
		30
		45
Тифон (Оракам)		N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀
	30	
	45	
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15
		30
		45

Площа елементарної ділянки 35 м², облікової 25 м², повторність триразова.

Фосфорно-калійне удобрення застосовували восени, до сівби досліджуваних культур. А азотні добрива застосовували восени в міжряддя під час сівби (N_{20}) та навесні, як ранньовесняне підживлення з внесенням 40-60 кг/га д. р. азоту у формі сульфату амонію, а друге весняне внесення проводили через 3 тижні з нормою застосування 20-40 кг/га д. р. азоту у формі карбаміду.

В процесі проведення досліджень користувались загальновідомими та спеціальними методиками проведення досліджень:

польову схожість рослин визначали на площадках $0,25 \text{ м}^2$ у чотирьох точках по діагоналі на двох несуміжних повтореннях;

густоту посівів озимих культур родини *Brassicaceae* визначали на початку вегетації – у фазі повних сходів, на час відновлення весняної вегетації та перед збиранням врожаю;

фенологічні спостереження виконували орієнтуючись на "Методику державного сортовипробування сільськогосподарських культур" згідно якої ідентифікували фенологічні фази росту та розвитку;

фотосинтетичну активність посівів визначали за методикою Ничипоровича А. А. (1961 р.), а саме ідентифікували площу листової поверхні, фотосинтетичний потенціал та чисту продуктивність фотосинтезу.

фотосинтетичний потенціал посівів розраховували згідно наступної формули:

$$\text{ФП} = t \times (S1 + S2) \quad 2.1,$$

де t – період від фази $S1$ до фази $S2$ діб;

$S1$ і $S2$ – площа листової поверхні;

чисту продуктивність фотосинтезу визначали згідно формули:

$$\text{ЧПФ} = B2 - B1(L1 + L2) \times T \quad 2.2,$$

де B_1 і B_2 – маса сухої речовини з гектару посіву на початку і по завершенню досліджуваного проміжку часу;

L_1 і L_2 – площа листя на початку і по завершенню досліджуваного проміжку часу;

T – проміжок часу, діб;

динаміку накопичення сухої маси озимих культур родини *Brassicaceae* визначали за допомогою висушування до абсолютно сухого стану за температурі 105°C ;

структуру врожаю досліджуваних культур визначали методом відбору та аналізування пробних снопів із двох несуміжних повторень;

урожайність визначали суцільно поділяночним методом за допомогою обмолоту комбайном SAMPO-500;

в насінні вміст олії визначали за допомогою екстракційного методу, видаленням її з насіння етиловим ефіром (за допомогою апарату Сокслета), ГОСТ 10857-64;

вміст загального азоту в біомасі визначали за Кьельдалем, фосфору за методом Мерфі-Рейлі з використанням аскорбінової кислоти, а калію за допомогою полуменевого фотометра. В подальшому вираховували загальний винос елементів живлення рослинами з ґрунту на формування біомаси;

розрахунок показників екологічної стабільності та пластичності озимих культур родини *Brassicaceae* проводили згідно методики Еберхарда Рассела в пакеті прикладних програм PTC Mathcad Prime 3.1;

статистичний аналіз, а саме визначення $HP_{0,05}$ дослідів та часток впливу факторів виконували в програмі Statistica 12.0.

енергетичні розрахунки ефективності вирощування озимих культур родини *Brassicaceae* проводили згідно методики Медведовського використовуючи стандартні технологічні карти вирощування, згідно яких визначали необхідні операції та нормативи витрат;

економічну вирощування озимих культур родини *Brassicaceae* ефективність визначали згідно загальноприйнятих методик розрахунку

економічної ефективності в сільському господарстві та користуючись технологічними картами вирощування і орієнтуючись на ринкову вартість насіння, добрив, паливно-мастильних матеріалів та інших складових технології.

2.4. Технологічні особливості проведення досліджень

Загалом технологія вирощування озимих культур родини *Brassicaceae* та тифону зокрема не відрізнялась від загальноприйнятих в умовах Лівобережного Лісостепу України. Однак на окремих її елементах слід зупинитись більш детально.

Для проведення досліджень використовували кращого попередника – пшеницю озиму. Адже вона досить рано звільняє поле та дозволяє за допомогою подальшого застосування ефективного обробітку ґрунту сприяти нагромадженню та збереженню вологи, знищенню бур'янів та створенню гарних умов для сівби і подальшого проростання насіння.

А тому одразу після збирання пшениці проводили лущення стерні на глибину 6-8 см. Лущення стерні дисковими боролами сприяло активній заробці в ґрунт рослинних решток а також розпушування його та провокування сходів падалиці та насіння бур'янів.

Подальша обробка ґрунту (до оранки) проводилась виключно за потреби знищення сходів бур'янів. А зазвичай традиційно не менш чим за два тижні до сівби виконували оранку на глибину 25 см. Адже озимі культури родини *Brassicaceae* для свого росту та розвитку потребують досить гарно підготовленого ґрунту.

Саме під оранку застосовували фосфорні та калійні добрива згідно зі схеми проведення досліджень. Що стосується удобрення то в якості джерела фосфорних добрив використовували подвійний суперфосфат, а як калійне добриво застосовували сульфат калію.

Передпосівний обробіток ґрунту проводили на глибину 3 см безпосередньо перед сівбою. А власне сівбу проводили обробленим протруйником Вітавакс 200

ФФ (2,5 л/т насіння) насінням на глибину 3 см. Ширина міжрядь змінювалась згідно запланованих в досліді – 15, 30 та 45 см відповідно до схеми досліді.

Азотні добрива застосовували навесні: як ранньовесняне підживлення (по мерзлоталому ґрунту) з внесенням 60 кг/га д. р. азоту у формі сульфату амонію, а друге внесення проводили через 3 тижні (за інтенсивного росту стебла у висоту) з нормою застосування 20-60 кг/га д. в. азоту у формі карбаміду.



Рис. 2.3. Загальний вигляд ділянок досліді восени

Для захисту посівів від шкідників застосовували інсектицид Сумі–Альфа, 5 % к.е. з нормою витрати 0,3 л/га, також вносили гербіцид Бутізан, 40 % к.с. з нормою витрати 2,0 л/га та фунгіцид Амістар Екстра, 28 % к.е. з нормою витрати 0,65 л/га. Для обробки використовували робочі розчини з 200 л/га води. Застосування засобів захисту проводили кратно рекомендацій та відповідно до наявності в посівах озимих культур родини *Brassicaceae* бур'янів, шкідників та хвороб.

Оскільки запаси мікроелементів потрібних озимим культурам родини *Brassicaceae* для свого росту та розвитку в ґрунті, а саме Бору, Молібдену та Сірки були на гарному та високому рівні, то позакореневе підживлення мікроелементами не проводилось. Однак на ґрунтах бідних на дані елементи живлення це дієвий захід, так як ці елементи поліпшують ріст та споживання азоту рослинами.

Відповідно збирання озимих культур родини *Brassicaceae* виконували за допомогою прямого комбайнування на час їх повного достигання. В умовах дослідів обмолочували експериментальні ділянки окремо за допомогою комбайну Sampro-500. В подальшому врожай приводили до стандартної вологості та перераховували на гектарну площу.

2.5. Агротехнологія вирощування тифону в Лівобережному Лісостепу України

Загальноприйнята технологія вирощування тифону досить подібна до агротехніки застосовуваної на посівах озимого ріпаку, однак є відмінності у виробничих операція, на яких варто загострити увагу.

Попередники.

Вважається що найбільш гарними попередниками є чорний і зайнятий пар, однак в сучасному виробництві пари використовуються обмежено навіть в умовах Степу. А тому в Лівобережному Лісостепу України прийнято розміщувати тифон після таких культур які мають досить короткий період

вегетації та по звільненню поля не створюють значних проблем з подальшим зароблянням рослинних решток: горох, вико-вівсяна суміш, озимі та ярі зернові.

Якщо на даному полі вирощували капустиані культури, то висівати тифон можна не раніше чим за 4 роки по тому. В багатьох капустианих культур багато спільних хвороб і шкідників, що викликає суттєвий недобір врожаю.

Обробіток ґрунту.

За потреби в оранці її слід виконувати за 3-4 тижні до сівби тифону, а по зернових культурах можна обмежуватись або оранкою без лушення стерні або ж проводити дискування ґрунту, для заробки рослинних решток. Однак, зважаючи на те що культура потребує твердого насінневого ложа, до основного обробітку ґрунті слід підходити досить виважено, а передпосівний виконувати за 3-4 доби до сівби на глибину 5-6 см.

В посушливих умовах для підготовки ґрунту краще застосовувати дискові агрегати для мілкового лушення стерні. Також в посушливу погоду, після сівби, гарні результати показує такий агрозахід як коткування, оскільки глибина загортання насіння досить мала і його слід забезпечити достатніми кількостями вологи для рівномірного та дружнього проростання.

Підготовка насіння.

До основних заходів підготовки насінневого матеріалу належить його очистка та калібрування за масою з подальшим протруюванням. Як насіння використовується матеріал що має схожість та енергію проростання та сортову чистоту, не нижчу від 99 %. Для капустианих культур варто ретельно підходити до вибору протруювача та норми його застосування, оскільки перевищення їх може знизити посівні якості насіння та як наслідок втрати врожаю можуть сягати 20-25%.

Сівба.

Тифон висівають із шириною міжрядь 15 см за рядкового способу а також можуть висівати і з шириною 30 та 45 см за широкорядного. Оптимальний строк сівби настає 15-25 діб до оптимальних термінів сівби озимих колосових культур відповідно до кожної агрокліматичної зони. Глибина загортання насіння у

волоному ґрунті до 2 см, у сухому до 3 см. Також залежно від важкості структури ґрунту глибина загортання насіння зменшується.

Захист посівів.

Основний ризик для тифону складають шкідники, що здатні накопичуватись завдяки вирощуванню в господарстві ріпаку чи суріпиці. Для боротьби блішками та совками застосовують інсектициди що мають контактну-кишкову дію, а проти попелиць та клопів використовують системні інсектициди.

Система захисту посівів від шкідників повинна поєднувати в собі осінні захисні заходи, а також весняну обробку наприкінці фази стеблування-бутонізації проти листогризучих шкідників, та друге весняне обприскування наприкінці бутонізації для запобігання пошкодження генеративних органів культури.

Для захисту посівів використовуються препарати які включені до Державного реєстру пестицидів та агрохімікатів та дозволені до використання на капустяних культурах. Для захисту від шкідників можна вносити інсектицид Сумі-Альфа, 5 % к.е. з нормою витрати 0,3 л/га, проти бур'янів використовувати гербіцид Бутізан, 40 % к.с. з нормою витрати 2,0 л/га та проти хвороб фунгіцид Амістар Екстра, 28 % к.е. з нормою витрати 0,65 л/га.

Удобрення посівів.

Схема удобрення тифону складається перш за все з огляду на забезпечення ґрунтів елементами живлення, тому в умовах кожного господарства вона буде іншою. Восени тифон потребує мінімальної кількості добрив, що від загальної потреби складає 15-20 % азоту та калію і 10 % фосфору. Після перезимівлі та початку активного весняного розвитку від фази галуження до завершення фази квітування рослини засвоюють азоту 60-65 %, фосфору 70-75%, калію 80-85 % від загальної потреби. Тому важливо забезпечити доступність елементів живлення саме на час активного розвитку культури орієнтуючись на те що для формування 1 тони насіння рослинам потрібно 50-80 кг азоту, 20-45 кг фосфору, 25-100 кг калію.

Збирання врожаю.

На даний час збирання врожаю проводять методом прямого комбайнування, коли рослини мають жовто-зелений колір, вологість до 35%, а насінини в стручку потемніли на половину. За потреби можна проводити роздільне комбайнування, однак воно менш ефективне в плані втрат врожаю. На даний час у виробництві практикується застосування агродронів для десикації посівів та запобігання втрат врожаю.

Висновки за розділом 2:

1. Умови проведення досліджень є відповідними для Лівобережного Лісостепу України і загалом сприятливими для ефективного вирощування озимих культур родини *Brassicaceae*;
2. Погодні умови в роки проведення досліджень мали відхилення від середніх багаторічних, причому найгірші вони склались в 2018-19 році, дещо кращими були в 2019-20, а найбільш кращими в умовах 2020-21 вегетаційного періоду.
3. Зміни погодних умов дозволили визначити вплив досліджуваних факторів на ріст і розвиток рослин озимих культур родини *Brassicaceae* в повній мірі.
4. Технологія вирощування озимих культур родини *Brassicaceae* в польовому досліді є загальноприйнятою для правобережної частини Лісостепу України, окрім досліджуваних елементів, а методика досліджень містить достатні для отримання достовірних даних методики та вимірювання.

Розділ 3

БІОЛОГО – ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОЗИМИХ КУЛЬТУР РОДИНИ *BRASSICACEAE*

Капустяні – це родина квіткових рослин (*Angiospermae*), а назва *Brassicaceae* походить від назви роду *Brassica*, що входить до складу цієї родини.

Капустяні – рослини-космополіти, хоча найбільша видова різноманітність спостерігається у Північній помірній зоні та Середземномор'ї. Родина містить понад 300 родів та близько 3700 видів. Це переважно трав'янисті (одно- або багаторічні) рослини, рідко – кущі та кущики або ліани. Підземні органи деяких видів потовщені, утворюють коренеплоди [11].

Хоча рід *Brassica* не є дуже чисельним (нараховує близько 100 видів), він має чи не найбільше економічне значення серед родини капустяних. Адже це овочеві і кормові культури, медоноси, олійні, фарбувальні, біоенергетичні та декоративні рослини. Значну кількість дикорослих видів використовують як харчові та лікарські рослини. Причому саме представники родини забезпечують значну частину потреби людства в рослинній олії [42].

Майже всі частини різних видів родини придатні до вживання в їжу, включаючи коренеплоди (редис, турнепс), стебла (кольрабі), листя (білокачанна та червонокачанна капуста), суцвіття (цвітна капуста, броколі) та насіння (гірчиця, ріпак). Деякі форми з білим та пурпуровим листям часто вирощуються як декоративні рослини.

Компанією «Спайс ен Гроот» було створено нову кормову та салатну культуру – тифон. Тифон – гібрид озимого типу, стійкий до розщеплення, не утворює коренеплоду. Вологолюбна рослина, високі врожаї забезпечує у районах із кількістю опадів не менше ніж 400 мм на рік. Культура поширена в Англії, Франції, Данії, Нідерландах, Угорщині, США, а в Україні тифон досі залишається малопоширеною культурою [26].

Як і всі капустяні культури, тифон в ґрунті залишає велику кількість органічних решток, які, крім того, що істотно поліпшують структуру ґрунту і дають змогу не застосовувати органічні добрива, мають рістстимулювальні властивості для наступних культур. Рослина рано звільняє поле (від III декади квітня до II декади травня). Це дає змогу після мінімального обробітку ґрунту вирощувати на цьому полі пізні зернові культури: кукурудзу, просо. Можливий варіант напівпарового обробітку ґрунту, коли поле готують під сівбу озимих культур [82].

У змішаних посівах урожайність рослин становить 40–65 т/га. Фітомаса має хороший енергопротеїновий баланс та виявляє виражені молокогінні властивості. Перспективним напрямом використання рослини є післяжнивні і післяукісні посіви, у такому випадку тифон можна вирощувати і за технологією No-till.

Тифон – одна з найбільш низькозатратних культур з погляду одержання одиниці маси врожаю, що має водночас високу кормову цінність. Ця рослина вважається поживною завдяки високому вмісту цукрів та протеїну у фітомасі. Він дає змогу досягти оптимального цукрово-протеїнового співвідношення в раціоні, і вже на 3–5 добу від початку згодовування тифону корова збільшує удій на 2–5 л. Згодовування телятам збільшує їх добовий приріст маси на 100 г і більше, що можна пояснити високим умістом білка та цукрів [85].

Також не потрібно забувати і про нову тенденцію використання капустяних культур – для перероблення на біопаливо. Саме в цій ніші тифон може скласти гідну конкуренцію ріпаку, при цьому не відбираючи нішу – переробки на продовольчі цілі. Адже насіння тифону найбільш придатне для переробки на біопаливо з-за високого вмісту в ньому глюкозинолатів.

В Україні культури вирощування тифону, на жаль немає. Варто зазначити, що рослина за своєю продуктивністю й унікальністю застосування може зайняти спільну нішу поряд із ріпаком та іншими високоолійними культурами. Він є універсальним продуктом, який можна використовувати як корм для тварин, як

цінний попередник для сільськогосподарських культур і основна капустяна культура придатна для виробництва біопалива [110].

3.1. Біологічні особливості озимих культур родини *Brassicaceae*

Озимі культури родини *Brassicaceae* здатні поєднувати осінній та весняний типи розвитку без втрати надземної маси під час перезимівлі, а тому вони поєднують осіннє проростання насіння що може відбуватись навіть за температури повітря $+1-3^{\circ}\text{C}$. Однак, оптимальним для тифону слід висівати рослини з таким розрахунком щоб їх період осінньої вегетації проходив за температури більше 5°C . Водночас що стосується інших видів, то рослини ріпаку добре зимують в випадку свого гарного розвитку восени, але за відсутності накопичення занадто великої надземної маси. А температура на час появи сходів повинна бути не менше чим 15°C [43].

В літературних джерелах зустрічаються посилання на те, що для гарної перезимівлі рослини родини *Brassicaceae* повинні мати тривалість осіннього вегетаційного періоду не менше 50-60 діб після отримання сходів, а агрономи практики стверджують що краще всього щоб осіння вегетація тривала 60-80 діб. А тому в випадку запізнення з сівбою відсоток перезимівлі рослин може зменшуватись на половину від кількості їх на час повних сходів [51].

Молоді сходи рослин родини *Brassicaceae* не пошкоджуються приморозками до -6°C , а в фазу розетки витримують значно нижчі температури повітря. При цьому, рослини тифону в випадку присутності достатнього снігового покриву витримують морози $-25-30^{\circ}\text{C}$.

При цьому, при входженні рослин в перезимівлю важливо щоб вони не переросли. Так, за даними отриманими Рахметовим Д.Б та Рахметовою С.О. оптимальною для перезимівлі висотою рослин тифону в третій декаді жовтня є показник від 24,5 до 34,7 см [179].

Дані особливостей формування висоти рослин в фазу розетки в культур родини *Brassicaceae* показані в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

**Висота рослин в фазу розетки в культур родини *Brassicaceae*, залежно від
удобрення та ширини міжрядь**

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Висота рослин, см			
			2018	2019	2020	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	18,7	18,0	19,3	18,7
Ріпак озимий (Мерседес)		15	25,0	24,8	26,1	25,3
Тифон (Оракам)		15	25,3	24,6	26,0	25,3
		30	25,0	24,5	25,3	24,9
		45	25,5	23,9	24,7	24,7
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	25,3	24,8	26,3	25,4
		30	25,0	24,7	25,0	24,9
		45	25,5	24,2	24,2	24,6
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	25,3	23,9	26,7	25,3
		30	25,3	23,8	25,4	24,8
		45	25,5	23,7	24,4	24,5
НІР _{0,05}			2,0	2,2	2,4	2,2

Встановлено, що оптимальні умови для формування високорослих рослин склались за вегетаційного періоду осені 2020 року. При цьому в суріпиці озимої висота склала 19,3 см, в ріпаку – 26,1, а середня висота рослин в досліді тифону сорту Оракам – 25,3 см. Однак, навіть з огляду на те що в 2019 році погодні умови осінньої вегетації культур родини *Brassicaceae* склались таким чином що формувались менш високорослі рослини дані відхилення не можна вважати достовірно великими, а радше це прояв строкатості умов вирощування.

Якщо аналізувати висоту рослин тифону залежно від ширини міжрядь та норми удобрення, то відмінності теж не перевищували похибку дослідів. адже

азотне добриво вноситься в підживлення восени. А конкуренція в рядку восени не така гостра як після відновлення рослинами вегетації навесні.

Визначено особливості формування діаметру кореневої шийки та довжини коренів в фазу розетки в культур родини *Brassicaceae* (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2

Діаметр кореневої шийки та довжина коренів в фазу розетки в культур родини *Brassicaceae*, залежно від удобрення та ширини міжрядь

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Діаметр кореневої шийки, мм				Довжина коренів, см			
			2018	2019	2020	середнє	2018	2019	2020	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	2,8	2,6	3,0	2,8	12,3	13,0	12,8	12,7
Ріпак озимий (Мерседес)		15	3,6	3,0	3,5	3,4	11,6	14,0	16,1	13,9
Тифон (Оракам)		15	4,0	4,0	4,2	4,1	11,8	11,3	14,0	12,3
		30	3,0	2,8	3,3	3,0	11,6	11,0	12,8	11,8
		45	2,4	2,9	3,0	2,8	10,2	10,2	11,5	10,6
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	4,0	4,0	4,6	4,2	12,1	12,5	13,6	12,7
		30	3,0	3,7	4,3	3,7	11,6	12,0	12,9	12,2
		45	2,7	2,4	3,5	2,9	10,2	11,1	11,8	11,0
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	4,0	3,0	4,7	3,9	11,9	10,1	12,2	11,4
		30	4,0	2,8	4,5	3,8	11,6	10,0	11,7	11,1
		45	2,7	2,8	4,0	3,2	10,2	10,0	10,5	10,2
НІР _{0,05}			0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,6	0,5	0,4

Важливими ознаками що визначають в тому числі і виживання рослин під час перезимівлі є значення діаметру кореневої шийки та довжина коренів

досліджуваних культур. Так, в середньому за роки кращі значення діаметру кореневої шийки були на час формування розетки в тифону сорту Оракам – 3,5 мм та ріпаку гібриду Мерседес – 3,4 мм.

Якщо ж порівнювати умови років досліджень, то кращими вони були під час осінньої вегетації в 2020 році, коли діаметр кореневої шийки тифону становив в середньому 4,0 мм, суріпиці – 3,0 а ріпаку – 3,5 мм. А вегетаційні умови 2018 та 2019 років були близькими за впливом на діаметр кореневої шийки і в тифону в середньому по досліді він був 3,3 та 3,2 мм відповідно.

Попри те що на формування висоти рослин не спостерігали негативного впливу ширини міжрядь, то кращі значення діаметру кореневої шийки тифону сорту Оракам були за ширини 15 см, тоді як на міжряддях 45 см діаметр кореневої шийки був менший. А рівень удобрення незначно впливав на дану ознаку і лише за застосування мінерального удобрення та висіву рослин з шириною міжрядь 30 та 45 см спостерігались тенденції до незначного збільшення діаметру кореневої шийки.

Що стосується довжини коренів, то в середньому за роки досліджень кращі значення були на час формування розетки в ріпаку гібриду Мерседес – 13,9 см, та суріпиці сорту Оріана – 12,7 мм

Встановлено, що для формування більш розгалуженої кореневої системи кращими були погодні умови осінньої вегетації в 2018 та 2020 роках, коли довжина коренів тифону становила в середньому по досліді 11,2 та 12,3 см, суріпиці – 12,3 та 12,8.

Кращі значення довжини коренів тифону сорту Оракам були за ширини 15 см, тоді як на міжряддях 45 см вона була коротшою. Також і рівень удобрення впливав на дану ознаку. За застосування мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ та висіву рослин з шириною міжрядь 15 см спостерігались тенденції до збільшення довжини кореневої системи до 12,7 см. Причому подовження коренів спостережено на усіх варіантах ширини міжрядь рослин тифону в порівнянні з аналогічними – без удобрення. У той же час застосування підвищеної норми удобрення $N_{120}P_{90}K_{90}$ викликало зворотній ефект і довжина коренів тифону

зменшувалась навіть нижче рівня контрольних варіантів дослідів. Що побічно засвідчує про важливість правильного підбору норми добрива для ефективного розвитку рослин родини *Brassicaceae*.

Значення особливостей формування висоти рослин в фазу квітання в культур родини *Brassicaceae* показані в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Особливості формування висоти рослин в фазу квітання в культур родини *Brassicaceae*, залежно від удобрення та ширини міжрядь

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Висота рослин, см			
			2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	107,3	104,5	106,9	106,2
Ріпак озимий (Мерседес)		15	118,0	116,0	114,0	116,0
Тифон (Оракам)		15	116,0	113,0	112,1	113,7
		30	113,0	113,0	111,9	112,6
		45	112,0	112,0	111,2	111,7
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	116,0	115,0	114,4	115,1
		30	114,0	114,0	113,6	113,9
		45	110,0	111,0	109,8	110,3
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	114,0	112,0	114,2	113,4
		30	113,0	110,0	112,0	111,7
		45	111,0	111,0	109,7	110,6
H _{IP} _{0,05}			3,1	3,0	2,9	3,1

Оптимальні умови для формування більш високорослих рослин суріпиці, ріпаку та тифону склались в вегетаційному періоді 2019 року, що забезпечувало формування рослин висотою 107,3, 118,0 та 113,2 см відповідно.

Якщо аналізувати висоту рослин тифону залежно від ширини міжрядь та норми удобрення, то спостерігали дещо інші відмінності чим в фазу розетки. Так, за ширини міжрядь 15 см формувались найбільш високорослі рослини в порівнянні з широкорядними посівами на 45 см. Що на нашу думку спричинене більш широкими міжряддями останніх та активним розвитком рослин в бічній площині.

Стосовно впливу мінерального удобрення, то за внесення $N_{80}P_{60}K_{60}$ середня висота рослин тифону становила 113,1 см, а за застосування $N_{120}P_{90}K_{90}$ складала 111,9 см, тоді як на контролі 112,7 см. Тобто спостерігали незначне збільшення висоти рослин або збереження її на попередньому рівні лише за ширини міжрядь 15 см, а за ширини міжрядь 45 см та удобрення посівів спостерігалось деяке зниження висоти рослин. Перш за все, відсутність збільшення висоти рослин за застосування мінерального удобрення пов'язана з тим що оптимальними нормами удобрення ріпаку азотом є 90-120 кг/га, а даний елемент найбільш активно він споживає від початку вегетації до бутонізації. Причому період від відновлення весняної вегетації до бутонізації досить короткий, що не викликає значного переростання рослин. І лише перевищення норми удобрення понад 120 кг/га призводить до переростання рослин.

А деяке зменшення висоти рослини що вирощувались з шириною міжрядь 45 см можна пояснити більш активним периферійним ростом рослини. Тобто лінійна довжина рослини не збільшувалась, при цьому габітус зростав пропорційно доступності вільних екологічних ніш навкруги.

За даними отриманими Рахметовим Д.Б та Рахметовою С.О. [179] у тифону фаза квітування настає в період від першої до другої декади травня включно, при цьому оптимальною є висота рослин 107-125 см, діаметр стебла 10-12 мм, а кількість бічних пагонів 5,8-9,2 шт. на рослину.

Особливості формування діаметру стебла та кількості бічних пагонів на стеблі в фазу квітування в культур родини *Brassicaceae* показані в таблиці 3.4.

Діаметр стебла та кількості бічних пагонів на стеблі в фазу квітання в культур родини *Brassicaceae*, залежно від удобрення та ширини міжрядь

Культура (сорт)	Удобрен ня, кг/га д.р.	Ширина міжрядь , см	Діаметр стебла, мм				Кількість бічних пагонів на стеблі, шт.			
			2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	8,3	9,0	8,6	8,6	4,8	4,1	4,3	4,4
Ріпак озимий (Мерседе с)		15	10,7	11,6	11,9	11,4	6,3	6,3	7,2	6,6
Тифон (Оракам)		15	11,7	11,7	12,3	11,9	7,3	7,3	7,6	7,4
		30	11,4	11,5	12,0	11,6	5,3	5,3	5,8	5,5
		45	11,4	11,4	11,9	11,6	4,3	4,3	4,5	4,4
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	11,6	11,7	12,2	11,8	6,3	7,3	7,7	7,1
		30	11,5	11,5	11,8	11,6	5,3	5,3	5,8	5,5
		45	11,4	11,4	11,7	11,5	4,3	5,3	5,7	5,1
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ 0	15	11,7	11,4	12,0	11,7	7,3	4,3	5,2	5,6
		30	11,5	11,4	11,6	11,5	5,3	4,3	5,0	4,9
		45	11,4	11,4	11,6	11,5	5,3	5,3	5,6	5,4
NIP _{0,05}			0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4

У подальшому рості та розвитку рослин родини *Brassicaceae* важливою ознакою що визначає стійкість рослин до вилягання є діаметр стебла а також і кількість бічних пагонів на ньому. В середньому за роки кращі значення діаметру стебла на час квітання були в тифону сорту Оракам – 11,6 мм та ріпаку гібриду Мерседес – 11,9 мм.

По роках досліджень кращі умови що сприяли формуванню гарних значень діаметру стебла складались за вирощування тифону в 2021 році (11,9 мм), суріпиці в 2020 році – 9,0 мм, а ріпаку в 2021 році – 11,9 мм.

Попри те що на формування діаметру стебла не спостерігали негативного впливу ширини міжрядь, то кращі значення в тифону сорту Оракам були за ширини 15 см, тоді як на міжряддях 45 см діаметр був в середньому за роки менший на 0,3 мм.

Що стосується кількості бічних пагонів, то в середньому за роки досліджень кращі значення на час квітутання були в ріпаку гібриду Мерседес – 6,6 шт., та тифону сорту Оракам – 5,6 шт. А більш активне утворення бічних пагонів спостерігалось в умовах вегетації в 2019 року в суріпиці – 4,8 шт. та в 2021 році в ріпаку та тифону – 7,2 та 5,9 шт. відповідно.

За вирощування рослин тифону сорту Оракам були з шириною 15 см вони активно формували бічні пагони на стеблі (6,7 шт.), тоді як на міжряддях 45 см їх значно було менше (5,0 шт.) і утворювались більш масивні рослини з меншою кількістю бічних пагонів.

Також було виявлено що за застосування мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ та висіву рослин з шириною міжрядь 15 см спостерігалось зменшення кількості бічних пагонів до 7,1 шт., водночас за застосування підвищеної норми удобрення $N_{120}P_{90}K_{90}$ викликало зменшення даної ознаки до 5,6 шт. причому за застосування мінерального удобрення спостерігали зменшення чисельності бічних пагонів за зростання ширини міжрядь до 30 см, а подальше розширення міжрядь до 45 см за удобрення $N_{120}P_{90}K_{90}$ викликало підвищення кількості бічних пагонів.

Значне зростання вегетативної маси викликане застосуванням мінерального удобрення можливе лише в випадку використання норм добрив більше необхідних рослинам, особливо це стосується азотного живлення. А за умови внесення оптимальних норм добрив не спостерігається значного переростання надземної маси рослин, однак пришвидшується саме значення лінійного росту стебел, що викликає зниження кількості бічних пагонів на них.

Значення особливостей формування висоти рослин в фазу досягання в культур родини *Brassicaceae* показані в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Висота рослин в фазу досягання в культур родини *Brassicaceae*, залежно від удобрення та ширини міжрядь

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Висота рослин, см			
			2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	138,3	135,6	139,0	137,6
Ріпак озимий (Мерседес)		15	153,5	151,4	147,8	150,9
Тифон (Оракам)		15	151,6	148,3	146,4	148,8
		30	147,8	146,7	145,5	146,7
		45	146,5	145,8	144,0	145,4
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	150,7	149,8	148,6	149,7
		30	148,6	148,7	149,0	148,8
		45	142,8	144,0	142,1	143,0
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	147,5	145,9	147,3	146,9
		30	146,7	142,9	145,7	145,1
		45	143,8	144,5	142,0	143,4
H _{IP} _{0,05}			5,5	5,7	5,4	5,3

В розрізі років більш високорослі рослин формувались в суріпиці вегетаційному періоді 2020 року, а в ріпаку та тифону – в 2019 році – 153,5 та 147,3 см. Якщо аналізувати висоту рослин тифону залежно від ширини міжрядь та норми удобрення, то відмінності теж не перевищували похибку досліду, однак по мірі розширення міжрядь отримували на 4,5 см нижчі рослини за порівняння між собою ширини в 15 та 45 см

Параметри формування діаметру стебла та кількості пагонів I-го порядку в фазу досягання в культур родини *Brassicaceae* показані в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Діаметр стебла та кількості пагонів I-го порядку в фазу досягання в культур родини *Brassicaceae*, залежно від удобрення та ширини міжрядь

Культура (сорт)	Удобрє ння, кг/га д.р.	Ширин а міжрядь , см	Діаметр стебла, мм				Кількість пагонів І-го порядку, шт.			
			2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контро ль (без добрив)	15	10,1	10,9	10,4	10,5	5,1	4,4	4,7	4,7
Ріпак озимий (Мерседес)		15	12,8	13,8	14,3	13,6	6,8	6,8	7,8	7,1
Тифон (Оракам)		15	13,8	13,8	14,9	14,1	7,9	7,9	8,3	8,0
		30	13,8	13,8	14,5	14,1	5,7	5,6	6,2	5,9
		45	13,5	13,6	14,2	13,8	4,7	4,6	4,8	4,7
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	14,0	14,0	14,6	14,2	6,8	7,9	8,2	7,7
		30	13,6	13,8	14,1	13,8	5,7	5,8	6,2	5,9
		45	13,5	13,7	14,1	13,8	4,6	5,7	6,2	5,5
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	14,1	13,6	14,5	14,1	7,8	4,6	5,7	6,0
		30	13,6	13,7	13,9	13,8	5,7	4,7	5,4	5,3
		45	13,5	13,5	13,9	13,6	5,7	5,7	6,0	5,8
НІР _{0,05}			0,8	0,7	0,9	0,7	0,6	0,5	0,6	0,4

За результатами досліджень проведеними Рахметовим Д.Б та Рахметовою С.О. у тифону у фазу досягання насіння оптимальною вважається висота рослин 123-135 см, а кількість пагонів першого порядку 6,3-10,2 шт.

В наших дослідях в середньому за роки кращий діаметр стебла формувався в рослин на час тифону сорту Оракам – 13,9 мм та ріпаку гібриду Мерседес –

13,6 мм. А в розрізі років досліджень, то кращими вони були під час вегетації в 2021 році, коли діаметр стебла на час збирання тифону становив в середньому 14,3 мм, ріпаку – 14,3 мм, а суріпиці – 10,4 мм.

Кращі значення діаметру стебла тифону сорту Оракам були за ширини 15 см, тоді як за збільшення ширини міжрядь до 45 см діаметр кореневої шийки зменшувався, хоча відхилення й перебували в межах похибки досліду. Також за зміни рівня удобрення спостерігали лише тенденції до незначного зменшення діаметру стебла, що пов'язано з біологічними особливостями культур родини *Brassicaceae* та активним використанням ними елементів живлення в першій половині вегетації.

Кількість пагонів першого порядку в середньому за роки досліджень кращою була в ріпаку гібриду Мерседес – 7,1 шт., та тифону сорту Оракам – 6,1 шт. А що стосується років, то кращими для формування більшої кількості пагонів першого порядку були умови вегетації в 2021 році, коли кількість пагонів першого порядку в тифону становила в середньому по досліду 6,3 шт., ріпаку – 7,8 шт., а в суріпиці – 2019 року – 5,1 шт.

