

УДК 633.85»324»:631.531(477:292.485)  
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.139.1.13>

## ВРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ НАСІННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ ПОСІВІВ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**Короткова І.В.** – к.х.н., доцент,  
професор кафедри біотехнології та хімії,  
Полтавський державний аграрний університет

**Дробітько А.М.** – здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії,  
Полтавський державний аграрний університет

Зростаюча роль ріпаку з урахуванням його господарського використання вимагає від виробників забезпечувати високу врожайність та якість насіння за умов інтенсивного виробництва. Важливою умовою, що визначає продуктивність ріпаку озимого, є оптимальна густина стояння рослин. Надмірне загущення рослин спричиняє конкуренцію, що призводить до нераціонального використання вологи та поживних речовин з ґрунту, тоді як надмірне зрідження не дозволяє компенсувати кількісний брак поліпшенням структурних елементів. Польові дослідження проведено у 2023–2024 роках в кліматичних умовах Миргородського району Полтавської області з використанням високоврожайного середньостиглого ріпаку озимого гібриду Мерседес. За двох способів сівби з міжряддями 19 і 35 см одержано густоту стояння рослин у 31 та 34 шт./м<sup>2</sup> відповідно за однакової норми висіву (600 тис. шт.) і раннього строку сівби. Аналіз врожайності насіння ріпаку озимого за різної густоти посіву показав, що більший врожай (3,6 т/га) отримано за густоти 34 шт./м<sup>2</sup>, тоді як за меншої густоти отримано на 10,43% менше. Також, за густоти 34 шт./м<sup>2</sup> олійність насіння виявилась на 0,45% більше, ніж за густоти 31 шт./м<sup>2</sup>, і становила 44,6%. У кінцевому обрахунку за густоти 34 шт./м<sup>2</sup> буде отримано на 10,9% більше олії (1,61 т), ніж за густоти 31 шт./м<sup>2</sup> (1,45 т). За показниками вологості, насіння ріпаку озимого знаходиться в межах норми та складає 7,45–7,50% на користь густоти 34 шт./м<sup>2</sup>, що обумовлено кращим провітрюванням китиць і стручків у міжрядді 35 см. Вміст глюкозинолатів знаходиться в межах 24,67–24,70 ммоль/г, що не перешкоджає його використанню для переробки. Менший вміст глюкозинолатів відповідає більшій густоті та обумовлений відмінністю за хімічним складом і формою внесених добрив (менший вміст азоту та сірки в рідкому стані). За показниками вмісту домішок і органолептичними показниками насіння різниці між густотою рослин не виявлено. З урахуванням всіх показників якості насіння ріпаку озимого гібриду Мерседес віднесено до I класу.

**Ключові слова:** *Brassica napus L.*, врожай, олійність, вологість, глюкозинолати, домішки.

### **Korotkova I.V., Drobitchko A.M. Yield and quality of winter rapeseed seeds depending on the crops density in Ukraine Forest-Steppe conditions**

The increasing role of rapeseed, taking into account its economic use, requires producers to ensure high yield and seed quality under an intensive production conditions. An important condition that determines the winter rape productivity is the optimal plant density. Excessive plant density leads to competition, which results in irrational use of moisture and nutrients from the soil, while extremely sparse planting does not allow for compensation of quantitative deficiency by improving structural elements. Field research was carried out in the years 2023–2024 in the climatic conditions of the Myrhorod district Poltava region using high-yielding medium-ripening rapeseed of the Mercedes winter hybrid. At two sowing methods with row spacings of 19 and 35 cm, plant density of 31 and 34 pcs/m<sup>2</sup> was obtained in accordance with the same seeding rate (600 thousand pcs) and early sowing date. The yield analysis of winter rape seeds at different sowing densities showed that a higher yield (3.6 t/ha) was obtained at a density of 34 pcs/m<sup>2</sup>, while at a lower density, 10.43% less was obtained. Also, seed oil content at a density of the 34 units/m<sup>2</sup> was on 0.45% higher than at a density of the 31 units/m<sup>2</sup>, and was of about 44.6%.

