

БОТАНИКА

Научная статья

УДК 581.522.4:582.675.1: [58:069.29] (470:21)

CDOWIX

doi: 10.17072/1994-9952-2024-2-132-140



**Результаты первичной интродукционной оценки сои в условиях
средней тайги Западной Сибири**

Екатерина Алексеевна Моисеева^{1✉}, Римма Ханифовна Бордей²,

Наталья Ивановна Ложкина-Гамецкая³

^{1✉} Сургутский государственный педагогический университет, Сургут, Россия, lapinaea_vizit@mail.ru

² Сургутский государственный университет, Сургут, Россия, ar80@yandex.ru

³ Сургутский государственный педагогический университет, Сургут, Россия, L-G.surgpu@mail.ru

Аннотация. Впервые с целью изучения особенностей индивидуального роста и развития, а также первичной оценки перспективности возделывания сои сорта 'СК Артика' на зеленый корм и целесообразности применения препарата «Хайкоут Супер Соя» в экстремальных почвенно-климатических условиях севера был проведен интродукционный полевой эксперимент. Район интродукционного исследования расположен в Ханты-Мансийском автономном округе – Югра (ХМАО-Югра), в центральной части Западно-Сибирской равнины на правом берегу р. Оби и относится к третьему агроклиматическому району возделывания ранних культур. Полученные данные свидетельствуют, что в условиях пункта интродукции высота стеблестоя сои в зависимости от варианта опыта варьирует от 31 до 86 см, сбор зеленой массы – от 12.4 до 106.6 ц/га и до 33.4 ц/га абсолютно-сухого вещества. Продолжительность периода всходы – цветение интродуцента составила от 60 до 65 суток. Предпосевная бактериализация семян сои культурной сорта 'СК Артика' препаратом «Хайкоут Супер Соя» способствовала удлинению вегетационного периода растений при более низкой обеспеченности теплом за счет сокращения основных фенологических фаз. Наблюдалось снижение стрессового влияния лимитирующих факторов, что способствовало усилению ростовых процессов культуры и формированию высоких урожаев сои в суровых почвенно-климатических условиях пункта интродукции.

Ключевые слова: соя, сорт 'СК Артика', интродукция, Западная Сибирь, препарат Хайкоут Супер Соя, штамм *Bradyrhizobium japonicum*

Для цитирования: Моисеева Е. А., Бордей Р. Х., Ложкина-Гамецкая Н. И. Результаты первичной интродукционной оценки сои в условиях средней тайги Западной Сибири // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2024. Вып. 2. С. 132–140. <http://dx.doi.org/10.17072/1994-9952-2024-2-132-140>.

Благодарности: работа выполнена при поддержке Департамента образования и молодежной политики ХМАО-Югры в рамках проекта № 10-П-1534 «Формирование и изучение живых биоресурсных коллекций для сохранения биоразнообразия и обеспечения комфортной среды обитания человека в условиях севера Западной Сибири».

BOTANY

Original article

**Results of primary introduction assessment of soybean
in the conditions of the middle taiga of Western Siberia**

Ekaterina A. Moiseeva^{1✉}, Rimma Kh. Bordey², Natalia I. Lozhkina-Gametskaya³

^{1✉} Surgut State Pedagogical University, Surgut, Russia, lapinaea_vizit@mail.ru

² Surgut State University, Surgut, Russia, ar80@yandex.ru

³ Surgut State Pedagogical University, Surgut, Russia, L-G.surgpu@mail.ru

Abstract. For the first time, in order to study the characteristics of individual growth and development, a primary assessment of the prospects for cultivating soybeans of the cultivated variety 'SK Artika' for green fodder of soybeans of the cultivated variety Artika, the feasibility of using the drug "Highcout Super Soya" containing nodule bacteria of the family Rhizobiaceae and in the extreme soil and climatic conditions of the north An introduction field experiment was conducted on the basis of the Surgut Botanical Garden. The introduction study area is located in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug - Yugra (KhMAO-Yugra), in the central part of the West Siberian Plain on the right

bank of the river. Ob and belongs to the 3rd agroclimatic region for the cultivation of early crops. The data obtained indicate that under the conditions of the introduction point, the height of the soybean stem, depending on the experimental variant, varies from 31 to 86 cm, the collection of green mass - from 12.4 to 106.6 c/ha and up to 33.4 c/ha absolutely -dry matter. The duration of the germination–flowering period of the introduced species ranged from 60 to 65 days. Pre-sowing bacterization of soybean seeds of the cultivar ‘SK Artika’ with the drug “Highcoat Super Soya” contributed to the lengthening of the growing season of plants with a lower heat supply due to the reduction of the main phenological phases. A decrease in the stress influence of limiting factors was observed, which contributed to the enhancement of crop growth processes and the formation of high soybean yields in the extreme soil and climatic conditions of the point of introduction.

Keywords: soybean, variety ‘SK Artika’, introduction, Western Siberia, drug Highcoat Super Soya, strain *Bradyrhizobium japonicum*

For citation: Moiseeva E. A., Bordey R. Kh., Lozhkina-Gametskaya N. I. [Results of primary introduction assessment of soybean in the conditions of the middle taiga of Western Siberia]. *Bulletin of the Perm University. Biology*. Iss. 2 (2024): pp. 132-140. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.17072/1994-9952-2024-2-132-140>.

