

DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-2-8

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.85:631.53.02

**ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ ТА НОРМ ВИСІВУ
НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ
В УМОВАХ ПЕРЕДКАРПАТТЯ****Т. В. Мельничук, В. М. Сендецький, Н. М. Лис, О. М. Стельмах**

Прикарпатська державна
сільськогосподарська дослідна
станція Інституту сільського
господарства Карпатського регіону
НААН
вул. Бандери, 21-А,
м. Івано-Франківськ, 76014

Про авторів:

Тарас МЕЛЬНИЧУК,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-1235-0302

Володимир СЕНДЕЦЬКИЙ,
доктор сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0003-2424-8206

Надія ЛИС,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-2850-1179

Оксана СТЕЛЬМАХ,
старший науковий співробітник
ORCID: 0000-003-2562-3530

Для листування:

Володимир СЕНДЕЦЬКИЙ,
e-mail: vermos2011@ukr.net

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних
наук України

Отримано:

20 березня 2024 р.

Погоджено до друку:

21 травня 2024 р.

Гірчиця біла належить до культур раннього строку сівби, проведення якого за сприятливих агрокліматичних умов зони вирощування, забезпечення рівня удобрення та дотриманням якісного виконання всіх агротехнічних заходів у технологічному процесі, ефективно впливає на реалізацію її біологічного потенціалу продуктивності. Дослідженнями встановлено, що оптимальним строком сівби гірчиці білої в умовах Передкарпаття є сівба у терміни досягнення фізичної стиглості ґрунту за температури прогрівання на 5–10 °С, збереження запасу вологи, що переважно збігається з терміном завершення сівби ярих зернових і зернобобових культур та забезпечує найвищі показники урожайності в середньому за 2021–2023 рр. 1,9–2,1 т/га й перевищує на 0,2–0,25 т/га і 0,35–0,41 т/га або на 10–22 і 15–25 % наступні строки з часткою впливу фактору 55–84 %.

Норма висіву – 1,5 млн сх. нас./га на фоні добрив $N_{90}P_{40}K_{70}$ забезпечила збільшення урожайності до 2,0 млн сх. нас./га на 0,06–0,12 т/га, кількості стручків на рослині на 14–23 шт., кількості насінин у стручку на 0,1–0,4 шт. та маси 1000 насінин на 0,07–0,13 г відповідно строків сівби за частки впливу фактору 12–38 %.

Вміст олії в насінні гірчиці білої становив 26,8–29,2 % з тенденцією зниження на 0,6–2,3 % за відтермінування строку сівби, а вихід олії з 1 га – 0,43–0,6 т з врахуванням умісту та урожайності культури.

Економічна ефективність вирощування була найвищою за першого строку сівби з нормою висіву 1,5 млн сх. нас./га, що забезпечувало при однакових затратах 25,3 тис. грн/га, зниження собівартості на 1,7–3,1 тис. грн/т та збільшення умовно чистого доходу на 7,5–12,3 тис. грн/га й рівня рентабельності на 29–48 % до другого і третього строків сівби.

Ключові слова: гірчиця біла, польова схожість, вегетаційний період, структурні елементи, біологічний потенціал продуктивності, строки сівби, норми висіву, урожайність, вміст олії, економічна ефективність.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Мельничук Т. В., Сендецький В. М., Лис Н. М., Стельмах О. М., 2024

The influence of sowing dates and sowing rates on the formation of productivity of white mustard in the conditions of Precarpathia

Precarpathian State Agricultural Research Station of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS

Bandery street, 21-A, Ivano-Frankivsk, 76014

About authors:

Taras MELNYCHUK
ORCID:0000-0002-1235-0302

Volodymyr SENDETSKYI
ORCID:0000-0003-2424-8206

Nadiia LYS
ORCID:0000-0002-2850-1179

Oksana STELMAKH
ORCID: 0000-003-2562-3530

For corresponding:
Volodymyr SENDETSKYI
e-mail: vermos2011@ukr.net

Funding information:
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:
March 20, 2024
Accepted:
May 21, 2024

White mustard belongs to the crops of the early sowing period, conducting of which under favorable agro-climatic conditions of the growing zone, ensuring the level of fertilization and observing the high-quality implementation of all agrotechnical measures in the technological process, effectively affects the realization of its biological productivity potential. Research has established that the most optimal time for sowing white mustard in the conditions of Precarpathia is when the soil reaches physical maturity at a temperature of 5–10 °C. The preservation of moisture reserves, which mostly coincides with the time of completion of sowing of spring grain and grain-leguminous crops. This provides the highest productivity indicators. On average for 2021–2023 – 1.9–2.1 t/ha and exceed by 0.2–0.25 t/ha and 0.35–0.41 t/ha or by 10–22 and 15–25 % in the following terms with the share of influence of the factor 55–84 %.

The seeding rate of 1.5 million germinated seeds per hectare on the background of N₉₀P₄₀K₇₀ fertilizers ensured an increase in productivity to 2.0 million germinated seeds per hectare by 0.06–0.12 t/ha. The number of pods per plant – by 14–23 pcs., the number of seeds in a pod – by 0.1–0.4 pcs. and the weight of 1000 seeds by 0.07–0.13 g, respectively, according to the terms of sowing for the share of the influence of factor 12–38 %.

The oil content in the seeds of white mustard was 26.8–29.2 % with a tendency to decrease by 0.6–2.3 % due to the postponement of the sowing period, and the yield of oil from 1 ha – 0.43–0.6 t, taking into account the content and crop yields.

The economic efficiency of cultivation was the highest during the first sowing period with a seeding rate of 1.5 million germinated seeds per hectare, which ensured, at the same costs of 25.3 thousand UAH/ha, a decrease in the cost price by 1.7–3.1 thousand UAH/t, an increase in conditional net income by 7.5–12.3 thousand UAH/ha and profitability by 29–48 % by the second and third sowing periods.

