

ISSN 1029-8940 (print)

УДК 634.11:631.541.11]:581.143.6:547.587.11

Поступила в редакцию 15.02.2017

Received 15.02.2017

В. А. Шапорева¹, А. А. Змушко², Е. В. Колбанова²¹Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка, Минск, Республика Беларусь²Институт плодородства, пос. Самохваловичи, Республика Беларусь**ВЛИЯНИЕ САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ НА РИЗОГЕНЕЗ РАСТЕНИЙ-РЕГЕНЕРАНТОВ ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO***

Аннотация. В ходе исследований выявлено ингибирующее влияние салициловой кислоты на выход укорененных растений-регенерантов подвоя 54-118, которое усиливалось с увеличением ее концентрации. При использовании салициловой кислоты в высокой концентрации 2,0 и 3,0 мг/л данный показатель составил $9,71 \pm 2,29$ и $4,17 \pm 2,08$ % соответственно. Отмечено негативное влияние высоких концентраций салициловой кислоты на закладку, рост корней, коэффициент развития корневой системы у подвоя 54-118 на протяжении первых 3 недель субкультивирования.

На выход укорененных растений-регенерантов подвоя 106-13 аналогичного ингибирующего влияния не наблюдалось. Выход укорененных растений варьировался от $78,21 \pm 3,81$ % (без салициловой кислоты) до $90,47 \pm 4,76$ % (1,5 мг/л салициловой кислоты). Салициловая кислота ни в одной из изученных концентраций не оказала влияние на количество корней, коэффициент развития корневой системы у подвоя 106-13 в условиях *in vitro*, но в высокой концентрации (3,0 мг/л) ингибировала рост корней на протяжении всего времени субкультивирования.

Ключевые слова: яблоня, подвои 106-13 и 54-118, ризогенез, культура *in vitro*, салициловая кислота

Для цитирования: Шапорева, В. А. Влияние салициловой кислоты на ризогенез растений-регенерантов подвоев яблони в культуре *in vitro* / В. А. Шапорева, А. А. Змушко, Е. В. Колбанова // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2017. – № 4. – С. 75–80.

V. A. Shaporeva¹, A. A. Zmushko², E. V. Kolbanova²¹Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank, Minsk, Republic of Belarus²Institute for Fruit Growing, Samokhvalovichy, Republic of Belarus**EFFECT OF SALICYLIC ACID ON RHYZOGENESIS OF APPLE ROOTSTOCK MICROPLANTS IN *IN VITRO* CONDITIONS**

Abstract. The inhibiting influence of salicylic acid on percentage of rooted microplants of rootstock 54-118 was revealed (negative effect increase with increase of salicylic acid concentration). When using salicylic acid in concentration 2.0 and 3.0 mg/l, percentage of rooted microplants was 9.71 ± 2.29 and 4.17 ± 2.08 % respectively. Negative effect of high dose of salicylic acid on root number, root growth and root system development coefficient for 54-118 was found out after first 3 week of cultivation.

There was no similar inhibiting influence on percentage of rooted microplants of 106-13. Percentage of rooted microplants varied from 78.21 ± 3.81 (without salicylic acid) to 90.47 ± 4.76 % (1.5 mg/l of salicylic acid). In all studied concentrations salicylic acid didn't influence on number of roots, on root system development coefficient of 106-13 microplants. In high concentration (3.0 mg/l) salicylic acid inhibited root growth of 106-13 microplants.

Keywords: apple rootstock 106-13 and 54-118, rhyzogenesis, *in vitro* culture, salicylic acid

For citation: Shaporeva V. A., Zmushko A. A., Kolbanova E. V. Effect of salicylic acid on rhyzogenesis of apple rootstock microplants in *in vitro* conditions. *Seryya biyalagichnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 2017, no. 4, pp. 75–80 (in Russian).

Введение. В структуре плодовых насаждений Республики Беларусь яблоня занимает более 90 % площадей и является одной из приоритетных для страны культур [1].

Выращивание здорового посадочного материала и ускоренное размножение высококачественных подвоев плодовых культур является перспективным направлением в интенсификации плодородства во всем мире, в том числе и в Беларуси [2, 3].

Культура *in vitro* позволяет освободить растения от значительного числа фитовирусов [4–7]. Другие преимущества этого метода по сравнению с традиционным вегетативным размножением: возможность получения необходимого числа растений из небольшого количества исходного материала, экономия площадей и рабочей силы, уменьшение расходов, возможность обмена растительным материалом без риска переноса патогенов как внутри страны, так и в международном масштабе [8].

