

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ ХИМИОТЕРАПИИ
НА РАСТЕНИЯХ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ *IN VITRO*****THE EFFECT OF CHEMOTHERAPY METHOD EFFECT ON *IN VITRO* POTATO PLANTS**

Ключевые слова: сортообразцы картофеля, оздоровление от вирусной инфекции, химиотерапия, противовирусные препараты.

Делается акцент на проблемы нестабильности получения потенциальной урожайности картофеля, связанные с опасностью заражения вирусной инфекцией. Представлены данные по снижению урожайности, отмечено ухудшение качества клубней при поражённости вирусной инфекцией. Показаны важность распространения здорового посадочного материала, значение проведения профилактических мероприятий. Учитывая то, что удаление больных растений при визуальной диагностики не даёт надёжных результатов, поскольку вирус может находиться в латентной форме, на помощь приходят лабораторная диагностика и оздоровление растений в условиях *in vitro*. В настоящее время идёт поиск способов освобождения растений от вирусов. Всё чаще стали сочетать метод апикальных меристем с химиотерапией, используя при этом противовирусные препараты. Сорта по-разному могут реагировать на применение химиотерапии, поэтому важно подобрать препараты и их концентрацию, обладающие терапевтическим эффектом. Предлагаются способы оздоровления сортообразцов картофеля Ленинградского НИИСХ «Белогорка» с помощью химиотерапевтических препаратов при клональном микроразмножении растений на питательной среде Марасиге-Скуга. Для этого используются противовирусные препараты «Интерферон», «Арбидол» и «Кагоцел» в различных концентрациях. Исследовано влияние противовирусных препаратов на выход жизнеспособных эксплантов растений. Выявлено, что больший выход здоровых растений изучаемых сортообразцов наблюдался в вариантах, где в составе питательной среды применялись противовирусные препараты «Интерферон», «Кагоцел» и «Арбидол» в количестве 50 мг/л, способствующие выходу здоровых растений-регенерантов на 14,3-50,0% относительно контрольного варианта. Полученные результаты по применению препаратов «Интерферон»,

«Кагоцел», «Арбидол» в составе питательной среды свидетельствуют, что для большего выхода жизнеспособных и здоровых эксплантов необходимо подбирать концентрации противовирусных препаратов индивидуально для каждого сортообразца.

Keywords: potato candidate varieties, cure of viral infection, chemotherapy, antivirals.

The issue of potential potato productivity instability associated with potato viral infection is discussed. The data on the decrease of potato productivity and tuber quality caused by potato viral infection is presented. The necessity of preventive measures to eliminate viral diseases and grow healthy planting material is emphasized. Taking into account that affected plant elimination by using only visual diagnostics is not reliable in view of the fact that virus may be present in latent form the laboratory diagnostic methods and plant treatment *in vitro* are helpful. Nowadays, new ways to eliminate viruses are sought. The methods of apical meristems combined with antiviral chemical treatment are used more often. Different potato varieties react differently to chemotherapy, and that is why it is important to find suitable drugs in necessary concentrations. This paper proposes the ways to treat potato candidate varieties developed at the Leningrad Research Institute of Agriculture "Belogorka" by using chemical therapeutic drugs at microclonal propagation on Murashige and Skoog (MS) culture medium. The antiviral medications Interferon, Arbidol and Kagocel in various concentrations were used. The effect of the above antiviral drugs on the viable plant explant outcome was studied. It was found that the most effective variants were the variants when Interferon, Arbidol and Kagocel were added into the culture medium in the concentration of 50 mg L; that increased the yield of healthy plants by 14.3-50.0% as compared to the control group. The obtained results show that in order to receive a maximal yield of viable explants one should define the concentrations of Interferon, Arbidol and Kagocel being introduced into the culture medium individually for each variety.

Яловик Александр Вадимович, аспирант, каф. «Химия, агрохимия и агроэкология», Великолукская государственная сельскохозяйственная академия. E-mail: gro@vgsa.ru.

