

under the conditions of a pollen-free regime in the experimental field of the IBCSB. Seed production under apozygotic conditions was studied, taking into account the number of set fruits per 10-cm segment with 5 replications for each seed bearer. Germination was determined on the 10th day and germination vigour on the 5th day. **Results.** New sources of cytoplasmic male sterility (CMS) were obtained in the cytogenetics laboratory based on a genetic model of crossbreeding analysis, using differentiation and tools according to the marker-linked genes of hypocotyl color $R+r-$, and one / two-year development cycle $B+b-$. The analyzers for the nature of sugar beet sterility were sterility maintainers, dominant homozygotes for recessive genes of anthocyanin color, development cycle, partial fertility and sterility (*NBeta vulgaris Sxxzz rr bb*). Monogerm pollen-sterile lines with an apomictic way of seed reproduction (Yaltushkiv EBS) (A_4-A_8 *Beta vulgaris Sxxzz rr*), selected for the dominant color of the hypocotyl $R+r-$, stabilized for the trait of monogermity, 100% sterility and 2x gene ploidy, were characterized by low seed productivity. High rates of apozygotic seed development (80 to 96.4% of the number of set flowers) were observed against the background of the sterile cytoplasm of *Beta maritima* (Turkey). In the CMS BC_4S *patula* line, the number of set apozygotic seeds ranges from 34 ± 0.3 to 39 ± 0.42 , and the indicators of degenerated flowers under apozygotic regime varied from 31.2 to 54.3%. Isolated were seed plants with high self-reproduction, such as BC_4S *maritima* Turkey, k.2/1, k.6/2, k.6/3 and k.3/4, k.9/4 on the background of new plasma of wild species of *B. patula*. The phenomenon of high self-reproduction of seeds (up to 98.5–96.4% of set flowers) was detected in line 21-011 CHS BC_5S *patula*, which was comparable with hybrids and sterility maintainers (97.5–93.1%), which is determined by a special interaction of the beet nuclear genome of sugar beet and new plasma of wild species of the genus *Beta* L. **Conclusions.** The apomictic way of seed reproduction ensures the shortening of the breeding scheme for sugar beet due to high seed reproduction of mother parent in substituted lines with new plasma and differentiation by gametophytic reduction of parthenogenesis using morphological marker traits.

Keywords: sugar beet; (CMS) cytoplasmic male sterility; sterility maintainers; *Beta maritima* and *Beta patula* species; separate flowering; apozygotic way of seed reproduction.

Надійшла / Received 25.09.2022

Погоджено до друку / Accepted 27.10.2022

УДК 633.179: 631.53.01:631.559

DOI: <https://doi.org/10.47414/np.30.2022.269016>

Вплив умов зберігання насіння проса прутоподібного на його якість залежно від маси 1000 насінин

В. В. Дрига, В. А. Доронін*, Ю. А. Кравченко, В. В. Доронін, С. Д. Орлов

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, *e-mail: doronin1955@ukr.net

Мета. З'ясувати вплив умов зберігання насіння проса прутоподібного залежно від сортових особливостей та маси на його енергію проростання та схожість. **Методи.** У дослідженнях використовували лабораторний (визначення енергії проростання та схожості насіння), вимірювально-ваговий (визначення маси 1000 насінин), математично-статистичний методи. **Результати.** Доведено, що зі зменшенням маси 1000 насінин закономірно знижувалися його енергія проростання та схожість. У середньому по сортозразках найнижчі показники якості отримано за маси 1000 насінин 1,24 г, але упродовж восьми місяців його зберігання не виявлено закономірного зменшення енергії проростання та схожості. Якість насіння з більшою масою 1000 насінин – 1,67 г була достовірно вищою і становила 55 та 58 %. Зі зменшенням маси 1000 насінин спостерігалася тенденція зниження його енергії проростання

та схожості за зберігання упродовж трьох та восьми місяців. Не виявлено достовірного підвищення або зниження якості насіння залежно від маси 1000 насінин та терміну його зберігання. Аналогічні результати отримані з якості насіння в розрізі сортозразків. Найменшу енергію проростання мало насіння сортозразку 'Cave-in-rock' з масою 1000 шт. 0,63 г як при закладанні досліду, так і упродовж восьми місяців його зберігання, але це не залежало від терміну зберігання. **Висновки.** У середньому по сортозразках встановлено закономірне підвищення енергії проростання та схожості насіння зі збільшенням його маси. Водночас, закономірного підвищення якості насіння з різною масою 1000 насінин залежно від терміну зберігання не виявлено. Навпаки енергія проростання та схожість були нижчими, ніж в контролі – на період закладки.

