

УДК 574.24

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-2-65-72

## ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И АКТИВНОСТЬ ОКСИДОРЕДУКТАЗ СОИ

**Разанцев В.И.<sup>1</sup>, Иваченко Л.Е.<sup>2</sup>, Разанцев П.Н.<sup>3</sup>, Коничев А.С.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>ООО "Соя АНК"

675028 г. Благовещенск, Амурской обл., ул. Промышленная 7, Российская Федерация

<sup>2</sup>Благовещенский государственный педагогический университет

675000, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Ленина 104, Российская Федерация

<sup>3</sup>ООО «АмурАгроХолдинг»

675000, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Горького, д. 235/2, Российская Федерация,

<sup>4</sup>Московский государственный областной университет

105005, Москва, ул. Радио, д.10А, Российская Федерация

**Аннотация.** Выявлены изменения удельной активности оксидоредуктаз семян сои, полученных после предпосевной обработки препаратами на основе продуктов переработки лиственницы Даурской (*Larix dahurica*) и экстрасола. Установлены стабильные множественные формы для каталаз, пероксидаз, алкогольдегидрогеназ и значительные изменения в наборах форм малатдегидрогеназ. Усиление окислительно-восстановительных процессов сои привело к увеличению адаптивного потенциала в условиях переувлажнения почв, улучшению хозяйственно ценных показателей и повышению урожайности по сравнению с контролем. Полученные результаты способствовали ЗАО «Аметис» создать на основе дигидрокверцетина регулятор роста сои «ЭкоЛарикс».

**Ключевые слова:** соя, оксидоредуктазы, адаптация, регуляторы роста, дигидрокверцетин, арабиногалактан, премикс, экстрасол.

## INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS ON BIOMETRIC PARAMETERS AND ACTIVITY OF SOYA OXIDOREDUCTASE

**V. Razantsvej<sup>1</sup>, L. Ivachenko<sup>2</sup>, P. Razantsvej<sup>3</sup>, A. Konichev<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>ООО "Soya ANK"

ul. Promyshlennaya, 7, 675028 Blagoveshchensk, Amur region, Russia

<sup>2</sup>Blagoveshchensk State Pedagogical University

ul. Lenina 104, 675000 Blagoveshchensk, Amur region, Russia;

<sup>3</sup>ООО 'AmurAgroHolding'

ul. Gor'kogo 235/2, 675000 Blagoveshchensk, Amur region, Russia;

<sup>4</sup>Moscow State Regional University

ul. Radio 10a, 105005 Moscow, Russia

**Abstract.** We have determined changes in specific activity of soybean oxidoreductase, obtained after preliminary treatment with chemicals based on the products of processing of Dahurian larch (*Larix dahurica*) and extrasol. We have found stable types of multipleforms, for catalases,

© Разанцев В.И., Иваченко Л.Е., Разанцев П.Н., Коничев А.С., 2016.

peroxidases, and alcohol dehydrogenases as well as significant differences for malate dehydrogenases forms. The enhancement of soy oxidation-reduction processes resulted in the adaptive potential increase under the conditions of waterlogged soils, as well as in economic improvement of valuable figures and the crop productivity as compared to the control group. The obtained results allowed the private limited liability company «Ametis» to produce a friendly soy-growth regulator «EcoLarix» based on dihydroquercetin.

**Keywords:** Glycine Max L., oxidoreductase, plural forms, adaptation, growth regulators, dihydroquercetin, arabinogalactan, premix, extrasol.

В настоящее время остается актуальной задача увеличения на Дальнем Востоке производства сои, которая призвана решить проблему дефицита пищевого белка. Для решения этой задачи сельскохозяйственным производителям необходимо увеличить урожайность этой ценнейшей сельскохозяйственной культуры. Одним из способов повышения продуктивности растений и их устойчивости в неблагоприятных условиях внешней среды является обработка семян биологически активными веществами и их комплексами, которые позволяют усиливать или ослаблять признаки и свойства растений в пределах нормы реакции, определяемой генотипом. В Амурской области для выращивания сои широко применяются гуминовые, микробиологические препараты и молибденовокислый аммоний.