Якщо досліджувати особливості зміни ознаки в розрізі факторів досліду, то кращі значення в тифону сорту Оракам були за ширини 15 см, тоді як по мірі збільшення ширини міжрядь та норми удобрення отримали зменшення кількості пагонів першого порядку. Причому досліджено, що застосування як норми $N_{80}P_{60}K_{60}$ так і підвищеної норми удобрення $N_{120}P_{90}K_{90}$ викликало зворотній ефект і кількість пагонів першого порядку тифону за ширини міжрядь в 45 см зростала порівняно з контрольними неудобреними варіантами.

3.2. Особливості розвитку озимих культур родини *Brassicaceae* залежно від факторів вирощування

Розвиток озимих культур родини *Brassicaceae* можна умовно розділити на дві частини – осінній розвиток та власне перезимівля а також весняне відновлення вегетації та формування і досягання врожаю [60].

Особливості розвитку капустяних культур (ріпаку, суріпиці, тифону) в осінній період полягають в тому, що насіння їх починає сходити навіть за температури $+1-2^{\circ}\text{C}$, однак оманлива можливість отримати сходи не гарантує їх перезимівлю. Адже для повноцінного проростання потрібно температури не менше 10°C , а для ріпаку й того більше – 15°C .

Для того щоб рослини були здатними витримати температуру повітря на рівні кореневої шийки -15°C потрібно щоб вони розвивались не менше 50 а то й краще 80 діб восени. Адже якщо рослини не перейшли в фазу розетки, то коренева система не тільки має набагато слабший рівень розвитку а й не здатна витримувати температуру нижче -10°C . Причому чим менше листків формує розетку тим менший рівень стійкості проявляють рослини родини *Brassicaceae*. Так, ріпак при наявності 4-5 листків не витримує навіть температури повітря -8°C , тоді як за наявності шести та більше листків витримує температуру на рівні кореневої шийки до -16°C [138].

А отже саме від перезимівлі залежить ефективність подальшого відновлення вегетації, росту та розвитку рослин родини *Brassicaceae* навесні. Тобто успіх перезимівлі залежить від строків сівби і стану посівів у осінній період, адже восени мають сформуватись добре розвинені але такі що не переросли рослин. Багато в чому саме біологічні характеристики рослин висвітлені в розділі 3.1 та тривалість міжфазних періодів можуть дати відповідь на якісний стан посівів рослин родини *Brassicaceae* та потенційні можливості їх продуктивності. Адже саме фактори дослідів в певній мірі визначають як і тривалість вегетації так і ступінь розвитку рослин, навіть за впливу несприятливих умов вирощування вони можуть або підсилити їх дію або ж мінімально зменшити потенційний стрес рослин [113].

А отже, дані тривалості вегетаційного та міжфазних періодів цікаві до визначення ефективності дослідження елементів технології вирощування. Тривалість міжфазних періодів сходи-розетка та відновлення вегетації – квітування в культур родини *Brassicaceae* показані в таблиці 3.7 та на рисунках 3.1-3.2.

Таблиця 3.7

**Тривалість міжфазних періодів сходи-розетка та відновлення вегетації –
квітування, залежно від удобрення та ширини міжрядь, діб**

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Сходи - розетка				Відновлення вегетації - квітування			
			2018	2019	2020	середнє	2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	80,0	82,0	83,0	81,7	50,0	54,0	57,0	53,7
Ріпак озимий (Мерседес)		15	85,0	90,0	93,0	89,3	54,0	59,0	62,0	58,3
Тифон (Оракам)		15	90,0	92,0	96,0	92,7	66,0	67,0	69,0	67,3
		30	90,0	92,0	96,0	92,7	66,0	67,0	69,0	67,3
		45	89,0	91,0	94,0	91,3	65,0	66,0	68,0	66,3
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	87,0	88,0	93,0	89,3	70,0	72,0	75,0	72,3
		30	85,0	86,0	93,0	88,0	70,0	72,0	75,0	72,3
		45	85,0	85,0	92,0	87,3	69,0	71,0	72,0	70,7
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	85,0	86,0	89,0	86,7	73,0	75,0	77,0	75,0
		30	83,0	84,0	87,0	84,7	73,0	75,0	77,0	75,0
		45	83,0	84,0	86,0	84,3	71,0	73,0	75,0	73,0
H _{IP} 0,05			1,0	1,2	1,2	1,1	0,8	0,9	1,1	0,9

У середньому за роки досліджень тривалість міжфазного періоду сходи – утворення розетки, тобто іншими словами осінньої вегетації культур була найдовшою в 2020 році, чому сприяли погодні умови помірно теплої та тривалої осені. В середньому по досліді отримали тривалість вегетації суріпиці озимої становив 83,0 доби, ріпаку гібриду Мерседес – 93 доби, а тифону сорту Оракам – 91,8 добу. Тоді як в умовах найбільш швидкого припинення вегетації культур родини *Brassicaceae*, що склались восени 2018 року тривалість вегетаційного

періоду була в суріпиці озимої на 3 доби, в ріпаку на 8 діб а в тифону на 5,4 діб менше. Фактично цей фактор контролювати досить важко, так як в осінній період досліджувані культури ростуть та розвиваються до того часу як їм дозволяють погодні умови. Припинення вегетації не означає те що ріст припиняється і він може поновлюватись в так звані вікна, або теплі малосніжні періоди взимку. Однак це виключення з правил чим постійна тенденція розвитку ріпаку в умовах Лісостепу України.



Рис. 3.1. Фаза формування розетки тифону восени

Стосовно тривалості міжфазного періоду залежно від факторів досліду, то за внесення мінерального живлення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ в багаторічному плані спостерігали прискорення формування розетки на 4 діб, а за застосування $N_{120}P_{90}K_{90}$ – на 7 діб відповідно. Звичайно що основним елементом осіннього удобрення є фосфор та калій, а ці елементи сприяють більш активній підготовці рослин до входження в зиму, так як є елементами максимально необхідними для ефективної перезимівлі. Однак, після формування розетки зберігається ризик продовження вегетації культур родини *Brassicaceae* та подальшого небажаного

накопичення вегетативної маси. Тому підвищену норму удобрення слід застосовувати досить обережно, з врахуванням прогнозів тривалості осіннього періоду.

Також спостерігали пришвидшення проходження рослинами міжфазного періоду за висівання їх з більш широкими міжряддями. Однак за ширини міжрядь в 30 см різниця в середньому по досліді склала 1,1 добу, а за ширини міжрядь 45 см – 1,9 діб в порівнянні з тривалістю міжфазного періоду за ширини міжрядь 15 см.

На час відновлення весняної вегетації тривалість міжфазного періоду до квітування в середньому по досліді була найдовшою в тифону сорту Оракам – 71 доба. В той же час значно прохолодніші нижчі норми перша та друга декада березня та прохолодні усі декади квітня 2021 року сприяли збільшенню тривалості міжфазного періоду усіх без виключення досліджуваних культур. Так, встановлено, що тривалість міжфазного періоду була в суріпиці озимої на 7 діб, в ріпаку на 8 діб а в тифону на 3,8 діб більше чим в умовах весни 2019 року, яка відрізнялась значним перевищенням температур повітря в березні та квітні місяці. В той же час в умовах 2020 року склались аналогічно жаркий період початку відновлення вегетації, однак нестача вологи пригальмувала ріст і розвиток культур родини *Brassicaceae*.

Що стосується особливостей тривалості міжфазного періоду за застосування факторів досліді, то за внесення мінерального живлення навесні спостерігали навпаки уповільнення проходження рослинами міжфазного періоду та утворення більшої надземної маси замість переходу до генеративної частини розвитку. Так, за застосування мінерального живлення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ квітування наставало пізніше на 4,8 діб, а за застосування $N_{120}P_{90}K_{90}$ – на 7,3 діб відповідно. Адже внесення значної частини компоненту удобрення – азоту уповільнює генеративний розвиток рослин в бік більш активного та бурхливого вегетативного накопичення надземної маси, що знайшло своє відображення і у тривалості міжфазного періоді – відновлення вегетації – квітування.

Що стосується особливостей проходження міжфазного періоду рослинами за висівання їх з більш широкими міжряддями, то на відміну від попереднього обліку тут були свої специфічні особливості на які слід вказати. Так, за ширини міжрядь в 30 см статистично достовірної різниці в середньому по досліді в порівнянні з міжряддями 15 см не було, а за ширини міжрядь 45 см – 1,6 діб в порівнянні з тривалістю міжфазного періоду за ширини міжрядь 15 см.

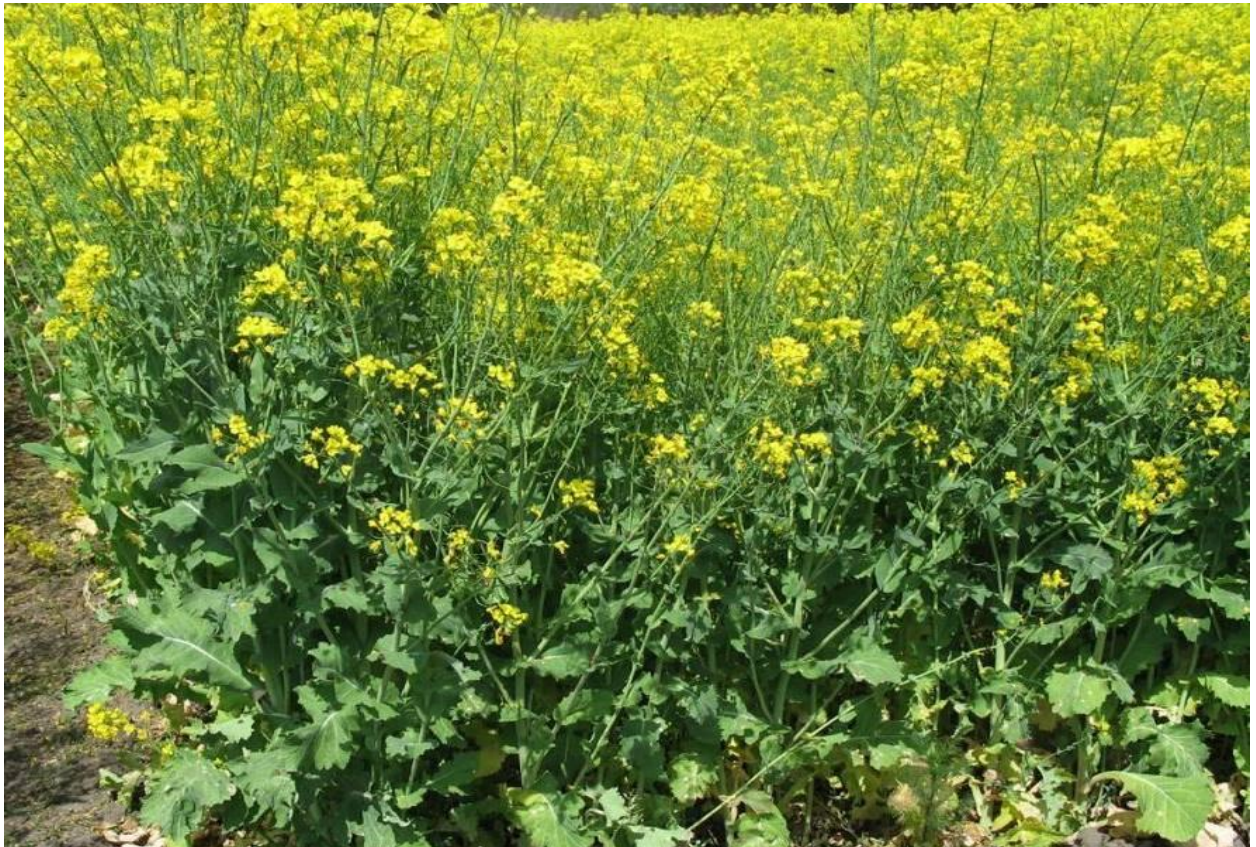


Рис. 3.2. Фаза квітування рослин тифону

Тобто за більш широких міжрядь рослини активніше розвивались та за рахунок кращого доступу світла до переважної більшості посівів могли швидше перейти на наступний етап розвитку – квітування-достигання.

Тривалість міжфазних періодів квітування – достигання та тривалість вегетаційного періоду загалом в культур родини *Brassicaceae* наведена в таблиці 3.8 а фаза достигання відображена на рисунку 3.3 та загальний вигляд насіння на рис. 3.4.

**Тривалість міжфазних періодів квітування – досягання та тривалість
вегетаційного періоду, залежно від удобрення та ширини міжрядь, діб**

Культура (сорт)	Удобрєння, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Квітування - достигання				Тривалість вегетаційного періоду			
			2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	55,0	58,0	63,0	58,7	185,0	194,0	203,0	194,0
Ріпак озимий (Мерседес)		15	59,0	64,0	69,0	64,0	198,0	213,0	224,0	211,7
Тифон (Оракам)		15	78,0	80,0	82,0	80,0	234,0	239,0	247,0	240,0
		30	78,0	80,0	82,0	80,0	234,0	239,0	247,0	240,0
		45	76,0	79,0	81,0	78,7	230,0	236,0	243,0	236,3
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	80,0	83,0	85,0	82,7	237,0	243,0	253,0	244,3
		30	80,0	83,0	84,0	82,3	235,0	241,0	252,0	242,7
		45	78,0	80,0	82,0	80,0	232,0	236,0	246,0	238,0
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	83,0	85,0	87,0	85,0	241,0	246,0	253,0	246,7
		30	82,0	85,0	88,0	85,0	238,0	244,0	252,0	244,7
		45	81,0	83,0	86,0	83,3	235,0	240,0	247,0	240,7
НІР _{0,05}			1,3	1,4	1,2	1,3	2,1	2,3	2,5	2,2

У середньому за роки досліджень тривалість міжфазного періоду квітування – досягання то найбільш тривалим він був в умовах 2020 року, чому сприяли погодні умови помірно теплого (нижче багаторічної норми) квітня та травня з рясними, а в усіх декадах квітня та в другій декаді травня вище багаторічної норми опадами. У середньому по досліді отримали тривалість даного міжфазного періоду суріпиці озимої – 63 доби, ріпаку гібриду Мерседес – 69 діб, а тифону сорту Оракам – 84 доби. Тоді як в умовах близького за температурними значеннями квітня 2019 року та з перевищенням норми в травні

і відсутності в другій та третій декаді травня опадів тривалість міжфазного періоду була в суріпиці озимої на 8, в ріпаку на 10 діб а в тифону на 4,6 діб менше.

Досліджено, що внесення мінерального живлення сприяло в багаторічному плані уповільненню міжфазного періоду квітування - досягання лише за застосування $N_{120}P_{90}K_{90}$ – на 1,9 діб. Також спостерігали більший вплив на пришвидшення проходження рослинами міжфазного періоду за висівання їх з більш широкими міжряддями. Так, за ширини міжрядь в 30 см різниця в середньому по досліді складала 2,1 добу, а за ширини міжрядь 45 см – 4,9 діб в порівнянні з тривалістю міжфазного періоду за ширини міжрядь 15 см.



Рис. 3.3. Достигання насіння тифону



Рис. 3.4. Загальний вигляд отриманого насіння тифону сорту Оракам

Загалом по досліді тривалість вегетаційного періоду в тифону сорту Оракам – 241 добу. В цілому вегетаційний період 2021 року, за рахунок впливу погодних умов, які сприяли збільшенню тривалості міжфазних періодів був найдовшим і в суріпиці озимої становив 203 доби, в ріпаку озимого 224 доби, а в тифону 248,9 діб.

В цілому, за внесення мінерального живлення, спостерігали уповільнення проходження рослинами вегетаційного періоду та утворення більшої надземної маси. Так, за застосування мінерального живлення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ тривалість вегетації була довшою на 2,9 діб, а за застосування $N_{120}P_{90}K_{90}$ – на 5,2 діб відповідно.

Стосовно висівання тифону сорту Оракам з більш широкими міжряддями, то за ширини міжрядь в 30 см в середньому по досліді в порівнянні з міжряддями 15 см було отримано різницю в 1,2 доби, а за ширини міжрядь 45 см – 5,3 діб в порівнянні з тривалістю міжфазного періоду за ширини міжрядь 15 см.

Густота посівів на період повних сходів та відновлення вегетації в культур родини *Brassicaceae* знайшла відображення в таблиці 3.9. Зниження густоти посівів впродовж вегетації рослин культур родини *Brassicaceae* є головною проблемою що призводить до значного зменшення рівня урожайності. Оскільки рослини пізніх строків сівби вимерзають та гинуть, а ранніх строків сівби формують надмірну біомасу загущених посівів, що теж призводить до негативних наслідків. А тому важливим фактором є оптимізація ростових параметрів рослин перед зимівлею та контроль густоти посівів впродовж вегетації.

На час формування повних сходів найменша густота посівів спостерігалась в умовах 2018 року, коли склались погодні умови з нестачею опадів в серпні та практично повною відсутністю опадів в вересні та жовтні. Кращий рівень погодних умов складався восени 2019 та 2020 років, що забезпечувало отримання сходів тифону сорту Оракам на рівні 73,0 та 73,3 шт./м² відповідно.

За застосування мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ було спостережено зростання густоти посівів на час повних сходів на 1,9 шт./м², а за

внесення підвищеної норми мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ отримано більшу густоту посівів на 4,4 шт./м². На нашу думку, така стимуляція проростання насіння викликана близьким внесенням мінерального удобрення, яке виступає своєрідним активатором процесів в виду незначних запасів елементів живлення в культур родини *Brassicaceae* в насіннєвій оболонці.

Таблиця 3.9

Густота посівів на час повних сходів та відновлення вегетації в культур родини *Brassicaceae*, залежно від удобрення та ширини міжрядь, шт./м²

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Повні сходи				Відновлення вегетації			
			2018	2019	2020	середнє	2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	68,9	70,1	70,3	69,8	60,6	61,5	61,5	61,2
Ріпак озимий (Мерседес)		15	70,2	70,7	71,1	70,7	61,5	61,9	62,1	61,8
Тифон (Оракам)		15	69,3	71,3	71,6	70,7	60,6	62,4	62,4	61,8
		30	69,1	71,1	71,3	70,5	60,3	61,7	62,0	61,3
		45	68,9	71,0	71,1	70,4	60,0	61,5	61,8	61,1
Тифон (Оракам)		N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	72,0	72,6	73,0	72,5	64,1	64,4	64,6
	30		71,7	72,5	72,9	72,4	63,7	64,1	64,4	64,1
	45		71,6	72,4	72,7	72,2	63,5	63,7	64,3	63,8
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	74,1	75,6	76,1	75,2	66,4	67,7	67,8	67,3
		30	73,8	75,3	75,6	74,9	65,9	66,7	67,2	66,6
		45	73,4	75,1	75,4	74,6	65,4	66,5	67,0	66,3
НІР _{0,05}			0,9	0,8	0,9	0,7	0,7	0,6	0,8	0,6

Водночас застосування технологічної операції з висівання тифону сорту Оракам з більш широкими міжряддями достовірно не позначилось на кількості сходів. Що в свою чергу підтверджується незначними потребами капустяних в волозі на час отримання сходів, а тому зміни міжрядь і густоти насінин в рядку не були критичними.

Стосовно густоти посівів на час відновлення вегетації, то найменша густота посівів була в умовах 2019 року, коли склались погодні умови з надлишком опадів в грудні та теплим зимовим періодом, що сприяло частковому випріванню рослин. А більш кращий рівень погодних умов складався взимку 2020 та 2021 років, що забезпечувало збереження рослин тифону сорту Оракам на рівні 64,3 та 64,6 шт./м² відповідно.

Аналогічно минулому періоду, за застосування мінерального удобрення в нормі N₈₀P₆₀K₆₀ було спостережено збереження кращої густоти посівів на час відновлення вегетації на 2,7 шт./м², а за внесення підвищеної норми мінеральних добрив N₁₂₀P₉₀K₉₀ збережено більшу густоту посівів на 5,3 шт./м².

А за вирощування рослин тифону з шириною міжрядь 30 та 45 см збереженість посівів зменшувалась на 0,5 та 0,8 шт./м², хоча й загалом перебувала в межах похибки дослідів. Тобто збільшення густоти рослин в межах рядку сприяло активізації внутрішньовидової боротьби, не зважаючи на зростання вільного простору в міжряддях.

Густота посівів на час збирання та виживання рослин культур родини *Brassicaceae* подана в даних таблиці 3.10. Зміни, що відбувались з густотою посівів на час отримання повних сходів та власне відновлення вегетації посівів навесні торкнулись і фінальної ознаки – густоти на час збирання культур родини *Brassicaceae*. Так, аналогічно іншим періодам, краща густота посівів була отримана в умовах вегетаційних періодів 2020 та 2021 роках, а в середньому рослин тифону зберігалось до збирання 47,2 шт./м², що сприяло формуванню мінуси достатньо високого рівня продуктивності посівів.

Також внесення мінерального удобрення в нормі N₈₀P₆₀K₆₀ сприяло поліпшенню значень загального збереження рослин і впродовж вегетації було

спостережено збереження кращої густоти посівів та час збирання густота була на 1,8 шт./м², а за внесення підвищеної норми мінеральних добрив N₁₂₀P₉₀K₉₀ на 4,4 шт./м² вищою порівняно до контролю без добрив.

Таблиця 3.10

Густота посівів на час збирання та виживання культур родини

***Brassicaceae*, залежно від удобрення та ширини міжрядь, шт./м²**

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Густота на час збирання				Вживання рослин, %			
			2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	43,7	45,0	45,6	44,8	72,1	73,2	74,1	73,1
Ріпак озимий (Мерседес)		15	44,9	45,4	44,8	45,0	73,0	73,3	72,1	72,8
Тифон (Оракам)		15	45,7	46,5	46,2	46,1	75,4	74,5	74,1	74,7
		30	44,3	45,4	45,3	45,0	73,4	73,6	73,0	73,3
		45	43,7	44,3	44,9	44,3	72,7	72,0	72,7	72,5
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	46,8	48,2	47,5	47,5	73,0	74,9	73,6	73,8
		30	45,8	47,7	47,2	46,9	71,9	74,3	73,4	73,2
		45	45,3	47,4	47,0	46,6	71,4	74,4	73,1	73,0
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	49,4	50,8	50,9	50,4	74,4	75,0	75,0	74,8
		30	48,5	49,7	50,3	49,5	73,6	74,5	74,9	74,3
		45	47,9	49,0	49,4	48,8	73,1	73,7	73,8	73,5
H _{IP} 0,05			0,8	0,6	0,7	0,7	1,4	1,3	1,2	1,4

Також ближче до кінця вегетації умови вирощування рослин тифону з шириною міжрядь 30 та 45 см більш істотно вплинули на збереженість посівів. Встановлено, що густота посівів зменшилась на 0,9 та 1,5 шт./м² відповідно.

Тобто в другій половині вегетації посилились конкурентні взаємовідносини рослин за вирощування їх в загущених рядках з широкими міжряддями.

В цілому за роки досліджень середній рівень збереженості рослин тифону становив 73,7 %, що досить непогано з агрономічної точки зору. А застосування мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ достовірно не впливало на відсоток виживання рослин, тоді як за внесення підвищеної норми мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ він був на 0,7 % вищим порівняно до контролю без добрив.

Конкурентні взаємовідносини рослин за вирощування їх в загущених рядках з широкими міжряддями істотно змінювали виживання рослин і за ширини міжрядь 30 см вижило на 0,8 % а за ширини міжрядь 45 см на 1,4 % менше в порівнянні з посівами з шириною в 15 см.

Фактично, за гарної доступності в ґрунті мінерального живлення конкурентна боротьба рослин за вільні ніші та вплив погодних умов та відсутність агрономічної помилки чинять більш виражений вплив на виживання рослин озимих культур родини *Brassicaceae* чим інші фактори.

3.3. Екологічні особливості вирощування озимих культур родини *Brassicaceae*

Оцінка екологічних характеристик досліджуваних культур родини *Brassicaceae* проведена багатьма вченими з точки зору їх ефективності вирощування не тільки загалом в Україні а й у Лісостеповій зоні. Тому, в цілому, поширення даних культур в екологічних умовах не викликає сумнівів в плані їх ефективності вирощування. А власне ефективність досліджуваних агроприймів за їх впливом на формування продуктивності досліджуваних культур можна оцінити різними способами. Саме оцінювання екологічних складових формування продуктивності досліджуваних культур є інноваційним способом вивчення їх. Адже умови вирощування та елементи технології вирощування по

суті є контрольованим екологічним фактором, що може розширити або звужити межі мінливості культури в одних і тих же умовах вирощування.

Традиційно, способом екологічного оцінювання сільськогосподарських культур є встановлення показників стабільності та пластичності згідно методики Ебергарда-Рассела. Ці дві ознаки по суті представлені пластичністю (b), що є регресійною реакцією на зміну умов вирощування та стабільністю (W) цієї регресійної реакції (середнє квадратичне відхилення від регресії), та можуть бути визначені для будь-яких показників продуктивності рослин.

По суті що це дає, за дотримання умов в досліді, що сприяють формуванню продуктивності культур родини *Brassicaceae* з низьким показником пластичності (b) та W маємо ліміт факторів середовища за іншими параметрами. Тобто всупереч ширині міжрядь чи нормі удобрення рослини використали решту факторів та не спостерігаємо значного зниження урожайності, але вирощування культур родини *Brassicaceae* в таких умовах нерентабельне. Адже додаткові витрати, скажімо на добрива, не компенсуються формуванням рослинами високого рівня продуктивності навіть в кращі роки, оскільки існує дефіцит інших факторів.

А за умови коли фактично забезпечується висока пластичність продуктивності культур родини *Brassicaceae* та низький показник W, створюються умови формування високої продуктивності за оптимального використання елементів технології додатково залучених до вивчення в досліді. Тобто не тільки формується високий рівень урожайності а й за таких умов рослини не піддаються впливу з обмеження критичних факторів що можуть кардинально зменшити рівень їх продуктивності.

Проведемо оцінювання стабільності (b) та пластичності (W) урожайності та виходу енергії з надземної маси культур родини *Brassicaceae* як найбільш універсальних ознак за якими оцінюється загальна ефективність вирощування досліджуваних культур (таблиця 3.11).

Дані для аналізу беремо з розділів 4 та 5, однак результати встановлення показників наводимо саме в розділі 3, оскільки стабільність та пластичність

формування ознак визначає реакцію сортів на умови вирощування, а не постфактумом свідчить про гарне формування продуктивності. Тому ці показники слід розглядати як невід’ємна частина характеристики процесів росту і розвитку рослин.

Таблиця 3.11

Стабільність (b) та пластичність (W) урожайності та виходу енергії з надземної маси культур родини *Brassicaceae*, залежно від удобрення та ширини міжрядь

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Урожайність		Вихід енергії з надземної маси	
			b	W	b	W
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	0,95	1,37 x 10 ⁴	1,16	7,11 x 10 ⁶
Ріпак озимий (Мерседес)		15	0,91	1,25 x 10 ⁴	0,84	6,85 x 10 ⁶
Тифон (Оракам)		15	0,79	1,28 x 10 ⁴	0,81	6,85 x 10 ⁶
		30	0,70	1,29 x 10 ⁴	0,68	6,96 x 10 ⁶
		45	0,55	1,33 x 10 ⁴	0,55	7,15 x 10 ⁶
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	1,33	1,24 x 10 ⁴	1,32	6,67 x 10 ⁶
		30	1,19	1,27 x 10 ⁴	1,16	6,81 x 10 ⁶
		45	1,05	1,29 x 10 ⁴	1,06	6,96 x 10 ⁶
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	1,23	1,26 x 10 ⁴	1,21	6,80 x 10 ⁶
		30	1,25	1,27 x 10 ⁴	1,22	6,85 x 10 ⁶
		45	1,03	1,31 x 10 ⁴	0,97	7,00 x 10 ⁶

За даними стабільності формування урожайності насіння та виходу енергії з надземної маси встановлено, що висока пластичність була притаманна переважно варіантам вирощування тифону за удобрення їх N₈₀P₆₀K₆₀ та N₁₂₀P₉₀K₉₀.

Додатково проведемо комплексне оцінювання екологічної характеристики умов формування урожайності насіння та виходу енергії з надземної маси культур родини *Brassicaceae* (таблиця 3.12).

Таблиця 3.12

Екологічна характеристика умов формування урожайності насіння та виходу енергії з надземної маси культур родини *Brassicaceae* , залежно від удобрення та ширини міжрядь

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь , см	Урожайність насіння	Вихід енергії з надземної маси
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрих)	15	низька пластичність	висока пластичність
Ріпак озимий (Мерседес)		15	низька пластичність, ліміт факторів	низька пластичність
Тифон (Оракам)		15	низька пластичність, ліміт факторів	низька пластичність
		30	низька пластичність	низька пластичність
		45	низька пластичність	низька пластичність
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність, інтенсивні умови
		30	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність, інтенсивні умови
		45	висока пластичність	висока пластичність
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність, інтенсивні умови
		30	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність, інтенсивні умови
		45	висока пластичність	низька пластичність

Якщо аналізувати значення урожайності насіння в комплексі, то кращі умови для реалізації біологічного потенціалу створювались рослинам тифону сорту Оракам за застосування мінерального удобрення $N_{80}P_{60}K_{60}$ або ж $N_{120}P_{90}K_{90}$ та вирощування їх з шириною рядка 15 та 30 см. За таких умов формування урожаю насіння відбувалось з високим рівнем пластичності та загалом умови відповідали інтенсивним умовам вирощування, що сприяло гарній реалізації рослинами біологічного потенціалу та ефективному використанню елементів технології, зокрема удобрення.

Якщо аналізувати вихід енергії з сформованої надземної маси, як інтегральну ознаку формування високого рівня надземної маси задля перерботки її на біоенергетичні цілі, то рослини тифону сорту Оракам за застосування мінерального удобрення $N_{80}P_{60}K_{60}$ або ж $N_{120}P_{90}K_{90}$ та вирощування їх з шириною рядка 15 та 30 см мали гарні умови для свого розвитку. За таких елементів технології вирощування накопичення надземної маси та загальний вихід енергії з неї відповідав високому рівню пластичності та умови відповідали інтенсивним умовам вирощування.

Висновки за розділом 3:

Встановлено, що краща довжина кореневої системи тифону сорту Оракам в фазу розетки були за ширини 15 см, тоді як на міжряддях 45 см вона була коротшою. Також і рівень удобрення впливав на дану ознаку за застосування мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ та висіву рослин з шириною міжрядь 15 см спостерігались тенденції до збільшення довжини кореневої системи до 12,7 см. А застосування підвищеної норми удобрення $N_{120}P_{90}K_{90}$ викликало зворотній ефект і довжина коренів тифону зменшувалась навіть нижче рівня контрольних варіантів дослідів, що побічно засвідчує про важливість правильного підбору норми добрива для ефективного розвитку рослин родини *Brassicaceae*.

За внесення $N_{80}P_{60}K_{60}$ середня висота рослин тифону в фазу квітування становила 113,1 см, а за застосування $N_{120}P_{90}K_{90}$ складала 111,9 см, тоді як на контролі 112,7 см. Тобто спостерігали незначне збільшення висоти рослин або збереження її на попередньому рівні лише за ширини міжрядь 15 см, а за ширини міжрядь 45 см та удобрення посівів спостерігалось деяке зниження висоти рослин. Перш за все, відсутність збільшення висоти рослин за застосування мінерального удобрення пов'язана з тим що оптимальними нормами удобрення рослин родини *Brassicaceae* азотом є 90-120 кг/га і лише перевищення їх призводить до переростання рослин.

Кращі значення кількості пагонів першого порядку в фазу досягання в тифону сорту Оракам були за ширини 15 см, тоді як по мірі збільшення ширини міжрядь та норми удобрення отримали зменшення кількості пагонів першого порядку. Визначено, що застосування як норми $N_{80}P_{60}K_{60}$ так і підвищеної норми удобрення $N_{120}P_{90}K_{90}$ викликало зворотній ефект і кількість пагонів першого порядку тифону за ширини міжрядь в 45 см зростала порівняно з контрольними неудобреними варіантами.

Середня тривалість вегетаційного періоду в тифону сорту Оракам становила 241 добу, а за внесення мінерального живлення, спостерігали уповільнення проходження рослинами вегетаційного періоду та утворення більшої надземної маси. Так, за застосування мінерального живлення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ тривалість вегетації була довшою на 2,9 діб, а за застосування $N_{120}P_{90}K_{90}$ – на 5,2 діб відповідно. Крім того, за ширини міжрядь в 30 см в середньому по досліді в порівнянні з міжряддями 15 см було отримано різницю в 1,2 доби, а за ширини міжрядь 45 см – 5,3 діб в порівнянні з тривалістю міжфазного періоду за ширини міжрядь 15 см.

Встановлено, що застосування мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ достовірно не впливало на відсоток виживання рослин, тоді як за внесення підвищеної норми мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ він був на 0,7 % вищим порівняно до контролю без добрив. Конкурентні взаємовідносини рослин за вирощування їх в загущених рядках з широкими міжряддями істотно змінювали

виживання рослин і за ширини міжрядь 30 см вижило на 0,8 % а за ширини міжрядь 45 см на 1,4 % менше в порівнянні з посівами з шириною в 15 см.

Досліджено, що кращі умови для реалізації біологічного потенціалу та формування рослинами тифону сорту Оракам урожайності насіння та загального виходу енергії з надземної маси створювались за застосування мінерального удобрення $N_{80}P_{60}K_{60}$ або ж $N_{120}P_{90}K_{90}$ та вирощування їх з шириною рядка 15 та 30 см. За таких умов формування урожаю насіння та накопичення енергії в біомасі відбувалось з високим рівнем пластичності та загалом умови відповідали інтенсивним умовам вирощування, що сприяло гарній реалізації рослинами біологічного потенціалу та ефективному використанню елементів технології, зокрема удобрення.

Розділ 4

**ПРОДУКТИВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ОЗИМИХ КУЛЬТУР РОДИНИ
*BRASSICACEAE***

Тифон – це унікальний та найбільш низько затратний, з погляду одержання одиниці надземної маси врожаю, гібрид озимого типу культур родини *Brassicaceae*. Адже культура є найбільш продуктивним гібридом інтенсивного типу серед капустяних культур. При цьому з самого початку вона задумувалась як така що активно може вирощуватись на зелений корм, а в суміші зі злаковими з нього можна готувати силос та сінаж. Має високу отавність, чудову скоростиглість і витримує короткочасне зниження температури навіть до -20°C [162].

Підвищена гібридна сила й невибагливість дозволяє вирощувати цю культуру повсюди: починаючи від північних регіонів і закінчуючи зоною степів. Ріст вегетативної маси тифону триває до фази повного квітування та за даними дослідників посіви можуть сформувати до 120,0 т/га зеленого корму, в якому міститься від 10 до 16 % сухих речовин.

Зелену масу тифону використовують як у чистому вигляді для вигодовування худоби, так і додають при силосуванні кукурудзи в фазі молочно-воскової та воскової стиглості. Додавання тифону в кількості 20–30 % відносно маси сировини, що силосується, дозволяє зробити силос соковитим та молокогінним. Водночас з тим що тифон може забезпечувати до пізньої осені зеленою масою та порівняно з іншими злаковими і бобовими травами не виявляє негативного впливу на організм тварин він є гарним джерелом корму [166].

