

## КУЛЬТУРА *IN VITRO* КАК ИСТОЧНИК БИОРАЗНООБРАЗИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ СОИ

Рожанская О.А., Горшкова Е.М.

*Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук*  
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

**Для цитирования:** Рожанская О.А., Горшкова Е.М. Культура *in vitro* как источник биоразнообразия для селекции сои // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 4. С. 24–31. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-4-3

**For citation:** Rozhanskaya O.A., Gorshkova E.M. Kul'tura *in vitro* kak istochnik bioraznoobraziya dlya selektsii soi [In vitro culture as a source of biodiversity for soybean breeding], *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 4, pp. 24–31. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-4-3

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Показана эффективность методов соматической изменчивости в сочетании с многократным индивидуальным отбором при создании новых сортов сои с признаками скороспелости и повышенной семенной продуктивности. Сорта предназначены для субаридных регионов России и Казахстана с холодным континентальным климатом. Создан селекционный материал сои с применением методов биотехнологии в сочетании с многократным индивидуальным отбором. Выявлен более высокий регенерационный потенциал тканей сорта сои СибНИИК 315 по сравнению с сортом Омская-4. Способность к регенерации связана с адаптивностью сорта СибНИИК 315, что подтверждается более широким ареалом его возделывания в различных эколого-географических условиях в пяти регионах России и в Казахстане. Ткани апексов и семядольных узлов соматической линии R21 отличались от исходного сорта СибНИИК 315 повышенной активностью каллусообразования, регенерации и роста побегов. Ткани растений-регенерантов неоднократно проходили через регенерационный цикл согласно протоколу рекуррентной регенерации. В связи с этим высокая морфогенная активность тканей линии R21 может быть результатом автоселекции *in vitro*. Анализ фенотипических вариаций в ранних поколениях соматических клонов сои показал асимметричное распределение отклонений по основным селекционным и маркерным признакам: продолжительности вегетации, высоте растений, семенной продуктивности, а также зависимость распределения от погодных условий. В засушливый год бо-

## *IN VITRO* CULTURE AS A SOURCE OF BIODIVERSITY FOR SOYBEAN BREEDING

Rozhanskaya O.A., Gorshkova E.M.

*Siberian Federal Scientific Centre of  
AgroBioTechnologies of the Russian Academy  
of Sciences*

Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

The paper shows the effectiveness of methods of somaclonal variability in combination with multiple individual selection for creating new soybean varieties characterized by early ripeness and increased seed productivity for sub-arid regions of Russia and Kazakhstan with cold continental climate. Soybean breeding material was created using biotechnology methods combined with multiple individual selection. Higher regeneration potential of soybean tissues of SibNIK 315 variety compared to Omskaya-4 variety was revealed. The ability to regenerate is associated with the adaptability of SibNIK 315 variety, which is confirmed by the wider area of its cultivation in various ecological and geographical conditions in five regions of Russia and Kazakhstan. Tissues of apices and cotyledonary nodes of R21 somaclonal line differed from the original SibNIK 315 variety by the increased activity of callus formation, regeneration and growth of shoots. Tissues of regenerated plants passed repeatedly through the regeneration cycle according to the protocol of recurrent regeneration. Due to this, high morphogenic activity of R21 tissues can be the result of autoselection *in vitro*. The analysis of phenotypic variations in early generations of soybean somaclones showed an asymmetric distribution of deviations by the main breeding and marker traits: duration of vegetation, plant height and seed productivity, as well as dependence of distribution on weather conditions. In a dry year most somaclonal lines had a higher seed

лее высокую семенную продуктивность имели большинство соматоклональных линий, тогда как в благоприятных условиях влажного лета лишь каждая третья линия превосходила исходный сорт. Это свидетельствует о повышенном уровне онтогенетической адаптации соматоклонов в экстремальных условиях засухи.

