

Наталья Георгиевна Калицкая

Всероссийский научно-исследовательский институт сои, старший научный сотрудник лаборатории селекции и генетики сои, Благовещенск, Россия

gap@vniisoi.ru

Анна Петровна Галиченко

Всероссийский научно-исследовательский институт сои, младший научный сотрудник лаборатории селекции и генетики сои, Благовещенск, Россия

gap@vniisoi.ru

Евгения Михайловна Фокина

Всероссийский научно-исследовательский институт сои, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и генетики сои, кандидат сельскохозяйственных наук, Благовещенск, Россия

fem@vniisoi.ru

ИЗУЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ БЕЛОЦВЕТКОВЫХ И ФИОЛЕТОВОЦВЕТКОВЫХ ФОРМ СОИ ПО ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫМ ПРИЗНАКАМ

Цель исследования – выделить источники основных хозяйственно полезных признаков из генетической коллекции белоцветковых и фиолетовоцветковых форм сои для их дальнейшего использования в селекционном процессе. Исследование проведено в полевом севообороте лаборатории селекции и генетики сои Всероссийского научно-исследовательского института (ВНИИ) сои с. Садовое Тамбовского района Амурской области. Средняя сумма активных температур за период вегетации сои составила 2 551 °С, количество выпавших осадков в среднем составило 584,7 мм. Представлены результаты оценки 72 сортов и образцов сои из генетической коллекции белоцветковых форм, в геноме которых имеется рецессивный ген w_1w_1 , обуславливающий белую окраску венчика цветка и фиолетовоцветковых форм, имеющих в геноме доминантный ген W_1W_1 , детерминирующий фиолетовую окраску венчика цветка средней группы спелости, с периодом вегетации 111–117 дней. Урожайность у лучших номеров из коллекции белоцветковых и фиолетовоцветковых форм сои варьировала от 29,0 до 34,7 ц/га и превышала стандартный сорт Даурию на 3,0–8,7 ц/га. Коэффициент вариации показателя был незначительный у 12 номеров (3,2–9,7 %), высокий – у 2 (25,2–27,6 %), остальные 12 номеров характеризовались средним коэффициентом вариации (10,2–19,7 %). По массе 1000 семян из коллекции выделено 11 номеров с массой 210,6–229,3 г, превышающих стандарт на 4,2–22,9 г. Изменчивость данного признака была незначительной (0,6–9,7 %). По высоте растений выделено 9 номеров, превышающих стандарт Даурию на 26–37 см. У всех выделенных номеров отмечена значительная изменчивость высоты растений сои (21,3–29,6 %). Выделено 11 номеров с прикреплением нижнего боба 18–19 см (+ 5–6 см к st) и высоким показателем изменчивости (21,0–28,2 %).

Ключевые слова: соя, сорт, образец, генетическая коллекция, хозяйственно полезные признаки, среднее арифметическое, коэффициент вариации.

Natalia G. Kalitskaya

All-Russian Research Institute of Soybeans, Senior Researcher, Laboratory of Soybean Breeding and Genetics, Blagoveshchensk, Russia

gap@vniisoi.ru

Anna P. Galichenko

All-Russian Research Institute of Soybeans, Junior Researcher, Laboratory of Soybean Breeding and Genetics, Blagoveshchensk, Russia

gap@vniisoi.ru

Evgeniya M. Fokina

All-Russian Research Institute of Soybeans, Leading Researcher at the Laboratory of Soybean Breeding and Genetics, Candidate of Agricultural Sciences, Blagoveshchensk, Russia
fem@vniisoi.ru

