

А.Р. Ашиев ✉
К.Н. Хабибуллин
М.В. Скулова

Аграрный научный центр «Донской»,
Зерноград, Ростовская обл., Россия

✉ arkady.ashiev@yandex.ru

Поступила в редакцию:
25.04.2023

Одобрена после рецензирования:
20.11.2023

Принята к публикации:
04.12.2023

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-377-12-108-113

Arkady R. Ashiev ✉
Kirill N. Khabibullin
Maria V. Skulova

“Donskoy” Agrarian Research Center,
Zernograd, Rostov Region, Russia

✉ arkady.ashiev@yandex.ru

Received by the editorial office:
25.04.2023

Accepted in revised:
20.11.2023

Accepted for publication:
04.12.2023

Влияние элементов структуры урожая на семенную продуктивность коллекционных образцов сои

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Неотъемлемая часть при создании новых сортов — изучение элементов структуры урожая коллекционных образцов, а определение их влияния на урожайность позволит включить в селекционный процесс образцы с оптимальным их соотношением.

Методы. Исследования проводились на полях «АНЦ «Донской»» в 2019–2021 гг. в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания (2019 г.) и Методикой полевого опыта (2012 г.). Объекты исследований — 85 образцов сои из мировой коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИГРР) отечественной и зарубежной селекции.

Результаты. Наиболее урожайными были образцы с высотой растений 55–70 см, высотой прикрепления нижнего боба 16–17 см и 20–21 см, количеством ветвей 1,0–1,5 шт/раст, количеством бобов 30–35 шт/раст, количеством семян 65–70 шт/раст, массой 1000 семян 140–150 г и 190–200 г, массой семян с растения 11–12 г, периодом вегетации 112–114 дней, содержанием белка 39,0–39,5%, содержанием жира 21,0–21,5%.

Ключевые слова: соя, коллекция, сорт, урожайность, корреляция, зависимость, вариация

Для цитирования: Ашиев А.Р., Хабибуллин К.Н., Скулова М.В. Влияние элементов структуры урожая на семенную продуктивность коллекционных образцов сои. *Аграрная наука*. 2023; 377(12): 108–113. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-377-12-108-113>

© Ашиев А.Р., Хабибуллин К.Н., Скулова М.В.

The influence of crop structure elements on the seed productivity of soybean collection samples

ABSTRACT

Relevance. An integral part in the creation of new varieties is the study of the elements of the crop structure of collection samples, and the determination of their impact on yield will allow the inclusion of samples with their optimal ratio in the breeding process.

Methods. The research was carried out in the fields of the “Donskoy” Research Center in 2019–2021 in accordance with the Methodology of the State Variety Testing (2019) and the Methodology of Field Experience (2012). The objects of research are 85 soybean samples from the world collection of the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIGRR) of domestic and foreign breeding.

Results. The most productive were samples with plant height 55–70 cm, attachment height of the lower bean 16–17 cm and 20–21 cm, number of branches 1.0–1.5 pcs/rast, number of beans 30–35 pcs/rast, number of seeds 65–70 pcs/rast, weight of 1000 seeds 140–150 g and 190–200 g, weight of seeds from a plant 11–12 g, period vegetation period is 112–114 days, protein content is 39.0–39.5%, fat content is 21.0–21.5%.

Key words: soybean, collection, variety, yield, correlation, dependence, variation

For citation: Ashiev A.R., Khabibullin K.N., Skulova M.V. The influence of crop structure elements on the seed productivity of soybean collection samples. *Agrarian science*. 2023; 377(12): 108–113 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-377-12-108-113>

© Ashiev A.R., Khabibullin K.N., Skulova M.V.

Введение/Introduction

Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) — ценнейшая продовольственная культура в мировом земледелии [1].

Соевые бобы используются в пищевой и комбикормовой промышленности, при глубокой переработке получают кормовые добавки и белковые изоляты, а также в фармацевтической и медицинской промышленности [2].

Благодаря азотфиксирующим симбиотическим бактериям растение сои может усваивать атмосферный азот и служит для последующих культур хорошим предшественником. Соя довольно успешно используется в качестве зеленого удобрения [3].

Изменяющиеся погодно-климатические условия различных районов нашей страны предъявляют новые требования к исходному материалу в связи с созданием высокоадаптивных сортов. Для конкретного региона необходим селекционный материал, сочетающий в себе высокую семенную продуктивность, устойчивость к экстремальным факторам среды и устойчивость к болезням и вредителям [4].

Ученые вынуждены вести селекционный процесс по созданию сортов сои для богарного земледелия. Несмотря на большую проделанную работу селекционеров, современный сортовой состав сои по-прежнему подвержен сильному влиянию погодно-климатических условий [5]. Повышенный температурный режим воздуха в сочетании с недостаточным количеством влаги ведет к опаданию генеративных органов и, как следствие, снижению и потере урожайности (на 14–58%) [6].

Ростовская область — зона неустойчивого увлажнения. В связи с этим возникают определенные риски по сбору запланированного урожая. Недостаточная влагообеспеченность посевов в период «цветение — бобообразование» критически сказывается в конечном итоге на урожае семян [7].

В настоящее время селекционные исследования зернобобовых культур, в том числе и сои, в основном направлены на повышение урожайности сортов, содержание белка и жира в зерне и устойчивости к неблагоприятным факторам среды, а также пластичности и адаптивности [8].

Изучение коллекционного материала — это неотъемлемая часть селекционного процесса для создания новых сортов сои. Продуктивное развитие производства соевых бобов предполагает детальное исследование генотипов данной культуры для повышения конечного результата селекционной работы. Сохранение, скрининг и вовлечение в гибридизацию новых коллекционных образцов сои позволяют увеличить в будущих сортах урожайность, продуктивность и другие хозяйственно ценные признаки и свойства [9].

