

Научная статья

УДК 633.34:581.132(571.6)

EDN ENJPQQ

DOI: 10.22450/19996837\_2022\_2\_57

### Влияние густоты стояния растений на процессы фотосинтеза и продуктивность растений в соевом агроценозе в условиях Среднего Приамурья

Тамара Николаевна Федорова<sup>1</sup>, Татьяна Александровна Асеева<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Хабаровский край, Восточное, Россия

<sup>1</sup> [fedorova.t.92@mail.ru](mailto:fedorova.t.92@mail.ru), <sup>2</sup> [aseeva59@mail.ru](mailto:aseeva59@mail.ru)

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований о влиянии густоты стояния растений сортов сои Батя и Хабаровский юбиляр в условиях Среднего Приамурья. Изучено влияние показателей фотосинтетической деятельности на продуктивные качества семян при разной норме высева. Исследования показали, что снижение нормы высева семян приводит к уменьшению урожайности, а увеличение густоты стояния растений сои способствует росту урожайности за счёт количества растений на единицу площади, а не за счёт индивидуальной продуктивности растений. Оптимальная норма высева семян сои сортов Батя и Хабаровский юбиляр оказалась равна 40–50 шт./м<sup>2</sup>, при этом урожайность сорта Батя составила 4,5–4,8 т/га, сорта Хабаровский юбиляр – 4,5–5,2 т/га.

**Ключевые слова:** соя, норма высева, урожайность, структура урожая, фотосинтетическая деятельность, чистая продуктивность фотосинтеза

**Для цитирования:** Федорова Т. Н., Асеева Т. А. Влияние густоты стояния растений на процессы фотосинтеза и продуктивность растений в соевом агроценозе в условиях Среднего Приамурья // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Вып. 2 (62). С. 57–64. doi: 10.22450/19996837\_2022\_2\_57.

Original article

### Influence of plant density on photosynthesis processes and plant productivity in soybean agrocenosis in the conditions of the Middle Priamurue

Tamara N. Fedorova<sup>1</sup>, Tatyana A. Aseeva<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Far Eastern Agricultural Research Institute, Khabarovsk Krai, Vostochnoye, Russia

<sup>1</sup> [fedorova.t.92@mail.ru](mailto:fedorova.t.92@mail.ru), <sup>2</sup> [aseeva59@mail.ru](mailto:aseeva59@mail.ru)

**Abstract.** The article presents the results of studies on the influence of plant density of the soybean varieties Batya i Khabarovskii yubilyar under the conditions of the Middle Amur region. We studied the influence of indicators of photosynthetic activity on the productive qualities of seeds at different seeding rates. The studies have shown that a decrease in seeding rate leads to a decrease in yield, and an increase in soybean plant density leads to an increase in yield due to the number of plants per unit area, and not due to individual plant productivity. The optimal seeding rate for soybean seeds of varieties Batya and Khabarovskii yubilyar of the day is 40–50 pcs/m<sup>2</sup>, where the yield of variety Batya was 4.5–4.8 t/ha, and that of Khabarovskii yubilyar of the day was 4.5–5.2 t/ha.

**Keywords:** soybean, seeding rate, yield, yield formula, photosynthetic activity, net productivity of photosynthesis

**For citation:** Fedorova T. N., Aseeva T. A. Vliyanie gustoty stoyaniya rastenii na protsessy fotosinteza i produktivnost' rastenii v soevom agrotsenoze v usloviyakh Srednego Priamur'ya [Influence of plant density on photosynthesis processes and plant productivity in soybean agrocenosis in the conditions of the middle Priamurue]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 2 (62): 57–64. (in Russ.). doi: 10.22450/19996837\_2022\_2\_57.

**Введение.** Продуктивность сорта реализуется в полной мере при обеспечении оптимальных условий формирования структурных элементов урожая, и, в первую очередь, густоты стояния растений в посевах. Вопрос о влиянии нормы высева на урожайность изучался многими учёными и остаётся дискуссионным до настоящего времени. Ряд авторов [16, 17, 18] считают, что густота растений сои в посевах зависит от продолжительности периода вегетации сорта, и норма высева семян средне- и позднеспелых сортов должна быть не менее 600 тысяч растений на гектар.