Ризогенез – важный этап размножения растений *in vitro* [9]. Усилить ризогенез пробирочных растений можно культивируя их на питательных средах, содержащих вещества с иммуностимулирующей активностью, например фенолкарбоновые кислоты [10]. Одной из самых распространенных и доступных фенолкарбоновых кислот является салициловая, которую причисляют к стрессовым фитогормонам [11]. М. Т. Упадышев, А. В. Гуськов, А. Д. Петрова предлагают использовать салициловую кислоту в качестве регулятора ризогенеза у плодовых и ягодных культур [10, 12].

Цель исследования – выявить влияние салициловой кислоты на процесс ризогенеза *in vitro* подвоев яблони 106-13 и 54-118.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили в отделе биотехнологии РУП «Институт плодородства» в 2015–2016 гг.

Объект исследований: подвой яблони 106-13 и 54-118, районированные в Беларуси. Для ризогенеза *in vitro* использовали растения-регенеранты данных подвоев после 7-го субкультивирования в культуре *in vitro* и агаризованную среду: 1/2 макро- и микросолей, 1/2 хелата железа по Мурасиге и Скуга (MS), дополненную витаминами В₁, В₆, РР (по 0,5 мг/л), витамином С (1 мг/л), глицином (2 мг/л), с исключением мезоинозита, с пониженным содержанием сахарозы (20 г/л) и различным содержанием салициловой кислоты (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0 мг/л) в сочетании с β-индолмасляной кислотой (ИМК) в концентрации 1,0 мг/л. Питательная среда без добавления салициловой кислоты, но с ИМК в концентрации 1,0 мг/л являлась контролем.

Длительность субкультивирования составляла 6 недель. Условия культивирования растений-регенерантов *in vitro*: освещение (лампы NARVA LT, 36 W) 2,5–3 тыс. лк, температура 20–22 °С и фотопериод 16/8 ч.

Влияние концентрации салициловой кислоты оценивали через 3 и 6 недель культивирования, учитывая долю укоренившихся растений-регенерантов (%), среднее количество корней (шт.), среднюю длину корней (см), коэффициент развития корневой системы. Показатель коэффициент развития корневой системы вычисляли по формуле $N_{\text{корней}} \cdot L_{\text{корней}} / 10$, где $N_{\text{корней}}$ – число корней на растение-регенерант; $L_{\text{корней}}$ – средняя длина корней [13].

Опыт был заложен в 3-кратной повторности, по 20 растений-регенерантов в каждой.

Статистическую обработку проводили, используя ANOVA, однофакторный дисперсионный анализ, критерий Дункана при $p < 0,05$ для сравнения средних величин ($n = 3$) в программе Statistica 10.0.

Результаты и их обсуждение. Ризогенез подвоя 106-13. В результате проведения однофакторного дисперсионного анализа после 3 недель субкультивирования выявлено влияние ($p < 0,01$) салициловой кислоты на количество укоренившихся растений-регенерантов и среднюю длину их корней. Однако в конце субкультивирования достоверного влияния салициловой кислоты на изучаемые показатели не наблюдалось.

Как видно из табл. 1, выход укорененных растений-регенерантов в контрольном варианте без добавления салициловой кислоты был высоким ($75,83 \pm 4,39$ %) уже через 3 недели субкультивирования и в конце пассажа составил $78,21 \pm 3,81$ %. Использование салициловой кислоты в концентрации 1,5 мг/л позволило увеличить долю укоренившихся растений в конце субкультивирования до $90,47 \pm 4,76$ %, что достоверно отличалось от контрольного варианта. Использование салициловой кислоты в других

Таблица 1. Влияние салициловой кислоты на процесс корнеобразования у подвоя 106-13 в условиях *in vitro*

Table 1. Effect of salicylic acid on rooting process at the 106-13 rootstock *in vitro*

