

УДК 633.34:631.52

DOI 10.31367/2079-8725-2019-65-5-45-49

ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА СОИ ПО КАЧЕСТВУ ЗЕРНА НА ГОМЕОСТАТИЧНОСТЬ

А. Р. Ашиев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321;
К. Н. Хабибуллин, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, kira1992k@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4136-1649;
М. В. Скулова, агроном, povolotskaya68@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7382-4703;
Н. С. Кравченко, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@.ru

Представлены результаты исследований по изучению гомеостатичности показателей содержания белка и жира в зерне 43 коллекционных образцов сои в условиях южной зоны Ростовской области, проводимой по методике, предложенной В. В. Хангильдиным (1984). На основании проведенных исследований в 2016–2018 гг. в селекции на гомеостатичность качественных показателей зерна сои выделены образцы с высоким содержанием белка (К-11305 и Веселовская 3) и наибольшим гомеостазом показателя содержания белка в зерне (К-10943 и МДТ 2). Максимальное содержание жира в зерне сои показали сорта Донская 9, Натали, Альба, Чара и МДТ 2. Показатели стрессоустойчивости и гомеостатичности по содержанию жира у данных сортов были на уровне среднего по коллекции. А высокие показатели стрессоустойчивости и гомеостатичности по содержанию жира в зерне отмечены у сортов Дон 21 (5330,6), Сигалия (3376,0) и ВНИИОЗ-1 (2528,6) с содержанием жира в семенах на уровне среднего по коллекции.

Ключевые слова: соя, образец, белок, жир, вариация, стрессоустойчивость, гомеостатичность.



THE ESTIMATION OF SOYBEAN INITIAL MATERIAL ACCORDING TO GRAIN QUALITY ON HOMEOSTASIS

A. R. Ashiev, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of legumes breeding and seed production, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321;
K. N. Khabibullin, junior researcher of the laboratory of legumes breeding and seed production, kira1992k@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4136-1649;
M. V. Skulova, agronomist, povolotskaya68@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7382-4703;
N. S. Kravchenko, Candidate of Biological Sciences, researcher of the laboratory of biochemical assessment of breeding material and grain quality, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548
Agricultural Research Center "Donskoy", 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper has presented the homeostatic indicators of protein and oil content in kernels of 43 collection soybean samples from the south of the Rostov region, studied by the Khangildin method (1984). According to the 2016–2018 studies of homeostatic quality indicators of soybean grain, there were identified the samples "K-11305" and "Veselovskaya 3" with a high protein percentage and the samples "K-10943" and "MDT 2" with the highest homeostasis of the protein content in grain. The maximum oil percentage in soybean grain was identified in the varieties "Donskaya 9", "Natalie", "Alba", "Chara" and "MDT 2". The stress resistance and homeostatic parameters of oil content of these varieties were at an average level in the collection. A high stress resistance and homeostasis of oil content in grain were identified in the varieties "Don 21" (5330.6), "Sigalia" (3376.0) and "VNIIOZ – 1" (2528.6) with seed oil content at an average level in the collection.

Keywords: soybean, sample, protein, oil, variation, stress tolerance, homeostasis.

Введение. С помощью селекции в современных условиях необходимо создавать высокоурожайные сорта с высоким качеством, устойчивые к стрессовым факторам, использующие антропогенные и природные ресурсы (Медведев, 2011).

Урожайность и качество производимого соевого зерна подвержены значительным колебаниям по годам (Федотов, 2013). Это связано с реакцией генотипа на условия окружающей среды. Определение средней хозяйственной ценности исследуемых сортов обычно осуществляется с помощью многолетних испытаний в полевых условиях (Хангильдин, 1978).

Получение соевых бобов со стабильным по годам высоким качеством зерна зависит от выбора сорта для возделывания. В настоящее время при большом выборе сортов вести селекцию на высокую урожайность с высоким качеством продукции, к тому же со стабильными показателями по годам, становится труднее. Данную ситуацию отмечает и А. Н. Зеленев с соавторами (2012).