Слід зазначити, що по рівню цукру тифон не має собі рівних серед відомих хрестоцвітих та гібридів. Якщо згодовувати до 30 кг маси тифону, то у раціон тварин потрапляє майже 1000 г цукру. Це допоможе встановити необхідний рівень цукрово-протеїнового співвідношення до норми та вже на 3–5 добу після початку годування тифоном корова відповідає збільшенням надоїв на рівні 2–5 л додаткового синтезованого молока [170].

Вадою капустяних як кормових культур є вміст у них глюкозинолатів, особливо в ріпаку, висока продуктивність якого нерідко поєднується із значним вмістом ерукової кислоти та глюкозинолатів. Ці сполуки несприятливо впливають на здоров'я тварин і якість продукції. На відміну від ріпаку, тифон не накопичує у великій кількості глюкозинолатів, алкілрезорцинолів та інших антипоживних речовин [170].

Завдяки високій урожайності насіння та вмісту в ньому олії рослини тифону забезпечують великий її вихід. Олія тифону відзначається дуже високою енергоефективністю (9450–9447 ккал/кг) та завдяки високому виходу олії та її калорійності різні зразки тифону забезпечують великий вихід енергії з урожаю насіння (15,6–18,8 Гкал/га) [173].

Вміст ерукової кислоти в олії відіграє головну роль для харчового напрямку використання її, і у більшості країн Європи харчову олію виробляють лише з тих сортів капустяних культур, які містять її до 2 %. Водночас для отримання більш якісного дизельного біопалива ціннішими є сорти з високим вмістом ерукової кислоти, а отже олія тифону гарно підходить до біоенергетичного напрямку використання культури.

Отже, проведемо оцінювання продуктивного потенціалу тифону в порівнянні з іншими озимими капустяними культурами.

4.1. Фотосинтетична продуктивність рослин

Серед усіх показників якісного стану рослин найбільш важливими характеристиками в тому числі і культур родини *Brassicaceae* є якісна оцінка фотосинтетичної продуктивності посівів. Адже саме сонячна енергія дозволяє рослинам синтезувати органічні сполуки та накопичувати біомасу і якісно формувати майбутній врожай. Тому від ефективності фотосинтетичних параметрів посівів в значній мірі залежить ефективність та продуктивність сільськогосподарських рослин [187].

Першочергово, важливим показником стану рослин є здатність формувати ними ефективну листову поверхню, що відіграє важливу роль для фотосинтезу, а також створювати світлонепроникний шар листя, тим самим зменшуючи кількість небажаної рослинності в посівах культури.

Кількість та ширини листків озимих культур родини *Brassicaceae* в фазу розетки висвітлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Кількість та ширина листків озимих культур родини *Brassicaceae* в фазу розетки, залежно від удобрення та ширини міжрядь

Культура (сорт)	Удобрєння, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Кількість листків на рослині, шт.				Ширина листків, см			
			2018	2019	2020	середнє	2018	2019	2020	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	3,0	5,2	5,0	4,4	4,8	4,2	5,1	4,7
Ріпак озимий (Мерседес)		15	4,0	6,0	5,7	5,2	6,9	6,4	7,0	6,8
Тифон (Оракам)		15	4,0	6,0	6,3	5,4	6,9	7,1	7,4	7,1
		30	3,0	5,0	5,5	4,5	7,0	5,7	6,9	6,5
		45	5,0	4,5	4,8	4,8	6,2	5,2	6,5	6,0
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	4,0	6,0	6,4	5,5	7,4	7,2	7,6	7,4
		30	4,0	6,0	6,5	5,5	7,3	7,1	7,5	7,3
		45	5,0	5,4	5,7	5,4	6,4	5,8	6,7	6,3
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	4,0	6,2	6,4	5,5	7,4	7,2	7,8	7,5
		30	4,0	6,3	6,6	5,6	7,1	6,9	8,0	7,3
		45	5,0	6,4	5,9	5,8	6,3	6,0	7,0	6,4
НІР _{0,05}			0,3	0,4	0,2	0,4	0,7	0,9	0,8	0,8

У цілому, суріпиця озима утворювала на рослині 4,4 шт. листків, а значення ріпаку озимого та тифону були близькими – 5,2 та 5,3 шт. відповідно.

Вплив факторів технології вирощування на формування кількості листків, то менше всього їх було на контрольних варіантах вирощування тифону, без застосування добрив. Причому саме тут яскраво проявлявся вплив ширини міжрядь і максимальна кількість листків була за міжрядь в 15 см. А внесення мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ сприяло тому що кількість листків на різних варіантах ширини міжрядь достовірно не відрізнялась між собою. За застосування ж мінерального удобрення в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ на варіантах вирощування тифону з шириною міжрядь 30 та 45 см поліпшились умови забезпечення рослин елементів живлення таким чином, що вони утворювали більшу кількість листків чим за ширини міжрядь 15 см.

А що стосується ширини листків, то суріпиця озима мала це значення в середньому за роки досліджень 4,7 см, а параметри ріпаку озимого та тифону були близькими – 6,8 та 6,9 см. відповідно.

За застосування мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ ширина листків збільшилась порівняно з контрольними варіантами дослідів, а внесення удобрення в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ також сприяло отриманню на рослинах більш широких листків. Причому за вирощування тифону з шириною міжрядь 30 та 45 см та поліпшення умов забезпечення рослин елементами живлення ширина листків зростала, однак максимальною вона була на варіантах дослідів за вирощування рослини з міжряддями 15 см. Це на нашу думку засвідчує досить серйозну конкурентну боротьбу рослин з міжряддями в 15 см за світло, що в свою чергу проявляється і у формуванні максимально можливої листкової поверхні. Адже така ширина міжрядь не дозволяє вільно отримувати сонячну енергію бічним ярусам листків для ефективного розвитку листкової поверхні, хоча саме в рослин родини *Brassicaceae* спостерігається формування площі листя яка за оптимуму розвитку рослин повністю контролює поверхню поля, а то і в 1,5-2 рази більше площі поля.

Значення довжини листків та довжини черешка озимих культур родини *Brassicaceae* в фазу розетки, в розрізі років досліджень, показано в таблиці 4.2

Таблиця 4.2

Довжина листків та черешка озимих культур родини *Brassicaceae* в фазу розетки, залежно від удобрення та ширини міжрядь

Культура (сорт)	Удобрєння, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Довжина листків, см				Довжина черешка, см			
			2018	2019	2020	середнє	2018	2019	2020	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	6,8	7,2	6,5	6,8	5,9	6,3	7,0	6,4
Ріпак озимий (Мерседес)		15	10,5	10,0	11,3	10,6	12,8	11,2	13,0	12,3
Тифон (Оракам)		15	10,5	10,5	11,0	10,7	13,7	12,8	14,1	13,5
		30	10,2	8,7	10,7	9,9	13,5	9,5	14,2	12,4
		45	9,1	8,0	10,0	9,0	10,0	9,4	10,5	10,0
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	10,5	11,0	11,2	10,9	13,6	13,4	14,6	13,9
		30	10,2	10,6	11,0	10,6	13,5	13,0	14,2	13,6
		45	10,0	9,0	10,5	9,8	11,0	10,0	12,0	11,0
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	10,5	9,5	11,3	10,4	13,7	9,5	14,1	12,4
		30	10,2	9,2	10,8	10,1	13,5	9,0	13,8	12,1
		45	9,6	8,2	10,4	9,4	10,5	9,2	12,0	10,6
H _{IP} _{0,05}			1,0	0,8	0,9	0,7	1,2	1,1	1,3	1,1

В середньому за роки досліджень порівняння довжини листка досліджуваних культур засвідчує, що в суріпиці озимої це значення було на рівні 6,8 см, а довжина листка ріпаку озимого та тифону становила відповідно 10,6 та 10,1 см.

За впливом факторів технології вирощування на формування довжини листків, то на першому місці було вирощування тифону з шириною міжрядь 30 та 45 см у порівнянні до ширини міжрядь 15 см. Так, за означених параметрів міжрядь довжина листків була на 0,5 та 1,3 см меншою чим за міжрядь в 15 см. А внесення мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ сприяло тому що довжина листків в цілому по досліді зросла на 0,6 см. У той час як подальше збільшення норми мінерального удобрення не сприяло кардинальному підвищенню значення довжини листкової пластинки.

Визначено біологічні відмінності в формуванні довжини черешків, в суріпиці озимої дана ознака в середньому за роки досліджень становила 6,4 см, а параметри ріпаку озимого та тифону були близькими – 12,3 та 12,2 см. відповідно.

За застосування мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ довжина черешків збільшилась порівняно з контрольними варіантами досліді на 0,9 см, а внесення удобрення в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ сприяло формуванню на рослинах коротших на 0,3 см листків.

Що стосується особливості формування довжини черешків за вирощування тифону з шириною міжрядь 30 та 45 см, то загалом це значення зменшувалась на 0,6 см та 2,8 см відповідно в порівнянні з параметрами отриманими за вирощування рослин з міжряддями 15 см.

Це на нашу думку пов'язане з іншими параметрами листків, особливо в зв'язку з збільшенням їх за рахунок застосування мінерального удобрення. Лінійний ріст листків в довжину та ширину, збільшення їх кількості з одного боку сприяв утворенню більшої листкової поверхні, а з іншого – рослини зменшували активність формування довгих черешків, як своєрідний механізм зміни ростових процесів в межах організму. Адже перш за все відбувається активний лінійний ростовий процес листка, а в наступному етапі – подовжується черешок до біологічно запрограмованих розмірів. У випадку активізації процесів формування нових листків подовження черешків уже сформованих листків відбувається в випадку доступності факторів живлення.

Значення кількості та ширини листків озимих культур родини *Brassicaceae* в фазу квітування подані в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Кількість та ширина листків озимих культур родини *Brassicaceae* в фазу квітування, залежно від удобрення та ширини міжрядь

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Кількість листків на рослині, шт.				Ширина листків, см			
			201	202	202	середн	201	202	202	середн
			9	0	1	є	9	0	1	є
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	8,7	8,5	9,0	8,7	5,5	5,1	5,9	5,5
Ріпак озимий (Мерседес)		15	10,0	10,0	12,3	10,8	6,3	7,7	8,0	7,3
Тифон (Оракам)		15	11,0	11,0	14,0	12,0	6,7	7,0	7,5	7,1
		30	10,0	9,0	13,1	10,7	6,3	6,8	7,3	6,8
		45	8,0	8,0	12,2	9,4	6,9	6,9	7,4	7,1
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	12,3	11,4	12,9	12,2	7,4	7,7	8,0	7,7
		30	10,3	10,0	12,7	11,0	6,8	7,0	7,4	7,1
		45	9,0	10,0	11,8	10,3	7,0	7,3	7,5	7,3
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	11,5	12,3	13,0	12,3	7,2	6,9	7,6	7,2
		30	10,0	11,2	12,7	11,3	6,9	7,0	7,9	7,3
		45	10,0	10,0	11,0	10,3	7,3	7,3	7,7	7,4
H _{IP} _{0,05}			1,4	1,2	1,1	1,2	0,7	0,7	0,9	0,8

Важливим питанням є вивчення особливостей формування біометричних розмірів листків в фазу квітування культур родини *Brassicaceae*. Адже відновлення весняної вегетації та успішне проходження рослинами фенофази –

бутонізації заходить подальше відображення в якості листкового апарату рослин в фазу квітування.

У цілому суріпиця озима формувала в фазу квітування на рослині 8,7 шт. листків, а параметри ріпаку озимого та тифону були близькими – 10,8 та 11,1 шт. відповідно. А менше всього листків було на контрольних варіантах вирощування тифону, без застосування добрив. А внесення мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ сприяло тому що кількість листків в середньому зроста на 0,5 шт. тоді аналогічно застосування підвищеної норми удобрення викликало зростання цього значення на 0,6 шт.

За вирощування тифону з шириною міжрядь 30 та 45 см складались умови до зменшення чисельності листків на рослинах і вони утворювали на 1,2 шт. та 2,2 шт. меншу кількість листя чим за ширини міжрядь 15 см. Що на нашу думку пов'язане з більш гострою конкурентною боротьбою рослин вирощуваними з вузькими міжряддями між собою, що потребує формування значної кількості листя для засвоєння хоча б мінімально можливих кількостей світла. Тоді як за широких міжрядь частина листків отримує більш якісне світло.

Суріпиця озима мала значення ширини листків, в фазу квітування, в середньому за роки досліджень 5,5 см, а параметри ріпаку озимого та тифону були близькими – 7,3 та 7,2 см. відповідно.

За застосування мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ ширина листків збільшилась не значно, на 0,4 см, порівняно з контрольними варіантами досліду, а внесення удобрення в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ також сприяло отриманню на рослинах більш широких листків, однак всього на 0,3 см. А отже, вважаємо, що застосовувані норми добрива не мали позитивного ефекту в формуванні більш широких листків рослинами в фазу квітування.

Щодо вирощування тифону з шириною міжрядь 30 та 45 см, то різниця з варіантами досліду за вирощування рослини з міжряддями 15 см була мінімальною і в межах похибки досліду, що на нашу думку підтверджується тим фактом що на дану фазу рослини утворили істотну площу листя і подальше її збільшення в лінійних розмірах біологічно не виправдане. Адже, для

підтримання життєдіяльності, листкова поверхня потребує споживання вуглеводів синтезованих іншими листками в випадку коли вона не отримує сонячного світла в достатній кількості.

Дані визначення довжини листків озимих культур родини *Brassicaceae* в фазу квітування відображено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4

Довжина листків озимих культур родини *Brassicaceae* в фазу квітування, залежно від удобрення та ширини міжрядь

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина	Довжина листків, см			
		міжрядь, см	2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	12,0	9,9	11,4	11,1
Ріпак озимий (Мерседес)		15	16,0	20,2	18,9	18,4
Тифон (Оракам)		15	20,0	20,0	19,3	19,8
		30	18,0	19,0	19,2	18,7
		45	16,6	16,0	17,1	16,6
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	19,2	20,0	21,1	20,1
		30	19,0	18,0	20,0	19,0
		45	16,5	16,0	17,2	16,6
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	19,5	20,5	21,0	20,3
		30	19,0	18,5	20,0	19,2
		45	17,0	16,0	17,8	16,9
НІР _{0,05}			1,7	1,5	1,6	1,8

Визначено, що в середньому за роки досліджень довжина листків досліджуваних культур в суріпиці озимої була на рівні 11,4 см, а довжина листка ріпаку озимого та тифону становила відповідно 18,4 та 18,6 см.

За впливом факторів вирощування тифону з шириною міжрядь 45 см порівняно з шириною міжряддя 15 см сприяло формуванню на 3,4 см коротших листових пластинок. А внесення мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ сприяло тому що довжина листків в цілому по досліді зросла на 0,2 см, а внесення підвищеного рівня удобрення поліпшувало це значення на 0,5 см, що однаково перебувало в межах похибки досліді.

Значення кількості та ширини листків озимих культур родини *Brassicaceae* в фазу досягання подані в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5

Кількість та ширина листків озимих культур родини *Brassicaceae* в фазу досягання, залежно від удобрення та ширини міжрядь

Культура (сорт)	Удобрєння, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Кількість листків на рослині, шт.				Ширина листків, см			
			2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	6,5	6,4	6,8	6,6	4,8	4,5	5,2	4,8
Ріпак озимий (Мерседес)		15	7,6	7,6	9,4	8,2	5,5	6,8	7,0	6,4
Тифон (Оракам)		15	8,4	8,3	10,6	9,1	5,8	6,2	6,7	6,2
		30	7,7	6,8	10,0	8,2	5,7	6,0	6,5	6,0
		45	6,0	6,1	9,2	7,1	6,1	6,2	6,6	6,3
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	9,3	8,5	9,9	9,3	6,6	6,8	7,2	6,9
		30	7,7	7,6	9,6	8,3	6,0	6,2	6,6	6,3
		45	6,9	7,8	9,0	7,9	6,2	6,5	6,7	6,5
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	8,9	9,5	10,0	9,5	6,3	6,2	6,8	6,4
		30	7,7	8,4	9,6	8,5	6,2	6,2	7,1	6,5
		45	7,8	7,5	8,2	7,8	6,5	6,6	6,8	6,6
НІР _{0,05}			1,1	1,0	1,2	1,0	0,5	0,7	0,6	0,8

Порівняння досліджуваних культур показує, що загалом по досліді суріпиця озима формувала в фазу досягання 6,6 шт. листків, а параметри ріпаку озимого та тифону були – 8,2 та 8,4 шт. відповідно, тобто на 1,6 та 1,8 більше.

Менше всього листків залишалось на рослинах на контрольних варіантах вирощування тифону, без застосування добрив. А внесення мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ сприяло тому що кількість листків в середньому була вищою на 0,4 шт. тоді аналогічно застосування підвищеної норми удобрення викликало зростання цього значення на 0,5 шт.

За ширини міжрядь 30 та 45 см формувались умови до зменшення чисельності листків на рослинах і вони мали на 0,9 шт. та 1,7 шт. меншу кількість листя чим за ширини міжрядь 15 см.

Вивчення ж особливостей формування ширини листків в фазу досягання в культур родини *Brassicaceae* засвідчує, що суріпиця озима мала це значення в середньому за роки досліджень на рівні 4,4 см, а в ріпаку озимого та тифону – 2,0 та 2,0 см. більше.

Внесення мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ або ж $N_{120}P_{90}K_{90}$ однаково ефективно сприяло збільшенню ширини листків на 0,3 см, порівняно з контрольним варіантом досліді. Загалом внесення добрив проявляло незначний, в межах похибки, позитивний ефект в формуванні більш широких листків рослинами в фазу досягання. Однак, слід пам'ятати, що це лінійні розміри лише середнього листка на рослині, яких в цілому 8,4 шт. А тому перерахунок значень прибавки лінійних розмірів одного листка на кількість їх на рослину та одиницю площі поля може показати значну прибавку площі листової поверхні.

Щодо ширини міжрядь 30 та 45 см, то різниця з варіантами досліді за вирощування рослини з міжряддями 15 см була мінімальною і знаходилась в межах похибки досліді.

Дані визначення довжини листків озимих культур родини *Brassicaceae* в фазу досягання показані в таблиці 4.6.

**Довжина листків озимих культур родини *Brassicaceae* в фазу досягання,
залежно від удобрення та ширини міжрядь**

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Довжина листків, см			
			2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	11,2	9,2	10,6	10,3
Ріпак озимий (Мерседес)		15	14,9	19,1	17,4	17,1
Тифон (Оракам)		15	18,5	18,6	18,0	18,4
		30	16,8	17,7	17,7	17,4
		45	15,4	14,7	15,6	15,2
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	17,8	18,7	19,7	18,8
		30	18,0	16,8	19,0	17,9
		45	15,2	15,0	16,2	15,5
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	18,1	19,1	19,6	18,9
		30	17,7	17,4	18,5	17,8
		45	15,8	15,0	16,6	15,8
НІР _{0,05}			2,0	1,7	1,9	1,6

Встановлено, що довжина листків в суріпиці озимої була на рівні 10,3 см, в ріпаку озимого та тифону становила відповідно 17,1 та 17,3 см. Тобто як і решта лінійних розмірів листків на час завершення вегетації спостерігалось опадання листків зі зменшенням їх крупності а отже лінійних розмірів та чисельності.

Також встановлено, що за впливом факторів вирощування тифону з шириною міжрядь 45 см порівняно з 15 см сприяло формуванню на 3,2 см коротших листових пластинок. А внесення мінерального удобрення в нормі N₈₀P₆₀K₆₀ сприяло тому що довжина листків в цілому зросла на 0,4 см, тоді як застосування підвищеного рівня удобрення поліпшувало показник на 0,5 см.

4.1.1. Площа листкової поверхні

Фотосинтез – ключовий процес, який відбувається у вищих рослин, що є основним фактором накопичення органічної речовини. А у випадку вирощування культурних рослин сприяння поліпшенню процесів фотосинтезу слід розглядати як спосіб отримання високого рівня продуктивності. Тому варто розробляти елементи технології вирощування, що покращують формування площі листкової поверхні, а також накопичення сухої речовини і сприяють ефективності фотосинтезу озимих культур родини *Brassicaceae*.

Саме оптимізація важливих елементів технології вирощування а також вплив погодних умов і взаємодія кращих строків сівби, догляду за рослинами, тощо, дозволяє сформувати гарну площу листя, що забезпечує ефективне вловлювання сонячної енергії та трансформацію її в органічну речовину [142; 144].

За даними встановленими багатьма дослідниками восени культури родини *Brassicaceae* формують листову поверхню площею від 9,5 до 17,4 тис. м²/га. Причому не завжди максимальна площа листя в цей період є кращою, так як рослини можуть випрівати, однак низькі значення листкової поверхні не дозволяють їм ефективно підготуватись до перезимівлі та накопичити достатню кількість запасних поживних речовин, а перш за все цукрів [150].

Після відновлення вегетації озимих культур родини *Brassicaceae* навесні рослини досить швидко досягають площі листя 20 тис. м²/га, що сприяє не тільки ефективному фотосинтезу а й пригніченню небажаної рослинності в межах поля. А уже до фази квітування, для ефективного накопичення сухої речовини потрібно щоб площа листя була не менше 40 тис. м²/га, та зберігалась на рівні 40-60 тис. м²/га у період активної вегетації рослин та аж до періоду утворення стручків [152].

Значення площі листкової поверхні озимих культур родини *Brassicaceae* в фазу розетки наведено в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7

Площа листкової поверхні озимих культур родини *Brassicaceae* в фазу розетки, залежно від удобрення та ширини міжрядь ,тис. м²/га

Культура (сорт)	Удобрєння, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Площа листя			
			2018	2019	2020	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрих)	15	5,6	9,2	9,7	8,2
Ріпак озимий (Мерседес)		15	16,8	22,6	26,7	22,1
Тифон (Оракам)		15	16,8	26,6	30,6	24,7
		30	12,3	14,8	24,1	17,1
		45	16,2	11,1	18,5	15,3
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	18,6	28,8	33,1	26,9
		30	17,8	27,3	32,6	25,9
		45	19,0	17,1	24,3	20,1
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	19,3	26,6	35,7	27,2
		30	17,9	25,1	35,9	26,3
		45	18,4	19,6	27,0	21,7
НІР _{0,05}			1,1	1,4	1,6	1,5

В фазу розетки площа листкової поверхні серед досліджуваних культур мінімальною була в суріпиці озимої сорту Оріана – 8,2 тис. м²/га, а ріпак та тифон утворювали набагато кращу площу листків – 22,1 та 22,8 тис. м²/га.

Аналіз закономірностей формування площі листкової поверхні в розрізі років свідчить, що мінімальною по сорту тифону Оракам вона була восени 2018 року – 17,4 тис. м²/га, а найбільшою в 2020 році – 29,1 тис. м²/га.

За факторами досліду ширина міжрядь без добрив була своєрідним тригером обмеження площі листової поверхні. Так, за вирощування рослин з шириною міжрядь 30 см площа листя зменшилась на 7,6 тис. м²/га. Збільшення ширини міжрядь до 45 см призводило до зменшення ще на 1,8 тис. м²/га порівняно з попередньою площею. Такі зміни на неудобрених варіантах викликані передусім повільністю розвитку рослин та контролювання ними широких міжрядь. Тому після застосування системи захисту від бур'янів на варіантах досліду з шириною міжрядь 30 та 45 см їх було більше ніж на міжряддях 15 см, де рослини фактично ефективно контролювали площу поля. Тому саме повторна хвиля забур'янення і призводила до зменшення площі листя у широкорядних варіантах посівів тифону восени.

За застосування мінерального удобрення ріст та розвиток рослин тифону був більш активний, а тому варіант з шириною міжрядь 30 см практично не поступався (в межах похибки досліду) ширині міжрядь 15 см, а за вирощування рослин з міжряддями в 45 см отримано достовірне зниження площі листя, хоча листків на рослинах було більше 20 тис. м²/га, що засвідчує про досить ефективний контроль площі поля від проростання та активного розмноження озимих та зимуючих видів бур'янів здатних завдати шкоди посівам тифону рано навесні.

За внесення N₈₀P₆₀K₆₀ рослини тифону сорту Оракам утворювали на 5,3 тис. м²/га, а за внесення мінерального добрива в нормі N₁₂₀P₉₀K₉₀ – 6,1 тис. м²/га більшу площу листової поверхні. Тобто високі норми застосування мінерального добрива забезпечували й формування більшої площі листя. Що за наявності сніжних зим може негативно вплинути на перезимівлю озимих культур родини *Brassicaceae* в наслідок випрівання або ж загибелі частини листової маси.

Навесні, після відновлення вегетації, важливо для озимих культур родини *Brassicaceae* в короткий період сформувати ефективну площу листової поверхні. Адже саме друга частина вегетаційного періоду припадає на

генеративний розвиток рослин, та як наслідок – вони потребують багато поживних речовин і вологи на формування та дозрівання насіння.

Значення площі листової поверхні озимих культур родини *Brassicaceae* в фазу квітування наведено в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8

Площа листової поверхні озимих культур родини *Brassicaceae* в фазу квітування, залежно від удобрення та ширини міжрядь, тис. м²/га

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Площа листя			
			2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	21,7	16,5	23,3	20,5
Ріпак озимий (Мерседес)		15	38,6	59,9	72,2	56,9
Тифон (Оракам)		15	55,9	60,2	79,1	65,1
		30	42,9	44,6	71,1	52,9
		45	34,4	33,9	59,6	42,6
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	70,2	70,5	87,9	76,2
		30	52,7	50,5	75,6	59,6
		45	41,2	46,5	61,2	49,6
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	67,0	73,6	88,0	76,2
		30	54,0	60,4	84,3	66,2
		45	50,8	48,6	63,1	54,1
H _{IP} _{0,05}			2,3	2,6	2,8	2,5

Дослідження площі листової поверхні в фазу квітування засвідчують, що мінімальні значення мали посіви суріпиці озимої сорту Оріана – 20,5 тис. м²/га, а ріпак та тифон утворювали кращі параметри площі листя – 56,9 та 60,3 тис. м²/га.

У розрізі по роках, площа листкової поверхні в сорту тифону Оракам була в 2019 році – 52,1 тис. м²/га, в 2020 році становила 54,3 тис. м²/га, а в 2021 році була значно більшою – 77,4 тис. м²/га.

Впродовж весняної вегетації рослин тифону з різною шириною міжрядь спостерігали зменшення площі листкової поверхні по мірі збільшення ширини міжрядь. Причому, за вирощування рослин з шириною міжрядь 30 см площа листя зменшилась в середньому по досліді на 12,9 тис. м²/га, а збільшення ширини міжрядь до 45 см призводило до зменшення ще на 10,8 тис. м²/га порівняно з попередньою площею.

Однак, зміни площі листкової поверхні залежно від варіантів використання удобрення мали дещо іншу динамічну картину ніж восени. Восени виявлено що досить значний дефіцит елементів живлення доступних рослинам був на контрольному варіанті без удобрення та за міжрядь 30 і 45 см. Тобто, на нашу думку, потенційно можлива нестача елементів живлення різко уповільнила ріст площі листя, а наявність бур'янів додатково ускладнила розвиток рослин тифону. А в фазу квітування спостерігалось рівномірне зменшення площі листя по мірі збільшення ширини міжрядь не залежно від варіантів удобрення. Тобто норма застосування мала значення, однак доволі пізня фаза розвитку показує суто загальні тенденції попереднього росту та розвитку рослин, адже основні кількості мінерального живлення рослини ріпаку засвоїли в фазу бутонізації.

Якщо ж аналізувати особливості застосування мінерального удобрення, то ріст та розвиток рослин тифону був активний, та в середньому за внесення N₈₀P₆₀K₆₀ рослини тифону сорту Оракам утворювали на 8,3 тис. м²/га, а за внесення мінерального добрива в нормі N₁₂₀P₉₀K₉₀ – 12,0 тис. м²/га більшу площу листкової поверхні.

Отже, співвідношення факторів впливу між варіантами удобрення та ширини міжрядь показує зменшення ролі мінерального удобрення по мірі переходу рослин озимих культур родини *Brassicaceae* від вегетативного до генеративного типу розвитку за впливу його на формування площі листя.

По мірі формування насіння на рослинах та досягання його листовий апарат рослин частково відмирає, а новий не утворюється. Натомість запасні поживні речовини що вивільняються під час відмирання листків трансформуються в урожай насіння.

Площа листової поверхні озимих культур родини *Brassicaceae* в фазу досягання наведена в таблиці 4.9

Таблиця 4.9

Площа листової поверхні озимих культур родини *Brassicaceae* в фазу досягання, залежно від удобрення та ширини міжрядь, тис. м²/га

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Площа листя досягання			
			2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрих)	15	8,5	6,7	9,5	8,2
Ріпак озимий (Мерседес)		15	15,7	24,9	28,5	23,0
Тифон (Оракам)		15	23,0	24,7	32,8	26,8
		30	18,2	18,1	28,7	21,6
		45	13,8	13,5	23,5	17,0
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	28,4	29,1	37,3	31,6
		30	21,0	21,2	31,4	24,5
		45	16,3	19,9	25,5	20,6
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	28,0	31,5	37,9	32,5
		30	22,6	25,1	35,1	27,6
		45	21,2	20,3	25,3	22,3
НІР _{0,05}			1,0	1,2	1,2	1,0

На час досягання встановлено, що мінімальне значення площі були притаманними суріпиці озимій сорту Оріана – 8,2 тис. м²/га, а ріпак та тифон утворювали кращі параметри площі листя – 23,0 та 24,9 тис. м²/га.

Якщо аналізувати особливості впливу умов вирощування в розрізі по роках, то площа листя по сорту тифону Оракам вона була в 2019 року – 21,4 тис. м²/га, в 2020 році площа листя становила 22,6 тис. м²/га, а в 2021 році була кращою – 30,8 тис. м²/га. Особливо велика площа листкової поверхні в 2021 році досягалась за рахунок гарних погодних умов впродовж вегетації – температур повітря нижче багаторічних та достатньої кількості опадів. Також було вивчено, що за вирощування рослин з шириною міжрядь 30 см площа листя зменшилась в середньому по досліді на 5,7 тис. м²/га, а збільшення ширини міжрядь до 45 см призводило до зменшення ще на 4,7 тис. м²/га порівняно з попереднім варіантом.

Аналіз ефективності застосування мінерального удобрення, показує що на ріст та розвиток рослин тифону в кінці вегетації вони впливають дуже обмежено. Так, в середньому за внесення N₈₀P₆₀K₆₀ рослини тифону сорту Оракам утворювали на 3,8 тис. м²/га, а за внесення мінерального добрива в нормі N₁₂₀P₉₀K₉₀ – 5,6 тис. м²/га більшу площу листкової поверхні.

Визначено динаміку зміни факторів досліді на формування площі листкової поверхні за результатами дисперсійного аналізу з формуванням часток впливу факторів (рис. 4.1-4.3).

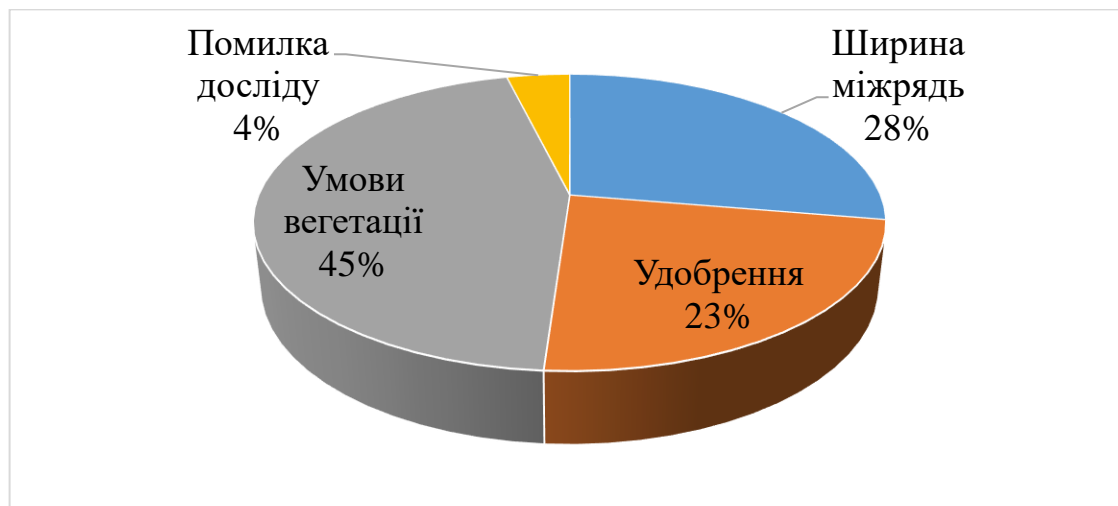


Рис. 4.1. Частка впливу факторів на формування площі листкової поверхні тифону сорту Оракам в фазу розетки, залежно від удобрення та ширини міжрядь

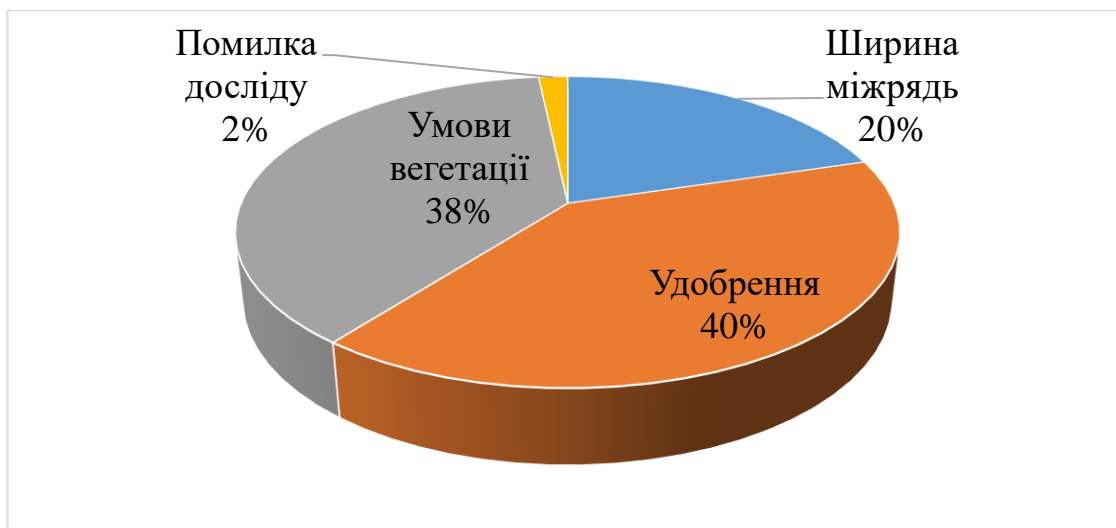


Рис. 4.2. Частка впливу факторів на формування площі листкової поверхні тифону сорту Оракам в фазу квітування, залежно від удобрення та ширини міжрядь



Рис. 4.3. Частка впливу факторів на формування площі листкової поверхні тифону сорту Оракам в фазу достигання, залежно від удобрення та ширини міжрядь

Отже, на початку вегетації, тобто на період формування розетки значний вплив на площу листкової поверхні здійснюють не тільки умови вегетаційного періоду а й ширина міжрядь та удобрення, ступінь впливу яких розділився приблизно однаково (рис. 4.1).