Важным источником биологически активных веществ в Амурской области является лиственница даурская (*Larix dahurica*), из которой получают лиственничное масло, олигосахарид арабиногалактан (АГ) и флавоноид – дигидрокверцетин (ДКВ), обладающий и антиоксидантным действием [8, с. 7-10]. Установлено, что изофлавоны сои также являются антиоксидантами [10]. Они же играют важную роль как сигнальные молекулы в образовании  $N_2$ -фиксирующего симбиоза соя –

*Bradyrhizobium japonicum*, участвуют в развитии клубеньков и индукции подгена у клубеньковых бактерий [11]. В связи с этим естественный интерес вызывает действие новых препаратов, полученных из лиственницы даурской, на растения сои. Ранее эмульсию биофлавоноида дигидрокверцетина (препарат «Лариксин»), полученного из древесины лиственницы сибирской, использовали для обработки сои в период вегетации [7]. В 2012 г. нами было установлено, что предпосевная обработка семян сои дигидрокверцетином или лиственничным маслом стимулирует биохимические процессы сои и улучшает хозяйственно ценные показатели [1].

Важными ферментами растений являются разнообразные оксидоредуктазы, которые участвуют в окислительно-восстановительных процессах. Из них каталаза (К.Ф. 1.11.1.6) и пероксидаза (КФ 1.11.1.7) относятся к ферментам-антиоксидантам. Нами установлено, что эти ферменты являются маркерами адаптации сои к условиям выращивания [3, с. 144-151]. У большинства растений преобладающим является спиртовое брожение, в котором алкогольдегидрогеназа (К.Ф. 1.1.1.2) восстанавливает ацетальдегид до этанола, причем активность фермента значительно возрастает в ответ на недостаток кислорода. Малатдегидрогеназа (К.Ф. 1.1.1.37) катализирует

обратимую реакцию окисления малата до оксалоацетата и играет ключевую роль в челночном обмене восстановительными эквивалентами [9, с. 128]. Роль алкогольдегидрогеназы (АДГ) и малатдегидрогеназы (МДГ) в адаптации сои к условиям выращивания изучена недостаточно.

В связи с вышеизложенным целью настоящей работы стало изучение влияния дигидрохверцетина, арабиногалактана, их смеси и препаратов «Премикс» и «Экстрасол» на биометрические показатели и активность оксидоредуктаз сои, выращенной после предпосевной обработки семян.

**Материал и методы исследования.** Объектом исследования служил сорт сои Лидия (*Glycine max (L) Merrill*), полученный из ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои» (с. Садовое, Тамбовский район).

Полевой опыт был заложен в центральной агроклиматической зоне Амурской области на опытном поле ООО «АмурАгроХолдинг» Октябрьского района (п. Екатеринославка) по методике Доспехова Б.А. [2, с. 179-190]. Повторность опыта трехкратная. При посеве семена сои обрабатывались по следующей схеме в концентрациях, указанных производителями препаратов. 1) Контроль – общая схема обработки семян молибденсодержащим препаратом «Текнокель Амино Мо». 2) Обработка семян раствором дигидрохверцетина. 3) Обработка семян раствором арабиногалактана. 4) Обработка семян смесью растворов дигидрохверцетина и арабиногалактана. 5) Обработка семян раствором препарата «Премикс». 6) Обработка семян препаратом «Экстрасол».

Препараты на основе листовницы

предоставлены компанией ЗАО «Аметис» (г. Благовещенск), «Экстрасол» – ГНУ ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (г. Санкт-Петербург).

Биохимический анализ исследуемого материала (500 мг) проводили из экстрактов семян, в которых определяли белок методом Лоури. Каталазную активность определяли газометрическим методом, пероксидазную – по Бояркину с модификациями [6, с. 105-108], активность дегидрогеназ – спектрофотометрически [4, с. 145-148]. Удельную активность ферментов рассчитывали в единицах на мг белка. Электрофоретические спектры исследуемых ферментов выявляли методом электрофореза на колонках 7,5%-го полиакриламидного геля с последующим окрашиванием зон соответствующими гистохимическими методами [5, с. 12-30]. Стандартным критерием для характеристики множественных форм ферментов служила их относительная электрофоретическая подвижность (Rf), по которой оценивали полиморфизм исследуемых образцов.