**Ключевые слова:** соя, культура тканей, соматоклональная изменчивость, селекция, адаптивность

## ВВЕДЕНИЕ

Расширение генетической базы отбора в современной селекции растений обеспечивается методами гибридизации, индуцированного мутагенеза и биотехнологии. Соматоклональная изменчивость представляет собой результат спонтанного мутагенеза в культуре тканей *in vitro*. Идею использования соматоклональных вариаций в селекции впервые предложили в 1981 г. P.J. Larkin, W.R. Scowcroft [1]. В наших многолетних исследованиях [2, 3] выявлены преимущества метода соматоклональной изменчивости по сравнению с более традиционным методом индуцированного мутагенеза:

- возможность восстановления генетического базиса селекции древних культурных видов с обедненным генофондом за счет использования широкого спектра вариаций хозяйственных признаков;

- низкая частота встречаемости в половых потомствах летальных и вредных мутаций, снижающих жизнеспособность растений;

- появление в процессе рекуррентной регенерации особо ценных форм с высоким уровнем онтогенетической адаптации и неспецифической устойчивостью к повреждающим факторам среды, что открывает возможность целенаправленного создания селекционного материала с повышенной экологической стабильностью.

Методы биотехнологии широко применяют в селекции сои [2–5].

Цель исследования – использовать соматоклональные вариации в создании селекционного материала сои для условий Сибири.

Задачи исследования – разработать эффективные технологии культивирования

productivity, whereas in favourable conditions of a humid summer only every third line was superior to the original variety. This indicates increased levels of ontogenetic adaptation of somaclones in extreme drought conditions.

**Keywords:** soybean, tissue culture, somaclonal variability, selection, adaptability

*in vitro* тканей сибирских сортов; выявить стабильные соматоклональные линии путем индивидуального отбора *in agro* по хозяйственным и маркерным признакам.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исходным материалом для работы служили сорта сои (*Glycine max* (L.) Merr.), созданные сибирскими селекционерами. Сорт СибНИИК 315 включен в Государственный реестр Российской Федерации в 1991 г. и допущен к использованию в пяти регионах России и в Казахстане. Сорт Омская-4 включен в Госреестр РФ в 1993 г. и допущен к использованию в Западно-Сибирском регионе. Соматоклональная линия R21 получена нами из сорта СибНИИК 315 методом рекуррентной регенерации.

Соя способна к прямой регенерации побегов из тканей изолированных семядолей и семядольных узлов, а также к соматическому эмбриогенезу (эмбриоидогенезу) в каллусной ткани различного происхождения [2, 4–6]. В качестве эксплантов использовали фрагменты асептических семян, проростков и растений сои. Экспланты помещали на агаризованные питательные среды Гамборга В5 [6] или Мурасиге – Скуга MS [7] с добавками регуляторов роста [2–4]. Инкубацию изолированных тканей проводили при температуре 21 °С, освещенности 2–3 тыс. лк, 16-часовом фотопериоде. Объем выборки составлял 20 эксплантов в каждом варианте, опыты имели три повторения во времени.

Возникшие в культуре тканей растения-регенеранты пассировали на агаризованную среду 1/2 В5 без гормонов или с добавлением 0,5–1,0 мг/л кинетина. Через 3–4 нед мо-

лодые растения  $R_0$  с корнями высаживали в горшки с почвой для завершения онтогенеза и получения семян, неукоренившиеся – клонировали в культуре стеблевых узлов. Растения-регенеранты  $R_1$  и последующих поколений выращивали в полевых питомниках, оценивая и сравнивая признаки соматклонов и исходных сортов. Различия средних определяли с помощью дисперсионного анализа<sup>1</sup>.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведено сравнительное исследование морфогенной активности апикальных почек, семядольных узлов и семядолей сортов сои СибНИИК 315, Омская-4 и соматклональной линии R21. Ткани культивировали 3 нед на среде 1/2 B5 + БАП 1 мг/л (см. табл. 1). Экспланты асептических проростков сорта Омская-4 и линии R21 оказались более склонными к каллусообразованию и продемонстрировали более высокую частоту регенерации побегов из семядольных узлов по сравнению с СибНИИК 315. По числу сформировавшихся побегов на семядольном узле Омская-4 значительно уступала сорту СибНИИК 315, а линия R21 превосходила его. На каждой четвертой изолированной семядоле возникли растения-регенеранты, при этом у СибНИИК 315 количество побегов было больше в 3,3 раза, чем у Омской-4.