STUDYING THE SOYBEAN WHITE AND PURPLE FORMS GENETIC COLLECTION BY ECONOMICALLY USEFUL TRAITS

The aim of research is to identify the sources of the main economically useful traits from the genetic collection of white-flowered and violet-flowered forms of soybeans for their further use in the breeding process. Research was carried out in the field crop rotation of the laboratory of selection and genetics of soybeans of the All-Russian Scientific Research Institute (VNIИ) of soybeans in Sadovoe, Tambov District, Amur Region. The average sum of active temperatures during the growing season of soybeans was 2,551 °C, the amount of precipitation averaged 584.7 mm. The study presents the results of evaluating 72 varieties and samples of soybeans from the genetic collection of white-flowered forms, the genome of which contains the recessive gene w_1w_1 , which determines the white color of the flower corolla, and violet-flowered forms with the dominant gene W_1W_1 in the genome, which determines the purple color of the corolla of the flower of the middle group of ripeness, with the growing season 111–117 days. The yield of the best numbers from the collection of white-flowered and violet-flowered soybeans ranged from 29.0 to 34.7 c/ha and exceeded the standard variety Dauria by 3.0–8.7 c/ha. The coefficient of variation of the indicator was insignificant for 12 numbers (3.2–9.7 %), high – for two (25.2–27.6 %), the remaining 12 numbers were characterized by an average coefficient of variation (10.2–19.7 %). By the weight of 1000 seeds, 11 numbers with a weight of 210.6–229.3 g were identified from the collection, which exceeded the standard by 4.2–22.9 g. The variability of this trait was insignificant (0.6–9.7%). In terms of plant height, 9 numbers were allocated, exceeding the Dauria standard by 26–37 cm. All of the allocated numbers showed a significant variability in the height of soybeans (21.3–29.6 %). There are 11 numbers with an attachment of the lower bean 18–19 cm (+ 5... 6 cm to st) and a high rate of variability (21.0–28.2 %).

Keywords: soybean, variety, specimen, genetic collection, economically useful traits, arithmetic mean, coefficient of variation.

Введение. В настоящее время соя является одной из важнейших продовольственных культур в мире. Она отличается богатым химическим составом, высоким содержанием белка, жиров, витаминов и минеральных веществ [1, 2]. В Российской Федерации в последние годы производство сои стабильно растет, причем не только за счет расширения посевных площадей под культурой, но и повышения ее урожайности путем создания высокопродуктивных сортов [3, 4].

Изучение генофонда из большого объема коллекционного материала позволяет выделять генетические источники с хозяйственно ценными признаками для использования их в селекционном процессе, что способствует повышению селекционно-генетического потенциала урожайности вновь создаваемых сортов. Обычно определение средней хозяйственной ценности исследуемых сортов осуществляется с помощью многолетних полевых испытаний [5–7].

На сегодняшний день селекция сои в Амурской области направлена на дальнейшее увеличение спектра создаваемых сортов и увеличение потенциала урожайности, которые будут

способствовать расширению ареала возделывания культуры в регионе [8].

Цель исследования – выделить источники основных хозяйственно полезных признаков из генетической коллекции белоцветковых и фиолетовоцветковых форм сои для их дальнейшего использования в селекционном процессе.

Объекты и методы исследования. Исследование проведено в 2018–2020 гг. на опытном поле лаборатории селекции и генетики сои ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои (с. Садовое Тамбовского района Амурской области). Объект исследования – генетическая коллекция белоцветковых (36 номеров) и фиолетовоцветковых (36 номеров) форм сои, средней группы спелости (111–117 дней), используемых для проведения межвидовой и внутривидовой естественной гибридизации. В качестве материнских образцов используются белоцветковые формы сои, в геноме которых имеется рецессивный ген w_1w_1 , обуславливающий белую окраску венчика цветка. В качестве отцовских образцов используются формы дикой и культурной сои, имеющие в геноме доминантный ген W_1W_1 , детерминирующую

ший фиолетовую окраску венчика цветка. На стадии проростков у гибридов F₁ проводится идентификация по антоциановой окраске гипокотыля, тесно сцепленной с доминантным геном, кодирующим фиолетовую окраску венчика цветка. Антоциановая окраска доминирует над зеленой и видна уже на четвертый-пятый день после появления всходов. Именно доминирование антоциановой окраски гипокотыля положено в основу контроля над процессом гибридизации и выявления гибридных форм. Вторичная идентификация гибридов осуществляется по фиолетовой окраске венчика цветка в фазу цветения.

Возделывание сои проводилось по технологии, разработанной для южной сельскохозяйственной зоны Амурской области на луговой черноземовидной среднетощей почве [9, 10]. Семена сои коллекционных образцов высевали на однорядковых двухметровых делянках (площадь питания одного растения 45 × 10 см). Сорт сои Даурия селекции ВНИИ сои с периодом вегетации 113 дней был выбран в качестве стандарта, зарегистрированного в Амурской области. В течение вегетации проводили фенологические наблюдения и оценку по хозяйственно полезным признакам и биометрическим показателям. Для сохранения чистоты сортообразцов перед уборкой с каждой делянки отбирали одно лучшее растение по фенотипу, остальные растения убрали вручную серпом. Учет урожая проводили по каждой делянке.

