

УДК 631.559:633.853.482:631.526.3+631.53.04

## Елементи структури врожаю крамбе (*Crambe abyssinica* Hochst.) залежно від норми висіву насіння та сортових особливостей

 Л. М. Кононенко<sup>1\*</sup>,  О. П. Манзій<sup>2</sup>,  Н. М. Полторецька<sup>1</sup>,  І. В. Коховська<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Уманський національний університет садівництва, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305, Україна, \*e-mail: lidiyakononenko@ukr.net

<sup>2</sup>Уманський державний педагогічний університет ім. Павла Тичини, вул. Садова, 2, м. Умань, Черкаська обл., 20300, Україна

<sup>3</sup>Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Генерала Родимцева, 15, м. Київ, 03041, Україна

**Мета.** Установити особливості формування основних елементів структури врожаю різних сортів крамбе (гірчиці абіссинської) залежно від норми висіву насіння в умовах Правобережного Лісостепу. **Методи.** Упродовж 2020–2022 рр. у польових умовах (Черкаська обл.) досліджували сорти крамбе ‘Belenzian’ (США) та ‘CRA 5/79’ (Німеччина). Культуру щорічно висівали у першій декаді травня суцільним рядковим способом з нормами від 1,0 до 3,5 млн насінин/га із глибиною загортання 3–5 см. Перед збиранням врожаю обліковували збереженість та біометричні показники рослин, після чого визначали врожайність насіння. Урожай збирали прямим комбайнуванням за вологості насіння 15 %. **Результати.** Незалежно від норми висіву насіння дещо вищою збереженість рослин перед збиранням урожаю була в сорту ‘Belenzian’ – 72,8 проти 70,4 % у ‘CRA 5/79’ (у середньому по досліді). Найнижчі показники в обох сортах відзначено за найменших норм висіву (1,0 і 1,5 млн шт./га) – 64,1–67,6 %, а найвищі – за найбільших норм (3,0 і 3,5 млн шт./га) – 74,3–78,1 %. Висота рослин становила в середньому 73–90 см, досягаючи в обох сортах максимальних значень за норм висіву 2,0 та 2,5 млн шт./га. Збільшення норми висіву до 3,0–3,5 млн шт./га зумовлювало суттєве зниження висоти рослин. Найдовші стручки в сорту ‘Belenzian’ відзначено за норм сівби 1,0 і 1,5 млн шт./га – 4,7 і 4,5 см, тоді як у сорту ‘CRA 5/79’ – у варіантах 2,0 і 2,5 млн шт./га – 3,3 та 3,5 см відповідно. Найвищі показники кількості стручків (‘Belenzian’ – 144 і 146 шт.; ‘CRA 5/79’ – 130 і 135 шт.), маси насіння з однієї рослини (8,51 і 878 г та 8,04 і 8,23 г відповідно) та маси 100 насінин (8,78 і 9,00 г та 7,89 і 8,01 г відповідно) були за норм висіву 2,0 і 2,5 млн шт./га. За цих же норм висіву отримано й найвищу врожайність насіння сорту ‘Belenzian’ – 2,12 і 2,23 т/га, тоді як у ‘CRA 5/79’ – за норм 2,5 і 3,0 млн шт./га – 2,04 і 2,00 т/га відповідно. **Висновки.** Норми висіву насіння мають суттєвий вплив на формування біометричних показників рослин як елементів структури врожаю та, зрештою, і власне врожайність насіння крамбе. Значення більшості показників зростають зі збільшенням норми висіву насіння, досягаючи максимуму за 2,5 млн шт./га, і надалі поступово знижуються. Найоптимальнішою нормою висіву з погляду формування високої врожайності насіння обох досліджуваних сортів культури є 2,5 млн шт./га. Результати досліджень можуть бути використані для вдосконалення елементів агротехнології вирощування крамбе в умовах Правобережного Лісостепу України.

**Ключові слова:** гірчиця абіссинська; збереженість рослин; висота рослин; кількість стручків; маса насіння з однієї рослини; маса 100 насінин; урожайність.

### Вступ

Крамбе, або гірчиця абіссинська (*Crambe abyssinica* Hochst.), – нова, але перспективна олійна культура. Сьогодні її вирощують у Швеції, Бразилії, Японії, США, Ірландії, Туреччині, Польщі, Німеччині, Канаді, Китаї та в інших країнах [1–4]. Основною цінністю цієї культури є високий вміст у насінні слабковисихаючої олії (до 38 %) з низьким йодним числом (93–97), що дає змогу використовувати її як на технічні, так і харчові цілі. Завдяки значній кількості довголанцюгової ерукової кислоти (до 60 %), яка має високу питому теплоту згорання, ця олія цікава передусім як джерело біодизеля. Поряд з ріпаком ярим, гірчицею білою і редькою олійною, крамбе може

Кононенко Л. М., Манзій О. П., Полторецька Н. М., Коховська І. В. Елементи структури врожаю крамбе (*Crambe abyssinica* Hochst.) залежно від норми висіву насіння та сортових особливостей. *Новітні агротехнології*. 2023. Т. 11, № 1. <https://doi.org/10.47414/na.11.1.2023.277054>

використовуватися як сидеральна культура, а його зелена маса є добрим кормом для тварин. Крім того, рослини крамбе формують високу врожайність насіння – до 3,0 т/га [5–8].

