

УДК 633.854.78:631.52

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-59-63

СОЗДАНИЕ ИСХОДНОГО СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ПОДСОЛНЕЧНИКА, УСТОЙЧИВОГО К НОВЫМ ВЫСОКОВИРУЛЕНТНЫМ РАСАМ ЗАРАЗИХИ И ЛОЖНОЙ МУЧНИСТОЙ РОСЫ

О. Ф. Горбаченко, доктор сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией создания исходного материала, ORCID ID: 000-0002-1689-9888;

Ф. И. Горбаченко, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. отделом селекции и первичного семеноводства масличных культур, ORCID ID: 000-0001-7231-1316;

Т. В. Усатенко, старший научный сотрудник, зав. лабораторией селекции и иммунитета подсолнечника, ORCID ID: 0000-0003-2757-7646;

Н. С. Лучкин, старший научный сотрудник, зав. лабораторией первичного семеноводства подсолнечника, ORCID ID: 0000-0003-2239-5587;

Е. Г. Бурляева, научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства подсолнечника, ORCID ID: 0000-0002-3296-1880;

Н. А. Житник, научный сотрудник лаборатории создания исходного материала, ORCID ID: 0000-0002-5333-2792;

В. Д. Горбаченко, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией массовых анализов, ORCID ID: 0000-0002-1352-3236

Донская опытная станция им. Л. А. Жданова – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК,

346754, Ростовская обл., Азовский район, пос. Опорный, ул. Жданова, 2; e-mail: gnudos@mail.ru

Повсеместное нарушение научно обоснованных севооборотов и насыщение их посевами подсолнечника вызвали ускоренное возникновение более агрессивных рас заразихи и ложной мучнистой росы. В настоящее время учеными разных стран выявлено 8 рас заразихи: А, В, С, D, Е, F, G, H. Ранее созданные на станции и внесенные в Государственный реестр селекционных достижений РФ сорта и гибриды подсолнечника, устойчивые к расам заразихи А, В, С, D, Е, стали сильно поражаться. Мониторинг рас заразихи и ложной мучнистой росы, проведенный учеными ВНИИМК, показал наличие более агрессивных рас заразихи (F, G, H) и ложной мучнистой росы (330, 710, 730) на полях Ростовской области. Возникшая ситуация вызвала необходимость создания гибридов подсолнечника, устойчивых к новым агрессивным расам этих патогенов. Для получения таких гибридов необходим соответствующий исходный селекционный материал. Важно было совместить в одном генотипе устойчивость к заразихе и ложной мучнистой росе с другими селекционно ценными признаками. В статье представлены результаты селекции исходного селекционного материала подсолнечника на устойчивость к заразихе и ложной мучнистой росе. Работа проведена на полях и в лабораториях ДЭС – филиале ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. В качестве исходного материала использовали селекционный материал, созданный на станции. С помощью методов гибридизации, многократного самоопыления и достоверной оценки на устойчивость к патогенам на всех этапах селекционного процесса отобран перспективный линейный материал (I-4/4640, I-4/4764, I-5/2450, I-5/2465 и др.), который был включен в работу по поиску высокогетерозисных гибридных комбинаций. Гибридные комбинации, созданные с его участием (МЛГ 45/4640, МЛГ 121/4764, МЛГ 65/2444 и др.), при оценке на полевом инфекционном фоне по заразахе показали более высокую устойчивость к высоковирулентным расам патогена в сравнении с лучшими иностранными гибридами.

Ключевые слова: подсолнечник, отцовские линии, устойчивость к заразихе и ложной мучнистой росе, новые агрессивные расы, новый исходный селекционный материал.