Средняя сумма активных температур за период вегетации сои составила 2 551 °С; максимальная – 2709; минимальная – 2347 °С. В 2018 и в 2020 гг. сумма активных температур превышала среднееголетнюю на 126–238 °С, тогда как в 2019 г. этот показатель был ниже на 124 °С. Количество выпавших осадков в сред-

нем за период вегетации сои составило 584,7 мм; максимальное значение – 617; минимальное – 523 мм. За три года исследования количество выпавших осадков превышало среднееголетний показатель на 82–176 мм.

Анализ изменчивости признаков оценивался по коэффициенту вариации, который определяли по формуле $V_{\sigma} = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100 \%$.

Среднее арифметическое: $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$, где $\sum x_i$ – сумма всех вариантов, n – число всех вариантов.

Ошибка выборки: $S_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$, где σ – среднее квадратическое отклонение.

Результаты исследования и их обсуждение. Одним из основных направлений в селекции сои является повышение урожайности, которое зависит от генотипа сорта, места возделывания, погодных условий и агротехники [11, 12]. В таблице 1 представлены наиболее урожайные сорта и образцы генетической коллекции белоцветковых и фиолетовоцветковых форм сои. Средняя урожайность стандартного сорта Даурия за исследуемый период составляла 26,0 ц/га, коэффициент вариации – 6,3 %, что говорит о низкой степени изменчивости и стабильности данного генотипа независимо от погодных условий года возделывания. Урожайность у лучших номеров сои варьировала в пределах 29,0–34,7 ц/га (+ 3,0–8,7 ц/га к st). Изменчивость (V_{σ}) была незначительной у 46 % номеров и составляла 3,2–9,7 %. Значительную степень изменчивости (25,2–27,6 %) показали 8 % номеров, остальные 46 % характеризовались средним показателем изменчивости (10,2–19,7 %) урожайности.

Таблица 1

Сравнительная оценка урожайных номеров генетической коллекции сои (в среднем за 2018–2020 гг.)

Сорт, образец сои	Урожайность ц/га			$\bar{x} \pm S_x$	$V_{\sigma}, \%$
	2018 г.	2019 г.	2020 г.		
1	2	3	4	5	6
Коллекция белоцветковых форм сои					
Даурия (St)	26,0	28,0	24,0	26,0±1,2	6,3
Гармония х [(5/28 х Л ₆₂) х Кз-671]	32,0	34,0	24,0	30,0±3,1	14,4
(5/28 х Л ₆₂) х КБ 95	35,0	32,0	24,0	30,3±3,3	15,3
(Сад. х КБл.-550) х [(Сад. х Кз-6323) х Кз-6337]	35,0	27,0	27,0	29,7±2,7	12,7
(5/28 х Л ₆₂) х КА-457	37,0	29,0	25,0	30,3±3,5	16,5
(Сад. х КБл.-550) х [(Сад. х Кз-6323) х Кз-6371] х КБл.-50	44,0	26,0	25,0	31,7±6,2	27,6

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
и.о. из Маринаты/14 г	44,0	33,0	27,0	34,7±6,2	25,2
Бонус	34,0	30,0	27,0	30,3±2,0	9,5
Елка	39,0	29,0	25,0	31,0±4,2	19,0
Берег Амура	32,0	33,0	30,0	31,7±0,9	4,0
Александр Амурский	35,0	30,0	23,0	29,3±3,5	16,8
Коллекция фиолетовоцветковых форм сои					
Ария	26,0	28,0	33,0	29,0±2,1	10,2
ДЯ · 1 × КА-1413	34,0	32,0	35,0	33,7±0,9	3,7
Хэйхэ – 43	35,0	26,0	29,0	30,0±2,6	12,5
Хэйхэ – 38	32,0	30,0	34,0	32,0±1,1	5,1
Хэйхэ – 48	30,0	30,0	28,0	29,3±0,7	3,2
Л ₆₈₆ × Кз-571) × Кз-671	23,0	34,0	34,0	30,3±3,7	17,1
[Дя 1 × Кз-6323) × КТ-156] × КМ-695	37,0	28,0	23,0	29,3±4,1	19,7
КБ-63 × Даурия	26,0	33,0	30,0	29,7±2,0	9,7
Гардия	23,0	33,0	33,0	29,7±3,3	15,9
Арийка	33,0	27,0	30,0	30,0±1,7	8,2
Юрна	35,0	29,0	34,0	32,7±1,9	8,0
Хэди	30,0	34,0	32,0	32,0±1,1	5,1
Умка	36,0	28,0	30,0	31,3±2,4	10,8
Арво	32,0	26,0	29,0	29,0±1,7	8,5
Карат	31,0	30,0	27,0	29,3±1,2	5,8
Тундра	27,0	30,0	30,0	29,0±1,0	4,9
НСР ₀₅	0,31	0,63	0,31		

