https://doi.org/10.61308/QEAO9250

Сравнителна оценка на нови линии соя (*Glycine max* (L.) Merr.) по стопански качества

Росица Тодорова
Опитна станция по соята и зърнените култури - Павликени, Селскостопанска академия, София, България
*E-mail: *rosi_todorova@abv.bg*
Росица Тодорова ORCID ID: 0000-0003-3491-3927

Резюме: В периода 2021-2023 г. в опитното поле на Опитна станция по соята и зърнените култури-Павликени в конкурсно изпитване са проучени девет нови линии соя по морфологични и стопански качества с цел да се направи сравнителна оценка по продуктивност при поливни и неполивни условия, както и да се направи отбор на най-добрите от тях. Проучваните линии се различават по продължителност на вегетационния период през годините, като интервала на вариране между линиите е от 127 до 133 дни при неполивни условия и от 134 до 146 дни при поливни условия. Линии № 3 и 7 превишават по добив средното от сортовете стандарти с различна степен на доказаност през годините при поливни и при неполивни условия. Въз основа на проведената комплексна характеристика е отбрана линия №7, показала продуктивност от 119 kg/da при неполивни, до 255 kg/da при поливни условия и вегетационен период 133-139 дни, както и съдържание на суров протеин - 36,5% и 20,7% сурови мазнини. Тя притежава устойчивост на полягане и разпукване на бобовете, както и устойчивост на икономически важните болести Мозайка, Мана и Бактериален пригор.

Ключови думи: соя; генотип; продуктивност; неполивни; поливни условия

Comparative evaluation of new soybean lines (*Glycine max* (L.) Merr.) by qualities properties

Rositza Todorova
Experimental Station of Soybean and Cereals - Pavlikeni, Agricultural Academy, Sofia, Bulgaria
*E-mail: *rosi_todorova@abv.bg*
Rositza Todorova ORCID ID: 0000-0003-3491-3927

Citation: Todorova, R. (2026). Comparative evaluation of new soybean lines (*Glycine max* (L.) Merr.) by qualities properties. *Bulgarian Journal of Crop Science, 63*(5) 52-59 (Bg).

Abstract: In the period 2021-2023 in the experimental field of the Experimental Station for Soybeans and Cereals-Pavlikeni, nine new soybean lines, were studied in a Competitive Test for morphological and economic qualities in order to make a comparative ежалуатион of productivity under irrigated and non-irrigated conditions of the created soybean lines and to select the best of them. The studied lines differ in the duration of the growing season over the years, with the variation interval between the lines being from 127 to 133 days under non-irrigated conditions and from 134 to 146 days under irrigated conditions. Lines No. 3 and 7 exceed the average yield of standard varieties with varying degrees of provenance over the years under irrigated and non-irrigated conditions. On the base of a complex characterization a line No. 7 was selected, which showed productivity from 119 kg/da under non-irrigated conditions to 255 kg/da under irrigated conditions and a vegetation period of 133-139 days, as well as a crude protein content of 36.5% and 20.7% crude fat. It has resistance to lodging and cracking of the beans, as well as resistance to the economically important diseases Mosaic, Downy mildew and Bacterial Blight.

Key words: soybean; genotype; productivity; nonirrigation conditions; irrigation conditions

ВЪВЕДЕНИЕ

Стремежът към намаляване на последиците от климатичните изменения налага непрекъсната адаптация на селекцията и агротехниката за производство на соя (Slavov et al., 2005; Georgiev, 2017). Повишаването на температурата на въздуха, както и промяната в разпределението на валежите през последното десетилетие, водят до промяна продължителността на вегетационния период, по-бързо натрупване на необходимите температурни суми и скъсяване на междуфазните периоди, което се отразява върху добива на земеделските култури, в т. ч и соята (Koti et al., 2005; Marinova et al., 2017). Макар че добивът зависи значително от взаимодействието генотип-среда и наследяването му варира в широки граници, селекцията се справя успешно със създаване на високопродуктивни сортове. Повишените изисквания на съвременното соево производство към новите сортове, освен високи и стабилни добиви трябва да притежават както устойчивост към абиотични и биотични фактори, така и подобрено качество на зърното. У нас през последните години са създадени и изпитани редица нови сортове соя (Todorova et al., 2005, 2010), които са търсени в практиката и на които се извършва семепроизводство на сертифицирани семена. Някои от тях са създадени по метода на междусортова хибридизация, а други - чрез експериментален мутагенез, както и в комбинация между двата метода (Alexieva and Sabev, 2005; Tododrova, 2005; Todorova et al., 2009).