Традиционная селекция основана на применении гибридизации как средства передачи генетической информации. Создание сорта с заданными свойствами во многом зависит от правильности подбора родительских форм, который основывается на выборе образцов для скрещивания, обладающих рядом полезных признаков и свойств. Одним из таких признаков в селекции сои является стабильно высокий показатель качества семян, получаемый в разных условиях возделывания. Данную реакцию генотипа принято называть гомеостаз или гомеостатичность (Рыбась, 2016).

Основной источник родительских форм в селекционном процессе – коллекционный материал, и его изучение на гомеостатичность показателей качества зерна сои является актуальным.

Для определения гомеостатичности в наших исследованиях использовали методику, предложенную В. В. Хангильдиным (1984).

Целью наших исследований являлось проведение анализа показателей гомеостатичности коллекци-

онных образцов сои как исходного материала в селекции на качество зерна.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в ФГБНУ «АНЦ «Донской», расположенном в южной зоне Ростовской области. Условия возделывания характеризуются среднесезонной годовой температурой воздуха 8,4–9,2 °С; суммой температуры воздуха свыше 10 °С – 3200–3400 °С; суммой осадков за год – 341–417 мм, из них в теплое время года – 180–235 мм.

Изучение коллекции сои проводили в 2016–2018 гг. в соответствии с методическими указаниями ВИР им. Н. И. Вавилова (1975), методикой государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур и методикой полевого опыта (1985).

Почва – чернозем обыкновенный (предкавказский карбонатный). Мощность гумусового горизонта – до 140 см. Содержание гумуса в пахотном слое – 3,2%; подвижного фосфора – в пределах 20–23; обменного калия – 300–380 мг/кг почвы. Предшественник – озимая пшеница. Посев коллекционных образцов проводили сеялкой ССФК-7 с нормой высева 400–450 тыс. всхожих семян на 1 га с шириной междурядий 45 см. Делянки – трехрядковые. Площадь делянки – 5 м². Повторность – однократная. Уборку проводили прямым комбайнированием селекционным комбайном Wintersteiger Classic.

Объектами исследований служили 43 образца сои из мировой коллекции ВИГРР им. Н. И. Вавилова отечественной и зарубежной селекции.

Статистическую обработку результатов исследований проводилась методом дисперсионного анализа (Доспехов, 2012). При определении гомеостатичности (H_{om}) качественных показателей зерна образцов сои учитывали и следующие параметры: стрессоустойчивость ($x_{lim} - x_{opt}$), генетическая гибкость ($(x_{opt} + x_{lim})/2$), коэффициент вариации (V_c , %), селекционная ценность ($S_c = xx(x_{lim}/x_{opt})$).

Метеорологические условия в годы исследований отличались нестабильностью погодных условий в период вегетации, что позволило оценить образцы в разных условиях вегетации.

Метеоусловия 2016 г. были неблагоприятными для роста и развития растений сои. За период вегетации сои (с 20 мая по 1 сентября) выпало 141,9 мм осадков, что составило 81% к среднесезонному показателю за тот же период. Выпадение осадков было неравномерным в течение периода вегетации. В начале вегетации растения развивались в условиях достаточной влагообеспеченности, а во второй половине вегетации – в засушливых условиях. В критический период развития растений (цветение, опыление, завязывание семян) среднесуточная температура на 1,8–3,9 °С превышала среднесезонную. Максимальная температура воздуха за период вегетации достигала +39,4 °С. В фазы бобообразования и налива зерна относительная влажность воздуха снизилась: в июле – до 17%, в августе – до 16%. Наблюдались суховеи.

В 2017 г. осадки, выпавшие за период вегетации (320,7 мм), были неравномерными, в основном в первой половине вегетации (до цветения). Во второй половине вегетации отмечался значительный их дефицит, что в сочетании с низкой относительной влажностью воздуха и неблагоприятными погодными условиями в виде суховеев способствовало неполному раскрытию потенциала продуктивности сои.