По высоте побегов линия R21 превосходила оба сорта. В варианте с семядольными

эксплантами ускоренный рост растений-регенерантов у Омской-4 объясняется меньшим числом побегов при одинаковых ресурсах питательных веществ.

Результаты эксперимента свидетельствуют о том, что особенности морфогенеза сои *in vitro* контролируются генотипом. Выявлен повышенный регенерационный потенциал сорта СибНИИК 315 по сравнению с Омской-4. Мы полагаем, что генотипы, обладающие устойчивостью к стрессорам и высоким уровнем онтогенетической адаптации, более способны к регенерации растений из соматических клеток *in vitro*. Ранее на примере эспарцета и люцерны нами показано, что формы с повышенной устойчивостью к холодному континентальному климату Сибири и Якутии отличаются более высокой способностью к регенерации *in vitro* [8]. Сорт сои СибНИИК 315 устойчив к засухе и лучше адаптируется к разнообразным эколого-географическим условиям, поэтому имеет более широкий ареал возделывания, чем Омская-4.

Ткани апексов и семядольных узлов соматклональной линии R21 отличались от исходного сорта СибНИИК 315 повышенной активностью каллусообразования, регенерации и роста побегов. Учитывая, что ткани R21 неоднократно проходили через регенерационный цикл согласно протоколу, мы

**Табл. 1.** Влияние генотипа на морфогенез в изолированных тканях сои *in vitro* (среда 1/2 B5 + БАП 1 мг/л, период инкубации 3 нед)

**Table 1.** The effect of genotype on morphogenesis in isolated soybean tissues *in vitro* (medium 1/2 B5 + BAP 1 mg/l, incubation period 3 weeks)

| Показатель                     | Апикальные почки |          |      | Семядольные узлы |          |      | Семядоли    |          |
|--------------------------------|------------------|----------|------|------------------|----------|------|-------------|----------|
|                                | СибНИИК 315      | Омская-4 | R21  | СибНИИК 315      | Омская-4 | R21  | СибНИИК 315 | Омская-4 |
| Частота образования каллуса, % | 33               | 51*      | 79*  | 11               | 67*      | 53*  | 94          | 100      |
| Частота образования побегов, % | 89               | 83       | 100* | 56               | 100*     | 100* | 24          | 25       |
| Число побегов на эксплант      | 1,0              | 1,0      | 1,0  | 2,0              | 1,5*     | 2,4* | 3,3         | 1,0*     |
| Высота побега, мм              | 12               | 9        | 17*  | 3                | 2        | 5*   | 7           | 17*      |

\*Разница средних арифметических достоверна на 5%-м уровне.

<sup>1</sup>Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Новосибирск: РПО СО РАСХН, 2008. 217 с.

полагаем, что высокая морфогенная активность является результатом автоселекции *in vitro* на способность к регенерации.

Селекционное изучение потомств выращенных нами растений-регенерантов сои в Новосибирске [2, 9], Омске [10], Красноярске [11, 12], Белгороде<sup>2</sup>, Казахстане<sup>3-5</sup> позволило выявить соматоклональную изменчивость по качественным и количественным признакам, связанным с морфологией, физиологией, химическим составом и семенной продуктивностью.

В Сибири основным лимитирующим фактором для устойчивого возделывания зернобобовых культур являются весенние и осенние заморозки, обеспечивающие жесткий естественный отбор по скороспелости. Продолжительность вегетации у сои прямо коррелирует с высотой растений и семенной продуктивностью, поэтому создание скороспелых и высокопродуктивных сортов представляет собой сложную задачу [13].

