

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-4-50-53>
УДК 635.63:631.524.86

**Солдатенко А.В.¹, Егорова А.А.²,
Бакланова О.В.², Ховрин А.Н.²,
Чистякова Л.А.², Разин О.А.¹**

¹ ФГБНУ

«Федеральный научный центр овощеводства»
143072, Московская обл., Одинцовский район,
п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, 14
E-mail: alex-soldat@mail.ru

² Всероссийский научно-исследовательский
институт овощеводства – филиал ФГБНУ
«Федеральный научный центр овощеводства»
140153, Россия, Московская обл.,
Раменский район, д. Верея, стр. 500
E-mail: edvaaed@rambler.ru,
olgabaklanova@rambler.ru,
hovrin@poiskseeds.ru,
lyubov.chistyakova.83@mail.ru

Ключевые слова: огурец, *Cucumis sativus* L.,
фузариоз, *Fusarium oxysporum* Schlechtend.,
клеточная селекция, селективная среда,
оценка на устойчивость.

Конфликт интересов: Авторы заявляют
об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Солдатенко А.В., Егорова
А.А., Бакланова О.В., Ховрин А.Н., Чистякова
Л.А., Разин О.А. Селекция *Cucumis sativus* L.
на устойчивость к фузариозу с применением
фильтрата культуральной жидкости гриба
Fusarium oxysporum Schlechtend. Овощи России.
2019;(4):50-53. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-4-50-53>

Поступила в редакцию: 26.05.2019
Опубликована: 25.08.2019

**Alexey V. Soldatenko¹, Anna A. Egorova²,
Olga V. Baklanova², Alexander N. Hovrin²,
Lyubov A. Chistyakova², Oleg A. Razin¹**

¹ FSBSI Federal Scientific Vegetable Center
Selectionnaya str., 14, p. VNISSOK,
Odintsovo district, Moscow region, Russia, 143072
E-mail: alex-soldat@mail.ru

² All-Russian Scientific Research Institute
of Vegetable Growing – Branch of the FSBSI
Federal Scientific Vegetable Center
Vereya, Ramenskoye district,
Moscow region, Russia, 140153
E-mail: edvaaed@rambler.ru,
olgabaklanova@rambler.ru,
hovrin@poiskseeds.ru,
lyubov.chistyakova.83@mail.ru

Keywords: cucumber, *Cucumis sativus* L.,
Fusarium, *Fusarium oxysporum* Schlechtend.,
selective environment, assessment on resistance.

Conflict of interest: The authors declare
no conflict of interest.

For citation: Soldatenko A.V., Egorova A.A.,
Baklanova O.V., Hovrin A.N., Chistyakova L.A.,
Razin O.A. Selection of *Cucumis sativus* L.
for resistance to fusarium wilt using filtrate of the
culture fluid of the fungus *Fusarium oxysporum*
Schlechtend. Vegetable crops of Russia.
2019;(4):50-53 (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-4-50-53>

Received: 26.05.2019
Accepted: 25.08.2019

Селекция *Cucumis sativus* L. на устойчивость к фузариозу с применением фильтрата культуральной жидкости гриба *Fusarium oxysporum* Schlechtend



АННОТАЦИЯ

Актуальность

В последние десятилетия наряду с традиционными методами все больше внимания уделяется альтернативным методам селекции, в основе которых лежат биотехнологические манипуляции с растениями. Применяя методы биотехнологии из одного растения можно получить миллионы клеток, что увеличивает шансы поиска, исключая потребность в площадях для выращивания испытуемых растений, а также ускоряется селекционный процесс за счет возможности проводить исследования в межсезонье.

Методика

В исследованиях использовали линейный материал гибридов *C. sativus* селекции ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО и совместной селекции ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО с Агрохолдингом «Поиск». Материалом для исследования служили растения *C. sativus*, которые культивировали в вегетационных сосудах в условиях лабораторного помещения. В качестве эксплантов для получения пролиферирующей каллусной ткани, способной к морфогенезу, использовали гипокотильные сегменты размером 0,5-1 см, изолированные от молодых растений.