Keywords: white mustard, field germination, vegetation period, structural elements, biological productivity potential, sowing dates, sowing rates, productivity, oil content, economic efficiency.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. У технології вирощування гірчиці білої як дрібнонасіної культури з коротким періодом вегетації (90–110 днів) строки сівби й норми висіву є визначальними елементами для формування агроценозу та його продуктивності, особливо в сучасних умовах змін кліматичних факторів [2, 13, 14].

Головними факторами, що визначають строк сівби є температура й вологість ґрунту. Необхідно, щоб ґрунт був достатньо прогрітий і нормально зволожений. Сівбу гірчиці білої на насіння

починають разом або після завершення сівби ярих зернових. Біологічні особливості гірчиці, її короткий вегетаційний період дозволяють розширити строки висівання даної культури на насіння при сприятливих агрокліматичних умовах – до другої декади травня [4, 5, 9].

Від вибору строків сівби значною мірою залежать ріст і розвиток рослин, величина та якість урожаю, їх стійкість до несприятливих умов навколишнього середовища, шкідників та хвороб. Рання сівба дає можливість ефективно використовувати зимові запаси вологи в

грунті, продовжувати вегетаційний період. Надзвичайно важливим є те, що рання сівба затримує перехід у генеративну фазу розвитку та урожайність рослин довгого світлового дня. У разі запізнення з сівбою рослини формують недостатньо розвинену кореневу систему, не ефективно використовують вологу, формування репродуктивних органів припадає на несприятливі погодні умови. Якщо ж змістити строки до більш пізніх та знизити густоту стояння рослин, то це призведе до значного зниження врожайності та олійності [1, 3, 6].

Більшість авторів вважають, що гірчиця біла потребує раннього строку сівби. Найкращі умови для отримання дружніх сходів – прогрівання ґрунту до 8–10 °С. Цей період зазвичай збігається з терміном сівби ранніх колосових та зернобобових культур. Основними перевагами раннього строку висівання є невисокі плюсові температури та вологий шар ґрунту, які сприяють формуванню потужної кореневої системи та листової розетки, що підвищує конкурентоспроможність культури щодо бур'янів, сприяє зменшенню шкодочинності хрестоцвітих блішок [11, 25, 35].

Дослідженнями вчених Інституту землеробства НААН, Івано-Франківського інституту АПВ УААН та інших встановлено, що гірчицю білу слід сіяти як можна раніше, але у зволожений і достатньо прогрітий ґрунт, що забезпечує швидкі й рівномірні сходи, а при запізненні з сівбою на 10 днів зменшується урожайність на 20–30 % [15, 16, 18].

Гірчиця біла – рослина довгого світлового дня, тому в разі пізнього висіву вона швидше проходить усі фази росту та розвитку, що негативно позначається на врожайності. Зокрема, на пізніх посівах зростає загроза їх знищення шкідниками, а фази формування генеративних органів та врожаю насіння припадають, як правило, на період жорстких засух. Через нерівномірність забезпечення рослин вологою й поживними речовинами

затягується дозрівання насіння та впливає на його якість [30, 32, 34].

Дослідження Оксимець О. Л. показали, що ранньовесняні строки сівби та внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{45}K_{15}$ забезпечили підвищення олійності до 33,8 %, а вихід олії – 570 л/га. За пізніх строків значно знижується врожай гірчиці. Так, за сівби через 10 днів після дозрівання ґрунту урожай насіння становив 25 %, через 20 днів – 50 % порівняно з оптимальним строком [21].

Норма висіву визначає площу живлення кожної рослини, характер зростання і розвиток кореневої системи, а також наземних органів, забезпеченість ґрунтовою вологою, інтенсивність освітлення та аерації й конкуренції до бур'янів. Ступінь використання внесених поживних речовин у великій мірі залежить від умов вологозабезпеченості густоти стеблостою. Таким чином, максимальна віддача від добрив досягається при певній густоті стояння рослин [17, 23, 28].

Для гірчиці білої оптимальною є густота продуктивних рослин на 1 м² в межах 100–120 рослин. Виходячи з середньої маси 1000 насінин, способу сівби, схожості й господарської придатності насіння рекомендованими будуть такі норми висівання: при ширині міжрядь 12,5–15 см – 10–12 кг/га, 25–30 см – 7–9 кг/га [10, 27, 31].

Необґрунтоване підвищення норми висіву спричиняє біологічну конкуренцію рослин під час їх росту та розвитку, внаслідок чого рослини вилягають. На загущених посівах зменшується біологічний урожай рослин, спостерігається вища на 10–30 % ураженість шкідниками й хворобами [29].

Загущеність посіву на 0,5 млн сх. нас./га (із початкових 1,0 млн сх. нас./га) обумовлювало зниження продуктивності рослин на 9,5–65,0 % відповідно. Отже, на сьогодні чинні рекомендації норм висіву відрізняються, норми варіюють від 1,0–1,5 до 2,5–3,0 млн сх. нас./га, але доведено, що оптимальна норма висіву для отримання товарного насіння має забезпечувати на час

збирання густоту стояння 125–140 шт./м² [8].

Проведеними нами впродовж 2021–2023 рр. дослідженнями норм висіву 1,0; 1,5 і 2,0 млн сх. нас./га за різних доз програмованого застосування добрив на заплановану урожайність від 1,5–3,0 т/га норма висіву 1,5 млн сх. нас./га на фоні досліджуваних доз удобрення була оптимальною, що забезпечувала в агроценозі сприятливі передумови внутрішньовидової конкуренції рослин за елементи живлення, вологозабезпечення і до розвитку другої хвилі бур'янів та найвищі показники формування структурних елементів біологічного потенціалу продуктивності (кількості стручків на рослині, кількості насінин у стручку, маси 1000 насінин) його урожайності 1,68–2,68 т/га [22].