Ключові слова: сортозразок; енергія проростання; схожість; термін зберігання; якість насіння.

Вступ

Вагомою альтернативою традиційним викопним видам палива на сьогодні для України є біоенергетика, яка базується на сировині рослинного походження. До енергетичних культур, які доцільно використовувати для виготовлення біопалива, належать швидкоростучі дерева – види верби і тополі [1] однорічні (цукрові буряки, цукрове сорго) та багаторічні (просо прутіподібне, міскантус) рослини [2, 3]. Особливістю багаторічних трав (проса прутіподібного, міскантусу) вважається позитивний вплив на екологічний стан навколишнього середовища [4].

Однією з найперспективніших багаторічних рослин для виробництва біопалива є просо прутіподібне – свічграс (*Panicum virgatum* L.). Основними перевагами свічграсу, як біоенергетичної культури вважають відносно високий урожай, низьку потребу у воді та підживленні, надійну продуктивність у широкому географічному ареалі, зменшена ерозія ґрунту, поглинання вуглецю та покращення середовища існування дикої природи [5].

Просо прутіподібне характеризується високим вмістом целюлози та лігніну, тому його можна розглядати як перспективну культуру для виробництва біопалива [6]. Одним з головних стримуючих факторів широкого впровадження проса прутіподібного у виробництво є низька схожість насіння, яка зумовлена біологічними властивостями сортів та великим його станом спокою, що призводить до низької польової схожості та отримання нерівномірних сходів. Тому головним завданням є дослідження причин зниження стану спокою насіння та розроблення способів підвищення схожості насіння проса прутіподібного.

Біологічний спокій насіння можна зменшити і, відповідно – підвищити його енергію проростання та схожість, створюючи стресові умови в період проростання насіння або до початку його проростання такими технологічними операціями як стратифікація [7, 8], скарифікація [9], сортування за аеродинамічними властивостями, питомою масою та розмірами [10] з виділенням крупнішого насіння.

Питання переваг крупного насіння різних сільськогосподарських культур дискутується з кінця XIX століття. В численних дослідках з насіннезнавства цукрових буряків було одержано досить суперечливі результати. І. І. Малтшев і С. М. Богданов вважали, що жодних переваг велике насіння не має перед дрібним. Ф. П. Гавронський, А. Т. Болотов, Н. Е. Цабель дійшли висновків, що схожість насіння перебуває в прямій залежності від його величини, велике насіння має більше запасних поживних речовин, а більші зародки, дають сильніші ростки, які забезпечують інтенсивніший ріст і розвиток рослин і, відповідно – більшу продуктивність культури [11]. За даними І. Г. Строни [12], Е. Г. Кизилова [13] використання крупної фракції насіння кукурудзи є найбільш позитивним елементом для підвищення врожайності зерна. Дослідженнями К. Е. Овчарова [14] доведено, що дрібне насіння пшениці, вівса і ячменю мало вищу польову схожість, ніж крупніше. Це зумовлено більш швидким набуханням дрібного насіння, у якого відношення поверхні до об'єму більше, ніж у крупного насіння. Дрібне насіння більше поглинає води (у % до своєї маси), ніж крупне.

Дослідженнями М. І. Кулика та І. І. Рожко [15] встановлено, що за зберігання крупнішого насіння, порівняно з дрібним та середніх розмірів насінням проса прутіподібного протягом перших двох років спостерігається динаміка підвищення його лабораторної схожості, та значне збільшення даного показника з третього року зберігання. Але, автори не вказують рівень підвищення цих показників, його достовірність, умов зберігання, а лише залежність схожості насіння, його величини (за масою) та терміну зберігання. Якщо упродовж трьох років схожість насіння підвищувалася не достовірно, то його недоцільно так довго зберігати та збільшувати собівартість. Щоб відповісти на ці питання нами був проведений дослід за зберігання насіння трьох сортів різних груп стиглості з масою 1000 насінини від 0,6 до 1,75 г за пониженої температури повітря 5–7 °С.