Биохимические исследования выполняли в шести аналитических повторностях. Статистическую обработку материала проводили по Плохинскому.

Предпосевная обработка семян сои всеми исследованными препаратами оказала положительное влияние на сроки всходов и высоту растений (табл.), снизила абортивность генеративных органов.

Это привело к увеличению количества бобов и семян с одного растения (в 1,5-2,5 раза) по сравнению с контролем и значительному повышению урожайности в сложных погодных условиях 2013 г. (обильные осадки и переувлажнение почвы в период вегета-

ции). Следует отметить, что масса 1000 семян была стабильна для всех исследованных образцов (табл.), но в связи со сложными погодными условиями

оказалась значительно ниже стандарта (140 г для сорта Лидия), поэтому нами рассчитана техническая и биологическая урожайность.

Таблица

**Влияние биологически активных веществ на биометрические показатели сои, выращенной после предпосевной обработки семян**

Образец	Высота растений, см.	Кол-во бобов, шт.	Кол-во семян, шт.	Масса 1000 семян, г.	Урожайность, ц/га	
					Техническая	Биологическая
Контроль	23,8	5,94	14,07	100,5	7,1	9,8
ДКВ	32,37	10,02	24,88	101,9	12,7	14,4
АГ	33,03	10,79	26,69	101,7	13,6	18,7
ДКВ + АГ	33,57	12,66	31,4	101,5	15,9	22,0
«Премикс»	44,27	18,74	45,95	101,3	23,3	32,2
«Экстрасол»	30,36	10,3	25,16	102,2	12,8	17,6

Проведенные исследования удельной активности некоторых оксидоредуктаз показали достоверное увеличение активности каталазы и незначительное уменьшение активности пероксидазы по сравнению с контролем (рис. 1А, Б), что способствует улучшению качества зерна для пищевых целей.

Удельная активность исследованных дегидрогеназ значительно разли-

чалась (рис. 1В, Г). Установлено, что предпосевная обработка семян ДКВ увеличивает удельную активность АДГ в 2,5, экстразолом – в 1,5 раза по сравнению с контролем. Обработка арабиногалактаном приводит к снижению активности фермента (рис. 1В). Удельная активность МДГ различалась незначительно, но была выше контроля (рис. 1Г).

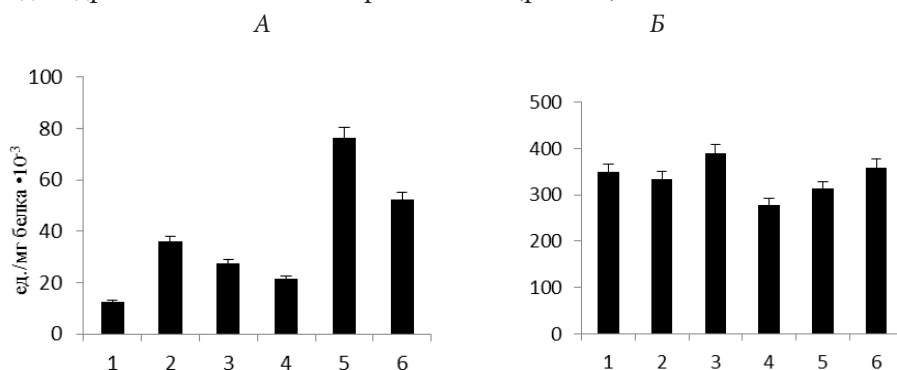


Рис. 1. Удельная активность каталаз (А), пероксидаз (Б), алкогольдегидрогеназ (В) и малатдегидрогеназ (Г) семян сои, полученных с использованием БАВ (1 – контроль; 2 – ДКВ; 3 – АГ; 4 – ДКВ+АГ; 5 – «Премикс», 6 – «Экстрасол»).

