

РАСТЕНИЕВОДСТВО

DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-3-217-225

ИНТЕНСИВНОСТЬ ВАРИАЦИИ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА СОИ

Д.Р. Шафигуллин^{1,2}, Е.В. Романова¹,
М.С. Гинс^{1,2}, Е.П. Пронина¹

¹Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Макля, 6, Москва, Россия, 117198

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур»
ул. Селекционная, 14, п. ВНИИССОК, Одинцовский р-н,
Московская обл., Россия, 143080

Исследование степени variability признаков-элементов структуры урожая в конкретных почвенно-климатических условиях имеет большое значение для создания высокопродуктивных и урожайных сортов. Изменчивость растительного организма обусловлена генетической предрасположенностью и зависит от условий выращивания, включая метеорологические особенности периода вегетации.

Для определения максимальных и минимальных значений количественных признаков исходного материала взят коэффициент осцилляции (V_t). Он позволил оценить крайние точки колебаний изменчивости относительно средней, показывал потенциал нормы реакции генотипов интродуцируемых образцов сои в изменяющихся условиях выращивания.

Проведенное в 2015—2016 гг. в условиях Московской области изучение 190 коллекционных образцов *Glycine max* L. российского и зарубежного происхождения позволило выявить различную степень изменчивости количественных признаков и их изменения по годам.

Структурный анализ урожая позволил отобрать индивидуальные растения и создать селекционные линии с лучшим сочетанием элементов продуктивности. Дисперсионным анализом определен вклад генетического разнообразия исходного материала в общую изменчивость каждого количественного признака. Выделены основные тренды изменчивости интродуцируемых сортообразцов сои.

Изучена variability элементов структуры урожая у исходного материала сои: высота растения, высота прикрепления нижнего боба, число ветвей на 1 растении, число бобов на 1 растении, число продуктивных узлов, среднее число бобов на узле, число семян с 1 растения, среднее число семян в бобе, масса семян с растения, масса 1000 семян. Определена изменчивость каждого отдельного признака, описана степень его выражения, отклонения по годам.

Пригодность сортообразцов сои к механизированной уборке в большой степени определяется высотой прикрепления нижних бобов, от которой напрямую зависят потери урожая. Осцилляция высоты прикрепления нижнего боба в среднем оказалась высокой ($V_t = 170\%$). Данный признак показал высокую степень колебаний предельных показателей популяции, что свидетельствует о существенном уровне влияния модификационной изменчивости.

Анализ изменчивости элементов продуктивности выявил стабильность следующих признаков у селекционных образцов: среднее число бобов на 1 продуктивном узле ($V_\sigma = 21$), среднее

число семян в одном бобе ($V\sigma = 14$), масса 1000 семян ($V\sigma = 28$). Отбор по данным признакам перспективного исходного материала наиболее рационален.

Ключевые слова: соя, изменчивость, вариация, коэффициент осцилляции, исходный материал, количественный признак, масса семян с растения, масса 1000 семян, число семян в бобе

Соя (*Glycine max* L.) является важнейшей сельскохозяйственной культурой в мире, увеличение ее посевных площадей обусловлено комплексом ценных качеств и многосторонним использованием [1—3].

В мировом аграрном производстве соя занимает четвертое место после пшеницы, кукурузы и риса и первое среди зерновых бобовых культур, а темпы роста ее производства опережают все другие культуры. Семена сои содержат большое количество масла (17...27%) и белка (35...55%), который по своей ценности занимает первое место среди важнейших сельскохозяйственных культур, обладает высоким пищевым и фуражным качеством [4; 5].

Решение проблемы получения биологически полноценных продуктов из семян сои связано с выведением новых сортов, которые отличаются высокой урожайностью, качеством продукции, технологичностью [6].

Современные сорта сои представляют собой сортовые популяции, адаптированные к конкретным условиям выращивания и имеющие оптимальную структуру урожая. Под структурой урожая принято понимать совокупность элементов, слагающих продуктивность растений. Для сои это число семян на растении, число семян в бобе, масса семян на растении, масса 1000 семян [7].

При отборе ценных образцов селекционер, в первую очередь, ориентируется на фенотипическую изменчивость растений, поэтому в проведении исследований большое значение имеет информация о характере проявления изменчивости количественных признаков, характеризующих генотипы, обладающих нужным их сочетанием. Для этого используется анализ силы изменчивости количественных признаков сои с установлением ее интенсивности [8—11].