И. Ф. Беликов [4] считает, что на плодородных почвах норму высева сои целесообразно сокращать, по мнению же Г. В. Голова [8], В. Д. Блохина [6] и В. С. Витореца [7], наоборот – на почвах с высоким бонитетом уменьшать норму высева нет необходимости.

Выбор нормы высева и способа посева семян являются практическими приёмами управления освещённостью растений и контроля питания растений, а при загущении посевов соя страдает от недостатка света и склонна к полеганию. Соя относится к пропашной культуре с широкорядным способом посева, при котором площадь питания должна представлять форму прямоугольника [2, 3, 14]. От плотности растений в агроценозе зависит величина листового аппарата. Чем больше растений на единицу площади, тем продуктивность отдельного растения будет ниже, а урожайность посевов при этом будет увеличиваться. Одним из важных факторов установления пределов устойчивости растений к изменению условий окружающей среды является правильный выбор площади питания растений. Площадь питания растений возможно регулировать с помощью правильно подобранной плотности посева [9, 11].

Для выбора оптимальной нормы высева семян необходимо учитывать плодородие почвы, биологические особенности, а также способ посева сельскохозяйственной культуры. Оптимальная густота растений сои позволяет реализовать максимальную продуктивность растений на единицу площади [5, 10].

Оптимальной нормой высева семян считается такая, при которой формирование бобов будет происходить на главных,

а не на придаточных стеблях растений [14]. От того, какая площадь питания задействована у растений сои, будет зависеть степень освещённости культуры в посевах, обеспеченность питательными элементами и влагой. Все эти условия напрямую влияют на формирование генеративных органов, а также на протекание фотосинтеза в растениях.

При загущении посевов, продуктивность каждого отдельного растения снижается. Увеличение нормы высева приводит к вытягиванию растений в высоту. Это, в свою очередь, является плюсом в механизированной уборке за счёт увеличения высоты крепления нижних бобов [1, 12, 13].

*Целью исследований явилось изучение влияния нормы высева семян сои на фотосинтетическую деятельность и урожайность сортов Батя и Хабаровский юбилей в условиях Среднего Приамурья.*

**Материалы и методы исследования.** Полевые опыты по изучению нормы высева семян сортов сои селекции Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства Батя и Хабаровский юбилей проводились на полях института в период 2018–2020 гг. Повторность закладки опыта – четырёхкратная, площадь делянки – 4 м<sup>2</sup>. Семена высеивались с нормой: 20; 30; 40; 50 шт./м<sup>2</sup>. Объект исследований – сорта сои Батя и Хабаровский юбилей с периодом вегетации 120–135 дней.

Учёты и наблюдения проводились по общепринятым методикам – площадь листьев определялась методом высечек, продуктивность фотосинтеза по А. А. Ничипоровичу [15]. В ходе исследования изучались показатели фотосинтетической деятельности сои: фотосинтетический потенциал ( $\Phi\Pi$ ) и чистая продуктивность фотосинтеза ( $\text{ЧПФ}$ ).

Фотосинтетический потенциал рассчитывали, как произведение полусуммы площадей листьев за два последующих определения ( $S_1$  и  $S_2$ ) (в квадратных метрах) на длительность периода между этими определениями ( $T$ ) (в днях) по формуле (1):

$$\Phi\Pi = \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot T \quad (1)$$

Чистую продуктивность фотосинтеза определяли в среднем за период вегетации по формуле (2):

$$\text{чПФ} = \frac{B_2 - B_1}{0,5 \cdot (S_1 + S_2) \cdot n} \quad (2)$$

где  $B_1$  и  $B_2$  – сухая масса растений в конце и начале учетного периода, г;

$n$  – число дней между определениями.