Результаты многолетнего изучения экспериментальных линий в условиях Новосибирской области показали, что соматоклональные вариации количественных признаков демонстрируют нормальное симметричное распределение, если в ходе создания исходного сорта не проводили отбор по данному признаку. Отселектированные признаки имели распределение с преобладанием вариантов с «ухудшением», причем степень асимметрии зависела от погодных условий. На рис. 1–3 представлены диаграммы распределения отклонений показателей соматоклонов  $R_2$  и  $R_3$  относительно исходного сорта СибНИИК 315 в контрастных условиях вегетационного сезо-

на: слева – в условиях засухи (1999 г., 29 линий), справа – при избыточном увлажнении (2000 г., 79 линий). Исследование проведено до начала отборов на продуктивность и представляет полный спектр соматоклональной изменчивости по каждому признаку.

Большинство соматоклонов независимо от погодных условий созревало позднее исходного сорта на 1–12 дней, но некоторые линии опережали исходный сорт по скороспелости в засушливых условиях на 1 день, в условиях избыточного увлажнения – на 1–5 дней (см. рис. 1).

По высоте растений большинство экспериментальных линий в условиях засухи превзошли сорт СибНИИК 315 (см. рис. 2). В сырой год половина соматоклонов имела растения выше исходного сорта на 16–55%. Выявлены низкорослые и карликовые формы, уступающие исходному сорту 17–42%.

Особого внимания заслуживает достоверно более высокая семенная продуктивность большинства соматоклональных линий в засушливых условиях, тогда как в нормальных для сои условиях влажного лета лишь около трети линий превосходили исходный сорт по массе семян (см. рис. 3). Это свидетельствует о повышенном уровне онтогенетической адаптации соматоклонов в экстремальных условиях засухи.

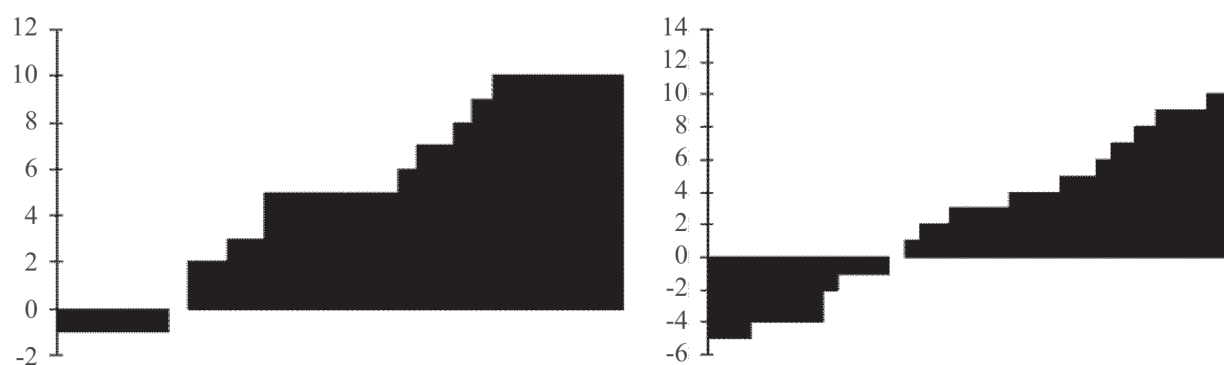
Асимметричное распределение вариаций по продолжительности вегетационного периода и семенной продуктивности свидетельствует о необходимости тщательного отбора генотипов, совмещающих скороспелость и урожайность. По итогам многократного индивидуального отбора выделены 9 перспективных линий и проведено их кон-

<sup>2</sup>Мелихова И.А., Рожанская О.А., Думачева Е.В., Чернявских В.И. Особенности селекционной работы с соей в Белгородской области // Селекция растений: прошлое, настоящее и будущее: материалы I Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Белгород, 2017. С. 112–114.

<sup>3</sup>Didorenko S.V., Abugaliyeva A.I., Rozhanskaya O.A., Spryagaylova Y.N. NDVI characteristics, productivity and drought tolerance of precocious somaclonal soybean lines in contrasting areas of Kazakhstan // International Plant Breeding Congress. Antalya, Turkey, 1–5 November. 2015. P. 213.