Изменчивость количественных признаков у сои связана с генетическими особенностями и влиянием окружающей среды, в годы с контрастными климатическими условиями они сильно различаются [12—15].

ОБЪЕКТ, МЕСТО И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для исследований исходного материала послужили селекционные образцы сои (190 образцов): 48 образцов российской селекции, 142 образца иностранной селекции (Китай, Швеция, Польша, Германия, Франция, Канада, Белоруссия, Украина, Великобритания, Нидерланды, Япония, США, Чехия, Бурунди, Ирак, Австрия, Сербия, Молдавия). В качестве стандарта был выбран зарегистрированный в Центральном регионе России сорт Окская селекции Рязанского НИПТИ АПК.

Исследования проводились в 2015 и 2016 гг. на опытном поле лаборатории селекции и семеноводства овощных бобовых культур ВНИИССОК по методике оценки коллекционных образцов [16].

Анализ изменчивости признаков проводился в программе Microsoft Office Excel по следующим показателям:

1) средняя арифметическая: $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$, где x_i — значение признака, варианты; n — число всех вариантов (объем выборки);

2) ошибка выборки: $S_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$, где σ — среднее квадратическое отклонение;

3) коэффициент вариации: $V_\sigma = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\%$;

4) коэффициент осцилляции: $V_r = \frac{R}{\bar{x}} \cdot 100\%$, где R — размах вариации.

Градации признаков описаны в соответствии с дескрипторами из международного классификатора СЭВ для рода *Glycine Willd.* [17].

Цель исследований — анализ степени изменчивости количественных признаков у исходного материала сои, в том числе хозяйственно-ценных, и установление индексов с минимальными колебаниями (в среднем, по годам).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Изменчивость количественных признаков. У исследуемых образцов сои была обнаружена значительная изменчивость некоторых количественных признаков.

В частности, было обнаружено, что длина растения имела существенную изменчивость (в среднем за 2 года $V_\sigma = 30\%$). Варьирование изменчивости по годам было несущественным и составило 10,4 см ($V_\sigma = 22$ и 30% в 2015 и 2016 г. соответственно). Средняя длина растения была малой и составила 50,1 см [16]. Коэффициент осцилляции показал не столь широкий разброс образцов по высоте растения, как по годам, так и в среднем ($V_r = 120\%$).

Высота прикрепления нижнего боба по двум годам имела низкие различия по изменчивости ($V_\sigma = 32$ и 31% в 2015 и 2016 г. соответственно), в среднем составила значительную степень вариации ($V_\sigma = 31\%$). Разница по высоте прикрепления нижнего боба составила 6 см. За 2 года исследований среднее ее значение было 12,5 см [16]. Осцилляция высоты прикрепления нижнего боба в среднем оказалась большой ($V_r = 170\%$) с минимальными колебаниями по годам ($V_r = 160$ и 179% в 2015 и 2016 г. соответственно). Данный признак показал высокую степень колебаний предельных показателей популяции, поскольку имелись образцы как с низким прикреплением нижнего боба (отдельные линии шведской и японской селекции), так и с высоким (сорта российской и европейской селекции).

Признак «число ветвей на растении» также изменялся как в 2015—2016 г., так и в среднем ($V_\sigma = 52\%$, $V_r = 212\%$). Ветвистость была в средней степени (3,3 шт. за 2 года) [17]. При этом коэффициент осцилляции в 2015 г. был большим, чем в 2016 г. Данный признак оказался самым варибельным среди всех исследуемых.

Эти фенотипические признаки в сильной степени подвержены условиям произрастания, климатическим колебаниям вегетационного периода и являются неустойчивыми.

Показатели «число бобов на растении» и «число продуктивных узлов» тоже продемонстрировали существенную изменчивость ($V_{\sigma} = 41$ и 35% в среднем соответственно). Число бобов на растении и продуктивных узлов в 2015 г. было на 11,3 и 4,2 шт. меньше соответственно, чем в 2016 г., и в среднем за 2 года составило 55,8 и 25,2 шт. по причине более благоприятных погодных условий в фазу генеративного развития сои в 2016 г., когда интенсивно образуются бобы. По годам наблюдались изменения по осцилляции: в 2016 г. она была заметно меньше по обоим признакам. В 2015 г. образцы показали большее отклонение крайних значений признака от средней арифметической.

Между тем признак «среднее число бобов в 1 продуктивном узле» оказался менее изменчивым (среднее значение $V_{\sigma} = 21\%$), причем по годам его изменчивость практически отсутствовала (разность составила 0,1 шт.). За 2 года число бобов в одном продуктивном узле составило среднее значение — 2,1 шт. [16]. Коэффициент осцилляции, в свою очередь, оказался незначительным (за 2 года в среднем 95%), его колеблемость в 2015—2016 гг. была низкой (табл. 1).

