

14. Progressivnye tekhnologii vozdeleyvaniya kartofelya v Dal'nevostochnom regione (Progressive Technologies of Potato Cultivation in the Far East District), YU.P. Kirilenko, E.P. Kamchadalov, YU.V. Terent'ev YU.V. [i dr.], Habarovsk, Dal'NIISKH, 1998, 87 p.

15. Starovojtov, V.I., Pavlova, O.A. Tekhnologiya vyrashchivaniya kartofelya v Rossii: nastoyashchee i budushchee (Potato-Growing Technology in Russia: Present and Future), Minsk, 2007, tom 13, Kartofelevodstvo sbornik nauchnyh trudov.

16. Tubolev, S.S. Mashinnye tekhnologii i tekhnika dlya proizvodstva kartofelya (Machine Technologies and Machinery for Potato Production), S.S. Tubolev [i dr.], Moskva, Agropas, 2010, 316 p.

17. Tubolev, S.S., Kolchin, N.N. Razvitie otechestvennogo sel'sko-hozyajstvennogo mashinostroeniya na primere proizvodstva special'noj tekhniki dlya kartofelevodstva i ovoshchevodstva (Development of Domestic Agricultural Machinery Construction by Example of Production of Special Equipment for Potato and Vegetable-Growing), Moskva, FGBNU «Rosinformagrotekh», 2011, 68 p.

УДК 633.853.52:665.12  
ГРНТИ 68.35.31

DOI: 10.24411/1999-6837-2019-13033

**Кодирова Г.А., канд. техн. наук, вед. науч. сотр.;**

E-mail: kodigalya@mail.ru;

**Кубанкова Г.В., ст. науч. сотр.,**

E-mail: kgv.galina@mail.ru,

ФГБНУ «Всероссийский НИИ сои»,

г. Благовещенск, Амурская область, Россия;

**Ефремова О.С., канд. с.-х. наук,**

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР),

г. Санкт Петербург, Россия;

**Фисенко П.В., канд. биол. наук, науч. сотр.,**

ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки»,

пос. Тимирязевский, Уссурийский район, Приморский край, Россия

## **ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА МАСЛА В СЕМЕНАХ СОМАКЛОНАЛЬНЫХ ЛИНИЙ СОИ**

© Кодирова Г.А., Кубанкова Г.В., Ефремова О.С., Фисенко П.В., 2019

*В статье представлены результаты биохимических исследований жирнокислотного состава семенного материала сои, полученного методом соматоклональной изменчивости в культуре *in vitro*, с применением в питательных средах ионов кадмия. Выявлено, что под действием ионов кадмия как мутагенного фактора в исследуемых семенах соматоклонов наблюдается повышение содержания масла, олеиновой и линолевой кислот, а также снижение линоленовой кислоты. Линия R1591 достоверно превосходила исходный сорт по содержанию масла и комплексу ненасыщенных жирных кислот (олеиновая, линолевая, линоленовая). Выделены три линии, имеющие существенные преимущества по ряду признаков: содержанию жира (R1609), линоленовой (R1605), линолевой и линоленовой кислот (R1584). В результате анализа также установлены изменения соотношения насыщенных и ненасыщенных жирных кислот:  $C_{18:2}/C_{18:1}$ ;  $C_{18:3}/C_{18:2}$ , указывающие на устойчивые и сохраняющиеся в большей или меньшей степени различия между соматоклональными линиями и их исходными формами.*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** СОЯ, СОМАКЛОНАЛЬНЫЕ ЛИНИИ, ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, ИОНЫ, БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ.

**Kodirova G.A., Cand. Tech. Sci., Leading Researcher;**

E-mail: kodigalya@mail.ru;

**Kubankova G.V., Senior Research Worker,**

E-mail: kgv.galina@mail.ru,

All-Russian Research Institute of Soybean,

Blagoveshchensk, Amur Region, Russia;

**Efremova O.S., Cand. Agri. Sci.,**

All-Russian Research Institute of Plant Industry,

Saint Petersburg, Russia;