Acknowledgments: the work was supported by the Department of Education and Youth Policy of Khanty-Mansi Autonomous Okrug–Yugra «Formation and study of living bioresource collections to preserve biodiversity and provide a comfortable human environment in the north of Western Siberia», Project № 10-P-1534.

Введение

Правительство Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО-Югры) в связи с поставленной задачей импортозамещения уделяет особое внимание развитию растениеводства в регионе. Однако экстремальные почвенно-климатические условия средней тайги Западной Сибири ограничивают ассортимент перспективных источников для возделывания кормового сырья и земельных ресурсов для заготовки высококачественного корма. Одним из возможных способов для разработки стратегии развития растениеводства на северном пределе земледелия и обогащения малопродуктивных сенокосно-пастбищных угодий может стать интродукция в регион новых высокобелковых кормовых культивируемых культур, которые характеризуются широким эколого-биологическим потенциалом и высокими кормовыми достоинствами [Жученко, 2001]. Большой интерес в настоящее время, по нашему мнению, вызывает уникальная по биологическим особенностям и перспективная сельскохозяйственная культура – соя (*Glycine max* (L.) Merr.). Данная культура – одна из важнейших белково-масличных культур в мировом земледелии [Акулов, Васильчиков, 2014]. К концу 2022 г. посевные площади под сою в РФ достигли 3.4 млн га с перспективой на увеличение площадей соясеяния до 5 млн га [Горгулько, Дидович, Пась, 2023]. Ценность данной культуры определяется высоким содержанием перевариваемого белка, витаминов (особенно каротина), кормовых единиц, фосфора, кальция по сравнению с другими бобовыми культурами [Кормление ..., 2019]. Не стоит забывать, что проблема органического вещества в почвах является одной из основных лимитирующих возделывание кормовых трав в регионе. Соя, как бобовая культура, может стать одним из элементов биологического земледелия для восстановления и улучшения низкоплодородных кислых подзолистых почв [Волкова, 2018; Мустафаев, 2018; Симбиотическая ..., 2018]. В настоящее время соя возделывается в более чем 20 регионах России [Дорохов, Бельшкшина и др., 2019; Козлова, Новак, Яндьо, 2023]. В процессе вегетации культурные растения, особенно в условиях умеренных и северных широт, часто подвергаются влиянию различных стрессовых факторов. Одним из важнейших агроприемов для повышения устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды должна быть бактериализация семян сои микробными препаратами на основе клубеньковых бактерий [Муравьев, Сергеева, 2017; Сеферова, Вишнякова, 2018; Мнатсаканян, 2021; Волобуева, 2022; Горгулько, Дидович, Пась, 2023; Belyavskaya et al., 2023].

Проблема расширения ассортимента кормовых трав на северном пределе земледелия является весьма актуальной задачей. В решении данного вопроса большая роль отводится ботаническим садам [Ткаченко, 2018]. Исследования, направленные на изучение перспективности и успешности интродукции новой для региона культуры сои, могут стать не только крупным резервом пополнения ресурсов полноценного растительного белка, но и будут способствовать разработке адаптивных технологий возделывания и созданию прочной кормовой базы.

Цель работы – изучить эколого-биологические особенности и целесообразность применения препарата «Хайкоут Супер Соя», а также дать оценку перспективности возделывания сои культурной сорта ‘СК Артика’ на зеленый корм в условиях ХМАО-Югры.

Материалы и методы исследований

Полевой опыт по первичной оценке перспективности возделывания культурной сои сорта ‘СК Артика’ на зеленый корм и эффективности применения биопрепарата «Хайкоут Супер Соя», содержащего клубеньковые бактерии штамма *Bradyrhizobium japonicum*, проводился на базе ботанического сада Сургутского государственного университета в 2023 г. (рис. 1).

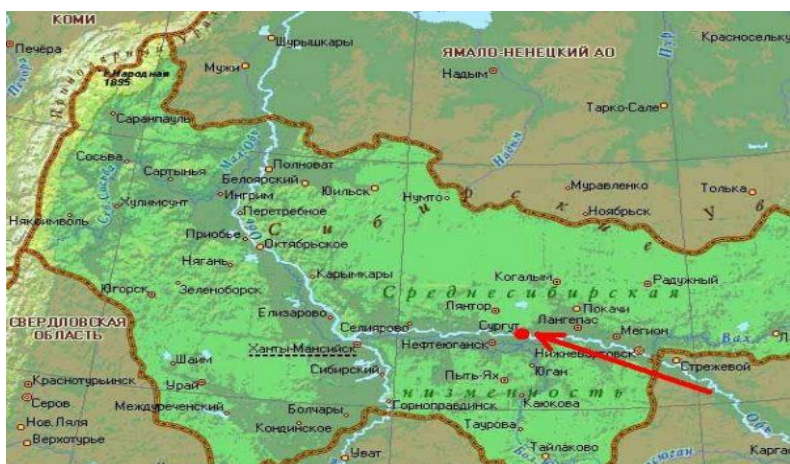


Рис. 1. Расположение пункта интродукции сои сорта 'СК Артика' (Сургутский р-н, г. Сургут)
 [Map of the location of the point of introduction of soybean variety 'SK Artiki' (Surgut district, Surgut)]

Район интродукционного исследования расположен в ХМАО-Югре, в центральной части Западно-Сибирской равнины на правом берегу р. Оби, относящийся к третьему агроклиматическому району [Сергеев, 1972; Экология Ханты-Мансийского ..., 1997; Особо охраняемые природные территории Югры, 2016]. Район характеризуется континентально-циклоническим типом климата [Атлас Ханты-Мансийского ..., 2004] с недостаточной теплообеспеченностью и избыточным переувлажнением [Физическая география ..., 2006].

