

Морфология и биохимия растений Morphology and biochemistry of plants

DOI 10.22363/2312-797X-2020-15-1-7-18

УДК 635.655:631.847.21(476)

Научная статья / Research article

Влияние применения инокулянта «Ризоторфин» на содержание хлорофилла в листьях интродуцированных сортов сои и их урожайность

Ю.В. Цветкова^{1, 2*}, М.У. Ляшко², И.И. Стражникова³

¹Всероссийский центр карантина растений,

п. Быково, Московская область, Российская Федерация

²Российский университет дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация

³ГСХУ «Несвижская сортоиспытательная станция»,

п. Госсортучастка, Минская область, Республика Беларусь

*yutska@mail.ru

Аннотация. Проявление продуктивной симбиотической азотфиксации у бобовых растений зависит от взаимодействия между высшим растением-хозяином и ризобияльными клубеньковыми бактериями. Сложная взаимосвязь фотосинтеза и процесса биологической азотфиксации предопределяет необходимость изучения биологических особенностей культивируемых сортов сои и используемых штаммов клубеньковых бактерий. Работа выполнена на Несвижской сортоиспытательной станции в Минской области Республики Беларусь. Дана оценка интродуцированных сортов сои по содержанию хлорофилла в листьях растений, количеству клубеньков на корнях сои и накоплению общего азота в растениях как взаимозависимых показателей, характеризующих эффективность симбиоза. Установлено, что местный сорт Припять, используемый в качестве контроля, мало отзывчив на инокуляцию семян перед посевом. Обработка семян интродуцированных сортов обеспечила повышение содержания хлорофилла в листьях, способствовала формированию большего числа клубеньков на корнях, достоверную прибавку урожая и накопление большего количества биологического азота. С учетом всех этих показателей сорта сои Галлек, Славянка и Собрини могут быть рекомендованы для масштабной интродукции в районах выращивания сои в Беларуси.

Ключевые слова: соя, инокулянт Ризоторфин, азотфиксация, хлорофилл, симбиотическая активность, урожайность

История статьи:

Поступила в редакцию 20 января 2020 г. Принята к публикации 10 февраля 2020 г.

Заявление о конфликте интересов:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

© Цветкова Ю.В., Ляшко М.У., Стражникова И.И., 2020.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/1>

Финансирование. Благодарности.

Компания «АТИ — Агротехнические инновации» безвозмездно предоставила авторам препарат «Ризоторфин», приобретенный у производителя ЭКОС (ФГБНУ ВНИИСХМ), для проведения независимых исследований.

Для цитирования:

Цветкова Ю.В., Ляшко М.У., Стражникова И.И. Влияние применения инокулянта «Ризоторфин» на содержание хлорофилла в листьях интродуцированных сортов сои и их урожайность // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2020. Т. 15. № 1. С. 7–18. doi: 10.22363/2312-797X-2020-15-1-7-18

Affect of Rhizotorphin on chlorophyll content and productivity of introduced soybean cultivars

Yulia V. Tsvetkova^{1, 2*}, Marina U. Lyashko², Inna I. Strazhnikova³

¹Russian Plant Quarantine Center, Moscow Region, Russian Federation

²Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University),
Moscow, Russian Federation

³Nesvizhskaya Crop Testing Station, Minsk region, Republic of Belarus

*Corresponding author: yutska@mail.ru

Abstract. Biotic nitrogen fixation is a phenomenon mainly depended on mutualistic interrelation between host plant and root nodule bacteria. This interrelation affects photosynthesis and productivity of biological N-fixation and requires studies of biological particularities of grown legume cultivars and effectiveness of *Bradyrhizobium* strains used for seed inoculation. A field experiment was conducted on the territory of Nesvizhskaya Crop Testing Station (Minsk region, Republic of Belarus). Based on chlorophyll and nitrogen content in soybean leaves, number of nodules on roots of cultivars grown, and on quantity of nitrogen accumulated in plants, four soybean cultivars were assessed. The cultivar Pripyat (control) has poorly responded on inoculation, whereas cultivars Slavyanka and Sobrini responded well by increase of chlorophyll and nitrogen content in leaves and by larger number of root nodules. As a result, they produced unusually high seed yields. Therefore, these soybean cultivars may be recommended for wide use in regions of Belarus.

Key words: soybean, inokulum Rhizotorphin, nitrogen fixation, chlorophyll, seed yield

Conflicts of interest

The authors declared no conflicts of interest.