**Fisenko P.V., Cand. Biol. Sci.,**

Federal Research Center for Agrobiotechnologies

of the Far East named after A.K. Chaika,

Village of Timiryazevskiy, Ussuri Region, Primorskii Krai, Russia

## VARIABILITY OF THE FATTY ACID COMPOSITION OF OIL IN THE SEEDS OF SOMACLONAL SOYBEAN LINES

*The article presents the results of biochemical studies of the fatty acid composition of soybean seed material obtained by the method of somaclonal variability in invitro culture using cadmium ions in nutrient media. It was found that under the influence of cadmium ions as a mutagenic agent in the studied somaclone seeds, there is an increase in the content of oil, oleic and linoleic acids, as well as a decrease in linolenic. R1591 line reliably exceeded the original variety in oil content and in the complex of unsaturated fatty acids (oleic, linoleic, linolenic). Three lines that have significant advantages in a number of characteristics have been identified: fat content (R1609), linolenic acid (R1605), linoleic and linolenic acids (R1584). As a result of analysis, changes in the ratio of saturated and unsaturated fatty acids have also been established:  $C_{18:2}/C_{18:1}$ ;  $C_{18:3}/C_{18:2}$ , indicating stable and permanent (to a greater or lesser extent) differences between somaclonal lines and their original forms.*

KEY WORDS: SOYBEAN, SOMACLONAL LINES, HEAVY METALS, IONS, BIOCHEMICAL COMPOSITION, FATTY ACID COMPOSITION.

**Введение.** Соя, как культура, сочетающая высокое качество зерна с комплексом адаптивных свойств и технологических преимуществ, является основной составляющей в агропромышленном производстве Дальнего Востока. Вместе с тем поиск новых нетрадиционных подходов и методов, позволяющих выявить потенциальные возможности этой культуры и в более короткие сроки получить новые продуктивные формы и сорта, является актуальным направлением в развитии сельскохозяйственного производства [2, 3, 9, 10].

В последние десятилетия для создания сортов сои с комплексной устойчивостью к разнообразным факторам среды наряду с

длительной и трудоемкой классической селекцией, широко применяются методы биотехнологии. Одним из них является создание исходного материала методом соматклональной изменчивости. В процессе исследований выявлено, что соматклональные линии сои отличаются от исходных форм по качественным и количественным признакам. Нередко они даже превосходят их по ряду хозяйственно ценных признаков и могут быть родоначальниками нового сорта [2, 9, 10]. Устойчивость растений к стрессам характеризует способность растительных организмов полноценно осуществлять свои основные жизненные функции в неблагоприятных условиях внешней среды. Уровень

устойчивости к стрессам является хотя и потенциальным, но генетически контролируемым и наследуемым признаком. Ионы тяжёлых металлов считаются одними из наиболее опасных токсикантов, поскольку могут вызывать обширные патологические изменения во многих тканях растительного организма. Высокой способностью проникновения в растительный организм обладает кадмий. Он является одним из наиболее токсичных тяжелых элементов. Поступая в растения, кадмий вызывает хлорозы листьев, ингибирование роста стеблей и корня. Данные эффекты объясняются влиянием тяжелых металлов на многочисленные биохимические и физиологические процессы, протекающие в растительной клетке, поэтому активное использование экспериментального мутагенеза является перспективным методом, стимулирующим генетические исследования в данной области [1, 2, 3, 8].

С точки зрения практического использования проявлений соматической изменчивости особенно важным является изучение наследуемых в потомстве хозяйственно ценных признаков, в том числе и биохимических, которые могли бы использоваться в селекционной программе выведения высокопродуктивных, устойчивых к неблагоприятным факторам среды растений. Так как соя, в основном, возделывается с целью дальнейшего использования в производстве пищевых и кормовых продуктов, химический состав семян является основным показателем их качества [4, 6, 7, 11]. Научный и практический интерес представляет сравнительное изучение сортов и форм сои не только на содержание белка, но и масла, биологическая эффективность и пищевые достоинства которых определяются содержанием и соотношением в нем жирных кислот.

**Цель исследований.** Изучение изменения жирнокислотного состава масла в семенах форм сои, полученных методом соматической изменчивости в культуре *in vitro*, с применением ионов кадмия ( $Cd^{2+}$ ) в питательных средах.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводили в испытательной

лаборатории ФГБНУ ВНИИ сои г. Благовещенск Амурской области. Для проведения испытаний был использован семенной материал регенерантных линий сои, генетически отличающихся от исходных форм, полученный методом культуры ткани с использованием, в качестве мутагенного фактора в питательной среде, ионов кадмия ( $Cd^{2+}$ ). Перевод пробирочных растений с нормально развитой корневой системой осуществляли в стерильный, ранее проавтоклавируемый почвенный грунт. Развитие растений  $R_0$  протекало в условиях культуральной комнаты: освещенность 3.5–4.0 тыс. люкс,  $t+25^{\circ}C$ , фотопериод – 16 часов. Выращивание соматических линий в полевых условиях проводили в 2017–2018 гг. в селекционном питомнике ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайка» в соответствии с принятой для Приморского края агротехникой.