Густота стояння рослин істотно впливає на розвиток кореневої системи, кількості галузень, стручків на рослині, кількості насінин, що має пряме відношення до продуктивності гірчиці. Чим більша густота, тим нижча продуктивність. Тому науковці й виробничники постійно ведуть пошуки оптимальних варіантів густоти стояння рослин залежно від загальної культури землеробства, можливостей засобів механізації, забезпеченості мінеральними добривами особливо в умовах змін клімату [11, 16, 22].

Впродовж багатьох років дослідники шляхом постановки дослідів і теоретичних узагальнень прагнули виявити взаємозв'язок між строками сівби, густотою стеблостою і розвитком рослин, щоб встановити характер та закономірності їх впливу для отримання найвищого врожаю насіння з високими показниками його якості й економічної ефективності вирощування. Зважаючи на те, що досліді проводилися в різних ґрунтово-кліматичних умовах за різних факторів впливу рівня інтенсивності технології вирощування які не дають вичерпного обґрунтування на розв'язання важливих питань [12, 22, 34].

Тому узагальнення напрацьованих досліджень, удосконалення та науково-практичне обґрунтування досліджуваних нами елементів технології вирощування з встановленням особливостей формування структурних показників та продуктивності агроценозу гірчиці білої за ефективного використання агрокліматичних ресурсів зони вирощування в сучасних умовах є надзвичайно актуальними.

Метою наших досліджень було встановити та обґрунтувати вплив строків сівби та норм висіву на формування продуктивності гірчиці білої в умовах Передкарпаття.

Матеріали і методи.

Експериментальні дослідження проводилися впродовж 2021–2023 рр. на дослідному полі Прикарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, що знаходиться в агрокліматичній зоні Передкарпаття Івано-Франківської області на дернових глибоких опідзолених глеуватих важко суглинкових ґрунтах. Агрохімічна характеристика: рН сольове – 5,7; сума ввібраних основ (Са + Mg) – 16,2 ммоль/100 г (за Каппеном); вміст гумусу (за Тюріним) – 2,29 %; азоту, що легко гідролізується (за Корнфілдом) – 68; рухомого фосфору (за Кірсановим) – 53; рухомого калію (за Кірсановим) – 88 мг/кг ґрунту; рухомих форм мікроелементів: бору (за Бергером і Труогом) – 1,1; молібдену (за Грігом) – 0,2; марганцю (за Пейве і Рінькісом) – 2,7 мг/кг ґрунту.

Агротехніка загальноприйнята для ярих культур: попередник – озима пшениця, луцення стерні, зяблева оранка на глибину 22–25 см, ранньовесняна культивация для закриття вологи, передпосівний обробіток комбінованим агрегатом. Спосіб сівби – звичайно-рядковий з міжряддям 12,5 см.

Післяпосівне застосування ґрунтового гербіциду Бутізан 400 к.с. з нормою 1,8 л/га та наступним застосуванням засобів захисту (інсектицидів, фунгіцидів) впродовж

вегетації згідно з рекомендованими продуктами (Коннект – 0,5 л/га, Альтерно – 0,7–1,0 л/га) для захисту посівів від шкідників і хвороб у всіх варіантах досліду.

Для досліду висіяно сорт гірчиці білої Підпечерецька селекції Прикарпатської ДСДС ІСГКР НААН. Розмір посівної ділянки – 56 м², облікової – 50 м², повторність – 4 х-кратна з систематичним розміщенням ділянок.

Дослід закладено згідно з схемою: Фактор А – строки сівби: А–А₁ – перший за досягнення фізичної стиглості ґрунту і його температурного режиму прогрівання 5–10 °С; А–А₂ – другий строк через 7 днів; А–А₃ – третій через 14 днів після першого. Варіант удобрення N₉₀P₄₀K₇₀ на програмований рівень урожаю культури 2,0–2,5 т/га з врахуванням вмісту NPK в ґрунті, потреби мінеральних добрив на формування продуктивності за потенційним виносом основною і побічною продукцією та використовувались продукти ТОВ «Яра Україна», зокрема комплексні добрива ЯраМіла N₁₂P₂₄K₁₂, азотні ЯраБелла Сульфат N₂₄S₁₅ і позакореневого підживлення ЯраВіта Бортрак 150, ЯраВіта Брасітрел Про (1,5 + 1,5 л/га) у всіх варіантах для забезпечення потреби бором та іншими макро- та мікроелементами.

Фактор В – норма висіву насіння, млн сх.нас./га: В–В₁ – 2,0; В–В₂ – 1,5.

Комплексні добрива і 85 % азотних добрив вносилися в передпосівну культивування та під час сівби сівалкою, а 15 % азотних вносили для підживлення у фазу ВВСН 15–20, позакоренево удобрення у фазу ВВСН 50–60.

В усіх варіантах досліду проводились фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин методом встановлення облікових площадок та структурного аналізу формування кількісно біолого-морфологічних ознак репродуктивних органів рослин згідно з методикою проведення експертизи сортів гірчиці білої (*Sinapis alba* L.) [20].

Оцінку фітосанітарного стану посівів згідно «Методики випробування і

застосування пестицидів» (С. О. Трибель та ін., 2001) [19].

Обліки рівня урожаю проводили шляхом обмолоту з кожної ділянки та зважування і перерахунку на стандартну вологість і 100 % чистоту згідно з ДСТУ 2240-93, а для встановлення біологічного рівня урожаю методом відбору пробних снопів для обмолоту і структурного аналізу рослин з двох несуміжних повторень. Масу 1000 насінин визначали за ДСТУ 4138-2002.

