ВЛИЯНИЕ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА НА УРОЖАЙНОСТЬ, СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА И МАСЛА В ЗЕРНЕ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ СОИ

А.Р. Ашиев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321;

А.В. Чегунова, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, tchegunovaanastasia@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-1044-9130;

М.В. Скулова, агроном лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, povolotskaya68@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7382-4703;

К.Н. Хабибуллин, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, kira1992k@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4136-1649;

Н.С. Кравченко, кандидат биологических наук, старший 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@mail.ru

Цель исследований – выявление влияния продолжительности вегетационного периода коллекционных образцов на урожайность зерна сои и его качество. Исследования проводили в южной зоне Ростовской области на полях в ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2018–2020 гг. Климат полусухой с умеренно жарким летом. Почвенный покров – чернозем обыкновенный мощный карбонатный тяжелосуглинистый. Предшественник – озимая пшеница. Объектами исследований служили коллекционные образцы сои из ВИГРР им. Н.И. Вавилова. Исследования проводили на 75 образцах, включающих 52 среднеранних образца, имеющих период вегетации 110–120 дней? и 23 среднеспелых образца (120–130 дней), различающихся по морфо-биологическим и хозяйственно-ценным признакам. Анализ периода вегетации, урожайности и качества зерна коллекционных образцов сои показал, что наиболее вариabельным признаком в условиях южной зоны Ростовской области была урожайность зерна ($C_v = 22,5\%$). Менее вариabельными были содержание белка в зерне ($C_v = 3,8\%$), период вегетации ($C_v = 4,2\%$) и содержание масла в зерне ($C_v = 5,3\%$). Выявлено положительное влияние продолжительности вегетационного периода сои на урожайность зерна и содержание масла в зерне в обеих группах спелости. А содержание белка в обеих группах спелости имело отрицательную зависимость от периода вегетации. Исследованиями выявлено, что в среднеранней группе наибольшая урожайность зерна получена при продолжительности вегетационного периода 117 и 118 дней, содержание белка – 110 и 114 дней и масла в зерне – 118 и 120 дней. В среднеспелой группе максимальные показатели по урожайности получены у образцов с периодом вегетации 126 и 130 дней, содержание белка – 122 дня и масла в зерне – 123 и 130 дней. Образцы, показавшие максимальные показатели, будут включены в дальнейшую селекционную работу по сое.

Ключевые слова: соя, коллекция, сорт, урожайность, белок, масло, вегетационный период.

Для цитирования: Ашиев А.Р., Чегунова А.В., Скулова М.В., Хабибуллин К.Н., Кравченко Н.С. Влияние вегетационного периода на урожайность, содержание белка и масла в зерне коллекционных образцов сои // Зерновое хозяйство России. 2021. № 6 (78). С. 33–38. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-78-6-33-38.

THE EFFECT OF A VEGETATION PERIOD ON PRODUCTIVITY, PROTEIN AND OIL PERCENTAGE IN GRAIN OF THE COLLECTION SOYBEAN SAMPLES

A.R. Ashiev, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for legumes breeding and seed production, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321;

A.V. Chegunova, junior researcher of the laboratory for legumes breeding and seed production, tchegunovaanastasia@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-1044-9130;

M.V. Skulova, agronomist of the laboratory for legumes breeding and seed production, povolotskay68@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7382-4703;

K.N. Khabibullin, junior researcher of the laboratory for legumes breeding and seed production, kira1992k@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4136-1649;

N.S. Kravchenko, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and seed quality, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548

Agricultural Research Center "Donskoy",

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; email: vniizk30@mail.ru

The purpose of the current study was to identify the effect of the length of a vegetation period of the collection soybean samples on grain productivity and quality. The study was carried out in the southern part of the Rostov region in the fields of the FSBSI Agricultural Research Center "Donskoy" in 2018–2020. The climate is semi-arid with moderately hot summers. The soil is ordinary thick calcareous heavy loamy blackearth (chernozem). The forecrop

