

Agriculture.
Plant growingBULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMYISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)<https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk>

original article | UDC 635.655:633.634 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.07

NEW BREEDING FORMS OF SOYBEAN FOR FODDER PRODUCTION

L. H. Biliavska*

Yu. V. Biliavskiy

A. O. Diyanova

Yu. Ye. Harbuzov

ORCID  [0000-0003-3856-7718](https://orcid.org/0000-0003-3856-7718)ORCID  [0000-0002-8909-5127](https://orcid.org/0000-0002-8909-5127)ORCID  [0000-0003-2635-3659](https://orcid.org/0000-0003-2635-3659)ORCID  [0000-0001-8634-8355](https://orcid.org/0000-0001-8634-8355)Poltava State Agrarian University
1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: Bilyavska@ukr.net

How to Cite

Biliavska, L. H., Biliavskiy, Yu. V., Diyanova, A. O. & Harbuzov, Yu. Ye. (2021).
New breeding forms of soybean for fodder production. *Bulletin of Poltava State
Agrarian Academy*, (3), 58–65. doi: 10.31210/visnyk2021.03.07

Soybean is one of the promising, but insufficiently studied crops in fodder production. Its high productivity, early maturity and multipurpose use (flour, green fodder, bean cake, oilseed meal, hay, silage, protein concentrates, and soybean milk) confirm the high potential in strengthening the fodder base of livestock farming. The absence of pubescence on soybean plants is an extremely rare and valuable property for the effective use of such forms in fodder production. The importance of the unique soybean parent material without pubescence for the creation of new generation varieties for various uses was highlighted. Quantitative and qualitative seed indicators are important economic and valuable traits. The following generally accepted methods were used: scientific, special, laboratory and mathematical-statistical. Non-pubescent soybean lines, which have a combination of economically valuable traits and properties (high yield, large seeds, beans do not crack at ripening) were obtained by hybridization of non-pubescent forms with the best lines and varieties of Poltava selection. The qualitative composition of seed and green mass (oil, protein, fiber, ash, etc.) was analyzed in comparison with the national standards (Ustia, Yug-30, Annushka). The research results on the study of newly created, non-pubescent soybean lines, which had higher indicators of economic effectiveness than the standards had, were given. Much attention was paid to the fatty acid composition of oil in the seed of the studied varieties and lines. The results of evaluating varieties by the ratio of fatty acids were presented. This is important in order to obtain higher quality raw materials in fodder production. Thus, fifty non-pubescent lines exceeded Almaz and Adamos standard varieties by the indicators of economic effectiveness, in particular the fatty acid composition of oil. The peculiarities and breeding value of the newly created parent material without pubescence in selecting varieties for animal and poultry feed were determined on the basis of a detailed study of seed and green mass quality indicators of non-pubescent lines and the best varieties. Varieties without pubescence are absent in the Register of Plant Varieties of Ukraine.

Key words: soybean, absence of pubescence, varieties, lines, sources, fodder, oil, protein, fatty acid composition.

НОВІ СЕЛЕКЦІЙНІ ФОРМИ СОЇ ДЛЯ КОРМОВИРОБНИЦТВА

Л. Г. Білявська, Ю. В. Білявський, А. О. Діянова, Ю. Є. Гарбузов

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Соя – одна з перспективних, але недостатньо вивчених культур у кормовиробництві. Висока продуктивність, скоростиглість і різностороннє її використання (борошно, зелений корм, жмих, шрот, сіно, силос, білкові концентрати, соєве молоко) підтверджує високі можливості у зміцненні кормової бази тваринництва. Відсутність опушення у рослин сої – надзвичайно рідкісна й цінна властивість для ефективного використання таких форм у кормовиробництві. Висвітлюється значення унікального вихідного матеріалу сої без опушення для створення сортів нового покоління для різних напрямів використання. Важливими господарсько-цінними ознаками при цьому є кількісні та якісні показники насіння. Застосовували загальноприйняті методи: наукові, спеціальні, лабораторні та математично-статистичні. Шляхом гібридизації неопушених форм із кращими лініями та сортами полтавської селекції отримані неопушені лінії сої, які мають комплекс господарськи-цінних ознак і властивостей (високу врожайність, крупне насіння, боби не розтріскуються при досяганні). Проведено аналіз якісного складу їхнього насіння та зеленої маси (білок, олія, протеїн, клітковина, зола та ін.) порівняно з національними стандартами (Устя, Юг-30, Аннушка). Наведено результати досліджень з вивчення новостворених неопушених ліній сої, що мали вищі, ніж у стандартів, показники господарської придатності. Особливу увагу приділили жирнокислотному складу олії в насінні досліджуваних сортів і ліній. Надано результати оцінювання сортів за співвідношенням жирних кислот, що є важливим для отримання більш якісної сировини у кормовиробництві. Так, 50 неопушених ліній перевищують за показниками господарської придатності сорти-стандарту Алмаз і Адамос, зокрема і за жирнокислотним складом олії. На основі детального вивчення якісних показників насіння та зеленої маси неопушених ліній та кращих сортів визначені особливості і селекційна цінність новоствореного вихідного матеріалу без опушення у виведенні сортів для годівлі тварин і птиці. У Реєстрі сортів рослин України сорти без опушення відсутні.