*As a result, at a density of the 34 units/m<sup>2</sup>, 10.9% more rape oil (1.61 t) will be obtained than at a density of the 31 units/m<sup>2</sup> (1.45 t). According to moisture indicators, winter rape seeds are within the normal range and are 7.45–7.50% in favor of a density of 34 pcs/m<sup>2</sup> due to better tassels and pods ventilation in a row spacing of 35 cm. Glucosinolates content is in the range of 24.67–24.70 mmol/g, which does not prevent its use for processing. The lower glucosinolates content corresponds to greater density and due to the difference in the chemical composition and forms of applied fertilizers (lower nitrogen and sulfur content in the liquid state). According to indicators of the impurities and organoleptic properties seeds content, the difference between the plants' density was not founded. Taking into account all quality indicators, the winter rapeseed seeds of the Mercedes hybrid is classified as I class.*

**Key words:** *Brassica napus L., yield, oil content, moisture, glucosinolates, impurities.*

**Вступ.** Ріпак олійний (*Brassica napus L.* і *Brassica rapa L.*) є однією з основних олійних культур у світі, який забезпечує отримання вдвічі більше олії з гектара порівняно з соєю [1]. Окрім ролі найважливішого джерела харчової олії в раціоні людини, зростаючий попит на ріпакову олію також сприяє збільшенню її використання як відновлюваного джерела енергії протягом останніх десятиліть [1–4]. Ріпакова олія переважно складається з різних триацилгліцеридів, молекули яких містять три ланцюги жирних кислот з кількістю атомів карбону 16–18. Її подальше спалювання замість звичайного дизельного палива зменшує викиди парникових газів на 40% [1].

Загальновідомо, що виробництво олії з ріпаку визначається, перш за все, отриманою врожайністю насіння, тоді як в меншій мірі – вмістом олії в насінні [5, 6]. Для виробництва ріпакової олії важливо підвищити врожайність насіння та олійність ріпаку. Але процеси формування врожаю дуже варіабельні та залежать від сортів вирощування, мінливості умов навколишнього середовища й агротехнічних факторів, а також взаємодії між ними [7, 8].

Густота рослин є важливим фактором регулювання врожайності насіння харчових культур [9–11], визначаючи компоненти врожаю. Рівномірний розподіл рослин на одиниці площі є обов'язковою умовою стабільності врожаю [12]. Між урожайністю насіння сільськогосподарських культур на одиницю площі і густотою рослин немає прямої залежності, причому максимальна врожайність спостерігається при оптимальній густоті рослин, яка залежить від видів культур, умов навколишнього середовища й агрономічних факторів [10, 11, 13]. Зменшення густоти рослин призводить до скорочення кількості рослин на одиницю площі, але частково компенсується збільшенням продуктивності кожної рослини. При низькій густоті ріпак олійний компенсує це більшою площею листя, більшою кількістю гілок і більшою кількістю стручків на рослині. При високій густоті ріпак часто більш схильний до вилягання та підвищеної захворюваності без будь-якого збільшення врожайності [14].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Існуючі сучасні наукові дослідження висвітлювали вплив густоти рослин на врожайність насіння ріпаку, але отримані результати значно різняться. Наприклад, в результаті багатофакторних експериментів урожай насіння ріпаку (*B. napus L.*) збільшувався при густоті рослин 45 шт./м<sup>2</sup> [15], і навіть до 50–60 шт./м<sup>2</sup> [14]. У дослідженні [7] максимальну врожайність насіння ріпаку озимого було отримано за густоти  $3,6 \times 10^4$  і  $4,8 \times 10^4$  шт./см<sup>2</sup>, що пояснювалось значним збільшенням кількості китиць і стручків на одиницю площі зі збільшенням густоти рослин. Момош Е. і Zhou W. [16] за допомогою польового експерименту виявили, що найвищий урожай насіння посіву ріпаку озимого спостерігався за густоти рослин  $9,75 \times 10^4$  та  $12,75 \times 10^4$  шт./см<sup>2</sup>.

У дослідженні [17] зазначено, що густина рослин впливає на врожайність і ступінь вилягання, змінюючи полог рослин. Висока щільність рослин посилює захоплення світла пологом і підвищує врожайність до певного порогу насичення [18]. При високій густоті рослин полог є рівномірним, стебла тоншими, гілки коротшими, а дозрівання більш синхронізованим, усе це є факторами, які полегшують механізоване збирання та зменшують втрати врожаю [19, 20]. Таким чином, можна припустити, що існує потенціал підвищення врожайності ріпаку за рахунок збільшення густоти рослин у певному діапазоні.