Для цитирования: Горбаченко О. Ф., Горбаченко Ф. И., Усатенко Т. В., Лучкин Н. С., Бурляева Е. Г., Житник Н. А., Горбаченко В. Д. Создание исходного селекционного материала подсолнечника, устойчивого к новым высоковирулентным расам заразихи и ложной мучнистой росы // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 59–63. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-59-63



DEVELOPMENT OF THE INITIAL SUNFLOWER BREEDING MATERIAL RESISTANT TO NEW HIGH VIRULENT RACES OF BROOMRAPE AND FALSE POWDERY MILDEW

O. F. Gorbachenko, Doctor of Agricultural Sciences, head of the laboratory of the development of initial material, ORCID ID: 000-0002-1689-9888;

F. I. Gorbachenko, Doctor of Agricultural Sciences, professor of the department for oily crops breeding and primary seed production, ORCID ID: 000-0001-7231-1316;

T. V. Usatenko, senior researcher, head of the laboratory of sunflower breeding and immunity, ORCID ID: 0000-0003-2757-7646;

N. S. Luchkin, senior researcher, head of the laboratory of sunflower primary seed production, ORCID ID: 0000-0003-2239-5587;

E. G. Burlyayeva, researcher of the laboratory of sunflower primary seed production, ORCID ID: 0000-0002-3296-1880;

N. A. Zhitnik, researcher of the laboratory of the development of initial material, ORCID ID: 0000-0002-5333-2792;

V. D. Gorbachenko, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory of mass analysis, ORCID ID: 0000-0002-1352-3236

Don experimental station named after L. A. Zhdanov, affiliate of the FSBSI FSC ARRIOC,

346754, Rostov region, Azov district, v. of Oporny, Zhdanov Str., 2; e-mail: gnudos@mail.ru

The widespread violation of scientifically based crop rotation and their saturation with sunflower caused an accelerated emergence of more aggressive races of broomrape and powdery mildew. Currently, the researchers from different countries have identified 8 races of broomrape A, B, C, D, E, F, G, H. The sunflower varieties and hybrids previously developed at the station and introduced

into the State List of Breeding Achievements of the Russian Federation that are resistant to the broomrape races A, B, C, D, E were greatly affected. Monitoring of the races of broomrape and false powdery mildew, conducted by the ARRIOC researchers, showed the presence of more aggressive broomrape races (F, G, H) and false powdery mildew (330, 710, 730) in the fields of the Rostov Region. The current situation necessitated the development of sunflower hybrids resistant to the new aggressive races of these pathogens. To identify such hybrids, the corresponding initial breeding material has been required. It was important to combine resistance to broomrape and false powdery mildew with other breeding-valuable traits in one genotype. The current paper presents the results of the sunflower initial breeding material on resistance to broomrape and false powdery mildew. The work was carried out in the fields and in the laboratories of DOS, an affiliate of the FSBSI FSC ARRIOC. The breeding material developed at the station was used as the initial material. Using hybridization methods, multiple self-pollination, and reliable estimation of pathogen resistance at all stages of the breeding process, there was selected a promising linear material (I-4/4640, I-4/4764, I-5/2450, I-5/2465 and etc.), which was included into the search for high heterosis hybrid combinations. The hybrid combinations developed with its participation (MLG 45/4640, MLG 121/4764, MLG 65/2444, etc.), when estimated on the fields infected by sunflower broomrape, showed a higher resistance to highly virulent races of the pathogen in comparison with the best foreign hybrids.

Keywords: sunflower, father lines, resistance to sunflower broomrape and false powdery mildew, new aggressive races, new initial breeding material.

Введение. Рынок семян гибридов подсолнечника в последние годы испытывает жесткую конкуренцию со стороны мощных иностранных селекционно-семеноводческих фирм. Наблюдается широкое внедрение иностранных гибридов в основные регионы выращивания подсолнечника. В сложившейся ситуации было необходимо создавать отечественные гибриды, отвечающие требованиям сегодняшнего дня: высокопродуктивные, устойчивые к основным патогенам, приспособленные к выращиванию в различных почвенно-климатических условиях. В рамках программы по импортозамещению переход на возделывание отечественных гибридов подсолнечника укрепит экономическое и финансовое положение сельхозпроизводителей подсолнечника и обеспечит продовольственную безопасность страны.