Результаты

Для получения растений *Cucumis sativus* L. с повышенной устойчивостью к фузариозу методом клеточной селекции рекомендуется чередование культивирования каллуса на неселективной и селективной средах, содержащих сахарозу в концентрации 30 г/л, агар – 7 г/л, БАП – 0,1 мг/л, НУК – 0,5 мг/л и фильтрат культуральной жидкости гриба *F. oxysporum* в концентрации 10% в течение 3-х пассажей.

Selection of *Cucumis sativus* L. for resistance to fusarium wilt using filtrate of the culture fluid of the fungus *Fusarium oxysporum* Schlechtend

ANNOTATION

Relevance

Traditional breeding methods are based on crossing and selection of genotypes among hybrid offspring. In recent decades, along with traditional methods, more and more attention is paid to alternative methods of selection, based on biotechnological manipulations with plants. One of the most important methods of biotechnology is the method of cell selection, which is based on the replacement of the whole plant, as a unit of selection, on its cell. Applying biotechnology techniques from a single plant can produce millions of cells, which increases the chances of finding, eliminating the need for areas for the cultivation of tested plants. As well as accelerating the selection process due to the possibility to carry out the study in the offseason.

Methods

The studies used the linear material of *C. sativus* hybrids of All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing – Branch of the FSBSI Federal Scientific Vegetable Center and Agroholding "Poisk". Plants were cultivated in laboratory room conditions. As explants used hypocotyl 0.5-1 cm segments isolated from young plants.

Results

To obtain *Cucumis sativus* plants with increased resistance to *Fusarium* by cell selection method, it is recommended to alternate culturing of callus on a non – selective medium containing sucrose in a concentration of 30 g/l, agar – 7 g/l, 0.1 mg/l, NUC – 0.5 mg/l and the filter of the cultural fluid of the fungus in a concentration of 10% within 3 passages.

Введение

Ущерб, наносимый сельскому хозяйству болезнями и вредителями, огромен, поэтому одна из наиболее актуальных проблем современной селекции – выведение устойчивых сортов. Широко распространение и большая вредоносность болезней огурца объясняются трудностью химической защиты и наличием в производстве восприимчивых сортов. Возделывание сорта, устойчивого или слабо поражаемого патогенными организмами, позволяет значительно снизить количество химических обработок, что способствует получению экологически безопасной продукции [8].

Устойчивость растения определяется ритмом роста и развития, анатомическими особенностями листьев, стеблей, цветков, физиологическими и биохимическими особенностями и т.д. Фенотипическое проявление болезни определяется характером внешней среды, наличием условий для заражения и развития болезни. Зная условия можно создавать провокационные фоны для выявления и браковки поражаемых растений [3].

Применяя методы биотехнологии в условиях *in vitro*, можно задавать различные параметры, как адекватные тем, в каких позже придется расти и развиваться взрослым растениям, так и экстремальные условия выращивания. Особый интерес вызывают работы по получению растений-регенерантов из каллусных и суспензионных культур, прошедших отбор в стрессовых условиях. Культура растительных клеток и тканей представляет собой биологическую систему, в которой отсутствуют регуляторные механизмы, действующие на уровне целого организма. Исследования на однородном клеточном материале позволяют получить результаты по анализу действия абиотических и биотических стрессовых факторов на растительную клетку. Воздействие стрессора на культуру клеток приводит к частичной гибели популяции, но часть клеток выживает. Дальнейшее культивирование выживших клеток на питательной среде без селективного агента позволяет получать растения, толерантными к этому стрессору [3].

Целью наших исследований являлось получение устойчивых к фузариозу образцов *C. sativus* из каллусных культур, прошедших отбор в стрессовых условиях, используя в качестве селективного агента фильтрат культуральной жидкости гриба *F. oxysporum*.