В июне 2018 г. до начала цветения вегетация растений сои проходила в неблагоприятных условиях на фоне повышенных температур и малого количества осадков. Так, температура воздуха составила 23,9 °С, что на 3,4 °С превысило среднесезонный показате-

ль. Количество осадков, выпавших в июне, составило 4,2 мм, что значительно ниже среднесезонного показателя (71,3 мм). Растения развивались в основном за счет накопленной влаги в осенне-зимний период. Цветение сои проходило в засушливых условиях при дефиците влаги на фоне повышенной температуры воздуха и пониженной влажности. Это привело к резкому снижению завязываемости бобов сои. Вторая половина вегетации сои проходила в условиях повышенных температур и дефицита осадков, которые привели к абортации цветков, сбрасыванию завязей и бобов, что отрицательно повлияло на формирование урожая сои.

Результаты и их обсуждение. Анализ показателей биохимической оценки изученных коллекционных образцов показал, что содержание белка в среднем за 2016–2018 гг. составило 38,1% (табл. 1) с диапазоном содержания белка от 32,7% у сорта Даная в 2016 г. до 46,6% у сорта Зерноградская 2 в 2018 г.

Для селекционной практики интерес представляют образцы, имеющие высокое содержание белка. По данному показателю выделены образцы: К-9169 (41,9%, $V_c = 6,1\%$), К-11305 (40,8%, $V_c = 4,0\%$), Веселовская 3 (40,7%, $V_c = 3,7\%$), Зерноградская 2 (40,5%, $V_c = 13,4\%$), Селекта 201 (40,4%, $V_c = 12,1\%$). Однако не все из них имели высокую стрессоустойчивость, которая определяется по разности между минимальным и максимальным показателями. Чем меньше величина этого параметра, тем выше стрессоустойчивость образца. Высокую устойчивость к стрессу из перечисленных образцов имели К-11305 (-3,0) и Веселовская 3 (-3,0), на что косвенно указывает и низкий коэффициент вариации. Наибольшие значения гомеостаза по содержанию белка отмечены у образцов К-10943 и МДТ 2 (1346,9 и 937,6 соответственно) при содержании белка в зерне на уровне среднего по коллекции.

Анализ параметров адаптивности образцов сои показал, что в среднем за 2016–2018 гг. содержание жира в зерне составило 21,1% с минимальным значением 16,3% у сорта Веселовская 3 в 2016 г. и максимальным значением 23,8% у сорта Донская 9 в 2016 г. (табл. 2).

В среднем за три года исследований максимальное содержание сформировали сорта Донская 9 (22,3%, $V_c = 6,2\%$), Натали (22,2%, $V_c = 5,0\%$), Альба (22,0%, $V_c = 21,8\%$), Чара (21,9%, $V_c = 5,3\%$) и МДТ 2 (40,4%, $V_c = 4,3\%$). Показатели стрессоустойчивости и гомеостатичности по содержанию жира в зерне у данных образцов были на уровне среднего по коллекции. Высокие показатели стрессоустойчивости и гомеостатичности по содержанию жира в зерне отмечены у сортов Дон 21 (5330,6), Сигалия (3376,0) и ВНИИОЗ-1 (2528,6) с содержанием жира в зерне на уровне среднего по коллекции.

Выводы. На основании проведенных исследований в 2016–2018 гг. в селекции на гомеостатичность качественных показателей зерна сои выделены образцы с высоким содержанием белка (К-11305 и Веселовская 3) и наибольшим гомеостазом показателя содержания белка в зерне (К-10943 и МДТ 2). Максимальное содержание жира в зерне сои показали сорта Донская 9, Натали, Альба, Чара и МДТ 2. Показатели стрессоустойчивости и гомеостатичности по содержанию жира у данных сортов были на уровне среднего по коллекции. А высокие показатели стрессоустойчивости и гомеостатичности по содержанию жира в зерне отмечены у сортов Дон 21 (5330,6), Сигалия (3376,0) и ВНИИОЗ-1 (2528,6) с содержанием жира в семенах на уровне среднего по коллекции. Результаты исследований на гомеостатичность показателей содержания белка и жира в зерне образцов сои будут использованы в дальнейшей селекционной работе.