was winter wheat. The objects of the study were collection soybean samples of the ARIGPR named after N.I. Vavilov. The study was carried out on 75 samples, including 52 middle early samples with 110-120 days of vegetation and 23 middle maturing samples (120-130 days of vegetation), differing in morphobiological and economically valuable traits. The analysis of a vegetation period, grain productivity and quality of the collection soybean samples has shown that in the southern part of the Rostov region the most variable trait was grain productivity ($C_v = 22.5\%$). The less variable characteristics were protein percentage in grain ($C_v = 3.8\%$), a vegetation period ($C_v = 4.2\%$) and oil content in grain ($C_v = 5.3\%$). There has been identified a positive effect of the length of a vegetation period of soybeans on grain productivity and oil content in grain for both groups of maturity, protein percentage in both groups of maturity having a negative dependence on a vegetation period. The study has shown that in the middle early group, the largest grain productivity was obtained with 117 and 118 days of vegetation, the highest protein percentage with 110 and 114 days of vegetation, and the largest oil content in grain with 118 and 120 days of vegetation. In the middle maturing group, the maximum productivity indicators were obtained for the samples with 126 and 130 days of vegetation, the maximum protein percentage with 122 days of vegetation and the maximum oil content in grain with 123 and 130 days of vegetation. The samples showing the maximum indicators will be included in further soybean breeding.

Keywords: soybeans, collection, variety, productivity, protein, oil, vegetation period.

Введение. Соя, являясь высокобелковой культурой, позволяет решить проблемы дефицита белка в питании людей и кормлении сельскохозяйственных животных (Абугалиева и Дидоренко, 2016; Катюк и др., 2019). В повышении ее продуктивности одним из главных факторов является сорт (Энзекрей и др., 2021). Основными направлениями в селекции сортов сои являются высокая урожайность, скороспелость.

Гибридизация – один из основных методов создания исходного материала в селекции и подбор родительских форм с целью создания новых рекомбинантов с комплексом хозяйственно-ценных признаков является первоочередной задачей. Чтобы это выполнить, используются образцы, адаптированные для конкретных условий возделывания, с высокими количественными и качественными показателями. Для этих целей часто задействуются родительские формы из коллекции ВИГРР (ВИР) (Пискарев и др., 2018; Новикова и др., 2018).

ФГБНУ «АНЦ «Донской» находится в южной зоне Ростовской области, которая характеризуется неустойчивым и недостаточным увлажнением (Васильченко и др., 2019; Мищенко и др., 2021). Одним из способов снизить влияние внешних факторов на продуктивность сои является создание раннеспелых сортов. В то же время необходимо понимание влияния длины вегетационного периода на урожайность и качество зерна сои (Бурляева и Ростова, 2019).

Цель исследований – выявление влияния продолжительности вегетационного периода коллекционных образцов на урожайность и качество зерна сои.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили на полях ФГБНУ «АНЦ «Донской», расположенного в южной зоне Ростовской области, в 2018–2020 гг. Погодно-климатические условия проведения исследований характеризуются как полусухие. Почва представлена черноземом обыкновенным мощным карбонатным тяжелосуглинистым. Предшественник – озимая пшеница. Исследования, биохимический анализ проведены согласно Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019).

Объектами исследований служили коллекционные образцы сои из ВИГРР им. Н.И. Ва-

вилова. Исследования проводили на 75 образцах, включающих 52 среднеранних образца, имеющих период вегетации 110–120 дней, и 23 среднеспелых образца (120–130 дней), различающихся по морфо-биологическим и хозяйственно-ценным признакам.

Коллекционный питомник высевали ширококочерным способом сеялкой ССФК-7 с шириной междурядий 0,45 м. Площадь делянки – 5 м². Уборку проводили при достижении семян полной спелости комбайном Wintersteiger. В качестве стандарта использовали районированный среднеспелый сорт Дива и среднеранний сорт Дон 21.

Статистическая обработка полученных результатов проведена методом дисперсионного анализа (Доспехов, 2012) и с использованием программ статистической обработки данных Statistica 10.

Метеорологические условия за годы исследований в период вегетации сои были нестабильными.

За 2018 год вегетационный период сои был острый дефицит осадков (99,1 мм) в сравнении со среднемноголетними данными (266,0 мм). Низкая влагообеспеченность наблюдалась на фоне повышенных температур (на 1,3–3,4 °C выше среднемноголетних).

В мае, июле и сентябре 2019 года была достаточная влагообеспеченность. Превышение среднемноголетних показателей в эти месяцы было на 4,8–13,7 мм при температурном фоне на уровне среднемноголетних. Дефицит осадков и повышенные температуры в июне и августе не оказали значительного влияния, и в целом сложившиеся погодные условия в период вегетации положительно повлияли на дружность всходов сои и интенсивность роста и развития растений.

В 2020 году в период вегетации распределение осадков было неравномерным при количестве осадков на уровне среднемноголетних. Осадки выпадали в виде ливней, что приводило к поверхностному стоку и неполному впитыванию почвой. Температурный режим в период вегетации был на 0,4–4,7 °C выше среднемноголетних, что отрицательно повлияло на развитие растений сои.

