

УДК: 633.853.52:631.81

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-376-11-93-97

А.А. Дубков ✉
Р.В. Тимошинов
Е.Ж. Кушаева
А.Г. Клыков

Федеральный научный центр
 агробиотехнологий Дальнего Востока
 им. А.К. Чайки, Уссурийск, Россия

✉ o.zemledelia@yandex.ru

Поступила в редакцию:
 20.06.2023

Одобрена после рецензирования:
 30.10.2023

Принята к публикации:
 13.11.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-376-11-93-97

Aleksandr A. Dubkov ✉
Roman V. Timoshinov
Elena Zh. Kushaeva
Aleksey G. Klykov

A.K. Chaika Federal Scientific Center
 for Agrobiotechnologies of the Far East,
 Ussuriysk, Russia

✉ o.zemledelia@yandex.ru

Received by the editorial office:
 20.06.2023

Accepted in revised:
 30.10.2023

Accepted for publication:
 13.11.2023

Влияние микроудобрений и регуляторов роста на урожайность сои в условиях Приморского края

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В 2021–2022 гг. в Приморском крае (п. Тимирязевский) на опытных полях отдела земледелия и агрохимии ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» изучалось влияние некорневых подкормок *Zn*, *Cu*, *Mg* в хелатной форме (ООО «Терра Мастер», Россия), монокалийфосфат (ОАО «Буйский химический завод», Россия), В (борная кислота) (ООО «Дельта», Россия), жидкие микроудобрения (ООО «Агро Эксперт Групп», Россия), Боро-Н, Фертикс Б, Лигногумат калийный Б на формирование урожая и содержание белка в зерне сои сорта Бриз.

Методы. Обработку посевов микроудобрениями проводили в фазу «2–3 тройчатых листа» и в фазу «цветение» в рекомендованных нормах.

Результаты. Установлено, что применение некорневых подкормок повлияло на хозяйственно ценные признаки. Наибольшая урожайность при внесении некорневых подкормок отмечена в варианте с внесением *Zn* 31,2 ц/га в фазу «2–3 тройчатых листа», препарата Боро-Н 37,0 ц/га в фазу «цветение». Некорневые подкормки оказали положительное влияние на накопление белка в зерне сои. Максимальный сбор белка с 1 га получен при применении препарата Боро-Н в фазу цветения — 2,96 т/га.

Ключевые слова: соя, некорневые подкормки, микроэлементы, микроудобрения, опрыскивание, хлорофилл, зерно, урожайность

Для цитирования: Дубков А.А., Тимошинов Р.В., Кушаева Е.Ж., Клыков А.Г. Влияние микроудобрений и регуляторов роста на урожайность сои в условиях Приморского края. *Аграрная наука*. 2023; 376(11): 93–97. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-93-97>

© Дубков А.А., Тимошинов Р.В., Кушаева Е.Ж., Клыков А.Г.

Influence of micronutrient fertilizers and growth regulators on soybean yield under the conditions of Primorsky Krai

ABSTRACT

Relevance. In 2021–2022, in Primorsky Krai (Timiryazevsky village), the influence of foliar top dressing *Zn*, *Cu*, *Mg* in chelated form (“Terra Master” LLC, Russia), monokalium phosphate (“Buisk Chemical Plant”, JSC) was studied on the experimental fields of the Department of Agriculture and Agrochemistry of the A.K. Chaika Federal State Research Center for Agrobiotechnologies of the Far East, Russia), B (boric acid) (“Delta” LLC, Russia), liquid micronutrients (“Agro Expert Group” LLC, Russia), Boro-N, Fertix B, Potassium Lignohumate B for crop formation and protein content in soy beans of the Breeze variety.

Methods. The treatment of crops with micro fertilizers was carried out in the phase of “2–3 triple leaves” and in the phase of “flowering” in the recommended norms.

Results. It was found that the use of non-root fertilizing affected economically valuable signs. The highest yield when applying non-root fertilizing was noted in the variant with the introduction of *Zn* 31.2 c/ha in the phase “2–3 triple leaves”, Boron-H 37.0 c/ha in the phase “flowering”. Non-root top dressing had a positive effect on the accumulation of protein in soy grain. The maximum protein collection from 1 ha was obtained when using Boro-N in the flowering phase — 2.96 t/ha.