Ключові слова: соя, відсутність опушення, сорти, лінії, джерела, корми, олія, білок, жирнокислотний склад

Вступ

Значна зміна пріоритетів на ринку сої погіршує сучасний стан виробництва цінної традиційної культури, що безпосередньо відображається на створенні якісної кормової бази для тваринництва. З'являються всі підстави для вивчення в селекційному процесі сучасних сортів, нових форм і диких родичів культури [1], а також підтримка її різноманіття та генетичного потенціалу [2, 3]. Подальший прогрес селекції буде залежати від наявності у генофонді унікальних зразків [4]. Висока врожайність, скоростиглість обумовлює використання насіння сої після відповідної обробки, у вигляді екструдату, шроту, білкових концентратів. Зелена маса у складі силосу в годівлі тварин і птиці завжди забезпечує отримання високої продуктивності останніх [5, 6]. Згідно з В. Б. Енкен [7], різновидність неопушена *var. Nuda Enk.* – за відсутністю опушення є виключенням у межах виду культурної сої (типові форми – ВИР 83 (США), каталог ВИР 60 (Китай), сорт Цзян Шень-хэ) [8] Вони відрізняються низьким вмістом жиру – 15–17,3 % та високим – протеїну – 40,5–44 %. Відсутність опушення контролює домінантний ген *P1* [9]. Наявність опушення на рослині сої контролює рецесивний ген *p1*, у домінантному стані *P1* – рослина без опушення, наприклад, Кобра UD 0200651 Росія [10]. Такі зразки є цінним вихідним матеріалом для виведення сортів кормового (укісного) напрямку використання [11–14].

Цінність соєвого корму залежить від вмісту білка, жирів, вуглеводів і мінеральних речовин. Перетравність та рівень засвоюваності всіх поживних речовин в організмі тварин найвищими є за умови вмісту сирової золи в сухій речовині корму на рівні не менше, ніж 5–8 % і не більше, як 12 % [15]. Уміст клітковини згідно з ДСТУ 4684:006 та ДСТУ 4782:2007 повинен бути: 1 – не більш як 30 %, 2 – не більш як 33–35 %. В 1 кг насіння сої міститься 320–450 г протеїну, 21,9 г лізину, 4,6 г метіоніну, 5,3 г цистину, 4,3 г триптофану, 25,6 г аргініну, 7,6 г гістидину, 26,2 г лейцину, 17,6 г ізолейцину, 17 г фенілаланіну, 12,7 г треоніну і 18 г валіна. При переробці 1 т насіння сої видаляється 50 кг оболонки сої, а у 100 кг корму міститься 20,7 кг кормових одиниць, 3,5 кг перетравного протеїну. Різноманітний хімічний склад насіння сої дає змогу використовувати її для харчових, кормових і

технічних цілей [16]. Зола в організмі тварин сприяє дії ферментів і гормонів. Перетравність та рівень засвоюваності усіх поживних речовин корму в організмі тварин є найвищими за умови вмісту в сухій речовині корму сирової золи не менше 5–8 % [17] і не більше 12 % [18]. Клітковина стимулює розвиток і моторну функцію травного тракту. Корми, що мають високий вміст клітковини, є менш поживними. Чим ближче фаза розвитку до дозрівання, тим вище накопичується клітковини та зниження перетравності корму. Вміст клітковини відповідно до ДСТУ 4684: 2006 та ДСТУ 4782:2007 повинен бути: 1 – не більше 30 %, 2 – не більше 33 %, 3 – не більше 35 % [19, 20].