Цели исследований — выяснить степень влияния элементов структуры урожая на семенную продуктивность коллекционных образцов сои и выявить оптимальные их показатели.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

Исследования проводили на полях лабораторий селекции и семеноводства зернобобовых культур ФГБНУ «АНЦ «Донской»» в 2019–2021 гг.

Почва представлена черноземом обыкновенным мощным карбонатным тяжелосуглинистым. Предшественник — озимая пшеница.

Объекты исследований — коллекционные образцы сои из Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (г. Санкт-Петербург, Россия).

Исследования проводились на 85 образцах, различающихся по морфобиологическим и хозяйственно ценным признакам (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность и элементы ее структуры коллекционных образцов сои (среднее за 2019–2021 гг.)

Table 1. Yield and elements of its structure of soybean collection samples (average for 2019–2021)

| Образец (происхождение) | Страна происхождения | Урожайность, т/га | Период вегетации, дни | Высота, см | | Количество на растении, шт. | | | Масса, г | |
|-------------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|------------|---------------------------|-----------------------------|-------|-------|------------|-------------------------|
| | | | | растений | прикрепления нижнего боба | ветвей | бобов | семян | 1000 семян | семян с одного растения |
| Cordoba | Австрия | 1,06 | 118,0 | 51,1 | 14,7 | 2,5 | 26,2 | 53,6 | 182,9 | 9,85 |
| SG KEA | Австрия | 1,07 | 118,7 | 61,5 | 17,4 | 2,3 | 17,2 | 35,7 | 154,0 | 5,42 |
| Madison | Австрия | 1,16 | 115,3 | 61,2 | 15,1 | 2,1 | 29,7 | 54,7 | 135,2 | 7,67 |
| Анандо | Австрия | 1,05 | 123,7 | 69,1 | 18,4 | 1,6 | 23,1 | 42,1 | 144,1 | 6,22 |
| SG Калао | Австрия | 1,23 | 122,3 | 68,9 | 18,3 | 1,6 | 18,5 | 24,3 | 175,5 | 4,35 |
| Ясельда | Беларусь | 1,15 | 122,7 | 75,6 | 22,9 | 1,5 | 20,1 | 38,5 | 179,0 | 7,13 |
| Cotas | Венгрия | 1,30 | 121,3 | 71,6 | 19,7 | 1,5 | 21,2 | 38,8 | 145,8 | 5,66 |
| Жанская | Казахстан | 0,96 | 117,0 | 64,9 | 19,2 | 1,3 | 23,2 | 38,1 | 150,9 | 5,85 |
| Alta | Канада | 1,19 | 123,3 | 58,9 | 12,9 | 3,0 | 30,4 | 61,4 | 158,2 | 10,1 |
| Emperor | Канада | 1,17 | 120,3 | 55,9 | 12,6 | 2,4 | 22,3 | 41,1 | 185,5 | 8,34 |
| Premia | Канада | 1,24 | 116,0 | 58,7 | 19,8 | 2,4 | 29,2 | 56,1 | 156,6 | 8,68 |
| Им 55-2 | Канада | 1,27 | 119,3 | 54,3 | 17,5 | 2,4 | 31,4 | 62,1 | 147,4 | 9,60 |
| Кофу | Канада | 1,42 | 119,0 | 52,9 | 14,6 | 2,1 | 28,5 | 55,6 | 198,6 | 11,3 |
| МДТ-2 | Канада | 1,13 | 121,0 | 66,9 | 19,9 | 1,9 | 27,9 | 55,9 | 130,6 | 7,79 |
| МДТ-4 | Канада | 1,27 | 118,3 | 56,7 | 17,3 | 1,8 | 20,6 | 45,3 | 147,5 | 6,53 |
| МДТ-7 | Канада | 1,52 | 115,3 | 56,5 | 18,9 | 1,2 | 18,0 | 42,7 | 131,8 | 5,61 |