В характеристиках продуктивности учитывали количество бобов, массу одной тысячи семян и урожайность растений сои. Статистический анализ результатов проводили по методике дисперсионного и корреляционного анализа с использованием стандартных компьютерных программ (*Statistica 12.0* и *Excel 365*).

**Результаты и обсуждение.** Метеорологические условия в годы исследований различались между собой по количеству тепла и осадков, что позволило в полной мере изучить их влияние на фотосинтетическую деятельность растений сои и формирование урожайности.

В 2018 г. сумма осадков за период вегетации составила 456,2 мм, сумма температуры приземного слоя воздуха – 2 328,8 °С и гидротермический коэффициент (ГТК) –1,87. В 2019 г. за период вегетации выпало 728,2 мм осадков при среднемноголетней норме 507 мм. Сумма температур за период вегетации составила 2 359,6 °С и ГТК – 3,12. В 2020 г. за период вегетации выпало 677,6 мм осадков, накопилось 2391,8 °С тепла, ГТК составил 2,6.

В фазу бобообразования максимальное значение площади листьев у сорта Батя изменялось в зависимости от гидротермических условий в годы исследований от 47,6 до 73,5 тыс. м<sup>2</sup>/га, у сорта Хабаровский Юбиляр – от 55,3 до 74,1 тыс.м<sup>2</sup>/га. Максимальная площадь листьев у изучаемых сортов была сформирована в благоприятных гидротермических условиях 2018 г. Наименьший же размер ассимилирующей поверхности наблюдался в условиях избыточного увлажнения в 2019 г.

Показателями деятельности фотосинтетического аппарата сои являются фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза. Фотосин-

тетический потенциал изменялся прямо пропорционально показателю площади листьев.

За период вегетации ФП у сортов сои Батя и Хабаровский юбиляр находился в пределах 1,6–3,7 и 2,4–4,0 м<sup>2</sup>·сутки/га соответственно (табл. 1). При густоте стояния 20 шт./м<sup>2</sup> показатель ФП был ниже на 16 %, чем при густоте 50 шт./м<sup>2</sup>.

Интенсивность фотосинтетической работы листьев определяется количеством общей сухой биомассы, образованной растениями в течение суток, в расчёте на один квадратный метр листьев, то есть показателем чистой продуктивности фотосинтеза. Показатель ЧПФ у сорта Батя варьировал, в зависимости от нормы высева семян, от 2,5 до 4,6 г/м<sup>2</sup> в сутки, у сорта Хабаровский юбиляр – от 3,6 до 4,8 г/м<sup>2</sup> в сутки.

Статистический и корреляционный анализ основных показателей продуктивности сои сортов Батя и Хабаровский юбиляр при разной плотности посева свидетельствует о специфической реакции сорта на уплотнение растений в посевах и формирование структурных элементов продуктивности (табл. 2 и 3).

Так, при увеличении нормы высева семян с 20 до 50 шт./м<sup>2</sup> у обоих изучаемых сортов происходит уменьшение количества ветвей на растении. Коэффициент корреляции между нормой высева и ветвлением у сорта Батя составляет минус 0,91, в то время как у сорта Хабаровский юбиляр минус 0,47.

Густота стояния растений оказывает влияние и на такой важный структурный элемент урожая как количество бобов на растении. С увеличением количества растений на единицу площади, их количество снижается независимо от сорта сои. Максимальное количество бобов формируется в изреженных посевах при густоте стояния растений 20 шт./м<sup>2</sup>. Увеличение на каждые десять растений снижает количество бобов у сорта сои Батя соответственно на 3,6–3,9 шт., у сорта Хабаровский юбиляр – на 6,1–3,0 шт. Коэффициент корреляции между нормой высева и количеством бобов на одном растении сои у сорта Батя составил минус 0,73, сорта Хабаровский юбиляр – минус 0,74.