Чрез използването на селекционни методи могат да бъдат променени и подобрени важни агрономически признаци: продуктивност, съдържание на протеин и мазнини, устойчивост на полягане, ранозрялост (Cober et al., 2010), сухоустойчивост и адаптивност към абиотични и биотични фактори на средата (Salem et al., 2007; Stacey, 2008; Miladinovic et al., 2011, 2013). Нашите сортове Ричи и Авигея, включени в националната колекция на ИРГР Садово показаха висока устойчивост към засушаване, както и добри агрономически характеристики (Petrova and Chipilski, 2024).

Стресът от околната среда по време на репродуктивния растеж на соята (*Glycine max* (L.) Merr.) може да намали кълняемостта и жизнеността на семената. Повечето изследвания на влиянието на околната среда върху кълняемостта и жизнеността на семената на соята са концентрирани върху ефектите от сушата, максималната дневна температура или средната дневна температура по време на наливане на семената (Gibson and Mullen, 1996).

Получени са линии соя с намалено съдържание на протеазни инхибитори, отговорни за намаляване смилаемостта на протеина – трипсинов инхибитор на Куниц (КТИ) и трипсинов инхибитор на Бауман-Бърк (ВВИ), с което отпада необходимостта от термична обработка на семената (Peric et al., 2013).

Целта на настоящото проучване е да се направи сравнителна оценка по продуктивност при поливни и неполивни условия на създадените линии соя от нас, както и отбор на най-добрите от тях за условията на страната и представянето им като нови кандидат сортове.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

В периода 2021-2023 г. в конкурсно изпитване, проведено в опитното поле на Опитната станция по соята и зърнените култури - Павликени (*43°23'N,25°32'E, 144 m надм. h*), са проучени девет нови линии соя при поливни и неполивни условия. Почвеният подтип е средно излужен чернозем, с мощност на хумусния хоризонт 40-50 cm. ППВ за слоя 0-100 cm е 27%, обемното тегло е 1.37 g/cm^3, порьозността – 47%, а влажността на завяхване – 15.2%.

Линиите са получени по метода на хибридизация и последващ индивидуален отбор. Опитът е изведен по блоковия метод в четири повторения, при големина на реколтната парцелка 5 m^2. През целия вегетационен

период, всички агротехнически мероприятия са извършвани в оптимални срокове, съобразно технологията за отглеждане на соя. Като стандарти са използвани сортовете Авигея и Изидор, които са официални стандарти в ИАСАС. Определени са: продължителност на вегетационния период, продуктивност, устойчивост на полягане и разпукване на бобовете, устойчивост на болести, маса на 1000 семена, както и качеството на зърното, чрез съдържанието на суров протеин по Келдал (БДС-N-ISO 5983/2006) и сурови мазнини по Сокслет (БДС-11374-86), в %. Направена е фитопатологична оценка на проучваните линии, като е определена степента на нападение към икономически важни болести за соята. Получените резултати от добива на соево зърно са обработени статистически чрез двуфакторен дисперсионен анализ (ANOVA).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Метеорологичните условия за периода на изследването са представени чрез сумата на валежите и среднодenонощната температура на въздуха. Според обезпечеността с валежи, през вегетационния период (от април до септември), периода на проучване включва две сухи години (2021 г. и 2022 г.) и една средно влажна (2023 г.), през която имаше и силна градушка, регистрирана в края на август, по време на зреене на соята. Проучването на линиите в периода 2021-2023 г. в конкурсното изпитване е извършено при различни условия - през 2023 г. при неполивни условия поради това, че през месеците юни и юли паднаха значителни валежи -122 mm, а през 2021 г. и 2022 г., преваляванията през месеците на вегетация бяха малко и неравномерно разпределени, което наложи извършването на две поливки през месец юли.