1. Параметры адаптивности коллекционных образцов сои по содержанию белка (2016–2018 гг.)
1. Parameters of collection soybean samples adaptability according to protein percentage (2016–2018)

Сорт, линия	Содержание белка в семенах по годам, %				Параметры адаптивности		
	2016	2017	2018	в среднем	стрессоустойчивость, $X_{lim} - X_{opt}$	Коэффициент вариации, V, %	Гомеостатичность, H_{om}
Дива	36,2	39,8	40,8	38,9	-4,6	6,24	135,6
Дон 21	35,8	39,2	39,1	38,0	-3,4	5,06	220,8
Донская 9	35,3	41,6	39,5	38,8	-6,6	8,30	74,3
Жанская	33,9	36,9	40,6	37,1	-6,7	9,05	61,3
Селекта 201	36,6	38,6	45,9	40,4	-9,3	12,05	36,0
Романо	34,4	37,2	37,2	36,3	-2,8	4,44	292,0
Даная	32,7	38,7	38,7	36,7	-6,0	9,41	65,0
Синеока	36,6	39,0	41,2	38,9	-4,6	5,86	144,4
Суматра	36,0	38,3	38,8	37,7	-2,8	3,91	343,9
Ласточка	35,3	39,4	41,3	38,7	-6,0	7,92	81,4
Натали	34,6	38,9	36,5	36,7	-4,3	5,93	143,8
Весточка	33,3	39,1	42,2	38,2	-8,9	11,84	36,3
Сигалия	33,8	37,3	38,2	36,4	-4,4	6,35	130,3
К-6446	36,0	39,1	38,5	37,9	-3,1	4,31	283,4
ВНИИОЗ-1	35,9	40,5	38,5	38,3	-4,6	6,04	137,7
К-11305	42,7	39,7	40,1	40,8	-3,0	3,98	341,7
К-10943	38,2	39,1	39,7	39,0	-1,5	1,93	1346,9
К-11226	35,6	37,9	39,3	37,6	-4,0	4,98	203,8
К-10959	32,9	39,5	40,0	37,5	-7,1	10,60	49,8
Линия-696/11	35,8	39,6	41,3	38,9	-5,5	7,23	97,8
К-9169	44,7	39,6	41,4	41,9	-5,1	6,13	134,1
К-5609	34,6	38,8	40,3	37,9	-5,7	7,75	85,7
К-9603	35,8	39,1	40,3	38,4	-4,5	6,04	141,4
Линия-568/11	35,0	39,7	40,1	38,3	-5,1	7,40	101,3
Линия-504/11	37,5	39,0	40,9	39,1	-3,4	4,41	260,8
К-4832	35,5	37,8	40,6	38,0	-5,1	6,66	111,7
К-11101	33,1	36,1	39,9	36,4	-6,8	9,38	57,0
Зерноградская 2	36,4	38,4	46,6	40,5	-10,2	13,35	29,7
Веселовская 5	35,6	39,4	41,0	38,7	-5,4	7,17	99,9
Славия	34,4	36,4	38,7	36,5	-4,3	5,93	143,2
Чара	34,1	37,7	39,5	37,1	-5,4	7,38	93,1
Альба	33,5	37,3	40,2	37,0	-6,7	9,08	60,8
Лица	35,2	39,8	39,0	38,0	-3,8	6,47	127,7
Вилана	33,1	39,0	40,8	37,6	-7,7	10,72	45,6
Дельта	36,9	36,9	39,2	37,7	-2,3	3,47	472,4
Маньчская	35,1	38,1	37,8	37,0	-3,0	4,41	279,5
Веселовская 3	42,2	39,2	40,6	40,7	-3,0	3,74	362,2
Азовская	35,0	39,0	37,4	37,1	-4,0	5,43	170,9
Рента	32,5	38,2	40,4	37,0	-7,9	10,97	42,7
Танаис	35,0	37,5	38,2	36,9	-3,2	4,55	253,5
МДТ 2	37,2	38,7	38,9	38,3	-1,7	2,40	937,6
МДТ 4	37,1	39,8	39,6	38,8	-2,7	3,87	371,2
МДТ 7	33,0	38,3	39,7	37,0	-6,7	9,52	58,0
Среднее	35,7	38,7	40,0	38,1	–	–	–
Среднее квартальное отклонение	2,52	1,11	1,87	2,62	–	–	–