Мета наших досліджень передбачає створення форм (не опушених) та цінних селекційних зразків для використання в кормовиробництві в зоні Лісостепу України. *Об'єкт дослідження*: показники господарської придатності отриманих форм, гібридів та зразків, які відібрані для незалежного хімічного аналізу на якісний склад насіння та зеленої маси *Предмет досліджень*: соя, форми, сорти, гібриди, якість насіння.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження виконували в селекційній сівозміні дослідного поля Полтавської державної аграрної академії (нині – Полтавський державний аграрний університет) (2009–2016 рр.). Грунт – чорнозем опідзолений, вміст гумусу – 3,07–3,63 %, рН 5,8–6,0. Клімат м'який з нестійкими умовами зволоження. Застосовували загальні методи досліджень: польовий; підрахунково-ваговий (біометричні параметри, морфологічні, біологічні особливості сортів); лабораторний, статистичний, порівняльно-розрахунковий [21–25]. Досліджували сорти з НЦГРР України (м. Харків), сучасні сорти селекційних установ НААН України, селекційний матеріал лабораторії селекції, насінництва та сортової технології Полтавського державного аграрного університету МОН. Обробка даних – за допомогою описових статистик та дисперсійного аналізу у програмі Statistica 6.0.

Результати досліджень та їх обговорення

Виділено високоврожайні неопушені лінії з різним кольором насіннєвої оболонки, тривалістю вегетаційного періоду, стійкістю проти хвороб, біохімічним складом насіння і зеленої маси. Частина новостворених неопушених ліній, перевищували стандарт Юг-30 за урожайністю насіння – на 15–20 %, зеленої маси – 20–25 %, були стійкі до фузаріозу та бактеріозу – 9 балів, стійкі до осипання – 9 балів, з вегетаційним періодом – 100–120 днів. Попередній аналіз насіння вищезгаданих неопушених ліній показав, що вони суттєво відрізняються від зареєстрованих і перспективних сортів вмістом білка, олії та флавоноїдів. Так, аналіз вмісту жиру в насінні сої, ліній та сортів сої, що вивчається (2014–2016 рр.), показав достатній його вміст (рис. 1).

Із літературних джерел відомо, що вміст олії в зерні сої складає в середньому 19–21 %.

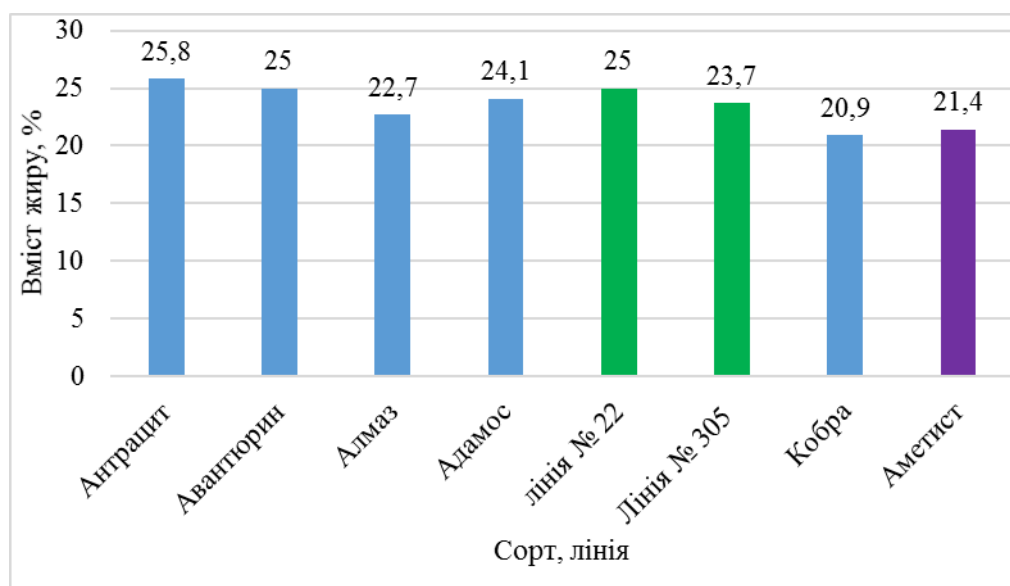


Рис. 1. Вміст жиру в лініях та сортах сої (ПДАУ, 2014–2016 рр.)

