

УДК 631.878:635.21:631.52

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД НА РАСТЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ СОРТОВ ПАМЯТИ РОГАЧЕВА И КЕТСКИЙ В КУЛЬТУРЕ IN VITRO

¹О.О. Новиков, младший научный сотрудник

¹М.С. Романова, кандидат биологических наук

¹Н.И. Леонова, научный сотрудник

¹Е.В. Хаксар, младший научный сотрудник

²Ю.В. Чудинова, доктор биологических наук, профессор

¹Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа – филиал СФНЦА РАН

²Томский сельскохозяйственный институт – филиал ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ

E-mail: novickoww@yandex.ru

Ключевые слова: картофель, питательная среда, культура in vitro, обедненная минеральная часть, среда Мурасиге-Скуга, агар-агар.

Реферат. Изучено влияние питательных сред разного компонентного состава на сорта картофеля Кетский и Памяти Рогачева. Показано, что в условиях культуры in vitro растения картофеля изучаемых сортов при культивировании на питательных средах различного состава проявляют сортоспецифичность.

THE EFFECT OF VARIOUS NUTRIENT MEDIA ON PLANTS OF POTATO VARIETIES MEMORY ROGACHEV AND KET IN VITRO

¹ O. O. Novikov, Junior researcher

¹ M. S. Romanov, candidate of biological Sciences

¹ N. I. Leonova, researcher

¹ E. V. Haksar, Junior researcher

² Yu. V. Chudinova, doctor of biological Sciences, Professor

¹ Siberian NIN of agriculture and peat – branch of LEAD RAS

² Tomsk agricultural Institute – branch of Novosibirsk state University

Key words: potato, nutrient medium, culture in vitro, depleted mineral part, murasige-skuga medium, agar-agar.

Abstract. The influence of nutrient media of different component composition on ket potato varieties and Rogachev Memory was studied. It is shown that in the conditions of culture in vitro potato plants of the studied varieties show variety specificity when cultivated on nutrient media of different composition.

Важным этапом современного семеноводства картофеля является получение оздоровленного посадочного материала с помощью биотехнологических методов размножения [1], позволяющих получить генетически однородные растения картофеля, свободные от вирусной и бактериальной инфекции и ускорить процесс размножения картофеля более чем в 2 раза [2, 3]. При этом увеличивается его урожайность. Так, например, при 100 %-й зараженности картофеля вирусами его урожайность падает примерно в 3 раза по сравнению с потенциально возможной для данного сорта [4].

В культуре in vitro одним из важных факторов, влияющих на процесс микроклонального размножения картофеля, является состав питательной среды, и при массовом размножении сразу нескольких сортов наблюдается различное их отношение к компонентам среды [5, 6]. Это часто приводит к значительному ухудшению роста и развития растений, снижению коэффициента размножения.

На процессы роста и развития пробирочных растений большое влияние оказывает наличие или отсутствие в питательной среде витаминов. Витамины не являются для организма поставщиком энергии и не имеют существенного пластического значения. Однако витаминам отводится существенная роль в обмене веществ. Так, тиамин является коферментом цикла Кребса, его введение усиливает рост и дифференциацию растений. В питательной среде тиамин стимулирует развитие корневой системы растений, способной поглощать больше питательных веществ [7].

Аскорбиновая кислота в растительном организме участвует в процессах роста, вегетативной дифференциации, в водном обмене, регуляции ферментативной активности [8]. Пиридоксин поддерживает баланс калия и натрия в организме, является необходимым веществом для полноценного обмена белков, углеводов и жиров. Кроме этого, он повышает морозостойкость. Такой комплекс витаминов способствует белковому и аминокислотному обмену, так как производные витаминов являются частью простетических групп ферментов, катализирующих превращения аминокислот. Наличие в питательной среде данного комплекса витаминов способствует увеличению числа междоузлий на растениях-регенерантах картофеля [9]. Кроме того, в работе Н.В. Лебедевой, Ю.Н. Фёдоровой показана прямая зависимость между увеличением концентрации комплекса витаминов в питательной среде и высотой, которую растения картофеля формируют на этих средах [10].