У фазу квітування, не зважаючи на те що по варіантах ширини міжрядь був рівномірний вплив удобрення на формування площі листя саме цей фактор є одним з вирішальних, а вплив умов вегетації – на другому місці (рис. 4.2).

А в фазу досягання насіння тифону сорту Оракам ширина міжрядь відігравала ключову роль за впливом на формування площі листя, а погодні умови років досліджень займали другу позицію за ступенем впливу (рис. 4.3).

4.1.2. Чиста продуктивність фотосинтезу

Фотосинтетична активність рослин є важливим процесом що забезпечує їх ростові можливості та подальше накопичення сухої речовини і формування врожаю. Адже саме вищі рослини накопичують органічну речовину за рахунок проходження процесів фотосинтезу, а решта процесів (мінеральне живлення, волога ґрунту, тощо) є лише супутніми потребами покликані забезпечувати та підтримувати високу ефективність фотосинтезу [103].

Відповідно, відносним показником що може охарактеризувати ефективність проходження процесів фотосинтезу є визначення чистої продуктивності фотосинтезу, що відображає накопичення надземної маси рослинами за певний проміжок їх вегетативного чи генеративного розвитку з розрахунку на одиницю площі листової поверхні. Іншими словами, чим ефективніше працює листова поверхня рослин у плані засвоєння сонячної енергії та синтезу органічної речовини тим інтенсивніше накопичуються сухі речовини.

Однак, визначення чистої продуктивності фотосинтезу важливе не тільки з погляду на процеси що відбуваються в самих рослинах, а й з погляду на ефективність технологій вирощування або ж окремих їх елементів. Адже саме забезпечення рослинам гарних умов розвитку і позначається на власне ефективності процесів фотосинтезу та накопичення сухої речовини одиницею площі листової поверхні [152].

Чиста продуктивність фотосинтезу озимих культур родини *Brassicaceae* в міжфазний період повні сходи – розетка наведена в даних таблиці 4.10.

Таблиця 4.10

Чиста продуктивність фотосинтезу озимих культур родини *Brassicaceae* в міжфазний період повні сходи - розетка, залежно від удобрення та ширини міжрядь, г/м² за добу

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Повні сходи - розетка			
			2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	0,022	0,013	0,012	0,016
Ріпак озимий (Мерседес)		15	0,007	0,005	0,004	0,005
Тифон (Оракам)		15	0,007	0,004	0,003	0,005
		30	0,009	0,007	0,004	0,007
		45	0,007	0,010	0,006	0,008
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	0,006	0,004	0,003	0,004
		30	0,007	0,004	0,003	0,005
		45	0,006	0,007	0,004	0,006
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	0,006	0,004	0,003	0,005
		30	0,007	0,005	0,003	0,005
		45	0,006	0,006	0,004	0,006
НІР _{0,05}			0,004	0,002	0,001	0,003

В осінній період росту та розвитку культур родини *Brassicaceae* накопичення сухої речовини на одиницю площі листкової поверхні було мінімальним, порівняно з іншими періодами та суттєво залежало від біологічних особливостей рослин. Так, рослини суріпиці сорту Оріана накопичували в середньому 0,016 г/м² за добу сухої речовини, а значення ріпаку та тифону були близькими – 0,005 та 0,006 г/м² за добу сухої речовини.

Чиста продуктивність фотосинтезу озимих культур родини *Brassicaceae* в міжфазний період відновлення вегетації - квітування наведена в даних таблиці 4.11.

Таблиця 4.11

Чиста продуктивність фотосинтезу озимих культур родини *Brassicaceae* в міжфазний період відновлення вегетації - квітування, залежно від удобрення та ширини міжрядь, г/м² за добу

Культура (сорт)	Удобрєння, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Відновлення вегетації - квітування			
			2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	0,61	0,77	0,63	0,67
Ріпак озимий (Мерседес)		15	0,39	0,29	0,24	0,31
Тифон (Оракам)		15	0,23	0,21	0,18	0,21
		30	0,28	0,29	0,19	0,25
		45	0,27	0,33	0,20	0,27
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	0,19	0,20	0,17	0,19
		30	0,22	0,24	0,18	0,21
		45	0,23	0,26	0,21	0,23
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	0,17	0,18	0,15	0,17
		30	0,20	0,20	0,15	0,18
		45	0,19	0,23	0,18	0,20
НІР _{0,05}			0,01	0,02	0,01	0,02

Активізація ростових процесів навесні та ефективний розвиток рослин і накопичення ними значних кількостей сухої речовини по суті були наслідком ефективної роботи фотосинтетичного апарату в цей період. Так, в середньому по культурах чиста продуктивність фотосинтезу суріпиці сорту Оріана була

0,67 г/м² за добу сухої речовини, в ріпаку Мерседес на 0,36 г/м² за добу сухої речовини, а в сорту тифону Оракам – 0,46 г/м² за добу сухої речовини менше.

Залежно від впливу факторів дослідів визначено, що за вирощування рослин тифону з шириною міжрядь 45 см чиста продуктивність фотосинтезу була на 0,04 а за вирощування з шириною міжрядь 30 см на 0,03 г/м² за добу сухої речовини більше ніж з шириною міжрядь 15 см. Можливо це пов'язано з меншою конкурентною боротьбою за фактори живлення, особливо світло за широкорядних посівів. Адже звичайні рядкові посіви сприяють формуванню в рослин високої ефективності листків лише верхнього ярусу, до якого надходить максимум сонячного світла.

Застосування ж мінерального удобрення також позначилось на накопиченні рослинами сухої речовини і при N₈₀P₆₀K₆₀ отримано загалом чисту продуктивність фотосинтезу на рівні 0,21, а при застосуванні N₁₂₀P₉₀K₉₀ – 0,18 г/м² за добу сухої речовини, тоді як на контрольних варіантах без удобрення 0,24 г/м² за добу сухої речовини.

За вирощування тифону сорту Оракам з шириною міжрядь 45 см та застосування мінеральних добрив створювались умови для формування чистої продуктивності фотосинтезу на рівні 0,20-0,23 г/м² за добу сухої речовини, тоді як посіви без удобрення забезпечували 0,26 г/м² за добу сухої речовини, що пов'язано з меншою площею листової поверхні, що бере участь в фотосинтезі. Внесення мінерального удобрення підвищувало площу листя, що в свою чергу призводило до менш ефективної роботи листового апарату в перерахунку на одиницю площі. Тобто застосування масового порівняння усередненого показника чистої продуктивності фотосинтезу не дозволило віднайти закономірності роботи фотосинтетичного апарату рослин під впливом факторів дослідів.

Значення чистої продуктивності фотосинтезу озимих культур родини *Brassicaceae* в міжфазний період квітування - досягання відображено в значеннях таблиці 4.12.

Таблиця 4.12

Чиста продуктивність фотосинтезу озимих культур родини *Brassicaceae* в міжфазний період квітування - досягання, залежно від удобрення та ширини міжрядь, г/м² за добу

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Квітування - досягання			
			2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	1,03	1,63	1,18	1,28
Ріпак озимий (Мерседес)		15	0,76	0,52	0,42	0,57
Тифон (Оракам)		15	0,37	0,38	0,30	0,35
		30	0,45	0,47	0,31	0,41
		45	0,50	0,52	0,32	0,45
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	0,31	0,35	0,30	0,32
		30	0,37	0,45	0,32	0,38
		45	0,44	0,46	0,37	0,42
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	0,28	0,30	0,27	0,28
		30	0,34	0,36	0,27	0,32
		45	0,33	0,40	0,33	0,35
НІР _{0,05}			0,04	0,06	0,03	0,05

В період від квітування до досягання в середньому по культурах чиста продуктивність фотосинтезу суріпиці сорту Оріана була 1,28 г/м² за добу сухої речовини, а в ріпаку Мерседес на 0,71 г/м² за добу сухої речовини, а в сорту тифону Оракам – 0,93 г/м² за добу сухої речовини меншою. Тобто посіви які формували більшу площу листкової поверхні менше сухої речовини накопичували з розрахунку на одиницю площі листя.

Також визначено, що за вирощування тифону з шириною міжрядь 45 см чиста продуктивність посівів була на 0,04 а за ширини міжрядь 30 см на 0,03 г/м²

за добу сухої речовини більше чим за ширини міжрядь 15 см. А застосування мінерального удобрення також позначилось на формуванні рослинами тифону сухої речовини і при внесення $N_{80}P_{60}K_{60}$ отримали чисту продуктивність фотосинтезу на рівні 0,37, а при застосуванні $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 0,32 г/м² за добу сухої речовини, тоді як на контрольних варіантах без удобрення 0,40 г/м² за добу сухої речовини.

4.1.3. Фотосинтетичний потенціал посівів

Фотосинтетичний потенціал посівів по суті є показником ефективності процесу фотосинтезу оскільки відображає сумарну усереднену площу листової поверхні, яка бере участь у фотосинтезі за одиницю часу. А отже своєрідні потенційні можливості рослин по засвоєнню сонячної енергії можуть бути представлені як зміна їх потенційного можливого фотосинтетичного засвоєння енергії. Однак, гарний фотосинтетичний потенціал не може гарантувати високу ефективність засвоєння сонячної енергії та перетворення її в суху речовину. Адже листовий апарат рослин має змінну ефективність роботи залежну від доступності елементів живлення, вологи, температури повітря, сонячної активності та технології вирощування культури. А тому фотосинтетичний потенціал слід розглядати як показник тенденційних змін площі листової поверхні що відбуваються впродовж певного періоду росту та розвитку рослин. По суті цей метод дозволяє уникнути аналізування різких змін площі листя викликаних тимчасовим впливом факторів та проаналізувати їх часові зміни з точки зору лінійності розвитку рослин [152].

Фотосинтетичний потенціал озимих культур родини *Brassicaceae* в міжфазний період повні сходи – розетка та відновлення вегетації – квітування наведений в даних таблиці 4.13.

Фотосинтетичний потенціал озимих культур родини *Brassicaceae* в міжфазний період повні сходи – розетка та відновлення вегетації - квітування, залежно від удобрення та ширини міжрядь, тис. м²/га×діб

Культура (сорт)	Удобрє ня, кг/га д.р.	Ширина міжрядь , см	Повні сходи - Розетка				Відновлення вегетації - квітування			
			2018	2019	2020	середнє	2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контрол ь (без добрив)	15	0,22	0,38	0,40	0,33	0,68	0,69	0,94	0,77
Ріпак озимий (Мерседес)		15	0,72	1,02	1,24	0,99	1,50	2,43	3,07	2,33
Тифон (Оракам)		15	0,75	1,23	1,47	1,15	2,40	2,91	3,78	3,03
		30	0,56	0,68	1,16	0,80	1,82	1,99	3,29	2,37
		45	0,72	0,51	0,87	0,70	1,64	1,45	2,65	1,92
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	0,81	1,27	1,54	1,21	3,11	3,58	4,54	3,74
		30	0,75	1,17	1,51	1,15	2,46	2,80	4,06	3,11
		45	0,81	0,73	1,12	0,88	2,08	2,26	3,08	2,47
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ 0	15	0,82	1,14	1,59	1,18	3,15	3,76	4,76	3,89
		30	0,74	1,05	1,56	1,12	2,62	3,21	4,63	3,49
		45	0,76	0,82	1,16	0,92	2,45	2,49	3,38	2,77
НІР _{0,05}			0,10	0,15	0,16	0,20	0,17	0,23	0,40	0,33

Установлено, що в період від формування повних сходів до утворення розетки в середньому по культурах фотосинтетичний потенціал суріпиці сорту Оріана була 0,33 тис. м²/га×діб, в ріпаку Мерседес отримано 0,99 тис. м²/га×діб, а в сорту тифону Оракам – 1,01 тис. м²/га×діб. Стосовно розподілу по роках, то кращі умови для формування вищого рівня фотосинтетичного потенціалу

створювались восени 2020 року, коли в середньому по досліді в рослин тифону формувалось значення ФП – 1,33 тис. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{діб}$.

За вирощування рослин тифону з шириною міжрядь 15 см фотосинтетичний потенціал був вищий, тоді як за вирощування з міжряддями 30 см виявився на 0,16 а за вирощування з шириною міжрядь 45 см на 0,35 тис. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{діб}$ нижчим чим за міжрядь 15 см.

На відміну від закономірностей зміни ширини міжрядь, застосування мінерального удобрення позитивно позначилось на формуванні рослинами фотосинтетичного потенціалу і при внесення $\text{N}_{80}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ отримано на 0,20, а при застосуванні $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$ – 0,19 тис. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{діб}$ більші значення порівняно з контрольними варіантами без удобрення.

У часовий проміжок від відновлення вегетації до квітування рослин родини *Brassicaceae* в середньому фотосинтетичний потенціал суріпиці сорту Оріана була 0,77 тис. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{діб}$, в ріпаку Мерседес – 2,33 тис. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{діб}$, а в сорту тифону Оракам – 2,98 тис. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{діб}$. Кращі умови для формування вищого рівня фотосинтетичного потенціалу створювались в 2021 році, коли в середньому по досліді в рослин тифону значення ФП досягло 3,80 тис. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{діб}$, а гірші в 2019 – 2,42 тис. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{діб}$.

Установлено, що за вирощування рослин тифону з шириною міжрядь 15 см фотосинтетичний потенціал був вищий, тоді як за міжряддя 30 см був на 0,57, а за міжряддя 45 см на 1,16 тис. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{діб}$ нижчим чим за ширини міжрядь 15 см. Застосування ж мінерального удобрення позитивно позначилось на формуванні рослинами фотосинтетичного потенціалу в міжфазний період від відновлення вегетації до квітування і при внесення $\text{N}_{80}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ отримано на 0,66, а при $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$ – 0,94 тис. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{діб}$ більші значення порівняно з контрольними варіантами без удобрення.

У цілому то кращі значення фотосинтетичного потенціалу були отримані за вирощування рослин тифону сорту Оракам з шириною міжрядь в 15 см та удобрення посівів мінеральними добривами в нормі $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$ – 3,89 тис. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{діб}$.

Параметри фотосинтетичного потенціалу озимих культур родини *Brassicaceae* в міжфазний період квітування – досягання знайшли відображення в таблиці 4.14.

Таблиця 4.14

Фотосинтетичний потенціал озимих культур родини *Brassicaceae* в міжфазний період квітування - досягання, залежно від удобрення та ширини міжрядь, тис. м²/га×діб

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Квітування - досягання			
			2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	0,83	0,67	1,03	0,85
Ріпак озимий (Мерседес)		15	1,60	2,71	3,47	2,59
Тифон (Оракам)		15	3,08	3,39	4,59	3,69
		30	2,38	2,51	4,09	2,99
		45	1,83	1,88	3,36	2,36
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	3,94	4,13	5,32	4,47
		30	2,95	2,97	4,49	3,47
		45	2,25	2,66	3,55	2,82
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	3,95	4,47	5,48	4,63
		30	3,14	3,63	5,25	4,01
		45	2,91	2,86	3,80	3,19
НІР _{0,05}			0,19	0,29	0,36	0,30

Установлено, що в період від квітування до досягання в середньому фотосинтетичний потенціал суріпиці сорту Оріана був 0,85 тис. м²/га×діб, в

ріпаку Мерседес – 2,59 тис. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{діб}$, а в сорту тифону Оракам – 3,51 тис. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{діб}$, тобто різниця була 1,74 та 2,66 тис. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{діб}$.

У розрізі років досліджень кращі умови були в 2021 році, коли в середньому по досліді в рослин тифону формувалось значення фотосинтетичного потенціалу – 4,44 тис. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{діб}$, а гірші умови були в 2019, за яких утворювались показники ФП на рівні 2,94 тис. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{діб}$.

Вирощування рослин тифону з шириною міжрядь 15 см створювало умови для конкурентної боротьби самих рослин та утворення більшої кількості та площі листя, а відповідно фотосинтетичний потенціал був вищий, тоді як за вирощування з міжряддями 30 см він був на 0,77 а за міжряддя 45 см на 1,47 тис. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{діб}$ нижчим ніж за ширини міжрядь 15 см.

Водночас внесення мінеральних добрив по аналогії з попередніми фазами розвитку позитивно позначилось на формуванні рослинами фотосинтетичного потенціалу. При застосуванні $\text{N}_{80}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ було отримано значення ФП на 0,57, а при застосуванні $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$ – 0,93 тис. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{діб}$ більші порівняно з контрольними варіантами (без удобрення).

Загалом же аналіз ефективності варіантів досліді показує що кращі значення фотосинтетичного потенціалу в міжфазний період від квітування до досягання були отримані за вирощування рослин тифону сорту Оракам з шириною міжрядь в 15 см та застосування удобрення посівів мінеральними добривами $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$ – 4,63 тис. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{діб}$.

Однак, значення фотосинтетичного потенціалу посівів дозволяє підкреслити той факт що в досліді створені гарні умови для реалізації рослинами озимих культур родини *Brassicaceae* свого біологічного потенціалу в плані накопичення сухої речовини та подальшого формування високого рівня урожаю, як зеленої маси так і насіння.

4.2. Урожайність культур залежно від технології вирощування

Озимі культури родини *Brassicaceae* слід розглядати перш за все як високоефективні олійні рослини, здатні забезпечити гарну урожайність насіння з високим вмістом олії. Біологічним потенціалом даних культур широко користуються і в кормовиробництві – для забезпечення значних обсягів відносно дешевої вегетативної маси, як зелене добриво та на даний час – як джерело цінної маси для біоенергетики. Переробляння саме вегетативної маси на біогаз є досить прибутковим видом господарської діяльності [149].

Причому якраз важливо оцінювати ефективність вирощування не тільки традиційних культур таких як ріпак, а й малопоширених – суріпиці озимого та тифону. Адже вони потребують набагато менше витрат порівняно з ріпаком та в свою чергу менш вибагливі до умов вирощування і здатні сформувати кращий урожай там де ріпак може загинути чи понести значні втрати від вимерзання або інших негативних чинників.

4.2.1. Урожайність зеленої маси озимих культур родини *Brassicaceae*

Саме здатність формувати велику біомасу виділяє з поміж інших рослини родини *Brassicaceae* та робить їх незамінними в галузі кормовиробництва, для вирощування на сидеральне добриво та для переробляння на біопаливо. Причому якраз застосуванням додаткових елементів живлення таких як азотне удобрення можна суттєво збільшити саме вегетативну масу рослин та використовувати їх цілеспрямовано – для переробляння саме зелених рослин. Однак дотримання балансу між формуванням вегетативної маси та насіння на рослинах дозволить більш диференційовано використовувати посіви. Адже суто переробляння на біоенергетичні цілі ставить під ризик забезпечення людства продовольством і в багатьох країнах уже прийняті постанови що забороняють під таке вирощування займати високопродуктивні землі. За вирощування на малопродуктивних землях

рослини родини *Brassicaceae* мають досить поганий рівень продуктивності, тому більш раціональним способом є комбіноване вирощування – з перероблянням частини вегетативної маси на кормові або біоенергетичні цілі та отриманням насіння з іншої частини посівів, або ж перероблянням врожаю соломи та отриманням насіння [194].

Закономірності формування загальної маси однієї рослини озимих культур родини *Brassicaceae* висвітлені в таблиці 4.15.

Таблиця 4.15

**Загальна біомаса однієї рослини озимих культур родини *Brassicaceae*,
залежно від удобрення та ширини міжрядь**

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Загальна біомаса 1 рослини, г			
			2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрих)	15	103,7	125,1	129,3	119,4
Ріпак озимий (Мерседес)		15	141,8	165,3	179,1	162,1
Тифон (Оракам)		15	124,1	142,1	150,9	139,0
		30	128,3	154,0	137,5	140,0
		45	109,8	118,6	131,5	119,9
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	136,4	152,6	163,5	150,8
		30	122,5	137,8	171,9	144,1
		45	114,8	146,9	146,1	135,9
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	118,0	140,3	151,3	136,5
		30	110,4	138,5	151,7	133,5
		45	107,3	122,7	133,3	121,1
H _{IP} _{0,05}			5,7	6,8	7,3	6,9

В середньому по досліді посіви суріпиці сорту Оріана формували індивідуальну масу однієї рослини на рівні 119,4 г, а самі крупні рослини були в

ріпаку Мерседес – 162,1 г, тоді як в сорту тифону Оракам маса однієї рослини становила 135,7 г.

Встановлено, що за ефективністю формування біомаси в розрізі по роках досліджень, кращі умови були в 2021 році, коли в середньому по досліді в рослин тифону індивідуальна маса однієї рослини становила – 148,6 г, а гірші в 2019 – 119,1 г.

За особливостями впливу вирощування рослин тифону з різною шириною міжрядь, досліджено що за ширини 15 см складались умови для кращого формування індивідуальної продуктивності рослин та утворення більшої кількості загальної біомаси, а відповідно за вирощування з міжряддями 30 см рослини мали на 2,96 г а за вирощування з міжряддями 45 см на 16,47 г меншу біомасу чим за ширини міжрядь 15 см.

За застосування мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ рослини тифону сорту Оракам були на 10,63 г більшими чим на контрольному варіанті, а при застосуванні $N_{120}P_{90}K_{90}$ на 2,59 г легшими. Такі значення, на нашу думку, отримано з-за того що усереднили дані різної ширини міжрядь порівнюючи варіант удобрення.

Загалом же кращий рівень формування біомаси рослини отримано за вирощування рослин тифону сорту Оракам з шириною міжрядь в 15 см та за удобрення посівів мінеральними добривами $N_{80}P_{60}K_{60}$ – 150,8 г. а уже підвищення норми удобрення викликало зменшення індивідуальної маси однієї рослини.

У цілому середня маса однієї рослини не зовсім інформативний показник, так як його слід розглядати інтегрально, поєднуючи з аналізом густоти та виживання рослин культур родини *Brassicaceae*, що в свою чергу залежить від впливу інших елементів технології. Адже надмірне формування надземної маси однієї рослини так же небажане як і нестача надземної маси та надмірна густота посівів. Однак, важливо окрім загальної біомаси рослин оцінити й особливості його перерозподілу – формування ними надземної частини та кореневої системи.

Значення маси надземної частини та кореневої системи однієї рослини озимих культур родини *Brassicaceae* наведені в таблиці 4.16.

Таблиця 4.16

Маса надземної частини та кореневої системи однієї рослини озимих культур родини *Brassicaceae*, залежно від удобрення та ширини міжрядь

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Надземна біомаса, г				Маса коренів, г			
			2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	94,8	113,1	118,7	108,8	9,0	12,1	10,7	10,6
Ріпак озимий (Мерседес)		15	124,2	143,4	156,5	141,4	17,6	21,9	22,6	20,7
Тифон (Оракам)		15	109,3	126,4	134,3	123,3	14,8	15,7	16,6	15,7
		30	115,1	133,4	124,1	124,2	13,1	20,6	13,4	15,7
		45	97,4	106,2	114,8	106,1	12,3	12,4	16,7	13,8
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	121,9	134,5	147,5	134,6	14,5	18,0	16,1	16,2
		30	109,7	123,3	156,0	129,7	12,8	14,5	15,9	14,4
		45	98,8	128,8	128,6	118,7	16,1	18,2	17,4	17,2
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	103,3	123,4	134,1	120,3	14,7	16,9	17,1	16,2
		30	99,4	122,6	136,5	119,5	11,0	15,9	15,2	14,0
		45	95,7	107,6	117,6	107,0	11,5	15,2	15,7	14,1
H _{IP} _{0,05}			4,3	5,2	6,1	5,8	2,1	2,3	2,4	2,2

За результатами проведених досліджень встановлено, що в середньому по досліді посіви суріпиці сорту Оріана мали надземну масу рослини на рівні

108,8 г, відповідно самими крупними були рослини ріпаку Мерседес – 141,4 г, тоді як в сорту тифону Оракам маса однієї рослини становила 120,4 г.

По роках досліджень кращі умови для накопичення надземної маси однієї рослини були в 2021 році, коли в середньому по досліді в рослин тифону індивідуальна маса однієї рослини становила – 132,6 г, а гірші в 2019 – 105,6 г.

Аналогічно значенням загальної біомаси за ширини 15 см складались умови для кращого формування індивідуальної біомаси надземної частини рослини, а тому за вирощування з міжряддями 30 см рослини мали на 1,6 г а за вирощування з шириною міжрядь 45 см на 15,5 г меншу масу чим за ширини міжрядь 15 см.

За застосування мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ рослини тифону сорту Оракам були на 9,76 г важчими чим на контрольному варіанті, а отже і кращий рівень формування надземної маси однієї рослини отримано за вирощування рослин тифону сорту Оракам з шириною міжрядь в 15 см та за удобрення посівів мінеральними добривами $N_{80}P_{60}K_{60}$ – 134,6 г.

Рослини суріпиці сорту Оріана мали вагу кореневої системи на рівні 10,6 г, ріпаку Мерседес – 20,7 г, тоді як в сорту тифону Оракам маса кореневої системи однієї рослини становила 15,7 г. При цьому кращі умови накопичення як надземної так і підземної біомаси були в 2020 році, коли в середньому по досліді в рослин тифону індивідуальна маса кореневої системи однієї рослини становила – 16,37 г, а гірші в 2019 – 13,43 г. А умови вегетаційного періоду 2021 року всупереч активному накопиченню вегетативної маси не сприяли в тому числі й максимізації параметрів маси кореневої системи.

Що стосується впливу факторів досліді, то за ширини 15 см складались умови для кращого формування маси кореневої системи. Хоча й не спостерігали таких істотних відмінностей як за впливу ширини міжрядь на формування вегетативної маси, але за вирощування з міжряддями 30 см рослини мали на 1,33 г а за вирощування з шириною міжрядь 45 см на 1,0 г меншу масу кореневої системи чим за ширини міжрядь 15 см.

Попри те, що за застосування мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ рослини тифону сорту Оракам мали на 0,87 г більшу масу кореневої системи чим на контрольному варіанті, а при застосуванні $N_{120}P_{90}K_{90}$ на 0,27 г меншу, однак такі відхилення перебували в межах помилки дослідів.

Причому було виявлено, що за вирощування рослин тифону сорту Оракам з шириною міжрядь в 45 см та удобрення посівів мінеральними добривами $N_{80}P_{60}K_{60}$ маса кореневої системи була навіть більшою чим на варіанті ширини міжрядь в 15 см за цього ж рівня мінерального живлення рослин. У той же час за підвищення рівня мінерального живлення не спостерігали зростання маси кореневої системи за більшої ширини міжрядь. Очевидно що норма удобрення $N_{80}P_{60}K_{60}$ проявляє своєрідний стимулювальний ефект по збільшенню маси кореневої системи за ширини міжрядь в 45 см, однак це питання потребує додаткового вивчення.

4.2.2. Урожайність насіння озимих культур родини *Brassicaceae*

Важливим питанням визначення рівня продуктивності озимих культур родини *Brassicaceae* все ж є встановлення їх урожайності. Адже попри різноманітні варіанти використання отриманого врожаю за останні десятиліття в Україні ці культури переважно вирощують для отримання насіння та подальшого його перероблення з метою отримання олії. На жаль, тваринницька галузь досить значно скоротилась в останні двадцять років, а переробка культур на біоенергетичні цілі лише набуває поширення на теренах України. При цьому традиційні сільськогосподарські культури значно уступають біоенергетичним в плані їх ефективного перероблення на тверді види палива (гранули, пелети, тріска), а переробка надземної маси на біогаз – потребує теж значних капіталовкладень і може розглядатись радше як перспектива чим реальність [173]. А тому ефективність вирощування досліджуваних культур перш за все слід оцінити в їх урожайності.

Урожайність насіння озимих культур родини *Brassicaceae* наведена в даних таблиці 4.17.

Таблиця 4.17

**Урожайність насіння озимих культур родини *Brassicaceae*, залежно від
удобрення та ширини міжрядь**

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Урожайність насіння, т/га			
			2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	1,83	2,34	2,60	2,26
Ріпак озимий (Мерседес)		15	3,30	3,87	4,02	3,73
Тифон (Оракам)		15	3,10	3,47	3,75	3,44
		30	2,90	3,22	3,48	3,20
		45	2,50	2,68	2,97	2,72
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	3,30	3,96	4,39	3,88
		30	3,00	3,66	3,96	3,54
		45	2,70	3,32	3,54	3,19
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	3,00	3,70	3,99	3,56
		30	2,90	3,52	3,92	3,45
		45	2,60	3,15	3,43	3,06
H _{IP} _{0,05}			0,11	0,12	0,21	0,12

Якщо аналізувати урожайність насіння озимих культур родини *Brassicaceae*, за роками досліджень, то кращою вона була в середньому в 2021 році, а гіршою в 2019 році, чому сприяли об'єктивні природні чинники. А саме – вплив температури повітря та нестача опадів. Однак, найбільш важливо те що загальні тенденції впливу факторів досліду були збережені не зважаючи на роки досліджень, а тому можна провести аналіз використовуючи середні багаторічні.

В середньому по досліді урожайність насіння суріпиці сорту Оріана становила 2,26 т/га, відповідно рослини ріпаку Мерседес забезпечували продуктивність на рівні 3,73 т/га, тоді як в сорту тифону Оракам рівень урожайності в середньому по досліді був 3,34 т/га, за різниці відповідно в 1,47 та 1,08 т/га.

За ширини 15 см складались умови для кращого формування урожайності насіння, а тому за вирощування з міжряддями 30 см рослини мали на 0,23 т/га а за вирощування з шириною в 45 см на 0,64 т/га меншу урожайність ніж за ширини міжрядь 15 см.

А мінеральне живлення сприяло отриманню кращого урожаю насіння. Так, за застосування мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ рослини тифону сорту Оракам мали на 0,42 т/га вищу урожайність ніж на контрольному варіанті, та за удобрення посівів мінеральними добривами $N_{80}P_{60}K_{60}$ на 0,24 т/га. А отже, за вирощування рослин з шириною міжрядь 15 см та з удобренням в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ отримано урожайність насіння 3,88 т/га.

За результатами дисперсійного аналізу визначено частку впливу факторів на формування урожайності тифону сорту Оракам (рис. 4.4).

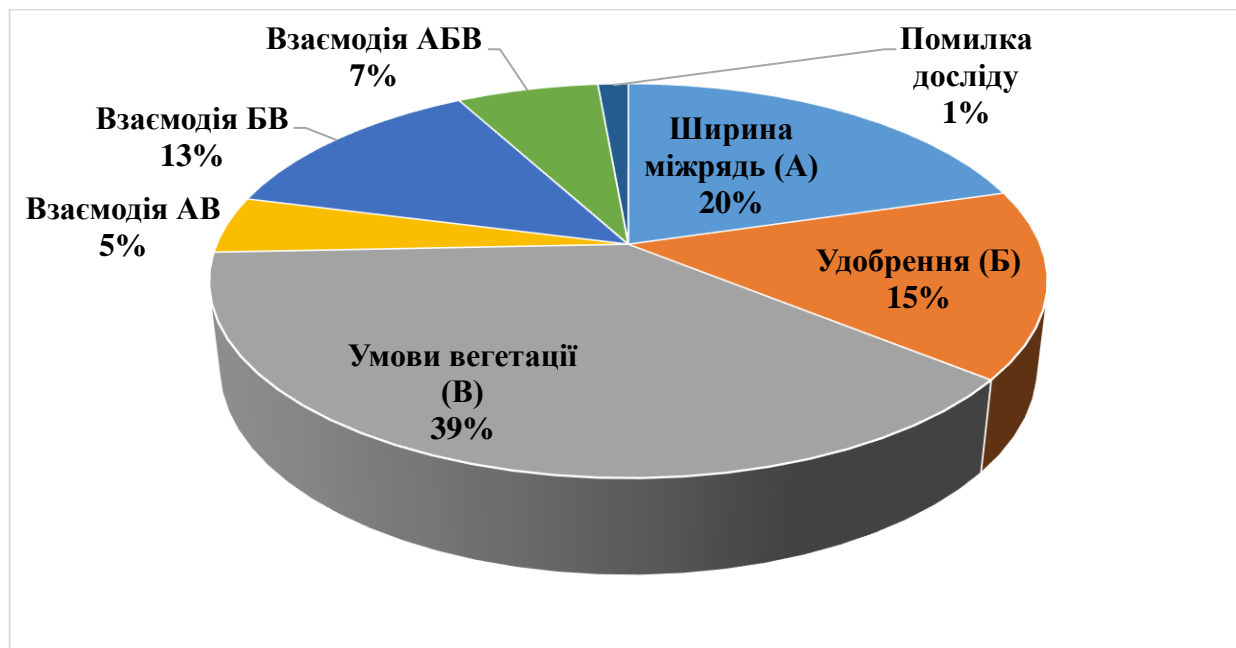


Рис. 4.4. Частка впливу факторів на формування урожайності насіння тифону сорту Оракам, залежно від удобрення та ширини міжрядь

Що стосується впливу факторів, то в тифону аналогічно іншим культурам родини *Brassicaceae* традиційно велику роль відіграють власне погодні умови вегетаційного періоду (39 %). Вплив удобрення окремо навіть менший чим ширини міжрядь, однак сумарно з взаємодією з погодними умовами вплив удобрення зростає до 28 %.

Проаналізовано також регресійні залежності між досліджуваними факторами досліду та урожайністю тифону (рис. 4.5 та 4.6).

