

## ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ ПРЕПАРАТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ МИКРО- И МАКРОСИМБИОНТОВ СОИ

M.V. Yakimenko, S.A. Begun

## THE ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF PREPARATIONS OF PHYTOGENESIS ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF SOYBEAN MICRO- AND MACROSYMBIONTS

**Якименко М.В.** – канд. биол. наук, зав. лаб. биологических исследований Всероссийского НИИ сои, г. Благовещенск. E-mail: mariy-y@yandex.ru

**Бегун С.А.** – канд. биол. наук, вед. науч. сотр. лаб. биологических исследований Всероссийского НИИ сои, г. Благовещенск. E-mail: mariy-y@yandex.ru

**Yakimenko M.V.** – Cand. Biol. Sci., Head, Lab. of Biological Researches of All-Russia Research and Development Institute of Soy, Blagoveshchensk. E-mail: mariy-y@yandex.ru

**Begun S.A.** – Cand. Biol. Sci., Leading Staff Scientist, Lab. of Biological Researches, All-Russia Research and Development Institute of Soy, Blagoveshchensk. E-mail: mariy-y@yandex.ru

Цель исследования – поиск биологических препаратов, имеющих разностороннее влияние на рост и развитие растений сои сорта Гармония, совместимых с коллекционными штаммами ризобий видов *Bradyrhizobium japonicum* (Jordan, 1982), *Sinorhizobium fredii* (Scholla, Elkan, 1984), *Bradyrhizobium elkanii* (Kuykendall et al., 1992) амурской селекции. Задачи исследования заключались в изучении устойчивости штаммов ризобий к биологическим препаратам, используемым для предпосевной обработки семян; оценке действия исследуемых препаратов на рост и развитие сои сорта Гармония, вирулентность чистых культур ризобий. В исследовании использовали микробиологические и биологические методы. Лабораторные эксперименты проводили во Всероссийском научно-исследовательском институте сои (ФГБНУ ВНИИ сои, г. Благовещенск). В результате изучения препаратов растительного происхождения (на основе натуральных экстрактов, получаемых из листовенницы даурской): «ЭкоЛарикс», «Арабиногалактан», «Дигидрокверцетин» (ДКВ), «Премикс», «Экстракор», – было установлено, что на интенсивность роста коллекционных чистых культур ризобий оказывают влияние только свойства штамма, независимо от испытываемых препаратов. Наиболее безопасной концентрацией ДКВ при совместном его использовании со штаммами ризобий является 0,1 г/л. При ее увеличении в среде до 5,0 г/л большинство штаммов ризобий резко снизили интенсивность роста, а 5 штаммов (Вр-12, Вр-16, Вр-17, ФЗ-27, ОМ-41) прекратили рост. Наиболее устойчивыми к высокой концентрации ДКВ (5,0 г/л) в среде оказались штаммы ризобий ТМ-469 и ТБ-643. При внесении изучаемых препаратов в питательную среду для растений в

концентрации 0,01 и 0,001 %, в вариантах без инокуляции семян длина стебля увеличилась в среднем на 24 %, прирост массы корней и надземной части сои – на 20–22 %. В вариантах с инокуляцией семян штаммом 648а препараты увеличили длину стебля сои в среднем на 37 %. В вариантах с ДКВ, «ЭкоЛариксом», «Экстракором» сохранилась 100 %-я вирулентность штамма 648а, с «Арабиногалактаном» и «Премиксом» отмечено замедление образования клубеньков на корнях сои.

**Ключевые слова:** ризобии, штаммы, виды, препараты «ЭкоЛарикс», «Арабиногалактан», «Дигидрокверцетин», «Премикс», «Экстракор», соя.

The goal of the study was the search for biological preparations having diverse influence on the growth and development of soybean plants of variety *Garmoniya* compatible with the collection strains of rhizobia of the species *Bradyrhizobium japonicum* (Jordan, 1982), *Sinorhizobium fredii* (Scholla, Elkan, 1984), *Bradyrhizobium elkanii* (Kuykendall et al., 1992) of the Amur selection. The research tasks were to study the resistance of rhizobia strains to biological preparations used for pre-sowing seed treatment, the assessment of the effect of being studied preparations on the growth and development of soybean variety *Garmoniya*, virulence of pure cultures of rhizobia. Microbiological and biological methods were used in the research. Laboratory experiments were conducted at the All-Russian Scientific Research Institute of Soybean (FSBSI "All-Russian SRI of Soybean", Blagoveshchensk). As a result of the study of plant preparations (on the basis of natural extracts, derived from Dahurian larch) – *EcoLarix*, *Arabinogalactan*, *Dihydroquercetin* (DQC), *Premix*, *Extractor* – it was found out that only the properties of strain, regardless of tested preparations, had an influence on the intensity of