Объектом исследования послужил сорт сои 'СК Артика', относящийся к подвиду маньчжурская (subsp. *manshurica*) разновидности – скороспелая (var. *praecox*). Оригинатором сорта является ООО Компания «СОКО», авторы сорта – А.В. Кочегура и А.В. Щегольков. Данный сорт характеризуется пластичностью, высокой устойчивостью к растрескиванию плодов и полеганию. Также исследуемая культура обладает повышенным содержанием протеина (41–43%) и масла (21–23%) в семени. Тип роста растения – полудетерминантный, со средней высотой надземных побегов, ветвистость – пониженная, угол отхождения от главного стебля – острый, опушение растения – серое, высота прикрепления нижнего боба – 12–14 см, венчик цветка – белый. Vegetационный период в зависимости от зоны возделывания составляет от 80 до 110 дней, урожайность зеленой массы – от 2.16 до 3.82 т/га. Сумма эффективных температур для созревания семян варьирует в пределах 1750–1850°C. Регионы возможного соясеяния от 44 до 55°с.ш. без десикации. Сорт 'СК Артика' включен в Госреестер для возделывания в Восточно-Сибирском, Западно-Сибирском, Уральском, Средневолжском, Северно-Кавказском, Центральном-Черноземном, Волго-Вятском и Центральном регионах. Также рекомендован для возделывания в Тульской и Курганской обл., Краснодарском и Красноярском краях. Семенной материал для интродукционных испытаний получен из ООО Компании «СОКО» (г. Краснодар).

В исследованиях использовался биопрепарат «Хайкоут Супер Соя», содержащий клубеньковые бактерии штамма *Bradyrhizobium japonicum*, вступающие в симбиоз с корнями бобовых растений сои и переводящие фиксируемый атмосферный азот в доступную для растений аммонийную форму. Семена сои инокулировали препаратом непосредственно перед посевом согласно рекомендациям производителя. В период вегетации проводилась систематическая ручная прополка.

Интродукционное изучение сои проводили по методике Б.А. Доспехова [1985], методом рандомизированных организованных повторений в 3-кратной повторности. Площадь учетной делянки – 1.5 м². Схема опыта включала: 1) контроль (посев сухих семян); 2) предпосевная бактериализация семян сои препаратом «Хайкоут Супер Соя».

Посев сои проводили ручным способом 21.06.2023 г. Почвы интродукционного участка песчаные, подзолистые, кислые (рН = 5.2), с содержанием гумуса 5.6% (по Тюрину), аммонийного азота 3.9 мг/кг почвы (по ЦИНАО), нитратного азота 129 мг/кг почвы (ионометрический метод), подвижных форм фосфора – 396 мг/кг почвы и обменного калия – 67 мг/кг почвы (по Кирсанову).

С целью выявления отношения сои к экологическим условиям пункта интродукции использовали следующие показатели: расчет гидротермического коэффициента (ГТК), фенологические наблюдения, учет ассимиляционной поверхности растений, оценка и учет урожайности. Кормовую оценку проводили по общепринятым методикам [Работнов, 1954; Селиванов, 1958; Ничипорович, 1966; Методика полевого опыта..., 1971]. Определение химического состава растительных проб, отобранных в конце вегетации, проводили в аккредитованной агрохимической лаборатории г. Йошкар-Олы. Статистическую обработку полученных данных проводили на основе методов дисперсионного и корреляционного анализа с применением пакетов программ Microsoft Office Excel 2011 и Matrix.

Результаты и обсуждение

Метеорологические условия вегетационного сезона 2023 г. были в целом типичны для района исследования и характеризовались умеренным температурным режимом и достаточным поступлением влаги с атмосферными осадками (табл. 1).

Таблица 1

Метеорологические условия вегетационного сезона по данным метеостанции г. Сургута (2023 г.)
[Hydrothermal regime of the growing season according to data from the Surgut station (2023)]

Месяц	Температура, °С				∑ Осадки, мм		ГТК
	Фактическая	Средне-голетняя	Сумма температур		Фактическая	Средне-голетняя	
			≥5°С	≥10°С			
Май	8.5	3.4	461	430	47.8	29.9	1.1
Июнь	13.5	14.4	554	554	64.5	57.0	1.2
Июль	20.3	18.2	791	791	54.9	76.0	0.7
Август	20.6	14.4	763	763	78.8	69.0	1.0
Итого	15.7	12.6	1793.1	1597.3	245.6	232.0	0.8

Сложившиеся погодные условия в исследуемый период отличались значительным переувлажнением и повышением температуры воздуха на 3°С относительно среднеголетних значений. Количество влаги, выпавшее в виде атмосферных осадков, превышало среднеголетний показатель на 13.6 мм. При этом в мае отмечены переизбыток поступления влаги на 18 мм и увеличение среднесуточной температуры воздуха на 5°С (ГТК = 1.1). Необходимо отметить, что в мае в ночное время наблюдалось понижение температуры воздуха до -6°С. Температурный режим в июне месяце, когда проводился посев сои, существенно не отличался от среднеголетних значений, но наблюдалось незначительное переувлажнение. Температура воздуха в ночное время понижалась до 2–5°С. Гидротермический режим был наиболее близок к среднеголетней норме, значение которой составляет 1.4. Наиболее засушливым был июль, в период активного роста, развития и формирования вегетативной массы сои. Коэффициент увлажнения составил 0.7. Период развития генеративных органов сои пришёлся на август при сумме активных температур воздуха (≥10°С) 763 С, ГТК за изучаемый период составил 1.0. Наблюдалось превышение температуры воздуха на 6°С и выпавших осадков на 9 мм от среднеголетнего показателя.

