

# Оцінювання вихідного матеріалу для селекції самофертильних сортів люцерни посівної з високою врожайністю насіння

Н. В. Башкірова<sup>1</sup>, Н. В. Курочка<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна, e-mail: Nat.Bash@i.ua

<sup>2</sup>Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Генерала Родимцева, 15, м. Київ, 03041, Україна

**Мета.** Одержати високосамофертильні зразки люцерни посівної з мінімальною дією інбредної депресії на насінневу продуктивність для використання в селекційному процесі. **Методи.** Польовий, лабораторний, математично-статистичний. **Результати.** Розширення площ під посівами цінної високобілкової багаторічної культури люцерни посівної обмежується нестачею насіння через низьку врожайність її сучасних сортів. В умовах недостатньої чисельності комах-запилювачів перехреснозапильні сорти мають низьку насінневу продуктивність. Підвищену врожайність насіння в таких умовах можуть мати самофертильні сорти, рослини яких здатні формувати насіння від самозапилення. Унаслідок вивчення 58 зразків селекційного розсадника люцерни, серед яких є інбредні лінії 8–10-го покоління та гібриди, встановлено високий рівень їх самофертильності. Фертильність пилку більшості зразків була в межах від 78,6 до 96,5% і тільки у восьми з них відзначено її зниження до 63,6–78,0%. Добори за компонентами насінневої продуктивності дали змогу виділити зразки з кількістю квіток у суцвітті від 22,0 до 36,2 шт. (сорт-стандарт ‘Ярославна’ – 26,9 шт.); з кількістю бобів, які зав’язалися за вільного запилення, – від 13,0 до 21,0 шт. (сорт-стандарт – 16,5 шт.). Насіннева продуктивність зразків змінювалася від 10,17 до 35,63 г/м<sup>2</sup>, у сорту-стандарту – 22,03 г/м<sup>2</sup>. **Висновки.** Рівень самофертильності досліджених зразків селекційного розсадника люцерни був досить високим – від 32,6 до 68,1%. Цей селекційний матеріал було одержано від створених раніше автогамних форм і відібрано за показником мінімальної дії інбредної депресії на врожайність насіння. Весь одержаний селекційний матеріал, серед якого є гібриди між високосамофертильними зразками та інбредні лінії, надалі буде використано в селекційному процесі для створення сортів люцерни з високою насінневою продуктивністю.

**Ключові слова:** *Medicago sativa* L.; рівень автогамії; самозапилення; фертильність пилку; зав’язування бобів; насіннева продуктивність.

## Вступ

Основною причиною низької врожайності насіння сучасних сортів люцерни посівної є недостатній рівень перехресного запилення унаслідок катастрофічного зниження чисельності комах-запилювачів. За біологічної врожайності насіння культури 3,2–3,6 т/га, фактично в більшості країн вона наразі становить 0,25–0,30 т/га [1].

Еволюція геномів диких однорічних видів родини Fabaceae відбувалася в напрямі змін у локусах генів самонесумісності й переходу від аллогамного до автогамного способу розмноження. У 70-х рр. ХХ ст. учені Італії, Франції, США, Угорщини та країн колишнього СРСР почали працювати над створенням самозапильних сортів і багаторічної люцерни посівної [2]. Переведення перехреснозапильного виду люцерна посівна на самозапилення є дуже складним процесом і, не-

зважаючи на деякі успіхи, до остаточного розв’язання цієї проблеми ще далеко [3–6]. Насамперед, це пов’язано з наявністю жорсткої гаметофітної генетичної системи самонесумісності, що обумовлюється серією мнужинних алелей гена *S*. Знайдені мутантні форми з наявними алелями *Sf* є схильними до самозапилення, саме на них базується вся селекційна робота [3].

У 1976 р. в Українському НДІ землеробства УААН уперше в Україні розпочали вивчення можливості використання самофертильності люцерни для підвищення її насінневої продуктивності. Створені три сорти – ‘Ярославна’, ‘Роксолана’ та ‘Ольга’ з рівнем автогамії 40–48%, внесені для Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 1987, 1997 та 2001 рр. відповідно, та досі вирощуються у виробництві. Проте, з огляду на значний попит на насіння люцерни посівної та його високу ціну, створення самофертильних сортів зі сталою врожайністю насіння на рівні 0,35–0,45 т/га потребує свого продовження.