В настоящее время основными сдерживающими факторами получения высоких урожаев подсолнечника во многих странах, возделывающих эту культуру, являются возникновение и распространение новых вирулентных рас заразики (*Orobanche cumana* Wallr.). Ускорению возникновения новых рас способствуют повсеместное нарушение научно обоснованных севооборотов и насыщение посевами подсолнечника. Установлено, что во второй половине 20 XX новые расы возникали не чаще чем одна в 20 лет, а в настоящее время – практически каждые 4–5 лет. Новые агрессивные расы заразики (F, G, H) вначале были обнаружены учеными в Румынии, Испании, Турции. В этих странах созданы линии-дифференциаторы устойчивости подсолнечника к каждой из них (Антонова и др., 2009; Антонова и др., 2011; Шкорич и Йоичич, 2006). В разное время и в разных странах выявлено 8 рас этого патогена: A, B, C, D, E, F, G, H. Самые вирулентные – F, G, H. В России мониторинг рас заразики провели ученые ВНИИМК в Ростовской, Волгоградской, Оренбургской областях, в Краснодарском и Ставропольском краях. Результаты обследований показали большую пестроту расового состава заразики в зависимости не только от регионов и районов, но и от конкретного поля. Новые более агрессивные расы обнаружены во всех обследованных регионах, но больше инфекционного начала этих рас накоплено в популяциях заразики на полях Ростовской и Волгоградской областей (Антонова и др., 2009; Антонова и др., 2011). Ранее созданные и внесенные в Государственный реестр селекционных достижений сорта и гибриды подсолнечника селекции станции, устойчивые к 4–5 расам заразики (A, B, C, D, E), высевавшиеся на площадях более 600 тыс. га, стали поражаться агрессивными расами заразики.

Нарушения севооборотов привели к появлению новых рас ложной мучнистой росы. Обследование посевов подсолнечника на наличие агрессивных рас ложной мучнистой росы (*Plasmopara halstedii* (Farl.)) провели ученые ВНИИМК и ВИЗР в Краснодарском

крае и Белгородской области (Ивебор и др., 2007; Якуткин и Ахтулова, 2002). По данным исследований, самыми распространенными расами ложной мучнистой росы в Ростовской области считаются расы 330, 710, 730. Возникшая ситуация вызвала необходимость значительного расширения объемов работ на Донской опытной станции – филиале ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК по созданию гибридов подсолнечника, устойчивых к вирулентным расам заразики и ложной мучнистой росы. В исследованиях поставлена задача: совместить в одном генотипе устойчивость к высоковирулентным расам заразики и ложной мучнистой росы с другими селекционно ценными признаками.

Материалы и методы исследований. Исследования выполнены на экспериментальных полях селекционного севооборота Донской опытной станции – филиале ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, в лабораториях, полевом инфекционном участке по заразики и в теплице в 2013–2018 гг. В качестве исходного материала использовали межлинейные гибриды и специально созданные синтетики, устойчивые к основным патогенам (Бурлов, 1985; Усатенко, 2003). На всех этапах селекционного процесса работу выполнили с помощью самоопыления, гибридизации, оценки по хозяйственно ценным признакам и по устойчивости к патогенам по методикам, разработанным во ВНИИМК (Лукомец, 2010; Панченко, 1975).

Осенью под вспашку на полевой инфекционный участок вносили семена заразики, собранные в разных районах Ростовской и Волгоградской областей. В качестве контроля инфекционной нагрузки по заразики использовали гибрид Донской 22, неустойчивый к современным расам, и линии-дифференциаторы рас заразики, которые позволяли выявлять в смеси семян заразики наличие более агрессивных биотипов – расы F, G, H. На этом участке высевали исходный селекционный материал. Цветоносы заразики появляются на поверхности почвы перед цветением подсолнечника. Для дальнейшей работы отбирали растения без цветоносов заразики, изолировали их с помощью изоляторов из нетканого материала и проводили самоопыление или скрещивания в зависимости от поставленной задачи. Гибридные комбинации оценивали на устойчивость к современным расам заразики по методике предварительного испытания (деланки – четырехрядковые, 20-гнездные; повторность опыта – трехкратная). Во время цветения подсолнечника подсчитывали количество учетных растений на деланке, пораженных заразики, и цветоносов заразики на пораженных растениях.

Полученный селекционный материал в осенне-зимний период изучали на устойчивость к заразики в условиях теплицы при искусственном заражении. В ящиках, наполненных почвой с семенами заразики, выращивали по 10 растений каждого образца в течение месяца. По количеству проростков заразики

ихи, прикрепившихся к корням подсолнечника после их выкапывания из ящиков, судили об устойчивости оцениваемых образцов. Процент поражения определяли отношением количества пораженных заразой растений к количеству учетных, а степень – количеством проростков заразики, прикрепившихся на одно пораженное растение.