При анализе множественных форм исследуемых ферментов следует отметить небольшое число форм для пероксидазы (три) и алкогольдегидрогеназы (две), которые оказались стабильными после обработки семян (рис. 2).

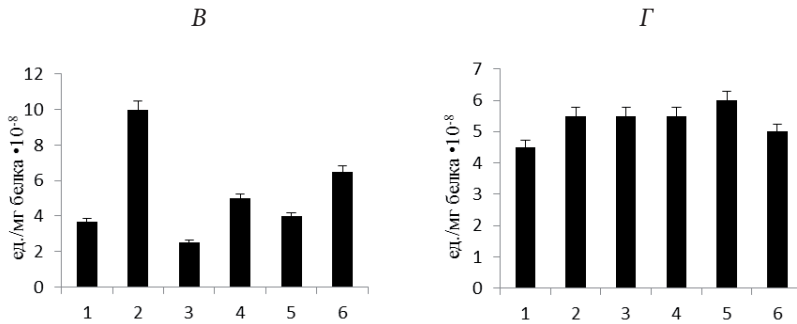


Рис. 1. Удельная активность каталаз (А), пероксидаз (Б), алкогольдегидрогеназ (В) и малатдегидрогеназ (Г) семян сои, полученных с использованием БАВ (1 – контроль; 2 – ДКВ; 3 – АГ; 4 – ДКВ+АГ; 5 – «Премикс», 6 – «Экстрасол»).

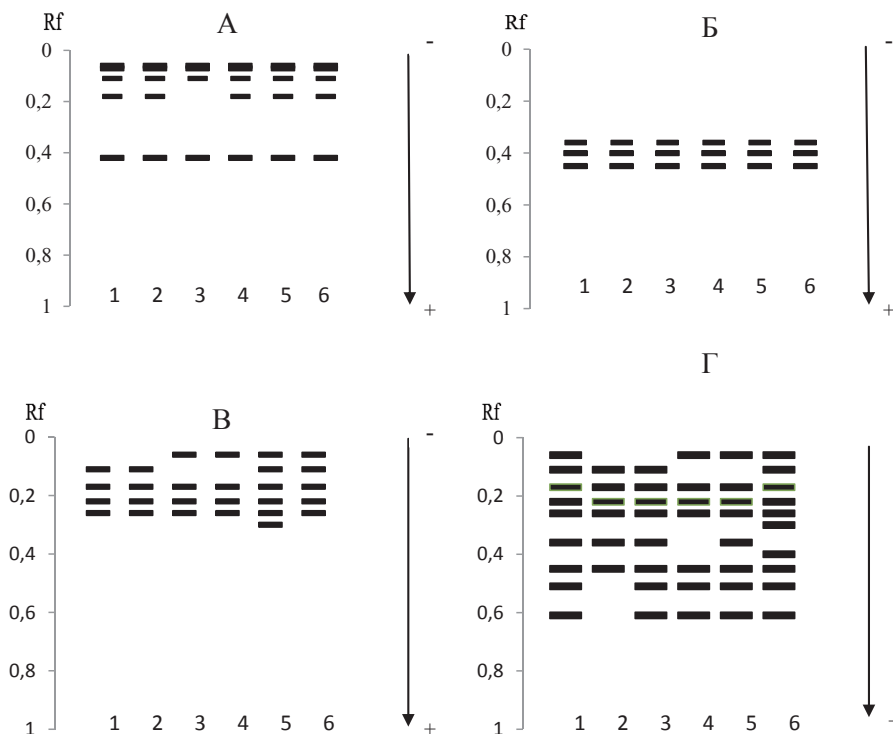


Рис. 2. Схема энзимограмм каталаз (А), пероксидаз (Б), алкогольдегидрогеназ (В) и малатдегидрогеназ (Г) семян сои, полученных с использованием БАВ (1 – контроль; 2 – ДКВ; 3 – АГ; 4 – ДКВ+АГ; 5 – «Премикс», 6 – «Экстрасол»).