**Мета досліджень** – одержати високосамофертильні зразки люцерни посівної з міні-

Nataliia Bashkirova  
<http://orcid.org/0000-0002-4622-2793>

Nadia Kurochka  
<https://orcid.org/0000-0001-6745-7740>

мальною дією інбредної депресії на насінневу продуктивність для використання в селекційному процесі.

### Матеріали та методика досліджень

Досліди закладали на полях відокремлено-го підрозділу Національного університету біоресурсів і природокористування України «Агрономічна дослідна станція», яка розташована в с. Пшеничне Васильківського району Київської області. Селекційний розсадник люцерни посівної закладено у двох повторностях у третій декаді квітня 2015 р.; спосіб сівби – широкорядний, ширина міжрядь – 70 см. Площа ділянок – 3 м<sup>2</sup>. Стандарт – сорт-синтетик ‘Ярославна’ з високим рівнем самофертильності. У дослідженнях використовували 58 зразків люцерни посівної, серед яких інбредні лінії 8–10-го покоління та гібриди від схрещування селекційного матеріалу, створеного раніше.

Фертильність пилку визначали за стандартною методикою забарвленням 2%-м розчином ацетокарміну в 45%-й оцтовій кислоті. На предметне скло в краплю ацетокарміну вміщували пилку із 2–3 квіток з рослини та вивчали під мікроскопом. Для кожного зразка аналізували по 300 пилкових зерен у трьох-чотирьох полях зору мікроскопа. Рівень самосумісності визначали за кількістю зав’язаних бобів за примусового самозапилення 100 квіток на рослинах кожного зразка.

Для вивчення компонентів насінневої продуктивності брали по 100 китиць з квітками та бобами. Масу насіння визначали зважуванням у лабораторії на вагах ВЛКТ-500.

Закладання досліду, догляд за посівами, спостереження й вимірювання проводили відповідно до методики польових досліджень [7].

Одержані експериментальні дані статистично обробляли із застосуванням пакета прикладних програм Statistica 6.0.

### Результати досліджень

Люцерна посівна є багаторічною культурою, рослини якої в рік сівби закладають досить потужну кореневу систему, а розвиток наземної маси при цьому є повільним, тож дані щодо врожайності кормової маси та насіння можна одержати тільки на другий і наступні роки. Тому результати вивчення рівня самосумісності (автогамії) та мінливості прояву компонентів насінневої продуктивності були одержані у 2016–2017 рр.

Як відомо, одним із чинників зниження насінневої продуктивності люцерни є низька фертильність пилку, саме тому в дослідженні вивчали його якість. Одержані результати (по деяким із 58-ми зразків) наведено в таблиці 1.

Рівень фертильності пилку селекційних зразків змінювався від 63,6% (‘124/07’) до 96,5% (‘Наталка’). Зразки, для створення яких проводили штучну гібридизацію з подальшим доопрацюванням вихідного матеріалу люцерни (‘Роксолана/Велла’, ‘Велла/Вертус’, ‘Гіб-

Таблиця 1  
Рівень фертильності пилку та автогамії зразків люцерни посівної  
(середнє за 2016–2017 рр.)

Назва зразка	Фертильність пилку, %	Кількість бобів	
		на 100 самозапиленних квіток, шт.	% до стандарту
Ярославна – St	94,4	46,2	100
Гібрид 4	83,2	62,1	134,4
Роксолана/Велла	91,8	68,1	147,4
Велла/Вертус	87,0	64,3	139,2
Верко/Велла	87,9	58,4	126,4
Наталка	96,5	51,6	111,7
Феракс I <sub>8</sub>	86,3	54,2	117,3
Вертус I <sub>8</sub>	78,9	62,3	134,8
ОКС-6	82,6	49,5	107,1
Ольга/Вертус	73,1	48,7	105,4
A-12 × K-46	86,2	51,2	110,8
Кішварді-46 I <sub>8</sub>	84,7	50,9	110,2
Кішварді-16 I <sub>8</sub>	91,7	46,5	100,6
Вертус × K-46	95,2	48,1	104,1
124/07	63,6	59,7	129,2
119/08	73,9	54,3	117,5
101/07	80,4	49,4	106,9
Кішварді-46 I <sub>8</sub>	82,7	48,2	104,3
130/07	86,1	52,0	112,5
119/08	65,3	32,6	70,5
HIP <sub>0,05</sub>	–	6,3	–