| Зельда | Канада | 1,18 | 123,7 | 61,9 | 18,3 | 1,3 | 15,3 | 29,1 | 161,0 | 4,94 |
| CBX 14 TOOC 3 | Канада | 1,46 | 114,0 | 58,4 | 18,0 | 1,2 | 19,9 | 39,8 | 149,0 | 5,91 |
| PR 110 5302041 | Канада | 0,91 | 110,3 | 54,0 | 12,4 | 1,9 | 29,3 | 46,8 | 160,2 | 7,77 |
| Antuxiaoneidou | Китай | 1,63 | 115,0 | 60,1 | 18,0 | 1,3 | 30,7 | 39,3 | 175,0 | 7,12 |
| Pin GD4192 | Китай | 1,15 | 125,7 | 72,4 | 22,3 | 0,8 | 18,8 | 38,6 | 178,7 | 7,05 |
| Зодиак | Молдова | 1,74 | 117,3 | 63,6 | 20,5 | 2,1 | 31,9 | 56,6 | 169,2 | 9,42 |
| Лумина | Молдова | 1,45 | 121,7 | 70,2 | 13,8 | 2,0 | 40,5 | 76,1 | 145,9 | 11,4 |
| Бессарабка 3 | Молдова | 1,50 | 123,7 | 56,3 | 19,5 | 3,1 | 32,2 | 63,7 | 148,5 | 10,3 |
| Клеопатра | Польша | 1,23 | 118,0 | 63,8 | 21,2 | 0,8 | 22,5 | 38,9 | 166,5 | 6,45 |
| Октябрь 70 | Россия | 1,42 | 124,3 | 59,0 | 21,6 | 1,7 | 22,8 | 51,2 | 148,5 | 8,40 |
| Азовская | Россия | 1,03 | 124,7 | 55,5 | 21,4 | 1,4 | 23,1 | 32,2 | 160,0 | 5,66 |
| Альба | Россия | 1,25 | 120,0 | 73,5 | 23,0 | 0,8 | 16,8 | 27,8 | 167,7 | 4,72 |
| Веселовская 3 | Россия | 0,96 | 120,0 | 72,0 | 21,8 | 0,8 | 19,4 | 36,4 | 151,7 | 5,36 |
| Весточка | Россия | 0,88 | 121,0 | 63,4 | 19,4 | 1,5 | 22,5 | 39,0 | 150,0 | 5,58 |
| ВНИИОЗ-1 | Россия | 1,54 | 122,3 | 72,5 | 20,7 | 1,3 | 24,0 | 44,5 | 164,1 | 7,40 |
| Дива | Россия | 1,10 | 129,0 | 67,0 | 23,1 | 1,5 | 20,9 | 48,7 | 152,0 | 7,63 |
| Дон 21 | Россия | 1,12 | 123,0 | 64,0 | 19,2 | 3,0 | 29,3 | 58,9 | 150,7 | 9,10 |
| Дончанка | Россия | 1,44 | 123,3 | 60,1 | 20,4 | 2,0 | 24,8 | 52,7 | 143,2 | 8,08 |
| Зара | Россия | 1,46 | 120,3 | 66,0 | 23,4 | 1,3 | 19,4 | 34,7 | 155,5 | 5,69 |
| Зерноградская 2 | Россия | 1,07 | 121,7 | 64,9 | 18,2 | 1,8 | 24,6 | 44,4 | 160,2 | 7,63 |
| Иристон | Россия | 1,21 | 120,0 | 66,1 | 17,4 | 3,1 | 31,9 | 51,8 | 165,2 | 8,59 |
| Л-3681 | Россия | 1,33 | 125,0 | 80,3 | 23,6 | 0,6 | 19,2 | 28,3 | 188,7 | 5,29 |
| Л-8653 | Россия | 1,53 | 118,7 | 69,1 | 16,3 | 1,6 | 26,7 | 55,8 | 119,7 | 5,97 |
| Ласточка | Россия | 1,10 | 127,7 | 66,5 | 21,2 | 1,5 | 19,4 | 34,0 | 149,2 | 5,40 |
| Лика | Россия | 1,58 | 124,7 | 66,7 | 20,8 | 1,0 | 28,4 | 48,5 | 149,1 | 7,69 |
| Линия 504/11 | Россия | 0,79 | 121,0 | 77,0 | 21,3 | 2,2 | 34,4 | 57,7 | 149,6 | 9,62 |
| Линия 697-11 | Россия | 1,42 | 117,0 | 62,0 | 16,8 | 2,0 | 33,6 | 65,4 | 136,6 | 8,81 |
| Линия 568/11 | Россия | 0,81 | 116,0 | 70,0 | 18,8 | 2,0 | 24,6 | 48,0 | 127,0 | 6,09 |
| Линия 696/11 | Россия | 1,07 | 123,7 | 83,2 | 19,4 | 2,1 | 26,1 | 49,6 | 171,6 | 8,30 |
| Лира | Россия | 0,86 | 112,0 | 66,5 | 20,7 | 0,7 | 21,1 | 40,2 | 158,4 | 6,34 |
| Маньчжеская | Россия | 1,37 | 122,3 | 62,3 | 18,3 | 1,6 | 23,2 | 39,4 | 173,1 | 7,23 |