Результаты и их обсуждение. Селекционная работа по сое в ФГБНУ «АНЦ «Донской» направлена на создание сортов

среднеранней группы спелости с высокой урожайностью и качеством зерна. С этой целью были отобраны 52 среднеранних образца, имеющих продолжительность вегетационного периода 110–120 дней. А также в исследования было включено 23 среднеспелых образца (120–130 дней), имеющих ряд хозяйственно-ценных признаков.

Анализ данных продолжительности периода вегетации за 2018–2020 гг., урожайности зерна и его качества показал, что наиболее вариabельным был показатель урожайности зерна ($C_v = 22,5\%$) с минимальным значением в 2018 г. (0,1 т/га) и максимальным в 2019 г. (2,4 т/га) при среднем значении за годы исследований 1,0 т/га (см. таблицу).

Характеристика продолжительности периода вегетации, урожайности зерна, содержания белка и масла в зерне коллекционных образцов сои (2018–2020 гг.)
Characteristics of the length of a vegetation period, grain productivity, protein and oil percentage in grain of the collection soybean samples (2018–2020)

Показатель	Годы	Мин.	Макс.	Среднее	S/ HCP _{0,5}	Коэф. вариации (C_v), %
Период вегетации, дн.	2018	100,0	135,0	119,6	9,2	7,7
	2019	107,0	127,0	116,0	3,5	3,0
	2020	110,0	128,0	119,3	5,7	4,8
	среднее	–	–	118,3	4,9	4,2
Урожайность, т/га	2018	0,1	1,5	1,0	0,3	31,0
	2019	0,5	2,4	1,4	0,5	34,3
	2020	0,3	1,1	0,7	0,2	25,5
	среднее	–	–	1,0	0,2	22,5
Содержание белка, %	2018	35,8	45,3	40,6	2,0	4,9
	2019	38,2	45,9	41,4	1,8	4,3
	2020	32,5	46,1	40,0	2,8	7,0
	среднее	–	–	40,6	1,6	3,8
Содержание жира, %	2018	17,2	23,7	20,4	1,3	6,4
	2019	17,6	23,2	21,2	1,3	6,2
	2020	17,4	22,1	20,3	1,2	5,7
	среднее	–	–	20,6	1,1	5,3

Менее вариabельными были показатели содержания белка в зерне ($C_v = 3,8\%$; мин. = 32,5%; макс. = 46,1%; среднее = 40,6%), продолжительности периода вегетации ($C_v = 4,2\%$; мин. = 100 дн.; макс. = 144 дн.; среднее = 118,3 дн.) и содержание масла в зерне ($C_v = 5,3\%$; мин. = 17,2%; макс. = 23,7%; среднее = 20,6%). Они показатели имели слабую межсортовую изменчивость и меньшую восприимчивость к воздействию внешних факторов, например, таких как агроклиматические условия, в сравнении с урожайностью зерна, которая показала наибольший разброс значений в исследованиях.

Продолжительность вегетационного периода один из важных хозяйственно-ценных признаков создаваемых сортов, по которым ведется селекция сои. Для Ростовской области, учитывая агроклиматические условия и их влияние на показатели продуктивности сортов сои, требуются среднеранние сорта с продолжительностью периода вегетации 110–120 дней. Но подбор родительских форм и создание сортов с требуемыми свойствами сложная задача. Поэтому необходимо изучить влияние продолжительности периода вегетации на показатели продуктивности для использования в дальнейшей селекционной работе. Линейные корреляционные взаимосвязи полностью не отражают детального взаимодействия. В связи с этим, для подробного изучения был проведен анализ с составлением графиков с ошибками зависимостей урожайности, со-

держания белка и масла от периода вегетации по группам спелости.

Анализ зависимости урожайности зерна от вегетационного периода по обеим группам спелости показал положительное взаимодействие (рис. 1).

В среднеранней группе наибольшая урожайность зерна наблюдалась у образцов, имеющих продолжительность периода вегетации 117 и 118 дней, а наименьшая – при 112. В среднеспелой максимальной урожайность получена у образцов с продолжительностью периода вегетации 126 и 130, а минимальная – 123 дня.

Зависимость содержания белка от продолжительности периода вегетации показала отрицательное взаимодействие по обеим группам спелости, отраженных в низходящих средних прямых (рис. 2).

В среднеранней группе наибольшая урожайность зерна наблюдалась у образцов, имеющих продолжительность периода вегетации 117 и 118 дней, а наименьшая – при 112. В среднеспелой максимальной урожайность получена у образцов с периодом вегетации 126 и 130, а минимальная – 123 дня.