Економічну ефективність досліджуваних елементів технології розраховано згідно Ю. О. Тараріко (2001) [7]. Статистична обробка дослідних даних проводилась методом статистичного аналізу (В. О. Ушкаренко та ін., 2013) [24].

Результати та обговорення. У технології вирощування гірчиці білої, як дрібнонасінної культури з коротким періодом вегетації 90–110 днів, строки сівби та норми висіву є визначальними елементами для формування агроценозу та його продуктивності, особливо в сучасних умовах змін кліматичних факторів.

Впродовж 2021–2023 рр. погодні умови до середньобогаторічних показників були різними навіть аномальними, що створювало негативні передумови для реалізації біологічного потенціалу продуктивності культури та особливості на встановлення впливу досліджуваних елементів впродовж вегетації, особливо у 2023 році.

Найбільш характерним до середньобогаторічних показників зони вирощування та сприятливим за агрометеорологічними умовами для гірчиці білої був 2021 рік, що підтвердилось результатами досліджень за період від початку формування агроценозу до реалізації його біологічного потенціалу продуктивності та забезпечило найвищий рівень – 1,82–2,58 т/га урожайності культури з встановленням істотного впливу досліджуваних факторів.

У 2022 р. кількість опадів у період до часу сівби становила 42 %, за вегетаційний період – 55 % до середньобогаторічних

показників, що створювало низький рівень вологозабезпеченості й нівелювало вплив внесених добрив через недостатню їх розчинність і доступність для рослин та впливало на формування продуктивності агроценозу.

Формування агроценозу гірчиці білої у 2023 р. відбувалося за кількості опадів на 30–46 % більше і низькотемпературних показників повітря на 25–30 % менше до середньобогаторічних, що створило негативні передумови для критичних параметрів щільності та аерації ґрунту, зниження польової схожості на 19–29 %, зменшення на 7–13 % густоти рослин до отриманих сходів та зменшення на 0,63–1,12 т/га програмованого рівня урожайності у варіантах досліду до попередніх років.

За таких погодних умов польова схожість гірчиці білої в середньому за роки досліджень була 81–86 % зі зниженням на 1–5 % на третьому строку незалежно від норми висіву. Найкращі показники за роки досліджень були у 2022 р. – 91–98 % за другого і третього строку сівби та істотно нижчими – 71–81 % у 2023 р. з тенденцією зниження на 3–7 % у пізніших термінах до першого строку.

Польова схожість за вивчення норм висіву була на 1–6 % більша у варіанті 1,5 млн сх. нас./га до 2,0 млн сх. нас./га. На період збирання урожаю кількість рослин до отриманих сходів зменшувалася на 5–13 % з тенденцією підвищення на 1–4 %

виживання рослин на третьому строку сівби та на 3–5 % за норми висіву 1,5 млн сх. нас./га. Найнижчі показники – 87 % виживання рослин до отриманих сходів були у 2023 р. за варіанту 2,0 млн сх. нас./га.

За результатами досліджень строки сівби впливали на проходження міжфазних періодів розвитку онтогенезу та вегетаційний період гірчиці білої. В середньому за 2021–2023 рр. вегетаційний період культури за першого строку сівби становив 108 днів, другого строку – 102 дні і третього – 96 днів. За роками досліджень зберігалася аналогічна закономірність з найдовшим періодом у 2021 р. відповідно 112, 106 і 101 й найкоротшими у 2023 р. – 104, 99 і 90 днів, що мало істотний вплив на формування генеративних та репродуктивних органів рослин, тривалість міжфазних періодів їх розвитку й продуктивність агроценозу. Досліджувані норми висіву не мали істотно впливу на тривалість вегетаційного періоду.

Важливими елементами для формування біологічного потенціалу продуктивності є кількісно-біометричні показники, які за однакової густоти рослин відповідно норми висіву і строку сівби впродовж 2021–2023 рр. становили за кількістю стручків на рослині від 73–125 шт., кількістю насінин в стручку від 4,7 до 5,1 шт., маси 1000 насінин від 5,25 до 5,72 г, що забезпечило його різний рівень від 2,02 до 2,65 т/га (табл. 1).

1. Вплив строків сівби та норм висіву насіння на структурні елементи формування біологічного потенціалу продуктивності гірчиці білої (середнє за 2021–2023 рр.)

Показники	Строки сівби – Фактор А					
	А–А ₁		А–А ₂		А–А ₃	
	Норма висіву, млн. сх. нас. на 1 га – фактор В					
	В–В ₁ – 2,0	В ₁ –В ₂ – 1,5	В–В ₁ – 2,0	В–В ₁ – 2,0	В ₁ –В ₂ – 1,5	В–В ₁ – 2,0
1	2	3	4	5	6	7
Рослин на період збирання урожаю, шт./м ² / % до отриманих сходів	<u>147</u> 89	<u>117</u> 88	<u>146</u> 91	<u>118</u> 91	<u>147</u> 94	<u>116</u> 95
Розгалужень (гілок) на рослині, шт.	3,9	4,4	3,7	4,0	3,1	3,5
Стручків на 1 рослині, шт.	102,6	125,3	88,3	102,2	73,3	89,4

1	2	3	4	5	6	7
Насінин в стручку, шт.	5,0	5,1	4,7	4,9	4,7	4,7
Маса 1000 насінин, г	5,59	5,72	5,39	5,48	5,25	5,32
Біологічний потенціал урожайності, т/га	2,45	2,65	2,20	2,32	2,02	2,10

За першого строку сівби отримано найвищі показники структурних елементів й біологічного потенціалу на рівні 2,45–2,65 т/га, на другому і третьому строках сівби встановлено зниження на 0,25–0,33 т/га і 0,43–0,55 т/га, або на 11–14 % та 21–26 % відповідно. Біологічний потенціал урожайності за норми висіву 1,5 млн сх. нас./га був на 0,08–0,2 т/га вищим до норми висіву 2,0 млн сх. нас./га у всіх строках сівби. За роки досліджень найвищі показники структурних елементів біологічного

потенціалу урожайності були у 2021 р. та істотно менші – на 19–32 % особливо у 2023 р.