Key words: soybean, foliar feeding, micronutrients, micronutrient fertilizers, spraying, chlorophyll, grain, yield

For citation: Dubkov A.A., Timoshinov R.V., Kushaeva E.Zh., Klykov A.G. Influence of micronutrient fertilizers and growth regulators on soybean yield under the conditions of Primorsky Krai. *Agrarian science*. 2023; 376(11): 93–97 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-93-97>

© Dubkov A.A., Timoshinov R.V., Kushaeva E.Zh., Klykov A.G.

Введение/Introduction

Соя — основная сельскохозяйственная культура на Дальнем Востоке России. Валовый сбор сои на зерно в 2022 г. составил 4932,8 тыс. ц при урожайности 16,9 ц/га, что на 21,6% больше, чем в 2021 г. с урожайностью 14,0 ц/га¹.

Известно, что применение удобрений в севообороте может оказывать влияние не только на урожайность сои, но и на биохимические показатели зерна. При этом микроэлементы улучшают сбалансированность минерального питания растений и участвуют в синтезе и обмене веществ [1].

Экологизация сельскохозяйственного производства требует освоения новых альтернативных систем земледелия с минимально возможным уровнем техногенного загрязнения окружающей среды [2, 3].

Для обеспечения стабильно высокой урожайности сои необходимо усовершенствовать технологию ее возделывания путем применения различных препаратов, оказывающих положительное влияние на рост и развитие растений [3], учитывать сортовые особенности при разработке системы применения разных микроэлементов при некорневом внесении на сое, значительное место должно отводиться применению жидких минеральных удобрений с высоким содержанием микроэлементов, в том числе в хелатной форме [2–5].

Цель исследований — изучить влияние некорневых подкормок на урожайность и качество зерна сои в условиях Приморского края.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследование проводилось на опытном поле отдела земледелия и агрохимии ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» в 2021–2022 гг.

Для изучения некорневых подкормок на урожайность и качество зерна был взят районированный сорт сои Бриз (табл. 1) селекции ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки». Сорт обладает высоким иммунным статусом и толерантностью к основным вредоносным грибным заболеваниям Дальневосточного региона. Внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2021 г.

Почва опытного участка — лугово-бурая отбеленная, имеет тяжелосуглинистый состав, материнская порода — тяжелый суглинок [6]. Содержание гумуса в пахотном слое (0–25 см) — 3,2%, подвижного фосфора — 2,8 мг / 100 г почвы, обменного калия — 20,6 мг / 100 г почвы, азота — 0,25%, pH — 5,1.

Двухфакторный опыт (фактор А — внесение некорневой подкормки в фазу «2–3 тройчатых листа», фактор Б — внесение некорневой подкормки в фазу «цветение»).

Препараты Zn, Cu, Mg в хелатной форме производства ООО «Терра Мастер» (Россия), В (борная кислота) — ООО «Дельта» (Россия), монокалийфосфат — ОАО «Буйский химический завод» (Россия), жидкие микроудобрения Боро-Н, Фертикс Б, лигногумат калийный Б — ООО «Агро Эксперт Групп» (Россия). Дозы

Таблица 1. Краткая характеристика сои сорта Бриз

Table 1. Brief description of the soy Breeze variety

Сорт сои	Группа спелости	Период вегетации, сутки	Высота прикрепления нижнего боба, см	Содержание белка, %	Содержание жира, %	Масса 1000 семян, г	Урожайность, т/га
Бриз	среднеспелый	113–117	14,0–17,1	39,6–40,6	18,4–19,0	185–195	2,6–3,5

Таблица 2. Схема опыта

Table 2. Scheme of experience

Вариант	Норма внесения
Контроль — без внесения микроэлементов, опрыскивание — водой	
1. Zn	5 кг/га
2. Cu	
3. Mg	
4. В (борная кислота)	
5. Монокалийфосфат	10 кг/га
6. Боро-Н	1 л/га
7. Фертикс Б	

внесения (табл. 2) рекомендованы производителями препаратов. Опрыскивание производилось с помощью ручного опрыскивателя «Капелька» 2 л (Россия).

Предшественник — яровая пшеница. Повторность опыта — шестикратная. Расположение делянок — систематическое, площадь делянки — 4 м², норма высева — 500 тыс. всхожих семян на 1 га с шириной междурядья 30 см, под предпосевную культивацию вносили диаммофоску (N₁₀P₂₆K₂₆) (Россия) в дозе 100 кг/га. Внесение подкормок проводилось с помощью ручного опрыскивателя.