Для каталаз выявлено три-четыре формы с одинаковой электрофоретической подвижностью в контрольных и опытных образцах, но различающихся по активности. Значительные изменения по количеству форм (от шести до десяти) и их электрофоретической подвижности установлены для малатдегидрогеназы. Всего выявлено одиннадцать форм этого фермента. Высокое количество форм установлено в образцах с контролем (девять), экстраСОЛОМ (десять), премиксом и арабиногалактаном (восемь) (рис. 2Г). Повышенное число форм малатдегидрогеназы можно объяснить тем, что этот фермент у растений обнаружен в различных клеточных компартментах (цитозоле, пероксисомах и митохондриях) [9, с. 172].

Таким образом, экологически чистые препараты биологически активных веществ, получаемые на основе экстрактов из листовницы Даурской стимулируют биохимические процессы сои. Это приводит к повышению адаптивного потенциала сои в стрессовых условиях рискованного земледелия, улучшению хозяйственно ценных показателей, и позволяет в условиях высокого переувлажнения почв получить на опытных делянках урожай значительно выше контроля.

Проведенные исследования способствовали ЗАО «Аметис» создать на основе ДКВ препарат «ЭкоЛарикс», который был зарегистрирован в 2014 г. в качестве регулятора роста сои.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние дигидрокверцетина и листовничного масла на биометрические показатели, каталазную и пероксидазную активность сои / В.И. Разанцев и др. // Аграрные проблемы научного обеспечения Дальнего Востока: Сб. науч. тр. по материалам научно-практической конференции, посвященной 45-летию создания Всероссийского НИИ сои. Том 1. Благовещенск: ГНУ ВНИИ сои, 2013. С. 106–110.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1972. 306 с.
3. Иваченко Л.Е. Ферменты сои. Благовещенск: БГПУ, 2010. 214 с.
4. Кочетов Г.А. Практическое руководство по энзимологии. М.: Высшая школа, 1980. 272 с.
5. Левитес Е.В. Генетика изоферментов растений. Новосибирск: Наука, 1986. 145 с.
6. Малый практикум по физиологии растений / под ред. А.Т. Мокроносова. М.: МГУ, 1994. 184 с.
7. Оценка степени биологической миграции тяжелых металлов при использовании микробиологических удобрений и регуляторов роста растений / В.А. Кашина и др. // Проблемы экологии Верхнего Приамурья: сб. науч. тр. Вып. 11 / под общ. ред. Л.Г. Колесниковой. Благовещенск: БГПУ, 2009. С. 3–12.
8. Фенольные биоантиоксиданты / Н.К. Зенков и др. Новосибирск: СО РАМН, 2003. 328 с.
9. Хелдт Г.-В. Биохимия растений. М.: БИНОМ, 2011. 471 с.
10. Antioxidant activity of soy isoflavones compared to phenolic acids: Res. Simp. «100 anos ensino farmaceut. Estado Sao Paulo», Sao Paulo, 13-16 out., 1998 / N. Damasceno et al. // Rev. farm. e bioquim. Univ. Sao Paulo. 1998. V. 34, № 2. P. 49.
11. Zhang, F., Mace, F., Smith D.L. Mineral nitrogen availability and isoflavonoid accumulation in the root systems of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) // J. Agron. and Crop Sci. 2000. V. 184, № 3. P. 193–204.