Фёдорова Юлия Николаевна, д.с.-х.н., проф. каф. «Химия, агрохимия и агроэкология», Великолукская государственная сельскохозяйственная академия. E-mail: nauka@vgsa.ru.

Yalovik Aleksandr Vadimovich, post-graduate student, Velikiye Luki State Agricultural Academy. E-mail: gro@vgsa.ru.

Fedorova Yuliya Nikolayevna, Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Chemistry, Agro-Chemistry and Agro-Ecology, Velikiye Luki State Agricultural Academy. E-mail: nauka@vgsa.ru.

Яловик Лариса Ивановна, к.с.-х.н., доцент, Великолукская государственная сельскохозяйственная академия. E-mail: sovet@vgsa.ru.

Yalovik Larisa Ivanovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Velikiye Luki State Agricultural Academy. E-mail: sovet@vgsa.ru.

Введение

Картофель – одна из ценных продовольственных культур России. Возделывают его давно и успешно. Появляется много отечественных сортов, способных заинтересовать не только крупных производителей, но и дачников. Например, в Псковской области рекомендовано к выращиванию более 100 сортов селекции авторов из Северо-Западного региона и ежегодно появляются новые, весьма перспективные [8]. Тем не менее всё чаще наблюдается нестабильность в урожайности этой культуры. Несмотря на потенциальную продуктивность большинства сортов картофеля, 40 т/га и более, многие хозяйства получают в среднем 12,0-13,0 т/га [6]. Одной из причин, представляющих серьёзную опасность урожайности картофеля, являются вирусные болезни, которые снижают не только урожай, но и ухудшают качество клубней [1, 3]. Установлено, что в зависимости от сорта и условий окружающей среды потери урожая картофеля при поражённости вирусами могут составлять 25-50% в год [4, 5]. При этом у клубней снижается содержание крахмала и витаминов.

Для получения здорового посадочного материала в системе безвирусного семеноводства используют метод апикальных меристем. Однако есть точка зрения исследователей, которые считают данный метод недостаточно эффективным. Например, В.А. Шмыгля [7] в своей работе отмечает, что в апикальной меристеме растений, поражённых вирусами, идет не освобождение, а лишь подавление их репродукции. При размножении меристемного материала происходит быстрое восстановление активности патогена, а вслед за этим появление и усиление признаков болезней, вызываемых ими. Это свидетельствует о том, что вирус может сохраняться в зоне меристемы и оставаться в растениях при черенковании.

В настоящее время идёт поиск способов освобождения растений от вирусов. Всё чаще для лечения растений картофеля от вирусной инфекции стали сочетать метод апикальных меристем с хи-

миотерапией, используя при этом противовирусные препараты [2]. Как правило, сорта картофеля по-разному реагируют на применение химиотерапии, поэтому важно подобрать не только препараты, но и их концентрацию, не фитотоксичную для растений и эффективную в борьбе против вирусного патогена.

Цель исследования – подбор концентраций противовирусных препаратов, обладающих выраженным химиотерапевтическим эффектом для сортообразцов картофеля в культуре *in vitro*.

Задачи исследования:

- 1) изучить влияние противовирусных препаратов «Интерферон», «Кагоцел» и «Арбидол» в различных нормах на выход жизнеспособных эксплантов сортообразцов картофеля;
- 2) рассчитать количество здоровых растений-регенерантов различных сортообразцов картофеля при применении противовирусных препаратов в различных нормах;
- 3) выявить концентрацию среди изучаемых препаратов, обладающую выраженным химиотерапевтическим эффектом для сортообразцов картофеля.