Продолжительность периодов развития интродуцентов в экстремальных почвенно-климатических условиях пункта интродукции является одним из лимитирующих показателей для возделывания сои.

Анализ межфазных периодов роста и развития сои показал, что в условиях пункта интродукции в зависимости от варианта опыта всходы появились через 15–20 сут. после посева в первой декаде июля. Продолжительность периода всходы – цветение составила от 60 до 65 суток (с 4 июля по 17 августа). Окончание вегетационного периода и срезка вегетативной массы для проведения учетов и анализов пришлось на период бобообразования, в период зеленой спелости бобов. В период восковой и полной спелости бобов растения сои сорт 'СК Артика' не вступили (рис. 2).

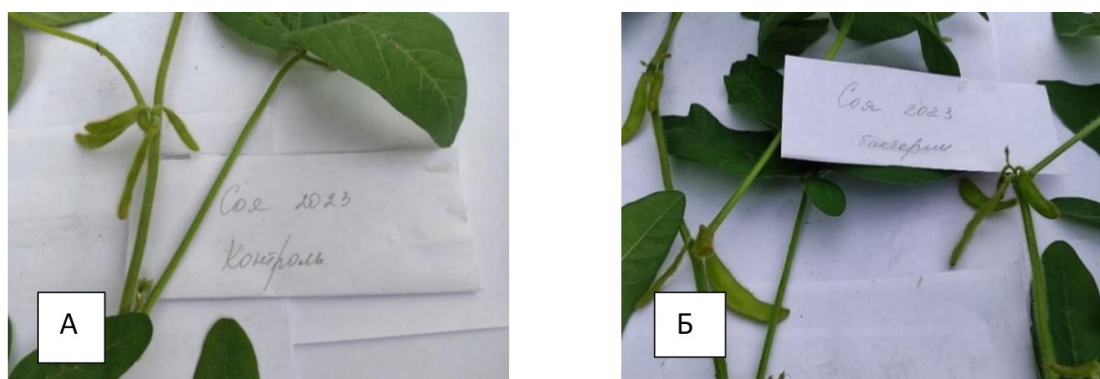


Рис. 2. Соя, сорт 'СК Артика', в условиях интродукции, конец вегетации, фаза бобообразования, 2023 г.
 Вариант опыта: А – Контроль; Б – Инокуляция Хайкоут Супер Соя

[Soybean, variety SK Artika, under introduction conditions, end of growing season, bean formation phase
 Experiment option: A – Control; B – Inoculation of Highcoat Super Soybean]

Инокуляция семян сои культурной перед посевом бактериальным препаратом «Хайкоут Супер Соя» ускорила наступление появления всходов на трое суток (4 июля), а в период всходы – полное цветение – на пять дней (10 августа).

В условиях интродукции высота надземных побегов растений сои к концу вегетационного периода в

среднем по трем повторностям опыта (в зависимости от варианта опыта) варьировала от 31 ± 1.15 ($V = 1.15$) до 86 ± 1.15 ($V = 2.05$) см.

Анализ биометрических показателей листового ряда стеблей сои в среднем показал, что одно растение формирует от 4.5 ± 0.36 ($V = 20.5$) до 7.5 ± 0.28 ($V = 19.3$) листочков длиной от 4.9 ± 0.4 ($V = 27.1$) до 8.2 ± 0.59 ($V = 23.1$) см и шириной от 2.8 ± 0.27 ($V = 33.4$) до 4.2 ± 0.31 ($V = 23.2$) см, от 7 ± 0.82 ($V = 15.2$) до 15 ± 1.3 ($V = 18.3$) штук соцветий, и от 3 ± 0.95 ($V = 17.4$) до 18 ± 1.2 ($V = 21.4$) штук бобов длиной от 1.8 ± 0.43 ($V = 27.7$) до 2.41 ± 0.32 ($V = 37.5$) см (рис. 3, 4).