**Таблица 1 – Показатели фотосинтетической активности сортов сои при разной плотности посева**

Показатель	Годы	Норма высева, шт./м <sup>2</sup>					
		20	30	40	50	$X_{cp} \pm \Delta X_{cp}$	V, %
<b>Сорт Батя</b>							
Максимальная площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	2018	54,7	58,7	62,2	73,5	62,3±15,7	13,0
	2019	47,6	49,3	51,0	57,7	51,4±12,3	8,6
	2020	53,4	55,6	58,1	64,1	57,8±11,9	8,0
Фотосинтетический потенциал, млн. м <sup>2</sup> ·дней/га	2018	3,3	3,3	3,5	3,7	3,4±0,6	5,5
	2019	1,6	1,6	1,7	2,1	1,8±0,7	13,6
	2020	2,7	2,8	3,0	3,0	2,9±0,4	5,2
Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м <sup>2</sup> в сутки	2018	4,2	4,2	4,4	4,6	4,4±0,6	4,4
	2019	2,4	2,5	2,5	2,7	2,5±0,3	5,0
	2020	3,5	3,5	3,7	3,7	3,6±0,3	3,2
<b>Сорт Хабаровский юбиляр</b>							
Максимальная площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	2018	57,3	60,2	65,3	74,1	64,2±13,4	11,5
	2019	55,3	59,4	61,3	65,7	60,4±12,0	7,1
	2020	55,4	57,3	59,7	66,3	59,7±12,2	8,0
Фотосинтетический потенциал, млн. м <sup>2</sup> ·дней/га	2018	3,5	3,8	3,8	4,0	3,8±0,7	5,5
	2019	2,4	2,6	2,7	2,9	2,7±0,6	7,9
	2020	3,0	3,1	3,3	3,4	3,2±0,5	5,7
Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м <sup>2</sup> в сутки	2018	4,4	4,6	4,6	4,8	4,6±0,5	3,5
	2019	3,4	3,6	3,8	3,8	3,7±0,5	5,2
	2020	4,0	4,2	4,3	4,3	4,2±0,4	3,4

**Таблица 2 – Статистическая обработка основных показателей продуктивности сои сортов Батя и Хабаровский юбиляр при разной плотности посева**

Показатель	Годы	Норма высева, шт./м <sup>2</sup>				Статистические данные		
		20	30	40	50	$X_{cp} \pm \Delta X_{cp}$	V, %	НСР <sub>0,5</sub>
<b>Сорт Батя</b>								
Урожайность, т/га	2018	3,7	4,2	4,6	4,8	4,3±1,5	11,2	0,6
	2019	2,9	3,5	4,2	4,7	3,8±2,1	19,8	0,9
	2020	4,0	4,3	4,7	4,9	4,5±1,0	9,0	0,4
Количество бобов, шт.	2018	37,8	35,0	29,2	25,6	2,8±0,5	7,4	–
	2019	31,9	27,4	24,9	21,2	2,7±0,6	9,7	–
	2020	41,3	37,7	34,4	30,5	36,0±11,3	12,8	–
Масса 1 000 семян, г	2018	188,7	181,3	193,3	195,3	189,7±13,5	3,3	–
	2019	212,0	214,0	212,5	206,6	211,3±7,0	1,5	–
	2020	214,8	214,8	215,0	216,1	215,2±1,4	0,3	–
<b>Сорт Хабаровский юбиляр</b>								
Урожайность, т/га	2018	4,0	4,3	4,8	5,5	4,7±1,6	14,1	0,8
	2019	3,1	3,7	4,2	4,6	3,9±1,5	16,6	0,7
	2020	4,1	4,7	5,0	5,5	4,8±1,3	12,1	0,7
Количество бобов, шт.	2018	51,5	42,1	37,0	35,3	41,5±17,8	17,6	–
	2019	40,0	35,2	31,4	25,6	33,1±14,9	18,4	–
	2020	43,0	38,8	38,0	36,7	39,1±6,7	7,0	–
Масса 1 000 семян, г	2018	170,7	170,7	170,0	179,3	172,7±9,6	2,6	–
	2019	184,0	180,0	172,0	176,4	178,1±11,1	2,9	–
	2020	196,2	200,2	204,2	200,4	200,3±7,1	1,6	–