Research funding. Acknowledgements

АТИ — Агротехнические инновации компания donated bacterial fertilizer Rizotorphin, produced by ECOS (Russian Research Institute of Agricultural Microbiology), for conducting independent studies.

Article history:

Received: 20 January 2019. Accepted: 10 February 2020

For citation:

Tsvetkova YV, Lyashko MU, Strazhnikova II. Affect of Rhizotorphin on chlorophyll content and productivity of introduced soybean cultivars. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2020; 15(1):7–8. doi: 10.22363/2312-797X-2020-15-1-7-18

Введение

Обеспеченность растений азотом — один из основных факторов формирования урожая. Азот входит в состав хлорофилла и белков, в т. ч. и участвующих в фотосинтезе [1]. У бобовых растений имеется два источника питания азотом — это почвенный минеральный азот, включая азот удобрений, и азот, поставляемый клубеньковыми бактериями за счет биологического восстановления атмосферного азота посредством ферментативного комплекса, содержащего нитрагеназу, синтезируемого различными штаммами бактерий рода *Bradyrhizobium* и *Ensifer* в клубеньках на корнях бобовых растений. Такой процесс возможен только при снабжении их продуктами фотосинтеза. Таким образом, с увеличением потребления биологического азота растением возрастает содержание хлорофилла в листьях, что, в свою очередь, приводит к увеличению поступления продуктов фотосинтеза в клубеньки и активизации фиксации атмосферного азота [2]. Такая обоюдодоползная взаимозависимость растения-хозяина и клубеньковых бактерий повышает продуктивность первого. Отмечается высокая степень положительной корреляции между фотосинтезом и биологической азотфиксацией в отсутствие минерального азота в питательной среде [3].

Материалы и методы

Исследования проводились в 2017—2018 гг. на опытных полях ГСХУ «Не-свижская сортоиспытательная станция» в Минской области Республики Беларусь с целью оценки четырех сортов сои местной и зарубежной селекции на отзывчивость обработки семян бактериальным препаратом «Ризоторфин», производимым компанией ЭКОС (при ФГБНУ ВНИИСХМ) и предоставленным компанией АТИ — Агротехнические инновации.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая. Агрохимическая характеристика: pH_{KCl} 5,5...6,0, содержание гумуса 2,71%, содержание обменного калия и подвижного фосфора 400 и 299 мг/кг почвы соответственно.

После уборки предшественника, осенью была проведена вспашка на глубину 20...25 см с одновременным внесением фосфорных и калийных удобрений (P_2O_5 80 кг д.в. и K_2O 120 кг д.в.), согласно местным рекомендациям. Перед посевом почву обработали культиватором АКШ на глубину 3–4 см. На опытных делянках посев сои проводили вручную на глубину 2–3 см, междурядья — 45 см, из расчета 222 тыс. на 1 га, согласно применяемой рекомендации для этого района. Обработку семян препаратом «Ризоторфин» осуществляли вручную в день посева. Площадь делянки — 14,4 м². Повторность — четырехкратная, расположение делянок — рандомизированное. Уход за посевами проводился вручную. Схема опыта включала в себя следующие варианты, размещенные изолированными отдельными блоками:

- 1.1 — Припять (без обработки)
- 1.2 — Галлек (б/о)
- 1.3 — Славянка (б/о)
- 1.4 — Собрины (б/о)
- 2.1 — Припять (обработка препаратом, далее Ризоторфин)
- 2.2 — Галлек (Ризоторфин)
- 2.3 — Славянка (Ризоторфин)
- 2.4 — Собрины (Ризоторфин)

За контрольный вариант был принят местный сорт Припять.

В период проведения опыта регистрировались даты наступления фенологических фаз растений. В фазу цветения и фазу начала образования бобов отбирались высечки листа для анализа на содержание хлорофилла в листьях. Количественное определение хлорофилла проводилось на спектрофотометре GENESYS 10Vis. Концентрацию рассчитывали по уравнениям Винтерманса и Де Мотс для этаноловых вытяжек [6].

Для определения активности формирования симбиотического аппарата на корнях растений сои в фазу цветения и в фазу начала налива бобов с каждой деланки опыта отбирали по 10 растений. Растения выкапывали с небольшим монолитом почвы вокруг стержневого корня. В лаборатории корни очищали, аккуратно промывали, чтобы избежать потери клубеньков, учитывали количество и общую массу клубеньков. Учет урожая проводился по общепринятым методикам сортоиспытания [7].