Крамбе належить до родини капустяних, і є однорічною олійною культурою. Інтерес до перетворення його в технічну культуру значно зріс останніми роками у спробі знайти нові відновлювані джерела енергії [9–11]. Селекцію крамбе у Європі вже проводили в 50-х рр. ХХ ст., але реального прогресу було досягнуто лише у 70–90-х рр. з новими сортами, отриманими в Сполучених Штатах та Нідерландах. Останніми роками почалося генетичне вдосконалення крамбе за допомогою сучасних інструментів селекції, передусім було досягнуто значних успіхів у зміні жирнокислотного складу олії насіння [12].

У літературних джерелах сьогодні наявні лише поодинокі дослідження щодо технологічних аспектів вирощування крамбе в умовах Східного Лісостепу України [13]. Як відзначають автори, на відміну від ріпаку й гірчиці, воно значно посухостійкіше, а також наводять дані щодо поширення в посівах культури шкідників.

Варто зауважити, що літературні дані щодо різних видів гірчиці та норм їх висіву є досить різноманітними. Зокрема, одні дослідники рекомендують високу норму висіву гірчиці білої – до 12 кг/га і більше, інші ж значно нижчу – до 4,5 кг/га. Також різняться думки й щодо строків сівби [14, 15].

Жернова Н. П. [16] вказує, що необґрунтоване збільшення норми висіву знижує реалізацію потенціалу продуктивності гірчиці сарептської.

Правильний вибір норми висіву – одна з важливих умов отримання високого і якісного врожаю. Від густоти стояння рослин залежить кількість вологи, вуглекислоти і світла, якими вони будуть забезпечені протягом усього періоду вегетації. У надмірно загущених посівах значна частина рослин відмирає, а в тих, що збереглися, формується недостатньо виповнене насіння, що призводить до зниження врожайності. Причому, чим вища норма висіву, тим гірша рівномірність стояння рослин. Зменшується продуктивність окремих рослин та їх виживання до моменту збирання врожаю [16].

За однакової норми висіву гірчиці білої (2,0 млн шт./га схожих насінин) та різних строків сівби, густина стояння рослин на час масових сходів суттєво різнилася. Зокрема, за першого строку сівби цей показник становив 1,60–1,70 млн шт./га, за другого дещо зростав – 1,70–1,73 млн шт./га, а за третього строку сівби спостерігалось його зниження до 1,52–1,60 млн шт./га [17].

Юник А. В. [18] відзначає, що найвищу врожайність насіння гірчиці сарептської формували посіви, висіяні звичайним рядковим способом, – 2,79; 2,89 та 2,47 т/га залежно від норми висіву. За сівби широкорядним способом із шириною міжрядь 45 см урожайність зменшувалася на 0,34 т/га за норми висіву 1,5 млн шт./га та на 0,74 й 0,53 т/га – за норм 2,0 і 2,5 млн шт./га, і становила 2,45; 2,15 і 1,94 т/га відповідно.

У дослідженнях іноземних фахівців [19–21] крамбе висівали з розрахунку 15, 25, 35, 45 та 55 кг/га з міжряддям 20 або 30 см. Норма висіву впливала на висоту, на якій були найнижчі плодоносні гілки. Зроблено висновок, що для комбайнового збирання або для обмолоту з валок культуру найліпше висівати нормою 35–40 кг/га з міжряддям 30 см.

Сьогодні гірчиця абіссинська в Україні ще практично нова сільськогосподарська культура. З огляду на це, актуальними є дослідження особливостей формування її продуктивності в різних ґрунтово-кліматичних умовах країни та розроблення на цій основі технології вирощування крамбе загалом.

**Мета досліджень** – установити особливості формування основних елементів структури врожаю різних сортів крамбе (гірчиці абіссинської) залежно від норми висіву насіння в умовах Правобережного Лісостепу.

### **Матеріали та методика досліджень**

Дослідження проводили впродовж 2020–2022 рр. на дослідних полях кафедри рослинництва Уманського національного університету садівництва (м. Умань, Черкаська обл., південна частина Правобережного Лісостепу України).

Ґрунтовий покрив земель дослідних ділянок – чорнозем опідзолений важкосуглинковий зі вмістом в орному шарі: гумусу – 2,0–3,5 %, рухомих фосфатів (за Чиріковим – Шконде) – 20,3 мг, обмінного калію (за Масловою) – 18,6–22,9 мг, гідролізованого азоту (за Тюріним – Коновою) – 10,0–11,4 мг на 100 г абсолютно сухого ґрунту.

Культуру щорічно висівали у першій декаді травня суцільним рядковим способом (сівалка СЗ-3,6) нормами від 1,0 до 3,5 млн насінин/га (з кроком у 0,5 млн) на глибину 3–5 см. Сорти крамбе – ‘Belenzian’ (США) і ‘CRA 5/79’ (Німеччина), характеризуються високою посухостійкістю, стійкістю до вилягання та потенціалом урожайності насіння понад 3 т/га.