По отношение на температурите и през трите години, те са по-високи от средната многогодишна, най-вече за 2022 г. и 2023 г. през месеците юли и август, което се потвърждава и от данните на Европейската метеорологична служба, показващи че тези месеци са най-топлите откакто се водят метеорологични изследвания. Високите температури ускориха узряването на соята, като съкратиха продължителността на вегетационния период и значително намалиха продуктивността (Таблица 1).

Таблица 1. Метеорологична характеристика в района на Павликени
Table 1. Meteorological characteristic in the region of Pavlikeni

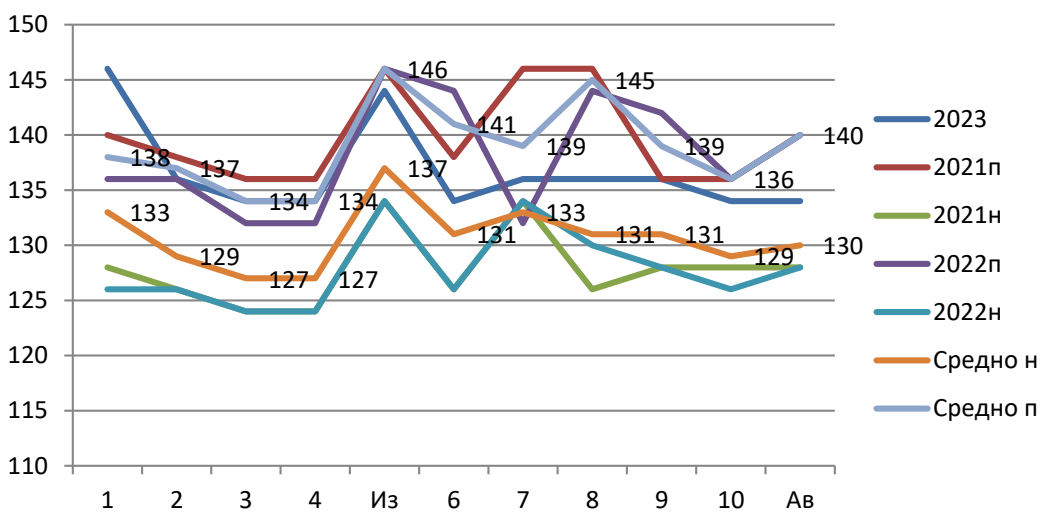
Метеорологични елементи/ Meteorological components	**Години**/ Years	**Месеци**/ Months						**Сума** IV- IX / Vegetation sum	**Разлика** +,- Diference +,-
		IV	V	VI	VII	VIII	IX		
Валежи, mm/ Rains, mm	2020	22	42.4	103.8	6.6	33.6	21	229.4	-121.7
	2021	51.8	104.2	65.7	10.1	26.4	23.6	281.8	-70.0
	2022	78.5	24.5	42.0	12.7	18.7	49.6	226.1	-125.0
	2023	79.8	116.8	83.6	39.4	32.0	34.0	385.6	+34.5
Средно за 127 г./ Average of 127years	1896-2023	**44.2**	**70.1**	**80.5**	**66.8**	**48.3**	**41.4**	**351.1**	
Среднодenонощна температура на въздуха, ºC/ Average daily Air temperature	2020	12.0	17.0	20.3	23.6	24.5	21.3	3626,1	+164
	2021	10.3	17.9	20.8	24.4	24.8	18.6	3573.2	+111.1
	2022	12.5	18.2	22.8	25.2	25.6	19.2	3745.4	+283.3
	2023	11.6	16.1	21.3	26.2	25.5	22.2	3754.8	+292.7
Средно за 57 г./ Average of 57 years	1965-2023	**12.0**	**16.5**	**22.4**	**22.7**	**22.6**	**18.1**	**3462.1**	

Проучваните линии се различават по продължителност на вегетационния период през годините, като интервала на вариране между линиите е 6 дни (от 127 до 133дни) при неполивни условия и 12 дни (от 134 до 146 дни) при поливни условия. По съществено удължаване на вегетационния период се наблюдава през 2023 г., в резултат на обилните валежи, регистрирани в края на май, които доведоха до преовлажняване и забавиха развитието на соята, както и падналата градушка, придружена с интензивен валеж в края на август.