Мета досліджень – з'ясувати вплив умов зберігання насіння залежно від сортових особливостей та його маси на його енергію проростання та схожість.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН упродовж восьми місяців в 2021 р. з сортозразками проса прутіподібного різних груп стиглості: дуже ранній – ‘Dacota’ (американського походження) та середньопізні – ‘Морозко’ (українського походження) та ‘Save-in-rock’ (американського походження) з масою 1000 насінин від 0,63 до 1,78 г. Відбирання насіння відповідної маси кожного сортозразка проводили шляхом сортування його на аспіраційній аеродинамічній колонці, розділяючи на важке, легше і найлегше. Зберігали насіння в поліетиленових герметичних пакетах за температури повітря 18–22 °С (в термостаті). Якість насіння – енергію проростання, схожість та масу 1000 насінин визначали за методикою, яка розроблена Інститутом біоенергетичних культур і цукрових буряків [16] в період закладання досліду та через 3 і 8 місяців його зберігання.

Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали методами дисперсійного аналізу за методом Фішера [17] з використанням комп'ютерної програми Statistica 6.0.

Результати досліджень

Експериментально доведено, що зі зменшенням маси 1000 насінин закономірно знижувалися його енергія проростання та схожість. У середньому по сортозразках найнижчі показники якості отримано за маси 1000 насінин 1,24 г. Перед закладанням досліду енергія проростання та схожість насіння з масою 1,24 г становили, відповідно – 28 та 30 % (табл. 1).

Таблиця 1

Якість насіння залежно від його маси 1000 шт. та терміну зберігання за температури 5–7 °С (середнє по сортах)

Варіант		Енергія проростання, %	Схожість, %
термін зберігання	маса 1000 насінин, г		
Закладка досліду 29.03.2021 – контроль	1,67	55	58
	1,62	54	58
	1,24	28	30
Облік через 3 місяці	1,68	47	50
	1,61	40	42
	1,24	25	27
Облік через 8 місяців	1,68	55	57
	1,61	51	53
	1,24	30	31
НІРзаг		7,6	7,4
НІР _{0,05} строк зберігання		2,6	2,5
НІР _{0,05} маса 1000 шт.		2,5	2,5

За зберігання насіння з найменшою масою 1000 насінин (1,24 г) не виявлено закономірного зменшення енергії проростання та схожості упродовж восьми місяців, а спостерігалось їх зменшення або збільшення. Через 3 місяці після зберігання ці показники достовірно знизилися, а через 8 місяців – навпаки збільшилися, порівняно з контролем. Водночас, показники якості насіння з більшою масою 1000 насінин – 1,67 г були достовірно вищими як при закладанні досліду, так і упродовж зберігання. За зберігання насіння упродовж трьох та восьми місяців спостерігалась тенденція зниження або збільшення цих показників. Так, на період закладання досліду енергія проростання насіння з масою 1,67 г становила 55 %, схожість – 58 %. Через три місяці зберігання вони достовірно зменшилися, відповідно – до 47 та 50 %, а через 8 місяців вони були такими ж як і на період закладання досліду. Тобто, закономірного підвищення або зменшення якості насіння залежно від маси 1000 насінин упродовж його зберігання не виявлено. Навпаки енергія проростання та схожість були нижчими, ніж в контролі – на період закладання досліду.

При дослідженні якості насіння по сортозразках також не виявлено закономірного збільшення енергії проростання (табл. 2) та схожості (табл. 3) насіння залежно від маси 1000 насінин та терміну його зберігання.