Гидротермические условия в годы проведения исследований имели некоторые отличия от среднесезонных по температуре и количеству осадков, но в целом были достаточно благоприятными для роста и развития сои. Сложившиеся погодные условия в 2017 г. характеризовались избыточным переувлажнением и высоким температурным режимом в течение всего вегетационного периода, с незначительным превышением среднесезонных показателей. Сумма активных температур была на 9% выше нормы. 2018 г. по температурным условиям соответствовал среднесезонным данным, но практически весь вегетационный период характеризовался переувлажненностью, с выпадением обильных ливневых осадков в августе (453.7 мм), превышая среднесезонные показатели на 226 мм.

Биохимический состав семенного материала (содержание масла, жирнокислотный состав) определяли методом спектроскопии в ближней инфракрасной области с использованием анализатора «FOSS NIRSystem 5000». Метод основан на регистрации спектров отражения анализируемых проб в ближней инфракрасной области и определении в них массовых долей жира и жирных

кислот: пальмитиновой, стеариновой, олеиновой, линолевой и линоленовой. Расчет значений показателей производился по заранее созданным градуировочным моделям. Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием пакета прикладных программ Statistica 6.0.

**Результаты исследований.** В составе семян сои содержится от 16 до 27% масла и

жироподобных веществ, которые выполняют различные физиологические и биохимические функции. Масличность семян зависит как от биологических особенностей сорта, так и от условий выращивания. По результатам исследований установлено, что показатель содержания масла в изучаемых образцах слабо различался и в зависимости от условий выращивания колебался в пределах 1.5% (табл.1).

**Таблица 1**

**Содержание масла и его жирнокислотный состав в соматоклональных линиях сои (2017-2018 гг.)**

Исходная форма, линия	Жир,%	Содержание жирных кислот в масле,%				
		НЖК		МНЖК	ПНЖК	
		C <sub>16:0</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub>
Приморская 81 - и.ф.	18.9±0.05	9.3±0.15	3.8±0.05	16.2±3.10	50.6±0.35	9.2±0.20
R1605 (и.ф. Пр. 81-5Cd)	19.7±0.30	9.3±0.05	3.9±0.05	17.4±4.05	51.2±0.25	8.2*±0.65
R1609 (и.ф. Пр. 81-5Cd)	20.0*±0.20	9.2±0.05	3.8±0.05	18.6±1.15	51.0±0.35	8.4±0.05
R1591 (и.ф. Пр. 81-5Cd)	20.3*±0.10	9.2±0.10	3.8±0.05	19.4*±1.50	51.7*±0.10	8.1*±0.05
Приморская 301 - и.ф.	19.2±0.25	9.2±0.10	3.9±0.05	16.0±2.95	50.5±0.35	8.8±0.15
R1584 (и.ф. Пр. 301-5Cd)	19.9±0.05	9.3±0.05	3.8±0.05	17.0±2.15	51.4*±0.15	7.9*±0.40
R1568 (и.ф. Пр. 301-10Cd)	19.5±0.40	9.3±0.05	3.8±0.05	18.0±0.55	50.9±0.50	8.8±0.70
R1577 (и.ф. Пр. 301-10Cd)	19.4±0.04	9.2±0.05	3.7±0.05	18.2±1.55	51.2±0.20	8.3±0.10
Cv	2.7	1.1	1.3	15.0	1.4	7.0

Примечание: \*достоверно при P=0.05

Наибольшую масличность в среднем за два года исследований показали линии R1609 и R1591, значения которых на 5.8-7.4% превысили исходный сорт Приморская 81. Линий, превосходящих исходный сорт Приморская 301, не отмечено.

Анализируя данные о содержании жирных кислот, можно отметить, что в масле семян исследуемых образцов преобладают ненасыщенные жирные кислоты, которые составляют до 87% от их общего количества, при этом основная доля приходится на линолевую, но по сравнению с другими ненасыщенными кислотами ее содержание изменялось в меньшей степени. Изучение изменчивости жирнокислотного состава масла соматоклональных линий сои в течение 2-х лет показало незначительное варьирование (Cv<10%) содержания всех жирных кислот,

за исключением мононенасыщенной олеиновой кислоты, преобладание которой в составе жирных кислот обеспечивает устойчивость к окислению и определяет особую физиологическую ценность. В составе семян исследуемых линий отмечена тенденция к увеличению содержания олеиновой кислоты в масле относительно исходной формы. При средней вариабельности признака (Cv>10%) наибольшая ее концентрация отмечена у линии R1591 с существенным превышением значений исходного сорта Приморская 81 – на 19.7%.