growth of the collection pure cultures of rhizobia. The safest concentration of Dihydroquercetin used together with the strains of rhizobia was 0.1 g/l. With its increase up to 5.0 g/l in the medium, most strains of rhizobia sharply decreased the intensity of growth, and 5 strains (Bp-12, Bp-16, Bp-17, FZ-27, OM-41) stopped growing. The strains of rhizobia TM-469 u TB-643 were the most resistant to high concentration of Dihydroquercetin (5.0 g/l) in the medium. When applying the being studied preparations in the nutrient medium for plants at concentrations of 0.01 and 0.001 % in variants without inoculation of seeds, the length of stem increased by an average of 24 %, the increase in roots mass and above-ground part of soybean – by 20–22 %. In the variants with inoculation of seeds by the strain 648a, the preparations increased the length of soybean stem by average of 37 %. 100 % virulence of the strain 648a has been preserved in the variants with Dihydroquercetin, EcoLarix, Extrakor, and the slowdown of formation of nodules on the soybean roots with Arabinogalactan and Premix has been marked.

**Keywords:** rhizobium, strains, species, preparations (EcoLarix, Arabinogalactan, Dihydroquercetin, Premix, Extrakor), soybean.

**Введение.** В почвах Приамурья обитает разнообразная по свойствам аборигенная популяция специфических для сои клубеньковых бактерий. Формирование ее в естественно-историческом плане связано с распространением в регионе дикорастущей (уссурийской) сои, а позднее – с систематическим расширением посевов культурных сортов сои. В зоне освоенного соеосеяния симбиотические взаимоотношения между макро- и микросимбионтом приобрели важное экологическое и экономическое значение [1]. В результате длительного поиска и отбора из самых северных в мире природных популяций ризобий, нодулирующих сою, Восточно-Азиатского региона и изучения их свойств во Всероссийском научно-исследовательском институте сои была создана уникальная коллекция чистых культур этих микроорганизмов [2].

Одним из перспективных способов повышения эффективности симбиотической активности системы соя – ризобии является использование биологических стимуляторов роста и развития растений.

В последние несколько лет в мире наблюдается устойчивый высокий рост производства и потребления регуляторов роста растений различного назначения. Они не создают угрозы нарушения экологического равновесия в биосфере, совершенно безопасны для человека, высоко экономичны, позволяют обеспечить результаты, которые невозможно достичь с помощью других технологических приемов [3]. Использование регуляторов роста растений в сельско-

хозяйственном производстве приводит к повышению урожайности и качества получаемой продукции, повышению устойчивости культурных растений не только к абиотическим, но и биотическим стрессам, так как способствует повышению неспецифического иммунитета сельскохозяйственных культур [4–8]. Одним из основных направлений в создании регуляторов роста являются препараты, которые создаются на основе веществ, выделенных из растений, с выраженными иммуномодуляторными свойствами. В России разработка таких препаратов ведется на протяжении последних 15 лет, и в настоящее время зарегистрированы и успешно применяются несколько препаратов на основе веществ, выделенных из различных видов хвойных пород деревьев. Это препараты «Силк», ВЭ (100 г/л тритерпеновых кислот); «Новосил», ВЭ (100 г/л тритерпеновых кислот), «Биосил» ВЭ (100 г/л тритерпеновых кислот); «Вэрва» ВЭ (10 г/л тритерпеновых кислот); «Лариксин», ВЭ (50 г/л дигидрокверцетина) и др. [9]. Препараты на основе дигидрокверцетина отлично зарекомендовали себя при возделывании картофеля, ярового ячменя, озимой пшеницы, сои [10–12]. Например, обработка семян перед посевом и опрыскивание растений сои сорта Даурия препаратом «ЭкоЛарикс» в условиях Амурской области положительно влияли на ростовые и формообразовательные процессы [13]. Поэтому для исследования мы выбрали препараты «ЭкоЛарикс», «Арабиногалактан», ДКВ, «Премикс», «Экстракор», производимые компанией «Аметис» (г. Благовещенск) путем переработки лиственницы даурской (*Larix dahurica*), произрастающей в экологически чистых районах Амурской области.

**Цель исследования:** дать оценку действия препаратов растительного происхождения на интенсивность роста чистых культур ризобий и состояние растений сои сорта Гармония.