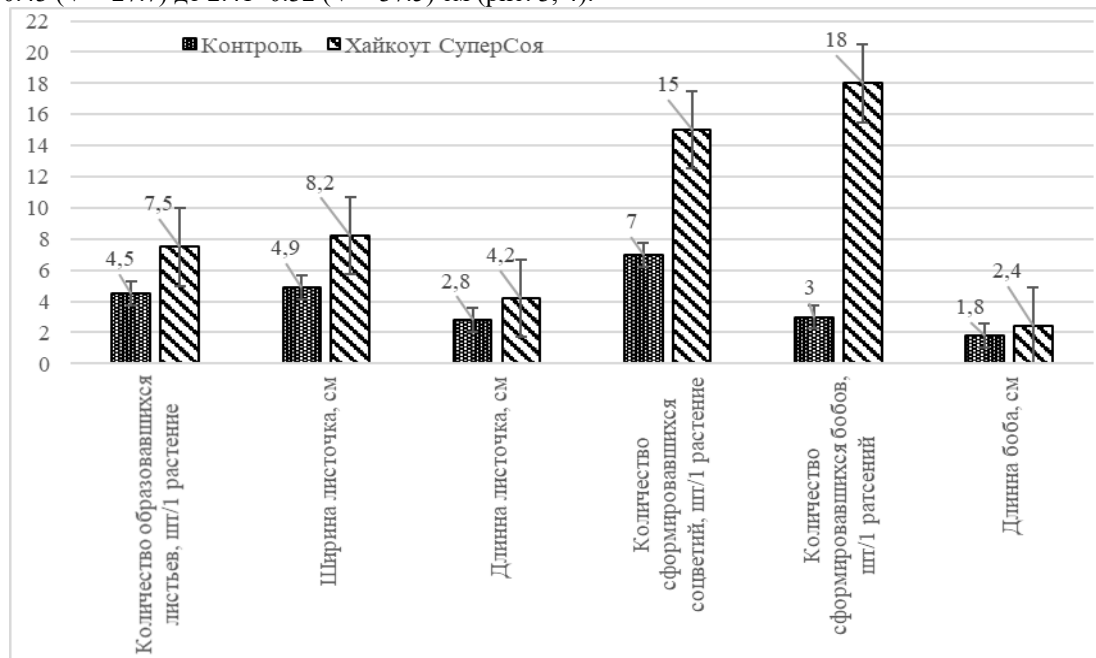


Рис. 3. Морфометрические показатели надземного побега сои культурной сорт 'СК Артика' в условиях интродукции по вариантам опыта, 2023

[Morphometric indicators of above-ground shoots of soybean cultivar 'SK Artika' under conditions of introduction according to experimental options, 2023]



Рис. 4. Соя, сорт 'СК Артика', в условиях интродукции, конец вегетации, 2023 г.
Вариант опыта: А – Контроль; Б – Инокуляция Хайкоут Супер Соя

[Soybean, variety SK Artika, under introduction conditions, end of growing season, 2023
Experiment option: A – Control; B – Inoculation of Highcoat Super Soybean]

Анализ морфометрических показателей сои культурной в условиях пункта интродукции в среднем по трем повторностям опыта показал целесообразность применения бактеризации семян препаратом «Хайкоут Супер Соя» для инокуляции посевного материала. К концу вегетационного периода высота надзем-

ных побегов в данном варианте опыта составила 77–86 см, что достоверно превышая ($p \leq 0.05$) контрольные показатели на 56–64%. Растения контрольного варианта опыта уступали по всем остальным изучаемым параметрам в 1.5–2 раза, а по количеству сформировавшихся бобов – в 6 раз.

Результаты полевых опытов показали, что у контрольных образцов сои в условиях интродукции симбиотический аппарат не сформировался, о чем свидетельствует полное отсутствие на главном корне растений азотфиксирующих клубеньков. У растений сои, подвергнутых бактеризации семян перед посевом препаратом «Хайкоут Супер Соя», к концу вегетации в фазе бобообразования на корневой системе одного растения было образовано в среднем до 3.6 ± 0.97 ($V = 56.1$) клубеньков, общая масса которых составила 7.4 ± 0.63 ($V = 28.3$) мг (рис. 5).

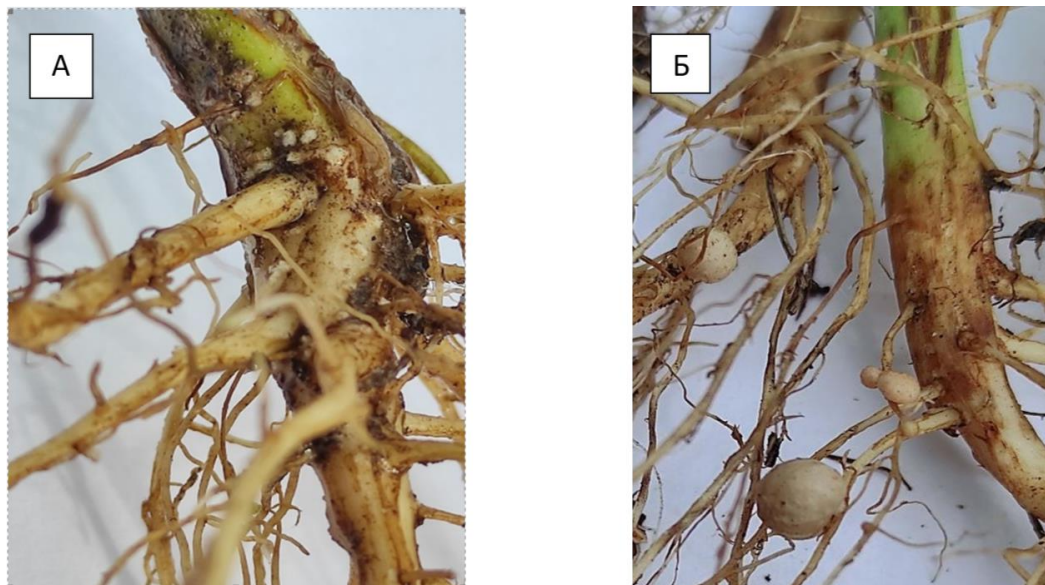


Рис. 5. Корневая система сои сорт ‘СК Артика’ с клубеньковыми бактериями в условиях интродукции, конец вегетации, 2023 г.