В работе Е.П. Мякишевой и др. показано, что уменьшение содержания желатинизирующего агента в питательной среде повышает доступность ее компонентов для проводящей системы растения. Так, при концентрации агар-агара в питательной среде 4 г/л у растений-регенерантов картофеля сорта Любава отмечено увеличение количества междоузлий [11]. Можно предположить, что увеличение содержания агар-агара в среде приведет к обратному эффекту, т.е. к замедлению роста растений картофеля.

Целью данной работы явилось изучение влияния различного состава питательных сред на рост и развитие растений картофеля томской селекции.

Исследования проводились в СибНИИСХиТ – филиале СФНЦА РАН в 2018 г. Объектом исследования явились: среднеспелый сорт картофеля Кетский, включённый в Госреестр по Западно-Сибирскому и Центральному регионам, и среднеранний сорт картофеля Памяти Рогачева, включённый в Госреестр по Западно-Сибирскому, Северо-Западному и Центральному регионам РФ. Данные сорта были выбраны вследствие хороших вкусовых качеств и высокой урожайности.

В качестве эксплантов использовались черенки с 1 пазушной почкой. Микрочеренки культивировали в следующих условиях: фотопериод 16/8 ч свет/темнота, освещенность 5000 лк, температура 20 ± 1 °C. Использовали люминесцентные лампы холодного дневного цвета. На 3, 7, 14 и 21-е сутки фиксировали высоту побега и количество междоузлий. Через 28 суток пассажа к изучаемым показателям добавились следующие: площадь листовой поверхности, масса корней, масса стебля, масса листьев и масса надземной части. В ходе эксперимента нами были изучены перечисленные ниже варианты питательных сред на основе среды Мурасиге-Скуга (МС):

- 1) питательная среда с $\frac{1}{2}$ минеральной части;
- 2) питательная среда с $\frac{1}{3}$ минеральной части;
- 3) питательная среда с $\frac{1}{4}$ минеральной части;
- 4) питательная среда с пониженным содержанием агар-агара (4 г/л);
- 5) питательная среда с повышенным содержанием агар-агара (10 г/л);
- 6) питательная среда с повышенным содержанием витаминов (аскорбиновая кислота – 6 мг/л, тиамин – 6, пиридоксин – 3 мг/л).

В качестве контроля использовалась питательная среда Мурасиге-Скуга с полной минеральной частью, включая витамины (аскорбиновая кислота – 5 мг/л, тиамин – 5, пиридоксин – 2,5 мг/л) и агар-агар в количестве 7 г/л. Водородный показатель измеряли с применением рН-метра «Аквион рН-410», коррекцию проводили в пределах 5,7–5,8 с помощью 0,1н. КОН и 80 %-го раствора H_3PO_4 .

Как показали результаты исследований, развитие растений картофеля зависит от состава питательной среды и сортовых особенностей. В табл. 1 представлены данные о влиянии состава среды на биомассу растений картофеля сорта Памяти Рогачева.

Таблица 1

Влияние сред различного состава на биомассу растений картофеля сорта Памяти Рогачева, г

Вариант	Корни	Надземная часть растений	Листья	Стебли
Контроль	0,050±0,006	0,200±0,020	0,110±0,009	0,100±0,012
1	0,120±0,014***	0,280±0,010**	0,120±0,005	0,160±0,009***
2	0,210±0,018***	0,280±0,010**	0,130±0,009	0,150±0,008**
3	0,180±0,019***	0,300±0,030*	0,150±0,025	0,150±0,016*
4	0,080±0,009	0,240±0,020	0,110±0,006	0,130±0,019
5	0,070±0,010	0,200±0,020	0,100±0,009	0,100±0,009
6	0,060±0,007	0,270±0,020	0,140±0,013*	0,130±0,009*

Примечание. Здесь и далее: *P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001.