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции урожайности сортов сои

Факторный показатель	Значения коэффициентов корреляции урожайности сортов	
	Батя	Хабаровский юбиляр
Максимальная площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	0,94	0,97
Фотосинтетический потенциал, млн. м <sup>2</sup> ·сутки/га	0,93	0,99
Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м <sup>2</sup> в сутки	0,95	0,97
Количество бобов, шт.	–0,73	0,06
Масса 1 000 семян, г	–0,74	0,03
Норма высева, шт./м <sup>2</sup>	0,82	0,80

Масса одной тысячи семян у сорта Хабаровский юбиляр была ниже, чем у сорта Батя на 19,8–24,8 г. Наиболее крупные семена сформировались в гидротермических условиях 2020 г., когда масса одной тысячи семян сорта Батя составила 215,2 г, сорта Хабаровский юбиляр – 200,2 г. Статистически значимых различий между густотой стояния растений и массой одной тысячи семян выявлено не было.

Увеличение растений в посевах снижает индивидуальную продуктивность растения, но за счёт увеличения количества растений на единицу площади максимальная урожайность обоих сортов реализуется при густоте стояния растений 50 шт./м<sup>2</sup>, что подтверждается коэффициентом корреляции, составившим 0,82 и 0,80 соответственно у сортов Батя и Хабаровский юбиляр.

**Заключение.** В результате проведённых исследований установлена сортовая реакция на уплотнение посевов сои. В большей степени зависимость формирования структурных элементов урожая наблюдается у сорта сои Батя.

Наиболее значимые факторы, влияющие на урожайность сои в условиях Среднего Приамурья, – это площадь листьев, фотосинтетический потенциал и чистая продукция фотосинтеза.

Оптимальная норма высева семян сои сортов Батя и Хабаровский юбиляр в условиях Среднего Приамурья составляет 40–50 шт./м<sup>2</sup>, что обеспечивает формирование урожая у сорта Батя – 4,5–4,8 т/га, у Хабаровского юбиляра – 4,5–5,2 т/га. Снижение нормы высева семян приводит к уменьшению урожайности.

#### Список источников

1. Ахмедова М. Б., Ерматова Д. Е. Густота стояния и норма высева сои при летнем посеве // Проблемы науки. 2017. № 8. С. 5–7.
2. Баранов В. Ф. Результаты и перспективы НИР по технологии возделывания сои во Всероссийском научно-исследовательском институте масличных культур // Итоги исследований по сое за годы реформирования и направления НИР на 2005–2010 гг. Краснодар : Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта, 2004. С. 146–152.
3. Баранов В. Ф., Лукомец В. М. Соя. Биология и технология возделывания. Краснодар : Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта, 2005. 433 с.
4. Беликов И. Ф. Соя, биология и урожайность // Сборник научных трудов Приморского сельскохозяйственного института. Уссурийск: Приморский сельскохозяйственный институт, 1976. С. 3–8.