Одним из важнейших элементов структуры урожая является масса 1000 семян. У сорта-стандарта Даурия этот показатель в среднем за годы исследования составил 206,4 г и характеризовался низкой степенью изменчивости

(5,9 %) (табл. 2). Из коллекции было выделено 11 номеров с массой 1000 семян 210,6–229,3 г, превышающих стандарт на 4,2–22,9 г. Изменчивость данного признака была незначительной (0,6–9,7 %).

Таблица 2

**Сравнительная оценка сортов и образцов сои по массе 1000 семян
(в среднем за 2018–2020 гг.)**

Сорт, образец сои	Масса 1000 семян, г			$\bar{x} \pm S_x$	V _σ , %
	2018 г.	2019 г.	2020 г.		
1	2	3	4	5	6
Коллекция белоцветковых форм сои					
Даурия (St)	192,0	222,0	205,3	206,4±8,7	5,9
(5/28 × Л62) × КБл95	220,1	252,0	215,8	229,3±11,4	7,0
(Сад. × КБл.-550) × [(Сад. × Кз-6323) × Кз-6371] × КБл.-50	185,0	212,0	235,2	210,7±14,5	9,7
(Сад. × КБл.-550) × [(Сад. × Кз-6323) × Кз-6371] × КБл.-50	210,2	222,0	223,8	218,7±4,3	2,8
Бонус	211,0	209,0	211,8	210,6±0,8	0,6
Коллекция фиолетовоцветковых форм сои					
Хэйхэ – 22	208,0	227,0	212,0	215,7±5,8	3,8
ДЯ · 1 × КА-1413	222,0	223,0	236,6	227,2±4,7	2,9

1	2	3	4	5	6
Хэйхэ – 27 × Кордоба	220,0	214,0	218,2	217,4±1,7	1,2
Хэйхэ – 42 × Кордоба	192,0	224,0	223,0	213,0±10,5	7,0
Хэйхэ – 31 × Кордоба	209,0	242,0	227,6	226,2±9,5	6,0
Эмилия	203,0	220,0	210,6	211,2±4,9	3,3
Хэди	201,0	224,8	217,2	214,3±7,0	4,6

По высоте растений из коллекции белоцветковых и фиолетовоцветковых форм сои было выделено 8 номеров, превышающих стандарт Даурию (71 см) на 26–37 см (табл. 3). Коэффициент

вариации показал, что у всех выделенных номеров наблюдалась значительная изменчивость высоты растений сои (21,3–29,6 %).

Таблица 3

**Сравнительная оценка сортов и образцов сои по высоте растения
(в среднем за 2018–2020 гг.)**

Сорт, образец сои	Высота растения, см			$\bar{x} \pm S_x$	$V_{\sigma}, \%$
	2018 г.	2019 г.	2020 г.		
Коллекция белоцветковых форм сои					
Даурия (St)	68	76	70	71±2,4	4,8
Гармония × [(5/28 × Л ₆₂) × Кз-671]	70	110	121	100±15,5	21,8
ДЯ · 1 × [5/28 × Л ₆₂) × Кз-671]	69	107	121	99±15,5	22,2
Гармония × Ария	64	101	129	98±18,8	27,2
(Сад. × КБл.-550) × [(Сад. × Кз-6323) × Кз-6337]	70	111	142	108±20,8	27,4
Берег Амура	64	104	125	98±17,9	25,9
Коллекция фиолетовоцветковых форм сои					
Берег Амура × Даурия	63	110	137	103±21,6	29,6
Кордоба	70	109	119	99±14,9	21,3
Арийка	66	107	119	97±16,0	23,3