Мінімальний вміст олії спостерігали у зразка Кобра – 20,88 %. У лінії № 305 – 23,7 %, лінії № 22–25 % (неопушені). Високим вмістом олії відрізняються сорти Антрацит, Авантюрин, Адамос – 24,1–25,8 %. Узагалі, дані багаторічних аналізів щодо вмісту олії в насінні сої показують стабільно високі показники (результати досліджень надані Інститутом рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН, Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, Селекційним генетичним інститутом НЦНС НААН).

Аналіз зразків проведений лабораторією моніторингу якості кормів та сировини Інституту кормів НААН показав такі результати (рис. 2). Неопушені лінії (№ 1, № 2, № 3, № 8, № 9, Анаконда) за вмістом клітковини та золи не відрізнялися від сортів-стандартів (Устя, Юг-30, Аннушка), а в окремих випадках значно їх перевищують. У сортів сої відбувалися значні варіації за вмістом білка, який присутній у різних зразках та набором амінокислот. Середньостатистичні дані багатьох публікацій показують деякі коливання з показників їх енергетичної цінності [26, 27]: вміст протеїну в межах 33,21–38,0 %, клітковини – 4,14–6,0 %, золи – 4,16–5,0 %, жиру – 17,5–18,0 %. Тоді як у наших зразках вміст протеїну в насінні Анаконда, №1 і №9 були на рівні 36–37 % (у сортах та стандартах – на рівні 29,0–35,7 %. Досить високий вміст жиру спостерігали у № 2 і № 3 – 25,75–25,90 %.

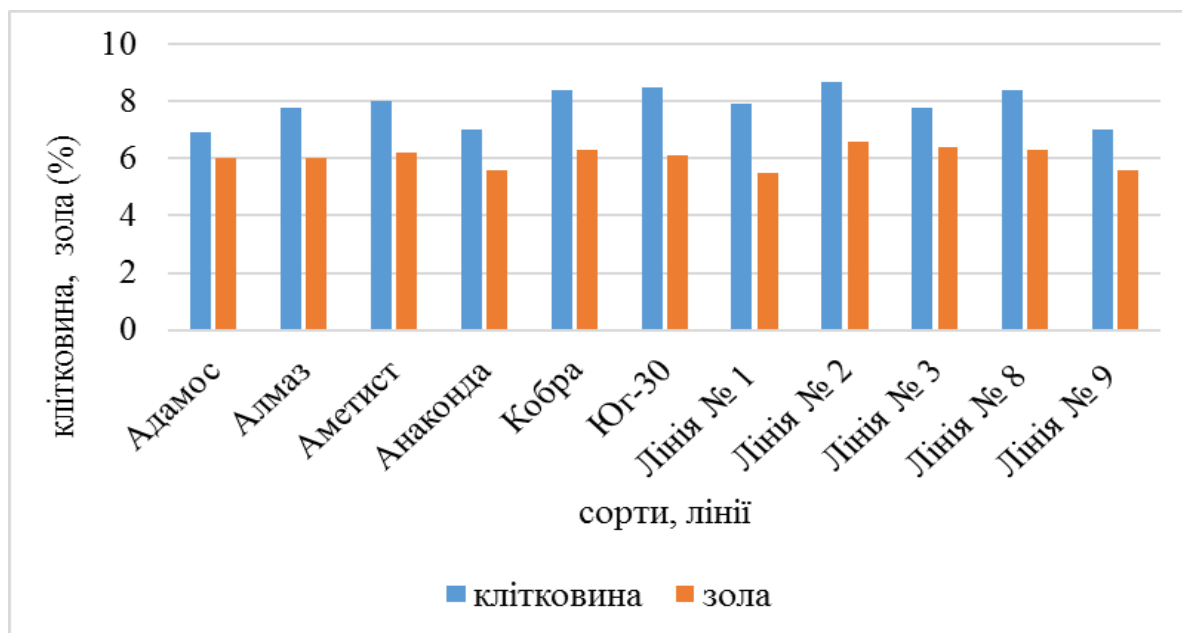


Рис. 2. Хімічний склад насіння сортів сої та неопушених ліній (клітковина, зола, %) Полтавської селекції у абсолютно сухій речовині (2014–2016 рр.)

У лабораторії моніторингу якості кормів і сировини (2016–2017 рр.) Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН проведено повний загальний біохімічний аналіз перспективних ліній. Проаналізовано вміст протеїну, жиру, золи, клітковини, БЕР (рис. 3 і 4).