По результатам исследований в среднем за два года все регенерантные линии превысили показатели исходных форм по содержанию в семенах масла, олеиновой и линолевой кислот. Наряду с этим, среди исследуемых регенерантов, выделена линия R1591,



существенно превосходящая исходный сорт (Приморская 81) по содержанию масла и комплексу ненасыщенных жирных кислот. Можно предположить, что выявленные преимущества указывают на генетическую природу этих отклонений, что может быть следствием соматоклональной изменчивости в результате воздействия ионов кадмия как мутагенного фактора.

Анализ соотношений ненасыщенных жирных кислот в масле показал, что линиям с повышенной концентрацией олеиновой

кислоты ( $C_{18:1}$ ) соответствует более низкий процент линолевой кислоты ( $C_{18:2}$ ) и наоборот (таблица 2). Поскольку процесс образования полиненасыщенных жирных кислот идет по схеме:  $C_{18:1} \rightarrow C_{18:2} \rightarrow C_{18:3}$ , то отношение  $C_{18:2}$  к  $C_{18:1}$  может быть связано с различной активностью ферментов, обеспечивающих образование линолевой кислоты в семенах [5, 6, 7, 11]. Так, у образцов с минимальным содержанием  $C_{18:1}$  в масле, отношение  $C_{18:2}$  выше (3.1-3.2%), чем у образцов с максимальным ее содержанием (2.7-2.9%).

Таблица 2

Соотношение жирных кислот в масле соматоклональных линий сои (2017-2018)

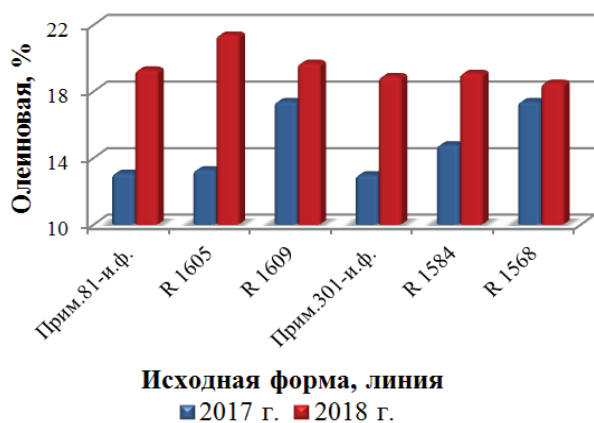
Исходная форма, линия	Соотношение жирных кислот		
	$C_{18:2}/C_{18:1}$	$C_{18:3}/C_{18:2}$	НЖК/ПНЖК
Приморская 81 - и.ф.	3.1	0.6	4.6
R1605 (и.ф. Пр. 81-5Cd)	2.9	0.5	4.5
R1609 (и.ф. Пр. 81-5Cd)	2.7	0.4	4.6
R1591 (и.ф. Пр. 81-5Cd)	2.7	0.4	4.6
Приморская 301 - и.ф.	3.2	0.6	4.5
R1584 (и.ф. Пр. 301-5Cd)	3.0	0.5	4.5
R1568 (и.ф. Пр. 301-10Cd)	2.8	0.5	4.6
R1577 (и.ф. Пр. 301-10Cd)	2.8	0.5	4.6

Таким образом, изменение соотношения концентраций  $C_{18:2}$  к  $C_{18:1}$  указывает на устойчивые различия между регенерантами и их родительскими формами. Процесс образования линоленовой кислоты по сравнению с линолевой в семенах сои протекает в 10-15 раз слабее и с различной интенсивностью у исходных форм и их соматоклонов, что следует заключить из соотношений  $C_{18:3}$  к  $C_{18:2}$ .