Как видно из табл. 1, варианты среды с разной долей минеральной части (1, 2 и 3) превосходят контрольные значения по биомассе корней, стебля и надземной части растения. Так, биомасса корней растений картофеля больше в 2,4; 4,2 и 3,6 раза в вариантах среды, указанных выше, соответственно. Эти же три варианта превосходят контрольные значения по биомассе надземной части растения за счет массы стебля, где варианты с обедненной минеральной частью также достоверно отличаются от контрольного варианта на 60 % во 2-м варианте и на 50 % в 3-м и 4-м. Кроме того, по показателю биомассы листьев лишь вариант с повышенным содержанием витаминов оказал достоверно положительное влияние (на 27%), что нашло свое отражение в площади листовой поверхности.

В табл. 2 показано влияние сред различного состава на количество междоузлий у растений картофеля сорта Памяти Рогачева.

Таблица 2

Влияние сред различного состава на количество междоузлий у растений картофеля сорта Памяти Рогачева

Вариант	Время, сут			
	7	14	21	28
Контроль	1,14±0,19	3,54±0,24	4,27±0,32	6,60±0,29
1	0,94±0,07	3,53±0,14	4,80±0,14	7,20±0,17
2	1,20±0,17	4,07±0,21	5,27±0,21*	7,00±0,17
3	0,60±0,16	3,54±0,14	4,60±0,21	4,60±0,21***
4	1,07±0,12	3,40±0,21	4,40±0,16	6,47±0,24
5	0,67±0,13	2,94±0,28	3,87±0,27	5,67±0,27*
6	0,67±0,13	2,67±0,13**	3,74±0,18	5,07±0,25**

Данные, представленные в табл. 2, показывают отсутствие значимого влияния всех вариантов сред на количество междоузлий на 7-е сутки эксперимента. Через 14 суток в варианте 6 отмечено ингибирование данного показателя повышенным содержанием витаминов на 32 % и на 23 % спустя 28 суток. Уменьшение количества междоузлий по сравнению с контролем также отмечено в 3-м и 5-м вариантах питательной среды спустя 28 суток пассажа на 30 и 14 % соответственно.

Данные о влиянии сред различного состава на высоту растений картофеля сорта Памяти Рогачева представлены в табл. 3.

Таблица 3

Влияние сред различного состава на высоту растений картофеля сорта Памяти Рогачева

Вариант	Время, сут				
	3	7	14	21	28
Контроль	0,41±0,13	1,33±0,16	5,17±0,48	6,01±0,55	7,55±0,58
1	0,22±0,02	1,25±0,13	7,35±0,31**	8,41±0,29**	10,90±0,40***
2	0,41±0,09	1,53±0,21	8,12±0,51***	9,17±0,49***	11,60±0,37***
3	0,25±0,06	1,02±0,16	6,91±0,23**	8,15±0,25**	9,44±0,41*
4	0,41±0,15	1,57±0,18	5,77±0,44	6,85±0,37	8,58±0,50
5	0,22±0,05	0,97±0,10	3,94±0,34	4,52±0,35*	6,01±0,41*
6	0,24±0,03	0,88±0,06**	3,69±0,27*	5,21±0,29	8,00±0,50

Как видно из приведенных в табл. 3 данных, варианты опыта 1, 2 и 3 с обедненной минеральной частью положительно повлияли на высоту микрорастений картофеля, в то время как питательная среда с повышенным содержанием агар-агара (вариант 5) приводит к ингибированию высоты растений картофеля сорта Памяти Рогачева в среднем на 22 %.

В табл. 4 показаны данные о влиянии сред различного состава на биомассу растений картофеля сорта Кетский.