Таблица 1

Степень изменчивости количественных признаков образцов сои

Показатель	2015 г.			2016 г.			Среднее за 2 года		
	$\bar{x} \pm S_x$	$V_y, \%$	$V_r, \%$	$\bar{x} \pm S_x$	$V_y, \%$	$V_r, \%$	\bar{x}	$V_y, \%$	$V_r, \%$
Длина растения, см	60,5 ± 1,1	22	92	50,1 ± 2,4	30	120	50,1	30	120
Высота прикрепления нижнего боба, см	15,5 ± 0,4	32	160	9,5 ± 0,5	31	179	12,5	31	170
Число ветвей на 1 растении, шт	3,2 ± 0,2	55	244	3,3 ± 0,3	48	180	3,3	52	212
Число бобов на 1 растении, шт	50,2 ± 1,8	44	271	61,5 ± 3,8	39	158	55,8	41	214
Число продуктивных узлов, шт	23,1 ± 0,6	35	212	27,3 ± 1,5	34	135	25,2	35	174
Среднее число бобов в 1 продуктивном узле, шт	2,1 ± 0,0	22	103	2,2 ± 0,1	21	88	2,1	21	95

Изменчивость хозяйственно-ценных признаков. Среди всех составляющих семенной продуктивности признак «среднее число семян в бобе» имел наименьшую изменчивость ($V_{\sigma} = 14\%$ в среднем), по годам вариативность признака отсутствовала и в среднем составила 2,0 шт. Однако коэффициент осцилляции в 2015 г. был в 2 раза больше ($V_r = 104\%$), поскольку в популяции несколько образцов показали значимые крайние отклонения от средней.

Наибольшую степень изменчивости имел комплексный признак «масса семян с растением»: в среднем $V_{\sigma} = 46\%$, и по годам она не менялась ($V_{\sigma} = 46$ и 45%). Наблюдалось увеличение семенной продуктивности в 2016 г. по сравнению с предыдущим годом (+9,3 г), по причине увеличения крупности и числа семян с растения образцов в 2016 г. Коэффициент осцилляции оказался самым высоким среди всех исследуемых показателей (в среднем за 2 года $V_r = 265\%$), что подтверждает крайнюю степень вариативности данного признака.

Число семян с растения, как один из слагаемых признаков семенной продуктивности, имел максимальную степень изменчивости к показателю «масса семян с растения»: его изменчивость также высока (средний показатель $V_{\sigma} = 44\%$), с минимальными изменениями по годам ($V_{\sigma} = 46$ и 41%). Число семян с растения в 2016 г. было больше на 21,3 шт. по причине лучшего распределения осадков в фазу формирования генеративных органов сои. Между тем коэффициент осцилляции по годам варьировал в большей степени ($V_r = 250$ и 182% в 2015 и 2016 г. соответственно), что было вызвано тем, что в 2016 г. некоторые образцы показали очень низкое число семян относительно \bar{x} . В среднем он составил 216% — высокая степень размаха крайних селекционных образцов относительно среднего числа семян с 1 растения.

Среди всех вышеперечисленных хозяйственно ценных признаков только масса 1000 семян имела относительно слабую степень изменчивости (в среднем $V_{\sigma} = 28\%$). Однако в 2016 г. он подвергался изменению, поскольку благоприятные погодные условия повлияли на формирование крупности семян в фазу налива и вызвали значительное увеличение массы 1000 семян (на 54,4 г). Среднее значение массы 1000 семян составило 194,1 г [17]. Коэффициент осцилляции был также невысоким (в среднем 119%), по годам его вариабельность была несильна (табл. 2).

Таблица 2

Степень изменчивости хозяйственно-ценных признаков образцов сои

Показатель	2015 г.			2016 г.			Среднее за 2 года		
	$\bar{x} \pm S_x$	$V_y, \%$	$V_r, \%$	$\bar{x} \pm S_x$	$V_y, \%$	$V_r, \%$	\bar{x}	$V_y, \%$	$V_r, \%$
Число семян с 1 растения, шт.	$101,0 \pm 3,9$	46	250	$122,3 \pm 8,0$	41	182	111,7	44	216
Среднее число семян в 1 бобе, шт.	$1,9 \pm 0,0$	15	104	$1,9 \pm 0,0$	13	47	2,0	14	76
Масса семян с 1 растения, г	$16,3 \pm 0,6$	46	281	$25,6 \pm 1,8$	45	249	21,0	46	265
Масса 1000 семян, г	$166,9 \pm 3,0$	21	108	$221,3 \pm 12,0$	34	129	194,1	28	119

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, двухгодичные лабораторно-полевые исследования показали, что коэффициент осцилляции дает возможность оценить крайние точки колебаний изменчивости количественных признаков относительно средней, показывая потенциал нормы реакции генотипов новых интродуцируемых образцов сои в условиях Московской области.