Урожайність гірчиці білої з врахуванням природних втрат і за період збирання, просушування та очищення до параметрів ДСТУ-2240-93 в середньому у роки досліджень становила 1,58–2,05 т/га відповідно закономірностей і тенденцій впливу строку сівби й норм висіву на формування біологічного потенціалу продуктивності (табл. 2).

2. Вплив строків сівби та норм висіву на урожайність і уміст олії в насінні гірчиці білої (2021–2023 рр.)

Роки	Строки сівби Фактор А (дата, місяць)	Норма висіву, млн сх. нас. на 1 га – фактор В					
		В–В1 – 2,0			В–В2 – 1,5		
		1	2	3	1	2	3
2021	А–А ₁ – 10.04	2,32	28,1	0,65	2,58	27,3	0,70
	А–А ₂ – 18.04	2,06	28,1	0,58	2,27	27,3	0,62
	А–А ₃ – 26.04	1,82	27,6	0,50	2,01	26,4	0,53
2022	А–А ₁ – 06.04	1,89	31,8	0,60	2,11	32,2	0,68
	А–А ₂ – 14.04	1,77	29,9	0,53	1,90	31,8	0,60
	А–А ₃ – 22.04	1,72	28,4	0,49	1,84	29,1	0,54
2023	А–А ₁ – 22.04	1,57	27,7	0,43	1,46	27,9	0,41
	А–А ₂ – 30.04	1,36	26,4	0,36	1,22	26,3	0,32
	А–А ₃ – 10.05	1,19	25,3	0,30	1,08	25,0	0,27
Середнє за 2021–2023 рр.	А–А ₁	1,93	29,2	0,56	2,05	29,1	0,60
	А–А ₂	1,73	28,1	0,49	1,80	28,5	0,51
	А–А ₃	1,58	27,1	0,43	1,64	26,8	0,44

Примітка: 1 – урожайність, т/га; 2 – уміст олії, %; 3 – вихід олії, т/га.

НІР_{0,05} 2021 р.: А – 0,21 т/га; В – 0,11 т/га; % впливу факторів: А – 79,0; В – 20,0.

НІР_{0,05} 2022 р.: А – 0,03 т/га; В – 0,02 т/га; % впливу факторів: А – 54,9; В – 38,5.

НІР_{0,05} 2023 р.: А – 0,03 т/га; В – 0,02 т/га; % впливу факторів: А – 84,3; В – 12,5.

Дослідженнями встановлено, що за першого строку сівби урожайність була вищою на 0,2–0,35 т/га за норми висіву 2,0 млн сх. нас./га та 0,25–0,4 т/га за 1,5 млн сх. нас./га відповідно до другого і третього строків, або на 10–22 % і 15–25 % з часткою впливу фактору строку сівби 55–84 %, норми висіву – 12–38 %. За роками

найвищу урожайність отримано у 2021 р. – від 1,82–2,58 т/га з істотним зниженням на 6–46 % у 2022–2023 рр.

Вміст олії в насінні гірчиці білої за роки досліджень становив від 25,3–32,2 % з найвищими показниками у 2022 р. із встановленням тенденцій зниження на 0,5–3,4 % з вивчення строків сівби на

0,2–1,7 % за норми висіву 2,0 млн сх. нас./га до 1,5 млн сх. нас./га.

Вихід олії з 1 га у варіантах дослідження становив від 0,27 до 0,65 т та був у прямій залежності від вмісту олії та рівня урожайності культури.

Отримані результати економічної ефективності вирощування гірчиці білої за досліджуваних елементів залежали від рівня урожайності – 1,58–2,05 т/га, затрат – 25,4 тис. грн/га та сформованих цін на товарну продукцію 20–30 грн/кг (табл. 3).

3. Економічні показники ефективності вирощування гірчиці білої за застосування строків сівби на 1 га (середнє 2021-2023 рр.)

Показники	Строки сівби Фактор-А					
	А-А ₁		А-А ₂		А-А ₃	
	Норма висіву, млн сх. нас./га – фактор В					
	В-В ₁ – 2,0	В-В ₂ – 1,5	В-В ₁ – 2,0	В-В ₂ – 1,5	В-В ₁ – 2,0	В-В ₂ – 1,5
Урожай, т/га	1,93	2,05	1,73	1,80	1,58	1,64
Витрати на вирощування, тис. грн	25,38	25,26	25,38	25,26	25,38	25,26
Собівартість 1 т, тис. грн	13,15	12,32	14,67	14,03	16,06	15,40
Виручка від продукції, тис. грн	57,90	61,50	51,90	54,00	47,40	49,20
Умовно чистий дохід, тис. грн	32,52	36,24	26,52	28,74	22,02	23,94
Рентабельність, %	126	143	104	114	87	95

В структурі технологічних витрат на вирощування у 2021–2023 рр. вартість добрив становила 42–60 %, паливно-мастильних матеріалів – 12–18 %, пестицидів – 5–8 %, насіння – 1–2 % та оплата праці – 10–15 %.

Найбільш економічно ефективним за всіма показниками впродовж 2021–2023 рр. була сівба за першого строку з нормою висіву 1,5 млн сх. нас./га, що забезпечило зниження собівартості на 1,7–3,1 тис. грн/т та збільшення умовно чистого доходу на 7,5–12,3 тис. грн/т і рівня рентабельності на 29–48 % у порівнянні до другого й третього строку сівби.