При отрицательной зависимости содержания белка от продолжительности периода вегетации наибольшее содержание белка в среднеранней группе наблюдалась у образцов, имеющих 110 и 114 дней, а наименьшее – при 113 и 118. В среднеспелой группе, максимальное содержание белка было у образцов с продолжительностью периода вегетации 122, а минимальное – 123 дня.

а)

б)

Рис. 1. Зависимость урожайности от периода вегетации коллекционных образцов сои по группам спелости: а) среднеранняя; б) среднеспелая (среднее за 2018–2020 гг.)
Fig. 1. Dependence of productivity on a vegetation period of the collection soybean samples according to the groups of maturity: а) middle early; б) middle maturing (mean in 2018–2020)

а)

б)

Рис. 2. Зависимость содержания белка от продолжительности периода вегетации коллекционных образцов сои по группам спелости: а) среднеранняя; б) среднеспелая (среднее за 2018–2020 гг.)
Fig. 2. Dependence of protein percentage on the length of a vegetation period of the collection soybean samples according to the groups of maturity: а) middle early; б) middle maturing (mean in 2018–2020)

Анализ зависимости содержания масла в зерне от продолжительности вегетационного

периода по обеим группам спелости показал положительное взаимодействие (рис. 3).

а)

б)

Рис. 3. Зависимость содержания масла от продолжительности периода вегетации коллекционных образцов сои по группам спелости: а) среднеранняя; б) среднеспелая (среднее за 2018–2020 гг.)
Fig. 3. The dependence of oil content on the length of a vegetation period of the collection soybean samples according to the groups of maturity: а) middle early; б) middle maturing (mean in 2018–2020)

Содержание масла в зерне в среднеранней группе имело наибольшее значение у образ-

цов с периодом вегетации 118 и 120, а наименьшая – 110, 112, 113 и 115 дней. В среднеспелой

группе максимум содержания масла в зерне был у образцов, имеющих вегетацию 123 и 130 дней, а минимум – 120 и 125.

Выводы. Анализ продолжительности периода вегетации, урожайности и качества зерна 75 коллекционных образцов сои показал, что наиболее вариабельным признаком в исследованиях была урожайность зерна ($C_v = 22,5\%$). Менее вариабельными были содержание белка в зерне ($C_v = 3,8\%$), период вегетации ($C_v = 4,2\%$) и содержание масла в зерне ($C_v = 5,3\%$).

Анализ влияния продолжительности вегетационного периода на урожайность зерна и содержание масла в зерне в обеих группах спелости показал положительное и отрицательное воздействие на содержание белка по обеим группам спелости.

Линейная зависимость не раскрывает полностью влияния продолжительности вегетационного периода на показатели продуктивности. Исследованиями выявлено, что в среднеранней группе наибольшая урожайность зерна получена при продолжительности вегетационного периода 117 и 118 дней, содержание белка – 110 и 114 дней и масла в зерне – 118 и 120 дней. В среднеспелой группе максимальные показатели по урожайности получены у образцов с периодом вегетации 126 и 130 дней, содержание белка – 122 дня и масла в зерне – 123 и 130 дней. Образцы из среднеранней группы и образцы после дополнительного изучения из среднеспелой группы, показавшие максимальные показатели, будут включены в дальнейшую селекционную работу по сое.

Библиографические ссылки

1. Аbugалиева А.И., Дидоренко С.В. Генетическое разнообразие сортов сои различных групп спелости по признакам продуктивности и качества // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. № 20(3). С. 303-310. DOI 10.18699/VJ16.168.
2. Бурляева М.О., Ростова Н.С. Изменчивость структуры корреляций морфологических и хозяйственных признаков у сои с разным типом роста и характером ветвления // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. № 23(6). С. 708-716. DOI 10.18699/VJ19.544.
3. Васильченко С.А., Метлина Г.В., Кравченко Н.С. Влияние сроков посева на качество семян, экономическую и энергетическую эффективность возделывания сои // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2(62). С. 3-7. DOI 10.31367/2079-8725-2019-62-2-3-7.
4. Катюк А.И., Шаболкина Е.Н., Васин А.В., Булатова К.А., Анисимкина Н.В. Пищевые достоинства семян фасоли, сои и гороха сортов селекции Самарского НИИСХ // Зерновое хозяйство России. 2019. № 4(64). С. 8-13. DOI 10.31367/2079-8725-2019-64-4-8-13.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: ООО «Группа Компаний Море», 2019. Вып. 1. 384 с.
6. Мищенко А.В., Ильинская И.Н., Гаевая Э.А. Влияние элементов технологии на урожайность и водопотребление сои на склонах чернозёмов обыкновенных // Зерновое хозяйство России. 2021. № 3(75). С. 62–68. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-75-3-62-68.
7. Новикова Л.Ю., Сеферова И.В., Некрасов А.Ю., Перчук И.Н., Шеленга Т.В., Самсонова М.Г., Вишнякова М.А. Влияние погодноклиматических условий на содержание белка и масла в семенах сои на Северном Кавказе // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. № 22(6). С. 708-715. DOI 10.18699/VJ18.414.
8. Пискарев В.В., Зуев Е.В., Брыкова А.Н. Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Новосибирской области // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. № 22(7). С. 784-794. DOI 10.18699/VJ18.422.
9. Энзекрей Е.С., Щуклина О.А., Завгородний С.В. Влияние метеорологических условий и азотных удобрений на биологическую урожайность яровой тритикале сорта Тимирязевская 42 // Зерновое хозяйство России. 2021. № 2(74). С. 88–93. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-88-93.