Площа посівної ділянки становила 50 м<sup>2</sup>, облікової – 25 м<sup>2</sup>, повторність – чотириразова.

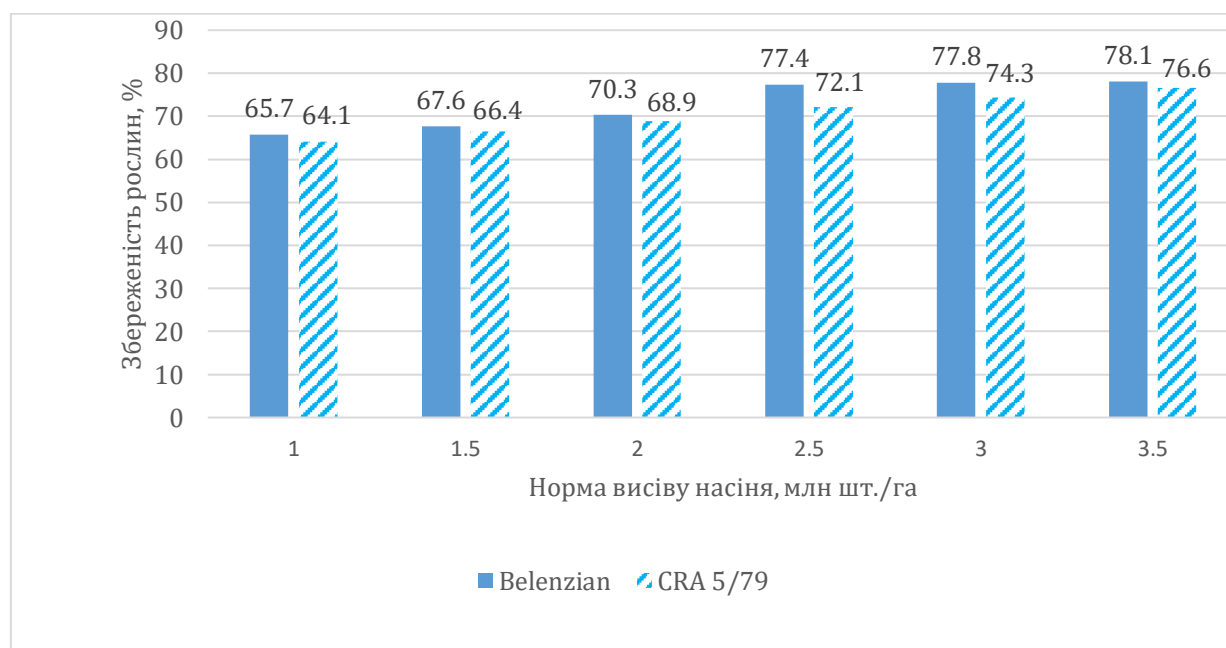
Перед збиранням врожаю у фазі повної стиглості обліковували збереженість та біометричні показники рослин, після чого визначали врожайність насіння. Для визначення структурних елементів врожаю з кожного повторення відбирали пробні снопи. Урожай збирали прямим комбайнуванням за вологості насіння 15 %. Дослідження проводили згідно з методиками [22–27].

### Результати досліджень

У середньому за роки досліджень сходи з’являлись на 9 добу після сівби крамбе. Інтенсивний ріст рослин починався на 12 добу, а через 30 діб відбувалось розгалуження стебел. Тривалість вегетаційного періоду в досліджуваних сортів становила 90 діб.

Установлено, що збереженість рослин крамбе на час збирання врожаю значною мірою залежала від норм висіву насіння, а також особливостей вирощуваних сортів. У середньому за варіантами досліду дещо вищі показники відзначено в сорту ‘Belenzian’ – 72,8 проти 70,4 % у ‘CRA 5/79’.

В обох сортів спостерігалось поступове підвищення збереженості рослин зі збільшенням норми висіву насіння. Зокрема, найнижчі показники відзначено за найменшої норми висіву – 1,0 млн шт./га (64,1–65,7 %), а найвищі – за максимальної норми – 3,5 млн шт./га (76,6–78,1 %) (рис. 1).



**Рис. 1. Збереженість рослин перед збиранням крамбе залежно від норми висіву та сортових особливостей (середнє за 2020–2022 рр.)**

Норми висіву насіння та сортові особливості мали різний вплив на основні структурні елементи врожаю крамбе.

Висота рослин залежно від норми висіву насіння становила від 73 до 90 см. При цьому варто відзначити, що в сорту ‘Belenzian’ рослини загалом були значно вищими порівняно із ‘CRA 5/79’ і мали дещо більший розмах варіювання показника у межах досліджуваних норм висіву. Зокрема, якщо в ‘Belenzian’ у середньому по досліді висота рослин становила 84,0 см – від 77 до 90 см, то в ‘CRA 5/79’ – 75,3 см – від 73 до 79 см (таблиця).

Для обох сортів характерним було послідовне зростання показників висоти рослин зі збільшенням норми висіву насіння у межах від 1,0 до 2,5 млн шт./га з досягненням максимальних значень саме за останньої норми. Водночас у разі подальшого збільшення норми висіву насіння відзначалось чітке зниження висоти рослин. Причому якщо в сорту ‘CRA 5/79’ показники повертались приблизно до рівня варіантів мінімальних норм висіву, то в ‘Belenzian’ спостерігалось дуже різке зниження висоти рослин – у середньому на 10 і 13 см проти варіанту 2,5 млн шт./га.