Щодо впливу густоти рослин на олійність насіння ріпаку озимого науковими дослідженнями наразі не встановлено однозначної залежності. Так, згідно з [17] густина рослин не впливає на вміст олії у насінні. Однак, у дослідженні [7] вміст олії в насінні ріпаку озимого значно збільшувався зі збільшенням густоти рослин, що може бути пов'язано зі значним збільшенням частки врожаю насіння основної китиці. Ці результати показали, що збільшення кількості основних китиць на одиницю площі та виробничої потужності головних китиць може бути ефективним засобом підвищення врожайності насіння та виробництва олії ріпаку озимого.

**Постановка завдання.** Метою даного дослідження було дослідити вплив густоти рослин на врожайність та якість насіння ріпаку озимого (*B. napus* L.) в умовах Лісостепу України шляхом польового експерименту.

Польовий експеримент виконано в ґрунтово-кліматичних умовах Миргородського району Полтавської області в 2023–2024 роках. Об'єкт дослідження – висок врожайний середньостиглий ріпак озимий гібриду Мерседес.

Ґрунт дослідних ділянок представлений чорноземом типовим малогумусним, який характеризується вмістом в орному шарі наступними середньозваженими агрохімічними показниками: гумус – 2,7%, мінеральний азот – 32,2 мг/кг,  $P_2O_5$  і  $K_2O$  (за Чириковим) – 110 і 128 мг/кг відповідно. Реакція ґрунтового розчину ( $pH=6,8$ ) – наближена до нейтральної.

Вирощування ріпаку озимого проведено відповідно до загальноприйнятої агротехніки. Посів культури здійснено двома способами – на ширину міжряддя 19 см (Трактор Claas Axion 930, Сівалка John Deere 1890) та 35 см (Трактор MT-765B, Сівалка Kinze-3600 Interplant). Попередник – пшениця озима. Площа – 90,89 га. Проведені агротехнічні заходи з обробітку ґрунту, удобрення та захисту рослин наведені в дослідженні [21]. Збирання врожаю здійснено за допомогою зернозбирального комбайну Claas Lexion 560 з жаткою Claas Vario 7500 з ріпаковим столом.

Дослідження виконано згідно з загальноприйнятими методиками [22, 23].

Вміст глюкозинолатів визначали за ДСТУ ISO 9167-1:2007. Насіння ріпаку. Визначення вмісту глюкозинолатів. Частина 1. Метод із використанням рідинної хроматографії високороздільної здатності

Для обробки статистичної інформації використано Microsoft Excel.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Важливою метою будь-якого виробництва є отримання максимального об'єму продукції (товарів, послуг) високої якості, що забезпечить їх реалізацію, а, отже, достатній дохід для покриття виробничих витрат і прибутку. Інтерпретуючи наведений постулат для наших умов отримаємо, що результатом вирощування ріпаку озимого є отримання достатнього обсягу й високої якості врожаю насіння. Для цього необхідно забезпечити сприятливі умови для формування врожаю, що відповідатимуть фізіологічним потребам рослин [24, 25].

Після зимівлі рослини ріпаку озимого гібриду Мерседес вийшли з зими живими та з незмінною густиною залежно від способу сівби: за ширини міжряддя

19 см – 31 шт./м<sup>2</sup>, за ширини міжряддя 35 см – 34 шт./м<sup>2</sup> [21]. Відновлення весняної вегетації розпочалось у третій декаді березня за відносно низьких температур повітря та ґрунту (+3...+6 °С). Обсяг опадів і температурний режим були в певній мірі сприятливими до червня місяця (рис. 1).