(Продолжение таблицы 1. на след. стр.)

(Таблица 1. Продолжение)

| Образец (происхождение) | Страна происхождения | Урожайность, т/га | Период вегетации, дни | Высота, см | | Количество на растении, шт. | | | Масса, г | |
|-------------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|------------|---------------------------|-----------------------------|-------|-------|------------|-------------------------|
| | | | | растений | прикрепления нижнего боба | ветвей | бобов | семян | 1000 семян | семян с одного растения |
| Олимпия | Россия | 1,60 | 113,3 | 56,9 | 15,0 | 1,2 | 22,6 | 45,8 | 142,1 | 6,67 |
| Пума | Россия | 1,47 | 113,3 | 68,1 | 17,0 | 1,2 | 22,8 | 47,0 | 155,0 | 7,27 |
| Рента | Россия | 1,19 | 124,0 | 62,1 | 19,5 | 1,6 | 24,6 | 51,1 | 156,4 | 8,02 |
| РЖТ Шуна | Россия | 1,21 | 118,7 | 58,5 | 12,1 | 2,1 | 37,1 | 73,8 | 141,6 | 10,8 |
| РЖТС Форза | Россия | 1,22 | 117,7 | 56,0 | 14,3 | 1,4 | 26,7 | 48,5 | 144,0 | 6,93 |
| Селекта 101 | Россия | 1,66 | 122,0 | 64,5 | 22,1 | 1,3 | 19,9 | 44,8 | 146,7 | 7,35 |
| Селекта 201 | Россия | 1,41 | 120,3 | 67,8 | 21,3 | 2,5 | 26,2 | 46,5 | 144,2 | 6,84 |
| Селена | Россия | 1,59 | 112,7 | 65,6 | 21,5 | 0,8 | 21,3 | 45,8 | 143,6 | 6,99 |
| Синеока | Россия | 1,00 | 115,7 | 70,3 | 21,9 | 0,7 | 20,9 | 37,6 | 160,2 | 5,97 |
| Ск-69 | Россия | 1,07 | 105,0 | 54,5 | 13,8 | 1,8 | 27,8 | 52,5 | 131,0 | 7,01 |
| Ск-82 | Россия | 1,16 | 109,7 | 59,1 | 16,0 | 1,2 | 19,9 | 39,0 | 136,3 | 5,24 |
| Славия | Россия | 1,45 | 115,0 | 75,3 | 16,1 | 1,1 | 24,5 | 47,1 | 165,9 | 8,03 |
| Соер 3295 | Россия | 1,53 | 118,7 | 60,5 | 15,6 | 0,6 | 20,9 | 35,1 | 152,4 | 5,39 |
| Соер 4 | Россия | 1,34 | 118,0 | 71,2 | 19,3 | 2,7 | 22,9 | 41,3 | 200,9 | 8,47 |
| Чара | Россия | 1,03 | 117,7 | 73,1 | 17,4 | 1,8 | 41,2 | 80,0 | 163,4 | 14,3 |
| Дельта | Россия | 1,00 | 115,3 | 60,7 | 18,4 | 1,8 | 22,8 | 44,6 | 138,1 | 5,91 |
| Кружевница | Россия | 0,81 | 117,7 | 49,6 | 12,0 | 2,3 | 30,4 | 53,1 | 131,8 | 7,00 |
| Амиго | Россия | 1,15 | 110,7 | 61,8 | 15,3 | 1,9 | 31,6 | 47,2 | 153,4 | 7,39 |
| ВНИИС 2 | Россия | 1,33 | 126,7 | 62,0 | 19,4 | 1,2 | 21,0 | 42,0 | 186,7 | 7,86 |
| Мерчен | Россия | 1,21 | 127,3 | 56,5 | 16,8 | 1,4 | 17,6 | 31,2 | 183,4 | 5,80 |
| Лотос | Россия | 1,31 | 117,0 | 62,1 | 16,4 | 1,5 | 23,6 | 43,2 | 206,8 | 8,93 |
| Линия 758-1 | Россия | 1,33 | 121,7 | 66,8 | 17,6 | 2,2 | 25,0 | 42,3 | 145,2 | 6,26 |
| Ozzie | США | 1,41 | 121,0 | 62,3 | 17,8 | 1,8 | 21,8 | 43,0 | 163,7 | 7,38 |
| M-91-212006 | США | 1,10 | 125,7 | 66,1 | 21,8 | 2,5 | 30,8 | 60,4 | 158,1 | 10,4 |
| Аметист | Украина | 0,98 | 116,7 | 47,5 | 13,0 | 2,0 | 31,6 | 44,2 | 126,4 | 5,94 |
| Версия | Украина | 1,16 | 120,0 | 56,2 | 14,6 | 2,1 | 30,4 | 49,9 | 147,1 | 7,93 |
| Ланка | Украина | 1,39 | 119,3 | 65,4 | 21,6 | 2,2 | 27,6 | 41,1 | 159,8 | 6,93 |
| Оксана | Украина | 1,40 | 119,3 | 82,5 | 18,6 | 0,7 | 28,3 | 54,6 | 141,6 | 7,95 |
| Фемида | Украина | 1,18 | 115,7 | 63,3 | 14,9 | 1,5 | 30,3 | 48,8 | 159,3 | 7,93 |
| Южанка | Украина | 1,15 | 113,3 | 54,9 | 19,8 | 1,6 | 23,4 | 40,8 | 153,2 | 5,94 |
| Чернятка | Украина | 0,93 | 116,0 | 61,5 | 19,2 | 1,3 | 21,3 | 31,6 | 135,0 | 4,30 |
| Adoc | Франция | 1,26 | 126,0 | 74,1 | 19,8 | 2,5 | 24,6 | 44,6 | 145,9 | 6,58 |
| Сигалия 204 | Франция | 1,22 | 122,0 | 54,6 | 16,8 | 1,3 | 22,3 | 45,4 | 171,8 | 8,35 |
| Dom | Франция | 1,30 | 112,7 | 60,6 | 18,0 | 1,0 | 18,7 | 30,4 | 144,4 | 4,34 |
| Суматра | Франция | 1,41 | 124,7 | 61,0 | 19,9 | 2,0 | 20,3 | 47,8 | 150,8 | 7,31 |
| Сантана | Франция | 1,12 | 121,0 | 57,3 | 15,6 | 1,3 | 22,4 | 36,1 | 159,3 | 5,74 |
| Сафрана | Франция | 1,21 | 116,7 | 57,1 | 13,6 | 0,8 | 19,8 | 35,4 | 146,4 | 5,00 |
| Суедина | Франция | 1,33 | 119,7 | 56,8 | 15,0 | 1,3 | 18,5 | 32,0 | 132,9 | 4,20 |
| Балатон | Чехия | 1,46 | 127,3 | 59,6 | 16,6 | 1,6 | 23,1 | 44,2 | 186,9 | 8,63 |

Таблица 2. Средние показатели урожайности семян и морфобиологических признаков коллекции сои (среднее за 2019–2021 гг.)

Table 2. Average Indicators of seed yield and morpho-biological characteristics of the soybean collection (average for 2019–2021)

| Название | Урожайность, т/га | Вегетационный период, дни | Высота, см | | Количество на растении, шт. | | | Масса, г | |
|-------------------------|-------------------|---------------------------|------------|---------------------------|-----------------------------|-------|-------|------------|-------------------------|
| | | | растений | прикрепления нижнего боба | боковых ветвей | бобов | семян | 1000 семян | семян с одного растения |
| Среднее | 1,2 | 119,5 | 63,4 | 18,2 | 1,7 | 24,8 | 45,7 | 155,6 | 7,3 |
| Коэффициент вариации, % | 17,1 | 3,8 | 11,4 | 16,2 | 35,9 | 21,5 | 23,2 | 11,2 | 25,0 |
| Стандартное отклонение | 0,2 | 4,6 | 7,3 | 3,0 | 0,6 | 5,3 | 10,6 | 17,5 | 1,8 |

¹ Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1: Общая часть. Москва. 2019; 384.

² Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 5-е изд., доп. и перераб. М.: Книга по требованию. 2012; 352.