Объекты и методы исследований

Исследования по оздоровлению картофеля проводились в 2016-2019 гг. в лаборатории по клональному микроразмножению растений ФГБОУ ВО Великолукская ГСХА, согласно методикам по проведению работ с культурой ткани и клонального микроразмножения картофеля, разработанным НИИКХ и кафедрой генетики, биотехнологии РГАУ – МСХА им. Тимирязева. Объектом исследования служили сортообразцы картофеля селекции Ленинградского НИИИСХ «Белогорка»: 5403/2 (Евразия), 1604/16, 3202/28 (Сверский), 2103/3, 511/8, которые культивировали на питательной среде MS (Марасиге-Скуга). Для оздоровления использовали противовирусные препараты «Интерферон», «Кагоцел», «Арбидол» в концентрации 20 и 50 мг/л. Контрольные варианты – варианты без добавления противовирусных

препаратов. Схема опыта представлена в таблицах 1 и 2. Выбор концентрации препаратов устанавливался в предварительных опытах. После завершения лечения микрорастения тестировали методом ИФА. Статистическую обработку данных проводили, используя компьютерную программу «Straz».

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты эксперимента (табл. 1, 2) свидетельствовали, что процент выхода жизнеспособных эксплантов растений картофеля на стандартной питательной среде был достоверно выше, чем в вариантах, содержащих в составе питательной среды противовирусные препараты. Это наблюдалось как при использовании 20, так и 50 мг/л препаратов. Однако выход здоровых растений-регенерантов превосходил контрольные варианты. Например, при добавлении в пита-

тельные среды по 20 мг/л каждого из изучаемых препаратов выход жизнеспособных эксплантов картофеля варьировал в диапазоне 42,9-73,1, что меньше, чем было получено на стандартной питательной среде (69,6-82,1) (табл. 1). Больше всего выход жизнеспособных эксплантов (шт.) при добавлении в состав питательной среды 20 мг/л противовирусных препаратов наблюдался у сортообразцов 5403/2 и 511/8. Это свидетельствует о том, что данные сортообразцы оказались более устойчивыми к препаратам в применяемой норме. Суммарно больший выход жизнеспособных эксплантов при применении противовирусных препаратов в норме 20 мг/л наблюдался при использовании Кагоцела, составив в среднем по вариантам 52,9-72,1%, однако достоверность Кагоцела, как лучшего варианта, получена лишь от сортообразца 2103/3 (табл. 1).

Таблица 1

Параметры развития меристем сортообразцов картофеля при использовании противовирусных препаратов в концентрации 20 мг/л

Сортообразец	Препарат	Получено меристем, шт.	Выход жизнеспособных эксплантов		Выход здоровых растений-регенерантов	
			шт.	%	шт.	%
5403/2 (Евразия)	Контроль	67	55	82,1	0	0
	Интерферон	69	46	66,7	3	6,5
	Кагоцел	72	49	68,1	5	10,2
	Арбидол	67	49	73,1	2	4,1
НСР ₀₅			9,4		2,0	
1604/16	Контроль	74	60	81,1	0	0
	Интерферон	69	43	62,3	9	20,9
	Кагоцел	68	49	72,1	12	24,5
	Арбидол	66	46	70,0	7	15,2
НСР ₀₅			8,9		4,8	
3202/28 (Сиверский)	Контроль	70	51	72,9	0	0
	Интерферон	71	35	49,3	5	14,3
	Кагоцел	71	39	54,9	7	18,0
	Арбидол	68	37	54,4	2	5,4
НСР ₀₅			6,4		2,0	
2103/3	Контроль	69	48	69,6	0	0
	Интерферон	70	30	42,9	4	13,3
	Кагоцел	70	37	52,9	6	16,2
	Арбидол	66	31	47,0	2	6,5
НСР ₀₅			4,4		2,2	
511/8	Контроль	69	48	69,6	0	0
	Интерферон	66	41	62,1	4	9,8
	Кагоцел	69	42	60,9	5	11,9
	Арбидол	66	39	59,1	3	7,7
НСР ₀₅			5,6		2,3	

Выход здоровых растений регенерантов в результате химиотерапии (табл. 1) по вариантам составил 4,1-24,5%. В контрольных вариантах здоровых растений не выявлено. Большой химиотерапевтический эффект наблюдался при использовании в составе питательной среды 20 мг/л Кагоцела (10,2-24,5%).