Таблиця 2

Енергія насіння проса прутоподібного залежно від сортових особливостей, крупності насіння та строку його зберігання за температури 5–7 °С

Варіант		Енергія проростання (%) облік через:		
Сортозразок	Маса 1000 шт., г	при закладці досліду (29.03.2021)	3 місяці (30.06.2021)	8 місяців (29.11.2021)
‘Морозко’	1,73	19	17	19
	1,63	65	59	76
	1,60	74	57	66
‘Dacota’	1,78	27	25	22
	1,63	69	69	76
	1,48	66	45	56
‘Cave-in-rock’	1,75	28	22	20
	1,35	62	55	69
	0,63	2	4	2
НІРзаг.		7,6		
НІР _{0,05} строк зберігання		2,6		
НІР _{0,05} сорт, маса 1000 шт.		2,5		

Так, якщо насіння, яке мало масу 1000 шт. 1,73 г, сорту ‘Морозко’ перед закладанням досліду енергія проростання становила 19 %, то на восьмий місяць зберігання цей показник був таким же – 19 %. Енергія проростання насіння з масою 1000 шт. 1,63 г цього ж сорту за вісім місяців зберігання достовірно збільшилася з 65 до 76 %, а насіння з масою 1000 шт. 1,60 г – навпаки енергія проростання значно зменшилася з 74 до 66 %.

Енергія проростання насіння сортозразків ‘Dacota’ та ‘Cave-in-rock’ з масою 1000 шт. 1,75–1,78 г зменшувалася як на третій, так і восьмий місяці зберігання. Найменшу енергію проростання мало насіння сортозразку ‘Cave-in-rock’ з масою 1000 шт. 0,63 г як при закладанні досліду, так і упродовж восьми місяців його зберігання, але зменшення цього показника не залежало від терміну зберігання. Якщо на період закладання досліду енергія проростання цього насіння становила лише 2 %, то через вісім місяців зберігання вона була такою ж. Аналогічні результати отримані і по схожості насіння.

Аналіз факторів, які впливали на енергію проростання в межах кожного окремо строку зберігання виявив, що вплив фактору «сорт» становив 37,2 %, фактору «маса 1000 насінини» – 17,5%, а найбільший вплив – 40,6 % був взаємодії факторів «сорт × маса 1000 насінин». Вплив факторів на схожість насіння був майже таким але найбільшим був вплив фактору «сорт» – 44,8 %. Вплив інших факторів та їх взаємодії був незначним або ж повністю був відсутнім.

Таблиця 3

**Схожість насіння проса прутоподібного залежно від сортових особливостей,
крупності насіння та строку його зберігання за температури 5–7 °С**

Варіант		Схожість (%) облік через:		
Сортозразок	Маса 1000 шт., г	при закладці досліду (29.03.2021)	3 місяці (30.06.2021)	8 місяців (29.11.2021)
‘Морозко’	1,73	22	20	23
	1,63	67	60	76
	1,60	74	63	66
‘Dacota’	1,78	33	27	28
	1,63	74	74	77
	1,48	69	46	56
‘Cave-in-rock’	1,75	32	26	25
	1,35	67	56	69
	0,63	2	6	2
НІР заг		7,4		
НІР _{0,05} строк зберігання		2,5		
НІР _{0,05} сорт, маса 1000 шт.		2,5		

Висновки

У середньому по сортозразках встановлено закономірне підвищення енергії проростання та схожості насіння зі збільшенням його маси. Водночас, закономірного підвищення якості насіння з різною масою 1000 насінин залежно від терміну зберігання не виявлено. Навпаки енергія проростання та схожість були нижчими, ніж в контролі – на період закладки.