Результаты исследований

Активность азотофиксации бактериями зависит от температуры и влажности почв. Низкие температуры, переувлажнение или, наоборот, засухи отрицательно сказываются на растении, что в конечном счете обуславливает малоразвитость симбиотического аппарата. В среднем неблагоприятные погодные условия в начальный период вегетации привели к тому, что максимальное количество клубеньков сформировалось не в фазу цветения, а в начале сентября — в фазу бобообразования (рис. 1).

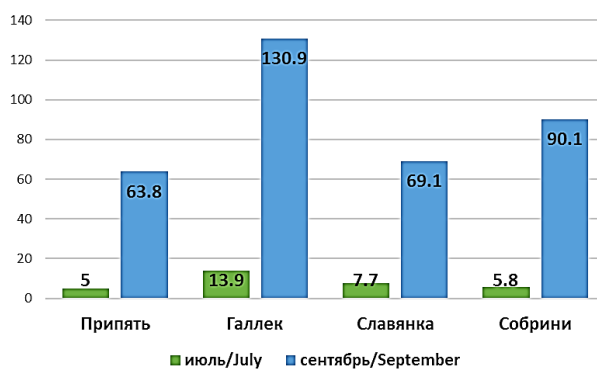


Рис. 1. Количество клубеньков во время вегетации у различных сортов сои, шт./растение

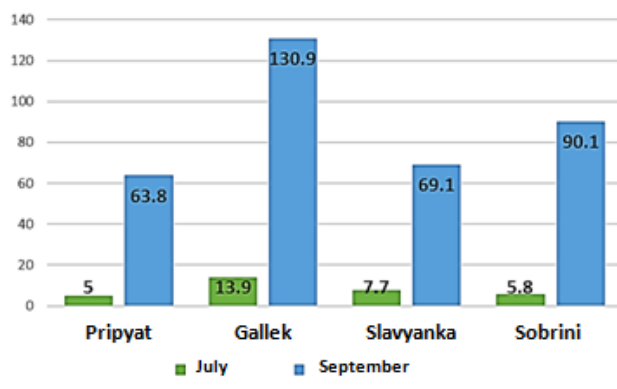


Fig. 1. Number of root nodules in different soybean cultivars during vegetation, nodules per plant

Находившиеся в одинаковых почвенных и погодных условиях растения испытываемых сортов по-разному формировали на корнях симбиотический аппарат. У растений сорта Галлек количество клубеньков было на одну треть больше, чем у сорта Собрини, и в два раза больше, чем у сортов Припять и Славянка. Так как взаимное распознавание симбиотической пары «растение — клубеньковая бактерия» и проникновение бактерий в корневую ткань происходит, в основном, в корневом волоске, есть основание предположить, что число корневых волосков на 1 мм корня у сорта Галлек больше, чем у других сортов. Последующее развитие симбиоза и формирование массы клубеньков, где содержится и действует нитрогеназный комплекс в корнях каждого вида и сорта бобовых растений, зависит от их биологических особенностей [5, 8]. Масса клубеньков, г/раст., приведена на рис. 2. Несмотря на то, что количество клубеньков, образовавшихся на корнях растений сои сорта Галлек, превосходит количество клубеньков сорта Собрини, масса клубеньков на его корнях существенно меньше, чем у сорта Собрини.