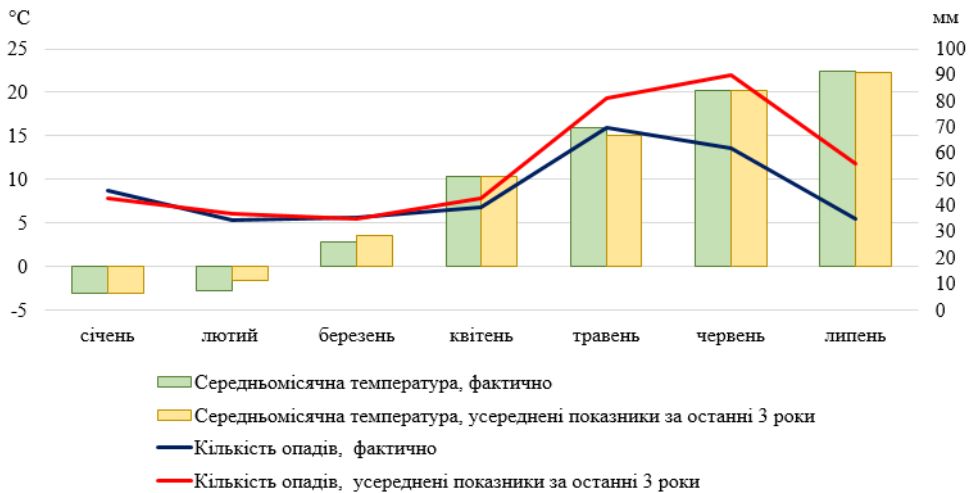


Рис. 1. Динаміка середньомісячних температур і кількості опадів в умовах Миргородського району Полтавської області, січень–липень 2024 року

Цвітіння рослин припало на третю декаду квітня, коли погодні умови були достатньо сприятливими. Важливими місяцями для рослин є період бутонізації-цвітіння – травень–червень, які згідно з наведеними погодно-кліматичними умовами характеризувались меншим обсягом опадів на 26,5% у порівнянні з усередненими показниками за останні 3 роки. Взагалі за березень–липень 2024 року кількість опадів на 20,8% була меншою, ніж середній показник за останні 3 роки. Тоді як в цей період рослини потребують достатньої вологи та споживають велику кількість азоту для забезпечення приросту вегетативної маси [26, 27].

Збирання насіння ріпаку озимого здійснено 04–05.07.2024 року за відсутності вилягання рослин. Отримані результати за врожайністю й якістю насіння дещо відрізняються за густотою та способами сівби (таблиця 1).

Згідно з нашими попередніми дослідження [21] спосіб сівби ріпаку озимого впливав на густоту рослин. Враховуючи, що за більшої густоти рослин (до певної межі) є більше гілок і стручків на них, врожайність має бути більшою, що підтверджується даними таблиці. Отже, за густоти 34 шт./м<sup>2</sup> і способу сівби з міжряддям 35 см урожайність склала 3,6 т/га, що на 10,43% більше за густоти 31 шт./м<sup>2</sup> та ширини міжряддя 19 см. Доцільно також відзначити, що середня врожайність ріпаку озимого в Полтавській області у 2024 році становила 2,91 т/га [28], що на 12,0–23,7% менше від отриманого в дослідних умовах.

До важливих показників якості насіння ріпаку відносяться хімічні, фізичні й органолептичні показники, найбільш значимими з яких є: олійність, вологість, глюкозинолати, домішки, колір і запах. Вони регулюються ДСТУ 4966:2008 «Насіння ріпаку для промислового перероблення» [29] та визначають його придатність для промислової переробки.

Таблиця 1

**Показники врожайності й якості насіння ріпаку озимого гібриду Мерседес в умовах Лісостепу України**

Показники	Спосіб сівби, 19 см	Спосіб сівби, 35 см	Відхилення за способом сівби (35 см до 19 см), %
Густота рослин, шт./м <sup>2</sup>	31	34	9,68
Врожайність, т/га	3,26	3,60	10,43
Олійність, %	44,60	44,80	0,45
Вологість, %	7,50	7,45	-0,67
Глюкозинолати, ммоль/г	24,70	24,67	-0,12
Смітцева домішка, %	3,64	3,64	0,00
Зернова домішка, %	4,00	4,00	0,00
Колір	властивий		х
Запах	властивий		х

Олійність ріпаку є визначальним показником якості насіння та насамперед залежить від потенціалу сорту або гібрида (для гібрида Мерседес – від 45% [30]). Чим вище вміст олії у насінні, тим більш приваблива партія для виробництва. Зазвичай вміст олії складає приблизно 40–45% [31].