Таблица 4

Влияние сред различного состава на биомассу растений картофеля сорта Кетский

Вариант	Корни	Надземная часть растений	Листья	Стебли
Контроль	0,180±0,031	0,490±0,060	0,230±0,027	0,250±0,030
1	0,110±0,017	0,420±0,040	0,160±0,013*	0,260±0,020
2	0,130±0,013	0,320±0,020*	0,110±0,009***	0,210±0,020
3	0,080±0,013**	0,220±0,020***	0,070±0,005***	0,130±0,020*
4	0,140±0,016	0,440±0,040	0,160±0,012*	0,280±0,020
5	0,130±0,021	0,360±0,050	0,160±0,023*	0,190±0,030
6	0,120±0,020	0,300±0,050*	0,120±0,018**	0,170±0,03

Как видно из приведённых в табл. 4 данных, во всех вариантах эксперимента (кроме 3-го) наблюдается тенденция к уменьшению биомассы корней по сравнению с контрольным вариантом, в 3-м варианте биомасса корней достоверно меньше контрольных значений. Биомасса листьев растений картофеля сорта Кетский во всех вариантах эксперимента без исключения достоверно ниже контрольного значения. Что касается массы стебля, то в вариантах 2, 5 и 6 отмечена тенденция к уменьшению данного параметра, а масса растений варианта 3 достоверно ниже контрольной. Биомасса стебля вариантов 1 и 4 находится на уровне контрольных значений.

В табл. 5 представлены данные о влиянии сред различного состава на количество междоузлий у растений картофеля сорта Кетский.

Таблица 5

Влияние сред различного состава на количество междоузлий у растений картофеля сорта Кетский

Вариант	Время, сут.			
	7	14	21	28
Контроль	1,14±0,13	3,54±0,34	6,07±0,38	7,87±0,42
1	1,27±0,21	4,27±0,44	6,34±0,36	7,60±0,29
2	0,93±0,15	4,14±0,27	5,87±0,25	6,74±0,23*
3	0,54±0,14*	3,00±0,22	5,34±0,30	5,6±0,32***
4	1,20±0,20	3,87±0,32	6,27±0,37	7,94±0,44
5	1,00±0,14	4,20±0,40	6,00±0,40	7,20±0,49
6	0,87±0,14	3,27±0,34	5,27±0,40	7,34±0,50

Как видно из табл. 5, спустя 28 дней пассажа у растений картофеля сорта Кетский отмечено достоверное уменьшение количества междоузлий в вариантах 2 и 3 – на 14 и 29 % соответственно. В остальных вариантах эксперимента статистически значимого отличия не обнаружено.

В табл. 6 показаны данные о влиянии сред различного состава на высоту растений картофеля сорта Кетский.

Таблица 6

Влияние сред различного состава на высоту растений картофеля сорта Кетский

Вариант	Время, сут.				
	3	7	14	21	28
Контроль	0,27±0,04	1,51±0,21	6,15±0,70	9,01±0,91	10,36±1,02
1	0,38±0,10	1,51±0,29	9,02±0,56*	11,53±0,59	12,50±0,70
2	0,20±0,03	1,31±0,24	9,78±0,60**	11,19±0,59	11,60±0,37
3	0,14±0,03	0,60±0,06***	7,62±0,47	9,52±0,60	11,89±0,60
4	0,21±0,01	1,35±0,21	7,15±0,45	11,45±0,62	14,68±0,84***
5	0,24±0,03	1,51±0,22	7,50±0,55	8,77±0,82	9,99±0,60
6	0,19±0,03	0,84±0,12*	5,75±0,49	7,49±0,78	9,59±0,96

Из табл. 6 видно, что наибольшей высоты растения картофеля достигли на питательной среде 4, что достоверно отличается от контрольного варианта – на 29 %. В вариантах 1, 2 и 3 наблюдается тенденция к увеличению высоты растений.

Таблица 7

Влияние сред различного состава на площадь листовой поверхности картофеля сортов Памяти Рогачева и Кетский, см²

Вариант	Памяти Рогачева	Кетский
Контроль	5,53±0,47	9,60±0,86
1	6,25±0,28	8,04±0,66
2	5,93±0,26	5,30±0,29***
3	5,01±0,24	3,76±0,34***
4	6,52±0,39	7,71±0,32
5	5,55±0,40	7,91±1,09
6	7,26±0,44*	5,92±0,85**