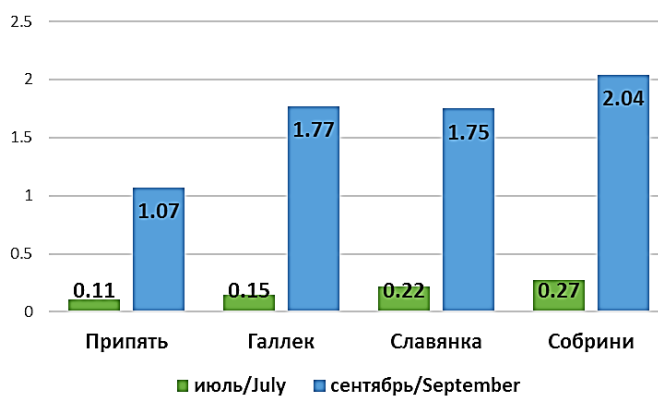


Рис. 2. Масса клубеньков во время вегетации у различных сортов сои, г/растение

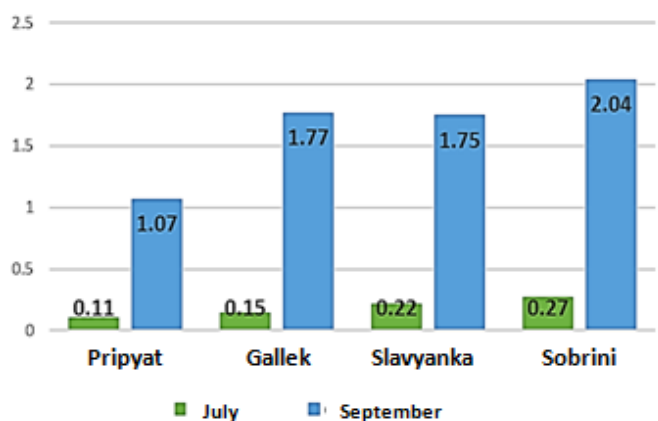


Fig. 2. Weight of root nodules of different soybean cultivars during vegetation, g/plant

Тип азотного питания бобовых растений влияет на трансформацию и транспорт азотистых соединений, а также энергетический обмен в них. Все эти процессы тесно связаны с фотосинтезом. В нашем исследовании на основе анализа содержания хлорофиллов а и б сделана попытка установить влияние преобладающего типа азотного питания на содержание хлорофиллов в листьях сои в критические фазы развития растений сои: в фазу цветения и фазу формирования бобов.

Общее содержание хлорофиллов в растениях в фазу цветения на делянках с применением бактериального препарата не отличается от содержания хлорофиллов в растениях без обработки. Однако следует отметить, что содержание хлорофиллов в листьях интродуцированных сортов (и особенно у сорта Собрини) было выше, чем у местного районированного сорта Припять (рис. 3).

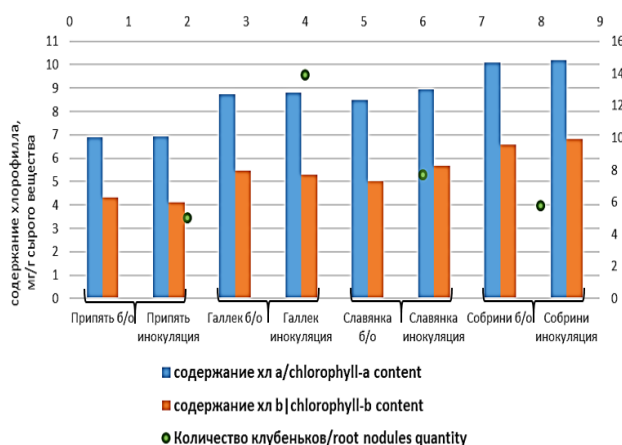


Рис. 3. Зависимость содержания хлорофиллов а и б в растениях сои от обработки семян Ризоторфином в фазу цветения

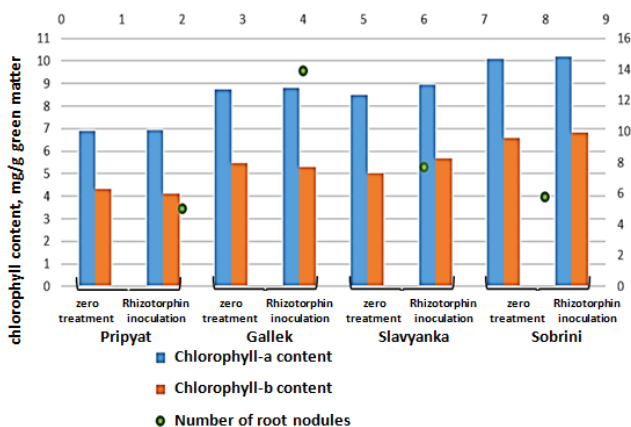


Fig. 3. Effect of Rhizotorphin seed treatment (flowering period) on a and b chlorophyll content in soybean plants

В фазу образования бобов, когда можно предполагать, что симбиотический аппарат развился полностью, среднее количество клубеньков составило от 63 до

130 шт./растение (см. рис. 1). Максимальное содержание хлорофиллов обнаружено у растений сорта Галлек, что можно связать с большим количеством активных клубеньков на корнях растений этого сорта. Меньшее количество клубеньков и меньшее содержание хлорофиллов выявлено в листьях растений сорта Припять (рис. 4).