5. Бельшклина М. Е. Фотосинтетическая деятельность посевов и формирование урожая раннеспелых сортов сои // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2019. № 1. С. 34–45.
6. Блохин В. Д. Промежуточный отчёт о НИР. Отдел земледелия. Благовещенск : Всероссийский научно-исследовательский институт сои, 1972. 78 с.
7. Витиорец В. С. Промежуточный отчет о НИР. Отдел земледелия. Благовещенск : Всероссийский научно-исследовательский институт сои, 1973. 68 с.
8. Голов Г. В. Почвы и экология агрофитоценозов Зейско-Буреинской равнины. Владивосток : Дальнаука, 2001. 162 с.
9. Головина Е. В. Фотосинтетическая деятельность сортов сои северного экотипа, возделываемых в условиях Центрально-Черноземного района // Зернобобовые и крупяные культуры. 2021. № 3. С. 41–49.
10. Деревянский В. П., Щербина Р. М. Оптимальные сроки и способы посева сои // Достижения науки и техники. 1993. № 4. С. 39.
11. Дозоров А. В., Ермошкин Ю. В. Фотосинтетическая деятельность сортов сои в зависимости от способов посева // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 1. С. 8–12.
12. Енкен В. Б. Соя. М. : Издательство сельскохозяйственной литературы, 1959. 623 с.
13. Миленко О. Г. Продуктивность агрофитоценоза сои в зависимости от сорта, норм высева семян и способов ухода за посевами // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 1. С. 50–57.
14. Пигорев И. Я., Данилова Л. В. Влияние нормы высева на урожайность и качество семян сои на серых лесных почвах центрального Черноземья // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2009. № 3. С. 57–59.
15. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А. А. Ничипорович, Л. Е. Строгонова, С. Н. Чмора, М. П. Власова. М. : Издательство Академии наук СССР, 1961. 136 с.
16. Costa J. A., Oplinger E. S., Pendleton J. W. Response of soybean cultivars to planting patterns // *Agronomy Journal*. 1980. Vol. 72. P. 153–157.
17. Hoggard A. L., Grover Shannon J., Johnson D. R. Effect of plant population on yield and height characters in determinate soybeans // *Agronomy Journal*. 1978. Vol. 70. P. 1070–1073.
18. Lueschen W. E., Hicks D. R. Influence of plant population on field performance of three soybean cultivars // *Agronomy Journal*. 1977. Vol. 69. P. 390–393.

### References

1. Akhmedova M. B., Ermatova D. E. Gustota stoyaniya i norma vyseva soi pri letnem poseve [Plant density and soybean seeding rate during summer sowing]. *Problemy nauki. – Problems of science*, 2017; 8: 5–7 (in Russ.).
2. Baranov V. F. *Rezultaty i perspektivy nauchno-issledovatel'skoj raboty po tekhnologii vozdel'yvaniya soi vo Vserossijskom nauchno-issledovatel'skom institute maslichnyh kul'tur [Results and prospects of research work on soybean cultivation technology at the All-Russian Research Institute of Oilseeds]*. In.: Itogi issledovaniy po soe za gody reformirovaniya i napravleniya nauchno-issledovatel'skih rabot na 2005–2010 gg. [The results of research on soy during the years of reform and the direction of research for 2005–2010], Krasnodar, Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut maslichnyh kul'tur imeni V. S. Pustovojta, 2004, P. 146–152. (in Russ.).
3. Baranov V. F., Lukomets V. M. *Soya. Biologiya i tekhnologiya vozdel'yvaniya [Soybean. Biology and cultivation technology]*, Krasnodar, Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut maslichnyh kul'tur imeni V. S. Pustovojta, 2005, 433 p. (in Russ.).
4. Belikov I. F. *Soya, biologiya i urozhainost' [Soybean, biology and productivity]*. Proceedings from *Sbornik nauchnyh trudov Primorskogo sel'skohozyajstvennogo instituta – Collection of scientific*

*papers of the Primorsky Agricultural Institute*. (PP. 3–8), Ussurijsk, Primorskij sel'skohozyajstvennyj institut, 1976 (in Russ.).

5. Belyshkina M. E. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' posevov i formirovanie urozhaya rannespelykh sortov soi [Photosynthetic activity of crops and the formation of the yield of early-ripening soybean varieties]. *Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. – *News of the Timiryazev Agricultural Academy*, 2019; 1: 34–45 (in Russ.).

6. Blokhin V. D. *Provezhutochnyj otchyot o nauchno-issledovatel'skoj rabote. Otdel zemledeliya* [Interim report on research work. Department of Agriculture], Blagoveshchensk, Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut soi, 1972, 78 p. (in Russ.).

7. Vitorets V. S. *Provezhutochnyj otchyot o nauchno-issledovatel'skoj rabote. Otdel zemledeliya* [Interim report on research work. Department of Agriculture], Blagoveshchensk, Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut soi, 1973, 68 p. (in Russ.).