**Задачи исследования:** изучить устойчивость штаммов ризобий видов *Bradyrhizobium japonicum* (Jordan, 1982), *Sinorhizobium fredii* (Scholla, Elkan, 1984), *Bradyrhizobium elkanii* (Kuykendall et al., 1992) амурской селекции к биологическим препаратам, используемым для предпосевной обработки семян («ЭкоЛарикс», «Арабиногалактан», ДКВ, «Премикс», «Экстракор»); оценить действие исследуемых препаратов на развитие растений сои сорта Гармония на начальном этапе роста.

**Методика исследования.** Объектами исследования являлись чистые культуры ризобий разных видов, выделенные из природных популяций Дальнего Востока, растения сои сорта Гармония; препараты «ЭкоЛарикс», «Арабиногалактан», ДКВ, «Премикс», «Экстракор», производимые АО «Аметис» (г. Благовещенск).

«ЭкоЛарикс» – регулятор роста растений. Действующее вещество – биофлавоноид дигидрокварцитин, получаемый из древесины лиственницы даурской [14]. Препаративная форма: водорастворимый порошок. Оказывает стимулирующее действие на иммунную систему растений, повышая активность генов стрессоустойчивости. Применение препарата позволяет свести к минимуму необходимость обработки посевов фунгицидами, а также повысить урожайность сельскохозяйственных культур.

«Арабиногалактан» – водорастворимый полисахарид растительного происхождения, получаемый из древесины лиственницы даурской. Содержит молекулы галактозы и арабинозы. Представляет собой порошок белого, бледно-серого или бледно-кремового цвета с легким хвойным запахом. Высокая растворимость в воде, устойчивость в кислой среде, термическая и гидролитическая стабильность, влагоудерживающая и жиросвязывающая способность, бактерицидные и пребиотические свойства.

«Дигидрокверцетин» – антиоксидант растительного происхождения, относится к группе биофлавоноидов – веществ, отвечающих за иммунитет, стрессоустойчивость, а также за прорастание семян и ростовые процессы растений. Способствует активации биохимических механизмов, отвечающих за устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды, грибным и бактериальным заболеваниям. «Дигидрокверцетин» производства АО «Аметис» – это комплекс флавоноидов, извлекаемый из целевой части древесины лиственницы даурской (*Larix dahurica*) путем использования водно-спиртовой экстракции. Как вещество, обладающее высокой степенью биологической активности, «Дигидрокверцетин» широко используется в различных отраслях промышленности.

«Премикс» – концентрат лиственничной смолы, побочный продукт комплексной переработки лиственницы даурской (Гмелины). В его состав входят углеводороды, группа карбонильных соединений, первичные дитерпеновые спирты, микроэлементы, фенокарбоновые и жирные кислоты, а также дигидрокверцетин (таксифолин). Обладает антиоксидантным, антисептическим, капилляропротекторным действием.

«Экстракор» – регулятор роста природного происхождения, содержащий экстракт лиственничной коры и полученный путем переработки лиственницы даурской (Гмелины). Действующим веществом препарата являются проантоцианидины и параоксibenзойная кислота. Препарат обладает широким спектром физиологической активности, является высокоэффективным антидотом, повышает устойчивость растений к токсическому воздействию гербицидов [15].

Влияние различных концентраций ДКВ на интенсивность роста штаммов ризобий коллекции ФГБНУ ВНИИ сои изучали на минимальной агаризованной среде следующего состава, г/л:  $K_2HPO_4$  – 0,5;  $MgSO_4$  – 0,2; NaCl – 0,1;  $NH_4NO_3$  – 0,1; маннит – 10,0; агар-агар – 15,0. Действие на ризобии препаратов «ЭкоЛарикс», «Арабиногалактан», ДКВ, «Премикс» в максимально рекомендуемой дозе 10,0 г/л определяли на агаризованной питательной минерально-растительной среде (МРС), основой для приготовления которой служит соевый отвар. МРС имеет следующий состав, г/л:  $K_2HPO_4$  – 0,5;  $KH_2PO_4$  – 0,5;  $MgSO_4$  – 0,1;  $CaSO_4$  – 0,1; NaCl – 0,2; соль молибдена – следы; маннит – 20; соевая мука – 10; агар-агар – 20. Препараты вносили в питательную среду [16].

После посева чистых культур ризобий пробирки термостатировали при оптимальной ( $+27\pm 1$  °C) температуре в течение 7 суток. Повторность эксперимента 3–6-кратная. Отмечали интенсивность роста штаммов ризобий, которая обозначалась в баллах (1 – скудный, 2 – умеренный, 3 – хороший, 4 – обильный).