Из табл. 7 видно, что площадь листовой поверхности растений картофеля сорта Памяти Рогачева достоверно увеличивается только в 6-м варианте опыта – на 31 %. В вариантах опыта 1 и 4 отмечена тенденция к увеличению площади листовой поверхности, в остальных вариантах данный показатель находится на уровне контрольных значений. У сорта картофеля Кетский отмечена зависимость площади листьев от количества минеральных компонентов, содержащихся в среде: чем меньше среда содержит макро- и микроэлементов, тем меньше площадь листовой поверхности. Кроме того, ингибирующее действие оказывают варианты опыта 6 и 7, так как площадь листовой поверхности в данных вариантах уменьшилась на 62 и на 45 % соответственно.

На рис. 1 проиллюстрированы данные о ризогенезе растений картофеля сорта Памяти Рогачева.

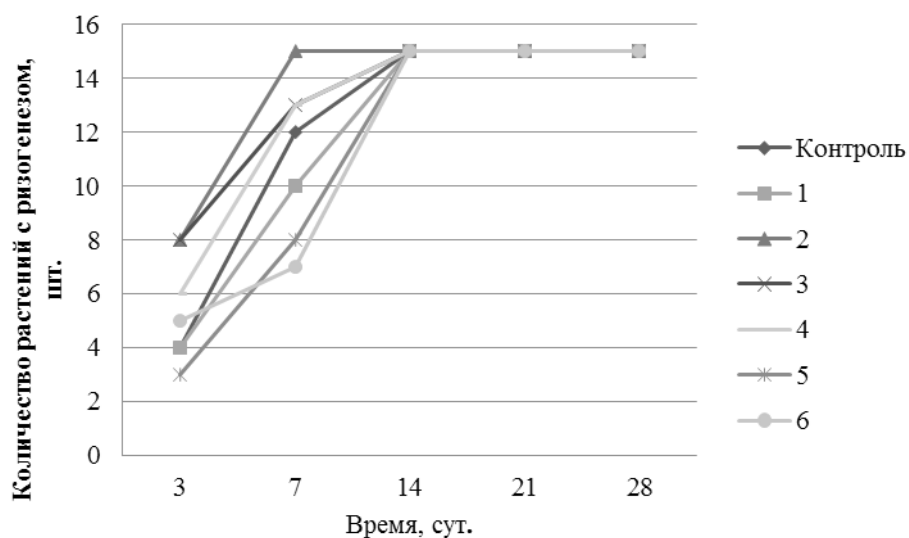


Рис. 1. Количество растений картофеля сорта Памяти Рогачева с появившимися корнями на питательных средах различного состава

Как видно из рис. 1, на 3-е сутки пассажа количество растений с ризогенезом на питательных средах 2 и 3 больше в 2 раза, чем в контрольном варианте, кроме того, вариант питательной среды 4 также превосходит контрольные значения в 1,5 раза. Спустя 7 суток вегетации количество растений с ризогенезом в средах 3 и 4 больше контроля на 8 %, а в варианте питательной среды 2 – на 25 %. На 14-е сутки у всех растений во всех вариантах питательных сред отмечено наличие корневой системы.

На рис. 2 показаны данные о количестве растений картофеля сорта Кетский с появившимися корнями на питательных средах различного состава.