Отмечена низкая вариабельность показателей «среднее число бобов в 1 продуктивном узле» и «среднее число семян в бобе». Данные признаки имеют невысокий коэффициент вариации, в большей степени детерминируются генотипом, что нужно учитывать при отборе ценных форм. Установлено, что «масса 1000 семян» слабее реагирует на изменения внешней среды и наиболее устойчив по годам. По данному признаку отбор ценных крупносемянных форм с высокой вероятностью будет перспективен, что необходимо иметь в виду при создании линий овощной сои в условиях ЦРНЗ.

© Д.Р. Шафигуллин, Е.В. Романова, М.С. Гинс, Е.П. Пронина, 2017

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] Cianzio S., Lundeen P., Budnik R., Gebhart G. Evaluation of soybean varieties in the Northern SCN regional soybean test — SCN Regional Test I in West Central Iowa // Farm Progress Reports. 2016. № 2015 (161). P. 11—13.
- [2] Rogers J., Chen P., Shi A., Zhang B., Scaboo A., Smith S.F., Zeng A. Agronomic performance and genetic progress of selected historical soybean varieties in the southern USA // Plant Breed. 2015. № 134. P. 85—93.
- [3] Шафигуллин Д.Р., Гинс М.С., Романова Е.В., Бородин Д.Б. Изучение скороспелости у коллекционного материала сои // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (66). С. 56—62.
- [4] Кобозева Т.П., Попова Н.П., Кобозева С.И., Кель Т.И., Гуреева Е.В. Соя в Нечерноземной зоне России // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ им. В.П. Горячкина. 2008. № 4. С. 52—53.
- [5] Bellaloui N., Bruns H.A., Abbas H.K., Mengistu A., Fisher D.K., Reddy K.N. Agricultural practices altered soybean seed protein, oil, fatty acids, sugars, and minerals in the Midsouth USA // Front. Plant Sci. 2015. № 6 (31). P. 1—3.
- [6] Шафигуллин Д.Р., Романова Е.В., Гинс М.С., Пронина Е.П., Гинс В.К. Оценка и подбор исходного материала для селекции сои на хозяйственно ценные признаки в условиях Центрального района Европейской части России // Овощи России. 2016. № 2. С. 28—32.
- [7] Железнов А.В., Полюдина Р.И. Внутри и межсортовая изменчивость сои (*Glycine max* L.) по некоторым элементам структуры урожая // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2014. № 3. С. 43—49.
- [8] Ващенко Т.Г., Павлюк Н.Т., Буховцев А.Г. Анализ сопряженности элементов продуктивности у сои // Селекция и семеноводство. 2004. № 1. С. 10—12.
- [9] Лукомец В.М., Кочегура А.В., Ткачёва А.А. Пути повышения эффективности отбора растений в популяциях сои при селекции на урожай // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. 2012. № 2(151—152). С. 44—48.
- [10] Розенцвейг В.Е., Голоенко Д.В., Давыденко О.Г. Отбор в гетерогенных популяциях сои: источники вариации (сообщение 1) // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. 2016. № 166. С. 12—18.
- [11] Лукомец В.М., Кочегура А.В., Дьяков А.Б., Ткачёва А.А. Новые фоновые признаки для идентификации высокоурожайных генотипов сои на ранних этапах селекции // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. 2012. № 2 (151—152). С. 39—43.
- [12] Zafar Iqbal, Muhammad Arshad, Muhammad Ashraf, Abdul Waheed. Genetic divergence and correlation studies of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill.] genotypes // Pakistan Journal of Botany. 2010. № 42(2). P. 971—976.
- [13] Malek M.A., Mohd Y. Rafii, Most. Shahida Sharmin Afroz, Ujjal Kumar Nath, M. Monjurul Alam Mondal. Morphological Characterization and Assessment of Genetic Variability, Character Association, and Divergence in Soybean Mutants // The Scientific World Journal. 2014. № 2014. P. 1—12.
- [14] Ayda Krisnawati, M. Muchlish Adie. Variability of Biomass and Harvest Index from Several Soybean genotypes as Renewable Energy Source // Conference and Exhibition Indonesia. New, Renewable Energy and Energy Conservation, Energy Procedia. 2015. № 65. P. 14—21.
- [15] Шафигуллин Д.Р., Гинс М.С., Романова Е.В., Пронина Е.П. Изучение изменчивости количественных признаков у овощных и зерновых форм сои в условиях Центральной части Нечерноземной зоны // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 2 (22). С. 16—23.
- [16] Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979.
- [17] Международный классификатор СЭВ рода *Glycine Willd.* Л., 1990.