Використана література

1. Фучило Я. Д., Сбитна М. В., Фучило О. Я., Літвін В. М. Досвід та перспективи вирощування тополі (*Populus sp.l.*) в Південному Степу України. *Наукові праці Лісової академії наук України*. 2009. Вип. 7. С. 66–69.
2. Яценко А. С., Балюк А. В., Єсіпов О. В. Світчґрас як енергоємка сировина для виробництва біопалива. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ»*. Харків, 2020. С. 54–55.
3. Можарівська І. А. Технологія вирощування малопоширених енергетичних культур для виробництва різних видів біопалива. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 19. С. 85–89.
4. Кучеровська С. В., Стефановська Т. Р. Агроекологічні аспекти вирощування багаторічних трав для виробництва біопалива другої генерації. *Вісник КрНУ ім. Михайла Остроградського*. 2002. Вип. 4. С. 128–131.
5. Shastri Y. N., Hansen A. C., Rodriguez L. F., Ting K. C. Switchgrass – practical issues in developing a fuel crop. *CABI Reviews*. 2012. Vol. 2012. P. 1–14. doi: 10.1079/pavsnnr20127037
6. Гументик М. Я. Агротехнічні прийоми вирощування проса прутоподібного «*Panicum virgatum* L.». *Біоенергетика*. 2014. № 1. С. 29–32.
7. Shen Z., Parrish D. J., Wolf D. D., Welbaum G. E. Stratification in switchgrass seed is reversed and hastened by drying. *Crop Science*. 2001. Vol. 41. P. 1546–1551.
8. Дрига В. В. Стратифікація, як спосіб підвищення схожості насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.). *Біоенергетика*. 2021. № 1. С. 16–18.
9. Дрига В. В. Якість насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від режиму його скарифікації. *Агробіологія*. 2020. Вип. 1. С. 35–41.
10. Доронін В. А., Кравченко Ю. А., Бусол М. В., Доронін В. В. Способи підвищення якості насіння світчґрасу. *Біоенергетика*. 2014. № 2. С. 22–24. doi: 10.2135/cropsci2001.4151546x

11. Доронін В. А., Бусол М. В., Кравченко Ю. А., Доронін В. В. Якості насіння постійну турботу. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2012. Вип. 13. С. 171–177.
12. Строна И. Г. Общее семеноведение полевых культур. Москва : Колос, 1966. 464 с.
13. Кизилова Е. Г. Разнокачественность семян и ее агрономическое значение. Колос : Урожай, 1974. 216 с.
14. Овчаров К. Е. Физиологические основы всхожести семян. Москва : Наука, 1969. 280 с.
15. Кулик М. І., Рожко І. І. Вплив агротехнічних заходів вирощування на формування врожайності насіння проса прутоподібного. *Альтернативні джерела енергії у підвищенні енергоефективності та енергонезалежності сільських територій* / за ред. Т. О. Чайки, О. О. Горба. Київ ; Полтава : Астроя, 2019. 276 с.
16. Доронін В. А., Кравченко Ю. А., Бусол М. В. та ін. Визначення схожості насіння проса прутоподібного (свічграсу) *Panicum virgatum* L.: методичні рекомендації. Київ : ІБКЦБ НААН, 2015. 10 с.
17. Fisher R. A. Statistical methods for research workers. New Delhi : Cosmo Publications, 2006. 354 p.

References

1. Fuchylo, Ya. D., Sbytna, M. V., Fuchylo, O. Ya., & Litvin, V. M. (2009). Experience and prospects of growing poplar (*Populus* sp.l.) in the Southern Steppe of Ukraine. *Scientific works of the Forest Academy of Sciences of Ukraine*, 7, 66–69. [In Ukrainian]
2. Yatsenko, A. S., Baliuk, A. V., & Yesipov, O. V. (2020). Switchgrass as an energy-intensive raw material for biofuel production. In *Materials of the international scientific and practical conference "Youth and technical progress in APV"* (pp. 54–55). Kharkiv: N.p. [In Ukrainian]
3. Mozharivska, I. A. (2013). Technology of growing rare energy crops for the production of various types of biofuel. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 19, 85–89. [In Ukrainian]
4. Kucherovska, S. V., & Stefanovska, T. R. (2002). Agro-environmental aspects of perennial grasses growing for second generation biofuels. *Scientific Journal "Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University"*, 4, 128–131. [In Ukrainian]
5. Shastri, Y. N., Hansen, A. C., Rodriguez, L. F., & Ting, K. C. (2012). Switchgrass – practical issues in developing a fuel crop. *CABI Reviews*, 2012, 1–14. doi: 10.1079/pavsnnr20127037
6. Humentyk, M. Ya. (2014). Agrotechnical methods of growing millet "*Panicum virgatum* L.". *Bioenergy*, 1, 29–32. [In Ukrainian]
7. Shen, Z., Parrish, D. J., Wolf, D. D., & Welbaum, G. E. (2001). Stratification in switchgrass seed is reversed and hastened by drying. *Crop Science*, 41, 1546–1551. doi: 10.2135/cropsci2001.4151546x
8. Dryha, V. V. (2021). Stratification as a method of increasing the germination of the seeds of barbed millet (*Panicum virgatum* L.). *Bioenergy*, 1, 16–18. [In Ukrainian]
9. Dryha, V. V. (2020). The quality of the seeds of millet (*Panicum virgatum* L.) depending on the regime of its scarification. *Agrobiology*, 1, 35–41. [In Ukrainian]
10. Doronin, V. A., Kravchenko, Yu. A., Busol, M. V., & Doronin, V. V. (2014). Ways to improve the quality of switchgrass seeds. *Bioenergy*, 2, 22–24. [In Ukrainian]
11. Doronin, V. A., Busol, M. V., Kravchenko, Yu. A., & Doronin, V. V. (2012). Constant concern for seed quality. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 13, 171–177. [In Ukrainian]
12. Strona, I. G. (1964). *General seed science of field crops*. Moscow: Kolos. [In russian]
13. Kizilova, E. G. (1974). *Different quality of seeds and its agronomic significance*. Kolos: Harvest. [In russian]