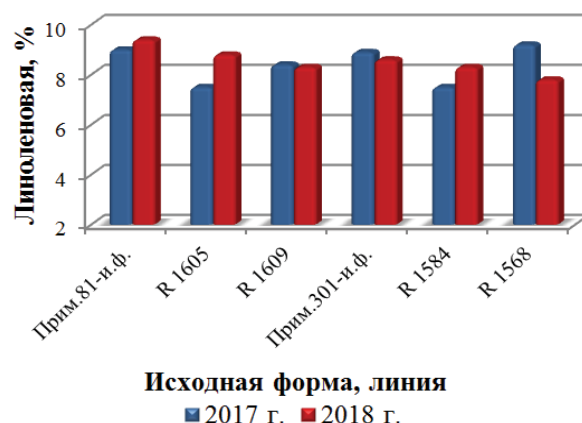
Отношение суммы насыщенных жирных кислот (НЖК) к полиненасыщенным (ПНЖК), характеризует степень ненасыщенности липидов, которая обусловлена в основном двумя кислотами – линолевой и линоленовой, а их биосинтез обеспечивает формирование устойчивости растений к низким температурам окружающей среды. Эта устойчивость коррелирует с наличием в клеточных мембранах полиненасыщенных жирных кислот [4, 5, 6, 11]. У всех исследуемых образцов баланс НЖК и ПНЖК в разные годы находился на одном уровне в среднем - 1:4.6, что свидетельствует о высоком потенциале холодоустойчивости.

Проведенные исследования семенного материала соматоклонов сои в разные по погодным условиям годы показали некоторые различия в содержании олеиновой и линоленовой кислот в масле изучаемых сортов образцов. Наибольшая изменчивость наблюдалась в составе масла олеиновой кислоты, а ее содержание существенно отличалось по годам (рис. 1). Так, внутрилинейные колебания значений исходной формы Приморская 81 составили 2.3% (R1609) и 8.1% (R1605), у линий исходного сорта Приморская 301 – 1.1% (R1568) и 4.3% (R1584). При этом максимальная концентрация олеиновой кислоты отмечена в 2018 году.

Ключевая роль в адаптации растений к кратковременным перепадам температур принадлежит линоленовой кислоте, тем не менее, она является нежелательным компонентом, снижающим качество масла [6, 7, 10]. Содержание линоленовой кислоты в масле соматоклонов по сравнению с олеиновой кислотой изменялось не столь существенно, что свидетельствует о стабильности проявления признака независимо от условий года (рис. 2).



**Рис.1. Варьирование олеиновой кислоты в масле соматоклональных линий сои по годам**



**Рис.2. Варьирование линоленовой кислоты в масле соматоклональных линий сои по годам**

При этом все регенерантные линии отличались от исходных форм пониженным значением этого признака. Однако данная динамика не всегда адаптивна, о чем свидетельствует появление регенерантных форм (R1568) с колебаниями, как в сторону повышения, так и понижения значений по сравнению с исходной формой.

**Выводы.** Таким образом, использование в качестве мутагенного фактора ионов кадмия оказывало влияние на жирнокислотный состав масла, выразившееся в превышении относительно исходных форм показателей содержания олеиновой и линолевой кислот и снижении линоленовой кислоты. Линия R1591 достоверно превосходила исходный сорт по содержанию масла и комплексу

ненасыщенных жирных кислот (олеиновая, линолевая, линоленовая). Выделены три линии, имеющие существенные преимущества по ряду признаков: содержанию жира (R1609), линоленовой (R1605), линолевой и линоленовой кислот (R1584). Выявлены изменения в соотношении жирных кислот ( $C_{18:2}/C_{18:1}$ ;  $C_{18:3}/C_{18:2}$ ), которые указывают на устойчивые и сохраняющиеся в большей или меньшей степени различия между соматоклональными линиями и их исходными формами.

Работа выполнена при поддержке программы «Приоритетные научные исследования в интересах комплексного развития Дальневосточного отделения РАН».

### Список литературы

1. Воронина, Л. П. Влияние Zn и Cd на поступление питательных элементов в ячмень / Л. П. Воронина, Е. В. Морачевская, К. В. Павлов // Экологическая агрохимия / под ред. В.Г. Минеева. – Москва : МГУ, 2008. – С. 83-91.
2. Ефремова, О. С. Влияние ионного стресса на уровень генетической изменчивости регенерантов сои / О.С. Ефремова, П.В. Фисенко // Дальневосточный аграрный вестник. - 2016. – №4(40). – С. 30-37.
3. Кошкин, Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур : учеб.пособие / Е.И. Кошкин. – Москва : Дрофа, 2010. – 638 с.
4. Кучеренко, Л.А. Влияние различных экологических испытаний на содержание и качество масла семян сои / Л.А. Кучеренко, В.С. Петибская, С.Г. Ефименко // Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. - 2014. – Вып.2. – С. 159-160.
5. Лось, Д.А. Молекулярные механизмы холодоустойчивости растений / Д.А. Лось // Вестник РАН. 2005. – Т. 75, №4. – С. 338-345.
6. Озякова, Я.Н. Урожайность и качество зерна в зависимости от действия абиотических факторов и генотипических особенностей / Е.Н. Озякова, Н.А. Поползухина // Омский научный вестник. – 2014. – №2 (144). – С. 213-217.