За результатами наших досліджень (див. таблицю) олійність насіння за густоти 31 шт./м<sup>2</sup> (ширина міжряддя 19 см) становила 44,6%, що на 0,45% менше, ніж за густоти 34 шт./м<sup>2</sup>. У кінцевому обрахунку за густоти 34 шт./м<sup>2</sup> буде отримано на 10,9% більше олії (1,61 т), ніж за густоти 31 шт./м<sup>2</sup> (1,45 т).

Згідно з ДСТУ 4966:2008 [29] базисними нормами для насіння ріпаку, яке заготовляють і постачають, передбачено рівень вологості в межах 7,0%, а для промислової переробки – 6,0–8,0%.

За даними таблиці отримані показники вологості ріпаку озимого гібриду Мерседес відповідають обмежувальним нормам для промислового перероблення та знаходяться в межах 7,45–7,50%. Незначна різниця у 0,67% за вмістом води для насіння ріпаку обумовлена густотою рослин за різних способів сівби та системи удобрення. Так, за більш широкого міжряддя китиці та стручки краще провітрювались, що сприяло зменшенню вмісту води в насінні.

Насіння ріпаку містить глюкозинолати, які є представниками групи тіоглікозидів, що належать до класу рослинних азотовмісних природних продуктів, котрі найбільше зустрічаються в родині *Brassicaceae*. На сьогоднішній день ідентифіковано понад 130 окремих видів глюкозинолатів [32].

Глюкозинолати ферментативно синтезуються з амінокислот, завдяки чому отримують свої важливі хімічні та біологічні властивості. Глюкозинолати є конститутивними компонентами клітини, де вони синтезуються на початку її життя та зазвичай зберігаються у вакуолі. Глюкозинолати багаті на сірку, оскільки кожна молекула містить принаймні два атоми цього важливого елемента живлення. Проте більша частина їх біологічної активності пояснюється продуктами гідролізу глюкозинолатів. Дійсно, глюкозинолати можуть бути гідролізовані в різноманітні продукти з різною біологічною активністю [33].

**Рослини ріпаку синтезують глюкозинолати**, які мають неприємно-гіркий смак, що захищає їх від споживання тваринами. Для рослин ріпаку глюкозинолати відіграють важливу роль у механізмі захисту від шкідників та хвороб, але занадто

висока їх концентрація може спричинити проблеми зі здоров'ям у людей і тварин [34]. Вміст глюкозинолатів у насінні ріпаку згідно з ДСТУ 4966:2008 становить 20,0% для вищого класу та 45% для I класу.

В результаті наших досліджень отримано насіння ріпаку з вмістом глюкозинолатів в межах 24,67–24,70 ммоль/г, що не перешкоджає його використанню для переробки [35]. Відмінність вмісту цього показника в 0,12% на користь насіння з густиною рослин 34 шт./м<sup>2</sup> (міжряддя – 35 см) обумовлено відмінністю за хімічним складом і формою внесених добрив (менший вміст азоту та сірки в рідкому стані). Так, за способу сівби 19 см використано сухе гранульоване добриво Elixir Zorka NP 16:20+30%SO<sub>3</sub>+0,05%B (54,9 кг/га), тоді як за способу сівби 35 см – рідке концентроване добриво Nanovit Terra NP 9:20+5S+ME (37,7 кг/га).

На якість насіння ріпаку також впливає наявність різних домішок, норми яких регулюються ДСТУ 4966:2008 та становлять 2,0–5,0% [29]. За даними таблиці насіння ріпаку гібриду Мерседес відповідає цим вимогам, а з урахуванням відповідних органолептичних показників (зовнішній вигляд, колір, запах) і всіх вищезазначених показників зібране насіння було віднесено до I класу.