Довжина стручка в сорту 'Belenzian' становила в середньому за варіантами 4,2 см, суттєво менше – 2,9 см – у сорту 'CRA 5/79'. Найдовші стручки в сорту 'Belenzian' відзначено за норм сівби 1,0, 1,5 і 2,5 млн шт./га – 4,7; 4,5 і 4,5 см, тоді як у сорту 'CRA 5/79' – у варіантах 2,0 і 2,5 млн шт./га – 3,3 та 3,5 см відповідно. У разі збільшення норм висіву насіння до 3,0 і 3,5 млн шт./га в обох сортів відзначено суттєве зниження показників.

У сорту 'Belenzian' у середньому за варіантами досліду на одній рослині налічувалось 140,5 стручків (від 133 до 146 шт.), у сорту 'CRA 5/79' – 121,8 (від 103 до 135 шт.).

Максимальну кількість стручків з однієї рослини в обох сортів відзначено за норм висіву 2,0 та 2,5 млн шт./га. Водночас у варіантах з як із меншими, так і з більшими нормами спостерігалось істотне зниження цього показника. При цьому слід відзначити, що сорт 'Belenzian' мав значно менші межі варіювання кількості стручків порівняно із 'CRA 5/79'. Останній сорт особливо негативно реагував на максимальне підвищення норм висіву насіння до 3,5 млн шт./га.

Експериментально доведено, що за менших норм висіву спостерігається посилене гілкування рослин, а за умови нестачі вологи і поживних елементів та надмірного загущення посівів, можуть утворюватися непродуктивні гілки та кількість стручків зменшуватись.

За показниками маси насіння з однієї рослини сорт 'Belenzian' також помітно переважає 'CRA 5/79' – 8,17 проти 7,57 г (у середньому по досліді). Найоптимальнішими нормами висіву насіння для обох сортів були 2,0 та 2,5 млн шт./га: 'Belenzian' – 8,51 і 8,78 г, 'CRA 5/79' – 8,04 і 8,23 г відповідно. Як зменшення, так і збільшення норм висіву спричиняло істотно нижчі показники, причому негативніше на формування маси насіння з однієї рослини позначалось вирощування культури у варіантах з найменш щільним стеблостоем, тобто за норм 1,0 та 1,5 млн шт./га.

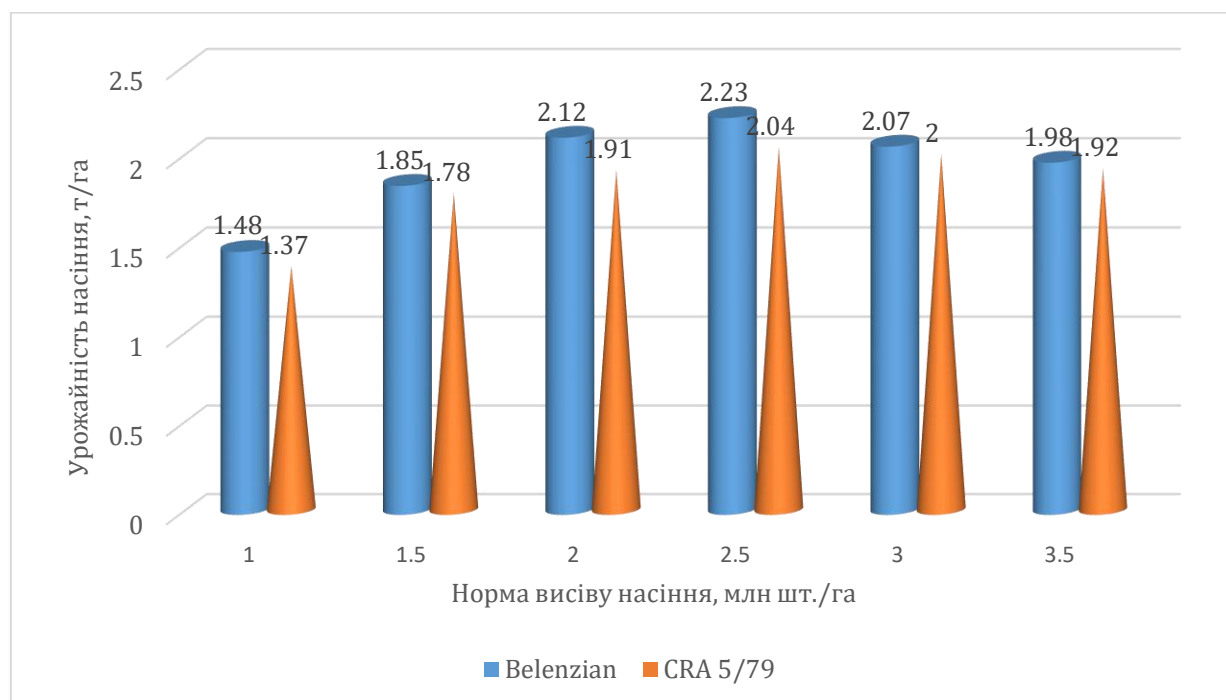
У сорту 'Belenzian' маса 1000 насінин у середньому по досліді становила 8,42 г проти 7,53 г у 'CRA 5/79'. Найвищі показники в обох сортів відзначено за норм висіву насіння 2,0 і 2,5 млн шт./га. Водночас слід зауважити, що маса 1000 насінин, на відміну від показників маси насіння з однієї рослини, найістотніше зменшувалась саме у варіантах з найбільшою нормою насіння. Зокрема, за максимальної в досліді норми висіву 3,5 млн шт./га маса 1000 насінин становила в сорту 'Belenzian' лише 7,67 г, у 'CRA 5/79' – 7,11 г.