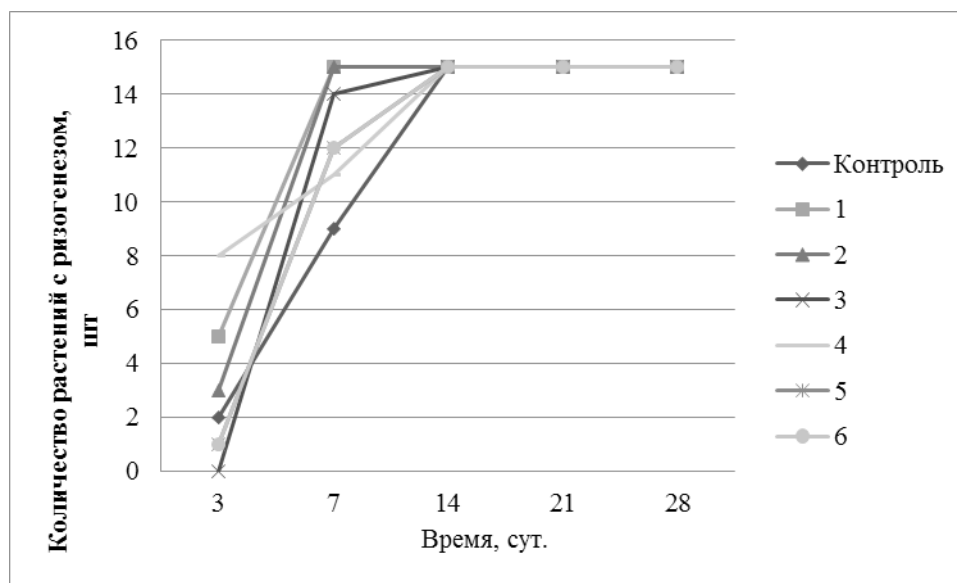


Рис. 2. Количество растений картофеля сорта Кетский с появившимися корнями на питательных средах различного состава

Из представленных на рис. 2 данных видно, что на 3- и сутки пассажа количество растений с ризогенезом на питательной среде 4 больше в 4 раза, чем в контрольном варианте, кроме того, вариант питательной среды 1 также превосходит контрольные значения в 2,5 раза. Спустя 7 суток вегетации все варианты питательных сред превосходят контрольные, наибольшее количество растений с ризогенезом наблюдается на питательных средах 1 и 2, превышая контрольные значения на 66%. На 14-е сутки у всех растений во всех вариантах питательных сред отмечено наличие корневой системы.

Таким образом, при изучении влияния шести различных питательных сред на основе среды Мурасиге-Скуга на растения картофеля двух сортов томской селекции отмечено положительное влияние на площадь листовой поверхности растений сорта Памяти Рогачева питательной среды с повышенным содержанием витаминов и выявлено положительное влияние среды с $\frac{1}{2}$ минеральной части на ризогенез растений картофеля обоих сортов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чернышева Н. Н., Гусева К. Ю. Модификация компонентного состава питательной среды для индукции морфогенеза растений-регенерантов картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта Гала в культуре *in vitro* // Аграрная наука – сельскому хозяйству: XII Междунар. науч.-практ. конф. (7–8 февр. 2016 г.). – Барнаул, 2017. – С. 324–326
2. Рябцева Т. В., Куликова В. И., Ходаева В. П. Оценка питательных сред при размножении сортов картофеля в культуре *in vitro* // Междунар. н.-и. журн. – 2017. – С. 134–137.
3. Безвирусное семеноводство картофеля: рекомендации. / Л. Н. Трофимец, В. В. Бойко, Б. В. Анисимов [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1990. – С. 8–9.
4. Эффективность применения биотехнологических методов в оригинальном семеноводстве картофеля в ФГБНУ «Кемеровский НИИСХ» // Развитие новых технологий селекции и создание отечественного конкурентноспособного семенного фонда картофеля: материалы междунар. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 72–76.
5. Барсукова Е. Н., Чибизова А. С. Микроклональное размножение сортов картофеля в оригинальном безвирусном семеноводстве в Приморском крае // Аграр. вестн. Приморья. – 2017. – № 4 (8). – С. 13–15.
6. Ходаева В. П., Куликова В. И. Размножение сортов картофеля в культуре *in vitro* на различных питательных средах // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 10. – С. 66–68.
7. Макишева Е. П., Дурников Д. А., Таварткиладзе О. К. Изучение влияния витаминов на морфогенез растений-регенерантов картофеля *in vitro* в целях интенсификации производства элитного поса-

дочного материала // Биол. вестн. Мелитопол. гос. пед. ун-та им. Б. Хмельницкого. – 2016. – Т. 6, № 2. – С. 166–173.

8. Чупахина Г.Н. Система аскорбиновой кислоты растений: монография/ Калининград. ун-т. – Калининград, 1997. – С. 3.