**Висновки та пропозиції.** За результатами дослідження встановлено, що для формування врожаю ріпаку озимого необхідно створювати умови, що найліпше допомагають рослинам. В проведених польових дослідженнях доведено, що гібрид ріпаку озимого Мерседес за різних способів сівби (19 і 35 см) та густоти рослин (31 і 34 шт./м<sup>2</sup>) здатний забезпечити приріст врожайності на 12,0–23,7% більше за середній показник в Полтавській області. Визначено, що за густоти рослин 34 шт./м<sup>2</sup> формується на 10,4% більша врожайність, ніж за густоти 31 шт./м<sup>2</sup>. При цьому показники якості насіння теж покращуються: олійність зростає на 0,45%, вологість і вміст глюкозинолатів зменшуються на 0,67 і 0,12%, відповідно. За іншими показниками якості насіння відповідає ДСТУ 4966:2008 і відноситься до I класу. Таким чином, густина рослин, яка залежить від способу сівби, суттєво впливає на врожайність і якість насіння ріпаку озимого, що дозволяє регулювати фізіологічні потреби рослин і, таким чином, удосконалювати технологію вирощування.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Durrett T.P., Benning C., Ohlrogge J. Plant triacylglycerols as feedstocks for the production of biofuels. *The Plant Journal*. 2008. Vol. 54 (4). P. 593–607. doi: 10.1111/j.1365-313X.2008.03442.x
2. Adamsen F.J., Coffelt T.A. Planting date effects on flowering, seed yield, and oil content of rape and crambe cultivars. *Industrial Crops and Products*. 2005. Vol. 21 (3). P. 293–307. doi: 10.1016/j.indcrop.2004.04.012
3. Zanetti F., Vamerali T., Mosca G. Yield and oil variability in modern varieties of high-erucic winter oilseed rape (*Brassica napus* L. var. *oleifera*) and Ethiopian mustard (*Brassica carinata* A. Braun) under reduced agricultural inputs. *Industrial Crops and Products*. 2009. Vol. 30 (2). P. 265–270. doi: 10.1016/j.indcrop.2009.05.002
4. Earthworms enhanced winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) growth and nitrogen uptake / S. Zhang et al. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 2010. Vol. 139 (4). P. 463–468. doi: 10.1016/j.agee.2010.08.007
5. Sidlauskas G., Bernotas S. Some factors affecting seed yield of spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Agronomy Research*. 2003. Vol. 1 (2). P. 229–243.
6. Rathke G.-W., Behrens T., Diepenbrock W. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 2006. Vol. 117 (2–3). P. 80–108. doi: 10.1016/j.agee.2006.04.006