³ <https://ru-meteo.ru/zernograd/hour>

Коллекционный питомник высевали широкорядным способом сеялкой ССФК-7. Ширина междурядий — 0,45 м. Площадь делянки — 5 м². Механизированную уборку проводили при достижении семян полной спелости комбайном Wintersteiger.

Исследования проводились согласно Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019 г.)¹. Математическая обработка результатов исследований проведена по методике Б.А. Доспехова (2012 г.)² и с помощью программы Statistica 10 (США).

За годы исследований метеорологические условия, по данным метеостанции (г. Зерноград, Ростовская обл., Россия) за 2019–2021 гг.³, были нестабильными и различными по годам.

Вегетационный период сои 2019 года по количеству выпавших осадков характеризовался благоприятными условиями для роста и развития растений. Превышение осадков над среднемноголетними данными было выше на 4,8–13,7 мм при температуре на уровне среднемноголетних.

В 2020 году распределение осадков было на уровне среднемноголетних данных, а температурный режим в период вегетации сои был на 0,4–4,7 °С выше среднемноголетних, что отрицательно повлияло на развитие растений и урожайность семян сои.

Условия вегетации в 2021 году характеризовались повышенным количеством осадков, особенно в начальные фазы развития и в период созревания, и повышенной температурой в сравнении со среднемноголетними показателями. Данные условия благоприятствовали вегетации сои.

Результаты и обсуждения / Results and discussion

В процессе изучения 85 образцов коллекции сои было выявлено, что морфобиологические признаки образцов коллекции сои имели различную степень межсортовой изменчивости, выраженной коэффициентом вариации (табл. 2).

В среднем за годы исследований урожайность семян составила 1,24 т/га. Вариация показала средний уровень межсортовой изменчивости (17,1%). Наименьшей вариацией из оцененных показателей обладал признак «вегетационный период», имея значение 3,8%. Это связано с тем, что в исследования были включены ранние и среднеранние образцы. Средний уровень вариации (от 10 до 20%) наблюдался у показателей: высота растений (11,4%), высота прикрепления нижнего боба (16,2%), масса 1000 семян (11,2%). Высокий уровень вариации (более 20%) отмечен у признаков: количество бобов (21,5%) и семян (23,2%) на растении, масса семян с одного растения (25,0%). Самый высокий уровень вариации был у признака «количество ветвей на растении», имея значение 35,9%.

В данных исследованиях период вегетации варьировал от 105 дней (Ск-69) до 129 дней (Дива) при среднем по коллекции 119,5 дней (рис. 1).

Корреляционная зависимость урожайности семян и периода вегетации была низкой положительная ($r = +0,18$). Основная часть коллекционных образцов была среднеранней (116–122 дня). Наиболее урожайными (более 1,6 т/га) были образцы, которые имели вегетационный период 112–118 и 120–122 дня. Максимальную урожайность показали образцы с вегетационным периодом 116–118 дней.

Высота растений варьировала от 47,5 см (Аметист) до 83,2 см (Линия 696/11), в среднем по коллекции — 63,4 см. Данный признак влияет на вегетационный период, устойчивость к полеганию, засухоустойчивость и продуктивность. Оценка степени ее влияния на урожайность семян показала низкий положительный уровень ($r = +0,03$) (рис. 2).

Наиболее урожайными были образцы с высотой растений 55–70 см.

Высота прикрепления нижнего боба показывает, насколько сорт пригоден к механизированной уборке. В данных исследованиях степень ее влияния на семенную продуктивность была низкой положительной ($r = +0,10$) и варьировала от 12 см (Кружевница) до 23,6 см (Л 3681) при среднем по коллекции 18,2 см (рис. 3).

График размаха показал, что большинство образцов имеют высоту прикрепления нижнего боба более 16 см и две вершины с максимальной урожайностью семян, на которых высота прикрепления 16–17 см и 20–21 см. В исследованиях также интересны положительные отклонения, отображенные на графиках в виде крайних точек.

Амплитуда межсортовой изменчивости признака «количество боковых ветвей» в исследованиях была максимальной ($V = 35,9\%$) (табл. 1). Для подавляющего большинства сортов сои характерна средняя ветвистость (2–3 ветви). В данных исследованиях количество боковых ветвей варьировало от 0,6 шт/раст (Соер 3295) до 3,1 шт/раст (К 4832) при среднем по коллекции 1,7 шт/раст. Корреляционная зависимость между урожайностью семян и количеством ветвей была низкой положительной ($r = +0,12$) (рис. 4).

Наибольшее количество коллекционных образцов сои имело количество ветвей на растении от 0,5 до 2,5 шт/раст. Максимальная урожайность семян была у образцов с количеством ветвей 1,0–1,5 и 2,0–2,5 шт/раст.

Большинство ученых сходятся во мнении, что показатель «количество бобов на растении» — один из самых главных признаков, определяющих урожайность. Но данный элемент структуры урожая сильно подвержен влиянию погодных-климатических условий. Объясняется это тем, что в период «цветение — созревание», как правило, ощущается дефицит почвенной и атмосферной влаги и питательных веществ, в результате чего часть бобов опадает или не достигает нормального развития. В исследованиях выявлено, что влияние количества бобов на растении на урожайность семян была слабая отрицательная ($r = -0,04$), а количество бобов на растении варьировалось от 15,3 шт/раст (Зельда) до 41,2 шт/раст (Чара) при среднем по коллекции 24,8 шт/раст (рис. 5).

Большая часть образцов коллекции имела 20–25 бобов на растении, а максимальные значения урожайности были у образцов, имеющих 15–20 и 30–35 бобов на растении.

Количество семян на растении является одним из определяющих величину семенной продуктивности.

Рис. 1. Влияние периода вегетации на урожайность семян образцов коллекции сои, 2019–2021 гг.