рид 4', 'Вертус/К-46'), мають високий рівень фертильності пилку (87,0–96,5%). Звичайно, за штучної гібридизації не можна залучати до схрещувань рослини з невеликою кількістю якісного пилку. У разі масових доборів за комплексом ознак продуктивності на ознаки «фертильність–стерильність пилку» не зважають, оскільки без лабораторних досліджень ступінь їхнього прояву дослідити неможливо.

Весь селекційний матеріал, залучений до досліджень, походить від самосумісних рослин, виділених з колекційних зразків у 2003–2004 рр.

Після штучного інбридингу серед нащадків проводили добори за рівнем самосумісності та мінімальної дії інбредної депресії на висоту рослин і врожайність кормової маси. Саме тому всі селекційні зразки розсадника мали високий рівень самосумісності – від 32,6 до 68,1 бобів на 100 самозапилених квіток (табл. 1).

Серед компонентів, що визначають насінневу продуктивність рослин, звертали увагу на кількість квіток у китицях та кількість бобів, що зав'язалися за вільного запилення (табл. 2).

Таблиця 2

**Мінливість прояву компонентів насінневої продуктивності зразків люцерни посівної (середнє за 2016–2017 рр.)**

Назва зразка	Кількість у суцвітті, шт.		Відсоток зав'язування бобів
	квіток	бобів	
Ярославна – St	26,9±1,1	16,5±0,7	61,3
Гібрид 4	36,2±1,3*	21,0±0,8*	58,0
Роксолана/Велла	31,4±1,3*	16,1±0,6	51,3
Велла/Вертус	31,2±1,2*	19,5±0,7*	60,6
Верко/Велла	28,2±1,0	15,5±0,6	54,9
Наталка	26,0±1,1	14,2±0,5	54,6
Феракс I <sub>8</sub>	26,2±0,9	14,9±0,5	57,4
Вертус I <sub>8</sub>	30,3±1,3	13,0±0,6	42,9
ОКС-6	27,9±1,1	17,0±0,8	60,9
Ольга/Вертус	30,2±1,3	16,1±0,8	53,3
A-12 × K-46	24,5±1,0	15,5±0,7	63,3
Кішварді-46 I <sub>8</sub>	30,4±1,2*	17,4±0,8	57,2
Кішварді-16 I <sub>8</sub>	25,9±1,0	17,0±0,6	65,6
Вертус × K-46	34,2±1,5*	16,3±0,4	47,7
124/07	27,2±1,2	16,8±0,8	61,8
119/08	26,6±0,9	14,0±0,6	52,6
101/07	28,8±1,1	15,9±0,7	55,2
115/07	22,0±0,8	13,4±0,6	60,9
130/07	28,1±1,0	14,4±0,5	51,2
126/08	28,1±1,1	11,6±0,5	41,3

\*Достовірно за P<sub>0,05</sub>.

За кількістю квіток в китиці спостерігали досить значну мінливість: мінімальне її значення становило 22,0, максимальне – 36,2 шт.

Найбільшу кількість бобів у китицях зав'язали зразки 'Гібрид 4' – 21,0 шт., 'Велла/Вертус' – 19,05 та 'Кішварді-46 I<sub>8</sub>' – 17,4 шт.; у сорту-стандарту 'Ярославна' – 16,5 шт. Одержані результати свідчать, що максимальний рівень заплідненості квіток у суцвіттях не перевищує 65,6% (білоквітковий зразок 'Кішварді-46 I<sub>8</sub>'); найменшим він був у зразка '№ 126/08' – 41,3%.