По отношение на вегетационния период, средно за периода линии № 3 и 4 са с по-къс период от стандартите Авигея и Изидор, а всички останали са по-ранозрели от Изидор. Линиите се различават помежду си незначително през трите години, като единствено при поливни условия увеличението на продължителността на вегетационния период е от 5 до 10 дни, спрямо този при неполивни (Фигура 1).

Средно за 3 години (2021 г. - 2023 г.), проучваните линии в конкурсното изпитване показват различна продуктивност, както по години, така и при различните условия. Най-високи добиви са получени през 2022 г., а най-ниски през 2023 г., поради големите щети, нанесени от настъпилата градушка във фаза узряване на зърното, които значително намалиха добива на зърно (Фигура 2). Линии №3 и 7 превишават по добив средното от сортовете стандарти с различна степен на доказаност през годините, както при поливни така и при неполивни условия. Четири от проучваните линии са по-високодобивни при неполивни условия, като превишението на добива е от 2-6%. При поливни условия линия №6 превишава средния стандарт със 7%, а линии №1и 10 са значително по-нискодобивни от стандарта.

По отношение на масата на 1000 семена средно за периода, всички линии са по- дребносеменни от стандарт Изидор, както при поливни, така и при неполивни условия. Линиите се различават помежду си по този признак през отделните години, като различията са значителни при поливни и неполивни условия през 2021 г. (от 97 грама маса на 1000 семена при неполивни условия до 161 грама при поливни условия), средно за всички варианти. Особено силно е влиянието на високите

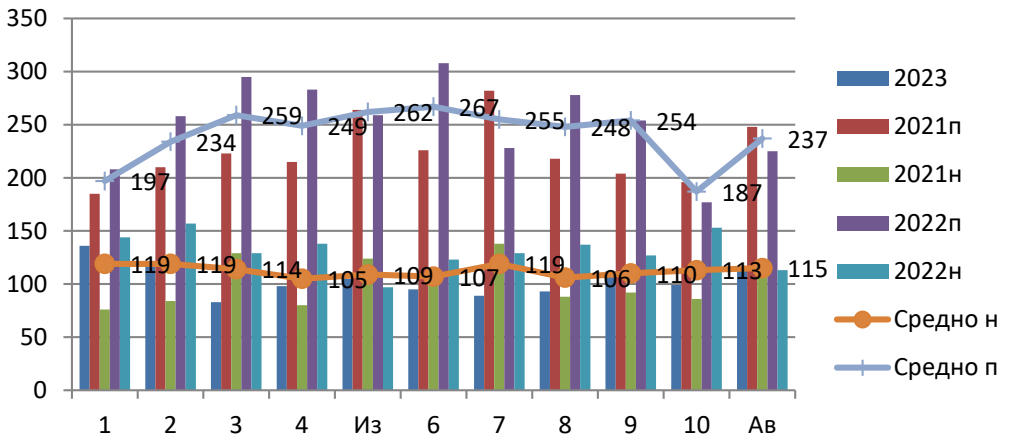


Фигура 1. Дължина на вегетационния период на линии соя, дни при поливни, неполивни условия и средно през периода 2021-2023 г.

Figure 1. Length of the growing period, days of soybean lines under irrigated, non-irrigated conditions and average during the period 2021-2023