Общее содержание хлорофилла в листьях определяли прибором atLEAF CHL PLUS chlorophyll meter (США) и рассчитывали с помощью калькулятора преобразования значений atLEAF CHL PLUS в SPAD с учетом взаимосвязи между содержанием хлорофилла и единицами SPAD на сайте производителя прибора² [7–10].

Определение белка в зерне сои проводилось по ГОСТ 10846-91³, жира — по ГОСТ 29033-91⁴, массы 1000 семян — по ГОСТ 12042-80⁵.

Учеты и наблюдения проводились по общепринятой методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989)⁶ с использованием полевого и лабораторного методов (Б.А. Доспехов, 2014)⁷.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Применение некорневых подкормок по вегетации положительно отразилось на хозяйственно ценных признаках сои.

За два года исследований максимальное количество бобов на одном растении отмечено в варианте при

¹ Официальный сайт Росстата [сайт]. — URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 20.01.2023).

² <https://atleaf.com/SPAD#SPAD>

³ ГОСТ 10846-91 Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. М.: Стандартинформ. 2009; 8.

⁴ ГОСТ 29033-91 Зерно и продукты его переработки. Метод определения жира. М.: ИПК «Издательство стандартов». 2004; 6.

⁵ ГОСТ 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян. М.: Стандартинформ. 2011; 4.

⁶ Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Госкомиссия по сортоиспытанию с.-х. культур. Москва. 1989; 2: 194.

⁷ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Стереотип. изд. перепеч. 5-го изд., доп. и перераб. М.: Альянс. 2014; 351.

Таблица 3. Влияние некорневых подкормок на структуру урожая семян сои сорта Бриз (среднее за 2021–2022 гг.)

Table 3. The effect of the foliar feeding on the yield parameters of soybean variety Briz (average for 2021–2022)

Вариант	Количество с одного растения, шт.		Масса 1000 семян, г	Урожайность	
	бобов	семян		ц/га	прибавка, %
Контроль	27	66	180,5	22,6	–
2–3 тройчатых листа					
1	31	89	196,8	31,2	38,1
2	26	79	180,3	24,5	8,4
3	27	80	181	29,0	28,3
4	28	70	175,5	29,6	31,0
5	28	91	175,5	24,0	6,2
6	25	78	178,5	25,0	10,6
7	25	81	178	26,5	17,3
8	26	79	174	27,5	21,7
НСР _{0,5}	2,4	10	9,1	3,4	11,9
Цветение					
1	27	78	194	30,6	35,4
2	27	72	185	28,9	27,9
3	27	75	184,5	31,0	37,2
4	31	70	180,5	30,0	32,7
5	32	80	175	37,0	63,7
6	32	71	175,5	30,8	36,3
7	37	108	181,5	28,5	26,1
8	27	72	180,5	27,8	23,0
НСР _{0,5}	4	15,2	7,6	3,7	16,3

Таблица 4. Содержание и сбор белка при некорневой обработке в разные фазы развития растения

Table 4. The content and yield of protein after the foliar feeding at different strages of plant development

Вариант	Содержание в зерне		Сбор белка		Содержание хлорофилла		
			га	прибавка	atLEAF CHL PLUS	SPAD	Абсолютное содержание, мг/см ²
	жир, %	белок, %	т/га	%			
Контроль	22,5	39,4	0,89	–	38,6	28,1	0,0224
Опрыскивание в фазу «2–3 тройчатых листа»							
1	22,2	40,1	1,25	40,1	47,9	37,3	0,0345
2	22,3	39,9	0,98	14,7	44,1	33,5	0,0293
3	22,3	39,5	1,15	30,9	44,3	33,7	0,0295
4	22,5	39,0	1,15	28,3	43,2	32,7	0,0281
5	22,0	40,3	0,97	30,6	42,9	32,3	0,0277
6	22,1	40,0	1,00	12,3	43,0	32,4	0,0278
7	22,3	39,6	1,05	18,0	42,8	32,2	0,0275
8	22,3	40,1	1,10	24,3	43,5	32,5	0,0284
НСР _{0,5}	0,2	0,52	0,144	11,12	3,72	3,68	0,0048
Опрыскивание в фазу «цветение»							
1	22,2	40,0	1,22	36,5	47,8	37,2	0,0343
2	22,3	39,7	1,15	28,0	44,1	33,5	0,0293
3	22,3	39,1	1,21	34,7	44,3	33,7	0,0295
4	22,4	39,3	1,18	33,1	43,2	32,7	0,0281
5	22,0	40,1	1,48	66,5	42,9	32,3	0,0277
6	22,1	39,9	1,23	39,1	43,0	32,4	0,0278
7	22,3	40,4	1,15	28,7	42,8	32,2	0,0275
8	22,3	40,0	1,11	24,5	43,5	32,5	0,0284
НСР _{0,5}	0,2	0,5	0,236	16,8	3,68	3,64	0,0048