Протягом 2016–2017 рр. визначали насінневу продуктивність зразків селекційного розсадника – масу насіння, зібраного з одного квадратного метра посіву. Установлено, що сорт-стандарт 'Ярославна' за цим показником статистично достовірно (на 17,6–61,7%) перевищили сім зразків (табл. 3).

Одержані результати співпадають з даними інших дослідників [2, 8, 9], які в умовах недостатньої чисельності комах-запилювачів пропонують використовувати в селекційному процесі зразки люцерни з рівнем автогамії 30–45%.

Отже, у процесі створення високопродуктивних сортів люцерни посівної серед селекційного матеріалу слід добирати зразки, що мають рівень фертильності пилку не нижче 75%, найбільшу кількість квіток у китицях і бобів, що зав'язалися за вільного запилення, та рівень автогамії не нижче 45%.

У селекційному розсаднику серед досліджуваного матеріалу цим вимогам відповідали шість зразків: 'Гібрид 4', 'Роксолана/Велла', 'Велла/Вертус', 'Верко/Велла', 'Наталка', 'Феракс I<sub>8</sub>' та 'Вертус I<sub>8</sub>'.

Таблиця 3

## Насіннєва продуктивність зразків розсадника люцерни (середнє за 2016–2017 рр.)

Назва зразка	Маса насіння, г/ м <sup>2</sup>	% до стандарту
Ярославна – St	22,03	100,0
Гібрид 4	35,63	161,7
Роксолана/Велла	28,87	131,1
Велла/Вертус	26,64	120,9
Верко/Велла	26,0	118,0
Наталка	25,92	117,6
Феракс I <sub>8</sub>	25,04	113,67
Вертус I <sub>8</sub>	24,76	112,39
ОКС-6	23,62	107,22
Ольга/Вертус	23,24	105,49
A-12 × K-46	22,91	103,99
Кішварді-46 I <sub>8</sub>	16,56	75,2
Кішварді-16 I <sub>8</sub>	15,97	72,5
Вертус × K-46	15,89	72,1
124/07	14,51	65,8
119/08	13,55	61,5
101/07	12,66	57,5
Кішварді-46 I <sub>8</sub>	12,45	56,5
130/07	12,28	55,7
121/08	10,17	46,2
HIP <sub>0,05</sub>	1,89	–

## Висновки

Рівень самофертильності досліджених зразків селекційного розсадника люцерни був досить високим – від 32,6 до 68,1%. Варто зазначити, що цей селекційний матеріал одержано від створених раніше автогамних форм і відібрано за показником мінімальної дії інбредної депресії на врожайність насіння. Весь одержаний селекційний матеріал, серед якого є гібриди між високосамофертильними зразками та інбредні лінії, надалі буде використано в селекційному процесі для створення сортів люцерни з високою насіннєвою продуктивністю.

## Використана література

- Russelle M. P. Alfalfa: After an 8,000-year journey, the “Queen of Forages” stands poised to enjoy renewed popularity. *Am. Sci.* 2001. Vol. 89, Iss. 3. P. 252–261. doi: 10.1511/2001.3.252
- Ткаченко И. К., Думачева Е. В., Бабенков В. Л., Воронкина Т. И. Проблемы и задачи автогамии у люцерны. *Научные ведомости БелГУ. Сер. Естественные науки.* 2008. № 3, Вып. 6. С. 60–68.