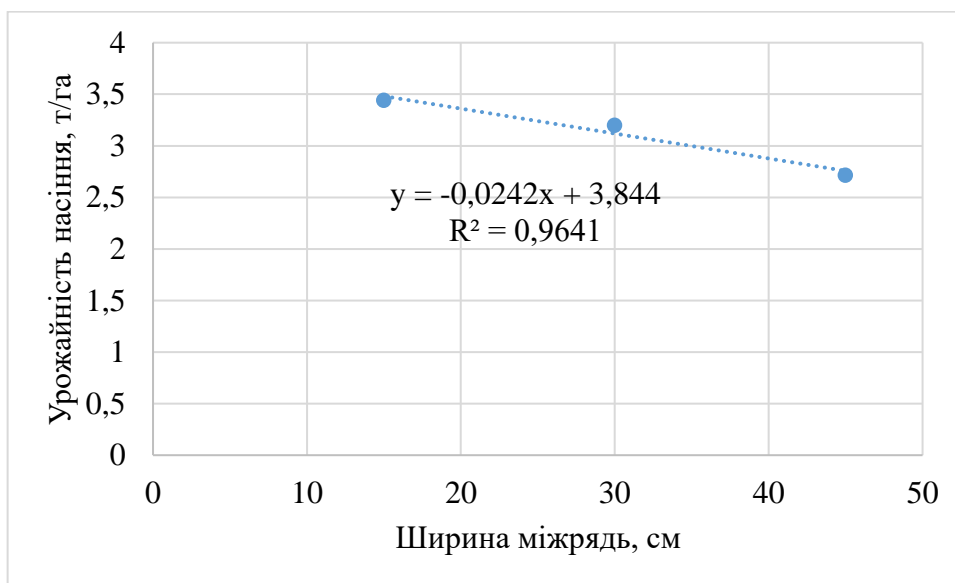


Рис. 4.5. Залежність урожайності тифону сорту Оракам від ширини міжрядь

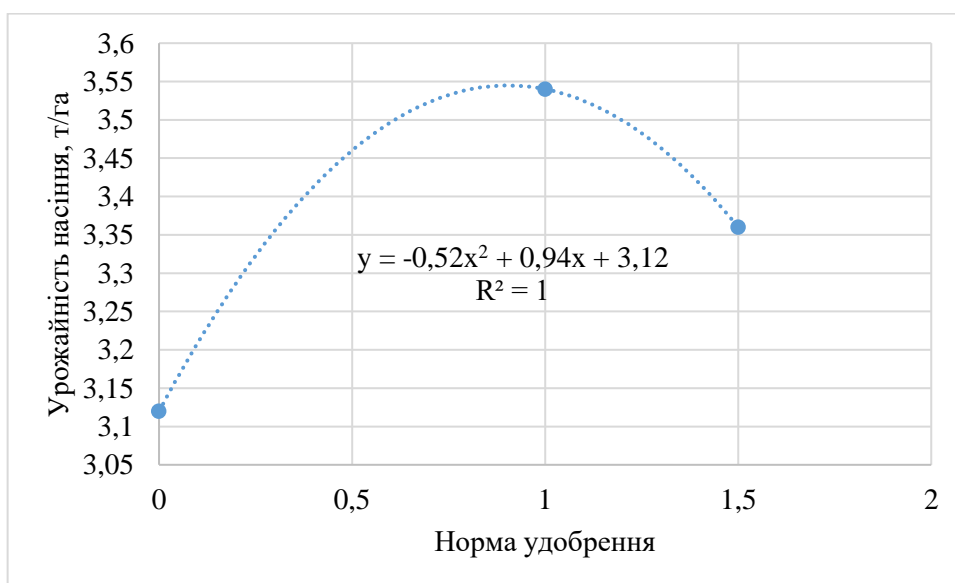


Рис. 4.6. Залежність урожайності тифону сорту Оракам від рівня удобрення
(одинарна норма $N_{80}P_{60}K_{60}$ та полуторна $N_{120}P_{90}K_{90}$)

Отже, що стосується залежності урожайності тифону сорту Оракам від ширини міжрядь, то прослідковується зворотній зв'язок що призводить до зменшення рівня урожайності з підвищенням ширини міжрядь. А отримане рівняння має тип залежності: $y = -0,0242x + 3,844$.

У випадку вивчення особливостей формування урожайності тифону сорту Оракам залежно від рівня удобрення спостерігається типова вершинність кривої, викликана застосуванням фізіологічно надмірної норми удобрення. Можливо за вивчення більшої кількості варіантів удобрення вдалося б детально встановити за якої норми різко зменшується рівень урожайності культури. Однак, очевидно, що висока норма добрив застосовувана в досліді за гарного забезпечення елементами живлення ґрунту є небажаною для рослин тифону . а саму залежність можна описати рівнянням типу: $y = -0,52x^2 + 0,94x + 3,12$.

4.3. Структура урожаю озимих культур родини *Brassicaceae*

Важливим питанням вивчення закономірностей формування врожаю насіння є встановлення особливостей його просторового розміщення на рослинах. Раніше, за недостатнього розвитку збиральної техніки та вирощування сортів в яких стручки розтріскувались та насіння мало змогу осипатися це було життєво важливим питанням щодо ефективного збору вирощеного врожаю. А на даний час такі складнощі подолано та за вирощування культур родини *Brassicaceae* і розміщення насіння по ярусах рослин цікаве перш за все з-за ефективності його дозрівання та можливостей рослин формувати високий рівень продуктивності. Адже загальновідомим є той факт, що на рослинах насіння розташоване в різних ярусах дозріває нерівномірно за рахунок різного забезпечення запасними пластичними речовинами. Водночас більших розмірів чим закладено генетично насіння досягнути не може, а в ярусах зі слабким забезпеченням елементами живлення формується щупле насіння [147; 148; 153].

Маса насіння з однієї рослини озимих культур родини *Brassicaceae* відображена в даних таблиці 4.18.

Таблиця 4.18

**Маса насіння з рослини озимих культур родини *Brassicaceae*, залежно від
удобрення та ширини міжрядь**

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширин а міжряд ь, см	Маса насіння, г											
			з рослини				з основного стебла				з бічних пагонів І порядку			
			201 9	202 0	202 1	середн є	201 9	202 0	202 1	середн є	201 9	202 0	202 1	середн є
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	4,19	5,20	5,70	5,03	0,85	1,02	1,28	1,05	3,35	4,18	4,42	3,98
Ріпак озимий (Мерседес)		15	7,35	8,53	8,98	8,29	1,37	1,75	1,90	1,68	5,97	6,78	7,08	6,61
Тифон (Оракам)		15	6,78	7,47	8,11	7,45	1,29	1,50	1,58	1,46	5,49	5,97	6,53	6,00
		30	6,55	7,09	7,69	7,11	1,28	1,44	1,70	1,47	5,27	5,65	5,99	5,64
		45	5,72	6,04	6,62	6,13	1,19	1,23	1,31	1,24	4,53	4,81	5,31	4,88
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	7,06	8,21	9,23	8,17	1,56	1,69	1,90	1,72	5,50	6,52	7,33	6,45
		30	6,55	7,68	8,38	7,54	1,28	1,65	1,58	1,50	5,27	6,03	6,80	6,03
		45	5,95	7,01	7,53	6,83	1,19	1,29	1,69	1,39	4,76	5,72	5,84	5,44
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	6,07	7,29	7,84	7,07	1,25	1,52	1,77	1,51	4,82	5,78	6,06	5,56
		30	5,98	7,09	7,78	6,95	1,05	1,49	1,55	1,36	4,93	5,60	6,22	5,58
		45	5,43	6,42	6,94	6,27	1,21	1,37	1,45	1,34	4,23	5,05	5,49	4,92
НІР _{0,05}			0,23	0,25	0,30	0,28	0,10	0,11	0,13	0,12	0,20	0,22	0,27	0,25

Визначено закономірності формування маси насіння в середньому по досліді, що рослини суріпиці сорту Оріана накопичували 5,03 г, а рослини ріпаку Мерседес – 8,29 г, тоді як в сорту тифону Оракам маса однієї рослини становила 7,06 г. Кращі умови для накопичення маси насіння з однієї рослини були в 2021 році, коли в середньому по досліді в рослин тифону формувалось 7,79 г, а гірші в 2019 – 6,23 г.

Що стосується впливу факторів досліді, то за вирощування тифону з міжряддями 30 см рослини мали на 0,36 г а за міжряддя 45 см на 1,15 г меншу масу чим за ширини міжрядь 15 см. У той же час при застосуванні мінеральних добрив в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ рослини тифону сорту Оракам формували на 0,62 г більше насіння чим на контрольному варіанті.

На рослинах суріпиці сорту Оріана утворювалась маса насіння на головному стеблі на рівні 1,05 г, в ріпаку Мерседес – 1,68 г, а в тифону сорту Оракам – 1,44 г. За роками досліджень кращі умови для накопичення маси насіння з головного стебла були такі ж як і для формування маси насіння з усієї рослини.

Встановлено також що за вирощування тифону з міжряддями 30 см рослини мали на 0,12 г а за вирощування з шириною 45 см на 0,24 г меншу масу насіння з головного стебла чим за ширини 15 см.

Кращим в плані ефективності вирощування виявилось застосування мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ та вирощування рослин тифону сорту Оракам з шириною міжрядь в 15 см, що сумарно сприяло зростанню маси насіння з основного стебла до 1,72 г.

А дослідження особливостей накопичення насіння на бічних пагонах першого порядку показали, що рослини суріпиці сорту Оріана мали 3,98 г насіння, ріпак Мерседес – 6,61 г, тоді як в тифону сорту Оракам маса становила 5,61 г.

Кращі умови для формування насіння на бічних пагонах першого порядку рослин спостерігалися за ширини міжрядь 15 см. За вирощування з міжряддями 30 см рослини мали на 0,25 г а за вирощування з шириною 45 см на 0,92 г гірші

значення. Аналогічно іншим значенням застосування мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ сприяло формуванню на 0,47 г більшої маси насіння на бічних пагонах першого порядку.

Структура урожаю насіння озимих культур родини *Brassicaceae* знайшла відображення в таблиці 4.19.

Таблиця 4.19

Структура урожаю насіння озимих культур родини *Brassicaceae*, залежно від удобрення та ширини міжрядь

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Структура урожаю насіння, %							
			з основного стебла				з бічних пагонів I порядку			
			2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	20,2	19,6	22,4	20,7	79,8	80,4	77,6	79,3
Ріпак озимий (Мерседес)		15	18,7	20,6	21,1	20,1	81,3	79,4	78,9	79,9
Тифон (Оракам)		15	19,1	20,1	19,5	19,6	80,9	79,9	80,5	80,4
		30	19,5	20,3	22,1	20,6	80,5	79,7	77,9	79,4
		45	20,8	20,4	19,8	20,3	79,2	79,6	80,2	79,7
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	22,0	20,6	20,6	21,1	78,0	79,4	79,4	78,9
		30	19,6	21,5	18,9	20,0	80,4	78,5	81,1	80,0
		45	20,1	18,4	22,4	20,3	79,9	81,6	77,6	79,7
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	20,6	20,8	22,6	21,3	79,4	79,2	77,4	78,7
		30	17,5	21,1	20,0	19,5	82,5	78,9	80,0	80,5
		45	22,2	21,4	20,9	21,5	77,8	78,6	79,1	78,5
NIP _{0,05}			1,89	2,05	2,10	2,00	4,30	4,60	4,90	4,50

Отже, за структурою формування урожаю насіння на основному стеблі та бічних пагонах, в тифону сорту Оракам основне стебло забезпечувало формування лише 20,46 % насіння, а от на пагонах першого порядку утворювалось 79,54 % насіння. Причому приблизно таке ж співвідношення показників спостерігалось і для інших досліджуваних культур родини *Brassicaceae*.

Зміна ж відсоткового розподілу з огляду на фактори дослідіу носила радше тенденційний характер, та не перевищувала помилки дослідіу, а тому не будемо детально аналізувати ці показники.

Висновки за розділом 4:

Установлено, що досліджувані норми добрива не мали позитивного ефекту в формуванні більш широких листків рослинами в фазу квітування. Так, за застосування мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ ширина листків збільшилась не значно, на 0,4 см, порівняно з контрольними варіантами дослідіу. Внесення добрив в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ також сприяло формуванню на рослинах більш широких листків, однак всього на 0,3 см. А в фазу досягання на варіантах удобрення рослин $N_{80}P_{60}K_{60}$ або ж $N_{120}P_{90}K_{90}$ ширина листків була більшою на 0,3 см, порівняно з контрольними варіантами дослідіу.

Встановлено, що в середньому за внесення $N_{80}P_{60}K_{60}$ рослини тифону сорту Оракам в фазу квітування утворювали на 8,3 тис. м²/га, а за внесення мінерального добрива в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 12,0 тис. м²/га більшу площу листової поверхні.

Якщо аналізувати вплив факторів на площу листя, то в фазу формування розетки значну роль впливу на площу листової поверхні відіграють не тільки умови вегетаційного періоду (45 %) а й ширина міжрядь (28 %) та удобрення (23 %). В фазу квітування, не зважаючи на те що по варіантах ширини міжрядь спостерігали рівномірний вплив удобрення на формування площі листя саме цей

фактор був одним з вирішальних (40 %), а вплив умов вегетації – на другому місці (38 %). А в фазу досягання насіння тифону сорту Оракам ширина міжрядь відігравала ключову роль за впливом на формування площі листя (40 %), а погодні умови років досліджень займали другу позицію за важливістю впливу (36 %).

Встановлено, що за вирощування рослин тифону з шириною міжрядь 45 см чиста продуктивність фотосинтезу посівів в період від квітування до досягання була на 0,04 а за вирощування з шириною міжрядь 30 см на 0,03 г/м² за добу сухої речовини більше чим за ширини міжрядь 15 см. А застосування мінерального удобрення також позначилось на формуванні рослинами сухої речовини і при внесення N₈₀P₆₀K₆₀ отримали чисту продуктивність фотосинтезу на рівні 0,37, а при застосуванні N₁₂₀P₉₀K₉₀ – 0,32 г/м² за добу сухої речовини, тоді як на контрольних варіантах без удобрення 0,40 г/м² за добу сухої речовини.

За вирощування рослин тифону з шириною міжрядь 15 см фотосинтетичний потенціал в часовий проміжок від відновлення вегетації до квітування був вищий, тоді як за вирощування з міжряддями 30 см був на 0,57 а за вирощування з шириною міжрядь 45 см на 1,16 тис. м²/га×діб нижчим чим за ширини міжрядь 15 см. Застосування ж мінерального удобрення позитивно позначилось на формуванні рослинами фотосинтетичного потенціалу в міжфазний період від відновлення вегетації до квітування і при внесення N₈₀P₆₀K₆₀ отримали на 0,66, а при застосуванні N₁₂₀P₉₀K₉₀ – 0,94 тис. м²/га×діб більші значення порівняно з контрольними варіантами без удобрення.

Якщо досліджувати вплив факторів досліду на урожайність насіння, то за ширини 15 см складались умови для кращого формування урожайності насіння, а тому за вирощування з міжряддями 30 см рослини мали на 0,23 т/га а за вирощування з шириною міжрядь 45 см на 0,64 т/га меншу урожайність чим за ширини міжрядь 15 см. А мінеральне живлення сприяло отриманню кращого урожаю насіння. Так, за застосування мінерального удобрення в нормі N₈₀P₆₀K₆₀ рослини тифону сорту Оракам мали на 0,42 т/га вищу урожайність чим на контрольному варіанті, та за удобрення посівів мінеральними добривами

$N_{80}P_{60}K_{60}$ на 0,24 т/га. А отже, за вирощування з шириною міжрядь 15 см та удобренням в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ отримано урожайність насіння 3,88 т/га.

Досліджено, що за вирощування рослин тифону сорту Оракам з шириною міжрядь 15 см та нормою удобрення $N_{80}P_{60}K_{60}$ маса насіння з рослини становила 8,17 г, з головного стебла 1,72 г та з бічних пагонів першого порядку 6,45 г, що відповідало кращим значенням досліду. Тоді як на контрольних варіантах було отримано значення 7,45, 1,46 та 6,00 г відповідно. Також встановлено що зростання ширини міжрядь до 30 см зменшувало масу насіння з рослини на 0,36 г, масу насіння з головного пагону на 0,12 г та масу насіння з бічних пагонів першого порядку на 0,25 г в порівнянні з традиційною шириною міжрядь 15 см. А вирощування рослин тифону з шириною міжрядь 45 см призводило до зниження на 1,15, 0,24 та 0,92 г відповідно.

Розділ 5

**БІОХІМІЧНА ОЦІНКА ТА ЕНЕРГОПРОДУКТИВНІСТЬ ОЗИМИХ
КУЛЬТУР РОДИНИ *BRASSICACEAE***

На даний час олійні культури родини *Brassicaceae* досить універсальні, адже їх використання найбільш різнопланове, а саме: як продовольство, на корм худобі та для переробки на енергетичні цілі. Так, їх насіння має білок добре збалансований за амінокислотним складом, а зелену масу використовують як зелений корм для ВРХ. Однак, в останні десятиліття поголів'я ВРХ кардинально скоротилось та виробники перейшли на інші схеми годування, що виключає надходження зелених кормів напряму до згодовування тварин [187].

Також слід враховувати і сидеральну роль олійних культур родини *Brassicaceae* – вирощування пожнивних посівів на зелений корм та як зелене добриво. Однак, і тут не все гладко, оскільки в Україні спостерігається значний дефіцит вологи в другій половині літа. Так, після озимої пшениці в регіонах з достатнім волого забезпеченням в метровому шарі ґрунту залишається 25-40 мм вологи, чого недостатньо для ефективного вирощування сидеральних культур.

Отже, в зв'язку з кліматичними та господарсько-економічними змінами, що відбулись в останні десятиліття, кормова та сидеральна роль олійних культур родини *Brassicaceae* відійшла на другий план. Тому основним напрямом використання їх можна вважати переробну промисловість – з метою отримання високоякісної харчової олії та за переробки на біоенергетичні цілі.

У сучасних умовах господарювання використання олії культур родини *Brassicaceae* як відновлювального джерела енергії та сировини для хімічної промисловості набуває все більшого значення. Причому олію можуть переробляти не тільки на паливно-мастильні матеріали а й використовуючи для синтезу більш складних сполук [59].

Насіння олійних культур родини *Brassicaceae* легко переробляється в біодизельне паливо, при цьому саме основною сировиною й виступає олія, а додаткові хімічні речовини відіграють лише роль супутніх агентів по очищенню

та доведенню палива до необхідних стандартів. А отже, дефіцит виробленого з нафти дизельного палива в Україні та його дорожнеча потребує збільшення площ зайнятих під вирощуванням олійних культур. Адже підраховано, що якщо близько 10 % орних земель в Україні засіяти культурами родини *Brassicaceae* то це щорічно забезпечить до 8,5 млн. т насіння, або ж що відповідає цифрі в 3 млн. т дизельного палива [104].

А отже, з загального різновекторного використання олійних культур родини *Brassicaceae* можна виділити два основні напрями важливі в плані їх практичної реалізації – переробка для отримання харчових олій та на біоенергетичні цілі. А тому з безлічі хімічних показників якості насіння олійних культур для нас найбільш важливими є визначення вмісту олії в насінні та власне енергетична складова врожаю. Обидві досліджувані ознаки змінюються не лише від видових чи сортових особливостей, а й у великій мірі за рахунок застосування агротехнічних заходів догляду за посівами та впливу погодних умов вегетаційного періоду.

Питанням вивчення якісних характеристик насіння озимого ріпаку присвячено дослідження багатьох учених. Зокрема: І.М. Катеринчук встановлював вплив елементів технології на якісні значення насіння ріпаку ярого, а О. І. Рудник-Іващенко, О. О. Шовгун та А. П. Іваницька вивчали цілий спектр сортів та гібридів ріпаку вітчизняної та зарубіжної селекції за біохімічним складом. Науковці Я. Гойсальук, В.Лихочвор та О. Шавалюк визначили вплив строків сівби на якість насіння озимого ріпаку в Західному Лісостепу України. Вплив факторів формування якості олії вивчав В. Носенко, тоді як в працях Г. В. Коваль, В. Г. Новак охарактеризовані сортові особливості ріпаку озимого залежно від приналежності їх до різних селекційних установ.

Отже, питання вивчення якісного складу насіння озимих культур, особливо озимого ріпаку, добре вивчене і нам слід зосередити увагу винятково на характеристиці впливу факторів досліду на якість насіння олійних культур родини *Brassicaceae*.

5.1. Біохімічна характеристика насіння озимих культур родини *Brassicaceae*

Відомо, що для олійних культур найбільш важливим питанням якісної характеристики продукції є визначення вмісту олії. Адже у випадку культур родини *Brassicaceae* не важливо навіть жирнокислотний склад його, оскільки від цього залежить суто спрямування переробки а не придатність до переробки.

Вміст та збір олії з насіння озимих культур родини *Brassicaceae* в розрізі років вирощування наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Вміст та збір олії з насіння залежно від удобрення та ширини міжрядь

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Вміст олії в насінні, %				Збір олії з насіння, кг/га			
			2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	32,5	33,6	34,2	33,4	594,8	786,2	889,2	756,7
Ріпак озимий (Мерседес)		15	43,7	46,0	47,0	45,6	1442,1	1780,2	1889,4	1703,9
Тифон (Оракам)		15	40,9	41,2	41,7	41,3	1267,9	1430,5	1564,2	1420,8
		30	41,0	41,5	41,9	41,5	1189,0	1335,9	1458,1	1327,7
		45	41,4	41,8	42,2	41,8	1035,0	1118,2	1254,4	1135,8
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	41,3	42,0	42,6	42,0	1362,9	1663,2	1869,7	1631,9
		30	41,9	42,2	42,8	42,3	1257,0	1544,5	1694,9	1498,8
		45	42,3	42,7	43,0	42,7	1142,1	1418,1	1520,9	1360,4
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	42,0	42,5	42,9	42,5	1260,0	1573,4	1711,7	1515,0
		30	42,5	43,0	43,3	42,9	1232,5	1513,9	1695,2	1480,5
		45	43,0	43,6	44,0	43,5	1118,0	1372,8	1510,1	1333,6
НІР _{0,05}			1,3	1,1	1,4	1,3	45	42	46	44

Вміст олії в насінні досліджуваних культур розрізі по роках дещо відрізнявся і при оцінюванні тифону сорту Оракам, в середньому по досліді можна стверджувати що гірші умови були в 2019 році, коли сформувалось 41,8 % олії. А кращим виявився за впливом на формування вмісту олії вегетаційний період 20-21 років, коли середній вміст олії становив 42,7 %. Стосовно інших культур родини *Brassicaceae* – суріпиці озимої сорту Оріана та ріпаку озимого сорту Мерседес, то спостережено аналогічні залежності зміни вмісту олії. Це дозволяє припустити що кращим за формуванням умов для ефективного синтезування та накопичення в насінні олії були умови вегетаційних періодів 20-21 років, а гіршими – 18-19 рр.

Щодо культур родини *Brassicaceae* то мінімальний середній вміст олії в насінні був притаманний суріпиці озимої сорту Оріана – 33,4 %, а ріпак озимий Мерседес мав максимум – 45,6%, тоді як тифон сорту Оракам в середньому по досліді мав вміст олії 42,3 %.

Визначено, що на контролі без застосування добрив та з міжряддями за ширини 15 см вміст олії в насінні тифону був найменшим – 41,3 %, водночас як навіть краще забезпечення рослин сонячним світлом за ширини міжрядь 45 см сприяло зростанню вмісту олії на 0,5 %

Удобрення відіграє суттєву роль в формуванні високого вмісту олії в насінні культур родини *Brassicaceae*, адже навіть високий рівень природної родючості потребує значних енергетичних зусиль для засвоєння мінеральних елементів живлення, тоді як мінеральні добрива є більш доступними для кореневої системи рослин. А тому вміст олії за удобрення в онрмі $N_{80}P_{60}K_{60}$ становив 42,0-42,7, а за внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 42,5-44,0 % відповідно.

За обох варіантів удобрення кращим за вмістом олії в насінні тифону було вирощування рослин з міжряддями 45 см. А в випадку застосування мінеральних добрив в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ отримано кращий в досліді вміст олії – 44,0 %.

Аналогічні результати отримували і інші вчені. За даними В.А. Мазур та О.О. Мацера загальний вихід олії залежить від підвищення норми добрива, та

вони отримали максимальних значень у варіанті із внесенням $N_{240}P_{120}K_{240}$ – за першого строку сівби загальний вихід олії становив 1,85 т/га [137; 143; 136; 151].

Збір олії з насіння – інтегральний показник, що відображає валовий збір олії з одиниці площі. Так, за збором олії з насіння тифону сорту Оракам в середньому по досліді, можна стверджувати що гірші умови були в 2019 році, коли отримали 1207 кг/га олії. А кращим за збором олії був вегетаційний період 20-21 років, коли середнє значення було 1586,6 кг/га. Отже, кращими за формуванням умов для ефективного накопичення олії та отримання гарного її збору були умови вегетаційних періодів 20-21 років, а гіршими – 18-19 рр.

Визначено також що мінімальний середній збір олії був властивий суріпиці озимої сорту Оріана – 756,7 кг/га а ріпак озимий сорту Мерседес мав максимум – 1703,9 кг/га, тоді як тифон сорту Оракам в середньому по досліді забезпечував збір олії на рівні 1411,6 кг/га.

Удобрення відіграє визначну роль не тільки в формуванні високого вмісту олії в насінні культур родини *Brassicaceae*, а й в отриманні значного збору його. Так, встановлено, що за удобрення посівів в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ збір олії склав 1360,4-1631,9 кг/га, а за внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 1333,6-1515,0 відповідно.

На відміну від вмісту олії в насінні тифону, де кращим був варіант вирощування рослин з шириною міжрядь в 45 см за обох норм удобрення за визначення збору олії отримали дещо інші значення. Так, встановлено, що кращий збір олії спостерігався за висіву рослин з шириною міжрядь в 15 см. Де створювались більш кращі параметри посівів в плані чисельності рослин. А в випадку застосування мінеральних добрив в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ отримано кращий в досліді збір олії – 1631,9 кг/га.

5.2. Енергетична продуктивність озимих культур родини *Brassicaceae*

Для розробки стратегій переробки рослин на біоенергетичні цілі важливим є розуміння їх енергетичної цінності як сумарної так і окремих частин врожаю

[177]. А тому дані загального виходу енергії та з надземної маси озимих культур родини *Brassicaceae* відображені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Загальний вихід енергії та з надземної маси , залежно від удобрення та ширини міжрядь

Культура (сорт)	Удобрєння, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Вихід енергії, ккал/кг				Вихід енергії з надземної маси, Гкал/га			
			2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	4091	4100	4080	4090	52,4	67,2	74,3	64,6
Ріпак озимий (Мерседес)		15	3845	3812	3872	3843	69,8	81,1	85,6	78,8
Тифон (Оракам)		15	4160	4217	4187	4188	70,9	80,5	86,4	79,3
		30	4168	4187	4153	4169	66,5	74,1	79,5	73,4
		45	4206	4150	4212	4189	57,8	61,1	68,9	62,6
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	4171	4156	4187	4171	75,7	90,5	101,1	89,1
		30	4202	4149	4198	4183	69,3	83,5	91,4	81,4
		45	4158	4199	4185	4181	61,7	76,7	81,4	73,3
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	4182	4173	4179	4178	69,0	85,0	91,7	81,9
		30	4162	4161	4159	4161	66,4	80,6	89,6	78,8
		45	4226	4176	4178	4193	60,4	72,3	78,9	70,5
НІР _{0,05}			38	33	39	46	1,2	1,3	1,4	1,3

За результатами виконаних розрахунків встановлено, що вихід енергії з одиниці надземної біомаси тифону сорту Оракам, в середньому по досліді був 4179 ккал/кг. Погодні умови неістотно впливали на дане значення, хоча в 2020 році отримано енергетичний еквівалент біомаси на рівні 4174 ккал/кг, а в вегетаційний період 19 та 21 років середнє значення було 4182 ккал/кг. Отже,

енергетична складова надземної маси тифону змінювалась з року в рік, однак значних коливань значень не спостерігали.

Якщо аналізувати інші досліджувані культури, то мінімальний вихід енергії був властивий надземній масі ріпаку озимого сорту Мерседес - 3843 ккал/кг, а в суріпиці озимої сорту Оріана отримано більш енергетично насичену біомасу – 4090 ккал/кг.

Порівнюючи дані енергетичного еквіваленту надземної маси можна прийти до висновку, що удобрення та ширина міжрядь незначно відіграє за впливом на дану ознаку. Тобто рослини формують певний рівень енергетичної ефективності а різниця спостерігається мінімальна – викликана відмінностями та похибками повторень дослідів.

Вихід енергії з надземної біомаси є сумарним показником, що поєднує в собі валовий збір біомаси з одиниці площі помножений на калорійність одиниці біомаси. А отже, даний показник більш сильно залежить від впливу факторів дослідів та погодних умов. Так, вихід енергії з надземної біомаси тифону сорту Оракам, в середньому по досліді становив 76,7 Гкал/га, а в 2019 році були гірші погодні умови, що забезпечили накопичення в біомасі 66,4 Гкал/га енергії. По аналогії з іншими показниками кращим був вегетаційний період 20-21 років, коли середнє значення склало 85,4 Гкал/га.

Також встановлено, що мінімальний середній збір енергії з біомасою був властивий суріпиці озимої сорту Оріана – 64,6 Гкал/га а ріпак озимий сорту Мерседес мав кращі значення – 78,8 Гкал/га. Тобто навіть за більш енергетично ціннішої одиниці біомаси загальне накопичення її відіграє істотну роль і суріпиця сумарно сформувала менший вихід енергії.

Оскільки удобрення сприяє формуванню більшої кількості надземної маси, то воно й відіграє визначну роль в накопиченні загальної енергії культурами родини *Brassicaceae*. Так, встановлено що за удобрення рослин мінеральними добривами в дозі $N_{80}P_{60}K_{60}$ загальний збір енергії біомаси склав 73,3-89,1 Гкал/га, а за внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 70,5-81,9 Гкал/га відповідно.

Також встановлено, що кращий збір енергії надземної маси спостерігався за висіву рослин з шириною міжрядь в 15 см та застосування мінеральних добрив в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ – 89,1 Гкал/га.

Однак, в останні роки спостерігаються тенденції з використання надземної маси для удобрення ґрунту, а тому важливо визначити скільки енергії можемо отримати виключно з врожаєм насіння – як таким що однозначно забираємо з поля після збирання врожаю (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Вихід енергії з насіння та з урожаєм залежно від удобрення та ширини міжрядь

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Вихід енергії з насіння, ккал/кг				Вихід енергії з урожаєм насіння, Гкал/га			
			2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	6226	6298	6315	6280	11,4	14,7	16,4	14,2
Ріпак озимий (Мерседес)		15	6508	6516	6529	6518	21,5	25,2	26,2	24,3
Тифон (Оракам)		15	6297	6325	6336	6319	19,5	22,0	23,8	21,7
		30	6305	6356	6390	6350	18,3	20,5	22,2	20,3
		45	6310	6388	6400	6366	15,8	17,1	19,0	17,3
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	6314	6332	6370	6339	20,8	25,1	28,0	24,6
		30	6320	6376	6410	6369	19,0	23,3	25,4	22,6
		45	6387	6399	6406	6397	17,2	21,3	22,7	20,4
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	6400	6423	6441	6421	19,2	23,8	25,7	22,9
		30	6409	6416	6450	6425	18,6	22,6	25,3	22,1
		45	6418	6435	6460	6438	16,7	20,3	22,2	19,7
NIP _{0,05}			65	73	68	70	1,0	1,1	1,1	1,2

За результатами досліджень встановлено, що вихід енергії з насіння тифону сорту Оракам, в середньому по досліді був 6380 ккал/кг, що значно вище ніж загалом в біомасі. Погодні умови не значно впливали і на цю ознаку, хоча в 2019 році отримано енергетичний еквівалент на рівні 6351 ккал/кг, а в вегетаційний період 20-21 років середнє значення було 6407 ккал/кг. А мінімальний вихід енергії був властивий насінню суріпиці озимої сорту Оріана – 6280 ккал/кг, а більш енергетично насичене насіння було притаманне ріпаку озимому сорту Мерседес - 6518 ккал/кг.

Водночас вихід енергії з урожаєм насіння залежить від багатьох факторів і в нашому досліді в тифону сорту Оракам, в середньому він був 21,3 Гкал/га, а в 2019 році були гірші погодні умови, що забезпечили накопичення в насінні 18,3 Гкал/га енергії. По аналогії з іншими значеннями кращим був вегетаційний період 20-21 років, коли середнє значення було 23,8 Гкал/га. А мінімальний середній збір енергії з насінням був властивий суріпиці озимої сорту Оріана – 14,2 Гкал/га а ріпак озимий сорту Мерседес мав кращі значення – 24,3 Гкал/га.

За застосування удобрення був відмічений не тільки кращий рівень формування енергії в біомасі а й накопичення кращого збору енергії в насінні. Так, за удобрення $N_{80}P_{60}K_{60}$ загальний збір енергії в насінні склав 20,4-24,6 Гкал/га, а за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 19,7-22,9 Гкал/га відповідно. А кращий збір енергії в насінні спостерігався за висіву рослин з шириною міжрядь в 15 см та застосування мінеральних добрив в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ – 24,6 Гкал/га.

Важливо розуміти, що при перероблянні насіння родини *Brassicaceae* отримується олія, а решта продукції – макуха може використовуватись для годівлі великої рогатої худоби. А тому в стратегії вибору переробки культур родини *Brassicaceae* варто розглянути усі можливі варіанти отримання енергії в тому числі і з олії.

Дані виходу енергії з олії озимих культур родини *Brassicaceae* наведені в таблиці 5.4.

Вихід енергії з олії залежно від удобрення та ширини міжрядь

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Вихід енергії з олії, ккал/кг				Вихід енергії з олії з урожаю насіння, Гкал/га			
			2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	9384	9395	9399	9393	5,6	7,4	8,4	7,1
Ріпак озимий (Мерседес)		15	9446	9452	9463	9454	13,6	16,8	17,9	16,1
Тифон (Оракам)		15	9316	9309	9292	9305	11,8	13,3	14,5	13,2
		30	9336	9318	9350	9335	11,1	12,4	13,6	12,4
		45	9320	9345	9313	9326	9,6	10,4	11,7	10,6
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	9310	9326	9340	9325	12,7	15,5	17,5	15,2
		30	9313	9338	9314	9322	11,7	14,4	15,8	14,0
		45	9345	9337	9340	9340	10,7	13,2	14,2	12,7
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	9313	9299	9326	9312	11,7	14,6	16,0	14,1
		30	9320	9336	9330	9329	11,5	14,1	15,8	13,8
		45	9328	9331	9335	9331	10,4	12,8	14,1	12,4
НІР _{0,05}			56	54	58	51	0,4	0,6	0,3	0,5

Встановлено, що вихід енергії з олії тифону сорту Оракам, в середньому по досліді був 9325 ккал/кг. Погодні умови неістотно впливали на даний показник, хоча в 2019 році отримано енергетичний еквівалент на рівні 9322 ккал/кг, а в вегетаційний період 20-21 років середнє значення було 9327 ккал/кг. Отже, енергетична складова олії тифону змінювалась з року в рік, однак значних коливань не спостерігали.

Якщо аналізувати інші культури, то мінімальний вихід енергії був властивий олії суріпиці озимої сорту Оріана – 9393 ккал/кг, а більш енергетично насичену олію отримано в ріпаку озимого сорту Мерседес - 9454 ккал/кг.

Встановлено, що вихід енергії з олії тифону сорту Оракам, в середньому по досліді становив 31120 Гкал/га, а в 2019 році були гірші погодні умови, що забезпечили накопичення в олії 26930 Гкал/га енергії. По аналогії з іншими значеннями кращим був вегетаційний період 20-21 років, коли середнє значення було 34641 Гкал/га.

Визначено, що мінімальний середній вихід енергії з олією був властивий суріпиці озимої сорту Оріана – 7,1 Гкал/га а ріпак озимий сорту Мерседес мав кращі значення – 16,1 Гкал/га.

Удобрєння не тільки забезпечує формування значної кількості надземної маси а й утворєння кращого збору насіння то воно й відіграє визначну роль в накопичєнні енергії отриманої з олії культурами родини *Brassicaceae*. Так, встановлено що за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ загальний збір енергії олії склав 12,7-15,2 Гкал/га, а за $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 12,4-14,1 Гкал/га відповідно. Також встановлено, що кращий вихід енергії олії спостєрїгався за висїву рослин з шириною міжрядь в 15 см та застосування мінеральних добрив в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ – 15,2 Гкал/га.

Отже, якщо аналізувати стратегії переробляння культур родини *Brassicaceae* на біопаливо, то найбільш вигідно розробляти особливості переробки загальної біомаси рослин з розділенням її на види продукції. Адже з насінням отримуємо лише 27,8 % від загальної енергії накопичєної з урожаєм надземної маси. Тоді як за використання лише олії цей відсоток становить всього 17,2 %.