2. Параметры адаптивности коллекционных образцов сои по содержанию жира (2016–2018 гг.)
2. Parameters of collection soybean samples adaptability according to oil percentage (2016–2018)

Сорт, линия	Содержание жира в семенах по годам, %				Параметры адаптивности		
	2016	2017	2018	в среднем	стрессоустойчивость, ($X_{lim} - X_{opt}$)	коэффициент вариации, V, %	гомеостатичность, H_{om}
Дива	22,7	21,8	20,6	21,7	-2,1	4,86	212,8
Дон 21	21,6	21,5	21,2	21,4	-0,4	1,01	5330,6
Донская 9	23,8	21,8	21,2	22,3	-2,6	6,16	139,0
Жанская	23,0	21,1	20,8	21,6	-2,2	5,49	179,1
Селекта 201	22,1	20,7	20,4	21,1	-1,7	4,34	285,5
Романо	23,0	22,5	20,8	22,1	-2,2	5,25	191,5
Даная	22,7	21,1	20,4	21,4	-2,3	5,50	169,3
Синеока	22,4	21,5	20,6	21,5	-1,8	4,19	284,9
Суматра	21,8	21,7	20,8	21,4	-1,0	2,57	834,1
Ласточка	22,4	20,8	20,0	21,0	-2,4	5,83	150,4
Натали	23,4	21,3	21,8	22,2	-2,1	4,95	213,3
Весточка	22,6	21,1	20,2	21,3	-2,4	5,68	156,4
Сигалия	21,8	21,3	21,4	21,5	-0,5	1,25	3376,0
К-6446	22,5	21,4	20,8	21,6	-1,7	3,97	323,1
ВНИИОЗ-1	21,7	21,4	21,1	21,4	-0,6	1,41	2528,6
К-11305	17,2	21,7	20,4	19,7	-4,4	11,61	38,2
К-10943	22,5	21,5	20,8	21,6	-1,7	4,03	309,9
К-11226	21,9	19,8	20,5	20,8	-2,1	5,05	199,7
К-10959	22,7	20,5	19,9	21,0	-2,8	7,11	104,5
Линия-696/11	22,5	21,0	19,3	20,9	-3,2	7,60	86,7
К-9169	16,8	21,7	20,6	19,7	-4,9	13,09	30,7
К-5609	23,0	21,9	19,8	21,5	-3,2	7,64	88,2
К-9603	20,4	20,5	19,7	20,2	-0,8	2,15	1172,8
Линия-568/11	21,8	21,9	20,3	21,3	-1,6	4,34	307,1
Линия-504/11	20,7	19,2	19,9	19,9	-1,5	3,68	361,5
К-4832	21,0	19,8	19,5	20,1	-1,5	4,04	331,4
К-11101	21,7	20,1	20,0	20,6	-1,7	4,68	258,6
Зерноградская 2	19,5	19,5	20,3	19,8	-0,8	2,15	1149,4
Веселовская 5	21,0	18,9	20,3	20,1	-2,1	5,24	182,5
Славия	22,6	20,7	20,8	21,4	-1,9	4,96	226,9
Чара	23,1	21,8	20,8	21,9	-2,3	5,26	180,9
Альба	22,5	22,9	20,6	22,0	-2,3	5,51	173,7
Лица	23,1	20,5	19,3	21,0	-3,8	9,26	59,6
Вилана	22,6	21,7	20,4	21,6	-2,2	5,03	195,0
Дельта	21,9	21,0	20,1	21,0	-1,8	4,36	267,1
Маньчская	22,3	20,7	21,1	21,4	-1,6	3,83	348,9
Веселовская 3	16,3	19,9	20,2	18,8	-3,9	11,47	42,0
Азовская	21,0	20,9	19,2	20,4	-1,8	5,02	225,7
Рента	22,5	21,0	20,1	21,2	-2,4	5,69	155,2
Танаис	21,9	21,5	19,7	21,0	-2,2	5,50	173,6
МДТ 2	22,8	21,9	20,9	21,9	-1,9	4,28	269,4
МДТ 4	22,5	21,9	20,5	21,6	-2	4,74	228,2
МДТ 7	21,8	20,7	20,3	20,9	-1,5	3,77	369,7
Среднее	21,8	21,1	20,4	21,1	–	–	–
Среднее квартальное отклонение	1,62	0,85	0,58	1,24	–	–	–