References

1. Abugaliev A.I., Didorenko S.V. Geneticheskoe raznoobrazie sortov soi razlichnykh grupp spelosti po priznakam produktivnosti i kachestva [Genetic diversity of soybean varieties of different groups of ripeness according to productivity and quality] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2016. № 20(3). S. 303-310. DOI 10.18699/VJ16.168.
2. Burlaeva M.O., Rostova N.S. Izmenchivost' struktury korrelyacij morfologicheskikh i hozyajstvennykh priznakov u soi s raznym tipom rosta i harakterom vetvleniya [Variability of the correlation structure between morphological and economic traits of soybeans with different types of vegetation and ramification] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2019. № 23(6). S. 708-716. DOI 10.18699/VJ19.544.
3. Vasil'chenko S.A., Metlina G.V., Kravchenko N.S. Vliyanie srokov poseva na kachestvo semyan, ekonomicheskuyu i energeticheskuyu effektivnost' vozdel'yvaniya soi [The effect of sowing periods on seed quality, economic and energy efficiency of soybean cultivation] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 2(62). S. 3-7. DOI 10.31367/2079-8725-2019-62-2-3-7.
4. Katyuk A.I., SHabolkina E.N., Vasin A.V., Bulatova K.A., Anisimkina N.V. Pishchevye dostoinstva semyan fasoli, soi i goroha sortov selekcii Samarskogo NIISKH [Nutritional advantages of beans, soybeans and pea varieties selected by the Samara Research Institute of Agriculture] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 4(64). S. 8-13. DOI 10.31367/2079-8725-2019-64-4-8-13.
5. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Methodology for the State Variety Testing of agricultural crops]. M.: ООО «Группа Компаний Море», 2019. Vyp. 1. 384 s.
6. Mishchenko A.V., Il'inskaya I.N., Gaevaya E.A. Vliyanie elementov tekhnologii na urozhajnost' i vodopotreblenie soi na sklonah chernozyomov obyknovennykh [The effect of technology elements on

soybean productivity and water consumption on the slopes of ordinary chernozems] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2021. № 3(75). S. 62–68. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-75-3-62-68.

7. Novikova L.YU., Seferova I.V., Nekrasov A.YU., Perchuk I.N., SHelenga T.V., Samsonova M.G., Vishnyakova M.A. Vliyanie pogodnoklimaticheskikh uslovij na sodержание belka i masla v semenah soi na Severnom Kavkaze [The effect of weather and climatic conditions on protein and oil percentage in soybeans in the North Caucasus] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2018. № 22(6). S. 708-715. DOI 10.18699/VJ18.414.

8. Piskarev V.V., Zuev E.V., Brykova A.N. Iskhodnyj material dlya selekcii yarovoj myagkoj pshenicy v usloviyah Novosibirskoj oblasti [Initial material for spring bread wheat breeding in the Novosibirsk region] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2018. № 22(7). S. 784-794. DOI 10.18699/VJ18.422.

9. Enzekrej E.S., SHCHuklina O.A., Zavgorodnij S.V. Vliyanie meteorologicheskikh uslovij i azotnykh udobrenij na biologicheskuyu urozhajnost' yarovoj tritikale sorta Timiryazevskaya 42 [The effect of weather conditions and nitrogen fertilizers on the biological productivity of the spring triticales variety 'Timiryazevskaya 42'] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2021. № 2(74). S. 88–93. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-88-93.

Поступила: 27.08.21; принята к публикации: 4.10.21.

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.

Авторский вклад. Ашиев А.Р., Чегунова А.В., Скулова М.В., Хабибуллин К.Н., Кравченко Н.С. – концептуализация исследования, подготовка опыта, выполнение лабораторных опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.