Селекционный материал, проявивший устойчивость к заразики, оценивали на устойчивость к ложной мучнистой росе. Работа проводилась в осеннее-зимний период в лабораторных условиях. Контролем нагрузки зооспор ложной мучнистой росы служил сорт Донской низкорослый, неустойчивый ко всем расам этого патогена. Инфекционное начало рас (330, 710, 730) нам любезно предоставляли сотрудники лаборатории иммунитета ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. По каждому образцу проращивали по 15 проростков (длина первичного корешка не должна превышать 1,5 см) и заражали суспензией зооспор ложной мучнистой росы, отдельно каждой расы. После 10–12 дней их выращивания в растильнях (специальные пластмассовые лоточки) на субстрате из фильтровальной бумаги,

создавали условия влажной камеры, чтобы вызвать спороношение гриба. По наличию или отсутствию спороношения гриба на семядольных листьях проростков судили об устойчивости селекционного материала к ложной мучнистой росе, которую выражали в процентах.

Результаты и их обсуждение. Селекция гибридов подсолнечника невозможна без наличия ЦМС и RF-линий с заданными селекционно ценными признаками. При создании RF-линий подсолнечника необходимо учитывать наличие генов восстановления фертильности, рецессивной ветвистости, устойчивости к новым вирулентным расам заразики и ложной мучнистой росы, а также габитус растений, наклон корзинки, высоту растений, облиственность стебля. Путем многократного самоопыления, гибридизации, оценки и отбора из расщепляющихся потомств, биотипов с необходимыми селекционно ценными признаками нам удалось выделить перспективный исходный селекционный материал для использования его в качестве отцовских линий (табл. 1).

1. Характеристика нового исходного материала подсолнечника, устойчивого к заразики и ложной мучнистой росе (2017–2018 гг.)

1. Characteristics of the new initial sunflower material resistant to broomrape and false powdery mildew (2017–2018)

Индекс линии	Продолжительность периода: всходы – цветение, суток	Масличность семян, %	Масса 1000 семян, г	Высота растений, см	Поражаемость при искусственном заражении				
					заразой		ложной мучнистой росой, %		
					%	степень, шт.***	расы		
							330	710	730
I-4/4640	61	42,7	33,9	132	0	0	0	0	0
I-4/4674	55	37,7	30,5	134	0	0	0	0	0
I-4/4681	56	35,4	29,6	141	0	0	0	0	0
I-4/4701	55	31,9	29,9	139	0	0	0	0	0
I-4/4726	55	33,5	31,6	142	0	0	0	0	0
I-4/4764	55	40,5	28,9	134	0	0	0	0	0
I-5/2444	54	41,9	32,6	129	0	0	0	0	0
I-5/2450	60	48,0	33,6	137	0	0	0	0	0
I-5/2465	56	46,6	31,0	140	0	0	0	0	0
ВД 110*	56	36,8	26,5	140	–	–	0	100	100
Донской 22**	–	–	–	–	100	20	–	–	–
Донской низкорослый***	–	–	–	–	–	–	100	100	100

* – контроль хозяйственно ценных признаков;

** – контроль инфекционной нагрузки по заразики;

*** – контроль инфекционной нагрузки по ложной мучнистой росе;

**** – количество проростков заразики на одно пораженное растение.

Для лучшего опыления материнских форм на участках гибридизации линии восстановители фертильности пыльцы должны обладать рецессивной ветвистостью. Все представленные линии ветвистые, выровненные по типу ветвления, высоте растений. Продолжительность периода «всходы – цветение» составила от 54 до 61 суток, у семи линий этот показатель на уровне контроля, у двух – более длительный. Высота растений была от 129 до 142 см. Масличность семян варьировала от 31,9 до 48,0%; масса 1000 семян – от 28,9 до 33,9 г в зависимости от генотипа. Все

показатели хозяйственно ценных признаков приемлемы для отцовских линий гибридов. Основным преимуществом полученного селекционного материала является устойчивость к высоковирулентным расам заразики и ложной мучнистой росы. Линии включены в работу по изучению комбинационной способности и поиску высокогетерозисных гибридных комбинаций. Созданные с их участием экспериментальные гибридные комбинации оценены на устойчивость к заразики на полевом инфекционном фоне по заразики (табл. 2).