9. Лебедева Н.В. Влияние состава питательной среды на формирование микрорастений картофеля в условиях *in vitro*: дис... канд. с.-х. наук.

10. Лебедева Н.В., Федорова Ю.Н. Применение витаминов при ускоренном размножении картофеля // Вестн. рос. гос. аграр. заоч. ун-та. – М., 2014. – С. 15–17.

11. Мякишева Е.П., Таварткиладзе О.К., Дурников Д.А. Новые особенности клонального микро-размножения сорта картофеля селекции Западной Сибири // Биол. вестн. Мелитопол. гос. пед. ун-та им. Б. Хмельницкого. – 2016. – Т. 6, № 1. – С. 375–389.

REFERENCES

1. Chernysheva N.N., Guseva K.YU. Modifikaciya komponentnogo sostava pitatel'noj sredy dlya indukcii morfogeneza rastenij-regenerantov kartofelya (*Solanum tuberosum* L.) sorta Gala v kul'ture *in vitro* // Agrarnaya nauka – sel'skomu hozyajstvu: XII Mezhdunar. nauch. – prakt. konf. (7–8 fevr. 2016 g.). – Barnaul, 2017. – S. 324–326

2. Ryabceva T.V., Kulikova V.I., Hodaeva V.P. Ocenka pitatel'nyh sred pri razmnozhenii sortov kartofelya v kul'ture *in vitro* // Mezhdunar. n. – i. zhurn. – 2017. – S. 134–137.

3. Bezvirusnoe semenovodstvo kartofelya: rekomendacii. /Trofimec L.N., V.V. Bojko, B.V. Anisimov [i dr.] M.: Agropromizdat, 1990. – S. 8–9.

4. EHffektivnost» primeneniya biotekhnologicheskikh metodov v original'nom semenovodstve kartofelya v FGBNU «Kemerovskij NIISKH» // Razvitie novyh tekhnologij selekcii i sozдание otechestvennogo konkurentnosposobnogo semennogo fonda kartofelya: materialy mezhdunar. nauch. – prakt. konf. – 2016. – S. 72–76.

5. Barsukova E.N., CHibizova A.S. Mikroklonal'noe razmnozhenie sortov kartofelya v original'nom bezvirusnom semenovodstve v Primorskom krae // Agrar. vestn. Primor'ya. – 2017. – № 4 (8). – S. 13–15.

6. Hodaeva V.P., Kulikova V.I. Razmnozhenie sortov kartofelya v kul'ture *in vitro* na razlichnyh pitatel'nyh sred // Dostizhenie nauki i tekhniki APK. – 2016. – Т. 30, № 10. – S. 66–68.

7. Myakisheva E.P., Durnikin D.A., Tavartkiladze O.K. Izuchenie vliyaniya vitaminov na morfogeneza rastenij-regenerantov kartofelya *in vitro* v celyah intensivizatsii proizvodstva ehlnitnogo posadochnogo materiala // Биол. вестн. Мелитопол. гос. пед. ун-та им. Б. Хмельницкого., – 2016. – Т. 6, – № 2. – С. 166–173.

8. Чупахина Г.Н. Система аскорбиновой кислоты растений: монография/ Калининград. ун-т. – Калининград, 1997. – С. 3

9. Лебедева Н.В. Влияние состава питательной среды на формирование микрорастений картофеля в условиях *in vitro*: дис... канд. с. – х. наук

10. Лебедева Н.В., Федорова Ю.Н. Применение витаминов при ускоренном размножении картофеля // Вестн. рос. гос. аграр. заоч. Ун-та. – М., 2014. – С. 15–17.

11. Myakisheva E.P., Tavartkiladze O.K., Durnikin D.A. Novye osobennosti klonal'nogo mikrorazmnozheniya sorta kartofelya selekcii Zapadnoj Sibiri // Biol. vestn. Melitopol. gos. ped. un-ta im. B. Hmel'nickogo. – 2016. – Т. 6, № 1. – С. 375–389.