Fig. 1. The influence of the growing season on the seed yield of soybean collection samples, 2019–2021

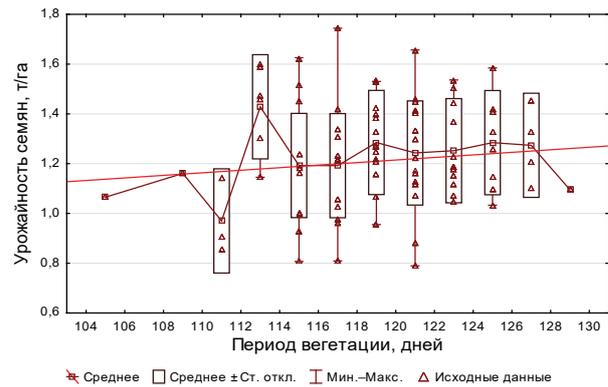


Рис. 2. Влияние высоты растений на урожайность семян образцов коллекции сои, 2019–2021 гг.

Fig. 2. The effect of plant height on the seed yield of soybean collection samples, 2019–2021

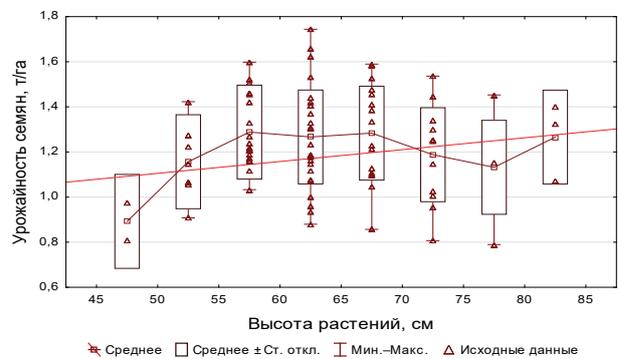


Рис. 3. Влияние высоты прикрепления нижнего боба на урожайность семян образцов коллекции сои, 2019–2021 гг.

Fig. 3. The effect of the attachment height of the lower bean on the seed yield of soybean collection samples, 2019–2021

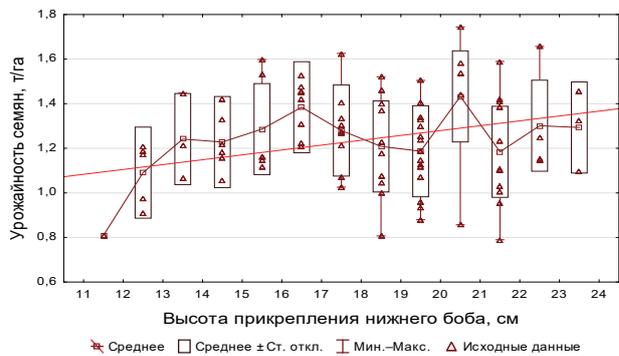


Рис. 4. Влияние количества ветвей на растении на урожайность семян образцов коллекции сои, 2019–2021 гг.

Fig. 4. The effect of the number of branches on the plant on the seed yield of soybean collection samples, 2019–2021

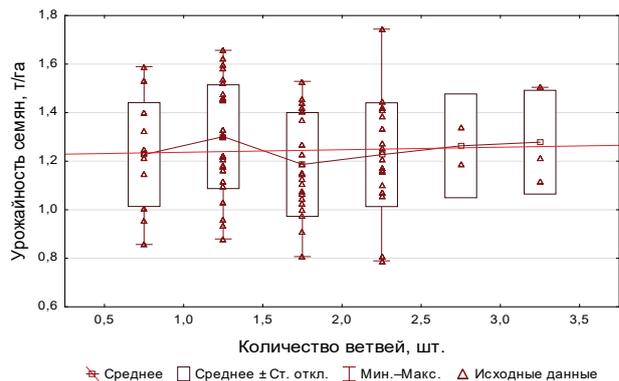


Рис. 5. Влияние количества бобов на растении на урожайность семян образцов коллекции сои, 2019–2021 гг.

Fig. 5. The effect of the number of beans on the plant on the seed yield of soybean collection samples, 2019–2021

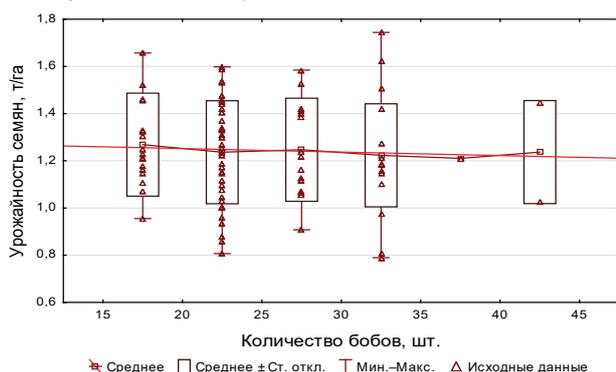


Рис. 6. Влияние количества семян на растении на урожайность семян образцов коллекции сои, 2019–2021 гг.

Fig. 6. The effect of the number of seeds on the plant on the seed yield of soybean collection samples, 2019–2021

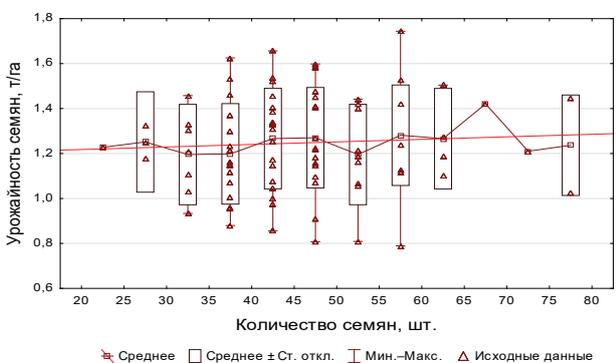


Рис. 7. Влияние крупности семян на урожайность семян образцов коллекции сои, 2019–2021 гг.