5.3. Винос макроелементів з надземною біомасою

Зважаючи на те, що визначили ефективність використання надземної маси тифону як сировини для біоенергетики слід більш детально проаналізувати й значення виносу рослинами макроелементів. Оскільки у випадку отримання врожаю насіння та повернення побічної продукції в ґрунт як добрива значна частина поживних речовин залишається доступною для наступних культур. А

коли забираємо максимально повно біомасу, то для поновлення родючості ґрунту слід додатково застосовувати добрива під наступні культури сівозміни.

Отже, розглянемо особливості виносу макроелементів надземною біомасою озимих культур родини *Brassicaceae* як невідомої частини втрат в випадку переробки їх на біоенергетичні цілі (таблиця 5.5).

Таблиця 5.5

**Винос макроелементів надземною біомасою озимих культур родини
Brassicaceae, залежно від удобрення та ширини міжрядь**

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Винос макроелементів надземною біомасою, кг/га			
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	95,5	39,7	114,9	23,2
Ріпак озимий (Мерседес)		15	159,9	77,1	119,9	85,6
Тифон (Оракам)		15	121,8	51,8	140,6	32,5
		30	123,9	52,5	142,8	32,1
		45	103,0	43,4	120,0	27,7
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	139,0	58,7	158,4	36,5
		30	121,1	50,7	138,7	31,1
		45	109,7	46,6	125,8	29,1
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	126,2	53,1	144,5	33,7
		30	119,5	50,6	135,9	32,3
		45	113,1	48,6	128,7	31,2
НІР _{0,05}			2,3	1,2	2,1	1,0

У структурі виносу макроелементів по озимих культур родини *Brassicaceae* можна відмітити досить близькі значення за фосфором в суріпиці та тифону а також за калієм в суріпиці та ріпаку. За споживанням азоту та кальцію

максимальні значення отримано за вирощування ріпаку – 159,9 та 85,6 кг/га, тоді як рослини тифону засвоюють в надземній біомасі в 2,6 раз менше цього макроелементу.

У середньому по досліді встановили що рослини тифону виносять з надземною біомасою 119,7 кг/га азоту, 50,7 кг/га фосфору, 137,3 кг/га калію та 31,8 кг/га кальцію. А найбільш високий винос макроелементів спостерігався за вирощування рослин з шириною міжрядь 15 см, який за удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ становив 139,0 кг/га азоту, 58,7 кг/га фосфору, 158,4 кг/га калію та 36,5 кг/га кальцію, тоді як за аналогічної норми висіву та за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ зафіксували винос макроелементів на рівні 126,2 кг/га азоту, 53,1 кг/га фосфору, 144,5 кг/га калію та 33,7 кг/га кальцію.

На відміну від більшості традиційних культур озимі родини *Brassicaceae* засвоюють поживні речовини з шару ґрунту щонайменше 90 см, що змінює уявлення про удобрення та винос ними елементів живлення. Адже за таких умов дози мінеральних добрив 60–80 кг/га діючої речовини здатні сприяти отриманню вищого приросту урожаю, ніж дози 120–150 кг/га, що і спостерігалось в нашому досліді [56].

Окрім того використання основних макроелементів відбувається більш рівномірніше чим засвоєння рослинами азоту. Так близько 70 % азоту капустині споживають під час формування і розвитку генеративних органів, решта ж засвоєння макроелемента не є критичною для успішного росту і розвитку рослин. А тому азот доцільніше вносити не лише у вигляді невеличкої стартової передпосівної дози а й одного-двох підживлень на початку формування генеративних органів [87].

Визначено й загальне засвоєння макроелементів необхідних на формування біомаси озимих культур родини *Brassicaceae* (табл. 5.6). Отримані показники засвідчують скільки макроелементів витрачається на формування загальної біомаси озимих капустяних культур з точки зору засвоєння її як надземною так і підземною частиною. І хоча коренева система рослин залишається при збиранні в ґрунті, елементи живлення деякий час є

недоступними для наступних рослин до споживання. А тому стратегії вирощування та удобрення за переробки тифону на біоенергетичні цілі варто планувати з врахуванням набагато більшого виносу макроелементів чим за збирання насіння. Особливо коли ставимо на меті планомірне підвищення родючості ґрунту а не поступове його виснаження.

Таблиця 5.6

Загальна потреба в макроелементах для формування біомаси озимих культур родини *Brassicaceae*, залежно від удобрення та ширини міжрядь

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Потреба в макроелементах, кг/га			
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	123,6	51,4	148,6	30,1
Ріпак озимий (Мерседес)		15	209,0	100,8	156,8	112,0
Тифон (Оракам)		15	156,4	66,5	180,6	41,7
		30	153,1	64,9	176,4	39,7
		45	128,7	54,2	150,0	34,6
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	175,0	73,9	199,3	45,9
		30	163,1	68,3	186,7	41,9
		45	155,4	66,0	178,3	41,2
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	170,0	71,6	194,8	45,4
		30	164,2	69,5	186,8	44,4
		45	146,1	62,7	166,2	40,2
НІР _{0,05}			2,4	1,3	2,2	1,0

Встановили, що рослини тифону накопичують в загальній біомасі 156,9 кг/га азоту, 66,4 кг/га фосфору, 179,9 кг/га калію та 41,7 кг/га кальцію. А найбільш високий винос макроелементів спостерігався за вирощування рослин з

шириною міжрядь 15 см, який за удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ становив 175,0 кг/га азоту, 73,9 кг/га фосфору, 199,3 кг/га калію та 45,9 кг/га кальцію, тоді як за аналогічної норми висіву та за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ зафіксували винос макроелементів на рівні 170,0 кг/га азоту, 71,6 кг/га фосфору, 194,8 кг/га калію та 45,4 кг/га кальцію.

Отже, за вирощування тифону на біоенергетичні цілі слід додатково вивчати стратегії удобрення культури, оскільки в ґрунті на якому проводили дослід, чорноземі опідзоленому міститься мінерального азоту ($NH_4 + NO_3$) на рівні 18,6-29,4 мг/кг (від середнього до підвищеного), вміст рухомого фосфору 106,6-120,6 мг/кг, та вміст калію складає 50,04-72,2 мг/кг (середній), а вміст обмінного кальцію коливається від підвищеного (2225 мг/кг) до дуже високого (4100 мг/кг).

Висновки за розділом 5:

Встановлено, що серед культур родини *Brassicaceae* мінімальний вміст олії в насінні був притаманний суріпиці озимої сорту Оріана – 33,4 %, а ріпак озимий сорту Мерседес мав високий показник – 45,6%, тоді як тифон сорту Оракам в середньому мав вміст олії 42,3 %. А за вмістом олії в насінні тифону кращим був варіант вирощування рослин з шириною міжрядь в 45 см на усіх варіантах удобрення. А у випадку застосування мінеральних добрив в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ отримано кращий в досліді вміст олії – 44,0 %.

У той же час на відміну від вмісту олії в насінні тифону, де кращим виявився варіант вирощування рослин з шириною міжрядь в 45 см на усіх варіантах удобрення за визначення збору олії отримали дещо інші значення. Так, встановлено, що кращий збір олії спостерігався за висіву рослин з шириною міжрядь в 15 см. Де створювались кращі параметри посівів в плані чисельності рослин. А в випадку застосування мінеральних добрив в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ отримано високий збір олії – 1631,9 кг/га.

Визначено, що за вирощування тифону сорту Оракам кращі значення накопичення енергії в біомасі та насінні а також збір енергії надземної маси спостерігався за висіву рослин з шириною міжрядь в 15 см та застосування мінеральних добрив в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ – 89,1, 24,6 та 15,2 Гкал/га відповідно.

Встановлено, що мінімальний збір олії був властивий суріпиці озимої сорту Оріана – 756,7 кг/га а ріпак озимий сорту Мерседес мав максимум – 1703,9 кг/га, тоді як тифон сорту Оракам в середньому забезпечував збір олії 1411,6 кг/га. Також визначено, що мінімальний вихід енергії був властивий насінню та олії суріпиці озимої сорту Оріана – 6280 та 9393 ккал/кг, а більш енергетично насичене насіння та олія було притаманне ріпаку озимому сорту Мерседес - 6518 та 9454 ккал/кг. А якщо розглядати енергію накопичувану в біомасі, то мінімальний вихід енергії був властивий біомасі ріпаку озимого сорту Мерседес - 3843 ккал/кг, а в суріпиці озимої сорту Оріана отримано більш енергетично насичену біомасу – 4090 ккал/кг.

Досліджено, що найбільш вигідно розглядати переробку загальної біомаси рослин з розділенням її на основну та побічну сировину. Адже з насінням отримуємо лише 27,8 % від загальної енергії накопиченої в урожаї надземної маси, а за використання лише олії цей відсоток становить всього 17,2 %.

Досліджено, що на кращих варіантах за урожайністю біомаси тифону винос макроелементів становив 139,0 кг/га азоту, 58,7 кг/га фосфору, 158,4 кг/га калію та 36,5 кг/га кальцію. Так, на чорноземі опідзоленому (з вмістом мінерального азоту на рівні від середнього до підвищеного), вмісту рухомого фосфору та калію середньому та вмісту обмінного кальцію від підвищеного до дуже високого особливу увагу слід звернути на правильне застосування азотних та калійних добрив, причому застосування $N_{80}P_{60}K_{60}$ є задовільним варіантом в плані забезпечення рослин макроелементами окрім калію. Подальше збільшення норми азотного удобрення повинне супроводжуватись розробкою більш гнучких схем його застосування, для отримання кращого ефекту від внесення. А кальцію в ґрунті міститься занадто багато, тому не варто акцентувати увагу на застосуванні добрив з цим макроелементом.

Розділ 6

**ЕКОНОМІЧНА І ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ
ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМИХ КУЛЬТУР РОДИНИ *BRASSICACEAE***

Озимі види родини *Brassicaceae* економічно важливі тим що перш за все мають приналежність до орієнтованих на експорт культур. У випадку вирощування соняшника існує законодавча заборона на вивезення насіння за кордон, а інші олійні культури можна переробляти поза межами України. Тому економічна складова вирощування а особливо ефективність подальшої реалізації насіння дуже сильно залежить від цін що складаються на світовому ринку. Однак, ціни на насіння ріпаку формуються на досить значному рівні в зв'язку з активним використанням олій культур родини *Brassicaceae* для переробки на біодизель [145].

В контексті зростання біоенергетичної складової, за обсягами світового виробництва серед досліджуваних культур лише ріпак займає друге місце з часткою 14 %, тоді як обсяги виробництва сої становлять 59% з загального об'єму 532 млн т насіння олійних культур.

Більш чим третю частину олії ріпаку, виробленої в Німеччині, переробляють на паливо [8; 161; 183]. У зв'язку з активним біоенергетичним використанням уже станом на 2002 р. в Німеччині ріпак становив 11 %, а подекуди доходила й до 22 % в розрізі структури посівних площ [8]. Однак останніми роками основний попит на сировину для перероблення на біопаливо країни Європейського союзу (на 88 %) вдовольняють в насінні культур родини *Brassicaceae* саме за рахунок закупівлі їх в сусідніх країнах, в тому числі в Україні.

В Україні переважно вирощується озимий ріпак, частка якого складає 96 %, а за офіційними даними Держстату в 2021 році валовий збір ріпаку озимого становив 97,4 % від загального об'єму валового збору насіння ріпаку озимого та ріпаку ярого (кользи).

Вирощування культур родини *Brassicaceae* досить прибуткова справа, адже врожайність насіння у виробничих умовах коливається від 1,5 до 2,5 т/га, а за даними Держстату в 2021 році середня урожайність по Україні склала 2,95 т/га. При цьому ж в 2021 році собівартість становила 450 доларів США з розрахунку на 1 га. У той же час ціна форварду на умовах CPT в Україні стартували від 500 і досягали 600 доларів США за 1 т насіння. А отже в національній валюті за умови продажу по EXW ціни на ріпак коливались в середньому від 15 до 17 тис. грн/т.

Однак економічна ситуація в сільськогосподарському виробництві, в тому числі й з-за війни в Україні, досить серйозно змінилась. Перш за все в питаннях визначення витрат на основні агротехнічні операції, адже розраховані економічні витрати на технологію вирощування на рівні 12150 грн./га були за обмінного курсу долара США на рівні 27 грн. та відсутності логістичних проблем з доставкою паливно-мастильних матеріалів та врожаю.

Однак цінність винятково експортних культур, до яких можна віднести рослини родини *Brassicaceae* полягає в тому, що середньозважена для умов виробництва собівартість може залишитись на старому рівні в доларах США, а може й дещо зменшитись за рахунок витрат на оплату праці. Адже основні складові технології вирощування, такі як добрива, засоби захисту рослин, паливо чітко прив'язані до курсу долара США, оскільки переважна кількість їх закуповується за кордоном або ж виробники добрив орієнтуються в ціні винятково на закордонний ринок. А тому курс іноземної валюти близький до 40 грн/долар чи євро збільшить суто необхідність господарства в об'ємах гривневої маси необхідної на проведення сівби догляду та збирання культур.

Окремо слід проаналізувати перспективи продажу продукції, адже за умови поставки в Європейський союз ціна однієї тони ріпаку складає 600 доларів США, а отже кардинальних змін в цьому питанні теж не спостерігаємо. Однак, переважна більшість виробників сільськогосподарської продукції продають її на території України, а тут дещо інше співвідношення закупівельних цін. Так,

транспортні витрати на доставку що значно зросли призвели до формування внутрішньої закупівельної ціни на ріпак в межах 10-12 тис. грн/т.

6.1. Економічна ефективність вирощування озимих культур родини *Brassicaceae*

Серед досліджуваних культур родини *Brassicaceae* саме ріпак озимий вважається найбільш вивченим в плані біології, догляду а також і економіки вирощування. Тому логічно орієнтуватись на дану культуру в плані визначення виробничих витрат. Однак, суріпиця озима та тифон потребують значно менше витрат на систему захисту посівів від шкідників та хвороб, що відображається і в економічній ефективності вирощування. А тому розраховували витрати на технологію для усіх досліджуваних культур на основі їх технологічних карт вирощування та застосовування реальних заходів догляду в розрізі індивідуальної агротехніки[59].

Без застосування добрив на технологію вирощування суріпиці озимої витрати становили 11,6 тис. грн., тифону 13,5 тис. грн., а ріпаку озимого найдорожче з усіх культур родини *Brassicaceae* – 17,2 тис. грн. (таблиця 6.1).

Аналіз технологічних карти вирощування засвідчує нам також значні витрати саме в технології ріпаку озимого на блок захисту від хвороб, до найбільш з розповсюджених належать: фомоз (*Phoma lingam* Desm.), альтернаріоз (*Alternaria brassicae* Sacc. та *Alternaria brassicicola* Wilts), борошниста роса (*Erysiphe communis* Grev. J, *brassicae* Hamm.) та несправжня борошниста роса чи пероноспороз (*Peronospora brassicae* Gaeum.), циліндроспоріоз (*Cylindrosporium concentricum* Grev.). також значної шкоди, а іноді навіть повністю можуть знищити врожай культури завдають такі шкідники як: ріпакова блішка, ріпаковий білан, ріпаковий квіткоїд, капустяна попелиця, прихованохоботники, хрестоцвіті блішки.

Однак, не тільки захист рослин є вартісним, а застосування мінеральних добрив істотна стаття витрат і не зважаючи на незначні витрати на технологію

виросування тифону за внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$ загальні витрати сягають 25,3-26,2 тис. грн./га.

Таблиця 6.1

Економічна ефективність вирощування озимих культур родини

***Brassicaceae*, залежно від удобрення та ширини міжрядь, в цінах 2021 року**

Культура (сорт)	Удобрєння, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Витрати на технологію, грн./га	Вартість врожаю, грн./га	Собівартість, грн./т	Рента- бельність, %
Суріпиця озима (сорт Оріана)	Контроль (без добрих)	15	11665	44005	5169	377
Ріпак озимий (гібрид Мерседес)		15	17258	72735	4627	421
Тифон (сорт Оракам)		15	13510	67100	3926	497
		30	13965	62394	4365	447
		45	14401	52959	5303	368
Тифон (сорт Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	21390	75719	5509	354
		30	21845	69030	6171	316
		45	22281	62127	6993	279
Тифон (сорт Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	25330	69498	7107	274
		30	25785	67181	7484	261
		45	26221	59674	8568	228

Аналогічно на варіантах застосування максимального удобрення було отримано й найвищу собівартість однієї тони насіння. Так, за ширини міжрядь

15 см в сорту Оракам собівартість становила 7,1 тис. грн/т, а за міжрядь 45 см – зросла до 8,5 тис. грн./т.

Висока вартість мінерального удобрення наклала свій відбиток на витрати на технологію в цілому та за вирощування тифону сорту Оракам з нормою мінерального удобрення $N_{80}P_{60}K_{60}$ вони становили 21,3-22,2 тис. грн./га, а за застосування $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 25,3-26,2 тис. грн./га відповідно.

При оцінюванні вартості врожаю орієнтувались на вартість тони насіння ріпаку, оскільки продаж решти культур не має стійкого окремого ціноутворення.

Отже, найменша вартість врожаю насіння була отримана за вирощування суріпиці сорту Оріана, а ріпак озимий гібриду Мерседес формував врожай вартістю 72,7 тис. грн./га. Однак, краще значення вартості отриманого врожаю було на варіанті вирощування тифону сорту Оракам за удобрення $N_{80}P_{60}K_{60}$ та ширини міжрядь 15 см – 75,7 тис. грн.

А рівень рентабельності вирощування культури, як інтегральний показник ефективності застосування витрат та отриманого прибутку засвідчує досить значний відрив варіантів інтенсивної технології вирощування від інших. Так, використання природньої родючості та вирощування тифону без удобрення за ширини міжрядь 15 см забезпечило рівень рентабельності 497 %. За вирощування культури за аналогічної ширини міжрядь за внесення мінерального удобрення $N_{80}P_{60}K_{60}$ рівень рентабельності був 354 %.

Такий високий рівень рентабельності притаманний періоду останніх років та викликаний перш за все значному збільшенню закупівельних цін на насіння. А за більш ранніми даними Прикарпатської дослідної станції озимий ріпак сорту Черемош забезпечив рентабельність на рівні 186,5%, сорту Демерка – 163,6%, а сорту Дембо – 173,2% відповідно [126; 200]. За даними інших вчених ріпак гібриду Мерседес за обробки насіння (5 л/т) і дворазового обприскування «Вермийодіс» (4 л/га) забезпечував найбільший чистий дохід та рентабельність – 133,5% [55].

Важливе має також визначення економічної ефективності вирощування культур родини *Brassicaceae* в нових економічних умовах продиктованих війною в Україні (таблиця 6.2).

Таблиця 6.2

Економічна ефективність вирощування озимих культур родини *Brassicaceae*, залежно від удобрення та ширини міжрядь, в цінах 2022 року

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Витрати на технологію, грн./га	Вартість врожаю, грн./га	Собівартість, грн./т	Рента- бельність, %
Суріпиця озима (сорт Оріана)	Контроль (без добрив)	15	16564	27080	7340	163
Ріпак озимий (гібрид Мерседес)		15	24506	44760	6570	183
Тифон (сорт Оракам)		15	19184	41292	5575	215
		30	19830	38396	6198	194
		45	20449	32590	7530	159
Тифон (сорт Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	30374	46596	7822	153
		30	31020	42480	8763	137
		45	31639	38232	9931	121
Тифон (сорт Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	35969	42768	10092	119
		30	36615	41342	10628	113
		45	37234	36722	12167	99

Адже економічні негаразди та нерентабельність вирощування окремих культур, в сфері сільського господарства, можуть завдати непоправної шкоди

галузі. Оскільки в умовах війни галузь формує понад 50 % експортного потенціалу країни, тоді як культури родини *Brassicaceae* орієнтовані на експорт і відмова від їх вирощування може спричинити суттєве зменшення надходження грошових коштів.

Як бачимо, витрати на технологію вирощування в національній валюті зросли, оскільки значна частина матеріально-технічних ресурсів імпортована з-за кордону. Так, без внесення добрив на технологію вирощування суріпиці озимої витрати в 2022 році становили 16,5 тис. грн./га, тифону 19,1 тис. грн./га, а ріпаку озимого – 24,5 тис. грн./га. Тоді як за вирощування тифону сорту Оракам з нормою мінерального удобрення $N_{80}P_{60}K_{60}$ витрати становили 30,3-31,6 тис. грн./га, а за застосування мінерального удобрення в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 35,9-37,2 тис. грн./га.

Отже, варіантах внесення максимального удобрення отримано й найвищу собівартість однієї тони насіння. Так, за ширини міжрядь 15 см в сорту Оракам собівартість становила 10,0 тис. грн/т, а за міжрядь 45 см – зросла до 12,1 тис. грн./т.

А попри зростання затрат на технологію вирощування вартість врожаю впала, за рахунок формування нижчих закупівельних цін. Тому найменша вартість врожаю була за вирощування суріпиці сорту Оріана. Ріпак озимий гібриду Мерседес забезпечував врожай на суму 44,7 тис. грн./га. Однак, аналогічно минулому рокові, кращі значення ціни отриманого врожаю були на варіанті вирощування тифону сорту Оракам за удобрення $N_{80}P_{60}K_{60}$ та ширини міжрядь 15 см – 46,5 тис. грн.

Такий диспаритет цін на елементи технології та власне готову продукцію не міг не позначитись і на рівні рентабельності культури. За вирощування тифону без удобрення за ширини міжрядь 15 см отримано рівень рентабельності 215 %, що був найвищим в досліді. А вирощування культури за аналогічної ширини міжрядь за внесення мінерального удобрення $N_{120}P_{90}K_{90}$ рівень рентабельності був 119 %, тоді як за ширини міжрядь 45 см – 99 %.

6.2. Енергетична ефективність вирощування озимих культур родини *Brassicaceae*

Енергетична ефективність вирощування сільськогосподарських культур перебуває в тренді не лише з-за визначення альтернативної ефективності вирощування не прив'язаної до диспаритету цін в конкретних економічних умовах. Саме головне, що енергетичний аналіз допомагає визначити витрати енергії на виробництво культур та її надходження з готовою продукцією [146].

Адже ощадливе використання елементів технології, виражене в енергетичній складовій їх є однією з головних передумов зростання валового виробництва сільськогосподарської продукції. Постійний пошук менш енерговитратних технологій вирощування спричинений і тим що раціональне природокористування потребує мінімізації викидів вуглецю та інших парникових газів і з часом продукцію з високим відсотком енерговитрат перестануть споживати в Європейському союзі. У випадку з вирощуванням культури родини *Brassicaceae* орієнтованих на експорт такі обмеження істотно вдарять по виробниках вітчизняної продукції.

Тому саме енергетичний аналіз забезпечує ефективну оцінку технологій вирощування сільськогосподарських культур з врахуванням специфіки їх вирощування, а не грошової вартості певної матеріальної складової, яка може сформуватись на підставі ажіотажного попиту або невиправдано високих чи низьких цін.

Для визначення розрахунків енергетичної ефективності вирощування культур родини *Brassicaceae* користувались технологічними картами на основі яких і проводили перерахунок в енергетичні значення виробничих витрат. Для цього застосовували енергетичні еквіваленти сировини, матеріалів та кожного з виду робіт.

Енергетична ефективність вирощування озимих культур родини Brassicaceae за вирощування з різною шириною міжрядь та варіантами удобрення показана в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3

**Енергетична ефективність вирощування озимих культур родини
Brassicaceae, залежно від удобрення та ширини міжрядь**

Культура (сорт)	Удобрення, кг/га д.р.	Ширина міжрядь, см	Енергоємність врожаю, ГДж/га	Енерговитрати на технологію, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності (K _{ee})
Суріпиця озима (сорт Оріана)	Контроль (без добрив)	15	58,8	17,3	3,4
Ріпак озимий (гібрид Мерседес)		15	94,7	19,7	4,8
Тифон (сорт Оракам)		15	90,7	16,5	5,5
		30	84,4	16,8	5,0
		45	71,8	17,0	4,2
Тифон (сорт Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	102,5	38,0	2,7
		30	93,8	38,3	2,4
		45	84,7	38,9	2,2
Тифон (сорт Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	94,3	54,2	1,7
		30	91,3	54,6	1,7
		45	81,4	54,9	1,5

Установлено, що без застосування добрив на технологію вирощування суріпиці озимої енерговитрати становили 17,3 ГДж/га, тифону 16,5 ГДж/га, а

ріпаку озимого найбільш енергетично затратніше з усіх культур родини *Brassicaceae* – 19,7 ГДж/га.

Окрім витрат на захист рослин енергетично затратним є також і внесення мінеральних добрив. Отже, за використання мінеральних добрив з нормою $N_{120}P_{90}K_{90}$ при вирощуванні тифону витрачено 54,2-54,9 ГДж/га. При цьому за удобрення посівів з нормою $N_{80}P_{60}K_{60}$ енерговитрати складали 38,0-38,9 ГДж/га, тобто були на 30 % нижчими за високу норму застосування мінерального удобрення.

При цьому кращий вихід енергії з одиниці площі отримано за вирощування тифону сорту Оракам з шириною міжрядь 15 см та за удобрення $N_{80}P_{60}K_{60}$ що становив 102,5 ГДж/га. Однак більший вихід енергії не означає високу ефективність технології вирощування загалом, що пов'язано з необхідністю оцінювати баланс енерговитрат.

Висока енергетична складова мінерального удобрення наклала свій відбиток на технологію вирощування загалом та коефіцієнт енергетичної ефективності за вирощування тифону сорту Оракам з нормою мінерального удобрення $N_{80}P_{60}K_{60}$ він становив 2,7-2,2, а за застосування мінерального удобрення в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 1,7-1,5 відповідно.

Отже, найменша енергетична ефективність вирощування забезпечується за вирощування тифону з високим рівнем мінерального удобрення. Однак, не зважаючи на те що кращі значення КЕЕ спостерігались на варіантах використання природньої родючості та вирощування тифону сорту Оракам без добрив з шириною міжрядь 15 см не можемо рекомендувати цей варіант як ефективний спосіб вирощування. Адже в такому випадку ґрунт з часом істотно виснажується, що не дозволяє забезпечувати достатній рівень продуктивності сільськогосподарських культур.

Висновки за розділом 6:

Культури родини *Brassicaceae* формують гарний рівень продуктивності на неудобрених фонах, за умови високої природної родючості ґрунту. Однак, даний спосіб вирощування призводить до істотного виснаження запасів елементів живлення в ґрунті, а тому не можемо рекомендувати його як оптимальний з точки зору раціонального природокористування.

За вирощування тифону сорту Оракам та удобрення посівів мінеральним добривом нормою $N_{80}P_{60}K_{60}$ отримано собівартість виробництва однієї тони продукції 5,5 тис. грн. та рівень рентабельності 354 %, що є оптимальним в плані застосування мінерального живлення. У випадку підвищення доз добрив до $N_{120}P_{90}K_{90}$ – рівень рентабельності знизився до 274-228 %.

За вирощування тифону сорту Оракам в цінах 2022 року, за умови удобрення посівів мінеральним добривом нормою $N_{80}P_{60}K_{60}$ можна отримати собівартість виробництва однієї тони продукції 7,8 тис. грн. та рівень рентабельності 153 %, що є оптимальним в плані застосування мінерального живлення. У випадку підвищення норм добрив до $N_{120}P_{90}K_{90}$ – рівень рентабельності знизився до 119-99 %.

Визначено, що за вирощування тифону сорту Оракам за застосування мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ коефіцієнт енергетичної ефективності становив 2,7-2,2, а за $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 1,7-1,5.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення, вивчення біолого-екологічних особливостей рослин та обґрунтовано новий підхід до виконання наукового завдання – оптимізації елементів технології вирощування малопоширеної озимої олійної культури – тифону у порівнянні з окремими представниками родини *Brassicaciae* (суріпицею та ріпаком).

1. Встановлено, що за умов культивування середня тривалість вегетаційного періоду у рослин тифону становила 241 діб. За внесення мінеральних добрив, відбувається подовження тривалості вегетаційного періоду залежно від норми добрив з 2,9 ($N_{80}P_{60}K_{60}$) до 5,2 діб ($N_{120}P_{90}K_{90}$). На розвиток рослин у різній мірі вплинула ширина міжрядь: так за міжряддя 30 см у порівнянні з 15 см виявлено незначне уповільнення розвитку рослин (на 1,2 доби), а за ширини міжрядь 45 см спостерігалася значна затримка розвитку (на 5,3 діб). Виявлено, що застосування мінеральних добрив у нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ достовірно не впливало на відсоток виживання рослин, тоді як за внесення підвищеної норми ($N_{120}P_{90}K_{90}$) спостерігалася незначне збільшення виживаності сходів порівняно з контролем.

2. Визначено, що найбільша довжина кореневої системи у рослин тифону сорту Оракам у фазу розетки формувалася за ширини міжрядь 15 см. Застосування мінеральних добрив у нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ сприяло збільшенню довжини кореневої системи (до 12,7 см), тоді як за вищою нормою ($N_{120}P_{90}K_{90}$) цей показник був менше контролю. Виявлено, що за внесення $N_{80}P_{60}K_{60}$ середня висота рослин тифону в фазу квітування дещо перевищувала як варіанти з високою нормою добрив ($N_{120}P_{90}K_{90}$) так і в контролі. Визначено, що більша кількість пагонів першого порядку в фазу досягання у рослин тифону була за ширини міжрядь 15 см, тоді як по мірі збільшення міжрядь та норми удобрення виявлено зменшення їх кількості.

3. Встановлено, що кращі умови для формування урожайності надземної маси і насіння тифону та забезпечення найвищого загального виходу енергії з фітосировини створювались за застосування мінеральних добрив ($N_{80}P_{60}K_{60}$ і $N_{120}P_{90}K_{90}$) та вирощування рослин з шириною міжрядь 15 і 30 см. За таких умов формування урожаю насіння та накопичення енергії в біомасі характеризувалось з високим рівнем пластичності, що відповідало інтенсивним умовам вирощування і сприяло гарній реалізації рослинами біологічного потенціалу та ефективному використанню елементів технології вирощування, зокрема удобрення.

4. Визначено, що площа листкової поверхні рослин тифону сорту Оракам за удобрення в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ у фазу квітування була на 8,3 тис. $m^2/га$, а за внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 12,0 тис. $m^2/га$ більше контролю. За впливом факторів визначено, що в фазу формування розетки значну роль відіграють не тільки умови вегетаційного періоду (45 %), а й ширина міжрядь (28 %) та удобрення (23 %). У фазу квітування рослин фактор удобрення був одним з вирішальних (40 %), а у фазу досягання насіння – ширина міжрядь відігравала ключову роль за впливом на формування площі листків (40 %). Вплив умов вегетації у обох фазах розвитку виявився дещо меншим і становив 38 % – за квітування та 36% – за досягання.

5. Встановлено, що застосування мінеральних добрив позитивно вплинуло на формування рослинами тифону фотосинтетичного потенціалу в міжфазний період від відновлення вегетації до квітування. Визначено, що при внесенні $N_{80}P_{60}K_{60}$ забезпечуються на 0,66 тис. $m^2/га \times діб$, а при – $N_{120}P_{90}K_{90}$ на 0,94 тис. $m^2/га \times діб$ вищі показники фотосинтетичного потенціалу рослин порівняно з контрольним варіантом. Виявлено, що в період від фази квітування до досягання насіння чиста продуктивність фотосинтезу при внесенні добрив як у нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ (0,37 $г/м^2$ за добу сухої речовини), так і при застосуванні $N_{120}P_{90}K_{90}$ (0,32 $г/м^2$ за добу сухої речовини) порівняно з контрольним варіантом дещо зменшується (0,40 $г/м^2$ за добу сухої речовини).

6. Встановлено, що середня маса насіння з рослин була найбільшою за ширини міжрядь 15 см та норми удобрення $N_{80}P_{60}K_{60}$ (8,17 г) : на долю головного стебла припадає 21 % (1,72 г), бічних пагонів першого порядку – 79 % (6,45 г) продуктивності насіння. Виявлено, що за збільшення ширини міжрядь до 30 см зменшувалася маса насіння з рослини на 4,4% і до 45 см – на 14,1 % у порівнянні з шириною міжряддя 15 см.

7. Встановлено, що урожайність насіння тифону сорту Оракам за застосування мінеральних добрив у нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ була на 0,42 т/га, за внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$ на 0,24 т/га більшою, ніж на контрольному варіанті. Визначено, що за ширини міжряддя 15 см склалися кращі умови для формування урожайності насіння, ніж у широкорядних посівах: за міжряддя 30 см цей показник зменшувався на 0,23 т/га, за ширини 45 см – на 0,64 т/га.

8. Визначено, що серед озимих культур родини *Brassicaciae* найменший вміст олії у насінні був у суріпиці озимої сорту Оріана (33,4 %), найбільший (45,6 %) – у ріпаку озимого сорту Мерседес. Значно вищий вміст олії у насінні, ніж у суріпиці (на 8,9 %), але дещо нижчий, ніж у ріпаку озимого (на 3,3 %) забезпечив тифон (42,3 %). Серед варіантів дослідів кращим виявився спосіб вирощування рослин з шириною міжрядь 45 см при обох варіантах удобрення. У той же час визначено, що більший збір олії забезпечується за висіву рослин з міжряддями 15 см.

9. Встановлено, що найбільші показники теплоємності надземної маси та насіння, а також вихід енергії з урожаєм забезпечується за вирощування тифону сорту Оракам та за висіву рослин з шириною міжрядь 15 см і застосування мінеральних добрив у нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ – 89,1, 24,6 та 15,2 Гкал/га відповідно. Найменшу теплоємність має насіння та олія суріпиці озимої сорту Оріана – 6280 та 9393 ккал/кг на абс.суху речовину. Найбільшу теплоємність забезпечило насіння та олія ріпаку озимого сорту Мерседес – 6518 та 9454 ккал/кг на абс.суху речовину. За теплоємністю побічної продукції (надземна маса) найменшою виявилася фітосировина ріпаку озимого – 3843 ккал/кг, а найбільшою – суріпиці озимої – 4090 ккал/кг на абс.суху речовину.