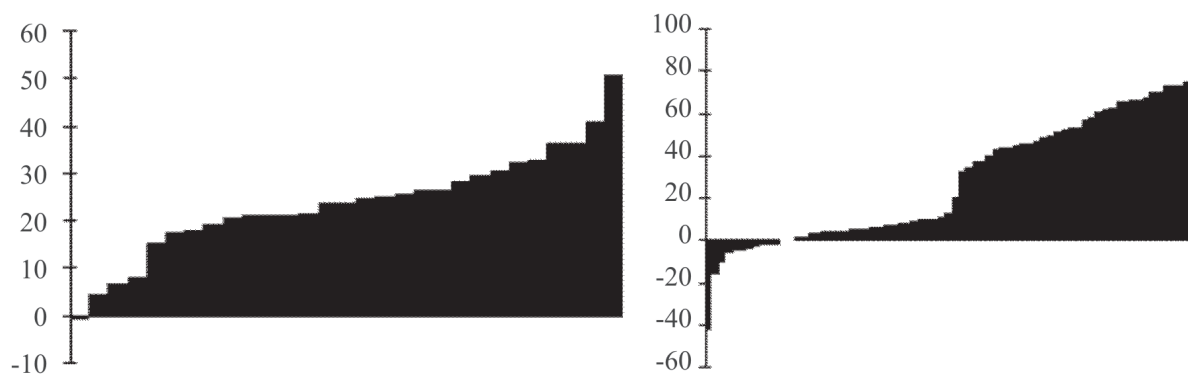
<sup>4</sup>Дидоренко С.В., Абукалиева А.И., Ержебаева Р.С., Сидорик И.В., Рожанская О.А. Соматоклональные линии как исходный материал в селекции сои на скороспелость и засухоустойчивость // Генофонд и селекция растений: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. (4–6 апреля 2018 г., Новосибирск). Новосибирск: ИЦиГ СО РАН, 2018. С. 119–123.

<sup>5</sup>Зинченко А.В., Казыдуб Н.Г., Сидорик И.В., Плотников В.Г. Изучение вегетационного периода коллекционных образцов сои // Зернобобовые культуры – развивающееся направление в России: сб. тр. II междунар. форума. Омск: Полиграфический центр КАН, 2018. С. 60–62.



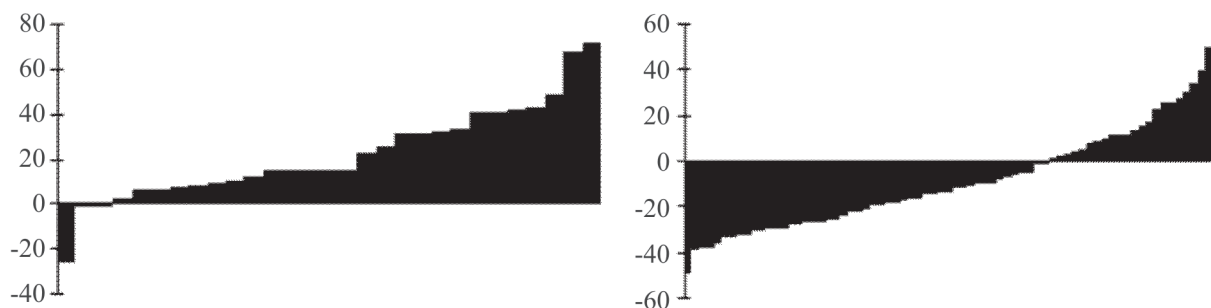
**Рис. 1.** Влияние погодных условий на изменчивость вегетационного периода соматклональных линий сои (отклонения от уровня исходного сорта СибНИИК 315), дни; слева – в условиях засухи, справа – при избыточном увлажнении

**Fig. 1.** Influence of weather conditions on variability of the vegetation period of soybean somaclonal lines (deviation from the original SibNIİK 315 variety) days; left – under drought conditions, right – excessive moisture



**Рис. 2.** Влияние погодных условий на изменчивость высоты растений соматклональных линий сои (отклонения от уровня исходного сорта СибНИИК 315), %; слева – в условиях засухи, справа – при избыточном увлажнении