За класифікатором [28], вміст білка у зеленій масі всіх зразків перебував у класі з дуже низьким показником – до 16 %. Вище 15 % мали зразки № 4, 5, 7, 8. Дуже низький показник був у зразка № 1. Вміст жиру у зразках був у межах 2,1–5,3 %. Максимальний вміст спостерігали у зразків 3 і 7 – 4,67–5,26 %.

Дуже низький вміст відмічено у зразка № 4, 5 і 8 (2,1–2,93 %). У неопушеного сорту Анаконда вміст протеїну був більше, ніж у сортів-стандартів, а олії – вищий, ніж у вихідної форми сорту Кобра.

Вміст золи у зразках сої був у межах 6,9–9,0 %. Вище 8 % золи відмічене у зразках № 1, 2, 6, 8. Аналізуючи вміст клітковини в зеленій масі (фаза наливу бобів) відмічене, що більше всього її було у зразків № 4, 5, 6.

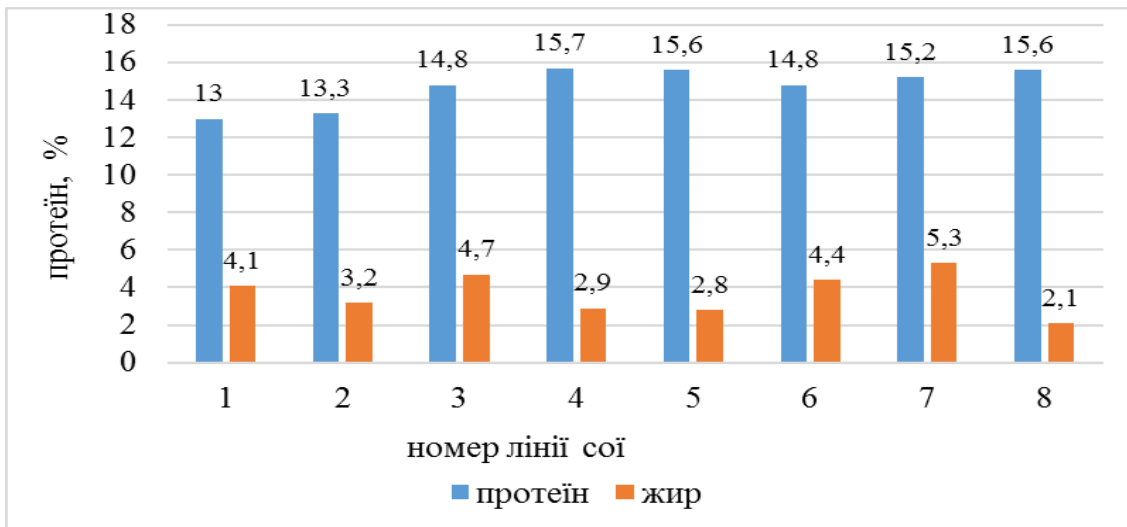


Рис. 3. Хімічний склад (протеїн, жир, %) цінних ліній у абсолютно сухій речовині зеленої маси
(дані лабораторії моніторингу якості кормів і сировини (2016–2017 рр.)
Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН)