При увеличении нормы препаратов в составе питательной среды до 50 мг/л ситуация существенно не изменилась. Выход жизнеспособных эксплантов по изучаемым вариантам был ниже контрольных и составил 41,5-61,3 при 61,2-77,0%, соответственно, в контрольных (табл. 2). Большой выход жизнеспособных эксплантов относительно других вариантов, где использовали противовирусные препараты, получен от сортообразцов 5403/2 и 511/8. Достоверно больше жизнеспособных эксплантов относительно других вариантов

(не контрольных) получено от сортообразца 2103/3 с добавлением в питательную среду Кагоцела (табл. 2).

Выход здоровых растений-регенерантов в результате химиотерапии с добавлением отдельно каждого противовирусного препарата в составе питательных сред в норме 50 мг/л по вариантам составил 10,8-50,0% (табл. 2), что выше, чем при использовании этих же препаратов в норме 20 мг/л, в 1,7-2,6 раза (табл. 1). В контрольных вариантах здоровых растений не выявлено. Достоверно больший химиотерапевтический эффект наблюдался при использовании в данной норме Кагоцела (14,3-50,0%). Больше всего здоровых растений-регенерантов после химиотерапии Кагоцелом (50 мг/л) получено на сортообразце 1604/16 – 50%.

Таблица 2

Параметры развития меристем сортообразцов картофеля при использовании противовирусных препаратов в концентрации 50 мг/л

Сортообразец	Препарат	Получено меристем, шт.	Выход жизнеспособных эксплантов		Выход здоровых растений-регенерантов	
			шт.	%	шт.	%
5403/2	Контроль	62	47	75,0	0	0
	Интерферон	64	35	52,3	5	14,3
	Кагоцел	66	38	56,6	7	18,4
	Арбидол	62	34	61,3	5	14,7
НСР ₀₅			9,3		1,3	
1604/16	Контроль	66	53	77,0	0	0
	Интерферон	63	29	46,0	8	27,6
	Кагоцел	65	36	57,1	18	50,0
	Арбидол	63	28	44,6	9	32,1
НСР ₀₅			14,3		2,8	
3202/28 (Сиверский)	Контроль	68	44	61,2	0	0
	Интерферон	62	31	50,0	7	22,6
	Кагоцел	63	32	47,7	8	25,0
	Арбидол	63	28	41,5	5	17,9
НСР ₀₅			5,4		1,8	
2103/3	Контроль	61	47	75,0	0	0
	Интерферон	63	35	53,2	9	25,7
	Кагоцел	64	37	54,0	10	27,0
	Арбидол	63	28	41,5	6	21,4
НСР ₀₅			9,4		3,8	
511/8	Контроль	68	47	69,2	0	0
	Интерферон	65	36	61,0	8	22,0
	Кагоцел	66	38	50,0	13	34,2
	Арбидол	66	37	49,2	4	10,8
НСР ₀₅			9,0		4,1	

Выводы

В процессе выявления эффективности действия в составе питательных сред Интерферона, Кагоцела и Арбидола на процесс оздоровления изучаемых сортообразцов картофеля в нормах 20 и 50 мг/л установлено:

1) процент выхода жизнеспособных эксплантов растений картофеля на стандартной питательной среде был достоверно выше, чем в вариантах, содержащих в составе питательной среды противовирусные препараты, но при этом все препараты усиливали эффект оздоровления в 1,8-2,6 раз;

2) среди изучаемых препаратов на всех сортообразцах более выраженным химиотерапевтическим эффектом обладал препарат «Кагоцел» в двух нормах и составил по вариантам 10,2-50,0%;

3) более отзывчивым на химиотерапию сортообразцом был 1604/16 при использовании в составе питательной среды Кагоцела в двух изучаемых нормах с выходом здоровых растений 24,5-50%.