10. Встановлено, що за вирощування тифону сорту Оракам незалежно від норми мінерального добрива забезпечується високий рівень рентабельності від 354 % (у варіанті $N_{80}P_{60}K_{60}$) до 228 % (у варіанті $N_{120}P_{90}K_{90}$). У менш сприятливих економічних умовах (як у 2022 р.) порівняно з іншими роками, хоча суттєво знизилася ефективність вирощування тифону, але у цілому рентабельність була достатньо високою – від 153 % (у варіанті $N_{80}P_{60}K_{60}$) до 99 % (у варіанті $N_{120}P_{90}K_{90}$). Кое становив 2,7 та 1,7 відповідно.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою одержання високої продуктивності озимих олійних культур родини *Brassicaceae*, а зокрема тифону, в умовах Лівобережного Лісостепу України рекомендується запроваджувати наступні елементи технології:

Вирощувати тифон сорту Оракам з шириною міжрядь 15 см;

На чорноземі опідзоленому з середнім вмістом рухомого азоту та калію застосовувати мінеральне добриво в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$;

На чорноземі опідзоленому з низьким вмістом рухомого азоту та калію застосовувати мінеральне добриво в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$;

Фосфорно-калійне удобрення вносити восени, до сівби а азотне добриво застосовувати восени, в міжряддя під час сівби, (N_{20}) та навесні, як ранньовесняне підживлення з внесенням 40-60 кг/га д. р. азоту у формі сульфату амонію, а друге весняне внесення проводити через 3 тижні з нормою 20-40 кг/га д. р. азоту у формі карбаміду.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Alford D. V. Biocontrol of oilseed rape pests. Blackwell Science. 2003. 436 p.
2. Angadi S.V., Cutforth H.W., McConkey B.G., Gan Y. Yield adjustment by canola grown at different plant populations under semiarid conditions. *Crop Sci.* 2003.43, 1358–1366.
3. Angadi S.V., Cutforth H.W., Miller P.R., McConkey B.G., Entz M.H., Volkmar K., Brandt S. Response of three Brassica species to high temperature injury during reproductive growth. *Can. J. Plant Sci.* 2000.80, 693–701.
4. Baker C.J., Sterling M., Berry P. A generalised model of crop lodging. *J. Theor. Biol.* 2014. 363, 1–12.
5. Bassam N. E. Energy plant species: their use and impact on environment and development. New York, 2013. P. 206–209.
6. Bengough A.G., McKenzie B.M., Hallett P.D., Valentine T.A. Root elongation, water stress, and mechanical impedance: a review of limiting stresses and beneficial root tip traits. *J. Exp. Bot.* 2011. 62, 59–68.
7. Berry P.M., Spink J.H. A physiological analysis of oilseed rape yields: past and future. *J. Agric. Sci.* 2006. 144, 381–392.
8. Biodiesel vom Bauernhof. Neues Konzept für kleine dezentrale Anlagen. *Energie pflanzen.* 2003. -№1. S. 28-29
9. Biswas D.K., Ma B.L., Morrison M.J. Changes in leaf nitrogen and phosphorus, photosynthesis, respiration, growth and resource use efficiency of a rapeseed cultivar as affected by drought and high temperature. *Can. J. Plant Sci.* 2019. 99, 488–498.
10. Brassica fodder crops for fall grazing. Center for Agriculture, Univ. of Massachusetts, Amherst. 2012. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [/http:// extension.umass.edu/ cdle/fact-sheets/ fodder-crops-fall-grazing](http://extension.umass.edu/cdle/fact-sheets/fodder-crops-fall-grazing)
11. Cox-Ganser J. M., Pushkin G. A., Reid R. L. Evaluation of Brassica in grazing systems for sheep: II. Blood composition and nutrient status. 2013. URL : <http://extension.umass.edu/cdle/fact-sheets/brassica-fodder-crops>.

- 12.Cox-Ganser J.M., Jung G.A., Pushkin R.L. Reid Evaluation of Brassica in grazing systems for sheep: II. Blood composition and nutrient status. Science. gov (United States). 2012. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://extension.umass.edu/cdle/fact-sheets/brassica-fodder-crops-fall-grazing>.
- 13.Downey R.K., Robbelen G. Brassica species. In: Robbelen G., Downey R.K., Ashri A. (Eds.), Oil Crops of the World. McGraw-Hill, New York, 1989. pp. 339–362.
- 14.Elferjani R., Soolanayakanahally R. Canola responses to drought, heat, and combined stress: shared and specific effects on carbon assimilation, seed yield, and oil composition. *Front. Plant Sci.* 2018. 9, 1224.
- 15.Evaluation of Brassica in grazing systems for sheep: I. Quality of forage and animal performance. Science. gov (United States) / R.L. Reid, J.R. Puoli, G.A. Jung, J.M. Cox-Ganser. 2012. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://worldwidescience.org/topic-pages/h/hybrid+brassica+rapa.html>
- 16.Ferguson B.T., Chastain T.G., Garbacik C.J., Chastain B.T., Wysocki, D.J. Spring nitrogen and cultivar affect seed production in winter canola. *Agron. J.* 2016. 108, 1124–1131.
- 17.Gan Y., Malhi S.S., Brandt S., Katepa-Mupondwa F., Kutcher H.R. Brassica juncea canola in the Northern Great Plains: response to diverse environments and nitrogen fertilization. *Agron. J.* 2007. 99, 1208–1218.
- 18.Hu Y., Javed H.H., Asghar M.A., Peng X., Brestic M., Skalický M., Ghafoor A.Z., Cheema H.N., Zhang F.F., Wu Y.C. Enhancement of lodging resistance and lignin content by application of organic carbon and silicon fertilization in *Brassica napus* L. *Front. Plant Sci.* 2022. 13, 807048.
- 19.Huang H., Ullah F., Zhou DX, Yi M, Zhao Y. Mechanisms of ROS regulation of plant development and stress responses. *Front Plant Sci.* 2019.10: 800. [DOI 10.3389/fpls.2019.00800].
- 20.Jiang L.C. Rapid identification of a genomic region conferring dwarfism in rapeseed (*Brassica napus* L.) YA2016-12. *Agronomy* 2019. 9, 129.

- 21.Kaneko Y., Sang Woo Bang Interspecific and intergeneric hybridization and chromosomal engineering of Brassicaceae crops. 2014. Vol. 64(1). P. 14-22. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24987287>
- 22.Kendall S.L., Holmes H., White C.A., Clarke S.M., Berry P.M. Quantifying lodging–induced yield losses in oilseed rape. *Field Crops Res.* 2017. 211, 106–113.
- 23.Khan S., Anwar S., Kuai J., Noman A., Shahid M., Din M., Ali A., Zhou G.S. Alteration in yield and oil quality traits of winter rapeseed by lodging at different planting density and nitrogen rates. *Sci. Rep.* 2017. 8, 18734.
- 24.Khan S., Anwar S., Kuai J., Ullah S., Fahad S., Zhou G.S. Optimization of nitrogen rate and planting density for improving yield, nitrogen use efficiency, and lodging resistance in oilseed rape. *Front. Plant Sci.* 2017. 8, 532.
- 25.Kislichenko V., Zinchenko I. Lipophilic fraction of Brassica campestris f. biennis leaves. *Chemistry of Natural Compounds.* 2013. Vol. 49, N 2. P. 334. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://connection.ebscohost.com/c/articles/88286375/lipophilic-fraction-brassica-campestris-f-biennis-leaves>).
- 26.Koch, D. W., Ernst Jr. F. C., Leonard N. R. Lamb performance on extended-season grazing of tyfon. *Journal of animal science.* 1987. Vol. 64. P. 1275–1279.
- 27.Kovalyshyn S. Raw material base of Western Ukraine region for biodiesel production. Life Sci. SGGW, Agricult. Ann. Warsaw : Univ., 2010. 56 p.
- 28.Kuai J. Subsoil tillage promotes root and shoot growth of rapeseed in paddy fields and dryland in Yangtze River Basin soils. *Eur. J. Agron.* 2021. 130, 126351.
- 29.Kuai J., Li X.Y., Ji J.L., Li Z., Xie Y., Wang B., Zhou G.S. The physiological and proteomic characteristics of oilseed rape stem affect seed yield and lodging resistance under different planting densities and row spacing. *J. Agron. Crop Sci.* 2021. 207, 840–856.

30. Kuai J., Sun Y., Zhou M., Zhang P., Zuo Q., Wu J., Zhou G. The effect of nitrogen application and planting density on the radiation use efficiency and the stem lignin metabolism in rapeseed (*Brassica napus* L.). *Field Crops Res.* 2016. 199, 89–98.
31. Kuai J., Sun Y.Y., Zuo Q.S., Huang H.D., Liao Q.X., Wu C.Y., Lu J.W., Wu J.S., Zhou G.S. The yield of mechanically harvested rapeseed (*Brassica napus* L.) can be increased by optimum plant density and row spacing. *Sci. Rep.* 2015. 5, 18835.
32. Li X.Y., Li Z., Xie Y., Wang B., Kuai J., Zhou G.S. An improvement in oilseed rape (*Brassica napus* L.) productivity through optimization of rice-straw quantity and plant density. *Field Crops Res.* 2021. 273, 108290.
33. Li X.Y., Zuo Q.S., Chang H.B., Bai G.P., Kuai J., Zhou G.S. Higher density planting benefits mechanical harvesting of rapeseed in the Yangtze River Basin of China. *Field Crops Res.* 2018. 218, 97–105.
34. Lobell D., Gourdji S. The influence of climate change on global crop productivity. *Plant Physiol.* 2012. 160, 1686–1697.
35. Lutman P. J., Dikon F. L. The effect of drilling date on the growth and yield of oilseed rape. *I. agr. Scand.* 1987. № 1. P. 195–200.
36. Ma B.L., Biswas D.K., Herath A.W., Whalen J.K., Ruan S.Q., Caldwell C., Earl H., Vanasse A., Scott P., Smith D.L. Growth, yield, and yield components of canola as affected by nitrogen, sulfur, and boron application. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 2015. 178, 658–670.
37. Ma B.L., Herath A.W. Timing and rates of nitrogen fertilizer application on seed yield, quality and nitrogen–use efficiency of canola. *Crop Pasture Sci.* 2016. 67, 167–180.
38. Ma B.L., Zhao H., Zheng Z.M., Caldwell C., Mills A., Earl H., Vanasse A., Scott P., Smith D.L. Optimizing seeding dates and rates for canola production in the humid eastern Canadian agroecosystems. *Agron. J.* 2016. 108, 1869–1879.

- 39.Ma B.L., Zheng Z.M. Relationship between plant nitrogen and phosphorus accumulations in a canola crop as affected by nitrogen management under ample phosphorus supply conditions. *Can. J. Plant Sci.* 2016. 96, 853–866.
- 40.Ma B.L., Zheng Z.M., de Silva A., Whalen J., Pageau D., Vanasse A., Caldwell C.D., Earl H., Smith D.L. Graphical analysis of nitrogen and sulfur supply on yield and related traits of canola in eastern Canada. *Nutrient Cycl. Agroecosyst.* 2020. 118, 293–309.
- 41.Ma B.L., Zheng Z.M., Pageau D., Vera C., Fregeau-Reid J., Xue A., Yan W. Nitrogen and phosphorus uptake, yield and agronomic traits of oat cultivars as affected by fertilizer N rates under diverse environments. *Nutrient Cycl. Agroecosyst.* 2017. 108, 245–265.
- 42.Matsera O. O. Comparative evaluation of quality properties of winter rapeseed depending on the level of fertilizers and sowing date. *Збірник наукових праць ВНАУ: Сільське господарство та лісівництво*. 2020. Вип. 16. С. 108-118
- 43.Reid R. L., Puoli J. R., Jung G. A., Cox-Ganser J. M. Evaluation of Brassica in grazing systems for sheep: I. Quality of forage and animal performance. *Science*. 2012.: <http://worldwidescience.org/topicpages/h/hybrid+brassica+rapa.html>.
- 44.Sidlauskas G., Bernotas S. Some factors affecting seed yield of spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Agronomy Research*. 2003. 1 (2). P. 229–243.
- 45.Takalić, M., Blažičević S. Economic analysis of rape production. *Agricultura – Știință și practică*. 2014. № 3-4 (91-92). Pp. 5-12.
- 46.Tilman D., Cassman K.G., Matson P.A., Naylor R., Polasky S. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*. 2002. 418, 671–678.
- 47.Tripathi A., Tripathi D.K., Chauhan D.K., Kumar N., Singh G.S. Paradigms of climate change impacts on some major food sources of the world: a review on current knowledge and future prospects. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2016. 216, 356–373.
- 48.Tyfon, or Holland Greens Brassica rapa ‘Tyfon’ [Електронний ресурс]. Режим доступу:
https://www.hort.purdue.edu/newcrop/Crops/Brassica_rapa_tyfon.Html

49. Wang Z.K., Wang B., Kuai J., Li Z., Bai R., Zhou G.S. Planting density and variety intercropping improve organ biomass distribution of rapeseed to alleviate the trade-off between yield and lodging resistance. *Crop Sci.* 2021. 61, 4.
50. Абрамик М. І., Кифорук І. М., Мазур В. М. Рекомендації з вирощування ріпаку озимого. Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція ІСГКР НААН. Івано-Франківськ, 2012. 23 с.
51. Агротехнические и экономические рекомендации по возделыванию ярового рапса в Украине в 2003 г. НПЦ-Лембке. Германия, 2002
52. Адаменко Т. Агрокліматичні умови вирощування ріпаку в Україні. *Агроном.* 2006. № 2. С. 95–96.
53. Андрійченко Л.В., Іщенко А.В. Ріпак: вирощування в Степу. Миколаїв, 2008. 48 с.
54. Бардин Я. Б. Ріпак: від сівби – до переробки. Київ : Світ. 2000. 108 с.
55. Бахмат М.І., Сендецький І.В. Економічна ефективність вирощування ріпаку озимого при застосуванні регулятора росту за різних норм висіву. *Таврійський науковий вісник.* 2020. № 115. С. 12–18.
56. Блащук М. І., Тищенко Л. Д. Науково-практичні рекомендації по вирощуванню ріпаку. Черкаський інститут АПВ. 2010. 30 с.
57. Блюм Я.Б., Григорюк І.П., Дмитрук К.В. Система використання біоресурсів у новітніх біотехнологіях отримання альтернативних палив. К.: Аграр Медіа Груп, 2014. 360 с.
58. Вишневський П. І., Ситнік І. Д., Антонік І. Л. Виробництво озимого та ярого ріпаку в Лісостепу України. УААН; Національний аграрний ун-т. Київ : Знання, 2001. 35 с.
59. Вишнівський П.С., Митченко О.О. Ринок ріпаку та ріпакової олії. *Економіка АПК.* 2003. № 6. С. 111-115
60. Влащук А.М., Коковіхін С.В., Донець А.О. Моделювання витрат агроресурсів у технологічному процесі виробництва насіння ріпаку озимого в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство: зб. наук. пр.,* 2012. Вип. 58. С. 159-163.

61. Вожегова Р., Влащук А., Шапарь Л. Коли краще сіяти ріпак. *Фермер*. № 8 (92). 2017. С. 108–109.
62. Вожегова Р., Влащук А., Шапарь Л., Колпакова О. Ріпак озимий для Південного Степу. *Аграрний тиждень*. 2017. № 7 (321). С. 48–49.
63. Волощук І. С., Волощук О. П., Роп Р. Ю., Глива В. В., Случак О. М., Пристацька О. Н., Распутенко А. О. Агротехнологічні основи вирощування насіння ріпаку озимого в умовах Західного Лісостепу України : монографія. Львів : Сполом, 2017. 212 с.
64. Волощук І. С., Роп Р. Ю., Случак О. М., Распутенко А. О. Технологія вирощування ріпаку озимого на насіння / Наукові розробки науково-інноваційного центру Карпатського регіону НААН. Науково-інноваційний центр Карпатського регіону. Львів : СПД-ФО Костенко С. Б., 2017. С. 27–28.
65. Волощук О. П. Роль сорту в інноваційному та економічному забезпеченні виробництва. Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. “Наукове забезпечення інноваційного розвитку аграрного виробництва в Карпатському регіоні” (м. Чернівці, 7–9 черв. 2007 р.). Оброшино : [Б. в.], 2007. С. 91–96.
66. Волощук О. П. Урожай насіння ріпаку озимого залежно від впливу біологічних препаратів. *Сільський господар*. 2007. № 9–10. С. 8–10.
67. Волощук О. П., Волощук І. С., Глива В. В., Яцук К. І., Случак О. М., Герешко Г. С., Пристацька О. Н., Распутенко А. О. Технологія вирощування насіння ріпаку озимого в умовах Лісостепу Західного. Методичні рекомендації. Оброшине, 2018. 30 с.
68. Волощук О. П., Волощук І. С., Косовська Р. Ю. Продуктивність сортів та гібридів ріпаку озимого вітчизняної й зарубіжної селекції при вирощуванні в умовах західної частини Лісостепу. *Посібник українського хлібороба : наук.-практ. щорічник.*, 2012. Т. 2. С. 283–284.

69. Волчовська-Козак О. Є., Лис Н. М. Вплив бактеріальних препаратів на величину і якість урожаю рослин ріпаку озимого. *Наукові записки Івано-Франківського краєзнавчого музею*. 2010. № 11/12. С. 191–202.
70. Волчовська-Козак О. Є., Лис Н. М. Вплив мікробних препаратів на ріст і продуктивність рослин ріпаку озимого. *Вісник ЛНАУ : агрономія*. 2004. № 14 (1). С. 88–95.
71. Вплив біопрепаратів на врожай та якість насіння ріпаку / О. П. Волощук, А. В. Погорецький, П. С. Антонів, О. Є. Хархаліс. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво : міжвід. темат. наук. зб.* 2006. Вип. 48, ч. 1. С. 33–37.
72. Гаврилюк М. М., Соколов В. М., Рябота О. М. та ін. Насінництво й насіннєзнавство олійних культур / За ред. М. М. Гаврилюка. Київ : Аграрна наука. 2002. 220 с.
73. Гайдаш В. Д. Агротехника и семеноводство рапса. *Масличные культуры*. 1986. № 5. С. 22.
74. Гайдаш В. Д. Ріпак – стратегічна технічна культура. *Вісник аграр. науки*. 1994. № 7. С. 100–104.
75. Гайдаш В. Д. Ріпак: його сучасний стан і перспективи в Україні. *Пропозиція*. 2002. № 8–9. С. 50–51.
76. Гайдаш Е. В., Рожкован В. В., Плетень С. В., Комарова І. Б. Порівняльна оцінка морозостійкості озимого ріпаку. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН*. 2006. Вип. 11. С. 53–59.
77. Гайдаш Е. В., Шегда В. Н., Рожкован В. В. Зависимость зимостойкости озимого рапса от накопления углеводов. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН.*, 2005. Вип. 10. С. 61–65.
78. Гарбар Л. А. Якість насіння ріпаку ярого залежно від місця формування на рослині. *Біоресурси і природокористування*. 2012. Т. 4. № 3/4. С. 67–71.
79. Гаує О. Вирощування озимого ріпаку – економічні результати справді переконливі. *Пропозиція*. 2005. № 6. С. 36–38.

- 80.Гаує О. Озимий ріпак: потужне повернення значущої культури. *Пропозиція*. 2013. № 7. С. 76–77.
- 81.Гаує О. Посів ярого ріпаку у 2004 році – добрі шанси на високі прибутки! *Пропозиція*. 2004. №2. С.32-33
- 82.Гіска В. Економічний тифон. *The ukrainian Farmer*. К. : ТОВ «АГП Медіа», 2011. № 8. С. 52–53.
- 83.Господаренко Г. М. Агрохімія. Київ : Нічлава, 2010. 350 с.
- 84.Гуляєв Б. І., Рогач В. В., Кур'ята В. Г., Кірізін Д. А. Екофізіологічні особливості та продуктивність ріпаку. *Фізіологія та біохімія культурних рослин*. 2008. Т. 40. № 2. С. 101–109.
- 85.Гур'єва І. Г., Кисличенко В. С., Гноєвий В. І. Тифон як цінна кормова культура та перспективне джерело біологічно активних речовин. *Scientific Journal «ScienceRise»*. 2015. № 10/4 (15). С. 19–23.
- 86.Гусєв М. Г., Коковіхін С. В., Пелих І. Я. Ріпак – перспективна кормова й олійна культура на півдні України. Вінниця, 2011. 160 с.
- 87.Гусєв М. Г., Шаталова В. В., Коковіхін С. В. Економіко–енергетичне обґрунтування ріпаку озимого в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2010. № 53. С. 203–204.
- 88.Гусєв М. Г., Шаталова В. В., Коковіхін С. В. Основні аспекти вирощування ріпаку озимого в південному степу України. *Зрошуване землеробство*. 2008. Вип. 50. С.178–179.
- 89.Демченко Н. В., Шапарь Л. В. Продуктивність ріпаку озимого залежно від строків сівби. Стан та перспективи виробництва сільськогосподарської продукції на зрошуваних землях : тези доп. Всеукр. наук.-практ. конф., 14–16 червня 2012 р. Херсон, 2012. С. 53–54.
- 90.Демченко Н. В., Шапарь Л. В. Продуктивність ріпаку озимого залежно від строків сівби. Стан та перспективи виробництва сільськогосподарської продукції на зрошуваних землях : тези доп. Всеукр. наук.-практ. конф., 14–16 червня 2012 р. Херсон, 2012. С. 53–54.

- 91.Джура Ю. Ріпак озимий: вирощуємо без мажорів. *Пропозиція*. 2012. № 7. С. 52–55.
- 92.Древс В., Мельник О. Виробництво ріпаку –перспективи і реальність. *Пропозиція*. 2003. №11. С.55
- 93.Дукач В. Алгоритм питання озимого рапса. *Агровісник*. 2007. № 9. С. 35–37.
- 94.Жаркова О. Озимий ріпак – нові пропозиції. *Пропозиція*. Київ. 2014. № 7. С. 72–77.
- 95.Зайцев Н. И., Бокач А. Г., Лопатько Н. П. Минеральные удобрения под озимый рапс. *Землеробство*. 1996. № 5. С. 29.
- 96.Захарова А. А. Ріпак прибуткова культура. *Землеробство*. 1998. № 6. С. 16–17.
- 97.Зубець М. В. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України. Київ : Аграрна наука, 2004. 844 с.
- 98.Интенсивная технология производства рапса / под. общ. ред. Ю. П. Бурякова.: Агропромиздат, 1990. 57 с.
- 99.Иншин Н. А. Влияние удобрений на продуктивность озимого рапса. *Агрохімія*. 1992. № 7. С. 77–82.
100. Інтенсивна технологія вирощування озимого ріпаку в Україні. Міністерство аграрної політики України : за ред. Лапи О. М. Київ : Універсал-Друк, 2006. 100 с.
101. Інтенсивна технологія вирощування озимого ріпаку в Україні. Міністерство аграрної політики України : за ред. Лапи О. М. Київ : Універсал-Друк, 2009. 110 с.
102. Кабанець В. М. Визначення стану перезимівлі ріпаку озимого та методи визначення його життєздатності. *Агроном*. 2013. № 4. С. 106–108.
103. Каленська С. М., Шевчук О. Я., Дмитришак М. Я. Рослинництво. Київ, 2005. 502 с.
104. Калетнік Г. М. Розвиток ринку біопалив в Україні. *Біоенергетика*, 2013. №1. С.11-16.

105. Каталог рослин відділу нових культур. К.: Фітосоціоцентр, 2015. 112 с.
106. Качур А. Тифон - очень вкусный сидерат. 2015. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http:// www.zemledelie.org.ua/gazeta/osen-2014/tifon-ochen-vkusnyi-siderat.html](http://www.zemledelie.org.ua/gazeta/osen-2014/tifon-ochen-vkusnyi-siderat.html)8.
107. Кирильчук А. М., Солодюк Н. М. Конкурентоздатність та сортовий потенціал ріпаку (*Brassica Napus Oleifera Annua Metzger*) в Україні. *Корми і кормовиробництво : міжвід. тематичний наук. зб.* Вінниця, 2013. № 76. С. 110–115.
108. Кирилюк В.П., Тимошук Т.М., Кальчук М.М. Урожайність гірчиці білої залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення. *Наукові горизонти (Scientific horizons)*. Житомир, 2019. № 2 (75). С. 27-33. DOI: 10.332491/2663-2144-2019-75-2-27-33.
109. Кияк Г. С., Нагорний И. Я. Урожай и качество озимого и ярового рапса в Юго-Западной части украинских Карпат под влиянием удобрений. Новые пищевые и кормовые растения в народном хозяйстве : тез. докладов науч. конф. Киев : Наукова думка, 1981. Ч. 2. С. 84–85.
110. Ковальська К.В. Дослідження нових сільськогосподарських рослин в національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України (1940-ві рр. XX ст. – поч. XXI ст.). Гілея. № 93. С. 81–84.
111. Ковальчук Д. Оцінка перезимівлі озимого ріпаку. Озимий ріпак технології прибутковості. *Пропозиція*. Спецвипуск. 2016. С. 32–34.
112. Коковіхін С.В., Донець А.О., Гусєв М.Г., Федорчук М.І., Мринський І.М. Агротехнічні та організаційно-економічні аспекти виробництва ріпаку в умовах півдня України: монографія. Херсон: Айлант, 2012. 176 с..
113. Коковіхін С.В., Коковіхін С.В., Донець А.О. Економічні та енергетичні аспекти оптимізації технології вирощування ріпаку озимого в умовах Пів-денного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 82. С. 47–55.
114. Коломієць Н. Добрива під ріпак. *Пропозиція*. 2001. № 6. С. 34–35.

115. Коломієць Н. Норми висіву ріпаку. *Пропозиція*. 2002. № 6. С 42–43.
116. Комплексне застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих, фосформобілізуєчих мікроорганізмів, фізіологічно активних речовин і біологічних засобів захисту рослин : рекомендації / В. П. Патики, Ю. О. Тараріко, Л. М. Мельничук та ін. Київ : Аграрна наука, 2000. 36 с.
117. Коць С. Я., Петерсон Н. В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. Київ : Логос. 2005. 150 с.
118. Крикунов В. Г. Ґрунти і їх родючість. Київ : Вища школа. 1993. 287 с.
119. Курач О.В. Вплив удобрення на продуктивність ріпаку озимого в умовах західного Лісостепу. *Зернові культури*. 2021. Том 5., № 1. С. 92-98. DOI: <https://orcid.org/0000-0002-1343-097X164>.
120. Лавриненко Ю. О., Влащук А. И., Шапарь Л. В. Вплив структурних показників на урожайність насіння ріпаку озимого залежно від строків сівби та норм висіву в Південному Степу України. *Наукові доповіді НУБІП України. Агрономія : електронний науковий фаховий журнал*. 2016. № 5 (6).
Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/ssue/view/301>.
121. Лавриненко Ю. О., Влащук А. М., Прищепо М. М., Желтова А. Г., Шапарь Л. В. Енергетична ефективність вирощування сортів ріпаку озимого залежно від строку сівби та норми висіву в умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. 2017. Вип. 67. С. 102–111.
122. Лавриненко Ю. О., Влащук А. М., Шапарь Л. В. Вплив структурних показників на урожайність насіння ріпаку озимого залежно від строків сівби та норм висіву в Південному Степу України. *Наукові доповіді НУБІП України. Агрономія : електронний науковий фаховий журнал*. 2016. № 5 (6).
Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua11/index.php/Dopovidi/ssue/view/301>.
123. Лавриненко Ю. О., Влащук А. М., Шапарь Л. В. Урожайність насіння та економічна ефективність вирощування сортів ріпаку озимого залежно

- від строків сівби та норм висіву в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2016. № 96. С. 79–86.
124. Лавриненко Ю. О., Влащук А. М., Шапарь Л. В. Урожайність та посівна якість насіння сортів ріпаку озимого залежно від строків сівби та норм висіву в умовах Південного Степу України. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2016. № 1. С. 83–92.
 125. Лавриненко Ю. О., Влащук А. М., Шапарь Л. В., Желтова А. Г. Урожайність кондиційного насіння сортів ріпаку озимого залежно від структурних показників та впливу строків сівби і норм висіву. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 66. С. 102–111.
 126. Лавриненко Ю.О., Влащук А.М., Шапарь Л.В. Урожайність насіння та економічна ефективність вирощування сортів ріпаку озимого залежно від строків сівби та норм висіву в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2016. № 96. С. 79–86.
 127. Лазар Г. І., Лапа О. М., Чехов В. В. Інтенсивна технологія вирощування ріпаку. Київ : Глобус-Принт. 2006. 100 с.
 128. Лазар Т. І, Лапа О. М., Чехов А. В, Свидинюк І. М. Інтенсивна технологія вирощування озимого ріпаку в Україні. 2006. 102 с.
 129. Лис Н. М. Ефективність системи удобрення озимого ріпаку при різних способах основного обробітку ґрунту в умовах Передкарпаття. Наукові доповіді НАУ : електронний журнал. 2007. № 6. Режим доступу: www.nbu.gov.ua/e-JORNA/S/ND/2007-1/07lnntpc.pdf.
 130. Литвиненко М. А., Рибалка О. І. Сорт – як основа економіки. *Насінництво*. 2007. № 1. С. 1–8.
 131. Лихочвор В. В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів : Українські технології, 2008. 312 с.
 132. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. 2-е вид., виправлене. Київ : Центр навчальної літератури, 2004. 808 с.

133. Лихочвор В. В., Проць Р. Р. Ріпак. Українські технології. Львів. НВФ. 2005. 88 с.
134. Лихочвор В., Каленська С. Як зменшити ризики вимерзання ріпаку озимого. *Пропозиція*. 2012. № 7. С. 46–48.
135. Лукянчик М. М. Агробіологічний контроль за станом посівів озимих зернових культур та озимого ріпаку під час осінньо-зимової вегетації : метод. рек. / Інститут СГ Західного Полісся НААН. Рівне. 2012. 18 с.
136. Мазур В. А., Мацера О. О. Аналіз зміни якісних показників насіння озимого ріпаку залежно від строків посіву та системи удобрення. *Збірник наукових праць ВНАУ: Сільське господарство та лісівництво*. 2019. Вип. 12. С. 5-17
137. Мазур В. А., Мацера О. О. Аналіз структурних елементів урожайності рослин озимого ріпаку залежно від впливу удобрення та строку посіву. *Збірник наукових праць ВНАУ: Сільське господарство та лісівництво*. 2018. Вип. 9. С. 41-50
138. Мазур В. А., Мацера О. О. Польова схожість насіння гібридів озимого ріпаку залежно від строку посіву та рівнів мінерального живлення. *Збірник наукових праць Міжнародної наукової конференції молодих учених "Інновації в сучасній агрономії"*. Вінниця, 26-27 травня. 2016. С. 116-119
139. Марков І. Інтенсивна технологія вирощування ріпаку. Агрономія сьогодні (тематичний додаток). *Агробізнес сьогодні*. 2011. № 10 (209). 20 с.
140. Марчук І. У., Макаренко В. М., Розстальний В. В., Савчук А. В. Добрива та їх використання. Київ : Юнівест Маркетинг, 2002. 246 с.
141. Маслак О. Світове виробництво. *Пропозиція*. 2013. № 7. С. 4.
142. Мацера О. О. Біометричні параметри перезимівлі рослин озимого ріпаку за різних строків посіву та рівнів основного удобрення. *Збірник наукових праць ВНАУ: Сільське господарство та лісівництво*. 2016. Вип. 3. С. 15-23

143. Мацера О. О. Вплив елементів технології вирощування на розвиток рослин, врожайність та якість насіння озимого ріпаку. *Danish Scientific Journal*. 2020. Issue 36 (Vol. 2). С. 7-15
144. Мацера О. О. Вплив основного обробітку ґрунту на осінній розвиток рослин озимого ріпаку. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції "Сучасні агротехнології: тенденції та інновації". Вінниця, 17 листопада. 2015. С 275-278
145. Мацера О. О. Дослідження формування показників економічної ефективності вирощування ріпаку озимого залежно від елементів технології. *Збірник наукових праць ВНАУ: Сільське господарство та лісівництво*. 2019. Вип. 14. С. 106-117
146. Мацера О. О. Енергетична ефективність вирощування озимого ріпаку залежно від елементів технології. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник Корми і кормовиробництво Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН України*. 2019. Вип. 87. С. 87-93
147. Мацера О. О. Оцінка перезимівлі рослин озимого ріпаку залежно від строку посіву та системи удобрення. *Збірник наукових праць ВНАУ: Сільське господарство та лісівництво*. 2016. Вип. 4. С. 34-42
148. Мацера О. О. Перезимовка растений озимого рапса в зависимости от разных сроков посева и уровней основного удобрения. *Norwegian Journal of development of the International Science*. 2020. Issue 41 (Vol. 1). С. 11-15
149. Мацера О. О. Продуктивність ріпаку озимого залежно від рівня удобрення та строку посіву в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Збірник наукових праць національного наукового центру "Інститут землеробства НААН"*. Київ. 2018. Вип. 3. С. 90-104
150. Мацера О. О. Роль технологічних елементів вирощування у формуванні площі листової поверхні озимого ріпаку. Стратегії розвитку сучасної освіти і науки. Матеріали I Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції Бердянськ, 28 лютого. 2020. С. 31-33

151. Мацера О. О. Формування елементів структури врожаю озимого ріпаку залежно від системи удобрення. Екологічні проблеми сільського виробництва. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції Вінниця, 7 грудня. 2016. С. 38-40
152. Мацера О. О. Формування площі листової поверхні та фотосинтетичного потенціалу рослин озимого ріпаку залежно від строку посіву та системи удобрення. *Збірник наукових праць ВНАУ: Сільське господарство та лісівництво*. 2017. Вип. 6 (том 1). С. 55-62
153. Мацера О. О. Формування структури врожаю озимого ріпаку залежно від системи удобрення і строку посіву. *Open-access Peer-reviewed Journal Science Review, Poland, Warsaw*. 2018. Vol. 3. (10). С. 3-6
154. Мельничук Т. В. Технологія вирощування та використання ріпака (рекомендації). Львів, 1999. 35 с.
155. Микола Слісарчук, Василь Стариченко. Напрями в селекції ріпаку озимого в Україні. *Агробізнес сьогодні*. 2018. № 1/2. С. 28–29.
156. Милащенко Н. З., Абрамов В. Ф. Технология возделывания и использования рапса и сурепицы. Агропромиздат, 1989. 233 с.
157. Наконечний О. Т., Санін О. Ю. Вирощуємо озимий ріпак. *Агровісник*. 2007. № 1 (13). С. 34–36.
158. Науково-методичні рекомендації з формування технологій вирощування ріпаку озимого : наукове видання. Херсон : Айлант. 2008. 20 с.
159. Національний стандарт України. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості : ДСТУ 2240-93. Київ : Держспоживстандарт України, 1993. 173 с.
160. Пасічник Н.А., Лисенко В.П., Бикін А.В., Опришко О.О. Індикаційні стресові індекси технологічного характеру для ріпаку озимого. *Наукові доповіді НУБіП України*. Київ, 2020. № 3(85). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovid2020.03.007>.