Особенности клубенькообразования сои в процессе инокуляции и обработки препаратами «ЭкоЛарикс», «Арабиногалактан», ДКВ, «Премикс», «Экстракор» в концентрации 0,01 и 0,001 % и состояние растений сои сорта Гармония определяли методом выращивания бактеризованных семян в пробирках со специальной питательной средой следующего состава, г/л:  $K_2HPO_4$  – 1,0;  $MgSO_4$  – 1,0;  $CaCO_3$  – 0,5;  $FeSO_4$ ,  $H_3BO_3$ ,  $MnSO_4$  – следы;  $(NH_4)_2Mo_7O_{24} \times H_2O$  – следы. Препараты вносили в питательную среду. В качестве субстрата использовали фильтровальную бумагу. На каждый испытываемый препарат использовали до 30 пробирок. Через 20 сут после закладки опытов, в фазу начала образования первого тройчатого листа, учитывали количество клубеньков на корнях каждого растения сои, измеряли длину надземной части и корня, определяли массу сухого вещества. По количеству клубеньков определяли интенсивность клубенькообразования, по наличию их на корнях сои – вирулентность изучаемых штаммов.

**Результаты исследования и их обсуждение.** На минимальной агаризованной среде с возрастающими концентрациями «Дигидрокверцетина» изучали интенсивность роста штаммов ризобий различного происхождения (табл. 1). Эксперименты проводили в лаборатории биологических исследований ФГБНУ ВНИИ сои (г. Благовещенск). Всего было изучено 56 штаммов ризобий коллекции ВНИИ сои. В результате проведения лабораторных экспериментов выявлено, что при использовании в агаризованной питательной среде ДКВ в концентрации 0,1 г/л интенсивность роста изучаемых штаммов не изменялась.

**Интенсивность роста штаммов ризобий на минимальной среде с различной концентрацией «Дигидрохверцетина» на 7-е сутки после посева**

Штамм	Концентрация, г/л				Штамм	Концентрация, г/л			
	0	0,1	1,0	5,0		0	0,1	1,0	5,0
638a	2	2	2	1	By-10	2	2	2	1
648a	2	2	1	1	By-11	3	3	1	1
B-1967	2	2	2	1	By-12	2	2	2	1
CM-42	2	2	1	1	Bp-1	2	2	1	1
AC-17	2	2	1	1	Bp-2	2	2	2	1
TM-455	2	3	1	1	Bp-3	2	2	2	1
MM-117	2	2	2	1	Bp-4	2	2	1	1
TM-469	3	3	2	2	Bp-5	2	2	2	1
BM-85	2	2	2	1	Bp-6	1	1	0	1
BB-90	2	2	1	1	Bp-8	2	2	2	1
KB-11	3	3	3	1	Bp-9	2	2	2	1
BB-49	3	3	2	1	Bp-11	2	2	2	1
MB-135	3	3	2	1	Bp-12	1	1	1	0
TB-490	3	3	3	1	Bp-13	2	2	1	1
TB-508	3	2	2	1	Bp-15	3	2	1	1
TB-643	3	3	3	2	Bp-16	2	2	1	0
071	3	3	2	1	Bp-17	2	2	1	0
TB-467	2	2	2	1	ФЗ-4	2	2	1	1
MB-85	2	2	2	1	ФЗ-8	2	2	1	1
BB-55	3	3	2	1	ФЗ-9	2	2	1	1
OM-41	2	2	1	0	ФЗ-10	2	2	1	1
By-2	2	2	1	1	ФЗ-12	2	2	1	1
By-3	2	2	2	1	ФЗ-19	2	2	1	1
By-4	1	1	1	1	ФЗ-20	3	3	3	1
By-5	2	2	1	1	ФЗ-22	2	2	1	1
By-6	2	2	2	1	ФЗ-23	3	3	3	1
By-8	2	2	2	1	ФЗ-25	3	3	3	1
By-9	2	2	2	1	ФЗ-27	3	3	3	0

Примечание: 0 – нет роста; 1 – скудный рост; 2 – умеренный рост; 3 – хороший рост; 4 – обильный рост.

При увеличении концентрации ДКВ до 1,0 г/л часть штаммов ризобий снизила интенсивность роста. В то же время ряд штаммов видов *Sinorhizobium fredii* (KB-11, TB-490, TB-643), *Bradyrhizobium elkanii* (ФЗ-23, ФЗ-25, ФЗ-27, ФЗ-20) оказались способными давать хороший рост штамма на среде с повышенной концентрацией ДКВ. При увеличении концентрации ДКВ в среде до 5,0 г/л большинство штаммов ризобий резко снизили интенсивность роста, а 5 штаммов (Bp-12, Bp-16, Bp-17, ФЗ-27, OM-41) прекратили рост. Наиболее устойчивыми к высокой

концентрации ДКВ (5,0 г/л) в среде оказались штаммы ризобий TM-469 и TB-643.