обработке растений сои сорта Бриз в фазу «начало цветения» препаратом Фертикс-Б — 37 шт. (табл. 3), в фазу «2–3 тройчатых листа» отмечен вариант при внесении Zn — 31 шт. Наибольшее количество зерен с одного растения получено при обработке растений в фазу «начало цветения» препаратом Фертикс-Б — 108 шт., в фазу «2–3 тройчатых листа» наибольшее количество зерен с одного растения выявлено в варианте с использованием препарата Боро-Н — 91 шт.

Масса 1000 семян характеризует выполненность семян. Наибольшую массу 1000 семян при обработке сои микроэлементами в фазу «2–3 тройчатых листа» и при обработке в фазу «цветение» показал вариант при обработке Zn — 196,8 г и 194 г.

Урожайность семян сои является одним из важных показателей. При обработке растений сои в фазу «2–3 тройчатых листа» максимальная урожайность отмечена в варианте с Zn — 31,2 ц/га, в фазу «цветение» в варианте с применением препарата Боро-Н — 37,0 ц/га. Прибавка в сравнении с контрольным вариантом составила 63,7%.

В настоящее время широко используются портативные приборы для измерения хлорофилла для оценки его содержания в листьях растений. Содержание фотосинтетических пигментов и их соотношение варьируют в широких пределах у растений разных видов, произрастающих в разных широтных зонах [7, 9, 10].

Мониторинг изменения содержания хлорофилла в растениях позволяет оценить взаимодействие растений с окружающей средой и влияние стрессовых факторов.

В процессе фотосинтеза с помощью хлорофилла происходят поглощение и трансформация энергии, используемой для образования органических веществ [11]. По литературным данным, содержание хлорофилла является важным показателем фотосинтетической продуктивности растений, характеризующей размеры и продолжительность работы ассимиляционного аппарата [12–14].

В результате исследований установлено, что абсолютное содержание хлорофилла в листьях растения варьировало от 0,0224 до 0,0345 мг/см² (табл. 4).

При некорневой обработке в фазу «2–3 тройчатых листа» и при внесении в фазу «начало цветения» максимальное содержание хлорофилла отмечено в варианте при внесении Zn 0,0345 и 0,0343 мг/см² соответственно.