**Fig. 2.** Influence of weather conditions on variability of plant height in soybean somaclonal lines (deviation from the original SibNIİK 315 variety), %; left – under drought conditions, right – excessive moisture



**Рис. 3.** Влияние погодных условий на изменчивость соматклональных линий сои по массе семян на растении (отклонения от уровня исходного сорта СибНИИК 315), %; слева – в условиях засухи, справа – при избыточном увлажнении

**Fig. 3.** Influence of weather conditions on variability of seed weight on the plant in soybean somaclonal lines (deviation from the original SibNIİK 315 variety), %; left – under drought conditions, right – excessive moisture

**Табл. 2.** Урожайность семян сои в контрольном и конкурсном испытании, г/м<sup>2</sup>

**Table 2.** Soybean seed yield in the control and competitive test, g/m<sup>2</sup>

| Год     | СибНИИК 315 (стандарт) | 7 RS  | 8 RS (Краснообская) | 9 RS (СибНИИК 9) |
|---------|------------------------|-------|---------------------|------------------|
| 2009    | 218                    | 239   | 229                 | 227              |
| 2010    | 182                    | 210*  | 210*                | 204              |
| 2011    | 153                    | 167   | 165                 | 193*             |
| 2012    | 133                    | 143   | 173*                | 169*             |
| 2013    | 172                    | 177   | 174                 | 187*             |
| 2014    | 160                    | 156   | 174*                | 178*             |
| 2015    | 213                    | 212   | 242*                | 235*             |
| 2016    | 221                    | 223   | 248*                | 242              |
| 2017    | 270                    | 306   | 294                 | 336*             |
| 2018    | 179                    | 224*  | 196                 | 228*             |
| Среднее | 190,1                  | 205,7 | 210,5               | 219,9            |

\*Разница со стандартом достоверна на 5%-м уровне значимости; 2009, 2010 гг. – контрольное сортоиспытание; 2011–2018 гг. – конкурсное.

трольное испытание. Холодное и сырое лето 2009 г. позволило выявить три сортообразца (7 RS, 8 RS, 9 RS), не уступающих по скороспелости исходному сорту СибНИИК 315 (стандарт). В табл. 2 представлены данные селекционного изучения сортообразцов сои в контрольном и конкурсном испытании на полях СибНИИ кормов в течение 10 лет. Сортообразцы 8 RS и 9 RS превышали уровень стандарта по урожайности семян в отдельные годы на 27–30%, в среднем – на 11 и 16% соответственно. Созревание линии 8 RS наступало ранее стандарта в среднем на 3 дня, 9 RS позднее на 2 дня.

В результате использования культуры тканей *in vitro* созданы новые сорта сои, превышающие по семенной продуктивности и устойчивости к стрессорам стандарт СибНИИК 315. Новый сорт СибНИИК 9 с 2017 г. включен в Государственный реестр и допущен к использованию в четырех регионах Российской Федерации: Средне-волжском, Уральском, Западно-Сибирском и Восточно-Сибирском [15]. Сорт Краснообская проходит Государственное сортоиспытание. В Казахстане передан на ГСИ в 2017 г. новый сорт сои Русия, созданный на основе соматоклональной линии 5 RS, высокопродуктивной, хотя и недостаточно скороспелой для условий Новосибирска.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты экспериментов *in vitro* свидетельствуют о более высоком регенерационном потенциале сорта сои СибНИИК 315 по сравнению с Омской-4. Полагаем, что это свойство связано с повышенной адаптивностью сои СибНИИК 315 в различных эколого-географических условиях, что подтверждается широким ареалом ее возделывания в пяти регионах России и в Казахстане.

Ткани апексов и семядольных узлов соматоклональной линии R21 отличались от исходного сорта СибНИИК 315 повышенной активностью каллусообразования, регенерации и роста побегов. Учитывая, что ткани растений-регенерантов R21 неоднократно проходили через регенерационный цикл согласно протоколу рекуррентной регенерации, полагаем, что высокая морфогенная активность тканей линии R21 является результатом автоселекции *in vitro*.