В результате использования в питательной среде препаратов, обладающих стимулирующим действием на развитие растений, «ЭкоЛарикс», «Арабиногалактан», «Дигидрохверцетин», «Премикс» в концентрации 10,0 г/л установлено, что на показатели интенсивности роста влияли только свойства штамма ризобий, независимо от испытываемых препаратов (табл. 2).

## Интенсивность роста штаммов ризобий на агаризованной среде МРС со стимуляторами на 5-е сутки

Штамм	Стимулятор роста, 10 г/л				Штамм	Стимулятор роста, 10 г/л			
	«ЭкоЛарикс»	«Арабино-галактан»	«Дигидро-кверцетин»	«Премикс»		«ЭкоЛарикс»	«Арабино-галактан»	«Дигидро-кверцетин»	«Премикс»
639a	3	3	3	3	Ву-3	2	2	2	2
648a	3	3	3	3	Ву-4	2	2	2	2
В-1967	2	2	2	2	Ву-5	4	4	4	4
СМ-42	3	3	3	3	Ву-6	2	2	2	2
АС-17	3	3	3	3	Ву-8	3	3	3	3
ТМ-455	3	3	3	3	Ву-9	2	2	2	2
ММ-117	3	3	3	3	Ву-10	2	2	2	2
ТМ-469	3	3	3	3	Ву-11	3	3	3	3
БМ-85	3	3	3	3	Ву-12	3	3	3	3
ББ-90	3	3	3	3	Вр-1	2	2	2	2
КБ-11	4	4	4	4	Вр-2	2	2	2	2
ББ-49	3	3	3	3	Вр-3	2	2	2	2
ТБ-490	3	3	3	3	Вр-5	4	4	4	4
ТБ-508	3	3	3	3	Вр-6	2	2	1	2
ТБ-643	4	4	4	4	Вр-8	2	2	2	2
071	4	4	4	4	Вр-9	2	2	2	2
ТБ-467	4	4	4	4	Вр-11	2	2	2	2
МБ-85	4	4	4	4	Вр-12	2	2	2	2
ББ-55	4	4	4	4	Вр-13	3	3	3	3
БД-32	4	4	4	4	Вр-15	4	4	4	4
ТБ-518	3	3	3	3	ФЗ-22	3	3	3	3
Ву-2	3	3	3	3	ФЗ-25	4	4	4	4

Все исследуемые штаммы показали одинаковые результаты интенсивности роста на питательной среде МРС со стимуляторами.

В серии лабораторных опытов изучили влияние препаратов растительного происхождения «ЭкоЛарикс», «Арабиногалактан», ДКВ, «Премикс», «Экстракор» при внесении их в питательную среду для растений в концентрациях 0,01 и 0,001 % на вирулентность штамма 648a, интенсивность клубенькообразования и состояние растений сои сорта Гармония (табл. 3). Установили, что в контролируемых условиях применяемые препараты в вариантах без инокуляции семян увеличили длину стебля в среднем на 24 %. Однако нарастание корневой системы сои от используемых препаратов изменялось незначительно.

Наиболее заметное влияние на увеличение длины стебля сои оказали препараты «ЭкоЛарикс», «Премикс» в концентрации 0,01 %. В результате прирост массы корней и надземной части растения сои в среднем увеличился на 20–22 %. Наиболее

заметное влияние на прирост надземной массы сои оказали препараты ДКВ, «ЭкоЛарикс» и «Премикс» в концентрации 0,01 %. Они усилили ее нарастание на 30–37 %. Препараты «Арабиногалактан» в концентрации 0,001 % и «Дигидрокверцетин» в концентрации 0,01 % усилили нарастание массы корней сои на 42 и 60 % соответственно.

В вариантах с инокуляцией семян сои штаммом 648a препараты «ЭкоЛарикс», «Арабиногалактан», «Дигидрокверцетин», «Премикс», «Экстракор» увеличили длину стебля сои в среднем на 37 %. Препараты «Арабиногалактан» в концентрации 0,001 % и «ЭкоЛарикс» в концентрации 0,01% повысили этот показатель на 46 и 62 % соответственно.

Наиболее заметный прирост массы надземной части сои в этом опыте отмечен при использовании «Арабиногалактана» и «Дигидрокверцетина» в концентрации 0,001 %, а также «ЭкоЛарикса» в концентрации 0,01 %. В этих вариантах масса надземной части растения сои увеличилась на 12–19 % по сравнению с контролем.