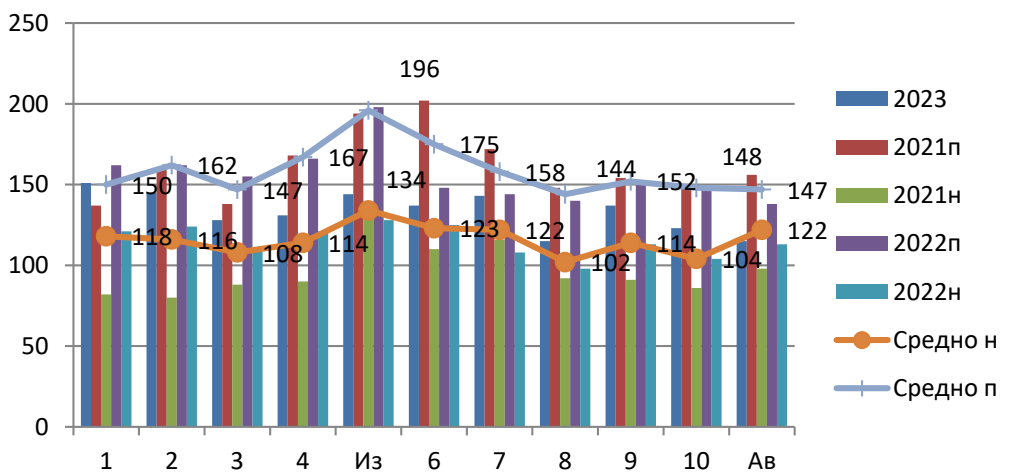
температури и липсата на валежи върху масата на 1000 семена, който е и един от основните елементи на добива.

Това голямо различие средно от всички варианти през 2021 г. - 64 грама, а през 2022 г. -46 грама по-ниска маса на 1000 семена при неполивни условия за отделните линии е в резултат от отражението на условията за отглеждане и влиянието на метеорологичните условия, основно липсата на валежи по време на критичната фенофаза при соята. Освен това се скъсява и времето на формиране и наливане на зърното, което остава дребно и недобре оформено. Това е потвърждение и на резултатите от изследванията на други учени Puteh et al. (2013), докладвали че високите температури над 35 градуса във фази R1 – R7 от репродуктивното развитие на соята са много по-чувствителни в сравнение с тези от вегетативното (Фигура 3). Нашите резултати



Фигура 2. Продуктивност на линии соя при поливни, неполивни условия и средно през периода 2021-2023 г.

Figire 2. Producktivity of soybean lines under irrigated, non-irrigated conditions and on average during the period 2021-2023



Фигура 3. Маса на 1000 семена на линии соя при поливни, неполивни условия и средно през периода 2021-2023 г.

Figire 3. Mass per 1000 seeds of soybean lines under irrigated, non-irrigated conditions and average during the period 2021-2023

показват, че репродуктивното развитие, което е през месец юли и август при формиране на семената във фаза R4 – R8, растенията са най-чувствителни към високите температури, при което значително се намалява масата на 1000 семена. В същото време продължителните високи дневни и нощни температури влияят отрицателно и върху кълняемостта на семената от соя, с което се понижават и нейните посевни качества.

Анализът на получените резултати от съдържанието на суров протеин показва, че този показател варира в границите от 34,9 до 38,3% при отделните линии и е по-висок при линии №1 и 2. По отношение на съдържанието на сурови мазнини варирането е от 19,9 (линия №2) до 22,7% (линия №3) (Фигура 4). Получените резултати потвърждават установената отрицателна корелация между процентното съдържание на протеин и това на мазнини, което сме получили при други линии соя.

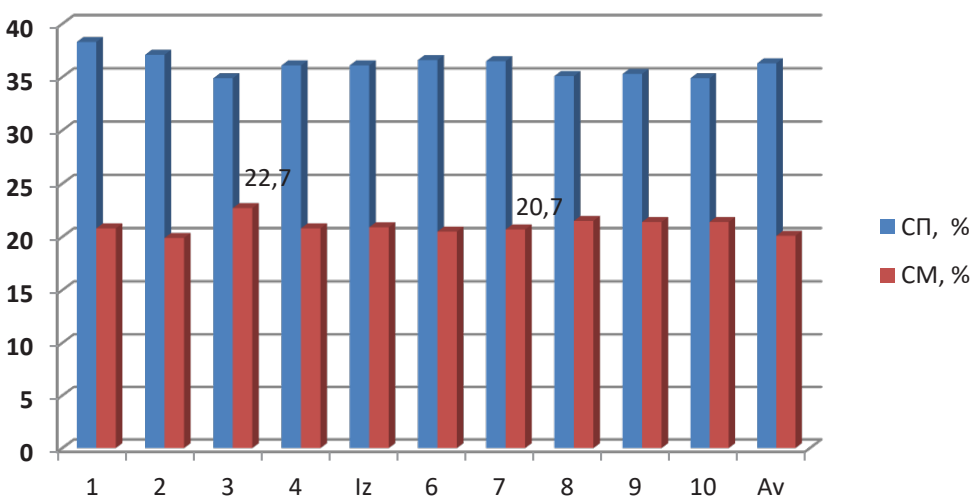
В конкурсното изпитване е направена фитопатологична оценка на линиите соя към причинителите на болестите Мозайка, Бактериален пригор и Мана (*Soybean mosaic virus, Pseudomonas savastanoi pv. glycinea, Perenospora Manjurica*) при естествен фон на заразяване през периода 2021-2023 г. Изследванията