8. Golov G. V. *Pochvy i ekologiya agrofytotsenozov Zeisko-Bureinskoj ravniny* [Soils and Ecology of Agrophytocenoses of the Zeya-Bureya Plain], Vladivostok, Dal'nauka, 2001, 162 p. (in Russ.).

9. Golovina E. V. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' sortov soi severnogo ekotipa, vzdelyvaemyh v usloviyah Central'no-Chernozemnogo rajona [Photosynthetic activity of soybean varieties of the northern ecotype cultivated in the conditions of the Central Chernozem region]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. – *Legumes and Groat Crops*, 2021; 3: 41–49 (in Russ.).

10. Derevyanskii V. P., Shcherbina R. M. Optimal'nye sroki i sposoby poseva soi [Optimal timing and methods of soybean sowing]. *Dostizheniya nauki i tekhniki*. – *Achievements of science and technology*, 1993; 4: 39 (in Russ.).

11. Dozorov A. V., Ermoshkin Yu. V. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' sortov soi v zavisimosti ot sposobov poseva [Photosynthetic activity of soybean varieties depending on sowing methods]. *Vestnik Ulyanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. – *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*, 2012; 1: 8–12 (in Russ.).

12. Enken V. B. *Soya* [Soybean], Moskva, Izdatel'stvo sel'skohozyajstvennoj literatury, 1959, 623 p. (in Russ.).

13. Milenko O. G. Produktivnost' agrofytotsenoza soi v zavisimosti ot sorta, norm vyseva semyan i sposobov ukhoda za posevami [The productivity of soybean agrophytocenosis depending on the variety, seeding rates and methods of crop care]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. – *Legumes and Groat Crops*, 2017; 1: 50–57 (in Russ.).

14. Pigorev I. Ya., Danilova L. V. Vliyanie normy vyseva na urozhainost' i kachestvo semyan soi na serykh lesnykh pochvakh tsentral'nogo Chernozem'ya [Influence of the seeding rate on the yield and quality of soybean seeds on gray forest soils of the Central Chernozem region]. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. – *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, 2009; 3: 57–59. (in Russ.).

15. Nichiporovich A. A., Strogonova L. E., Chmora S. N., Vlasova M. P. *Fotosinteticheskaya deyatel'nost' rastenii v posevakh* [Photosynthetic activity of plants in crops], Moskva, Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR, 1961, 136 p. (in Russ.).

16. Costa J. A., Oplinger E. S., Pendleton J. W. Response of soybean cultivars to planting patterns. *Agronomy Journal*, 1980; 72: 153–157.

17. Hoggard A. L., Grover Shannon J., Johnson D. R. Effect of plant population on yield and height characters in determinate soybeans. *Agronomy Journal*, 1978; 72: 1070–1073.

18. Lueschen W. E., Hicks D. R. Influence of plant population on field performance of three soybean cultivars. *Agronomy Journal*, 1977; 69: 390–393.

© Федорова Т. Н., Асеева Т. А., 2022

Статья поступила в редакцию 30.05.2022; одобрена после рецензирования 07.06.2022; принята к публикации 10.06.2022.

The article was submitted 30.05.2022; approved after reviewing 07.06.2022; accepted for publication 10.06.2022

**Информация об авторах**

**Федорова Тамара Николаевна**, младший научный сотрудник, Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, [fedorova.t.92@mail.ru](mailto:fedorova.t.92@mail.ru);

**Асеева Татьяна Александровна**, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент Российской академии наук, директор, Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, [aseeva59@mail.ru](mailto:aseeva59@mail.ru)

**Information about authors**

**Tamara N. Fedorova**, Resercher, Far Eastern Agricultural Research Institute, [fedorova.t.92@mail.ru](mailto:fedorova.t.92@mail.ru);

**Tatiana A. Aseeva**, Doctor Agricultural Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director, Far Eastern Agricultural Research Institute, [aseeva59@mail.ru](mailto:aseeva59@mail.ru)