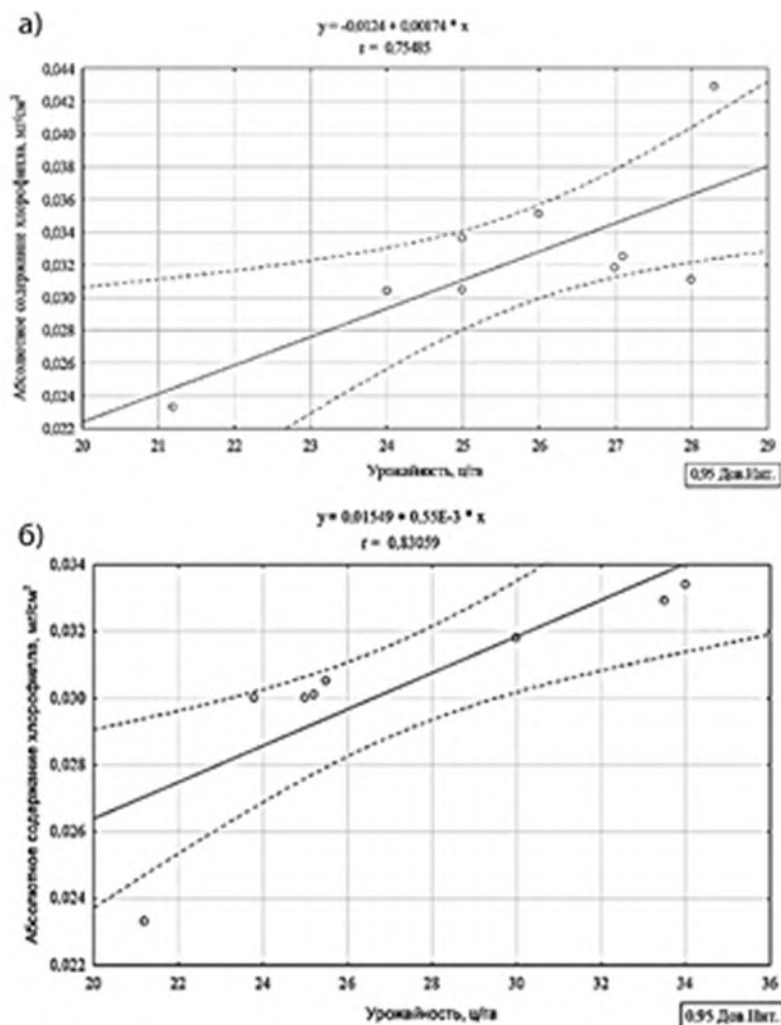
Главной особенностью сои является высокое содержание в ее зерне белка. Изучаемые некорневые подкормки повлияли на содержание белка в зерне сои, прибавка в накоплении белка по вариантам опыта составляла 0,2–2% и увеличила его сбор с 1 га. Наибольший суммарный сбор белка с 1 га за два года отмечен в варианте при опрыскивании растений препаратом Боро-Н в фазу «цветение» — 2,96 т/га. Следует отметить вариант при опрыскивании растений Zn в фазу «2–3 тройчатых листа», который показал максимальное среднее содержание белка за два года (40,1%) в зерне сои сорта Бриз. В целом по опыту варианты с применением препарата Боро-Н и Zn показали максимальный сбор белка с 1 га.

Изучаемые некорневые подкормки незначительно повлияли на накопление жира в зерне (табл. 2).

Корреляционный анализ выявил положительную связь между урожайностью сои и абсолютным содержанием хлорофилла ($r = 0,75$) при обработке микроудобрениями в фазу «2–3 тройчатых листа», высокую

Рис. 1. Зависимость урожайности от абсолютного содержания хлорофилла: а — фаза «2–3 тройчатых листа», б — фаза «цветение»

Fig. 1. The dependence of yield on the absolute content of chlorophyll: a — phase “2–3 triple leaves”, b — phase “flowering”



корреляционную связь ($r = 0,83$) в фазу «цветение» (рис. 1а, 1б).

Выводы/Conclusion

Обработка растений сои хелатом Zn в фазу «2–3 тройчатых листа» создала условия для получения наибольшего абсолютного содержания хлорофилла в листьях, количества бобов на растении, высокой массы 1000 семян, что в целом повлияло на урожайность. Прибавка по отношению к контролю составила 7,1 ц/га, сбор белка с 1 га — 1,15 т.

Использование препарата Боро-Н в фазу «2–3 тройчатых листа» положительно влияет на количество семян с одного растения — 61 шт., применение микроудобрения в фазу «цветение» обеспечило высокую урожайность — 34,0 ц/га, абсолютное содержание хлорофилла — 0,0334 мг/см², а также наибольший сбор белка с 1 га — 1,38 т.

Максимальное количество бобов на одном растении и количество семян с одного растения обеспечивает обработку растений в фазу «цветение» препаратом Фертикс-Б — 108 шт.

Таким образом, установлено, что некорневые подкормки являются эффективным приемом повышения урожайности и увеличения сбора белка при возделывании сои сорта Бриз.