14. Ovcharov, K. E. (1969). *Physiological basis of seed germination*. Moscow: Nauka. [In russian]
15. Kulyk, M. I., & Rozhko, I. I. (2019). The influence of agrotechnical measures of cultivation on the formation of the yield of millet seeds. In T. O. Chaikf, & O. O. Gorb (Eds.), *Alternative energy sources for increased energy efficiency and energy independence of rural areas*. Kyiv: Astraya. [In Ukrainian]
16. Doronin, V. A., Kravchenko, Yu. A., & Busol, M. V. (2015). *Determining the germination of Panicum virgatum L. seeds: methodical recommendations*. Kyiv: IBC&SB of NAAS. [In Ukrainian]
17. Fisher, R. A. (2006). *Statistical methods for research workers*. New Delhi: Cosmo Publications.

UDC 633.179: 631.53.01:631.559

Dryha, V. V., Doronin, V. A.* , Kravchenko, Yu. A., Doronin, V. V., & Orlov, S. D. (2022). The effect of the storage conditions on the quality of switchgrass seeds of different 1000-kernel weight. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 30, 26–32. [In Ukrainian]

*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, *e-mail: doronin1955@ukr.net*

Purpose. Revealing the effect of the storage conditions for switchgrass seeds of different varieties and 1000-kernel weight on germination and seed vigour. **Methods.** Laboratory (determination of seed vigour and seed germination), measurement and weighting (determination of the 1000-kernel weight), and mathematical and statistical methods were used in the research. **Results.** It has been proven that seed vigour and germination naturally decreased along with a decrease in the 1000-kernel weight. On average, the lowest quality indicators were obtained for the seeds with the 1000-kernel weight of 1.24 g, however, during eight months of its storage, no natural decrease in the seed vigour and germination occurred. The quality of seeds with a greater 1000-kernel weight (1.67 g) was significantly higher and amounted to 55 and 58%. The smaller 1000-kernel weight, the lower was seed vigour and germination during storage for three and eight months was observed. No significant increase or decrease in seed quality was found depending on the 1000-kernel weight and the storage period. Similar results of the seed quality were obtained in the seed samples of different varieties. Seeds ‘Cave-in-rock’ variety with a 1000-kernel weight of 0.63 g had the lowest germination vigour, both at the beginning of the experiment and during eight months of storage; however, it did not depend on the storage period. **Conclusions.** On average of variety samples, a natural increase in seed vigour and germination occurs along with an increase in the 1000-kernel weight. At the same time, a natural increase in the seed quality of different 1000-kernel weight depending on the storage period was not found. On the contrary, seed vigour and germination were lower than in the control (at placing seeds for storage).

Keywords: variety sample; seed vigour; germination; term of storage; seed quality.

Надійшла / Received 15.11.2022

Погоджено до друку / Accepted 07.12.2022