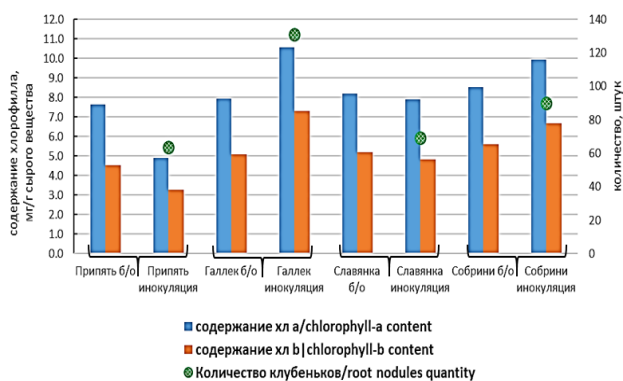


Рис. 4. Зависимость содержания хлорофиллов а и б в растениях сои от обработки семян Ризоторфином в фазу бобообразования

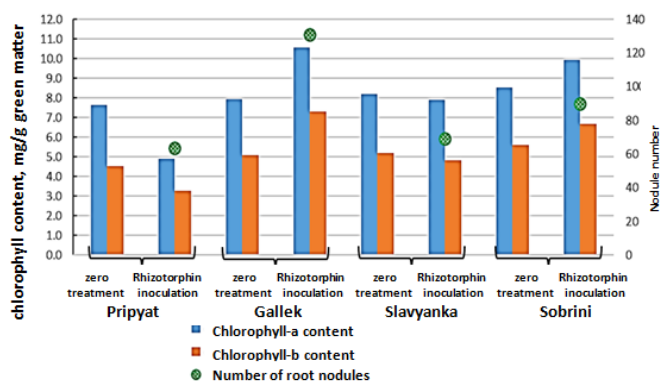


Fig. 4. Effect of Rhizotorphin seed treatment (seed formation period) on a and b chlorophyll content in soybean plants

Определение общего содержания хлорофиллов в листьях сравниваемых сортов сои в различные сроки их вегетации позволяет отметить еще одну их особенность. У сорта Собрини содержание хлорофиллов снижалось в период с 10 июля по 1 сентября, причем на варианте без применения Ризоторфина в меньшей степени, чем на делянках с применением этого препарата (рис. 5). У сорта Галлек в сентябре содержание зеленых пигментов существенно возросло, что, вероятно, обусловлено более активно работающим симбиотическим аппаратом. У сорта Припять содержание хлорофиллов было наиболее низким. Более того, применение инокуляции отрицательно сказывалось на содержании хлорофиллов. В данном случае можно предположить, что симбиотический аппарат не сформировался, и бактерии играли роль иждивенцев во взаимоотношении с растением-хозяином (рис. 5).

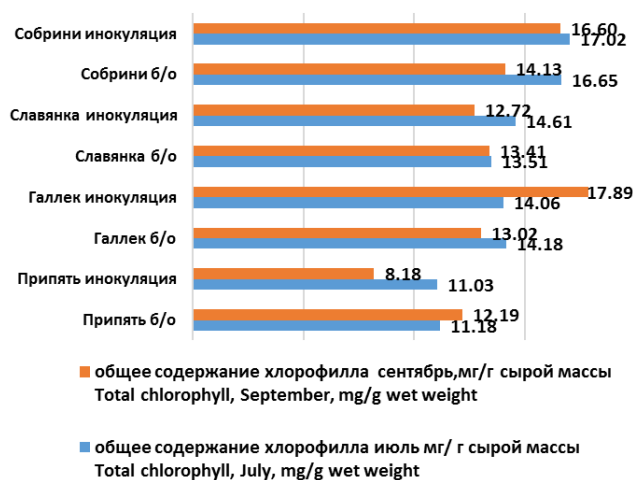


Рис. 5. Общее содержание хлорофиллов в растениях сои в зависимости от обработки семян Ризоторфином

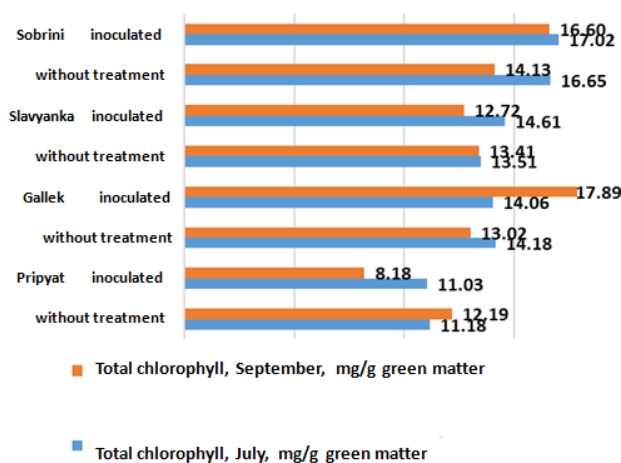


Fig. 5. Effect of Rhizotorphin seed treatment on total chlorophyll content in soybean plants

Общее содержание хлорофиллов в листьях растений сои значительно связано с выносом азота урожаем (коэффициент корреляции $r \approx 0,67$), что доказывает обоюдную связь усиления активности симбиотической азотфиксации за счет снабжения растений продуктами фотосинтеза.