Вариант опыта: А – Контроль; Б – Инокуляция Хайкоут Супер Соя

[Root system of soybean variety SK Artika with nodule bacteria under introduction conditions, end of growing season 2023

Experiment option: A – Control; B – Inoculation of Highcoat Super Soybean]

Для оценки питательной ценности в конце вегетационного сезона был проведен биохимический анализ сухой массы исследуемой культуры. По полученным результатам было установлено, что изучаемые приемы возделывания сои культурной не оказали существенного влияния на кормовую ценность вегетативной массы интродуцента (табл. 2).

Таблица 2

Содержание питательных веществ в сухой массе сои сорт ‘СК Артика’ в условиях интродукции, % на абсолютно сухое вещество

[Nutrient content in the dry mass of soybean variety ‘Artika’ under introduction conditions, % on absolutely dry matter]

Показатель	Контроль	«Хайкоут Супер Соя»
Массовая доля сухого в-ва, %	93	92.8
Массовая доля азота, %	2.5	2
Массовая доля протеина, %	15.2	13
Массовая доля клетчатки, %	19.5	19.7
Массовая доля золы, %	8.7	7.6
Массовая доля сырого жира, %	2.8	2.4
Кормовые единицы, корм. ед	0.91	0.91
Обменная энергия, МДж/кг	10.6	10.6
Перевариваемый протеин, г/кг	96	78

Содержание сырого протеина в фазу бобообразования сои варьировало в пределах от 13 до 15.2%. При применении препарата «Хайкоут Супер Соя» отмечено снижение содержания массовой доли сырого протеина на 2.2% и сбора перевариваемого протеина на 18 г/кг к контролю.

Учет продуктивности зеленой массы сои в конце вегетационного периода в среднем показал значительное преимущество бактеризации семян сои культурной сорт 'СК Артика' препаратом «Хайкоут Супер Соя» в сравнении с контрольными показателями (табл. 3).

Таблица 3

Продуктивность зеленой массы сои культурной, сорт 'СК Артика', и ее элементов в условиях интродукции, конец вегетации 2023 г.

[Productivity of green mass of cultivated soybean, Artika variety, and its elements under introduction conditions, end of growing season 2023]

Показатель	Контроль	«Хайкоут Супер Соя»
Сырая масса 1 стебля, г	1.6	4.1
Сырая масса листьев	1.8	5.1
Облиственность, %	53.0	56.5
Сырая масса бобов, г	0.2	0.4
Продуктивность ЗМ 1 растения, г	2.5	9.6
Зеленая масса, ц/га	12.4	106.6
Воздушно-сухая масса, ц/га	5.2	33.9
Абсолютно сухое вещество, ц/га	4.8	33.4
Сбор с 1 га кормовых единиц	4.4	30.4
Сбор с 1 га перевариваемого протеина	0.5	2.4

В фазу плодообразования в конце вегетационного периода сои максимальный сбор зеленой массы и сухого вещества получен в варианте с бактеризацией семян сои. В среднем по трем площадкам продуктивность зеленой массы одного растения была выше контрольных экземпляров на 3.8%, а сбор сырой зеленой массы – на 8.6%, а абсолютно сухого вещества – на 7%. Наибольший сбор кормовых единиц и перевариваемого протеина с 1 га также получен в варианте с применением препарата «Хайкоут Супер Соя» для инокуляции сои перед посевом.

Заключение

Таким образом, впервые в полевом опыте, проведенном на северном пределе земледелия в подзоне средней тайги Западной Сибири в условиях г. Сургута, доказана перспективность возделывания сои сорта 'СК Артика' на зеленый корм и введение ее в кормопроизводство региона.

Результаты исследования свидетельствуют, что предпосевная бактеризация семян сои культурной сорт 'СК Артика' препаратом «Хайкоут Супер Соя», содержащим штамм бактерий *Bradyrhizobium japonicum*, способствовала удлинению вегетационного периода растений при более низкой обеспеченности теплом за счет сокращения основных фенологических фаз. Наблюдалось снижение стрессового влияния лимитирующих факторов, что способствовало ускорению ростовых процессов культуры и формированию высоких урожаев сои в экстремальных почвенно-климатических условиях пункта интродукции.

Однако необходимо дальнейшее изучение эколого-биологических и эколого-физиологических особенностей адаптации сои с целью подбора адаптированной технологии возделывания культуры в условиях средней тайги Западной Сибири.