Сведения об авторах:

Шафигуллин Дамир Рамисович — аспирант Агробиотехнологического департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства овощных бобовых культур Всероссийского НИИ селекции и семеноводства овощных культур; *e-mail*: shafigullin89@yandex.ru.

Романова Елена Валерьевна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Агробиотехнологического департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; *e-mail*: evroma2008@yandex.ru.

Гинс Мурат Сабирович — доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, заведующий лабораторией интродукции, физиологии и биохимии и биотехнологии функциональных продуктов культур профессор Агробиотехнологического департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; *e-mail*: anitp@bk.ru.

Пронина Екатерина Павловна — кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией селекции и семеноводства овощных бобовых культур Всероссийского НИИ селекции и семеноводства овощных культур; *e-mail*: epronina14@yandex.ru.

DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-3-217-225

INTENSITY OF QUANTITATIVE TRAITS VARIATION OF THE SOYBEAN STARTING MATERIAL

D.R. Shafigullin^{1,2}, E.V. Romanova¹,
M.S.Gins^{1,2}, E.P. Pronina²

¹RUDN University (Peoples' Friendship University of Russia)
Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, Russia, 117198

²Federal State Budgetary Scientific Research Institution
«All-Russian Scientific Research Institute of vegetable breeding and seed production»
Selectionnaya st., 14, p. VNISSOK, Odintsovo district, Moscow region, Russia, 143080

Abstract. The study of variability degree of the traits-elements of the yield structure in specific soil-climatic conditions is of great importance for the making of highly productive and yielding varieties. The variability of the plant organism is determined by the genetic predisposition and depends on the growing conditions, including the meteorological features of the growing season.

To determine the maximum and minimum values of the quantitative characteristics of the initial material, we studied the oscillation coefficient (V_r). It made it possible to estimate the extreme points of fluctuations of variability relative to the mean, showed the potential for the rate of reaction of the genotypes of the introducing soybean samples under changing growing conditions.

Comparative field studies of *Glycine max* L. populations of different origins were conducted in 2015—2016 in the Moscow region conditions and revealed different variability strength of quantitative traits and their data changes. Variation characteristics of yield structure elements were studied in the populations representing 190 soybean Russian and foreign breeding samples of 000-00 ripeness groups.

We used assessment of the variation intensity according to the structural yield analysis. Using structural analysis we selected individual plants and made breeding lines with the best combination of yield structure elements. Analysis of variance defined the diversity contribution of different collection samples in total variance of each quantitative trait.

We studied the variability of the following indicators: plant height, height of attachment of the lower bean, number of branches per plant, number of beans per plant, number of productive nodes, average number of beans in a node, number of seeds per plant, average number of seeds in a bean, weight of seeds per plant, weight of 1000 seeds. We identified different intensities of each variations, features by years.

The suitability of soybean varieties for mechanized harvesting is largely determined by the height of the attachment of the lower bean, which directly affects crop losses. Oscillation of the attachment height of the lower bean was on average high ($V_r = 170\%$). This feature showed a high degree of fluctuations in population limits, which indicates a significant level of influence of modification variability.

Variability analysis of yield structure elements revealed the stability of the following signs of breeding samples: average number of beans in a node ($V_\sigma = 21$), average number of seeds in a bean ($V_\sigma = 14$), weight of 1000 seeds ($V_\sigma = 28$). Selection according featured promising starting material is the most rational.