Висновки. Гірчиця біла належить до культур раннього строку сівби, проведення якого за сприятливих агрокліматичних умов зони вирощування, забезпечення рівня удобрення та дотриманням якісного виконання всіх агротехнічних заходів у технологічному процесі, ефективно впливає на реалізацію її біологічного потенціалу продуктивності. Дослідженнями встановлено, що:

1. Оптимальним строком сівби гірчиці білої в умовах Передкарпаття є терміни

досягнення фізичної стиглості ґрунту за температури прогрівання на 5–10 °С, збереження запасу вологи, що переважно збігається з терміном завершення сівби ярих зернових і зернобобових культур та забезпечує найвищі показники урожайності в середньому за 2021–2023 рр. – 1,9–2,1 т/га і перевищує на 0,2–0,25 т/га й 0,35–0,41 т/га, або на 10–22 і 15–25 % наступні строки з часткою впливу фактору 55–84 %.

2. Норма висіву 1,5 млн сх. нас./га на фоні добрив N₉₀P₄₀K₇₀ забезпечила збільшення урожайності до 2,0 млн сх. нас./га на 0,06–0,12 т/га, кількості стручків на рослині на 14–23 шт., кількості насінин у стручку на 0,1–0,4 шт. та маси 1000 насінин на 0,07–0,13 г відповідно строків сівби за частки впливу фактору 12–38 %.

3. Вміст олії в насінні гірчиці білої становив 26,8–29,2 % з тенденцією зниження на 0,6–2,3 % за відтермінування строку сівби, а вихід олії з 1 га – 0,43–0,6 т з врахуванням умісту та урожайності культури.

4. Економічна ефективність вирощування була найвищою за першого

строку сівби з нормою висіву 1,5 млн сх. нас./га, що забезпечувало при однакових затратах 25,3 тис. грн/га, зниження собівартості на 1,7–3,1 тис. грн/т та

збільшення умовно чистого доходу на 7,5–12,3 тис. грн/га і рівня рентабельності на 29–48 % до другого і третього строків сівби.

Список використаної літератури

1. Біолого-технологічні особливості вирощування ярих культур родини *Brassicaceae* в Карпатському регіоні : науково-практичні рекомендації / О. П. Волошук та ін. Оброшине : [Б. в.], 2023. 48 с.
2. Вишнівський П. С. Агробіологічні основи формування врожаю хрестоцвітих олійних культур в умовах Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво». Вінниця, 2012. 56 с.
3. Вплив погодно-кліматичних параметрів на якість насіння різних видів гірчиці в умовах Північно-східного Лісостепу України / Т. І. Мельник та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2018. № 3. С. 53–57.
4. Вплив удобрення на формування врожайності гірчиці білої / П. С. Вишнівський та ін. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. Вип. 1. 2010. С. 122–126.
5. Гірчиця / М. І. Абрамик та ін. Івано-Франківськ : Симфонія форте. 2011. 32 с.
6. Гірчиця в Південному Степу: агроecологічні аспекти і технології вирощування : наукова монографія / О. Г. Жуйков та ін. Херсон : Грін Д. С., 2014. 416 с.
7. Економічна оцінка систем землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур / Ю. О. Тараріко та ін. Київ : Нара-Прінт. 2001. 380 с.
8. Жернова Н. П. Удосконалення прийомів технології вирощування гірчиці білої в умовах південного Степу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво». Херсон, 2011. 16 с.
9. Жуйков О. Г. Агробіологічне обґрунтування комплексу технологічних прийомів вирощування видів гірчиці в умовах південного степу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво». Херсонський ДАУ. 2015. 32 с.
10. Жуйков О. Г. Біометричні показники, господарсько цінні ознаки та рівень насінневої продуктивності гірчиці білої в залежності від способу сівби та норми висіву в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Вип. 81. Херсон : Грін Д. С. 2012. С. 51–58.
11. Козіна Т. В. Вплив регулятора росту «Вермибіомаг» строків сівби і норм висіву на насінневу продуктивність гірчиці білої в умовах Лісостепу Західного. *Збірник Подільського державного аграрно-технічного університету*. 2014. Вип. 22. С. 77–81.

References

1. Biological and technological features of growing spring crops of the *Brassicaceae* family in the Carpathian region: scientific and practical recommendations / O. P. Voloshchuk et al. Obroshyne : [B. v.], 2023. 48 p.
2. Vyshnivskiy P. S. Agrobiological bases of crop formation of cruciferous oil crops in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine : avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia d-ra s.-h. nauk : 06.01.09 «Roslynnystvo». Vinnytsya, 2012. 56 p.
3. The influence of weather and climate parameters on the quality of seeds of different types of mustard in the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine / T. I. Melnyk et al. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Sumy, 2018. No. 3. P. 53–57.
4. The influence of fertilizer on the formation of the yield of white mustard / P. S. Vyshnivskiy et al. *Zb. nauk. pr. NNTs «Instytut zemlerobstva UAAN»*. Issue 1. 2010. P. 122–126.
5. Mustard / M. I. Abramyk et al. Ivano-Frankivsk : Symfoniia forte. 2011. 32 p.
6. Mustard in the Southern Steppe: agroecological aspects and growing technologies : scientific monograph / O. H. Zhuikov et al. Kherson : Hrin D. S., 2014. 416 p.
7. Economic assessment of farming systems and crop cultivation technology / Yu. O. Tarariko et al. Kyiv : Nara-Print. 2001. 380 p.
8. Zhernova N. P. Improvement of methods of growing white mustard in the conditions of the southern Steppe of Ukraine : avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. s.-h. nauk : 06.01.09 «Roslynnystvo». Kherson, 2011. 16 p.
9. Zhuikov O. H. Agrobiological substantiation of the complex of technological methods of cultivation of mustard species in the conditions of the southern steppe of Ukraine : avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia d-ra s.-h. nauk : 06.01.09 «Roslynnystvo». Khersonskiy DAU. 2015. 32 p.
10. Zhuikov O. H. Biometric indicators, economically valuable traits and the level of seed productivity of white mustard depending on the method of sowing and the rate of sowing in the conditions of southern Ukraine. *Tavriiskiy naukoviy visnyk*. Issue 81. Kherson : Hrin D. S. 2012. P. 51–58.
11. Kozina T. V. The influence of the growth regulator «Vermibiomag» on sowing dates and sowing rates on the seed productivity of white mustard in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Zbirnyk Podilskoho derzhavnogo ahrarno-tekhnichnoho universytetu*. 2014. Issue 22. P. 77–81.