Список источников

1. Акулов А.С., Васильчиков А.Г. Адаптивная технология возделывания сои // Зернобобовые и крупяные культуры. 2014. № 4 (12). С. 108–113.
2. Атлас Ханты-Мансийского автономного округа / ред. кол. А.В. Филипенко и др. Ханты-Мансийск; М., 2004. Т. 2. Природа. Экология. 152 с.
3. Волобуева О.Г. Повышение эффективности бобово-ризобияльного симбиоза при участии биопрепарата и регуляторов роста // Зернобобовые и крупяные культуры. 2022. № 3(43). С. 26–32. doi: 10.24412/2309-348X-2022-3-26-3
4. Горгулько Т.В., Дидович С.В., Пась А.Н. Влияние штаммов клубеньковых бактерий на эффективность бобово-ризобияльного симбиоза у сортов сои // Общее земледелие и растениеводство. 2023. Т. 1, № 2. С. 32–37.
5. Дорохова А.С., Бельшклина М.Е., Большева К.К. Производство сои в Российской Федерации: основные тенденции и перспективы развития // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 3(47). С. 25–33.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
7. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-ценотические основы). М., 2001. Т. 1–2. 779 с.

8. Козлова Е.И., Новак М.А., Яндьо В.В. Региональные аспекты развития рынка сои на современном этапе // Вестник Воронежского аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 213–220.
9. Мнатсаканян А.А. Влияние систем основной обработки почвы на агрофизические и агрохимические показатели и урожайность сои // Плодородие. 2021. № 5(122). С. 22–25. doi: 10.25680/S19948603.2021.122.06.
10. Муравьев А.А., Сергеева В.А. Влияние инокуляции семян белгородским нитрагином КМ на урожай и качество зерна сортов сои в лесостепи ЦЧР // Аграрная наука. 2017. № 9–10. С. 24–28.
11. Мустафаев З.Х. Роль минеральных удобрений в повышении биологической активности азота на зерновых ризоценозах в условиях Малого Кавказа // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4, № 3. С. 75–82. doi: 10.5281/zenodo.1197998.
12. Ничипорович А.А. Фотосинтезирующие системы высокой продуктивности. М.: Наука, 1966. 50 с.
13. Особо охраняемые природные территории Югры. URL: <http://ugraoopt.ru/oopt-avtonomnogo-okruga/> (дата обращения: 15.02.2024).
14. Работнов Т.А. Работы в области изучения жизненного цикла многолетних травянистых растений в естественных ценозах // Вопросы ботаники. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. Вып. 2. С. 653–675.
15. Селиванов Г.Т. Происхождение и динамика засух // Засухи в СССР, их происхождение, повторяемость и влияние на урожай. Л.: Гидрометеоиздат, 1958. С. 5–30.
16. Сергеев Г.М. Агроклиматические ресурсы лесной зоны Западно-Сибирской равнины. Иркутск: Восточно-сибирское кн. изд-во, 1972. 86 с.
17. Сеферова И.В., Вишнякова М.А. Генофонд сои из коллекции ВИР для продвижения агрономического ареала культуры к северу // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 3(27). С. 41–47. doi: 10.24411/2309-348X-2018-11030.
18. Ткаченко К.Г. Ботанические сады – центры испытания новых видов растений для городского озеленения // Урбоэкосистемы: проблемы и перспективы развития: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. Ишим, 2018. С. 137–138.
19. Физическая география и экология региона / под ред. В.И. Булатова, Б.П. Ткачёва. Ханты-Мансийск, 2006. 196 с.
20. Экология Ханты-Мансийского автономного округа / под ред. В.В. Плотникова. Тюмень, 1997. 288 с.
21. Belyavskaya Y. et al. Biologization of soybean growing in forest-steppe and steppe zones of Ukraine // Soybean growing under inoculation by Bradyrhizobium japonicum strains in the Forest-steppe and Steppe zones of Ukraine. Zemdirbyste-Agriculture. 2023. Vol. 109, № 3. P. 203–210. doi: 10.13080/z-a.2022.109.026.

References

1. Akulov A.S., Vasil'chikov A.G. [Adaptive soybean cultivation technology]. *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*. No. 4 (12) (2014): pp. 108-113. (In Russ.).
2. Filipenko A.V. et al., eds. *Atlas Hanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga* [Atlas of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug. V. 2. Nature. Ecology]. Hanty-Mansijsk, Moscow, 2004. 152 p. (In Russ.).
3. Volobueva O.G. [Improving the effectiveness of legume-rhizobial symbiosis with the participation of a biological product and growth regulators]. *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*. No. 3(43) (2022): pp. 26-32. doi: 10.24412/2309-348X-2022-3-26-3. (In Russ.).
4. Gorgul'ko T.V., Didovich S.V., Pas' A.N. [The effect of nodule bacterial strains on the effectiveness of legume-rhizobial symbiosis in soybean varieties]. *Obščee zemledelie i rastenievodstvo*. V. 1, No. 2 (2023): pp. 32-37. (In Russ.).
5. Dorohova A.S., Belyshkina M.E., Bol'sheva K.K. [Soybean production in the Russian Federation: main trends and development prospects]. *Vestnik Ul'janovskoj gosudarstvennoj sel'skochozjajstvennoj akademii*. No. 3(47) (2019): pp. 25-32. (In Russ.).
6. Dospel'kov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985. 351 p. (In Russ.).
7. Zhuchenko A.A. *Adaptivnaja sistema selekcii rastenij* [Adaptive plant breeding system (ecological and cenoctic foundations)]. Moscow, 2001. V. 1-2. 779 p. (In Russ.).
8. Kozlova E.I., Novak M.A., YAnd'o V.V. [Regional aspects of soybean market development at the present stage]. *Vestnik Voronežskogo agrarnogo universiteta*. V. 16, No. 1(76) (2023): pp. 213-220. (In Russ.).
9. Mnatzakanyan A.A. [The influence of basic tillage systems of [n agrophysical and agrochemical indicators and soybean yields]. *Plodородie*. No. 5(122) (2021): pp. 22-25. doi: 10.25680/S19948603.2021.122.06. (In Russ.).
10. Murav'yov A.A., Sergeeva V.A. [The effect of seed inoculation with Belgorod nitragine KM on the yield and grain quality of soybean varieties in the forest-steppe of the Central Asian Republic]. *Agrarnaja nauka*. No. 9-10 (2017): pp. 24-28. (In Russ.).
11. Mustafaev Z.H. [The role of mineral fertilizers in increasing the biological activity of nitrogen on grain rhizocenoses in the conditions of the Lesser Caucasus]. *Bjulleten' nauki i praktiki*. V. 4, No. 3 (2018): pp. 75-82. doi:10.5281/zenodo.1197998. (In Russ.).