По высоте прикрепления нижнего боба определяется пригодность сорта к механизированной уборке. У таких сортов основная масса бобов располагается на среднем и верхнем ярусах куста. У стандарта Даурия нижние бобы располагались на высоте 13 см, изменчивость этого признака была незначительной и составила 9,8 % (табл. 4). Выделено 11 номеров с прикреплением нижнего

боба 18–19 см (+ 5–6 см к st). Отмечено, что все номера с высоким прикреплением нижних бобов из коллекции белоцветковых форм сои отличались значительным показателем изменчивости (21,0–28,2 %). У лучших номеров из коллекции фиолетовоцветковых форм сои коэффициент вариации был средним и составил 11,6–18,1 %.

Таблица 4

**Сорта и образцы сои с высоким прикреплением нижнего боба
(в среднем за 2018–2020 гг.)**

Сорт, образец сои	Высота прикрепления нижнего боба, см			$\bar{x} \pm S_x$	$V_{\sigma}, \%$
	2018 г.	2019 г.	2020 г.		
1	2	3	4	5	6
Коллекция белоцветковых форм сои					
Даурия (St)	11	14	13	13±0,9	9,8
Гармония × Ария	12	19	22	18±3,0	23,7
(5/28 × Л ₆₂) × КА-457	13	20	23	19±3,0	22,4
(Сад. × КБл.-550) × [(Сад. × Кз-6323) × Кз-6371] × КМ-705	13	18	26	19±3,8	28,2
(Сад. × КБл.-550) × [(Сад. × Кз-6323) × Кз-3671]	13	22	20	18±2,7	21,0

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6
Коллекция фиолетовоцветковых форм сои					
Хэйхэ – 48	15	21	20	19±1,9	14,1
Хэйхэ – 52	15	20	21	19±1,9	14,1
[Дя 1 × Кз-6323] × КТ-156] × КМ-695	15	19	21	18±1,8	13,6
Берег Амура × Хэйхэ – 52	15	20	18	18±1,4	11,6
Берег Амура × Дауря	15	20	20	18±1,7	12,9
Хэйхэ – 31 × Кордоба	14	22	18	18±2,3	18,1
Кордоба	15	20	23	19±2,3	17,1

Выводы. В результате проведенного исследования генетической коллекции белоцветковых и фиолетовоцветковых форм сои выделено: 26 источников высокой урожайности, 11 источников крупности семян, 8 источников высокостебельности и 11 источников высокого прикрепления нижнего боба. Найдены источники, сочетающие в себе два и более хозяйственно полезных признака. Данные сортообразцы рекомендуется использовать в селекционном процессе в качестве исходных родительских форм при гибридизации.

Список источников

- Soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] Breeding: History, Improvement, Production and Future Opportunities. In: Al-Khayri J., Jain S., Johnson D. (eds) *Advances in Plant Breeding Strategies: Legumes*. Springer, Cham / Anderson E.J. [et al.] 2019. DOI: 10.1007/978-3-030-23400-3_12.
- GWAS of agronomic traits in soybean collection included in breeding pool in Kazakhstan / A. Zatybekov [et al.] *BMC Plant Biol.* 2017. № 17 (179). DOI: 10.1186/s12870-017-1125-0.
- Кочегура А.В., Щегольков А.В., Зима Д.Е. Селекция сортов сои разных направлений использования для регионов России // *APK NEWS*. 2018. № 8. С. 16–19.
- Синеговский М.О., Малашонок А.А. Экономическая эффективность использования сортов сои в Амурской области. Благовещенск: ОДЕОН, 2016. 56 с.
- Катюк А.И., Зуев Е.В., Анисимкина Н.В. Источники хозяйственно ценных признаков для селекции сои в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья // *Масличные культуры: научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур*. 2016. Вып. 3 (167). С. 22–26.
- Фокина Е.М., Разанцев Д.Р. Перспективы использования коллекционного материала сои в селекционных исследованиях Приамурья // *Дальневосточный аграрный вестник*. 2019. Вып. 2 (50). С. 64–70.
- Оценка исходного материала сои по качеству зерна на гомеостатичность / А.Р. Ашиев [и др.] // *Зерновое хозяйство России*. 2019. № 5. С. 45–49. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-65-5-45-49.
- Фокина Е.М., Беляева Г.Н., Титов С.А. Новые сорта сои для Дальневосточного региона // *Дальневосточный аграрный вестник*. 2020. № 3 (55). С. 68–75. DOI: 10.24411/1999-6837-2020-13035.
- Система земледелия Амурской области / под общ. ред. П.В. Тихончука. Благовещенск: Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2016. 570 с.
- Технология возделывания сои в Амурской области: метод. рекомендации / В.А. Тильба [и др.]. Благовещенск. 2009. 72 с.
- A platform for soybean molecular breeding: the utilization of core collections for food security / L.J. Qiu, L.L. Xing, Y. Guo [et al.] // *Plant Mol Biol.* 2013. № 83. P. 41–50. DOI: 10.1007/s11103-013-0076-6.
- Molecular characterization and genetic diversity analysis of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) germplasm accessions in India / G. Kumawat, G. Singh, C. Gireesh [et al.] // *Physiol Mol Biol Plants*. 2015. № 21, P. 101–107. DOI: 10.1007/s12298-014-0266-y.