12. Козіна Т. В. Економічна ефективність вирощування гірчиці білої в умовах Лісостепу Західного. *Агробіологія*. 2014. № 2. С. 46–49.

13. Козіна Т. В. Ріст та розвиток рослин і продуктивність гірчиці білої залежно від строків сівби і норми висіву в умовах Лісостепу Західного. *Зб. наук. пр. Білоцерківського НАУ : Агробіологія*. Біла Церква, 2012. Вип. 7 (91).

14. Комплексна агробіологічна оцінка сучасного сортового складу гірчиці білої в умовах Сухого Степу / О. Г. Жуйков та ін. *Зрошуване землеробство : Зб. наук. пр.* Херсон : Грінь Д. С., 2012. Вип. 58. С. 94–99.

15. Лихочвор А. М. Урожайність ярих олійних культур, якість їх олій, економічна ефективність вирощування в умовах Західного Лісостепу. *Sword журнал. Научний взгляд в будуще*. Одеса : Куприенко С. В., 2016. Вип. 4. Том 9. С. 31–37.

16. Мазур В. О., Гомоній С. М., Попович Ю. В. Гірчиця : посібник. Івано-Франківськ : Симфонія форте. 2011. 32 с.

17. Мельник Т. І., Алі Шахід, Колосок В. Г. Якість насіння гірчиці білої залежно від сорту та норм висіву в умовах північно-східного лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2017. № 113. С. 92–97.

18. Мельник А. В., Жердецька С. В., Алі Ш. Вплив регуляторів росту на морфологічні параметри гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України. *Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. «Природне агропромиселство в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку»* (м. Дніпропетровськ, 22–23 жовт. 2015 р.). Дніпропетровськ, 2015. 393 с.

19. Методика випробування і застосування пестицидів / С. О. Трибель та ін. Київ : Світ. 2001. 448 с.

20. Методика проведення експертизи сортів гірчиці білої (*Sinapis alba* L.) на відмінність, однорідність і стабільність. Методика проведення експертизи сортів рослин групи олійних на відмінність, однорідність і стабільність / Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України. Український інститут експертизи сортів рослин. [Чинний від 2020-10-27, № 2162-20]. 169 с.

21. Оксимець О. Л. Продуктивність гірчиці білої залежно від технологічних прийомів вирощування в Лісостепу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво». Київ : ННЦ «Інститут землеробства УААН», 2007. 12 с.

22. Продуктивність гірчиці білої за програмованого застосування добрив та норм висіву в умовах Передкарпаття / Т. В. Мельничук та ін. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 134. С. 88–97.

23. Рекомендації з вирощування гірчиці в умовах Прикарпаття / І. М. Кифорук та ін. *Посібник українського хлібороба*. 2011. № 1. С. 216–222.

12. Kozina T. V. The economic efficiency of growing white mustard in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Ahrobiolohiya*. 2014. No. 2. P. 46–49.

13. Kozina T. V. The growth and development of plants and the productivity of white mustard depending on the timing of sowing and the rate of sowing in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Zb. nauk. pr. Bilotserkivskoho NAU : Ahrobiolohiia*. Bila Tserkva, 2012. Issue 7 (91).

14. Comprehensive agrobiological assessment of the modern varietal composition of white mustard under the conditions of the Dry Steppe / O. H. Zhuykov et al. *Zroshuvane zemlerobstvo : Zb. nauk. pr.*, Kherson : Hrin D. S., 2012. Issue 58. P. 94–99.

15. Lykhochvor A. M. The yield of spring oil crops, the quality of their oil, the economic efficiency of cultivation in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Sword zhurnal. Nauchnyi vzghliad v budushchee*. Odessa : Kupryenko S. V., 2016. Issue 4. Vol. 9. P. 31–37.

16. Mazur V. O., Homonii S. M., Popovych Yu. V. Mustard: a guide. Ivano-Frankivsk : Symfoniia forte. 2011. 32 p.

17. Melnyk T. I., Ali Shakhid, Kolosok V. H. The quality of white mustard seeds depending on the variety and sowing rates in the conditions of the northeastern forest-steppe of Ukraine. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2017. No. 113. P. 92–97.

18. Melnyk A. V., Zherdetska S. V., Ali Sh. The influence of growth regulators on the morphological parameters of mustard in the conditions of the northeastern Forest-Steppe of Ukraine. *Materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. «Pryrodne ahrovyrobnytstvo v Ukraini: problemy stanovlennia, perspektvy rozvytku»* (m. Dnipropetrovsk, 22–23 zhovt. 2015 r.). Dnipropetrovsk, 2015. 393 p.

19. Methodology of testing and application of pesticides / S. O. Trybel et al. Kyiv : Svit. 2001. 448 p.

20. Methodology for examination of varieties of white mustard (*Sinapis alba* L.) for distinctiveness, homogeneity and stability. Methodology of examination of plant varieties of the oleaginous group for distinction, homogeneity and stability / Ministry of Economic Development, Trade and Agriculture of Ukraine. Ukrainian Institute of Expertise of Plant Varieties. [Effective from 2020-10-27, No. 2162-20]. 169 p.