7. Петибская, В.С. Соя: химический состав и использование / В.С. Петибская. - Под редакцией академика РАСХН, д-ра с.-х. наук В.М. Лукомца. – Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2012. – 432 с.
8. Реутова, Н.В. Мутагенный потенциал ряда тяжелых металлов. / Н.В. Реутова // Экологическая генетика. – 2015. – Т. 13, № 3. – С. 70-75.
9. Рожанская, О.А. Соя и нут в Сибири: культура тканей, соматклоны, мутанты / О.А. Рожанская. – Новосибирск: Юпитер, 2005. – 155 с.
10. Соя на Дальнем Востоке / А.П. Ващенко, Н.В. Мудрик, П.П. Фисенко, Н.В. Чайка. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 434 с.
11. Lunch, D.V. Phospholipid Molecular Species Alterations during low Temperature Acclimations in *Dunaliellasalina* / D.V. Lunch, G.A. Thomson // *Plant Physiol.* 1984. – V.74. – №2. – P. 193-197.

### Reference

1. Voronina, L.P., Morachevskaya, E.V., Pavlov, K.V. Vliyanie Zn i Cd na postuplenie pitatel'nyh elementov v yachmen' (Influence of Zn and Cd on Supply of Nutrients in Barley), *Ekologicheskaya agrohimiya, pod red. V.G. Mineeva, Moskva, MGU, 2008, PP. 83-91.*
2. Efremova, O.S., Fisenko, P.V. Vliyanie ionnogo stressa na uroven' geneticheskoy izmenchivosti regenerantov soi (Effect of Ionic Stress on the Level of Genetic Variation of Soybean Regenerants), *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik, 2016, No 4(40), PP. 30-37.*
3. Koshkin, E.I. Fiziologiya ustojchivosti sel'skohozyajstvennyh kul'tur :ucheb. posobie (Physiology of Crops Stability: Textbook), Moskva, Drofa, 2010, 638 p.
4. Kucherenko, L.A., Petibskaya, V.S., Efimenko, S.G. Vliyanie razlichnyh ekologicheskikh ispytaniy na sodержanie i kachestvo masla semyan soi (Influence of Various Environmental Tests on the Content and Quality of Oil of Soybean Seeds), *Nauchno-tekhnicheskij byulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnyh kul'tur, 2014, Vyp.2, PP. 159-160.*
5. Los', D.A. Molekulyarnye mekhanizmy holodoustojchivosti rastenij (Molecular Mechanisms of Plants Cold Resistance), *Vestnik RAN, 2005, T. 75, No 4, PP. 338-345.*
6. Ozyakova, YA.N., Popolzhina, N.A. Urozhajnost' i kachestvo zerna v zavisimosti ot dejstviya abioticheskikh faktorov i genotipicheskikh osobennostej (Productivity and Quality of Grain Depending on the Influence of Abiotic Factors and Genotypic Characteristics), *Omskij nauchnyj vestnik, 2014, No 2 (144), PP. 213-217.*
7. Petibskaya, V.S. Soya: himicheskij sostav i ispol'zovanie (Soybean: Chemical Composition and Usage), Pod redakciej akademika RASKHN, d-ra s.-h. nauk V.M. Lukomca, Majkop, ОАО «Полиграф-ЮГ», 2012, 432 p.
8. Reutova, N.V. Mutagennyj potencial ryada tyazhelyh metallov (Mutagenic Potential of a Number of Heavy Metals), *Ekologicheskaya genetika, 2015, T. 13, No 3, PP. 70-75.*
9. Rozhanskaya, O.A. Soya i nut v Sibiri: kul'tura tkanej, somaklony, mutanty (Soybean and Chick Pea in Siberia: Tissue Culture, Somaclones, Mutants), Novosibirsk: YUпитер, 2005, 155 p.
10. Soya na Dal'nem Vostoke (Soybean in the Far East), A.P. Vashchenko, N.V. Mudrik, P.P. Fisenko, N.V. CHajka, Vladivostok, Dal'nauka, 2010, 434 p.
11. Lunch, D.V., Thomson, G.A. Phospholipid Molecular Species Alterations during low Temperature Acclimations in *Dunaliellasalina*, *Plant Physiol.*, 1984, V.74, No 2, PP. 193-197.