Методика исследований

В исследованиях использовали линейный материал гибридов *C. sativus* селекции ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО и совместной селекции ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО с Агрохолдингом «Поиск», характеризующиеся различной полевой устойчивостью к фузариозу: высокоустойчивые – материнская линия (♀) гибрида Активист F₁, отцовская линия (♂) гибрида Мегаполис F₁, отцовская линия (♂) гибрида Маленький принц F₁; среднеустойчивые – материнские линии (♀) гибридов Есаул F₁ и Драгун F₁, отцовская линия (♂) гибрида Форвард F₁, материнские линии (♀) гибридов Авоська F₁ и Даша F₁; слабоустойчивый – отцовская линия (♂) гибрида Корнет F₁; среднеустойчивые линии – L442/Olivia, L421/Cupido и восприимчивая линия L417/Afia.

Материалом для исследования служили растения *C. sativus*, которые культивировали в вегетационных сосудах в условиях лабораторного помещения. В качестве эксплантов для получения пролиферирующей каллусной ткани, способной к морфогенезу, использовали гипокотильные сегменты размером 0,5-1 см, изолированные от молодых растений.



Рис. 1. Культура гриба *F. oxysporum*
Fig. 1. Culture *F. oxysporum*



Рис. 2. Фильтрат культуральной жидкости гриба *F. oxysporum*
Fig. 2. The filtrate of the culture fluid of the *F. oxysporum*

Стерилизацию эксплантов проводили в ламинарном боксе непосредственно перед внесением на питательную среду. Режим стерилизации эксплантов в экспозициях: мыльный раствор – 1 час; этиловый спирт – 1 мин и концентрация 70%; раствор гипохлорита натрия – 15 мин и концентрации 10% + 2 капли «Твин»; трехкратная промывка стерильной дистиллированной водой [4]. Приготовление питательных сред, введение в культуру и субкультивирование проводили с применением рекомендаций Бутенко Р.Г. «Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений» [2], методических рекомендаций «Получение растений огурца с повышенной устойчивостью к фузариозному увяданию методами *in vitro*» [5]. Для индукции каллусообразования и пассирования каллуса использовали питательную среду Мурасиге и Скуга [10], с добавлением бензиламинопурина (БАП) – 0,1 мг/л и нафтилуксусной кислотой (НУК) – 0,5 мг/л.

В качестве селективного фактора применяли фильтрат культуральной жидкости гриба *F. oxysporum* [6], который добавляли в питательные среды MS [10]. Культуральную жидкость (рис.2) получали путем посева суспензии макро- и микроконидий (рис.1) на жидкую питательную среду Чапека, которую культивировали в термостате при температуре 26°C в течение 30 суток.

Суспензионную культуру штамма возбудителя готовили согласно методике Билай [1]. Путем замачивания семян огурца в фильтрате культуральной жидкости в течение 24 часов определяли фитотоксические свойства. Если отмечали угнетение и гибель более 40,0% проростков устойчивой к фузариозному увяданию материнской линии (♀) гибрида Активист F₁, фильтрат культуральной жидкости считался токсичным [7]. Питательные среды, дистиллированную воду, материалы и инструменты автоклавились в течение 15 мин при температуре 121°C. Выращивание каллусных культур проводили при температуре 22...24°C, освещенности 2 тыс. люкс и 16-ти часовом фотопериоде.

Экспериментальная часть

Первые признаки индукции каллусообразования при культивировании гипокотильных сегментов на питательных средах контрольного варианта, содержащих фильтрат культуральной жидкости патогена в концентрациях 2,5%; 5%; 7,5% и 10% в культуре *in vitro*, визуально обнаруживали на 12-17 сутки в зависимости от состава питательной

Таблица 1. Морфогенез *in vitro* тканевых культур *C. sativus*, 1 пассаж, n = 100
Table 1. *In vitro* morphogenesis of tissue cultures of *C. sativus*, 1 passage, n = 100