Key words: soybean, variability, variation, coefficient of oscillation, starting material, quantitative trait, seed weight per plant, weight of 1000 seeds, number of seeds in a bean

REFERENCES

- [1] Cianzio S., Lundeen P., Budnik R., & Gebhart G. Evaluation of soybean varieties in the Northern SCN regional soybean test — SCN Regional Test II in West Central Iowa. *Farm Progress Reports*. 2016; Vol. 2015 (161): 11—13.
- [2] Rogers J., Chen P., Shi A., Zhang B., Scaboo A., Smith S.F. & Zeng A. Agronomic performance and genetic progress of selected historical soybean varieties in the southern USA. *Plant Breed*. 2015; (134): 85—93.
- [3] Shafigullin D.R., Gins M.S., Romanova Y.V., Borodin D.B. Izucheniyе skorospelosti u kollektсионного материала soi. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017. № 3 (66). S. 56—62.
- [4] Kobozeva T.P., Popova N.P., Kobozeva S.I., Kel' T.I., Gureyeva Y.V. Soya v Nechernozemnoy zone Rossii. *Vestnik FGOU VPO MGAU im. V.P. Goryachkina*. 2008. № 4. S. 52—53.
- [5] Bellaloui N., Bruns H.A, Abbas H.K, Mengistu A., Fisher D.K., Reddy K.N. Agricultural practices altered soybean seed protein, oil, fatty acids, sugars, and minerals in the Midsouth USA. *Front. Plant Sci*. 2015; Vol. 6 (31): 1—3.
- [6] Shafigullin D.R., Romanova Y.V., Gins M.S., Pronina Y.P., Gins V.K. Otsenka i podbor iskhodnogo материала dlya seleksii soi na khozyaystvenno tsennyye priznaki v usloviyakh Tsentral'nogo rayona Yevropeyskoy chasti Rossii. *Ovoshchi Rossii*. 2016. № 2. S. 28—32.
- [7] Zheleznov A.V., Polyudina R.I. Vnutri i mezhsortovaya izmenchivost' soi (*Glycine max* L.) po nekotorym elementam struktury urozhaya. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*. 2014. № 3. S. 43—49.
- [8] Vashchenko T.G., Pavlyuk N.T., Bukhovtsev A.G. Analiz sopryazhennosti elementov produktivnosti u soi. *Selektsiya i semenovodstvo*. 2004. № 1. S. 10—12.
- [9] Lukomets V.M., Kochegura A.V., Tkachova A.A. Puti povysheniya effektivnosti otbora rasteniy v populyatsiyakh soi pri seleksii na urozhay. *Maslichnyye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskyy byulleten' VNIIMK*. 2012. № 2(151—152). S. 44—48.
- [10] Rozentsveyg V.Y., Goloyenko D.V., Davydenko O.G. Otkor v geterogennykh populyatsiyakh soi: istochniki variatsii (soobshcheniye 1). *Maslichnyye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskyy byulleten' VNIIMK*. 2016. № 166. S. 12—18.
- [11] Lukomets V.M., Kochegura A.V., D'yakov A.B., Tkachova A.A. Novyye fonovyye priznaki dlya identifikatsii vysokourozhaynykh genotipov soi na rannikh etapakh seleksii. *Maslichnyye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskyy byulleten' VNIIMK*. 2012. № 2 (151—152). S. 39—43.
- [12] Zafar Iqbal, Muhammad Arshad, Muhammad Ashraf, Abdul Waheed. Genetic divergence and correlation studies of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill.] genotypes. *Pakistan Journal of Botany*. 2010; Vol. 42(2): 971—976.

- [13] Malek M.A., Mohd Y. Rafii, Most. Shahida Sharmin Afroz, Ujjal Kumar Nath, M. Monjurul Alam Mondal. Morphological Characterization and Assessment of Genetic Variability, Character Association, and Divergence in Soybean Mutants. *The Scientific World Journal*. 2014; Vol. 2014: 1—12.
- [14] Ayda Krisnawati, M. Muchlish Adie. Variability of Biomass and Harvest Index from Several Soybean genotypes as Renewable Energy Source. *Conference and Exhibition Indonesia. New, Renewable Energy and Energy Conservation, Energy Procedia*. 2015; (65): 14—21.
- [15] Shafigullin D.R., Gins M.S., Romanova Ye.V., Pronina Ye.P.. Izucheniye izmenchivosti kolichestvennykh priznakov u ovoshchnykh i zernovykh form soi v usloviyakh Tsentral'noy chasti Nechernozomnoy zony. *Zernobobovyye i krupyanyye kul'tury*. 2017. № 2 (22). S. 16—23.
- [16] Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Methodology of field experience]. Moscow: Kolos; 1979.
- [17] *Mezhdunarodnyy klassifikator SEV roda Glycine Willd* [International classifier CMEA of the genus Glycine Willd]. Leningrad; 1990.