2. Результаты оценки гибридных комбинаций подсолнечника на полевом инфекционном участке по заразице (2017–2018 гг.)

2. Results of estimation of sunflower hybrid combinations on a field plot infected by broomrape (2017–2018)

Гибридные комбинации	Поражаемость заразицей	
	%	степень, шт. **
МЛГ 45/4640	2,5	2,0
МЛГ 45/4674	5,9	2,5
МЛГ 236/4681	6,0	2,0
МЛГ 47/4701	5,7	1,4
МЛГ 63/4726	7,5	2,7
МЛГ 121/4764	1,9	1,0
МЛГ 65/2444	2,3	2,0
МЛГ 65/2450	3,1	1,5
МЛГ 45/2465	7,9	2,4
LG 5555	12,5	2,0
Белла	21,6	5,6
P 96 – дифференциатор расы F	30,7	2,7
RG – дифференциатор расы G	4,2	1,0
Донской 22*	100	20,0

* – контроль инфекционной нагрузки семян заразицей;

** – количество цветonoсов заразицы на одно пораженное растение.

Процент поражения заразицей лучших гибридов селекции станции – от 1,9 до 7,9; степень – от 1,0 до 2,7 шт. Важно отметить, что это усредненные данные за 2017–2018 гг. Процент поражения заразицей гибрида LG 5555 – 12,5; гибрида Белла – 21,6. Из полученных экспериментальных данных видно, что гибридные комбинации подсолнечника селекции ДОС – филиала ФНЦ ВНИИМК не уступают по устойчивости к заразице лучшим иностранным гибридам.

Выводы

1. Создан принципиально новый исходный селекционный материал и получены RF-линии под-

солнечника, сочетающие в геномах устойчивость к высоковирулентным расам заразицы и ложной мучнистой росы с другими селекционно ценными признаками.

2. Перспективные линии (I-4/4640, I-4/4764, I-5/2450, I-5/2465 и др.) включены в работу по поиску высокогетерозисных гибридных комбинаций.

3. Экспериментальные гибридные комбинации, полученные с участием этих линий (МЛГ 45/4640, МЛГ 121/4764, МЛГ 65/2444 и др.), показали устойчивость к заразице на уровне лучших иностранных гибридов при их оценке на полевом инфекционном участке.

Библиографические ссылки

1. Антонова Т. С., Арасланова Н. М., Рамазанова С. А. Вирулентность заразицы, поражающей подсолнечник в Волгоградской и Ростовской областях // Масличные культуры: науч.-техн. бюллетень. ВНИИМК, 2011. Вып. 1(146–147). С. 12–130.
2. Антонова Т. С., Ситало Н. М., Арасланова Н. М. Распространение и вирулентность заразицы (*Orobanche cumana* Wallr.) на подсолнечнике в Ростовской области // Масличные культуры: науч.-техн. бюллетень. ВНИИМК, 2009. Вып. 1(140). С. 31–37.
3. Бурлов В. В. Особенности использования линейно-гибридизационного метода в гетерозисной селекции подсолнечника // Проблемы селекции и семеноводства подсолнечника для засушливых условий степи: сб. науч. трудов. Одесса: ВСГИ, 1985. С. 7–24.
4. Ивебор М. В., Антонова Т. С., Арасланова Н. М. Идентификация расового состава популяции *Plasmopara halstedii* в регионах Северного Кавказа // Наука Кубани. 2007. № 2. С. 47–50.
5. Лукомец В. М. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами. 2-е изд., перераб. и доп. Краснодар, 2010. 328 с.
6. Панченко А. Я. Ранняя диагностика заразицустойчивости при селекции и улучшающем семеноводстве подсолнечника // Вестник сельскохозяйственной науки. 1975. № 2. С. 107–115.
7. Усатенко Т. В. Селекция RF-линий подсолнечника // Генетика и селекция растений на Дону. Вып. 3. Ростов н/Д., 2003. С. 242–245.
8. Шкорич Д., Йоич С. Селекция подсолнечника на устойчивость к заразице (*Orobanche cumana* Wallr.) // Современные проблемы научного обеспечения производства подсолнечника: сб. докладов Междунар. науч.-практ. конференции, посвященной 120-летию со дня рождения академика В. С. Пустовойта. Краснодар: ВНИИМК, 2006. С. 17–22.
9. Якуткин В. И., Ахтулова Е. М. Физиологические расы возбудителя ложной мучнистой росы подсолнечника в России // Современная микология в России. Первый съезд микологов России. 2002. № 7. С. 217–218.