Refereces

- Soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] Breeding: History, Improvement, Production and Future Opportunities. In: Al-Khayri J., Jain S., Johnson D. (eds) *Advances in Plant Breeding Strategies: Legumes*. Springer, Cham / Anderson E.J. [et al.] 2019. DOI: 10.1007/978-3-030-23400-3_12.

- son E.J. [et al.] 2019. DOI: 10.1007/978-3-030-23400-3_12.
2. GWAS of agronomic traits in soybean collection included in breeding pool in Kazakhstan / A. Zatybekov [et al.] BMC Plant Biol. 2017. № 17 (179). DOI: 10.1186/s12870-017-1125-0.
 3. Kochegura A.V., Schegol'kov A.V., Zima D.E. Selekcija sortov soi raznyh napravlenij ispol'zovaniya dlya regionov Rossii // APK NEWS. 2018. № 8. S. 16–19.
 4. Sinegovskij M.O., Malashonok A.A. `Ekonomiceskaya `effektivnost' ispol'zovaniya sortov soi v Amurskoj oblasti. Blagoveschensk: ODEON, 2016. 56 s.
 5. Katyuk A.I., Zuev E.V., Anisimkina N.V. Istochniki hozyajstvenno cennyh priznakov dlya selekcii soi v usloviyah lesostepnoj zony Srednego Povolzh'ya // Maslichnye kul'tury: nauchno-tehnicheskij byulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnyh kul'tur. 2016. Vyp. 3 (167). S. 22–26.
 6. Fokina E.M., Razancvej D.R. Perspektivy ispol'zovaniya kollekcionnogo materiala soi v selekcionnyh issledovaniyah Priamur'ya // Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. 2019. Vyp. 2 (50). S. 64–70.
 7. Ocenka ishodnogo materiala soi po kachestvu zerna na gomeostatichnost' / A.R. Ashiev [I dr.] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 5. S. 45–49. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-65-5-45-49.
 8. Fokina E.M., Belyaeva G.N., Titov S.A. Noveye sorta soi dlya dal'nevostochnogo regiona // Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. 2020. № 3 (55). S. 68–75. DOI: 10.24411/1999-6837-2020-13035.
 9. Sistema zemledeliya Amurskoj oblasti / pod obsch. red. P.V. Tihonchuka. Blagoveschensk: Izd-vo Dal'nevostochnogo GAU, 2016. 570 s.
 10. Tehnologiya vozdeyvanija soi v Amurskoj oblasti: metod. rekomendacii / V.A. Til'ba [I dr.]. Blagoveschensk. 2009. 72 s.
 11. A platform for soybean molecular breeding: the utilization of core collections for food security / L.J. Qiu, L.L. Xing, Y. Guo [et al.] // Plant Mol Biol. 2013. № 83. P. 41–50. DOI: 10.1007/s11103-013-0076-6.
 12. Molecular characterization and genetic diversity analysis of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) germplasm accessions in India / G. Kumawat, G. Singh, S. Gireesh [et al.] // Physiol Mol Biol Plants. 2015. № 21, P. 101–107. DOI: 10.1007/s12298-014-0266-y.