Fig. 7. The effect of seed size on the seed yield of soybean collection samples, 2019–2021

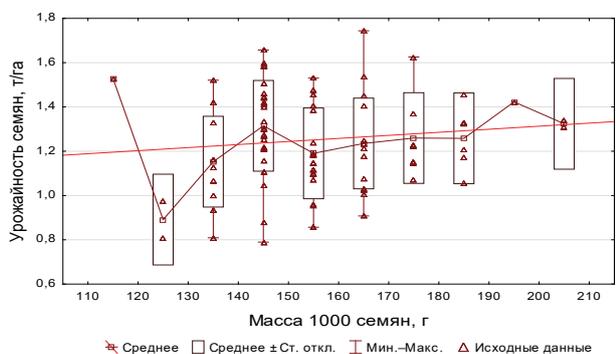
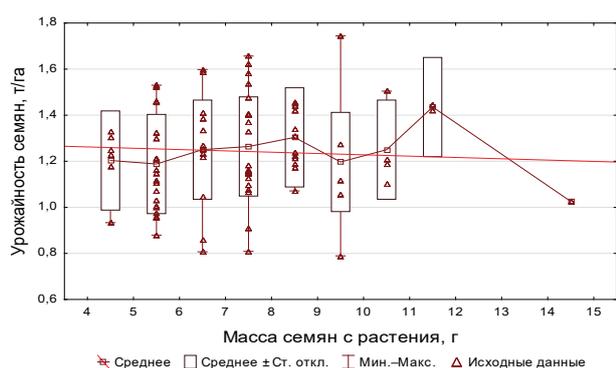


Рис. 8. Влияние массы семян с растения на урожайность семян образцов коллекции сои, 2019–2021 гг.

Fig. 8. The effect of seed weight from a plant on the yield of seeds of soybean collection samples, 2019–2021



Влияние количества семян на растении на урожайность семян в исследованиях — слабое положительное ($r = -0,07$). Столь низкое значение корреляции объясняется нивелированием значений между образцами, так как размах межсортовой изменчивости у образцов составил от 24,3 шт/раст (СТ Калао) до 80,0 шт/раст (Чара) при среднем по коллекции 45,7 шт/раст (рис. 6).

Максимальная урожайность сформирована образцами, имеющими 35–50 и 55–60 семян на растении.

Масса 1000 семян — значимый селекционный признак, который обладает большой сортовой изменчивостью и подвержен влиянию условий произрастания и года, в то же время сохраняя межсортовые различия. Так, влияние массы 1000 семян на урожайность семян было низким положительным ($r = +0,12$), а средний показатель массы 1000 семян в исследованиях у изучаемых образцов составил 155,6 г — в диапазоне от 119,7 г (Л 8653) до 206,8 г (Лотос) (рис. 7).

Основная часть коллекционных образцов имела среднюю крупность семян — 130–180 г. График размаха имеет две вершины. Наиболее урожайными были образцы, которые имели крупность семян 140–150 г и 190–200 г соответственно. Максимальную урожайность показали образцы с крупностью семян 160–170 г.

Влияние массы семян с растения на урожайность семян было низким положительным ($r = +0,11$). Масса семян с растения варьировала от 4,2 г (Суедина) до 14,3 г (Чара) при средней по коллекции 7,62 г ($V = 25,0\%$) (рис. 8).

Основная часть коллекционных образцов имела среднюю продуктивность семян — 5–9 г. Наиболее урожайными были образцы, которые имели продуктивность семян 11–12 г. Максимальную урожайность показали образцы с массой семян с растения 9–10 г.

В результате исследований выделились 11 коллекционных образцов сои с высокой продуктивностью семян и оптимальным соотношением элементов структуры урожая, такие как Зодиак (Молдова), Селекта 101 (Россия), Antuxiaoneidou (Китай), Олимпия (Россия), Селена (Россия), Лика (Россия), ВНИИОЗ-1 (Россия), Соер 3295 (Россия), Л 8653 (Россия), МДТ-7 (Канада), К-4832 (Россия).

Отобранные коллекционные образцы в результате проведенных исследований будут вовлечены в дальнейшую селекционную работу в качестве родительских форм с оптимальным соотношением элементов структуры урожая и высокой продуктивностью семян.

Выводы/Conclusion

В процессе изучения 85 образцов коллекции сои было выявлено, что в 2019–2021 гг. урожайность варьировала от 0,79 т/га (Линия 504/11) до 1,74 т/га (Зодиак) (в среднем по коллекции — 1,24 т/га).

Наиболее урожайными были образцы с высотой растений 55–70 см, высотой прикрепления нижнего боба 16–17 см и 20–21 см, количеством ветвей 1,0–1,5 и 2,0–2,5 шт/раст, количеством бобов 30–35 шт/раст, количеством семян 65–70 шт/раст, массой 1000 семян 140–150 г и 190–200 г, массой семян с растения 11–12 г, периодом вегетации 112–114 дней, содержанием белка 39,0–39,5%, содержанием жира 21,0–21,5%.