References

1. Antonova T. S., Araslanova N. M., Ramazanova S. A. Virulentnost' zarazihi, porazhayushchej podsolnechnik v Volgogradskoj i Rostovskoj oblastyah [Virulence of broomrape that affects sunflower in the Volgograd and Rostov regions] // Maslichnye kul'tury: nauch.-tekhn. byulleten'. VNIIMK, 2011. Vyp. 1(146–147). S. 12–130.

2. Antonova T. S., Sitalo N. M., Araslanova N. M. Rasprostranenie i virulentnost' zarazihi (*Orobanche cumana* Wallr.) na podsolnechnike v Rostovskoj oblasti [The spread and virulence of sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in the Rostov region] // Maslichnye kul'tury: nauch.-tekhn. byulleten'. VNIIMK, 2009. Vyp. 1(140). S. 31–37.
3. Burlov V. V. Osobennosti ispol'zovaniya linejno-gibridizacionnogo metoda v geterozisnoj selekcii podsolnechnika [Features of use of the linear hybridization method in heterotic selection of sunflower] // Problemy selekcii i semenovodstva podsolnechnika dlya zasushlivykh uslovij stepi: sb. nauch. trudov. Odessa: VSGI, 1985. S. 7–24.
4. Ivebor M. V., Antonova T. S., Araslanova N. M. Identifikaciya rasovogo sostava populyacii Plasmopara halstedii v regionah Severnogo Kavkaza [Identification of the racial composition of the Plasmopara halstedii population in the regions of the North Caucasus] // Nauka Kubani. 2007. № 2. S. 47–50.
5. Lukomec V. M. Metodika provedeniya polevykh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami [Methodology for conducting field agrotechnical trials with oilseeds]. 2-e izd., pererab. i dop. Krasnodar, 2010. 328 s.
6. Panchenko A. Ya. Rannyya diagnostika zarazihoustojchivosti pri selekcii i uluchshayushchem semenovodstve podsolnechnika [Early diagnosis of broomrape resistance during breeding and improving sunflower seed production] // Vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. 1975. № 2. S. 107–115.
7. Usatenko T. V. Selekcija RF-linij podsolnechnika [Sunflower RF lines breeding] // Genetika i selekciya rastenij na Donu. Vyp. 3. Rostov n/D., 2003. S. 242–245.
8. Shkorich D., Jocich S. Selekcija podsolnechnika na ustojchivost' k zarazihe (*Orobanche cumana* Wallr.) [Sunflower breeding for broomrape resistance (*Orobanche cumana* Wallr.)] // Sovremennye problemy nauchnogo obespecheniya proizvodstva podsolnechnika: sb. dokladov Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii, posvyashchyonnoj 120-letiyu so dnya rozhdeniya akademika V. S. Pustovojta. Krasnodar: VNIIMK, 2006. S. 17–22.
9. Yakutkin V. I., Ahtulova E. M. Fiziologicheskie rasy vozbuditelya lozhnoj muchnistoj rosy podsolnechnika v Rossii [The physiological race of the causative agent of sunflower powdery mildew in Russia] // Sovremennaya mikologiya v Rossii. Pervyj s'ezd mikologov Rossii. 2002. № 7. C. 217–218.

Поступила: 20.08.19; принята к публикации: 25.09.19.

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. Горбаченко О. Ф. – концептуализация исследования; Горбаченко Ф. И. – концептуализация исследования, подготовка рукописи; Усатенко Т. В. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Лучкин Н. С., Житник Н. А., Бурляева Е. Г., Горбаченко В. Д. – подготовка и выполнение полевых и лабораторных опытов, сбор данных.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.