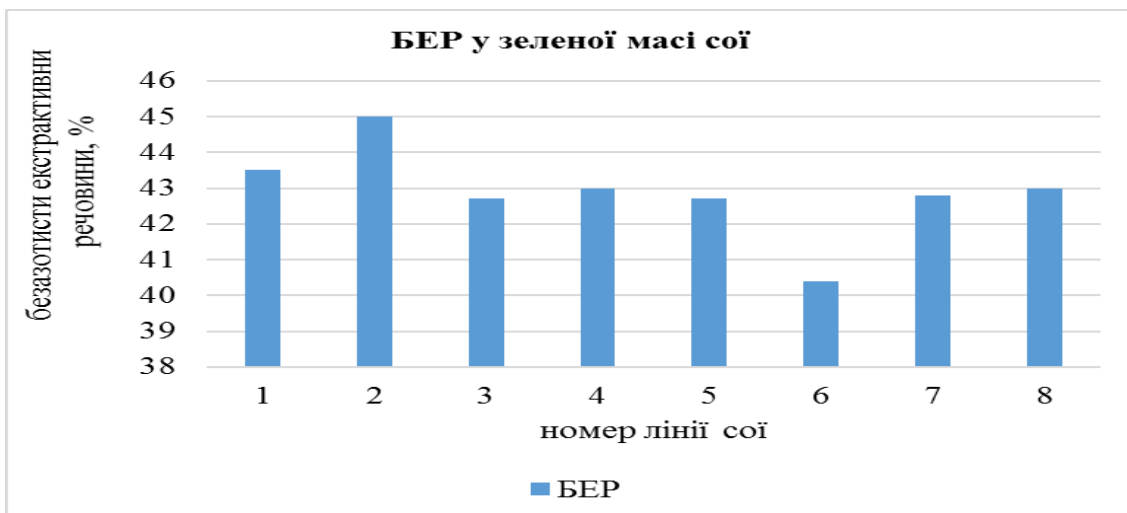


Рис. 4. Хімічний склад (БЕР, %) цінних ліній у абсолютно сухій речовині
(дані лабораторії моніторингу якості кормів і сировини (2016–2017 рр.)
Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН)

Жирнокислотний склад олії сучасних сортів сої не відповідає вимогам полноценного харчування [29, 30]. Високий вміст в олії гліцеридів насичених кислот (пальмитинової) підвищує ризик виникнення тромбозів і атеросклерозу [31], линоленової – може призвести до функціональних аномалій [32, 33]. Вирішити ці питання може наявність різноманітного вихідного матеріалу та нові селекційні (неопушені) цінні зразки. На рис. 5 представлені результати якісного складу олії неопушених сортів Кобра і Анаконда. В українських сортів вміст пальмітату склав 9,81–11,79 % (зниженим вмістом відрізнялися сорти Устя і Кобра), пальмітолеїну – 0,10–0,21 %, стеарину – 4,31–4,96 %, олеату – 23,46–35,01 % (підвищений вміст – сорти Адамос і Алмаз), линолету – 44,18–50,54 %, линоленату – 5,45–7,28 % (мінімальний вміст – сорти Адамос і Алмаз).

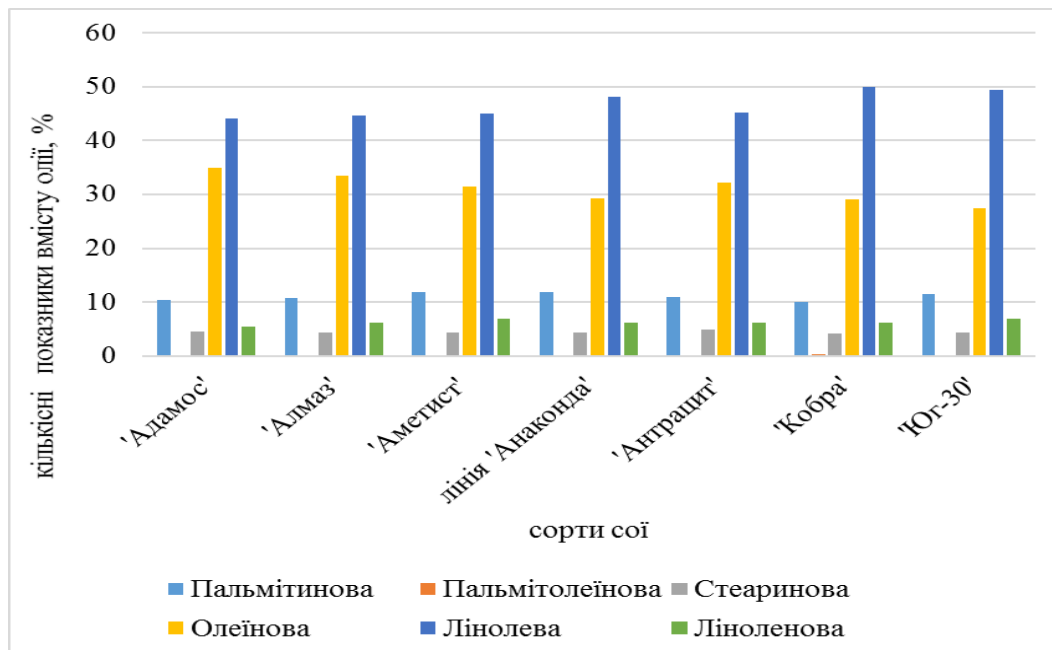


Рис. 5. Жирнокислотний склад олії в насінні сої різних сортів (2009 р.)