Таблиця

**Елементи структури урожаю сортів крамбе залежно від норми висіву насіння  
(середнє за 2020–2022 рр.)**

Норма висіву, млн шт./га	Висота рослин, см	Довжина стручка, см	Кількість стручків, шт.	Маса насіння з однієї рослини, г	Маса 1000 насінин, г
'Belenzian'					
1,0	85	4,7	138	7,26	8,33
1,5	85	4,5	140	8,02	8,55
2,0	87	4,2	144	8,51	8,78
2,5	90	4,5	146	8,78	9,00
3,0	80	4,0	142	8,45	8,23
3,5	77	3,7	133	8,12	7,67
HIP <sub>0,05</sub>	0,9	0,3	0,5	0,2	0,4
'CRA 5/79'					
1,0	73	2,8	121	7,12	7,40
1,5	75	3,1	124	7,33	7,44
2,0	77	3,3	130	8,04	7,89
2,5	79	3,5	135	8,23	8,01
3,0	75	2,5	118	7,56	7,23
3,5	73	2,2	103	7,16	7,11
HIP <sub>0,05</sub>	0,5	0,6	0,8	0,3	0,5

Установлено, що норми сівби та сортові особливості також істотно впливали на формування врожайності насіння крамбе (рис. 2). Відомо, що надмірний вегетативний розвиток рослин у зріджених посівах, як і їх пригнічення, а часто й загибель, у загущених, призводить до зменшення продуктивних показників культури.



**Рис. 2. Урожайність насіння крамбе залежно від норми висіву та сортових особливостей (середнє за 2020–2022 рр.)**

Найвищу в досліді врожайність насіння сорту 'Belenzian' – 2,12 і 2,23 т/га отримано за норм висіву 2,0 і 2,5 млн шт./га, тоді як у 'CRA 5/79' – за норм 2,5 і 3,0 млн шт./га – 2,04 і 2,00 т/га відповідно. З чого випливає, що саме ці варіанти вирощування культури є оптимальними для реалізації максимальної продуктивності обраних сортів крамбе в ґрунтово-кліматичних умовах проведення досліджень. Зменшення норм висіву насіння до 1,0–1,5 млн шт./га чи підвищення до 3,5 млн шт./га зумовлює істотне зниження продуктивності культури.

### Висновки

Норми висіву насіння мають суттєвий вплив на формування біометричних показників рослин як елементів структури врожаю та, зрештою, і власне врожайність насіння крамбе. Значення більшості показників зростають зі збільшенням норми висіву насіння, досягаючи максимуму за 2,5 млн шт./га, і надалі поступово знижуються.

Найоптимальнішою нормою висіву з погляду формування високої врожайності насіння обох досліджуваних сортів культури є 2,5 млн шт./га.

Результати досліджень можуть бути використані для вдосконалення елементів агротехнології вирощування крамбе в умовах Правобережного Лісостепу України.

### Використана література

- Costa E., Almeida M. F., Alvim-Ferraz C., Dias J. M. The cycle of biodiesel production from *Crambe abyssinica* in Portugal. *Industrial Crops and Products*. 2019. Vol. 129. P. 51–58. doi: 10.1016/j.indcrop.2018.11.032
- Samarappuli D., Zanetti F., Berzuini S., Berti M. T. *Crambe* (*Crambe abyssinica* Hochst): A non-food oilseed crop with great potential: A review. *Agronomy*. 2020. Vol. 10, Iss. 9. Article 1380. doi: 10.3390/agronomy10091380
- Gastaldi G., Capretti G., Focher B., Cosentino C. Characterization and proprieties of cellulose isolated from the *Crambe abyssinica* hull. *Industrial Crops and Products*. 1998. Vol. 8, Iss. 3. P. 205–218. doi: 10.1016/S0926-6690(98)00004-1
- Meier V. D., Lessman K. J. Estimation of Optimum Field Plot Shape and Size for Testing Yield in *Crambe abyssinica* Hochst. *Crop Science*. 1971. Vol. 11, Iss. 5. P. 648–650. doi: 10.2135/cropsci1971.0011183X001100050013x
- Lalas S., Gortzi O., Athanasiadis V. et al. Full characterisation of *Crambe abyssinica* Hochst. seed oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2012. Vol. 89, Iss. 12. P. 2253–2258. doi: 10.1007/s11746-012-2122-y
- Kurt O., Özyilmaz T., Göre M. Determination of yield and yield components of some *Crambe* genotypes in the world *Crambe* collection. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2018. Vol. 61, Iss. 1. P. 304–309.