161. Перегінець В. Сучасне виробництво біодизельного палива з рослинної біомаси. К., 2001. 74 с.
162. Писаренко В. М., Антоненко А. С., Лек'яненко Г. В., Писаренко П. В. Система органічного землеробства агроєколога Семена Антонця. П., 2017. 124 с.
163. Плетень С. Догляд за озимим ріпаком в зимовий період. *Пропозиція*. 2011. № 1. С. 56.
164. Побережна А.А. Світові білково-олійні ресурси та торгівля ними. / За ред. П.Т. Саблука. К.: ІАЕ УААН, 2002. 482 с.
165. Подобед Л. Тифон - культура для присадибного господарства. *Присадибне господарство*. 2012. № 3.
166. Польовий В.М., Лукащук Л.Я., Ровна Г.Ф., Гук Б.В. Продуктивність ріпаку озимого залежно від удобрення та вапнування в умовах Західного Полісся. *Зернові культури*. Том 4. № 1. 2020. С. 108-115. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0113>.
167. Поляков О. Догляд за озимим ріпаком. Короткий календар основних агроприйомів. *Пропозиція*. Київ. 2010. № 2. С. 62–63.
168. Поляков О. І., Вахненко С. В., Тараненко С. В. Вплив мінерального живлення та застосування ретарданту на ріст, розвиток та врожайність озимого ріпака. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН : періодичне наукове фахове видання (сільськогосподарські науки). 2013. Вип. 19. С. 84–89.
169. Поляков О., Виновець В. Не все втрачено, або оцінка перезимівлі озимого ріпаку. *Пропозиція*. 2012. № 3. С. 76–79.
170. Порівняльна оцінка жирнокислотного складу олій насіння форм та сор тів тифону, редьки олійної і рижю як перспективної сировини для отримання біодизелю / Р.Я. Блюм та ін. Фактори експериментальної еволюції організмів. 2016. Т. 18. С. 61–66.
171. Распутенко А. О. Урожайність ріпаку озимого залежно від строків, способів сівби й норм висіву насіння. Актуальні проблеми

- агропромислового виробництва України : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених, 16 листоп. 2016 р. Львів-Оброшино : [Б. в.], 2016. С. 49–50.
172. Рахметов Д. Б., Рахметова С. О. Підсумки інтродукції та селекції тифону (*Brassica rapa* L. × *B. campestris* F. *biennis* DC.) у Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України. *Інтродукція рослин*, 2015, № 4. С. 18–30.
 173. Рахметов Д.Б. Науково-інноваційний потенціал мобілізації та використання нових рослинних ресурсів. *Вісник НАН України*. 2017. № 1. С. 73–81.
 174. Рахметов Д.Б. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні. Київ : Аграр Медіа Груп, 2011. 398 с.
 175. Рахметов Д.Б. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні. К.: Аграр Медіа Груп, 2011. 398 с.
 176. Рахметов Д.Б. Тифон тебе на язык... Перспективна культура для животноводов и биоэнергетиков. *Зерно*. 2014. № 6. С. 66-78
 177. Рахметов Д.Б., Андрущенко О.Л., Рахметова С.О., Фіщенко В.В. Редька олійна і тифон - цінні олійні рослини для біопалива. Біологічні ресурси і новітні технології виробництва біопалив : Матер. наук. конф. (Київ, вересень, 2014). К.: Фітосоціоцентр, 2014. С. 73—82.
 178. Рахметов Д.Б., Рахметова С.О. Підсумки інтродукції та селекції тифону (*Brassica Rapa* L. × *B. Campestris* F. *Biennis* DC.) у Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України. *Інтродукція рослин*. 2015. № 4. С. 18–30.
 179. Рахметов Д.Б., Рахметова С.О. Підсумки інтродукції та селекції тифону (*Brassica rapa* L. × *B. campestris* F. *biennis* DC.) у Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України. *Інтродукція рослин*, 2015, № 4. С. 18-30.
 180. Рахметов Д.Б., Рахметова С.О., Лещук Н.В. Методика проведення експертизи сортів тифону (*Brassica campestris* var. *oleifera* f. *biennis* D.C. ×

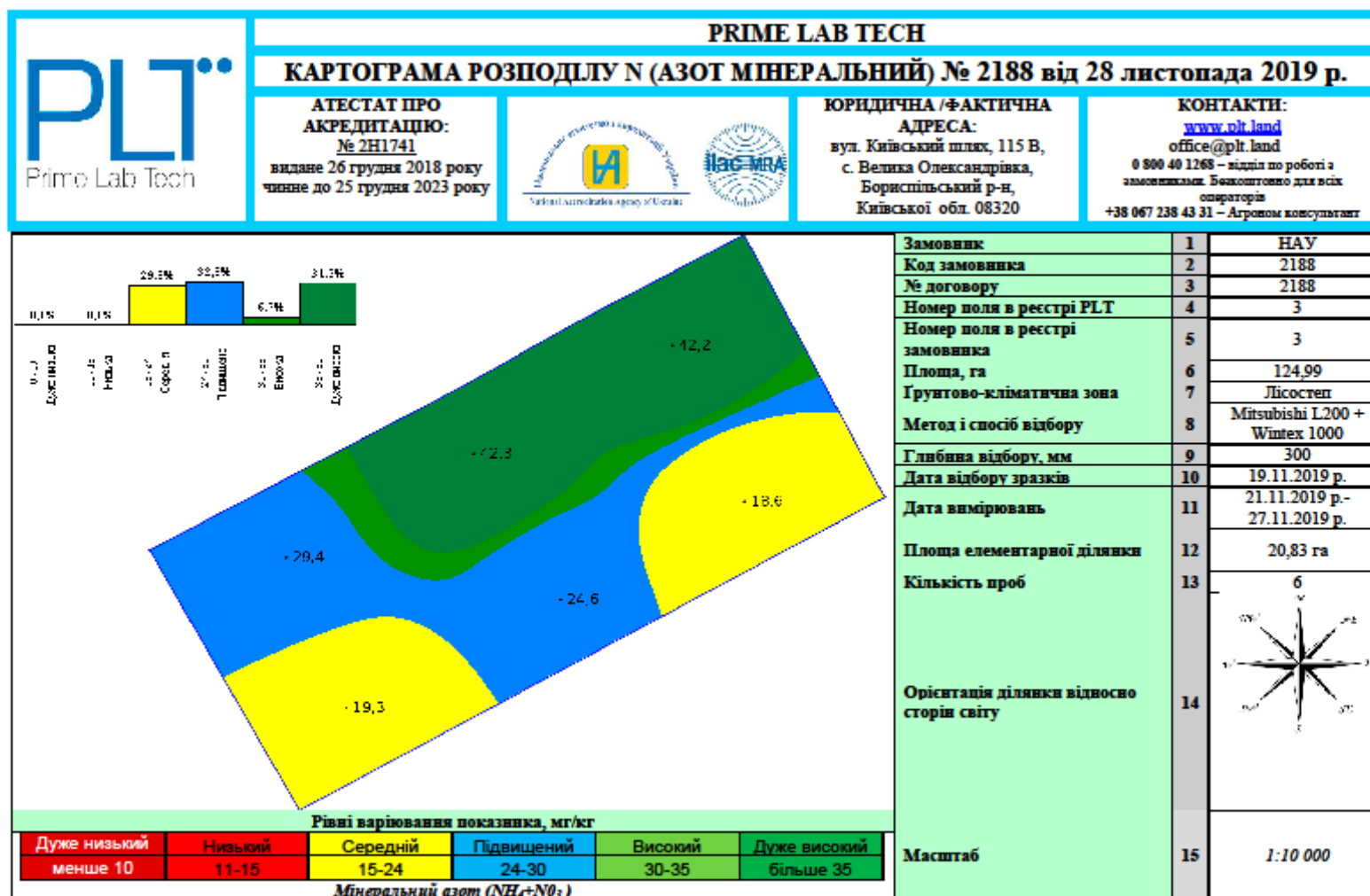
- В. гара L.) на відмінність, однорідність і стабільність. Офіційний бюл. Державна служба з охорони на сорти рослин. К. : Алефа, 2000. Вип. 2, ч. 2. С. 210-221.
181. Рекомендації з вирощування ріпаку озимого / М. І. Абрамик, І. М. Кифорук, В. О. Мазур та ін. Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція ІСГКР НААН. Івано-Франківськ, 2012. 23 с.
 182. Рожкован В. Вітчизняні сорти озимого ріпаку. Озимий ріпак від А до Я (спецвипуск). Пропозиція : укр. журнал з питань агробізнесу. Київ : ТОВ «Юнівест Медіа», 07/2013. С. 12–13.
 183. Ройтер Б. Шляхи та тенденції переробки ріпаку в Німеччині. *Пропозиція*. 2004. №1. С. 34-35
 184. Рудик О. В., Переходько Н. І., Петрук М. П. Інтенсивна технологія вирощування озимого ріпаку : метод. рек. Рівне : РДСГДС, 2006. 12 с.
 185. Санін В. Позакореневе підживлення озимого ріпаку. *Пропозиція*. 2011. № 4. С. 66–67.
 186. Секунд М. П., Лапа О. М., Марков І. Л. Технологія вирощування і захисту ріпаку. Київ : Глобус-Принт. 2008. 115 с.
 187. Ситник І. Д. Технологія вирощування озимого і ярого ріпаку. *Посібник українського хлібороба*. 2008. С. 77–90.
 188. Сніжок О. В., Ювчик Н. О. Видовий склад шкідливих організмів в посівах ріпаку озимого залежно від обробітку ґрунту та системи захисту. *Зернові культури: науковий журнал*. Том 5, № 1. Дніпро: Інститут зернових культур НААН України, 2021. С. 145-152. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0171>
 189. Сорока В. І. Продуктивність, морфоагробіологічні та адаптивні властивості сортів ріпаку озимого (*Brassica napus* L.). *Сортовивчення та сортознавство*. Київ, 2012. № 2. С. 34.
 190. Струхова С. Вирощуйте ріпак – дотримуйтесь технології. *Пропозиція*. 2003. № 6. С. 60–62.

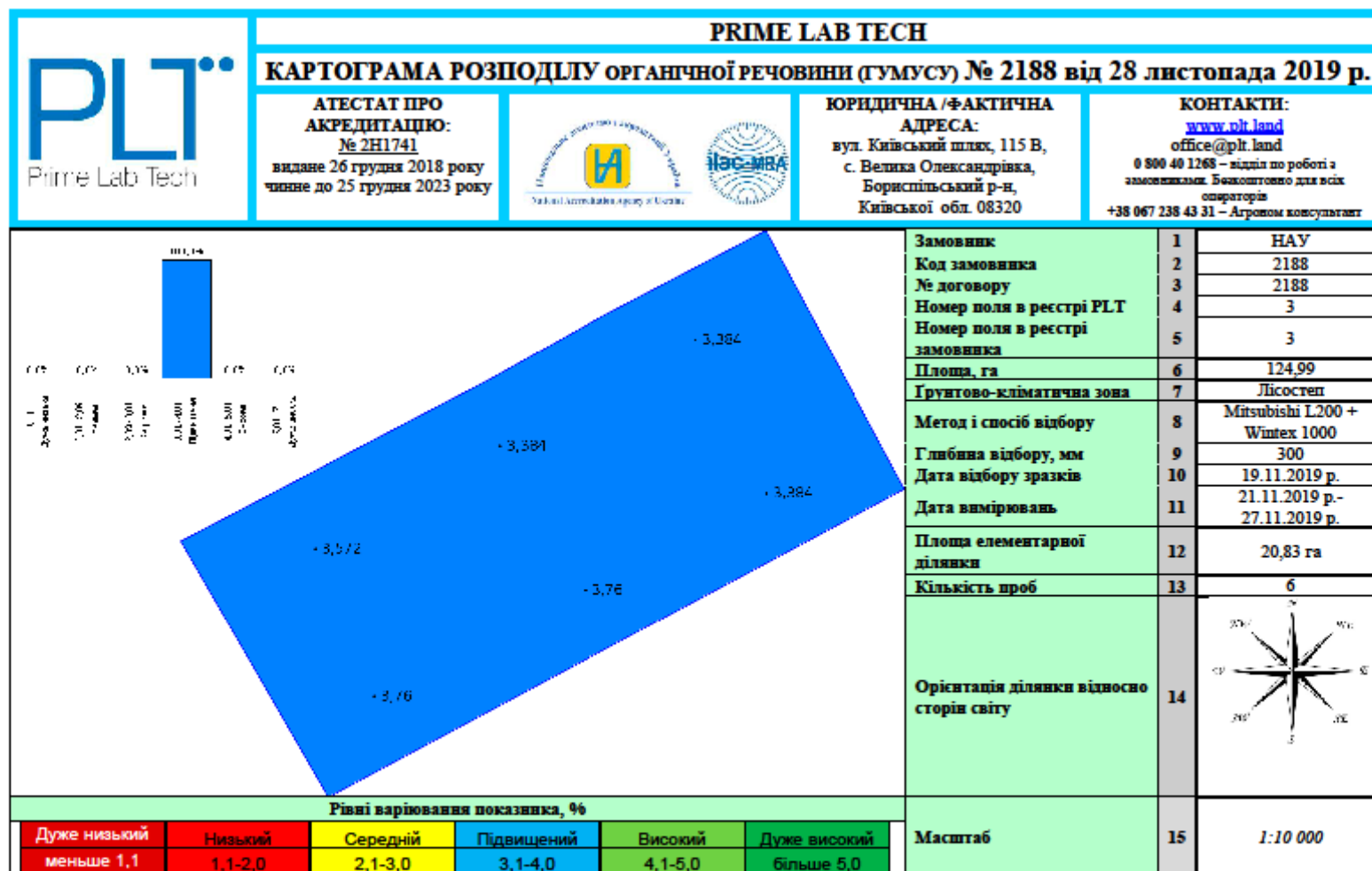
191. Супіханов Г.Б. Формування кон'юнктури ринку ріпаку. К.: "Нічлава" 2003. 140 с.
192. Танчик С. Особливості вирощування ріпаку озимого. *Пропозиція*. 2012. № 2. С. 30–33.
193. Технологія вирощування насіння ріпаку озимого в умовах Західного Лісостепу : методичні рекомендації / І. С. Волощук, О. П. Волощук О. М. Случак [та ін.]. Оброшино : [Б. в.], 2013. 30 с.
194. Тифон – справжня знахідка для фермера. *Аграрник*. URL: http://agrarnik.com.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=3095:tifon-spravzhnya-znakhidka-dlya-fermera&temid=434.
195. Томашов С. В. Мінеральні добрива під озимий ріпак як елемент технології вирощування. Современные научные проблемы создания сортов и гибридов масличных культур и технологии их выращивания : сб. тезисов Междунар. конф. (г. Запорожье, 4–6 авг. 2009 г.). Запорожье. 2009. С. 76–77.
196. Усманова Г. О., Патица В. П. Ефективність передпосівного обробітку насіння олійних культур біологічними препаратами. Актуальні проблеми сучасного землеробства : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Луганськ. 2003. С. 504–509.
197. Утеш Ю.А., Лобас М.Г. Кормові ресурси флори України. К.: Наук. думка, 1996. С. 189.
198. Фетюхин И. В., Литвинов Г. Г., Кусурова В. И. Зимостойкость и продуктивность озимого рапса в зависимости от сроков и норм посева. *КубГАУ УААН*. 2006. Вып. 11. С. 53–59.
199. Цигура Г. О., Погорілько М. Я. Застосування біопрепаратів фосформобілізуючих бактерій для обробки насіння сільськогосподарських культур. Бюл. Інституту с.-г. мікробіології УААН. 2000. № 6. С. 59–60.
200. Шапарь Л.В. Економічна ефективність вирощування вітчизняних сортів ріпаку озимого в Херсонській області. Інноваційні розробки – підвищенню ефективності роботи агропромислового комплексу : матер.

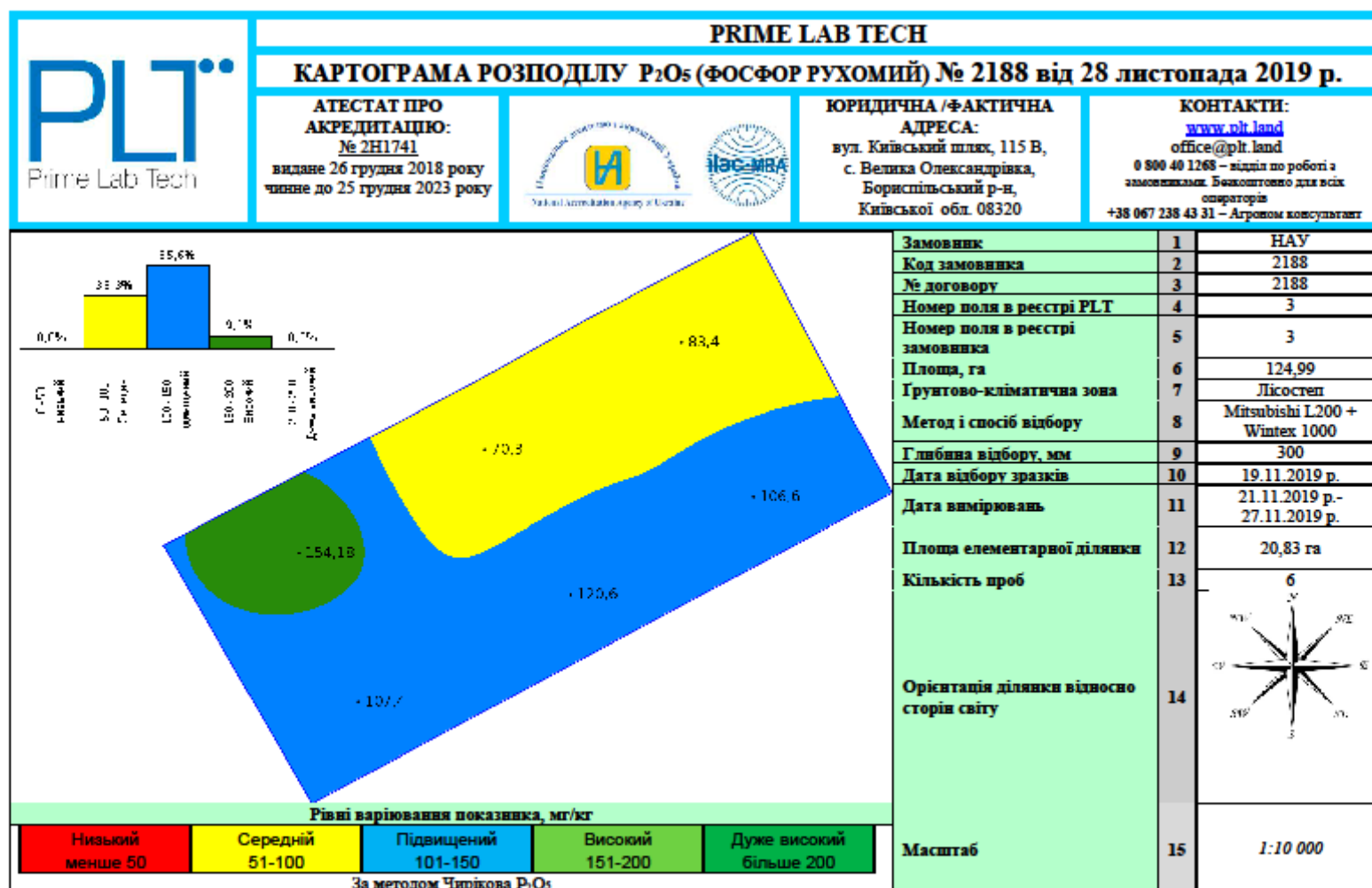
міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. 25 листоп. 2015 р. : тези доп. Херсон, 2015. С. 103–105.

201. Шелестов Ю. В., Вдовиченко В. К. Сроки сева озимого рапса. *Масличные культуры*. 1986. № 5. С. 11–12
202. Шпаар Д. Ріпак і суріпиця. Вирощування, збирання, використання. ИД ООО «DLV АГРОДІЛО». 2007. 320 с.
203. Щербаков В. Я. Озимий ріпак в Степу України ; під заг. ред. В. Я. Щербакова. Одеса : ВМВ. 2009. 185 с.
204. Юник А. В., Новицька Н. В., Мокрієнко В. А. Посівні якості насіння ярого ріпаку залежно від удобрення та строків збирання. *Сортотивчення та охорона прав на сорти рослин*. Київ, 2006. № 4. С. 12–18.

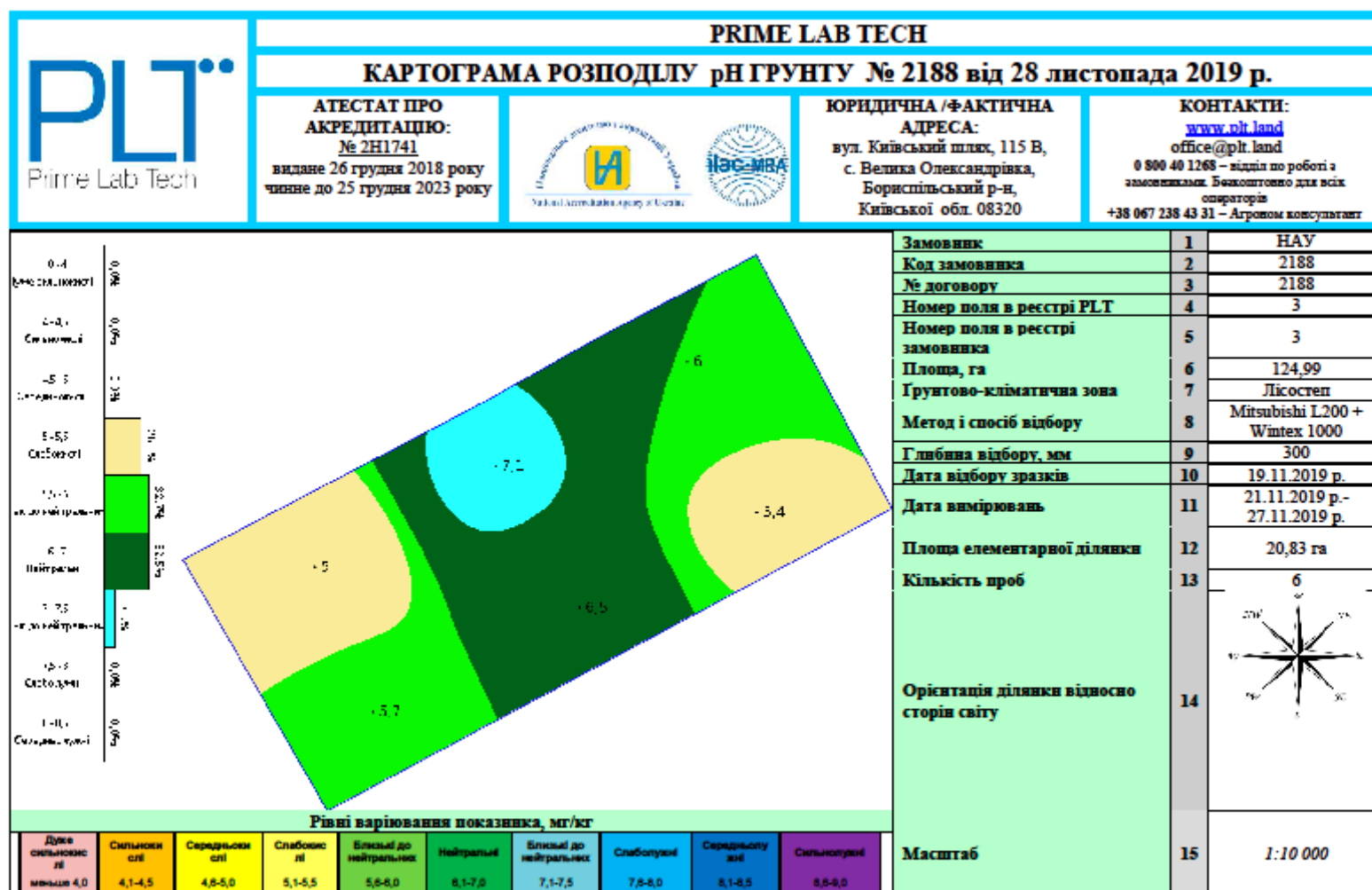
ДОДАТКИ



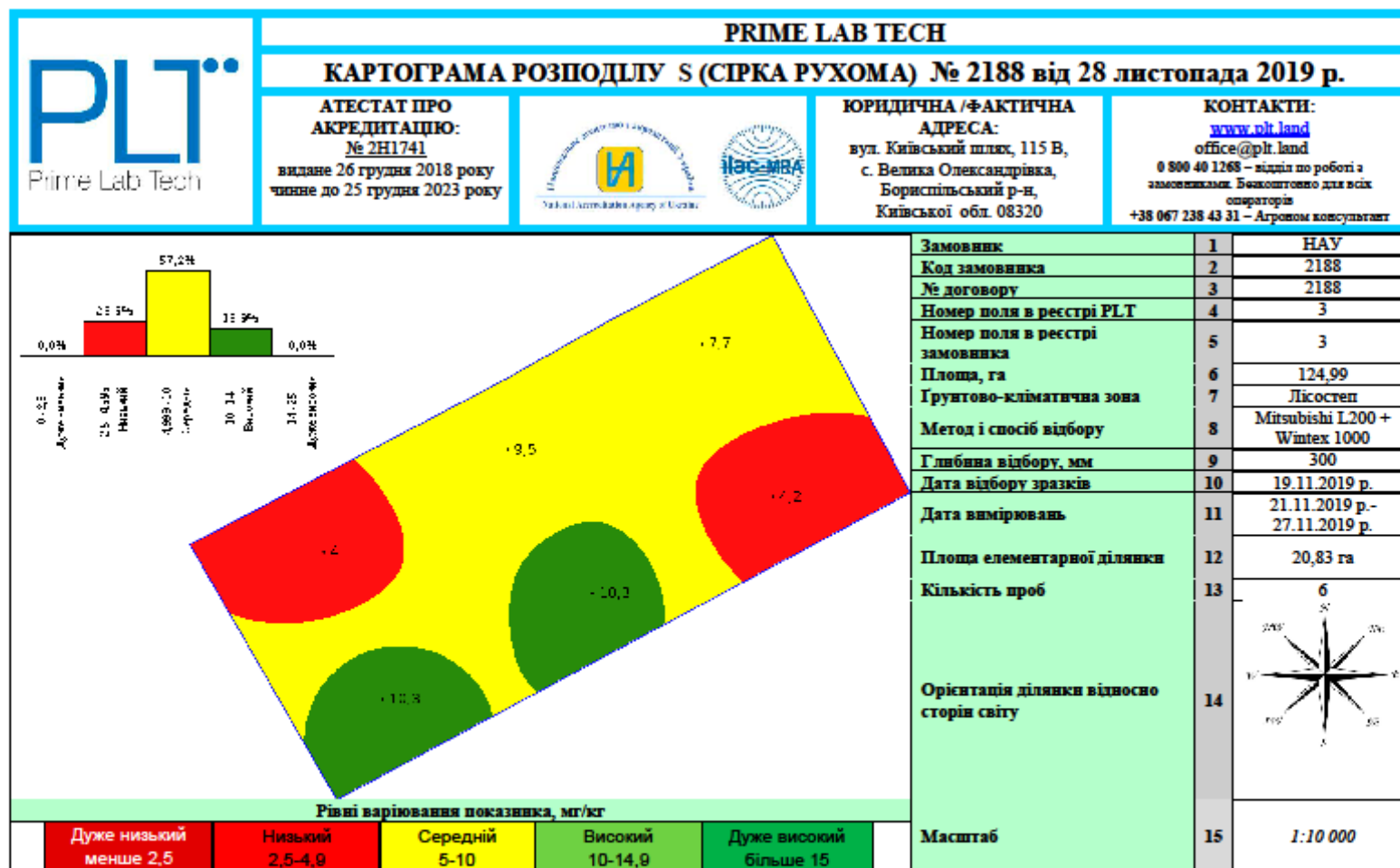














Особливості формування біомаси культурами родини *Brassicaceae* в фазу квітування

Культура	Удобрення	Ширина міжрядь	Загальна біомаса, т/га				Надземна біомаса, т/га				Маса коренів, т/га			
			2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	16,7	22,3	24,3	21,1	14,3	18,8	21,1	18,1	2,4	3,4	3,2	3,0
Ріпак озимий (Мерседес)		15	25,5	30,9	31,3	29,2	20,7	24,7	25,3	23,5	4,8	6,3	6,0	5,7
Тифон (Оракам)		15	22,9	26,3	27,5	25,6	18,5	21,8	22,9	21,0	4,4	4,5	4,6	4,5
		30	23,0	28,9	25,2	25,7	19,3	22,7	21,3	21,1	3,7	6,2	3,9	4,6
		45	19,8	21,5	24,2	21,8	16,3	18,1	19,5	17,9	3,5	3,5	4,8	3,9
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	25,2	29,5	30,3	28,3	20,7	24,2	25,3	23,4	4,4	5,3	5,0	4,9
		30	21,8	26,4	31,6	26,6	18,1	22,2	27,0	22,4	3,7	4,2	4,6	4,2
		45	20,9	27,4	27,8	25,4	16,5	22,1	22,7	20,4	4,5	5,3	5,1	4,9
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	23,5	27,7	30,6	27,3	18,8	22,4	25,3	22,2	4,7	5,3	5,3	5,1
		30	21,4	28,1	30,0	26,5	18,0	22,9	25,0	22,0	3,4	5,1	5,0	4,5
		45	19,9	24,1	26,4	23,5	16,5	19,8	21,6	19,3	3,4	4,3	4,9	4,2

Особливості формування біомаси культурами родини *Brassicaceae* в фазу досягання

Культура	Удобрєння	Ширина міжрядь	Загальна біомаса, т/га				Надземна біомаса, т/га				Маса коренів, т/га			
			2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє
Суріпиця озима (Оріана)	Контроль (без добрив)	15	45,3	56,3	59,0	53,5	41,4	50,9	54,1	48,8	3,9	5,4	4,9	4,7
Ріпак озимий (Мерседес)		15	63,7	75,0	80,2	72,9	55,8	65,1	70,1	63,6	7,9	9,9	10,1	9,3
Тифон (Оракам)		15	56,7	66,1	69,8	64,2	50,0	58,8	62,1	56,9	6,8	7,3	7,7	7,3
		30	56,8	70,0	62,2	63,0	51,0	60,6	56,2	55,9	5,8	9,4	6,1	7,1
		45	48,0	52,5	59,1	53,2	42,6	47,1	51,6	47,1	5,4	5,5	7,5	6,1
Тифон (Оракам)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	15	63,8	73,6	77,7	71,7	57,0	64,9	70,1	64,0	6,8	8,7	7,6	7,7
		30	56,1	65,7	81,2	67,7	50,2	58,8	73,7	60,9	5,9	6,9	7,5	6,8
		45	52,1	69,6	68,6	63,4	44,8	61,0	60,4	55,4	7,3	8,6	8,2	8,0
Тифон (Оракам)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	15	58,3	71,2	77,0	68,8	51,1	62,6	68,3	60,7	7,3	8,6	8,7	8,2
		30	53,5	68,8	76,4	66,2	48,2	60,9	68,7	59,3	5,4	7,9	7,6	7,0
		45	51,3	60,2	65,9	59,1	45,8	52,7	58,1	52,2	5,5	7,4	7,8	6,9

**ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО
«ВІТЧИЗНА - ТИНИЦЯ»**

16560, вул. Гагаріна, б.39, Бахмацький р-н, Чернігівська обл., с. Тиниця
п/р UA 72380805000000026000190219 в АТ «Райффайзен Банк Аваль» м.Київ МФО 380805,
код ЄДРПОУ 32654676

АКТ

впровадження вдосконаленої технології вирощування тифону

Технологія вирощування тифону, основні складові якої полягають у вирощуванні сорту Оракам з шириною міжрядь 15 см та яка передбачає на чорноземі опідзоленому з середнім вмістом рухомого азоту та калію застосовувати мінеральне добриво в дозі $N_{80}P_{60}K_{60}$, а на чорноземі опідзоленому з низьким вмістом рухомого азоту та калію застосовувати мінеральне добриво в дозі $N_{120}P_{90}K_{90}$. Фосфорно-калійне удобрення вносити восени, до сівби а от азотне добриво застосовувати восени, в міжряддя під час сівби, (N_{20}) та навесні, як ранньовесняне підживлення з внесенням 40-60 кг/га д. р. азоту у формі сульфату амонію, а друге весняне внесення проводити через 3 тижні з нормою 20-40 кг/га д. р. азоту у формі карбаміду.

Технологія впроваджена в умовах господарства ФГ «ВІТЧИЗНА - ТЕНИЦЯ» на площі 136 гектарів в умовах 2022 року. За результатами впровадження отримано економічний ефект та додатковий прибуток в розмірі 1224 тис. грн.

Від Національного університету
біоресурсів і природокористування
України

Джамал РАХМЕТОВ
Здобувач Ілля ЦАРУК

Від господарства:
Голова ФГ «ВІТЧИЗНА -
ТЕНИЦЯ»

Сергій РИЖЕНКО



АКТ

впровадження завершеної науково-дослідницької роботи (НДР)

1. Назва НДР: **ОПТИМІЗОВАНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ТИФОНУ.**

2. Автори завершеної науково-дослідницької роботи (НДР): **Царук І.В., Рахметов Д.Б.**

3. Де проводилось впровадження (назва та адреса господарства): **ФГ «Промінь-К».**

4. Рік і обсяг впровадження: **у 2022 році 36 га.**

5. Короткий опис завершеної науково-дослідницької роботи (НДР): технологія вирощування тифон сорту Оракам з шириною міжрядь 15 см передбачає на чорноземі опідзоленому з середнім вмістом рухомого азоту та калію застосовувати мінеральне добриво в дозі $N_{80}P_{60}K_{60}$, а на чорноземі опідзоленому з низьким вмістом рухомого азоту та калію застосовувати мінеральне добриво в дозі $N_{120}P_{90}K_{90}$. Фосфорно-калійне удобрення вносили восени, до сівби а от азотне добриво застосовували восени, в міжряддя під час сівби, (N_{20}) та навесні, як ранньовесняне підживлення з внесенням 40-60 кг/га д. р. азоту у формі сульфату амонію, а друге весняне внесення проводити через 3 тижні з нормою 20-40 кг/га д. р. азоту у формі карбаміду.

6. Отримано фактичний економічний ефект від впровадження на площі впровадження: 36 га – енергоємність врожаю склала 3672 ГДж або ж додатковий прибуток в розмірі 325,4 тис. грн.

7. Відповідальні за впровадження (ПІБ, посада):

Від Національного університету
біоресурсів і природокористування

України

Джамал РАХМЕТОВ
Здобувач Ілля ЦАРУК

Від господарства:

Голова ФГ «Промінь-К»

Роман КАЛІНІЧЕНКО



СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових фахових виданнях України:

1. **Царук І.В.,** Рахметов Д.Б. Тифон – нова культура багатофункціонального призначення. Таврійський науковий вісник. 112. С. 157-160. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.22>

2. **Царук І.В.,** Рахметов Д.Б. Особливості формування насінневої продуктивності рослин тифону (*Brassica campestris* var. *oleifera* f. *biennis* D.C. × *B. rapa* L.) залежно від елементів технології вирощування. *Новітні агротехнології*. 2022. № 10(1). <https://doi.org/10.47414/na.10.1.2022.265592>

3. **Царук І.В.** Рахметов Д.Б. Продуктивність тифону за різної ширини міжрядь та удобрення. *Новітні агротехнології*. 2022. № 10(2). <https://doi.org/10.47414/na.10.2.2022.270481>

4. **Царук І.В.** Рахметов Д.Б. Екологічна пластичність та стабільність продуктивності озимих капустяних культур під впливом елементів технології вирощування. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків* : зб. наук. праць. Київ : ФОП Корзун Д. Ю., 2021. Вип. 30. С. 105–111. <https://doi.org/10.47414/np.30.2022.268948>

Тези наукових доповідей:

5. **Царук І.В.** Значення тифону в кормовиробництві : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Сталий інноваційно-креативний розвиток соціально-економічних систем» (м. Бережани, 21 жовтня 2019 р.). 2019. С. 55.

6. **Царук І.В.** Тифон у органічному землеробстві : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасний стан та перспективи аграрної сфери в Україні» (м. Ніжин, 26 листопада 2020 р.). 2020. С. 237