Библиографический список

1. Анисимов, Б. В. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / Б. В. Анисимов, Г. Л. Белов, Ю. А. Варицев [и др.]. – Москва: Картофелевод, 2009. – 272 с. – Текст: непосредственный.

2. Антонова, О. Ю. Оздоровление микрорастений трех культурных видов картофеля (*Solanum Tuberosum* L., *S. Phureja* Juz. & Buk. И *S. stenotomum* Juz & Buk.) от вирусов методом комбинированной термо-химиотерапии / О. Ю. Антонова, О. В. Апаликова, Ю. В. Ухатова [и др.]. – Текст: электронный // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т. 52, № 1. – С. 95-104. – URL: <https://cyberleninka.ru>.

3. Банадысев, С. А. Организационно-методические и технологические основы семеноводства картофеля: специальность 06.01.05 «Селекция и семеноводство»: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Банадысев Сергей Александрович;

отдел семеноводства республиканского научно-исследовательского унитарного предприятия «Институт картофелеводства Национальной академии наук Беларуси». – Горки, 2003. – 40 с – Текст: непосредственный.

4. Зейрук, В. Н. Разработка и совершенствование технологического процесса защиты и хранения картофеля в Центральном регионе Российской Федерации: специальность 06.01.07 «Защита растений»: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Зейрук Владимир Николаевич; ВНИИ картофельного хозяйства им. Лорха. – Москва, 2015. – 44 с. – Текст: непосредственный.

5. Симаков, Е. А. О концепции развития оригинального, элитного и репродукционного семеноводства картофеля в России / Е. А. Симаков, Б. В. Анисимов, А. В. Коршунов, М. Л. Дуркин. – Текст: непосредственный // Картофель и овощи. – 2005. – № 2. – С. 2-5.

6. Федорова, Ю. Н. Влияние противовирусных препаратов на процесс оздоровления растений картофеля в условиях *in vitro* / Ю. Н. Фёдорова, А. В. Яловик, Л. И. Яловик. – Текст: непосредственный // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета / Российский государственный аграрный заочный университет (Балашиха). – 2017. – № 25 (30). – С. 8-13.

7. Шмыгля, В. А. Иммуноферментная диагностика фитопатогенных вирусов / В. А. Шмыгля, О. И. Николаева, Л. В. Сальседо-Карденас. – Текст: непосредственный // Известия ТСХА. – 1991. – Вып. 1. – С. 68-74.

8. Яловик, А. В. Вопросы оздоровления картофеля от вирусов / А. В. Яловик, Ю. Н. Федорова // Проблемы инновационного развития АПК: материалы Международной научно-практической конференции. – Великие Луки, 2017. – С. 34-37.

References

1. Anisimov B.V. Zashchita kartofelya ot bolezney, vreditel'ey i sornyakov / B.V. Anisimov, G.L. Belov, Yu.A. Varitsev i dr. – Moskva: Kartofelevod, 2009. – 272 s.

2. Antonova O.Yu. Ozdorovlenie mikrorasteniy trekh kulturnykh vidov kartofelya (*Solanum tuberosum* L., *S. Phureja* Juz. & Buk. I *S. stenotomum* Juz & Buk.) ot virusov metodom kombinirovannoy termo-khimioterapii / O.Yu. Antonova, O.V. Apalikova, Yu.V. Ukhatova i dr. // Selskokhozyaystvennaya biologiya. – 2017. – T. 52. – No. 1. – S. 95-104.

3. Banadysev S.A. Organizatsionno-metodicheskie i tekhnologicheskie osnovy semenovodstva kartofelya: spetsialnost 06.01.05 «Selektsiya i semenovodstvo»: avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoy stepeni doktora s.-kh nauk / Banadysev Sergey Aleksandrovich; otdel semenovodstva Respublikanskogo nauchno-issledovatel'skogo unitarnogo predpriyatiya «Institut kartofelevodstva Natsionalnoy akademii nauk Belarusi». – Gorki, 2003. – 40 s – Tekst: neposredstvennyy.