7. Stolarski M. J., Krzyżaniak M., Kwiatkowski J. et al. Energy and economic efficiency of camelina and crambe biomass production on a large-scale farm in north-eastern Poland. *Energy*. 2018. No. 150. P. 770–780. doi: 10.1016/j.energy.2018.03.021
8. Vasconcelos A. C. F., Chaves L. H. G., Souza F. G. et al. Germination and formation of crambe seedlings irrigated with saline water. *Revista de Ciências Agrárias*. 2014. Vol. 37, Iss. 3. P. 306–311.
9. Журавель В. М., Комарова І. Б. Мінливість жирнокислотного складу олії гірчиці сарептської і селекція на поліпшення її якості. *Селекція і насінництво*. 2013. Вип. 104. С. 75–80. doi: 10.30835/2413-7510.2013.42022
10. Мельник А. В., Жердецька С. В. Стан та перспективи вирощування гірчиці на Україні і у світі. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Агронія і біологія*. 2015. Вип. 3. С. 166–169.
11. Жуйков О. Г. Гірчиця в Південному Степу: агроекологічні аспекти і технології вирощування. Херсон : Грін Д. С., 2014. 415 с.
12. Zhu L.-H. Crambe (*Crambe abyssinica*). *Industrial Oil Crops* / Т. А. McKeon, D. G. Hayes, D. F. Hildebrand, R. J. Weselake (Eds.). AOCS Press, 2016. P. 195–205. doi: 10.1016/B978-1-893997-98-1.00007-5
13. Станкевич С. В., Вільна В. В., Кава Л. П. Поширеність шкідливих комах на крамбе (*Brassicaceae: Crambe abyssinica* Hochst.) – новій олійній культурі у Східному Лісостепу України. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія : Фітопатологія та ентомологія*. 2016. № 1–2. С. 96–102.
14. Козіна Т. М. Ріст та розвиток рослин і продуктивність гірчиці білої залежно від строків сівби і норми висіву в умовах Лісостепу західного. *Агробіологія*. 2012. № 2. С. 46–49.
15. Сайко В. Ф., Вишневецький В. С. Вплив елементів технології на формування продуктивності гірчиці чорної сорту Вікторія. *Землеробство*. 2014. Вип. 1–2. С. 81–83.
16. Жернова Н. П. Вплив елементів технології на продуктивність гірчиці сарептської сорту Світлана. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН*. 2009. № 14. С. 143–149.
17. Блащук М. І., Тетерещенко Н. М. Вплив строків сівби та доз мінеральних добрив на продуктивність гірчиці білої. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2014. № 21. С. 65–74.
18. Юник А. В. Особливості формування продуктивності гірчиці сарептської. *Новітні агротехнології*. 2017. № 5. doi: 10.21498/na.5.2017.122231
19. Kshnikatkina A. N., Kshnikatkin S. A., Alenin P. G. et al. Biological diversity of non-traditional oil crops. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 659, No. 1. Article 012091. doi: 10.1088/1755-1315/659/1/012091
20. Wang Y. P., Tang J. S., Chu C. Q., Tian J. A preliminary study on the introduction and cultivation of *Crambe abyssinica* in China, an oil plant for industrial uses. *Industrial Crops and Products*. 2000. Vol. 12, Iss. 1. P. 47–52. doi: 10.1016/S0926-6690(99)00066-7
21. Viana O. H., Santos R. F., de Oliveira R. C. et al. Crambe (*Crambe abyssinica* H.) development and productivity under different sowing densities. *Australian Journal of Crop Science*. 2015. Vol. 9, Iss. 8. P. 690–695.
22. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогрив П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії / за ред. В. О. Єщенка. Вінниця : Едельвейс і К, 2014. 332 с.
23. Шевченко І. А., Поляков О. І., Комарова І. Б. та ін. Організація та технології збирання зернових та ранніх олійних культур у 2017 році рекомендації виробництву. Запоріжжя, 2017. 33 с.
24. Особливості проведення досліджень із хрестоцвітими олійними культурами / за ред. П. С. Вишнівського. Київ, 2011. 76 с.
25. ДСТУ 8837:2019. Насіння олійних культур. Методи визначення сміттевої та олійної домішок. Київ : УкрНДНЦ, 2019. 15 с.
26. ДСТУ 4601:2006. Насіння олійних культур. Методи відбирання проб. Київ : УкрНДНЦ, 2006. 18 с.
27. ДСТУ 4811:2007. Насіння олійних культур. Методи визначення вологості. Київ : УкрНДНЦ, 2009. 10 с.