Реакция сорта на различные микроудобрения различалась — это необходимо учитывать при разработке системы применения микроэлементов при некорневом внесении.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.
Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу.
Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work.
The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.
The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лапа В.В., Матыченко Д.В. Оценка факторов, лимитирующих производительность почв, для информационных систем сельскохозяйственного производства. *Современные проблемы использования почв и повышения их плодородия: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры почвоведения Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, Горки, 6–8 декабря 2021 г. В 2 ч. Горки. 2022: 1; 26–30.*
2. Бурунов А.Н. Структура урожая и продуктивность яровой твердой пшеницы при применении жидких минеральных удобрений Мегамикс. *Плодородие. 2021; (2): 17–21.* <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.119.05>
3. Цыганова Н.А., Тукмачева Е.В., Волкова В.А., Воронкова Н.А. Эффективность предпосевной обработки семян стимуляторами роста. *Техника и технология нефтехимического и нефтегазового производства. Материалы VI Международной научно-технической конференции. Омск: Омский государственный технический университет. 2016; 173, 174.* <https://www.elibrary.ru/xekivd>
4. Бутовец Е.С., Лукьянчук Л.М., Зиангирова Л.М. Испытание гуминовых препаратов на сое в условиях Приморского края. *Вестник КрасГАУ. 2020; (10): 42–50.* <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-10-42-50>
5. Шарипова Г.Ф., Колесар В.А., Сафин Р.И. Эффективность применения удобрений с микроэлементами на различных сортах сои. *Плодородие. 2020; (3): 9–12.* <https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.114.02>
6. Егоров В.Г., Михайлов Л.Н. Агрохимический мониторинг почвы и растениеводческой продукции. *Вестник Самарского государственного университета. Естественно-научная серия. 2007; (2): 165–171.* <https://www.elibrary.ru/hzuojt>

REFERENCES

1. Lapa V.V., Matychenkov D.V. Assessment of factors limiting the productive capacity of soils for information systems of agricultural production. *Modern problems of soil use and increasing their fertility: a collection of articles based on the materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 100th anniversary of the Department of Soil Science of the Belarusian State Agricultural Academy, Gorki, December 6–8, 2021. In 2 parts. Gorki. 2022: 1; 26–30 (In Russian).*
2. Burunov A.N. Harvest structure and productivity of spring solid wheat in the use of liquid mineral fertilizers Megamix. *Plodородie. 2021; (2): 17–21 (In Russian).* <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.119.05>
3. Tsyganova N.A., Tukmacheva E.V., Volkova V.A., Voronkova N.A. The efficacy of pre-sowing treatment of seeds with growth regulators. *Machinery and technology of the petrochemical and petroleum production. Proceedings of the VI International scientific and technical conference. Omsk: Omsk State Technical University. 2016; 173, 174 (In Russian).* <https://www.elibrary.ru/xekivd>
4. Butovets E.S., Lukyanchuk L.M., Ziangirova L.M. Testing humic substances on soy in the conditions of Primorsk kray. *Bulletin of KSAU. 2020; (10): 42–50 (In Russian).* <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-10-42-50>
5. Sharipova G.F., Kolesar V.A., Safin R.I. Efficiency of application of fertilizers with microelements on various varieties of soy. *Plodородie. 2020; (3): 9–12 (In Russian).* <https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.114.02>
6. Egorov V.G., Mikhailov L.N. Agrochemical monitoring of soil and plant. *Bulletin of Samara State University. Natural Science Series. 2007; (2): 165–171 (In Russian).* <https://www.elibrary.ru/hzuojt>