По результатам исследований изучения взаимосвязей морфобиологических признаков с урожайностью выделенные образцы коллекции сои будут использоваться как исходный материал в дальнейшей селекционной работе.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Вклад в работу и написание статьи:

Ашиев А.Р. — 55 %; Хабибуллин К.Н. — 35 %; Скулова М.В. — 10 %. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

Contribution to the work and writing of the article:

Ashiev A.R. — 55%; Khabibullin K.N. — 35%; Skulova M.V. — 10%. The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Варламова Н.В., Родионова М.А., Ефремова Л.Н., Харченко П.Н., Высоцкий Д.А., Халилуев М.Р. Индукция непрямого органогенеза побегов сои *Glycine max* (L.) Merr. из сегментов стебля для применения в качестве эксплантов при агробактериальной трансформации. *Сельскохозяйственная биология*. 2018; 53(3): 521–530. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2018.3.521rus>
2. Мищенко А.В., Ильинская И.Н., Гаева Э.А. Влияние элементов технологии на урожайность и водопотребление сои на склонах чернозёмов обыкновенных. *Зерновое хозяйство России*. 2021; (3): 62–68. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-75-3-62-68>
3. Ашиев А.Р., Скулова М.В., Чегунова А.В. Гомеостатичность коллекционных образцов сои по признаку «масса семян с одного растения». *Зерновое хозяйство России*. 2020; (5): 68–72. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-71-5-68-72>
4. Вишнякова М.А., Сеферова И.В., Самсонова М.Г. Требования к исходному материалу для селекции сои в контексте современных биотехнологий (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2017; 52(5): 905–916. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.5.905rus>
5. Козлов А.А., Романов Б.В., Сеферова И.В. Вегетационный период и основные морфометрические признаки коллекционного материала сои в условиях Приазовья. *Аграрный вестник Урала*. 2022; (4): 14–25. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-219-04-14-25>
6. Кипшакбаева Г.А., Амантаев Б.О., Тлеулина З.Т., Жанбыршина Н.Ж., Кулжабаев Е.М. Изучение и создание исходного материала сои в условиях Северного Казахстана. *Аграрный вестник Урала*. 2022; (2): 40–47. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-217-02-40-47>
7. Васильченко С.А., Метлина Г.В., Кравченко Н.С. Влияние сроков посева на качество семян, экономическую и энергетическую эффективность возделывания сои. *Зерновое хозяйство России*. 2019; (2): 3–7. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-62-2-3-7>
8. Шаболкина Е.Н., Анисимкина Н.В., Майстренко О.А. Изучение биохимических свойств муки зернобобовых культур (горох, соя), физических и хлебопекарных показателей теста смесей с пшеничной мукой. *Зерновое хозяйство России*. 2022; (1): 65–69. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2022-79-1-65-69>
9. Фокина Е.М., Разанцев Д.Р. Перспективы использования коллекционного материала сои в селекционных исследованиях Приамурья. *Дальневосточный аграрный вестник*. 2019; (2): 64–70. <https://doi.org/10.24411/1999-6837-2019-12022>

ОБ АВТОРАХ

Аркадий Русекович Ашиев

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

arkady.ashiev@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-2101-2321>

Кирилл Наильевич Хабибуллин

младший научный сотрудник

kira1992k@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4136-1649>

Мария Владимировна Скулова

агроном

povolotskaya68@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-7382-4703>

Аграрный научный центр «Донской»,
ул. Научный городок, 3, Зерноград, Ростовская обл., 347740,
Россия

REFERENCES

1. Varlamova N.V., Rodionova M.A., Efremova L.N., Kharchenko P.N., Vysotsky D.A., Khaliluev M.R. Indirect shoot organogenesis of soybean *Glycine max* (L.) Merr. from stem segments and use of the explants for agrobacterium-mediated transformation. *Agricultural Biology*. 2018; 53(3): 521–530. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2018.3.521eng>
2. Mishchenko A.V., Ilinskaya I.N., Gaevaya E.A. The effect of elements of soybean cultivation technology on its productivity and water consumption on the slopes of ordinary blackearth. *Grain Economy of Russia*. 2021; (3): 62–68 (In Russian). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-75-3-62-68>
3. Ashiev A.R., Skulova M.V., Chegunova A.V. Homeostaticity of the collection samples of soybeans according to the trait “seed weight per plant”. *Grain Economy of Russia*. 2020; (5): 68–72 (In Russian). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-71-5-68-72>
4. Vishnyakova M.A., Seferova I.V., Samsonova M.G. Genetic sources required for soybean breeding in the context of new biotechnologies (review). *Agricultural Biology*. 2017; 52(5): 905–916. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.5.905eng>
5. Kozlov A.A., Romanov B.V., Seferova I.V. Vegetation period and basic morphometric traits of soybean germplasm in the conditions of Azov region. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022; (4): 14–25 (In Russian). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-219-04-14-25>
6. Kipshakbaeva G.A., Amantaev B.O., Tleulina Z.T., Zhanbyrshina N.Zh., Kulzhabaev E.M. Study and creation of the source material of soybeans in the conditions of Northern Kazakhstan. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022; (2): 40–47 (In Russian). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-217-02-40-47>
7. Vasilchenko S.A., Metlina G.V., Kravchenko N.S. The sowing term effect on seed quality, economic and energetic efficiency of soybean cultivation. *Grain Economy of Russia*. 2019; (2): 3–7 (In Russian). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-62-2-3-7>
8. Shabolkina E.N., Anisimkina N.V., Maistrenko O.A. The study of biochemical properties of legume flour (peas, soybeans), physical and baking indicators of the dough from mixtures with wheat flour. *Grain Economy of Russia*. 2022; (1): 65–69 (In Russian). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2022-79-1-65-69>
9. Fokina E.M., Razantsvey D.R. Prospects for the use of soybean collection material used in breeding studies in Priamurye (Amur region). *Far East Agrarian Herald*. 2019; (2): 64–70 (In Russian). <https://doi.org/10.24411/1999-6837-2019-12022>

ABOUT THE AUTHORS

Arkady Rusekovich Ashiev

Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher

arkady.ashiev@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-2101-2321>

Kirill Nailevich Khabibullin

Junior Research Assistant

kira1992k@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4136-1649>

Maria Vladimirovna Skulova

Agronomist

povolotskaya68@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-7382-4703>

Agricultural Research Center “Donskoy”,
3 Nauchny gorodok Str., Zernograd, Rostov region, 347740, Russia