Нові неопущені лінії та сорт Анаконда потребують визначення їх систематичного положення і подальшого вивчення в різних ланках селекційного процесу з метою створення кормових сортів укісного та зернофуражного напрямку.

Висновки

Відсутність опушення – надзвичайно рідкісне й нетипове явище для ефективного використання відповідних сортів у кормовиробництві. Близько 50 неопущених ліній перевищують показники господарської придатності національних стандартів. Сорти Алмаз і Адамос відповідають вимогам для ефективного використання їх у кормовиробництві.

Перспективи подальших досліджень роботи в цьому напрямі. На основі детального вивчення якісних показників насіння сої та зеленої маси неопущених рослин будуть оптимізовані господарсько-цінні ознаки створених форм для подальшого включення їх до селекційного процесу з метою виведення сучасних сортів, внесення їх до Реєстру сортів рослин України та використання в системі кормовиробництва. Створення сучасних сортів нового покоління з комплексом господарсько-цінних ознак і якісним складом насіння може ефективно застосовуватися після їхньої переробки в кормовиробництві та забезпечити підвищення рівня продуктивності у тваринництві.

References

1. The European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources (ECPGR) is a collaborative programme among most European countries aimed at ensuring the long-term conservation and facilitating the increased utilization of plant genetic resources in Europe. Retrived from: <https://www.ecpgr.cgiar.org/>
2. Camacho, L. H. (1981). Expanding the genetic potential of the soybean. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 58 (3 (1)), 125–127. doi: 10.1007/bf02582316
3. Delannay, X., Rodgers, D. M., & Palmer, R. G. (1983). Relative Genetic Contributions Among Ancestral Lines to North American Soybean Cultivars. *Crop Science*, 23 (5), 944–949. doi: 10.2135/cropsci1983.0011183x002300050031x
4. Kirichenko, V. V., Ryabchun, V. K., & Boguslavskij, R. L. (2008). Rol genetichnih resursiv roslin u vikonanni derzhavnih program. *Genetichni Resursi Roslin*, 5, 7–13. [In Ukrainian].
5. Caldwell, B. E. (1973). *Soybeans: improvement, production and uses*. Madison: American Society of Agronomy.