Библиографические ссылки

1. Гриценко А. А. Агрометеорологические условия в Зерноградском районе Ростовской области (1930–2002 гг.). Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2005. 80 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.
3. Зеленев А. Н., Кондыков И. В., Уваров В. Н. Вавиловские принципы в селекции гороха XXI века // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. № 4. С. 19–27.
4. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы. Ч. I. Ростов н/Д.: Донской издательский дом, 2013. 248 с.
5. Медведев А. М. О стратегии развития селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в Российской Федерации на период до 2020 года // Новые сорта сельскохозяйственных культур – составная часть инновационных технологий в растениеводстве: сб. науч. материалов. Орел: Изд-во ВНИИЗБК, 2011. С. 9–21.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. Вып. 1. 269 с.
8. Рыбась И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур // С.-х. биология. 2016. № 5. С. 617–626.
9. Федотов В. А., Гончаров С. В., Столяров О. В. Соя в России. М.: Агролига России, 2013. 432 с.
10. Хангильдин В. В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа // Генетика качественных признаков сельскохозяйственных растений. М.: Наука, 1978. С. 111–116.
11. Хангильдин В. В., Бирюков С. В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях // Генетико-цитологические аспекты в селекции с.-х. растений. 1984. № 1. С. 67–76.

References

1. Gricenko A. A. Agrometeorologicheskie usloviya v Zernogradskom rajone Rostovskoj oblasti (1930–2002 gg.) [Agrometeorological conditions in the Zernograd district of the Rostov region (1930–2002)]. Rostov n/D.: ZAO “Kniga”, 2005. 80 s.
2. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Kniga po trebovaniyu, 2012. 352 s.
3. Zelenov A. N., Kondykov I. V., Uvarov V. N. Vavilovskie principy v selekcii goroha XXI veka [Vavilov's principles in the peas breeding in the XXI century] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2012. № 4. S. 19–27.
4. Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoj oblasti na 2013–2020 gody [Zonal agricultural systems of the Rostov region for 2013–2020]. Ch. I. Rostov n/D.: Donskoj izdatel'skij dom, 2013. 248 s.
5. Medvedev A. M. O strategii razvitiya selekcii i semenovodstva sel'skohozyajstvennyh kul'tur v Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda [On the development strategy of breeding and seed production of agricultural crops in the Russian Federation for the period until 2020] // Novye sorta sel'skohozyajstvennyh kul'tur – sostavnaya chast' innovacionnyh tekhnologij v rastenievodstve: sb. nauch. materialov. Orel: Izd-vo VNIIZBK, 2011. S. 9–21.
6. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Methodology of a State Variety Testing of agricultural crops]. M., 1985. Vyp. 1. 269 s.
8. Rybas' I. A. Povyshenie adaptivnosti v selekcii zernovyh kul'tur [Adaptability improvement in grain crop breeding] // S.-h. biologiya. 2016. № 5. S. 617–626.
9. Fedotov V. A., Goncharov S. V., Stolyarov O. V. Soya v Rossii [Soybean in Russia]. M.: Agroliga Rossii, 2013. 432 s.
10. Hangil'din V. V. O principah modelirovaniya sortov intensivnogo tipa // Genetika kachestvennyh priznakov sel'skohozyajstvennyh rastenij [On the principles of modeling varieties of intensive type]. M.: Nauka, 1978. S. 111–116.
11. Hangil'din V. V., Biryukov S. V. Problema gomeostaza v genetiko-selekcionnyh issledovaniyah [The problem of homeostasis in genetic-breeding study] // Genetiko-citologicheskie aspekty v selekcii s.-h. rastenij. 1984. № 1. S. 67–76.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.