Концентрация фильтрата культуральной жидкости <i>F. oxysporum</i> , %	Морфогенных эксплантов				почек	
	всего		в т. ч. с почками		всего, шт.	на 1 эксплант, X ср.
	шт.	%	шт.	%		
0	96	96 + 2,2	76	79 + 4,1	125	1,3
2,5	81	81 + 4,0	62	76 + 4,3	109	1,3
5	74	74 + 4,3	54	73 + 4,4	92	1,2
7,5	71	71 + 4,6	39	55 + 4,9	74	1,0
10	33	33 + 4,7	9	27 + 4,5	28	0,8

Таблица 2. Морфогенез *in vitro* тканевых культур *C. sativus* 2 пассаж, n = 150
Table 2. *In vitro* morphogenesis of tissue cultures of *C. sativus* 2 passage, n = 150

Концентрация фильтрата культуральной жидкости <i>F. oxysporum</i> , %		Морфогенных эксплантов				Почек	
1 пассаж	2 пассаж	всего		в т. ч. с почками		всего, шт.	на 1 эксплант, X ср.
		шт.	%	шт.	%		
0	0	149	99	141	95 + 1,7	164	1,1
	10	59	39 + 4,0	32	54 + 4,1	35	0,6
5	0	146	97 + 1,1	140	96 + 1,7	161	1,1
	10	95	63 + 3,9	70	74 + 3,4	76	0,8
10	0	146	97 + 1,1	139	95 + 1,7	160	1,1
	10	116	77 + 3,4	61	53 + 4,1	69	0,6

среды. Образующийся каллус отличался невысокой интенсивностью роста, имел рыхлую консистенцию и желто-зеленую окраску. Морфогенетический потенциал каллусной массы зависел от концентрации селективного агента в питательной среде.

Анализируя влияние различных концентраций фильтрата культуральной жидкости патогена в питательных средах на частоту каллусообразования, необходимо отметить, что по частоте образования почек и побегов в результате культивирования морфогенного каллуса на селективных средах, содержащих фильтрат культуральной жидкости в концентрации 2,5%; 5%; 7,5% и 10%, выявлены существенные различия. В вариантах 2,5%; 5,0% и 7,5% фильтрата культуральной жидкости морфогенетическая активность каллусных клеток существенно не снижалась. Интенсивность морфогенеза снижалась более чем в 2 раза (с 81% до 33%) при культивировании эксплантов на среде с 10% фильтратом культуральной жидкости (табл. 1).

Морфогенные каллусные экспланты, отобранные в ходе исследований, субкультивировали на селективные и не селективные питательные среды, ступенчато увеличивая концентрацию фильтрата культуральной жидкости, для последующего отбора клеточных линий, устойчивых к фитопатогену.

Культивирование каллусных эксплантов, отобранных от первого пассажа на среде с фильтратом культуральной жидкости гриба *F. oxysporum*, привело к снижению пролиферирующей активности до 63-77%. При переносе морфогенных клеток на селективную среду наблюдали формирование в среднем 0,6-0,8 почек на эксплант. На восстановление пролиферирующей активности каллусных клеток влияло последующее культивирование каллусной ткани на среде без селективно-

го фактора, что позволило получить 97% морфогенных эксплантов. При переносе морфогенных клеток на неселективную среду наблюдали формирование в среднем по 1,1 почки на эксплант. Используемая нами схема культивирования каллусных клеток *C. sativus* на питательной среде без селективного фактора позволила во втором пассаже повысить пролиферирующую активность до 97% (2 пассаж) (табл. 2).

В третьем пассаже при повторном культивировании каллусных клеток на среде с селективным фактором наблюдали гибель каллусной ткани и формирование рыхлой обводненной ткани. Пролиферация каллусной ткани значительно ингибировало присутствие в питательной среде фильтрата культуральной жидкости патогена в различных концентрациях. Морфогенез уменьшался на 13-55% с повышением концентрации фильтрата культуральной жидкости (табл. 3).

Таким образом, в результате проведенных исследований показана принципиальная возможность адаптации каллусных культур *C. sativus* к фитопатогену при культивировании на пита-

тельной среде с увеличением концентрации фильтрата культуральной жидкости, чередуя культивирование на среде с селективным и без селективного фактора.