Таблица 2. Реакция на линии соя към причинителите на някои болести в периода 2021-2023 г.

Table 2. Reaction of soybean lines to the causes for some diseases in the period 2021-2023

Линии/ Lines	**Б о л е с т и, б а л**/ Diseases, score		
	Мозайка/ *Mosaic Soybean mosaic virus*	**Бактериален пригор**/ *Bacterial burn Pseudomonas savastanoi pv. glycinea*	**Мана**/ *Downy mildew Perenospora Manjurica*
1/F6№7	3	3-5	3
2/F8№8	3	3-5	3
3/F8№11	3	3-5	3-5
4/F9№19	3	3	3
5/Izidor	3	3	3
6/F9№16	3	3	3
7/F9№12	3	3	3
8/F9№14	3	3-5	3
9/F8№12	3	3-5	3
10/F7№1	3	3-5	3-5
11/Avigeya	3	3-5	3

Бал 1-здрави растения, липсва нападение (имунни)/ Score 1 - healthy plants, no attack (immune) Бал 3-нападнати растения от 0,01 до 5% (устойчиви)/ Score 3 - attacked plants from 0.01 to 5% (resistant) Бал 5-нападнати растения от 5,1 до 20 % (средно устойчиви)/ Score 5 - attacked plants from 5.1 to 20% (medium resistant) Бал 7-нападнати растения от 20,1 до 50% (чувствителни)/ Score 7 - attacked plants from 20.1 to 50% (susceptible) Бал 9-нападнати растения над 50% (силно чувствителни)/ - Score 9 - attacked plants over 50% (highly susceptible)



Фигура 4. Съдържание на суров протеин и сурови мазнини в зърното, %

Figire 4. Crude protein i crude fat content in grain,%

ни в направление устойчивост на болести са насочени към установяване и отбор на устойчиви генотипове към икономически важните болести за соята, с цел използването им като донори в комбинативната селекция. Високите температури през юли и август, както и малкото количество валежи през тези месеци потискат появата и развитието на проучваните болести.

Към причинителя на болестта Мозайка (*Soybean mosaic virus*) всички линии показват полска устойчивост, а към причинителя на Бактериален пригор (*Pseudomonas savastanoi pv. glycinea*) - линии № 4, 6 и № 7 са показали устойчивост, останалите средна устойчивост, а към причинителя на Мана (*Perenospora Manjurica*) - линия №3 и №10 показват средна устойчивост, а останалите - устойчивост (Таблица 2.)

ИЗВОДИ

• Проучваните линии се различават по продължителност на вегетационния период през годините от 127 до 133 дни при неполивни условия и от 134 до 146 дни при поливни условия.

• Линии №3 и 7 превишават по добив средното от сортовете стандарти с различна степен на доказаност през годините при поливни и при неполивни условия.

• Въз основа на направената оценка по стопански качества е излъчена линия №7, показала продуктивност от 119 kg/da при неполивни до 255 kg/da при поливни условия и вегетационен период 133-139 дни, както и съдържание на суров протеин - 36,5% и 20,7% сурови мазнини. Тя притежава устойчивост към полягане и разпукване на бобовете, както и устойчивост към причинителите на икономически важните болести Мозайка, Мана и Бактериален пригор.