Действие различных препаратов растительного происхождения на развитие растений сои сорта Гармония в контролируемых условиях, 20-суточные растения (в среднем из 10–15 растений)

Вариант	Концентрация, %	Без инокуляции семян сои				Инокуляция семян сои штаммом 648а						
		Длина, см		Масса, г/раст.		Длина, см		Масса, г/раст.		Клубенько-образование		
		надземной части	корня	надземной части	корня	надземной части	корня	надземной части	корня	шт/раст.		вирулентность, %
среднее	lim											
Контроль	-	24,1	19,3	0,80	0,50	23,7	20,9	0,84	0,50	5,0	1–12	100
«Арабиногалактан»	0,001	28,0	20,1	0,90	0,60	34,7	18,5	0,97	0,50	4,7	0–12	78
	0,01	24,5	20,0	0,87	0,71	30,1	18,0	0,85	0,39	3,6	0–6	93
«Дигидрокверцетин»	0,001	30,0	19,3	1,02	0,80	32,5	17,8	0,94	0,38	2,6	0–6	78
	0,01	30,1	18,0	1,10	0,63	31,9	18,0	0,89	0,44	6,2	2–9	100
«ЭкоЛарикс» (1:3)	0,001	30,0	18,5	0,92	0,69	32,6	17,7	0,75	0,41	4,4	2–8	100
	0,01	31,5	20,6	1,04	0,57	38,3	19,2	1,0	0,52	4,2	2–8	100
«Экстракор» (кора ливистенницы 50%)	0,001	30,2	19,3	1,01	0,39	33,1	16,6	0,81	0,40	3,3	0–8	93
	0,01	29,3	19,8	0,84	0,48	32,7	18,5	0,91	0,55	5,5	3–10	100
«Премикс» (смола)	0,001	30,1	19,8	0,81	0,66	30,9	18,4	0,80	0,45	3,5	0–8	93
	0,01	32,8	21,2	1,06	0,58	28,1	20,7	-	0,62	5,3	0–10	93
НСР <sub>05</sub>		0,5	0,6	0,1	0,02	0,4	0,7	0,1	0,03			

Изучаемые препараты, применяемые по фону инокуляции семян сои, практически не влияли на образование клубеньков на начальном этапе роста. В вариантах с ДКВ, «ЭкоЛариксом», «Экстракором» сохранилась 100 %-я вирулентность штамма 648а, в вариантах с «Арабиногалактаном» и «Премиксом» отмечено замедление образования клубеньков на корнях сои.

**Выводы.** В результате проведенных лабораторных экспериментов по изучению влияния препаратов растительного происхождения «ЭкоЛарикс», «Арабиногалактан», «Дигидрокверцетин», «Премикс», «Экстракор» производства АО «Аметис» (г. Благовещенск) на интенсивность роста чистых культур ризобий, нодулирующих сою, установлено, что величина показателя зависела только от свойств

штамма ризобий и не зависела от испытываемых препаратов. Наиболее безопасной концентрацией ДКВ при совместном его использовании со штаммами ризобий является 0,1 г/л. Ряд штаммов оказались устойчивыми к более высоким концентрациям стимулятора ДКВ (1,0; 5,0 г/л). Установлено, что изучаемые препараты в концентрации 0,01 и 0,001 % обладают стимулирующим действием на рост и развитие растений сои. Так, прирост массы корней и надземной части сои в среднем увеличился на 20–22 %. При совместном применении со штаммом ризобий 648а отмечено увеличение длины стебля сои в среднем на 37 %, вирулентность штамма сохраняется. Следовательно, препараты растительного происхождения «ЭкоЛарикс», «Арабиногалактан», ДКВ, «Премикс», «Экстракор», обладающие стимулирующим действием на развитие растений, можно совмещать с ризобиями при предпосевной обработке семян сои.