В ходе эксперимента у эксплантов, культивируемых в течение трех пассажей на питательной среде, содержащей фильтрат культуральной жидкости в концентрации 10% (рис. 3), были отобраны устойчивые клетки и получены на их основе побеги и регенеранты (рис.4).

Полученные в 2017 году от устойчивых клеток растения-регенеранты, характеризующиеся повышенной устойчивостью к фильтрату культуральной жидкости гриба *F. oxysporum*, в последующем оценивали в условиях инфекционного бокса, селекционного центра ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО. Инфекционный фон создавали согласно «Методическим указаниям по селекции огурца [9]. Инокулюм *F. oxysporum*, размноженный на овсе, вносили по 30-40 г на 1 погонный метр в поверхностный слой почвы (5-7 см). На растениях проводили опыление методом инцухта. В результате скре-



Рис. 3. Каллусная ткань *C. sativus* на селективной среде, содержащей фильтрат культуральной жидкости гриба *F. oxysporum*
Fig. 3. Callus tissue of *C. sativus* in a selective medium containing the filtrate of the culture fluid of the *F. oxysporum*

Таблица 3. Морфогенез *in vitro* тканевых культур *C. sativus* 3 пассаж, n = 150
Table 3. *In vitro* morphogenesis of tissue cultures of *C. sativus* 3 passage, n = 150

Концентрация фильтрата культуральной жидкости <i>F. oxysporum</i> , %			Морфогенных эксплантов				Почек	
1 пассаж	2 пассаж	3 пассаж	всего		в т. ч. с почками		всего, шт.	в т. ч. с почками на 1 экспл., X ср.
			шт.	%	шт.	%		
0	0	0	150	100	144	96 + 1,8	165	1,1
		10	68	45 + 4,1	59	86 + 2,8	58	0,8
	10	0	146	97 + 1,1	137	94 + 1,9	148	1,0
		10	109	73 + 3,6	54	50 + 4,1	60	0,6
5	0	0	146	97 + 1,1	139	95 + 1,8	148	1,0
		10	107	71 + 3,7	45	42 + 4,0	66	0,6
	10	0	135	90 + 2,4	128	95 + 1,9	138	1,0
		10	104	69 + 3,7	89	86 + 2,8	75	0,7
10	0	0	143	95 + 1,6	134	94 + 1,9	144	1,0
		10	91	61 + 4,0	80	88 + 2,7	78	0,8
	10	0	138	92 + 2,2	132	95 + 1,8	143	1,0
		10	119	79 + 3,3	83	70 + 3,7	86	0,7



Рис. 4. Побег *C. sativus*, полученный из каллусной ткани на селективной среде, содержащей фильтрат культуральной жидкости *F. oxysporum*
Fig. 4. Escape of *C. sativus* obtained from callus tissue in selective medium containing filtrate of culture fluid *F. oxysporum*

щиваний были получены семена, которые в 2018 году также оценивали в условиях инфекционного бокса.

При оценке растений огурца в условиях инфекционного бокса наблюдали увеличение числа устойчивых растений: высокоустойчивые – материнская линия (♀) гибрида Активист F₁, отцовские линии (♂) гибридов Мегapolis F₁ и Маленький принц F₁; среднеустойчивые – материнские линии (♀) гибридов Есаул F₁ и Драгун F₁, отцовская линия (♂) гибрида Форвард F₁, материнские линии (♀) гибридов Авоська F₁ и Даша F₁ и линии – L442/Olivia, L421/Cupido; слабоустойчивый – отцовская линия (♂) гибрида Корнет; восприимчивая L417/Afia.

Полученные формы *C. sativus* характеризуются повышенной устойчивостью к фузариозу, так как средний балл поражения снизился с 2,8 до 2,1 (по 4-х балльной шкале) (табл. 4).