УДК 576.371:633.31

**Башкірова Н. В.<sup>1</sup>, Курочка Н. В.<sup>2</sup>** Оцінка вихідного матеріала для селекції самофертильних сортів люцерни посівної з високою урожайністю насіння // *Plant Varieties Studying and Protection.* 2019. Т. 15, № 1. С. 13–17. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.162475>

<sup>1</sup>Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Героев Оборона, 15, г. Киев, 03041, Украина, e-mail: Nat.Bash@i.ua

<sup>2</sup>Украинский институт экспертизы сортов растений, ул. Генерала Родимцева, 15, г. Киев, 03041, Украина

**Цель.** Получить высокосамофертильные образцы люцерны посевной с минимальным воздействием инбредной

- Bober A. F., Bashkirova N. V. Виведення сортів автогамної люцерни для умов України. *Зб. наук. праць ННЦ «Ін-т землеробства УААН».* 1999. Вип. 3. С. 36–39.
- Riday H., Reisen P., Raasch J. A. et al. Selfing rate in an alfalfa seed production field pollinated with leafcutter bees. *Crop Sci.* 2015. Vol. 55, Iss. 3. P. 1087–1095. doi: 10.2135/cropsci2014.04.0295
- Турганова Т. А., Нурғалиев Н. Ш. Изучение фертильности и самофертильности у различных экотипов синей люцерны (*M. sativa* L.). *Молодой ученый.* 2014. № 1.2. С. 34–37.
- Шумный В. К. Проблемы генетики растений. *Информационный вестник ВОГиС.* 2004. Т. 8, № 2. С. 32–39.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромпиздат, 1985. 351 с.
- Мейрман Г. Т. Семенная продуктивность экспериментальных популяций люцерны в зависимости от уровня инбридинга и самофертильности исходных клонов. *Вестник сельск. науки.* 1991. № 7. С. 34–42.
- Логинов Ю. П., Дюкова Н. Н., Шадрин Н. В. Обоснование параметров модели сортов люцерны для условий Северного Зауралья. *Аграрный вестник Урала.* 2013. Вып. 9. С. 9–12.

## References

- Russelle, M. P. (2001). Alfalfa: After an 8,000-year journey, the “Queen of Forages” stands poised to enjoy renewed popularity. *Am. Sci.*, 89(3), 252–261. doi: 10.1511/2001.3.252
- Tkachenko, I. K., Dumacheva, E. V., Babenkov, V. L., & Voronkina, T. I. (2008). Problems and the tasks of autogamy in lucerne. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennye nauki* [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences], 3(6), 60–68. [in Russian]
- Bober, A. F., & Bashkirova, N. V. (1999). Breeding of varieties of autogamous alfalfa for the conditions of Ukraine. *Zbirnyk naukovykh prats NNTS “Instytut zemlerobstva UAAN”* [Scientific magazine NSC “Institute of Agriculture UAAS”], 3, 36–39. [in Ukrainian]
- Riday, H., Reisen, P., Raasch, J. A., Santa-Martinez, E., & Brunet, J. (2015). Selfing rate in an alfalfa seed production field pollinated with leafcutter bees. *Crop Sci.*, 55(3), 1087–1095. doi: 10.2135/cropsci2014.04.0295
- Turganova, T. A., & Nurgaliev, N. Sh. (2014). Fertility and self-fertility studies in different ecotypes of blue alfalfa (*M. sativa* L.). *Molodoj učenij* [Young Scientist], 1.2, 34–37. [in Russian]
- Shumny, V. K. (2004). Problems of plant genetics. *Vestnik VOGiS* [VOGiS Herald], 8(2), 32–39. [in Russian]
- Dospikhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)]. (5<sup>th</sup> ed., rev.). Moscow: Agropromizdat. [in Russian]
- Meyrman, G. T. (1991). Seed productivity of experimental alfalfa populations depending on the level of inbreeding and self-fertility of the original clones. *Vestnik Sel'skokhozyaystvennoy Nauki* [Bulletin of Agricultural Science], 7, 34–42. [in Russian]
- Loginov, Yu. P., Dyukova, N. N., & Shadrina, N. V. (2013). Substantiation of alfalfa variety model parameters for the North Trans-Urals' conditions. *Agrar. Vestn. Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 9, 9–12. [in Russian]