### Литература

1. Тильба В.А., Бегун С.А., Якименко М.В. Распространение медленно- и быстрорастущих штаммов клубеньковых бактерий сои в почвах Приамурья // Селекция и технология производства сои: сб. науч. тр. – Благовещенск, 1997. – С. 33–38.
2. Якименко М.В., Бегун С.А. Основные направления исследований дальневосточных природных популяций ризобий // Вестн. ДВО РАН. – 2016. – № 2. – С. 45–49.
3. Цуканов В.Н. Эффективность аминокислотных биостимуляторов при возделывании сахарной свеклы на темно-серых лесных почвах Центрального Черноземья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Курск, 2008. – 19 с.
4. Вакуленко В.В. Применение регуляторов роста на зерновых культурах // Зерновое хозяйство России. – 2013. – № 3. – С. 36–38.
5. Регуляторы роста растений в практике сельского хозяйства / О.А. Шаповал, В.В. Вакуленко, Л.Д. Прусаков [и др.]. – М.: Изд-во ВНИИА, 2009. – 60 с.
6. Вакуленко В.В., Шаповал О.А. Регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве // Плодородие. – 2001. – № 2. – С. 27–29.
7. Малеванная Н.Н. Циркон – иммуномодулятор нового типа // Циркон – природный регулятор роста, применение в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. – М., 2010. – С. 3–9.
8. Шаповал О.А., Вакуленко В.В., Можарова И.П. Перспективы использования регуляторов роста растений // Плодородие. – 2006. – № 6 (33). – С. 13–14.
9. Сельское хозяйство. Агростимул. Повышение урожайности [Электрон. ресурс]. – URL: [https://flavitax.jimdo.com/сельское хозяйство](https://flavitax.jimdo.com/сельское_хозяйство) (дата обращения: 24.03.2018)
10. Можарова И.П. Совместное применение регуляторов роста и фунгицидов на картофеле // Защита и карантин растений. – 2007. – № 2. – С. 33–34.
11. Шаповал О.А., Вакуленко В.В., Можарова И.П. Методические указания по применению препарата Лариксин на яровом ячмене и озимой пшенице. – М.: Изд-во ВНИИ агрохимии, 2002.
12. Новые регуляторы роста растений / В.М. Чекуров, С.И. Сергеева, Л.Д. Жалиева [и др.] // Защита и карантин растений. – 2003. – № 9. – С. 20–21.
13. Шаповал О.А., Можарова И.П., Мухина М.Т. Влияние регуляторов роста растений нового поколения на рост и продуктивность растений сои // Плодородие. – 2015. – № 5. – С. 32–34.
14. Пат. № 2533231 РФ. Супрамолекулярный комплекс, обладающий противовоспалительной и ангиопротекторной активностью и способ его получения / Остронков В.С., Лашин С.А. – Заявл. 14.05.2013; опубл. 20.11.2014.
15. Официальный сайт компании «Аметис» [Электрон. ресурс]. – URL: <https://www.ametis.ru> (дата обращения: 23.03.2018).
16. Бегун С.А., Тильба В.А. Способы, приемы изучения и отбора эффективных штаммов клубеньковых бактерий сои. Методы аналитической селекции. – Благовещенск: Зея, 2005. – 70 с.

### Literatura

1. Til'ba V.A., Begun S.A., Jakimenko M.V. Rasprostranenie medlenno- i bystrorastushhih shtammov kluben'kovykh bakterij soi v pochvah Priamur'ja // Selekcija i tehnologija proizvodstva soi: sb. nauch. tr. – Blagoveshhensk, 1997. – S. 33–38.
2. Jakimenko M.V., Begun S.A. Osnovnye napravlenija issledovanij dal'nevostochnyh prirodnyh populjacij rizobij // Vestn. DVO RAN. – 2016. – № 2. – S. 45–49.
3. Cukanov V.N. Jeffektivnost' aminokislotnyh biostimuljatorov pri vzdelyvanii saharnoj svekly na temno-seryh lesnyh pochvah Central'nogo Chernozem'ja: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk. – Kursk, 2008. – 19 s.
4. Vakulenko V.V. Primenenie reguljatorov rosta na zernovyh kul'turah // Zernovoe hozjajstvo Rossii. – 2013. – № 3. – S. 36–38.