6. Duke, J. A. (1981). *Handbook of legumes of world economic importance*. doi: 10.1007/978-1-4684-8151-8
7. Enken, V. B. (1959). *Soya*. Moskva: Gosudarstvennoe izdatelstvo selskohozyajstvennoj literatury [In Russian].
8. Keim, P., Diers, B. W., Olson, T. C., & Shoemaker, R. C. (1990). RFLP mapping in soybean: association between marker loci and variation in quantitative traits. *Genetics*, 126 (3), 735–742. doi: 10.1093/genetics/126.3.735
9. Nagai, I., & Saito, S. (1923). Linked factors in soybeans. *Japanese Journal of Botany*, 78 (5), 121–136.
10. Creagan, P. B., Jarvik, T., Bush A. L., Shoemaker, R. C., Lark, K. G., Kahler, A. L., Kaya, N., VanToai, T. T., Lohnes, D. G., Chung, J., & Specht, J. E. (1999). An integrated genetic linkage map of the soybean genome. *Crop Science*, 39 (5), 1464–1490. doi: 10.2135/cropsci1999.3951464x
11. Boye, J., Wijesinha-Bettoni, R., & Burlingame, B. (2012). Protein quality evaluation twenty years after the introduction of the protein digestibility corrected amino acid score method. *The British Journal of Nutrition*, 108 (2), S183–S211. doi: 10.1017/S0007114512002309
12. Havemeier, S. M., & Slavin, J. (2020). Pulses and legumes: nutritional opportunities and challenges. *Cereal Foods World*, 65 (2). doi: 10.1094/CFW-65-2-0021
13. Biliavska, L. H. (2010). Adaptability of soybean varieties of Poltava breeding in conditions of climate change. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS*, 15, 33–38.
14. Bilyavska, L. G., Pilipenko, O. V., & Diyanova, A. O. (2012). Novostvoreni neopusheni formi soyi. *Genetichni Resursi Roslin*, 10/11, 140–145. [In Ukrainian].
15. Ahnen, R. T., Jonnalagadda, S. S., & Slavin, J. L. (2019). Role of plant protein in nutrition, wellness, and health. *Nutrition Reviews*, 77 (11), 735–747. doi: 10.1093/nutrit/nuz028
16. Biliavska, L. H. (2009). Suchasni napriamy ta zavdannia v selektsii soi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 38–40. [In Ukrainian].
17. Himichnij sklad kormiv i fiziologichne znachennya pozhivnih rechovin u zhivlenni tvarin. In: «*Buklib*». Retrived from: <http://buklib.net/books/34139/>. [In Ukrainian].
18. Dmitrochenko, A. P., & Pshenichnyj, P. D. (1975). *Kormlenie selskohozyajstvennyh zhivotnyh*. Moskva: Kolos [In Russian].
19. *Tekhnichni umovi: DSTU 4684: 2006. Sino. Chinnij vid 01-10-2007*. (2008). Kyiv: Derzhspozhivstandart [In Ukrainian].
20. *Tekhnichni umovi: DSTU 4782: 2007. Silos iz zelenih roslin. Chinnij vid 01-01-2009*. (2009). Kyiv: Derzhspozhivstandart [In Ukrainian].
21. Metodiki ispytaniy na OOS. In: *Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe uchrezhdenie «Gosudarstvennaya komissiya Rossijskoj Federacii po icpytaniyu i ohrane selekcionnyh dostizhenij*. Retrived from: http://www.gosort.com/mtd_dus.html. [In Russian].
22. Ermakova, A. I. (Red.) (1972). *Metody biohimicheskogo issledovaniya rastenij*. Leningrad: Kolos [In Russian].
23. Prohorov, M. I. (1982). *Metody biohimicheskikh issledovanij*. Leningrad: Himiya, [In Russian].
24. Babych, A. O., Bakhmat, M. I., & Bakhmat, O. M. (2013). *Soia: ahroekologichni osnovy vyroshchuvannia, pererobky i vykorystannia: Navchalnyi posibnyk*. Kamianets-Podilskyi: PP" Medobory-2006 [In Ukrainian].
25. Kirichenka, V. V. (Red.). (2010). *Specialna selekciya i nasinnictvo polovih kultur: navchalnij posibnik*. Kharkiv: IR im. V. Ya. Yur'yeva NAAN Ukrayini [In Ukrainian].
26. *European Table of Energy Values for Poultry Feedstuffs, 1st edition*. (1986). Beekbergen, the Netherlands : Spelderholt Centre for Poultry Research and Extension.
27. ALLEN, R. D. (1987). Ingredient analysis table: 1987 edition. *Feedstuffs*, 59 (31), 22–23, 25–30.
28. Kobyzieva, L. N., Riabchun, V. K., Bezuhla, O. M., Drepina, T. O., Driepin, I. M., Potomkina, L. M., Sokol, T. V., Bozhko, T. M., Sadovoi, O. O., & Biliavska L. H (2004). *Shyrokyi unifikovanyi klasyfikator Ukrainy rodu Glycine max. (L.) Merr*. Kharkiv [In Ukrainian].
29. Chubb, L. G. (1982). *Assessment of technical factors influencing infra red processing (I.R.P.) full fat soya beans. Technical report by Micronizing co. (U.K.)*. England: Ltd; Suffolk
30. Wiseman, J. (1983). Utilization of fullat soybeans and soybeans oil meal in diets for livestock. *Conference on Soy Protein Utilization*, Madrid, Spain.

-
31. Khosla, P., & Sundram, K. (1996). Effects of dietary fatty acid composition on plasma cholesterol. *Progress in Lipid Research*, 35 (2), 93–132. doi: 10.1016/0163-7827(95)00014-3
32. Mounts, T. L., Warner, K., List, G. R., Kleiman, R., Fehr, W. R., Hammond, E. G., & Wilcox, J. R. (1988). Effect of altered fatty acid composition on soybean oil stability. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 65 (4), 624–628. doi: 10.1007/bf02540691
33. Harvey, S., Bjerve, K. S., Tretli, S., Jellum, E., Robsahm, T. E., & Vatten, L., (1997). Prediagnostic level of fatty acids in serum phospholipids: omega-3 and omega-6 fatty acids and the risk of prostate cancer. *International Journal of Cancer*, 71 (6), 809–813.

Стаття надійшла до редакції 18.08.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Білявська Л. Г., Білявський Ю. В., Діянова А. О., Гарбузов Ю. Є. Нові селекційні форми сої для кормовиробництва. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 58–65.

© Білявська Людмила Григорівна, Білявський Юрій Вікторович,
Діянова Анна Олександрівна, Гарбузов Юліан Єгорович, 2021