Отмеченную выше разницу в содержании хлорофиллов, количестве и массе клубеньков на растениях, величине и качестве полученного урожая семян, можно объяснить различным проявлением автотрофного и симбиотрофного типов азотного питания растений у испытываемых сортов сои. В вариантах с применением Ризоторфина прибавка урожая семян составляла от 15 до 76%, а интродуцируемые сорта превышали в урожайности районированный сорт Припять на 6...29%. При этом наибольшую отзывчивость на Ризоторфин показал сорт Славянка, превысив урожай на делянке без препарата на 2,2 т/га, а контрольный сорт на 3,4 т/га (табл. 1).

Таблица 1

**Влияние обработки семян сои Ризоторфином
на урожайность сортов сои, т/га**

Сорт		Средний урожай, т/га	Отклонение по сортам в зависимости от инокуляции, т/га	Отклонение по сортам в зависимости от инокуляции, %	Отклонение от контрольного сорта, %
Припять	–	3,1	1	32,3	
	+	4,1			
Галлек	–	3,3	1,2	36,4	6,5
	+	4,5			9,8
Славянка	–	2,9	2,2	75,9	–6,5
	+	5,1			24,4
Собрини	–	4,0	0,6	15	29,0
	+	4,6			12,2

НСР₀₅ = 0,97

+ семена, обработанные препаратом «Ризоторфин»,

– семена без обработки

Table 1

Effect of Rhizotorphin seed treatment on soybean yield, t/ha

Cultivar		Average yield, t/ha	Cultivars deviation depending on inoculation, t/ha	Cultivars deviation depending on inoculation, %	Deviation from the control, %
Pripyat	–	3.1	1	32.3	
	+	4.1			
Gallek	–	3.3	1.2	36.4	6.5
	+	4.5			9.8
Slavyanka	–	2.9	2.2	75.9	–6.5
	+	5.1			24.4
Sobrini	–	4.0	0.6	15	29.0
	+	4.6			12.2

LSD₀₅ = 0.97 t/ha

+ seeds treated with Rhizotorphin

– seeds without treatment

Обобщенным результатом влияния обработки семян сои Ризоторфином на физиологическое состояние растений сои, оцениваемое по содержанию хлорофиллов в листьях и количеству клубеньков на корнях, является накопление биологического азота в урожае сравниваемых сортов (табл. 2).

Таблица 2

Содержание азота в семенах сои,%, и вынос азота с урожаем семян

Сорт	N,% ср. в семенах	Урожай, кг/га	Вынос азота с урожаем семян, кг/га
Припять б/о	3,5	3100	109
Припять ризоторфин	4,0	4100	164
Галлек б/о	4,3	3300	142
Галлек ризоторфин	5,6	4500	252
Славянка б/о	4,2	2900	122
Славянка ризоторфин	5,0	5100	255
Собрини б/о	4,8	4000	192
Собрини ризоторфин	6,4	4600	294

Table 2

Nitrogen content in soybean seeds,%, and nitrogen removal by seeds

Cultivar	N,% avg.in seeds	Yield, kg/ha	Nitrogen removal by seeds, kg/ha
Pripyat without treatment	3.5	3100	109
Pripyat Rhizotorphin	4.0	4100	164
Gallek without treatment	4.3	3300	142
Gallek Rhizotorphin	5.6	4500	252
Slavyanka without treatment	4.2	2900	122
Slavyanka Rhizotorphin	5.0	5100	255
Sobrini without treatment	4.8	4000	192
Sobrini Rhizotorphin	6.4	4600	294

Результаты исследований подтвердили значительную связь двух важных физиологических процессов — фотосинтеза и симбиотической азотфиксации бобовых растений, которая отмечалась в работах зарубежных авторов [9—13]. При этом степень проявления этих процессов является характеристикой конкретного выращиваемого сорта, как отмечено, например, в [2, 11, 13].