5. Reguljatory rosta rastenij v praktike sel'skogo hozjajstva / O.A. Shapoval, V.V. Vakulenko, L.D. Prusakov [i dr.]. – M.: Izd-vo VNIIA, 2009. – 60 s.
6. Vakulenko V.V., Shapoval O.A. Reguljatory rosta rastenij v sel'skohozjajstvennom proizvodstve // Plodorodie. – 2001. – № 2. – S. 27–29.
7. Malevannaja N.N. Cirkon – immunomoduljator novogo tipa // Cirkon – prirodnyj reguljator rosta, primenenie v sel'skom hozjajstve: sb. nauch. tr. – M., 2010. – S. 3–9.
8. Shapoval O.A., Vakulenko V.V., Mozharova I.P. Perspektivy ispol'zovanija reguljatorov rosta rastenij // Plodorodie. – 2006. – № 6 (33). – S. 13–14.
9. Sel'skoe hozjajstvo. Agrostimul. Povyshenie urozhajnosti [Jelektron. resurs]. – URL: [https://flavitax.jimdo.com/sel'skoe hozjajstvo/\(data obrashhenija: 24.03.2018\)](https://flavitax.jimdo.com/sel'skoe_hozjajstvo/(data_obrashhenija:24.03.2018))
10. Mozharova I.P. Sovmestnoe primenenie reguljatorov rosta i fungicidov na kartofele // Zashhita i karantin rastenij. – 2007. – № 2. – S. 33–34.
11. Shapoval O.A., Vakulenko V.V., Mozharova I.P. Metodicheskie ukazaniya po primeneniju preparata Lariksin na jarovom jachmene i ozimoj pshenice. – M.: Izd-vo VNII agrohimii, 2002.
12. Novye reguljatory rosta rastenij / V.M. Chekurov, S.I. Sergeeva, L.D. Zhaliyeva [i dr.] // Zashhita i karantin rastenij. – 2003. – № 9. – S. 20–21.
13. Shapoval O.A., Mozharova I.P., Muhina M.T. Vlijanie reguljatorov rosta rastenij novogo pokolenija na rost i produktivnost' rastenij soi // Plodorodie. – 2015. – № 5. – S. 32–34.
14. Pat. № 2533231 RF. Supramolekuljarnyj kompleks, obladajushhij protivovospalitel'noj i angio- protektojnoy aktivnost'ju i sposob ego poluchenija / Ostronkov V.S., Lashin S.A. – Zajavl. 14.05.2013; opubl; 20.11.2014.
15. Oficial'nyj sayt kompanii «Ametis» [Jelektron. resurs]. – URL: <https://www.ametis.ru> (data obrashhenija: 23.03.2018).
16. Begun S.A., Til'ba V.A. Sposoby, priemy izuchenija i otbora jeffektivnyh shtammov klubenkovyh bakterij soi. Metody analiticheskoy selekcii. – Blagoveshensk: Zeja, 2005. – 70 s.

УДК631.41:631.453

А.О. Ознобихина, Л.Н. Скипин, С.Г. Котченко,  
Е.В. Гаевая, Е.В. Захарова

#### ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ РАЙОНОВ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.О. Oznobihina, L.N. Skipin, S.G. Kotchenko,  
E.V. Gaevaya, E.V. Zakharova

#### DISTINCTIVE FEATURES OF HEAVY METALS ACCUMULATION IN THE SOILS OF NORTHERN FOREST-STEPPE OF TYUMEN REGION

**Ознобихина А.О.** – асп., ассист. каф. техносферной безопасности Тюменского индустриального университета, г. Тюмень. E-mail: [n\\_a\\_s\\_t\\_y\\_a86@mail.ru](mailto:n_a_s_t_y_a86@mail.ru)

**Скипин Л.Н.** – д-р с.-х. наук, проф., зав. каф. техносферной безопасности Тюменского индустриального университета, г. Тюмень. E-mail: [skipinln@tyuiu.ru](mailto:skipinln@tyuiu.ru)

**Котченко С.Г.** – директор ФГБУ ГСАС «Тюменская», г. Тюмень. [n\\_a\\_s\\_t\\_y\\_a86@mail.ru](mailto:n_a_s_t_y_a86@mail.ru)

**Гаевая Е.В.** – канд. биол. наук, доц. каф. техносферной безопасности Тюменского индустриального университета, г. Тюмень. E-mail: [n\\_a\\_s\\_t\\_y\\_a86@mail.ru](mailto:n_a_s_t_y_a86@mail.ru)

**Захарова Е.В.** – канд. биол. наук, доц. каф. техносферной безопасности Тюменского индустриального университета, г. Тюмень. E-mail: [n\\_a\\_s\\_t\\_y\\_a86@mail.ru](mailto:n_a_s_t_y_a86@mail.ru)

**Oznobikhina A.O.** – Post-Graduate Student, Asst, Chair of Technosphere Safety, Tyumen Industrial University, Tyumen. E-mail: [n\\_a\\_s\\_t\\_y\\_a86@mail.ru](mailto:n_a_s_t_y_a86@mail.ru)

**Skipin L.N.** – Dr. Agr. Sci., Prof., Head, Chair of Technosphere Safety, Tyumen Industrial University, Tyumen. E-mail: [skipinln@tyuiu.ru](mailto:skipinln@tyuiu.ru)

**Kotchenko S.G.** – Director, FSBI SASS “Tyumenskaya”, Tyumen. [n\\_a\\_s\\_t\\_y\\_a86@mail.ru](mailto:n_a_s_t_y_a86@mail.ru)

**Gaevaya E.V.** – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technosphere Safety, Tyumen Industrial University, Tyumen. E-mail: [n\\_a\\_s\\_t\\_y\\_a86@mail.ru](mailto:n_a_s_t_y_a86@mail.ru)

**Zakharova E.V.** – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technosphere Safety, Tyumen Industrial University. E-mail: [n\\_a\\_s\\_t\\_y\\_a86@mail.ru](mailto:n_a_s_t_y_a86@mail.ru)