торный, математически-статистический. **Результаты.** Расширение площадей под посевами ценной высокобелковой многолетней культуры люцерны посевной ограничивается нехваткой семян из-за низкой урожайности ее современных сортов. В условиях недостаточной численности насекомых-опылителей перекрестноопыляемые сорта имеют низкую семенную продуктивность. Повышенную урожайность семян в таких условиях могут иметь самофертильные сорта, растения которых способны формировать семена от самоопыления. В результате изучения 58 образцов селекционного питомника люцерны, среди которых инбредные линии 8–10-го поколений и гибриды, установлено высокий уровень их самофертильности. Фертильность пыльцы большинства образцов была в пределах от 78,6 до 96,5% и только у восьми из них отмечено ее снижение до 63,6–78,0%. Отборы по компонентам семенной продуктивности позволили выделить образцы с количеством цветков в соцветии от 22,0 до 36,2 шт. (сорт-стандарт 'Ярославна' –

26,9 шт.); с количеством бобов, которые завязались при свободном опылении, – от 13,0 до 21,0 шт. (сорт-стандарт – 16,5 шт.). Семенная продуктивность образцов изменялась от 10,17 до 35,63 г/м<sup>2</sup>, у сорта-стандарта – 22,03 г/м<sup>2</sup>. **Выводы.** Уровень самофертильности исследованных образцов селекционного питомника люцерны был достаточно высоким – от 32,6 до 68,1%. Этот селекционный материал был получен от созданных ранее автогамных форм и отобран по показателю минимального воздействия инбредной депрессии на урожайность семян. Весь полученный селекционный материал, среди которого есть гибриды между высокосамофертильными образцами и инбредные линии, в дальнейшем будет использован в селекционном процессе для создания сортов люцерны с высокой семенной продуктивностью.

**Ключевые слова:** *Medicago sativa* L.; уровень автогамии; самоопыление; фертильность пыльцы; завязывание бобов; семенная продуктивность.

UDC 576.371:633.31

**Bashkirova, N. V.<sup>1</sup>, & Kurochka, N. V.<sup>2</sup>** (2019). Estimation of the source material for breeding of self-fertile varieties of alfalfa with high seed yield. *Plant Varieties Studying and Protection*, 15(1), 13–17. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.162475>

<sup>1</sup>National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15 Heroiv Oborony St., 03041, Ukraine, e-mail: Nat.Bash@i.ua

<sup>2</sup>Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, 15 Henerala Rodymtseva St., Kyiv, 03041, Ukraine

**Purpose.** Obtaining the highly self-fertile samples of alfalfa with a minimal effect of inbreeding depression on seed productivity for the use in the further selective breeding.

**Methods.** Field, laboratory, mathematical and statistical.

**Results.** The expansion of the area under valuable high-protein perennial crops of alfalfa is limited by the lack of seeds due to the low yield of its modern varieties. In conditions of insufficient numbers of pollinating insects, cross-breeding varieties have low seed yield. Thus, self-fertile varieties may have an increased seed yield, since their plants are able to form seeds by self-pollination. As a result of studying 58 samples of the breeding nursery of alfalfa, among which there were inbred lines of 8–10 generations and hybrids, a high level of their self-fertility was determined. Pollen fertility of most samples ranged from 78.6 to 96.5%, and only eight of them showed a decrease to 63.6–78.0%. Selections for the components of seed productivity allowed us

to distinguish samples with the number of flowers in the inflorescence from 22.0 to 36.2 pcs. (standard variety 'Yaroslavna' – 26.9 pcs.); with the number of set pods from free pollination – from 13.0 up to 21.0 pcs. (standard variety – 16.5 pcs.). The seed yield varied from 10.17 to 35.63 g/m<sup>2</sup>, and in the standard variety it was 22.03 g/m<sup>2</sup>. **Conclusions.** The level of self-fertility of the studied samples of the breeding nursery of alfalfa was quite high – from 32.6 to 68.1%. This breeding material was obtained from the previously created autogamous forms and selected in terms of the minimum effect of inbreeding depression on seed yield. All the obtained breeding material, among which there are hybrids between highly self-fertile samples and inbred lines, will later be used in the selection process to create alfalfa varieties with high seed yield.

**Keywords:** *Medicago sativa* L.; autogamy level; self-pollination; pollen fertility; pod-set; seed productivity.

Надійшла / Received 20.11.2018

Погоджено до друку / Accepted 22.02.2019