7. Li R., Chen J., Qin Y., Fan M. Possibility of using a SPAD chlorophyll meter to establish a normalized threshold index of nitrogen status in different potato cultivars. *Journal of Plant Nutrition*. 2019; 42(8): 834–841. <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1584215>
8. Wadas W., Dziugiel T. Changes in Assimilation Area and Chlorophyll Content of Very Early Potato (*Solanum tuberosum* L.) Cultivars as Influenced by Biostimulants. *Agronomy*. 2020; 10(3): 387. <https://doi.org/10.3390/agronomy10030387>
9. Shitikova A.V., Abiala A.A. Optimization of inorganic nutrition of potatoes in the Central Nonchernozem Zone of Russia. *Annals of Agri Bio Research*. 2019; 24(2): 196–200. <https://www.elibrary.ru/raujrs>
10. Su Y.S., Guo H.C., Chen Y.L. Relationship between SPAD readings chlorophyll contents and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*. 2007; 20(4): 690–693.
11. Тургунбаев К.Т. Динамика изменения продуктивности фотосинтеза, нарастание площади листовой поверхности и пигментная система культурных сортов яблони (*Malus domestika* Borkh.) Южного Кыргызстана. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2018; (2): 157–160. <https://www.elibrary.ru/yucldg>
12. Шестакова Е.О., Ерошенко Ф.В., Сторчак И.Г., Оганян Л.Р., Чернова И.В. Влияние различных элементов технологии возделывания на содержание хлорофилла в растениях озимой пшеницы и ее урожайность. *Аграрный вестник Урала*. 2020; (5): 27–35. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2020-196-5-27-37>
13. Синеговская В.Т. Посевы сои в Приамурье как фотосинтезирующие системы. Благовещенск: Зейа. 2005; 120. <https://www.elibrary.ru/qkxzcl>
14. Рафальская Н.Б., Синеговская В.Т., Рафальский С.В. Фотосинтетическая и семенная продуктивность сои при применении приемов биологизации ее возделывания в Приамурье. *Адаптивные технологии в растениеводстве Амурской области. Сборник научных трудов*. Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет. 2016; 12: 81–86. <https://www.elibrary.ru/zchard>
7. Li R., Chen J., Qin Y., Fan M. Possibility of using a SPAD chlorophyll meter to establish a normalized threshold index of nitrogen status in different potato cultivars. *Journal of Plant Nutrition*. 2019; 42(8): 834–841. <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1584215>
8. Wadas W., Dziugiel T. Changes in Assimilation Area and Chlorophyll Content of Very Early Potato (*Solanum tuberosum* L.) Cultivars as Influenced by Biostimulants. *Agronomy*. 2020; 10(3): 387. <https://doi.org/10.3390/agronomy10030387>
9. Shitikova A.V., Abiala A.A. Optimization of inorganic nutrition of potatoes in the Central Nonchernozem Zone of Russia. *Annals of Agri Bio Research*. 2019; 24(2): 196–200. <https://www.elibrary.ru/raujrs>
10. Su Y.S., Guo H.C., Chen Y.L. Relationship between SPAD readings chlorophyll contents and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*. 2007; 20(4): 690–693.
11. Turgunbaev K.T. Dynamics of changes in photosynthesis productivity, growing of leaf surface area, and pigment system of apple tree cultigen (*Malus domestika* Borkh.) in South Kyrgyzstan. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2018; (2): 157–160 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/yucldg>
12. Shestakova E.O., Eroshenko F.V., Storzhak I.G., Oganyan L.R., Chernova I.V. Influence of various elements of cultivation technology on the chlorophyll content in winter wheat plants and its yield. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2020; (5): 27–35 (In Russian). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2020-196-5-27-37>
12. Sinegovskaya V.T. Soybean crops in the Amur region as photosynthetic systems. *Blagoveshchensk: Zeya*. 2005; 120 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/qkxzcl>
14. Rafalskaya N.B., Sinegovskaya V.T., Rafalsky S.V. Photosynthetic and seed productivity of soybean when using biologization techniques of its cultivation in Priamurie. *Adaptive technologies in the horticulture of Amur oblast. Collection of research papers*. Blagoveshchensk: Far Eastern State Agrarian University. 2016; 12: 81–86 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/zchard>

ОБ АВТОРАХ

Александр Алексеевич Дубков,
научный сотрудник
o.zemledelia@yandex.ru

Роман Витальевич Тимошинов,
кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом
земледелия и агрохимии
roman-timoshinov@mail.ru

Елена Жоржевна Кушаева,
научный сотрудник
o.zemledelia@yandex.ru

Алексей Григорьевич Клыков,
доктор биологических наук, академик РАН
alex.klykov@mail.ru

Федеральный научный центр агробιοтехнологий
Дальнего Востока им. А.К. Чайки,
ул. Воложенина, 30, пос. Тимирязевский, Уссурийск,
Приморский край, 692539, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Aleksandr Alekseevich Dubkov,
Research Associate
o.zemledelia@yandex.ru

Roman Vitalievich Timoshinov,
Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department
of Agronomy and Agricultural Chemistry
roman-timoshinov@mail.ru

Elena Zhorzhevna Kushaeva,
Research Associate
o.zemledelia@yandex.ru

Aleksey Grigorievich Klykov,
Doctor of Biological Sciences, Academician
of the Russian Academy of Sciences
alex.klykov@mail.ru

Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology
of the Far East named after A.K. Chaika,
30 Volozhenin Str., Timiryazevsky, Ussuriysk, Primorky Kray, 692539,
Russia