Заключение

В нашем исследовании дана оценка интродуцированных сортов сои по содержанию хлорофиллов в листьях растений, по количеству клубеньков на корнях сои, накоплению общего азота в семенах как взаимозависимых показателей, характеризующих эффективность симбиоза. Установлено, что местный сорт Припять, используемый в качестве контроля, мало отзывчив на инокуляцию семян перед посевом. Обработка семян интродуцированных сортов «Ризоторфином» способствовала повышению содержания хлорофиллов в листьях, формированию большего числа клубеньков на корнях, обеспечивала достоверную прибавку урожая и, как общий

результат, накопление большего количества биологического азота. С учетом всех этих показателей интродуцируемые сорта сои Галлек, Славянка и Собрины могут быть рекомендованы для масштабной интродукции в районах выращивания сои на землях территории Республики Беларусь.

Библиографический список

1. Bethlenfalvai G.J., Abu-Shakra S.S., Phillips D.A. Interdependence of Nitrogen Nutrition and Photosynthesis in *Pisum sativum* L: II. Host Plant Response to Nitrogen Fixation by Rhizobium Strains // *Plant Physiol.* 1978. Т. 62. № 1. Pp. 131—133. doi: 10.1104/pp.62.1.131
2. Кононов А.С., Шкотова О.Н. Влияние форм азотных удобрений на содержание хлорофилла в одновидовых и смешанных бобово-злаковых агроценозах // *Вестник Брянского государственного университета.* 2012. № 4—1. С. 103—106.
3. Atkins C.A. Efficiencies and inefficiencies in the Legume Rhizobium symbiosis (a review) // *Plant and Soil.* 1984. Т. 82. № 3. Pp. 273—284. doi: 10.1007/BF02184267
4. Бегун С.А., Тильба В.А. Способы, приемы изучения и отбора эффективных штаммов клубеньковых бактерий сои. Методы аналитической селекции. Благовещенск: ВНИИ сои. 2005. С. 70.
5. Нагорный В.Д., Ляшко М.У. Соя: биология и агротехника: монография. М.: Библио-Глобус, 2018. С. 417.
6. Шлык А.А. О спектрофотометрическом определении хлорофиллов а и b // *Биохимия.* 1968. Т. 33. № 2. С. 275—285.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Гос. комис. по сортоиспытанию с.-х. культур при Мин-ве сельского хозяйства СССР; под общ. ред. М.А. Федина. 1985. № 1. С. 263.
8. Pate J.S., Atkins C.A. Nitrogen Uptake, Transport and Utilization In Nitrogen Fixation // *Legumes / Ed. W.J. Broughton.* 1983. Т. 3. Pp. 245—298.
9. Pate J.S., Minchin F.R. Comparative studies of carbon and nitrogen of nutrition of selected grain legumes // *Advances in Legume Sci.* Kew: Richmond, 1980. Pp. 105–114.
10. Kundu B.S., Gaur A.C. Establishment of nitrogen-fixing and phosphate-solubilising bacteria in rhizosphere and their effect on yield and nutrient uptake of wheat crop // *Plant and Soil.* 1980. Т. 57. № 2–3. Pp. 223—230. doi: 10.1007/BF02211682
11. Freire J.R.J. Important limiting factors in soil for the *Rhizobium*-legume symbiosis // *Biological nitrogen fixation Boston / Ed. Alexander M.* Springer: MA, Boston, 1984. Pp. 51–74. doi: 10.1007/978-1-4613-2747-9_3
12. Durand I.L., Sheehy I.E., Minchin F.R. Nitrogenase activity, photosynthesis and nodule water potential in soybean plants experiencing water deprivation // *J. Exp. Botany.* 1987. Т. 38. № 2. Pp. 311–321. doi: 10.1093/jxb/38.2.311
13. Mark Latimore Jr., Giddens L., Ashley D.A. Effect of ammonium and nitrate nitrogen upon photosynthate supply and nitrogen fixation by soybeans // *Crop. Sci.* 1977. Т. 17. № 3. Pp. 399—404. doi: 10.2135/cropsci1977.0011183X001700030015x