12. Nichiporovich A.A. *Fotosintezirujuščie sistemy vysokoj produktivnosti* [Photosynthetic systems of high productivity]. Moscow, Nauka Publ., 1966. 50 p. (In Russ.).
13. *Osobo ochranjaemye prirodnye territorii Yugry* [Specially protected natural territories of Yugra]. Available at: <http://ugraopt.ru/oopt-avtonomnogo-okruga/> (accessed 15.02.2024). (In Russ.).
14. Rabotnov T.A. [Works in the field of studying the life cycle of perennial herbaceous plants in natural cenoses]. *Voprosy botaniki* [Botany issues]. Moscow, Leningrad, AN SSSR Publ., 1954, iss. 2, pp. 653-675. (In Russ.).
15. Selivanov G.T. [The origin and dynamics of droughts]. *Zasuchi v SSSR, ich proischozhenie, povtorjaemost' i vlijanie na urožaj* [Droughts in the USSR, their origin, recurrence and impact on crops]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1958, pp. 5-30. (In Russ.).
16. Sergeev G.M. *Agroklimatičeskie resursy lesnoj zony Zapadno-Sibirskoj ravniny* [Agro-climatic resources of the forest zone of the West Siberian Plain]. Irkutsk, Vost.-sib. kn. izd. Publ., 1972. 86 p. (In Russ.).
17. Seferova I.V., Vishnyakova M.A. [Soybean gene pool from the VIR collection to promote the agronomic area of the crop to the north]. *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*. No. 3(27) (2018): pp. 41-47. doi: 10.24411/2309-348X-2018-11030. (In Russ.).
18. Tkachenko K.G. [Botanical gardens – centers for testing new plant species for urban landscaping]. *Urboèkosistemy* [Urban ecosystems: problems and prospects of development: materials of the VI International Scientific and Practical Conference]. Ishim, 2018, pp. 137-138. (In Russ.).
19. Bulatov V.I., Tkachyov B.P., eds. *Fizičeskaja geografija i èkologija regiona* [Physical geography and ecology of the region]. Hanty-Mansijsk, 2006. 196 p. (In Russ.).
20. Plotnikov V.V., ed. *Èkologija Hanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga* [Ecology of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug]. Tyumen', 1997. 288 p. (In Russ.).
21. Belyavskaya Y. et al. Biologization of soybean growing in forest-steppe and steppe zones of Ukraine. Soybean growing under inoculation by Bradyrhizobium japonicum strains in the Forest-steppe and Steppe zones of Ukraine. *Zemdirbyste-Agriculture*. V. 109, No. 3 (2023): pp. 203-210. doi: 10.13080/z-a.2022.109.026.

Статья поступила в редакцию 15.03.2024; одобрена после рецензирования 05.04.2024; принята к публикации 10.06.2024.

The article was submitted 15.03.2024; approved after reviewing 05.04.2024; accepted for publication 10.06.2024.

Информация об авторах

Е. А. Моисеева – канд. биол. наук, старший преподаватель кафедры медико-биологических дисциплин и безопасности жизнедеятельности;

Р. Х. Бордей – канд. биол. наук, старший научный сотрудник научного образовательного центра ИЕиТН;

Н. И. Ложкина-Гамецкая – канд. биол. наук, доцент кафедры медико-биологических дисциплин и безопасности жизнедеятельности.

Information about the authors

E. A. Moiseeva – Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer, Department of Biomedical Disciplines and Life Safety;

R. Kh. Bordey – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher at the Scientific Center;

N. I. Lozhkina-Gametskaya – Candidate of Biological Sciences, Associate, Department of Biomedical Disciplines and Life Safety.

Вклад авторов:

Моисеева Е. А. – научное руководство; концепция исследования; развитие методологии; написание исходного текста; итоговые выводы.

Бордей Р. Х. – научное руководство; концепция исследования; развитие методологии; написание исходного текста; итоговые выводы.

Ложкина-Гамецкая Н. И. – научное руководство; концепция исследования; развитие методологии; написание исходного текста; итоговые выводы.

Contribution of the authors:

Moiseeva E. A. – scientific management; research concept; methodology development; writing the draft; final conclusions.

Bordey R. Kh. – scientific management; research concept; methodology development; writing the draft; final conclusions.

Lozhkina-Gametskaya N. I. – scientific management; research concept; methodology development; writing the draft; final conclusions.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.