4. Zeyruk V.N. Razrabotka i sovershenstvovanie tekhnologicheskogo protsessa zashchity i khraneniya kartofelya v Tsentralnom regione Rossiyskoy Federatsii: spetsialnost 06.01.07 «Zashchita rasteniy»: avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoy stepeni doktora s.-kh. nauk / Zeyruk Vladimir Nikolaevich;

VNII kartofelnogo khozyaystva im. Lorkha. – Moskva, 2015. – 44 s. – Tekst: neposredstvennyy.

5. Simakov E.A. O kontseptsii razvitiya originalnogo, elitnogo i reproduktsionnogo semenovodstva kartofelya v Rossii / E.A. Simakov, B.V. Anisimov, A.V. Korshunov, M.L. Durkin // Kartofel i ovoshchi. – 2005. – No. 2. – S. 2-5.

6. Fedorova Yu.N. Vliyaniye protivovirusnykh preparatov na protsess ozdorovleniya rasteniy kartofelya v usloviyakh in vitro / Yu.N. Fedorova, A.V. Yalovik, L.I. Yalovik // Vestnik Rossiyskogo gosudarstvennogo agrarnogo zaochnogo universiteta. – 2017. – No. 25 (30). – S. 8-13.

7. Shmyglya V.A. Immunofermentnaya diagnostika fitopatogennykh virusov / V.A. Shmyglya, O.I. Nikolaeva, L.V. Salsedo-Kardenas // Izvestiya TSKhA. – 1991. – Vyp. 1. – S. 68-74.

8. Yalovik A.V. Voprosy ozdorovleniya kartofelya ot virusov / A.V. Yalovik, Yu.N. Fedorova // Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Problemy innovatsionnogo razvitiya APK». – Velikie Luki, 2017 – S. 34-37.



УДК 631.84:634.65:338.4

Х.З. Гасанова
H.Z. Gasanova

УДОБРЕНИЕ ВОСТОЧНОЙ ХУРМЫ (DIOSPYROS KAKI) В УСЛОВИЯХ КУБА-ХАЧМАЗСКОЙ ЗОНЫ АЗЕРБАЙДЖАНА

FERTILIZATION OF ORIENTAL PERSIMMON (DIOSPYROS KAKI) UNDER THE CONDITIONS OF THE GUBA-KHACHMAZ REGION OF AZERBAIJAN

Ключевые слова: азот, лугово-коричневые почвы, система удобрения, Восточная хурма.

Изложены результаты исследований, касающихся азотной подкормки деревьев Восточной хурмы в условиях Куба-Хачмазской зоны Азербайджанской Республики. Результаты многолетнего полевого опыта позволяют судить об эффективности применения азотных удобрений на фоне $P_{120}-K_{90}+20$ т/га перепревшего навоза и их положительном влиянии на рост, развитие и урожайность культуры Восточной хурмы. Установлено, что за счет азотной подкормки усиливается рост молодых и полно-

возрастных деревьев Восточной хурмы (сорта Хачиа, Хиакуме, Гоше, Занджи-Мару). Почвы опытного участка лугово-коричневые, аллювиального и делювиального происхождения, сформировавшиеся под действие средиземноморского субтропического типа климата. Обеспеченность почвы опытного участка элементами питания: содержание гумуса 2,3% ниже среднего с резким спадом на глубине 50 см, рН колеблется в пределах 7,9-8,4 (слабо щелочная), валовой азот 0,27%, содержание водорастворимого и поглощенного азота выше среднего: водорастворимый N/NH 18,4 мг/кг, поглощенный N/NH 115,3 мг/кг, содержание легкогидролизуемого азота