Анализ соматоклональных вариаций в ранних поколениях показал асимметричное распределение отклонений по основным селекционным и маркерным признакам: продолжительности вегетации, высоте растений, семенной продуктивности, а также зависимость распределения от погодных условий. В засушливый год более высокую семенную продуктивность имели боль-

шинство соматоклональных линий, тогда как в условиях влажного лета лишь около трети. Это свидетельствует о повышенном уровне онтогенетической адаптации соматоклонов в экстремальных условиях засухи.

Селекционные исследования доказали, что метод соматоклональной изменчивости в сочетании с многократным индивидуальным отбором эффективен при создании новых сортов сои для субаридных регионов России и Казахстана с холодным континентальным климатом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Larkin P.J., Scowcroft W.R. Somaclonal variation – a novel source of variability from cell culture for plant improvement // *Theoretical and Applied Genetics*. 1981. Vol. 60, N 1. P. 197–214.
2. Рожанская О.А. Соя и нут в Сибири: культура тканей, соматоклоны, мутанты. Новосибирск: Юпитер, 2005. 155 с.
3. Рожанская О. Соматоклональная изменчивость *in vitro* и селекция растений: монография. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. 404 с.
4. Ващенко А.П., Мудрик Н.В., Фисенко П.П., Дега Л.А., Чайка Н.В., Капустин Ю.С. Соя на Дальнем Востоке: монография. Владивосток: Дальнаука, 2010. 435 с.
5. Варламова Н.В., Родионова М.А., Ефремова Л.Н., Харченко П.Н., Высоцкий Д.А., Халилуев М.Р. Индукция непрямого органогенеза побегов сои *Glycine max* (L.) Merr. из сегментов стебля для применения в качестве эксплантов при агробактериальной трансформации // *Сельскохозяйственная биология*. 2018. Т. 53. № 3. С. 521–530.
6. Gamborg O.L., Miller R.A., Ojima K. Nutrient requirement of suspension cultures of soybean root cell // *Experimental Cell Research*. 1968. Vol. 50. P. 151–158.
7. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures // *Physiologia plantarum*. 1962. Vol. 15. P. 473–497.
8. Рожанская О.А., Дарханова В.Г., Строева Н.С. Автоселекция *in vitro* эспарцета песчаного на адаптивность // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2011. № 3-4. С. 131–134.

9. Рожанская О.А., Ломова Т.Г., Шилова Т.В., Горшкова Е.М. Новые соматоклональные линии сои для селекции в Сибири // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2016. № 2 (249). С. 35–42.
10. Паршуткина Е.В., Поползухина Н.А., Рожанская О.А. Оценка исходного материала для селекции сои в условиях южной лесостепи Западной Сибири // *Вестник Омского государственного аграрного университета*. 2016. № 1 (21). С. 45–51.
11. Чураков А.А., Халицкий А.Н. Оценка соматоклональных популяций сои и нута по качеству и продуктивности // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. 2015. № 11. С. 183–189.
12. Рожанская О.А., Потанов Д.А., Чураков А.А., Халицкий А.Н. Особенности селекции сои в Сибири // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2015. № 10 (41). С. 62–65. DOI: 10.18454/IRJ.2015.41.113.
13. Енкен В.Б. Соя: монография. М.: Сельхозгиз, 1959. 622 с.
14. Рожанская О.А., Полюдина Р.И. Новый сорт сои СибНИИК 9 для условий Сибири, Среднего Поволжья и Урала // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2017. Т. 47. № 3. С. 14–20.

## REFERENCES

1. Larkin P.J., Scowcroft W.R. Somaclonal variation – a novel source of variability from cell culture for plant improvement. *Theoretical and Applied Genetics*, 1981, vol. 60, no. 1, pp. 197–214.
2. Rozhanskaya O.A. *Soya i nut v Sibiri: kul'tura tkanei, somaklony, mutanty* [Soybean and chickpeas in Siberia: tissue culture, somaclones, mutants]. Novosibirsk: Yupiter Publ., 2005, 155 p. (In Russian).
3. Rozhanskaya O. *Somaclonal'naya izmenchivost' in vitro i selektsiya rastenii* [Somaclonal variation *in vitro* and plant selection]. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018, 404 p. (In Russian).
4. Vashchenko A.P., Mudrik N.V., Fisenko P.P., Dega L.A., Chaika N.V., Kapustin Yu.S. *Soya na Dal'nem Vostoke* [Soybean in the Far East]. Vladivostok: Dal'nauka Publ., 2010, 435 p. (In Russian).