## References

1. Costa, E., Almeida, M. F., Alvim-Ferraz, C., & Dias, J. M. (2019). The cycle of biodiesel production from *Crambe abyssinica* in Portugal. *Industrial Crops and Products*, 129, 51–58. doi: 10.1016/j.indcrop.2018.11.032
2. Samarappuli, D., Zanetti, F., Berzuini, S., & Berti, M. T. (2020). Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst): A non-food oilseed crop with great potential: A review. *Agronomy*, 10(9), Article 1380. doi: 10.3390/agronomy10091380
3. Gastaldi, G., Capretti, G., Focher, B., & Cosentino, C. (1998). Characterization and proprieties of cellulose isolated from the *Crambe abyssinica* hull. *Industrial Crops and Products*, 8(3), 205–218. doi: 10.1016/S0926-6690(98)00004-1
4. Meier, V. D., & Lessman, K. J. (1971). Estimation of Optimum Field Plot Shape and Size for Testing Yield in *Crambe abyssinica* Hochst. *Crop Science*, 11(5), 648–650. doi: 10.2135/cropsci1971.0011183X001100050013x
5. Lalas, S., Gortzi, O., Athanasiadis, V., Dourtoglou, E., & Dourtoglou, V. (2012). Full characterisation of *Crambe abyssinica* Hochst. seed oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89(12), 2253–2258. doi: 10.1007/s11746-012-2122-y

6. Kurt, O., Özyilmaz, T., & Göre, M. (2018). Determination of yield and yield components of some crambe genotypes in the world crambe collection. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, 61(1), 304–309.
7. Stolarski, M. J., Krzyżaniak, M., Kwiatkowski, J., Tworkowski, J., & Szczukowski, S. (2018). Energy and economic efficiency of camelina and crambe biomass production on a large-scale farm in north-eastern Poland. *Energy*, 150, 770–780. doi: 10.1016/j.energy.2018.03.021
8. Vasconcelos, A. C. F., Chaves, L. H. G., Souza, F. G., Gheyi, H. R., & Fernandes, J. D. (2014). Germination and formation of crambe seedlings irrigated with saline water. *Revista de Ciências Agrárias*, 37(3), 306–311.
9. Zhuravel, V. M., & Komarova, I. B. (2013). Variability of fatty acid composition of mustard oil and breeding to improve of its quality. *Plant Breeding and Seed Production*, 104, 75–80. doi: 10.30835/2413-7510.2013.42022 [In Ukrainian]
10. Melnyk, A. V., & Zherdetska, S. V. (2015). State and prospects of mustard cultivation in the world and Ukraine. *Herald of Sumy National Agrarian University. Series: Agronomy and Biology*, 3, 166–169. [In Ukrainian]
11. Zhuikov, O. G. (2014). *Mustard in the Southern Steppe: agro-ecological aspects and growing technologies*. Kherson: Hrin D. S. [In Ukrainian]
12. Zhu, L.-H. (2016). Crambe (*Crambe abyssinica*). In T. A. McKeon, D. G. Hayes, D. F. Hildebrand, & R. J. Weselake (Eds.), *Industrial Oil Crops* (pp. 195–205). AOCS Press. doi: 10.1016/B978-1-893997-98-1.00007-5
13. Stankevych, S. V., Vilna, V. V., & Kava, L. P. (2016). Pests spreading among the sea kale (Brassicaceae: *Crambe abyssinica* Hochst.) – a new oil-producing crop of the Eastern Forest-Steppe of Ukraine. *The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series "Phytopathology and Entomology"*, 1–2, 96–102. [In Ukrainian]
14. Kozina, T. M. (2012). Growth and development of plants and productivity of white mustard depending on the timing of sowing and the rate of sowing in the conditions of the Western Forest Steppe. *Agrobiologia*, 2, 46–49. [In Ukrainian]
15. Sayko, V. F., & Vyshnevskyi, V. S. (2014). The effect of technology elements for the formation of productivity of black mustard variety of Victoria. *Agriculture*, 1–2, 81–83. [In Ukrainian]
16. Zhernova, N. P. (2009). The influence of technological elements on the productivity of Sarepta mustard of the Svitlana variety. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS*, 14, 143–149. [In Ukrainian]
17. Blaschuk, M. I., & Tetereshchenko, N. M. (2014). The influence of sowing dates and doses of mineral fertilizers on the productivity of white mustard. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS*, 21, 65–74. [In Ukrainian]
18. Yunyk, A. V. (2017). Specifics of productivity formation of brown mustard sowings. *Advanced Agritechnologies*, 5. doi: 10.21498/na.5.2017.122231
19. Kshnikatkina, A. N., Kshnikatkin, S. A., Alenin, P. G., Shchanin, A. A., Prakhova, T. Y., Prakhov, V. A., Medvedev, A. P., & Voronova, I. A. (2021). Biological diversity of non-traditional oil crops. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 659(1), Article 012091. doi: 10.1088/1755-1315/659/1/012091
20. Wang, Y. P., Tang, J. S., Chu, C. Q., & Tian, J. (2000). A preliminary study on the introduction and cultivation of *Crambe abyssinica* in China, an oil plant for industrial uses. *Industrial Crops and Products*, 12(1), 47–52. doi: 10.1016/S0926-6690(99)00066-7
21. Viana, O. H., Santos, R. F., de Oliveira, R. C., Secco, D., de Souza, S. N. M., Tokura, L. K., da Silva, T. R. B., & Gurgacz, F. (2015). Crambe (*Crambe abyssinica* H.) development and productivity under different sowing densities. *Australian Journal of Crop Science*, 9(8), 690–695.
22. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. G., Kostogryz, P. V., & Opryshko, V. P. (2014). *Fundamentals of research in agronomy*. V. O. Yeshchenko (Ed). Vinnytsia: TD "Edelweis i K". [In Ukrainian]
23. Shevchenko, I. A., Poliakov, O. I., Komarova, I. B., Makhno, Yu. O., Kuzmenko, O. R., Budilka, H. I., ... Noha, D. H. (2017). *Organization and technologies of harvesting grain and early oil crops in 2017, recommendations for production*. Zaporizhzhia: N.p. URL: <http://imk.zp.ua/images/doc/rekomend2017.pdf> [In Ukrainian]
24. Vyshnivskyi, P. S. (Ed.). (2011). *Peculiarities of conducting research with cruciferous oil crops*. Kyiv: N.p. [In Ukrainian]
25. DSTU 8837:2019. *Oil seed. Methods of determining garbage and oil impurities*. (2019). Kyiv: UkrNDNC. [In Ukrainian]
26. DSTU 4601:2006. *Seeds of oil-bearing crops. Methods of sampling*. (2006). Kyiv: UkrNDNC. [In Ukrainian]
27. DSTU 4811:2007. *The Seed Of Oil Crops. The methods of determination of moisture*. (2009). Kyiv: UkrNDNC. [In Ukrainian]