21. Oksymets O. L. The productivity of white mustard depending on the technological methods of cultivation in the Forest-Steppe : avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. s.-h. nauk : 06.01.09 «Roslynnystvo». Kyiv : NNTs «Instytut zemlerobstva UAAN», 2007. 12 p.

22. Productivity of white mustard under the programmed application of fertilizers and sowing rates in the conditions of Precarpathia / T. V. Melnychuk et al. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2023. No. 134. P. 88–97.

23. Recommendations for growing mustard in Carpathian conditions / I. M. Kyforuk et al. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba*. 2011. No. 1. P. 216–222.

24. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Айлант. 2013. 378 с.

25. Сучасний стан виробництва гірчиці білої та її народногосподарське значення / О. М. Случак та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 70 (2). С. 49–59.

26. Урожайність і посівні якості гірчиці білої залежно від обробки насіння фізіологічно активними препаратами / А. О. Рожков та ін. *Селекція і насінництво*. 2018. Вип. 113. С. 208–217. DOI: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2018.134381>.

27. Шаббїр Г. Продуктивність олійних культур родини *Brassicaceae* залежно від застосування добрив в умовах Північно-Східного Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво». Суми, 2021. 22 с.

28. Шахїд А. Вплив норм мінеральних добрив на ріст та розвиток рослин гірчиці білої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник «Землеробство, рослинництво, овочівництво та багтанництво»*. 2018. № 101. С. 141–145.

29. Agustini R. Y. Effect on Growth and Yield of Mustard (*Brassica juncea*) to Addition of Coal Bottom Ash and Organic Matter. *AGROSAINSTEK : Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*. 2018. Vol. 2. No. 1. P. 40–43. DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v2i1.17>.

30. Dixon G. R. Vegetable Brassicas and related crucifers. In: *Crop Production Science in Horticulture*. Vol. 14. 2007. CAB International, Cambridge, MA, p. 327.

31. Effect of plant growth regulators on growth, biochemical and yield of Indian mustard *Brassica juncea* under drought stress condition / N. Nehal et al. *Plant Archives*. Vol. 17. No. 1. 2017. P. 580–584.

32. Piri I., Rahimi A., Tavassoli A. Effect of sulphur fertilizer on sulphur uptake and forage yield of *Brassica juncea* in condition of different regimes of irrigation. *African Journal of Agricultural Research*. 2012. No. 7. P. 958–963.

33. Response of Indian mustard to Nutrients and Plant Growth Regulators: The Influence on Yield, Available Soil P Balance and P Recycling through Residues / R. K. Dubey et al. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. ISSN: 23197706. Vol. 6. No. 8 (2017). P. 3319–3331.

34. The Effect of Different Rates of Nitrogen and Plant Density on Qualitative and Quantitative traits of Indian mustard / S. Keivanrad et al. *Advances in Environmental Biology*. 2012. No. 6. P. 145–152.

35. The effect of sulphur fertilization on macronutrient concentrations in the post-harvest biomass of mustard / S. Krzebietke et al. *Plant Soil Environ*. 2015, No. 6. P. 266–272.

24. Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture / V. O. Ushkarenko et al. Kherson : Ailant. 2013. 378 p.

25. The current state of white mustard production and its national economic significance / O. M. Sluchak et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2021. Issue 70 (2). P. 49–59.

26. Yield and sowing qualities of white mustard depending on the treatment of seeds with physiologically active drugs / A. O. Rozhkov et al. *Selektsiya i nasynnystvo*. 2018. Issue 113. P. 208–217. DOI: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2018.134381>.

27. Shabbir H. The productivity of oil crops of the Brassicaceae family depending on the use of fertilizers in the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine : avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. s.-h. nauk : 06.01.09 «Roslynystvo». Sumy, 2021. 22 p.

28. Shakhid A. The influence of mineral fertilizer rates on the growth and development of white mustard plants in the conditions of the northeastern Forest-Steppe of Ukraine. *Tavriyskyi naukovyi visnyk «Zemlerobstvo, roslynystvo, ovochivnystvo ta bashtannystvo»*. 2018. No. 101. P. 141–145.

29. Agustini R. Y. Effect on Growth and Yield of Mustard (*Brassica juncea*) to Addition of Coal Bottom Ash and Organic Matter. *AGROSAINSTEK : Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*. 2018. Vol. 2. No. 1. P. 40–43. DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v2i1.17>.

30. Dixon G. R. Vegetable Brassicas and related crucifers. In: *Crop Production Science in Horticulture*. Vol. 14. 2007. CAB International, Cambridge, MA, p. 327.

31. Effect of plant growth regulators on growth, biochemical and yield of Indian mustard *Brassica juncea* under drought stress condition / N. Nehal et al. *Plant Archives*. Vol. 17. No. 1. 2017. P. 580–584.

32. Piri I., Rahimi A., Tavassoli A. Effect of sulphur fertilizer on sulphur uptake and forage yield of *Brassica juncea* in condition of different regimes of irrigation. *African Journal of Agricultural Research*. 2012. No. 7. P. 958–963.

33. Response of Indian mustard to Nutrients and Plant Growth Regulators: The Influence on Yield, Available Soil P Balance and P Recycling through Residues / R. K. Dubey et al. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. ISSN: 23197706. Vol. 6. No. 8 (2017). P. 3319–3331.

34. The Effect of Different Rates of Nitrogen and Plant Density on Qualitative and Quantitative traits of Indian mustard / S. Keivanrad et al. *Advances in Environmental Biology*. 2012. No. 6. P. 145–152.

35. The effect of sulphur fertilization on macronutrient concentrations in the post-harvest biomass of mustard / S. Krzebietke et al. *Plant Soil Environ*. 2015, No. 6. P. 266–272.