5. Varlamova N.V., Rodionova M.A., Efremova L.N., Kharchenko P.N., Vysotskii D.A., Khaliluev M.R. Induktsiya nepryamogo organogeneza pobegov soi *Glycine max* (L.) Merr. iz segmentov steblya dlya primeneniya v kachestve eksplantov pri agrobakterial'noi transformatsii [Indirect shoot organogenesis of soybean *Glycine max* (L.) Merr. from stem segments and use of the explants for agrobacterium-mediated transformation]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural Biology], 2018, vol. 53, no. 3, pp. 521–530. (In Russian).
6. Gamborg O.L., Miller R.A., Ojima K. Nutrient requirement of suspension cultures of soybean root cell. *Experimental Cell Research*, 1968, vol. 50, pp. 151–158.
7. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia plantarum*, 1962, vol. 15, pp. 473–497.
8. Rozhanskaya O.A., Darkhanova V.G., Stroeveva N.S. Avtoselektsiya in vitro espartseta peshanogo na adaptivnost' [In vitro autoselection of Hungarian sainfoin for adaptability]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2011, no. 3-4, pp. 131–134. (In Russian).
9. Rozhanskaya O.A., Lomova T.G., Shilova T.V., Gorshkova E.M. Novye somaklonal'nye linii soi dlya selektsii v Sibiri [New somaclonal soybean lines for selection in Siberia]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2016, no. 2, pp. 35–42. (In Russian).
10. Parshutkina E.V., Popolzukhina N.A., Rozhanskaya O.A. Otsenka iskhodnogo materiala dlya selektsii soi v usloviyakh yuzhnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri [Evaluation of the source material for soybean breeding in the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Omsk State Agricultural University], 2016, no. 1, pp. 45–51. (In Russian).
11. Churakov A.A., Khalipskii A.N. Otsenka somaklonal'nykh populyatsii soi i nuta po kachestvu i produktivnosti [The assessment of somatic clonal populations of soybean and chickpeas by quality and productivity]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of KrasGAU], 2015, no. 11, pp. 183–189. (In Russian).
12. Rozhanskaya O.A., Potapov D.A., Churakov A.A., Khalipskii A.N. Osobennosti selektsii soi v Sibiri [Soybean selection peculiarities in Siberia]. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal* [International Research Journal], 2015, no. 10 (41), pp. 62–65. DOI 10.18454/IRJ.2015.41.113 (In Russian).
13. Enken V.B. *Soya* [Soybean]. M.: Sel'khozgiz Publ., 1959, 622 p. (In Russian).
14. Rozhanskaya O.A., Polyudina R.I. Novyi sort soi SibNIIK 9 dlya uslovii Sibiri, Srednego Povolzh'ya i Urala [A new soybean variety SibNIIK 9 for Siberia, Urals and Middle Volga regions]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2017, Vol. 47, no. 3, pp. 14–20. (In Russian).

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Рожанская О.А.**, доктор биологических наук, заведующая лабораторией генетики и биотехнологии кормовых культур, главный научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р. п. Краснообск, а/я 463; e-mail: olgarozhanska@yandex.ru

**Горшкова Е.М.**, старший научный сотрудник

#### AUTHOR INFORMATION

✉ **Rozhanskaya O.A.**, Doctor of Science in Biology, Head of Laboratory of Genetics and Biotechnology of Fodder Crops, Head Researcher; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: olgarozhanska@yandex.ru

**Gorshkova E.M.**, Senior Researcher

Дата поступления статьи 20.05.2019  
Received by the editors 20.05.2019