ЛИТЕРАТУРА

Alexieva, A., & Sabev, V. (2005). Srebrina-new Bulgarian soybean variety. *Plant science,* 5, pp. 476-480 (Bg).

Cober, E. R., Molnar, S. J., Charette, M., & Voldeng, H. D. (2010). A new locus for maturity in soybean. *Crop Science*, *50*(2), 524-527. https://doi.org/10.2135/cropsci2009.04.0174

Georgiev, G. (2017). Analysis of the vegetation rainfall and its relation to soybean yield under non-irrigation growing conditions. *Rastenievadni nauki/Bulgarian Journal of Crop Science, 54*(4), 14-19 (Bg).

Gibson, L. R., & Mullen, R. E. (1996). Soybean seed quality reductions by high day and night temperature. *Crop Science*, *36*(6), 1615-1619.

Koti, S., Reddy, K. R., Reddy, V. R., Kakani, V. G., & Zhao, D. (2005). Interactive effects of carbon dioxide, temperature, and ultraviolet-B radiation on soybean (Glycine max L.) flower and pollen morphology, pollen production, germination, and tube lengths. *Journal of experimental botany*, *56*(412), 725-736.

Marinova, T., Malcheva, K., Bocheva, L., & Trifonova, L. (2017). Climate profile of Bulgaria in the period 1988-2016 and brief climatic assessment of 2017. *Bulgarian Journal of Meteorology and Hydrology*, *22*(3-4), 2-15.

Miladinovic, J., Burton, J. W., Tubic, S. B., Miladinovic, D., Djordjevic, V., & Djukic, V. (2011). Soybean breeding: comparison of the efficiency of different selection methods. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, *35*(5), 469-480.

Miladinović, J., Hrustić, M., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., & Đorđević, V. (2013). Soybean breeding at Institute of field and vegetable crops. *Legume perspectives*, 1, pp. 28-30.

Petrova, S., & Chipilski, R. (2024). Physiological and agronomical traits evaluation of soybean accessions, part of the National collection at IPGR--Sadovo. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, *30*(2), 317.

Peric V., Srebric, M., & Mladenovic-Drinic, **S.** (2013). Tripsin inhibitors in soybean. *Legume perspectives, issue one*, pp. 23-24.

Puteh, A. B., ThuZar, M., Mondal, M. M. A., Abdullah, A. P., & Halim, M. R. A. (2013). Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) seed yield response to high temperature stress during reproductive growth stages. *Australian Journal of Crop Science, 7*(10), 1472-1479.

Salem, M. A., Kakani, V. G., Koti, S., & Reddy, K. R. (2007). Pollen-based screening of soybean genotypes for high temperatures. *Crop Science*, *47*(1), 219-231.

Stacey, G. (2008). *Genetics and genomics of soybean* (pp. xv+-407). New York, NY, USA: Springer.

Slavov, N., Georgiev, G., & Moteva, M. (2005). An investigation of the drougt response in Nortvestern Bulgaria during the last sentury, *Scientific reports Jubilee Scientific Conference, 8.09.2005, Pavlikeni*, pp. 227-236 (Bg).

Todorova, R. (2005). Study of biological effect of application of fisical and hemical mutagens in two new

soybean varieties. *Scientific reports Jubilee Scientific Conference, 8.09.2005, Pavlikeni*, pp. 86-93.

Todorova, R., & Goranova, K. (2005). Comperative testing of new soybean varieties under irrigated and non irrigated conditions, *Plant science*, 42, 316-319 (Bg).

Todorova, R., & Goranova, K. (2009). Richy – a new Bulgarian soybean variety, *Dobrudja Agricultural Institute*, *Field Crops Studies,* vol. 5, pp.157-162 (Bg).

Todorova, R., & Goranova, K. (2010). Rosa – new Bulgarian soybean variety Glycine max (L.) Merr., *Scientific reports Jubilee Scientific Conference - 2010- Breeding and technological aspects in the production, processing and use of soybeans and other legumes*, *Pavlikeni,* 36-40 (Bg).

Received: August, 08, 2026; *Approved:* September, 04, 2026; *Published:* October, 2026