## REFERENCES

1. Razantsvei V.I. i dr. Vliyanie digidrokvertsetina i listvennichnogo masla na biometricheskie pokazateli, katalaznuyu i peroksidaznuyu aktivnost' soi [Influence of dihydroquercetin and larch oil on biometric indices, catalase and peroxidase activity of soybean] Agrarnye problemy nauchnogo obespecheniya Dal'nego Vostoka: Sb. nauch. tr. po materialam nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 45-letiyu sozdaniya Vserossiiskogo NII soi. Tom 1 [Agrarian problems of scientific support of the Far East: Proc. Sci.-Pract. Conf. devoted to the 45 anniversary of the establishment all-Russian research Institute of soy. Vol. 1]. Blagoveshchensk, GNU VNII soi, 2013. Pp. 106–110.
2. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Methodology of field experience]. M., Kolos, 1972. 306 p.
3. Ivachenko L.E. Fermenty soi [Soybean ferments]. Blagoveshchensk, BGPU, 2010. 214 p.
4. Kochetov G.A. Prakticheskoe rukovodstvo po enzimologii [A practical guide to Enzymology]. M., Vysshaya shkola, 1980. 272 p.
5. Levites E.V. Genetika izofermentov rastenii [Genetics of isoenzymes of plants]. Novosibirsk, Nauka, 1986. 145 p.
6. Malyi praktikum po fiziologii rastenii [Small workshop on physiology of plants]. M., MGU, 1994. 184 p.
7. Otsenka stepeni biologicheskoi migratsii tyazhelykh metallov pri ispol'zovanii mikrobiologicheskikh udobrenii i regulyatorov rosta rastenii / V.A. Kashina i dr. [Assessment of the degree of biological migration of heavy metals using microbial fertilizers and plant growth regulators] Problemy ekologii Verkhnego Priamur'ya: sb. nauchnykh trudov. [Environmental problems of the Upper Amur region: collection of scientific papers.] // L.G. Kolesnikova. Blagoveshchensk, BGPU, 2009. Pp. 3–12.
8. Zenkov N.K. i dr. Fenol'nye bioantioksidanty [Phenolic biologic antioxidants]. Novosibirsk, SO RAMN, 2003. 328 p.
9. Heldt H.-W. Plant Biochemistry. Amsterdam, Elsevier, 2005. 652 p.
10. Damasceno N. Antioxidant activity of soy isoflavones compared to phenolic acids / N. Damasceno // Res. Simp. «100 anos ensino farmaceut. Estado Sao Paulo» // Rev. farm. bioquim. Univ. Sao Paulo. 1998. vol. 34. no 2. Pp. 49.
11. Zhang F, Mace F, Smith D.L. Mineral nitrogen availability and isoflavonoid accumulation in the root systems of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) // J. Agron. and Crop Sci. 2000. vol. 184. no 3. Pp. 193–204.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Разанцевей Виктория Ивановна* – заведующий лабораторией ООО "СоЯ АНК";  
e-mail: Razantsvey73@mail.ru

*Разанцевей Петр Николаевич*, главный агроном ООО «АмурАгроХолдинг»;  
e-mail: Razantsvey@mail.ru

*Иваченко Любовь Егоровна* – доктор биологических наук, профессор кафедры химии Благовещенского государственного педагогического университета;  
e-mail: lab.mol.biol.bgpu@mail.ru

*Коницев Александр Сергеевич* – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры теоретической и прикладной химии Московского государственного областного университета: konichev@mail.ru



**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

*Razantsvej Victoria I.* – head of the Laboratory of Chemistry at the ООО "Soya ANK";  
e-mail: Razantsvej73@mail.ru;

*Ivachenko Lyubov E.* – doctor of biological sciences, professor of the Chair of Chemistry at the Blagoveshchensk State Pedagogical University;  
e-mail: lab.mol.biol.bgpu@mail.ru;

*Razantsvej Petr N.* – chief agronomist of ООО 'AmurAgroHolding';  
e-mail: Razantsvej@mail.ru;

*Konichev Alexander S.* – doctor of biological sciences, professor, professor of the Chair of Theoretical and Applied Chemistry at the Moscow State Regional University;  
e-mail: konichev@mail.ru

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА**

*Разанцевей В.И., Иваченко Л.Е., Разанцевей П.Н., Коничев А.С.* Влияние регуляторов роста на биометрические показатели и активность оксидоредуктазы сои // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2016. № 2. С. 65-72.

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-2-65-72

**BIBLIOGRAPHIC REFERENCE**

*V. Razantsvej, L. Ivachenko, P. Razantsvej, A. Konichev.* Influence of growth regulators on biometric parameters and activity of soya oxidoreductase // Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences. 2016. no 2. pp. 65-72.

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-2-65-72