7. Zhang S., Liao X., Zhang C., Xu H. Influences of plant density on the seed yield and oil content of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Industrial Crops and Products*. 2012. Vol. 40. P. 27–32. doi: 10.1016/j.indcrop.2012.02.016
  8. The optimisation of rapeseed yield and growth duration through adaptive crop management in climate change: evidence from China / X. Li et al. *Italian Journal of Agronomy*. 2022. Vol. 17 (4). doi: 10.4081/ija.2022.2104
  9. López-Bellido F.J., López-Bellido L., López-Bellido R.J. Competition, growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). *European Journal of Agronomy*. 2005. Vol. 23 (4). P. 359–378. doi: 10.1016/j.eja.2005.02.002
  10. Effects of plant density and nitrogen and potassium fertilization on cotton yield and uptake of major nutrients in two with varying fertility / H. Dong et al. *Field Crops Research*. 2010. Vol. 119 (1). P. 106–113. doi: 10.1016/j.fcr.2010.06.019
  11. Ciampitti I.A., Vyn T. A comprehensive study of plant density consequences on nitrogen uptake dynamics of maize plants from vegetative to reproductive stages. *Field Crops Research*. 2011. Vol. 121 (1). P. 2–18. doi: 10.1016/j.fcr.2010.10.009
  12. Diepenbrock W. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. *Field Crops Research*. 2000. Vol. 67 (1). P. 35–49. doi: 10.1016/S0378-4290(00)00082-4
  13. Hiltbrunner J., Streit B., Liedgens M. Are seeding densities an opportunity to increase grain yield of winter wheat in a living mulch of white clover? *Field Crops Research*. 2007. Vol. 102 (3). P. 163–171. doi: 10.1016/j.fcr.2007.03.009
  14. Leach J.A., Stevenson H.J., Rainbow A. J., Mullen L. A. Effects of high plant populations on the growth and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus*). *The Journal of Agricultural Science*. 1999. Vol. 132 (2). P. 173–180. doi: 10.1017/S0021859698006091
  15. Alteration in yield and oil quality traits of winter rapeseed by lodging at different planting density and nitrogen rates / S. Khan et al. *Scientific Reports*. 2018. Vol. 8, 634. doi: 10.1038/s41598-017-18734-8
  16. Momoh E., Zhou W. Growth and Yield Responses to Plant Density and Stage of Transplanting in Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2001. Vol. 186 (4). P. 253–259. doi: 10.1046/j.1439-037x.2001.00476.x
  17. Optimization of nitrogen rate and planting density for improving yield, nitrogen use efficiency, and lodging resistance in Oilseed Rape / S. Khan et al. *Frontiers in Plant Science*. 2017. Vol. 8, 532. doi: 10.3389/fpls.2017.00532
  18. Raey Y., Ghassemi-Golezani K. Yield density relationship for potato (*Solanum tuberosum*) and common bean (*Phaseolus vulgaris*) in intercropping. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 2009. Vol. 37. P. 141–147.
  19. High planting density benefits to mechanized harvest and nitrogen application rates of rapeseed (*Brassica napus* L.) / Y.S. Li et al. *Soil Science and Plant Nutrition*. 2014. Vol. 60. P. 384–392. doi: 10.1080/00380768.2014.895417
  20. Wang J.K., Wu M.L., Ren S.G., Tang C.Z. Kinematic and dynamic analysis on reciprocating cutters cutting mechanism for rape harvester. *Chinese Agricultural Science Bulletin*. 2011. Vol. 27. P. 190–194.
  21. Короткова І.В., Дробітько А.М. Вплив способу сівби й удобрення на входження в зиму ріпаку озимого в умовах Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27(1). С. 47–52. doiЖ 10.31210/spi2024.27.01.08
  22. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник / В. О. Єщенко та ін. Вінниця, 2014. 332 с.
  23. Фурсова Г.К., Фурсов Д.І., Сергєєва В.В. Рослинництво: лабораторно-практичні заняття. Ч. 1. Зернові культури : навч. посіб. / за ред. Г.К. Фурсової. Харків, 2004. 380 с.
  24. 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. Вип. 96. С. 79–86.

25. Савчук О. І., Шуль Д.І., Орловська О.В. Осінні турботи на ріпаковому полі. *Агрозахід*. 2008. № 8. С. 18–20.

26. Короткова І.В. Дробітько А.М. Підживлення ґрунту для високої врожайності та якості – ріпак озимий. *Хімія, біотехнологія, екологія та освіта* : VII Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (17–18 трав. 2024 р., м. Полтава). Полтава : ПДАУ, 2023. С. 395–399.

27. Короткова І.В. Дробітько А.М. Способи удобрення та захисту ріпаку озимого як фактори підвищення його врожайності. *Хімія, біотехнологія, екологія та освіта* : VIII Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (15–16 трав. 2024 р., м. Полтава). Полтава : ПДАУ, 2024. С. 279–282.

27. Врожай онлайн 2024. URL: <https://latifundist.com/urozhaj-online-2024>.

28. ДСТУ 4966:2008. Насіння ріпаку для промислового перероблення. [Чинний від 2010-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2010.

29. Насіння озимого ріпаку Мерседес – гібрид від Виробника «Лембке» (Lembke). URL: <https://agroexp.com.ua/uk/semena-rapsa-mercedes-lembke-ukraina>.

30. Ріпак: показники якості. URL: <https://ventalab.ua/raps-pokaznyky-yakosti>.

31. Glucosinolate structural diversity, identification, chemical synthesis and metabolism in plants / I. Blažević et al. *Phytochemistry*. 2020. Vol. 169, 112100. doi: 10.1016/j.phytochem.2019.112100

32. Glucosinolates, a natural chemical arsenal: More to tell than the myrosinase story / R.M. Abdel-Massih et al. *Frontiers in Microbiology*. 2023. Vol. 14, 1130208. doi: 10.3389/fmicb.2023.1130208.

33. Вплив на рівень глюкозинолатів в рослинах ріпаку. URL: <https://www.yara.ua/crop-nutrition/oilseed-rape/key-facts/influencing-glucosinolate-levels-in-oilseed>.

34. Ріпак. ПрАТ «Ніжинський жиркомбінат». URL: <http://ngkoil.com/rapeseed>.