References

1. Bethlenfalvai G.J., Abu-Shakra S.S., Phillips D.A. Interdependence of Nitrogen Nutrition and Photosynthesis in *Pisum sativum* L: II. Host Plant Response to Nitrogen Fixation by Rhizobium Strains. *Plant Physiology.* 1978; 62(1):131–133. doi: 10.1104/pp.62.1.131
2. Kononov A.S., Shkotova O.N. Influence of forms of nitrogen fertilizers on the chlorophyll content in single-species and mixed legume-cereal agroecosystems. *Bryansk State University Herald.* 2012; (4–1):103–106. (In Russ).
3. Atkins C.A. Efficiencies and inefficiencies in the Legume/Rhizobium symbiosis (a review). *Plant and Soil.* 1984; 82(3):273–284. doi: 10.1007/BF02184267
4. Begun S.A., Tilba V.A. *Sposoby, priemy izucheniya i otbora effektivnykh shtammov klubennykh bakterii soi. Metody analiticheskoi seleksii* [Methods and techniques for studying and selecting effective strains of soybean nodule bacteria. Methods of analytical selection]. Blagoveshchensk: Zeya Publ; 2005. (In Russ).
5. Nagorny V.D., Lyashko M.U. *Soya: biologiya i agrotekhnika* [Soybean: biology and agrotechnology]. Moscow: Biblio-Globus Publ; 2018. (In Russ).

6. Shlyk AA. Spectrophotometric determination of chlorophyll a and b. *Biochemistry*. 1968; 33(2):275–285. (In Russ).
7. Fedin MA Methods of state variety testing of agricultural crops. Ministry of Agriculture of the USSR; 1985. (In Russ).
8. Pate JS, Atkins CA. Nitrogen uptake, transport and utilization in nitrogen fixation. In: Broughton WJ. (ed.) *Vol. 3. Legumes*. Oxford: Clarendon Press; 1983. p. 245–298.
9. Pate JS, Minchin FR. Comparative studies of carbon and nitrogen of selected grain legumes. In: Summerfield RJ, Bunting AH. (eds.) *Advances in legume science*. Richmond, UK: Royal Botanic Gardens; 1980. p. 105–114.
10. Kundu BS, Gaur AC. Establishment of nitrogen-fixing and phosphate-solubilising bacteria in rhizosphere and their effect on yield and nutrient uptake of wheat crop. *Plant and Soil*. 1980; 57(2–3):223–230. doi: 10.1007/BF02211682
11. Freire JRJ. Important limiting factors in soil for the Rhizobium-legume symbiosis. In: Alexander M. (ed.) *Biological Nitrogen Fixation*. Boston, MA: Springer; 1984. p. 51–74. doi: 10.1007/978-1-4613-2747-9_3
12. Durand IL, Sheehy IE, Minchin FR. Nitrogenase activity, photosynthesis and nodule water potential in soybean plants experiencing water deprivation *J Exp Botany*. 1987; 38(2):311–321. doi: 10.1093/jxb/38.2.311
13. Mark Latimore Jr, Giddens L, Ashley DA. Effect of ammonium and nitrate nitrogen upon photosynthate supply and nitrogen fixation by soybeans. *Crop Science*. 1977; 17(3):399–404. doi: 10.2135/cropsci1977.0011183X001700030015x

Об авторах:

Цветкова Юлия Владиславовна — агроном лаборатории микологии, ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений», Российская Федерация, 140150, Московская область, Раменский район, п. Быково, ул. Пограничная, д. 32; магистр, агробиологический департамент, Аграрно-технологический институт, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8; e-mail: yutska@mail.ru

Ляшко Марина Устимовна — кандидат биологических наук, доцент агробиологического департамента, Аграрно-технологический институт, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8; e-mail: nagvic@yandex.ru

Стражникова Инна Ивановна — начальник отдела испытания сортов сельскохозяйственных растений на хозяйственную полезность, ГСХУ «Несвижская сортоиспытательная станция», Республика Беларусь, 222603, Минская область, Несвижский район, пос. Госсортучастка, ул. Кутузова, д. 47, e-mail: strazhnikova.inna@mail.ru

About Authors:

Tsvetkova Yulia Vladislavovna — agronomist, laboratory of mycology, Russian Plant Quarantine Center, 32, Pogranichnaya st., Bykovo vil., Ramensky district, Moscow region, Russian Federation, 140150; Master, Agrobiological Department, Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia, 8, Miklukho-Maklaya st., Moscow, Russian Federation, 117198; e-mail: yutska@mail.ru

Lyashko Marina Ustimovna — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Agrobiological Department, Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia, 8, Miklukho-Maklaya st., Moscow, Russian Federation, 117198; nagvic@yandex.ru

Strazhnikova Inna Ivanovna — Head of the Department of Testing Agricultural Plant Cultivars for Economic Utility, Nesvizhskaya Crop Testing Station, 47, Kutuzova st., Gossortuchastka vil., Nesvizh District, Minsk Region, Republic of Belarus, 222603; strazhnikova.inna@mail.ru