UDC 631.559:633.853.482:631.526.3+631.53.04

**Kononenko, L. M.<sup>1\*</sup>, Manzii, O. P.<sup>2</sup>, Poltoretska, N. M.<sup>1</sup>, & Kokhovska, I. V.<sup>3</sup>** (2023). Yield structure of crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) under the effect of seeding rate and varietal characteristics. *Advanced Agritechnologies*, 11(1). <https://doi.org/10.47414/na.11.1.2023.277054> [In Ukrainian]

<sup>1</sup>Uman National University of Horticulture, 1 Instytutska St., Uman, Cherkasy region, 20305, Ukraine,  
\*e-mail: [lidiyakononenko@ukr.net](mailto:lidiyakononenko@ukr.net)

<sup>2</sup>Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University, 2 Sadova St., Uman, Cherkasy region, 20300, Ukraine

<sup>3</sup>Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, 15 Henerala Rodymtseva St., Kyiv, 03041, Ukraine

**Purpose.** To establish an optimal seeding rate for different varieties of crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) based on its influence on the formation of the main elements of the yield structure in the conditions of the Right Bank Forest Steppe. **Methods.** Crambe varieties 'Belenzian' (USA) and 'CRA 5/79' (Germany) were studied in field conditions (Cherkasy region) in the years 2020–2022. The crop was sown at the beginning of May in a continuous row method at seeding rates from 1.0 to 3.5 m seeds per hectare to a depth of 3–5 cm. Before harvesting, the preservation and biometric indicators of the plants were recorded, after which the seed yield was determined. The harvest was harvested by the direct harvesting method at a seed moisture content of 15%. **Results.** Regardless of the seeding rate, the preservation of plants before harvesting (on average according to the experiment) was somewhat higher in the variety 'Belenzian' – 72.8 against 70.4% in 'CRA 5/79'. The lowest indicators in both varieties (64.1–67.6%) were recorded for the lowest sowing rate (1.0 and 1.5 m seeds/ha) and the highest (74.3–78.1%) for the highest seeding rate (3.0 and 3.5 m seeds/ha); the height of the plants was 73–90 cm on average, reaching a maximum in both varieties at seed rates of 2.0 and 2.5 m seeds/ha. An increase in the seeding rate to 3.0–3.5 m seeds/ha led to a significant decrease in plant height. The longest pods (4.7 and 4.5 cm) in variety 'Belenzian' were noted for the seeding rate of 1.0 and 1.5 m seeds/ha, while in variety 'CRA 5/79', the longest pods (3.3 and 3.5 cm) were obtained for the seeding rate of 2.0 and 2.5 m seeds/ha, respectively. The highest number of pods (144 and 146 in 'Belenzian'; 130 and 135 in 'CRA 5/79'), the weight of seeds from one plant (8.51 and 878 g and 8.04 and 8.23 g respectively) and the weight of 1000 seeds (8.78 and 9.00 g and 7.89 and 8.01 g, respectively) were obtained for seeding rate of 2.0 and 2.5 million seeds/ha. At the same seeding rates, the highest seed yield of 'Belenzian' was obtained – 2.12 and 2.23 t/ha, respectively, while in 'CRA 5/79' 2.04 and 2.00 t/ha of seeds was obtained at the seeding rate of 2.5 and 3.0 m seeds/ha, respectively. **Conclusions.** Seeding rate has a significant impact on the formation of biometric indicators that are the elements of the yield structure and, ultimately, the yield of crambe seeds. The values of most indicators increase with an increase in the seeding rate, reaching a maximum at 2.5 m seeds/ha, and then gradually decreasing. The optimal seeding rate from the point of view of the formation of a high yield of seeds in both crambe varieties is 2.5 m seeds/ha. The research results can be used to improve the elements of cultivation technology for growing crambe in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine.

**Keywords:** *crambe; preservation of plants; plant height; number of pods; weight of seeds from one plant; weight of 1000-seed weight; crop yield.*

Надійшла / Received 01.03.2023  
Погоджено до друку / Accepted 20.03.2023