Таблица 4. Оценка растений огурца в условиях инфекционного *F. oxysporum* бокса
Table 4. Evaluation of cucumber plants under infectious boxing of *F. oxysporum*

Образец	Средний балл поражения	
	2017 год	2018 год
♀ Авоська	2,6	2,0
♀ Активист	1,1	1,0
♀ Даша	2,4	1,7
♀ Драгун	3,1	2,5
♀ Есаул	3,0	2,4
♂ Корнет	4,0	3,5
♂ Маленький принц	2,3	1,5
♂ Мегapolis	2,8	1,4
♂ Форвард	3,0	2,3
L417/Afia	3,7	3,1
L421/Cupido	2,6	2,1
L442/Olivia	2,4	2,0
Средний балл	2,8	2,1

Об авторах:

Солдатенко Алексей Васильевич – доктор с.-х. наук, профессор РАН, главный научный сотрудник
<https://orcid.org/0000-0002-9492-6845>

Егорова Анна Анатольевна – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории иммунитета и селекции пасленовых культур
<https://orcid.org/0000-0003-4658-2619>

Бакланова Ольга Владимировна – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции тыквенных культур
<https://orcid.org/0000-0002-1357-3145>

Ховрин Александр Николаевич – кандидат с.-х. наук, главный научный сотрудник, доцент, зав. отделом селекции и семеноводства
<https://orcid.org/0000-0003-4297-2687>

Чистякова Любовь Александровна – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции тыквенных культур
Разин Олег Анатольевич – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник

About the authors:

Alexey V. Soldatenko – doctor of agricultural Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, chief researcher
<https://orcid.org/0000-0002-9492-6845>

Anna A. Egorova – PhD, senior researcher of Solanaceae crops Immunity and Breeding
<https://orcid.org/0000-0003-4658-2619>

Olga V. Baklanova – PhD, leading researcher of breeding of cucurbitaceous crops laboratory
<https://orcid.org/0000-0002-1357-3145>

Alexander N. Khovrin – PhD, associate professor, head of department of breeding and seed growing
<https://orcid.org/0000-0003-4297-2687>

Lyubov A. Chistyakova – PhD, senior researcher of breeding of cucurbitaceous crops laboratory

Oleg A. Razin – candidate of agricultural Sciences, senior researcher

Селекция *C. sativus* на устойчивость к болезням с применением методов биотехнологии в условиях *in vitro* должно, на наш взгляд, вестись ступенчато, путем постепенного придания селекционному материалу устойчивости к фитопатогену. Получение устойчивых к фильтрату культуральной жидкости гриба *F. oxysporum* каллусных культур *C. sativus* методом прямой клеточной селекции, несомненно, открывает широкие перспективы для совершенствования селекционной работы по созданию сортов и гибридов, устойчивых к фузариозу.

Выводы

1. Культивирование морфогенного каллуса на среде MS, содержащей сахарозу в концентрации 30 г/л, агар – 7 г/л, БАП – 0,1 мг/л, НУК – 0,5 мг/л и фильтрат культуральной жидкости гриба *F. oxysporum* в концентрации 10% в течение 3-х пассажей позволяет получать растения-регенеранты *C. sativus* с повышенной устойчивостью к фузариозу.

2. Для получения растений *C. sativus*, устойчивых к фузариозу, с применением методов биотехнологии в условиях *in vitro*, рекомендуется чередование культивирования каллусной ткани на неселективной среде и на селективной среде, содержащей фильтрат культуральной жидкости гриба *F. oxysporum* в концентрации 10%.

2. Проведение отборов в условиях инфекционного бокса способствует увеличению числа высокоустойчивых растений *C. sativus* к фитопатогену (средний балл поражения по всем исследуемым образцам снизился с 2,8 до 2,1).

• Литература

- Билай В.И. Основы общей микологии. Вища школа. – Киев: 1986. – 14 с.
- Бутенко Р.Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений / М.: Наука, 1964. – 272 с.
- Войнов Н.А., Волова Т.Г., Зобова Н.В., Маркова С.В., Франк Л.А., Шишачка Е.И. Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине «Современные проблемы и методы биотехнологии» – Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – С.222-223.
- Егорова А.А. Экспресс - оценка огурца на устойчивость к фузариозу // Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: мат. научно-практ. конф.: Донской ГАУ, 2016. – С.212-217.
- Поляков А.В. Получение растений огурца с повышенной устойчивостью к фузариозному увяданию методами *in vitro* / А.В. Поляков, А.А. Ткачева, И.И. Тарасенков, Н.К. Бирюкова / Методические рекомендации ГНУ ВНИИО Россельхозакадемии. – 2006. – 28 с.
- Таланова Л.А., Поляков А.В., Егорова А.А. Влияние регуляторов роста на морфогенетическую активность огурца в условиях *in vitro* // Материалы науч.-практ. конф. ФГБОУ ВПО РГАТУ агроэкологического факультета, 2012. – С.242-246.
- Ткачева А.А. Методы *in vitro* в селекции огурца на устойчивость к фузариозу // Картофель и овощи. – 2006. – №8. – С.28-29.
- Чистякова Л.А., Бакланова О.В., Макарова Е.Л., Борцова Ю.В. Поиск источников хозяйственно ценных признаков для селекции в климатических условиях Кировской области // Теоретические и прикладные проблемы АПК. – №3 (36). – 2018. – С.30-34.
- Юрина О.В., Ермоленко И.В., Корганова Н.Н., Пивоваров В.Ф. и др. Методические указания по селекции огурца. ВАСХНИЛ: Москва, 1983. – С.80-83.
- Murashige T., Skoog F. A. revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture // *Physiol. Plant*, 1962. – V. 15. – №13. – P.473-497.

• References

- Билай В.И. Basics of general mycology / Bilay V.I. // Higher school. – Kiev: 1986. – P.14. (In Russ.)
- Butenko R.G. Culture of isolated tissues and physiology of plant morphogenesis / M.: Nauka, 1964. – 272 p. (In Russ.)
- Voynov N.A., Volova T.G., Zobova N.V., Markova S.V., Frank L.A., Shishatskaya E.I. Electronic educational and methodical complex on discipline "Modern problems and methods of biotechnology". – Krasnoyarsk: IPK SFU, 2009. – P.222-223. (In Russ.)
- Egorova A.A. Express-evaluation of resistance to cucumber to fusarium. In the collection: Innovations in technologies of cultivation of crops materials of the international scientific and practical conference. – 2016. – P.212-217. (In Russ.)
- Polyakov A.V. Getting cucumber plants with higher resistance to fusarium using *in vitro* methods / Polyakov A.V., Tkacheva A.A., Tarasenko I.I., Biryukova N.K. / Methodical recommendations. Rosselkhozakademiya, 2006. – P.28. (In Russ.)
- Talanova L.A., Polyakov A.V., Egorova A.A. Influence of growth regulators on the morphogenetic activity of cucumber *in vitro*. In the collection: Jubilee collection of scientific works of students and faculty FGBOU VPO RGAU agroecological faculty, dedicated to the 100th anniversary from the birthday of Professor S.A. Naumov Materials of scientific-practical conference. – 2012. – P.242-246. (In Russ.)
- Tkacheva A.A. *In vitro* methods in the selection of cucumber for resistance to fusarium / Tkacheva A.A. / Potato and vegetables. – 2006. – №8. – P.28-29. (In Russ.)
- Chistyakova L.A., Baklanova O.V., Makarova E.L., Y.V. Bortsova Search of sources of economically valuable traits for breeding under climatic conditions of the Kirov region / Theoretical and applied problems of agriculture. – №3 (36). – 2018. – P.30-34. (In Russ.)
- Yurina O.V., Ermolenko I.V., Kolganova N.N., Pivovarov V.F., et al. Guidelines for selection of cucumber. Of agricultural Sciences: Moscow, 1983. – P.80-83. (In Russ.)
- Murashige T., Skoog F. A. revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture // *Physiol. Plant*, 1962. – V.15. – №3. – P.473-497.