Концентрация салициловой кислоты, мг/л	Доля укоренившихся растений-регенерантов, %		Среднее к-во корней, шт.		Средняя длина корней, см	
	через 3 недели	через 6 недель	через 3 недели	через 6 недель	через 3 недели	через 6 недель
0 (контроль)	$75,83 \pm 4,39^{ab}$	$78,21 \pm 3,81^b$	$4,17 \pm 0,56^a$	$6,27 \pm 0,66^a$	$1,23 \pm 0,18^a$	$3,68 \pm 0,09^b$
0,5	$70,28 \pm 1,53^{ac}$	$89,44 \pm 1,94^a$	$4,66 \pm 0,74^a$	$6,21 \pm 1,00^a$	$1,45 \pm 0,05^a$	$3,04 \pm 0,05^a$
1,0	$64,29 \pm 0,00^c$	$83,33 \pm 2,38^{ab}$	$5,26 \pm 0,24^a$	$6,38 \pm 0,29^a$	$1,47 \pm 0,07^a$	$2,97 \pm 0,35^a$
1,5	$78,02 \pm 0,55^b$	$90,47 \pm 4,76^a$	$4,07 \pm 0,55^a$	$6,72 \pm 0,15^a$	$1,34 \pm 0,06^a$	$3,34 \pm 0,07^{ab}$
2,0	$76,67 \pm 1,67^{ab}$	$85,00 \pm 0,00^{ab}$	$4,83 \pm 0,19^a$	$6,96 \pm 0,36^a$	$1,30 \pm 0,11^a$	$3,23 \pm 0,06^{ab}$
3,0	$72,22 \pm 0,00^{ab}$	$87,04 \pm 1,85^{ab}$	$3,95 \pm 0,25^a$	$7,96 \pm 0,29^a$	$0,76 \pm 0,17^b$	$3,07 \pm 0,18^a$

Примечание. Данные с одинаковыми буквами по столбцам статистически не различаются при $p < 0,05$ (критерий Дункана). В табл. 1–4 приведены средние значения ± стандартная ошибка.

концентрациях (1,0; 2,0 и 3,0 мг/л) привело к укоренению от 83,33 до 87,04 % растений-регенерантов, но достоверных отличий как между собой, так и по сравнению с контролем не выявлено.

Салициловая кислота ни в одной из изученных концентраций не оказала влияние на количество корней у подвоя 106-13 в условиях *in vitro*, но в высокой концентрации (3,0 мг/л) ингибировала рост корней на протяжении всего времени субкультивирования. Средняя длина корней через 3 недели на среде с добавлением салициловой кислоты в концентрации 3,0 мг/л составила $0,76 \pm 0,17$ см, что в 1,6 раза меньше, чем на среде без ее добавления. Данное ингибирующее влияние сохранилось и к концу культивирования растений (табл. 1).

В целом салициловая кислота не оказала влияния на коэффициент развития корневой системы у подвоя 106-13, и в конце субкультивирования данный показатель варьировался от $2,02 \pm 0,32$ до $2,50 \pm 0,20$ в зависимости от варианта опыта (табл. 2).

Таблица 2. Влияние салициловой кислоты на коэффициент развития корневой системы подвоя яблони 106-13 в условиях *in vitro*

Table 2. Effect of salicylic acid on rooting process of Apple rootstock 106-13 *in vitro*

Концентрация салициловой кислоты, мг/л	Коэффициент развития корневой системы	
	через 3 недели	через 6 недель
0 (контроль)	$0,74 \pm 0,16$	$2,41 \pm 0,25$
0,5	$0,60 \pm 0,18$	$2,02 \pm 0,32$
1,0	$0,83 \pm 0,07$	$2,18 \pm 0,13$
1,5	$0,64 \pm 0,11$	$2,28 \pm 0,06$
2,0	$0,72 \pm 0,08$	$2,30 \pm 0,13$
3,0	$1,00 \pm 0,66$	$2,50 \pm 0,20$

Примечание. Приведенные в столбцах данные статистически не различаются при $p < 0,05$ (критерий Дункана).

Ризогенез подвоя 54-118. В ходе исследования установлено достоверное влияние ($p < 0,001$) салициловой кислоты на количество укоренившихся растений-регенерантов через 3 и 6 недель субкультивирования и достоверное влияние ($p < 0,001$) на среднее количество, длину корней и коэффициент развития корневой системы только через 3 недели субкультивирования.

Установлено негативное влияние салициловой кислоты на ризогенез подвоя 54-118. Во всех изученных концентрациях (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0 мг/л) она достоверно снижала долю укоренившихся растений-регенерантов. Минимальной она была во все сроки укоренения на среде с содержанием салициловой кислоты в максимальной концентрации 2,0 и 3,0 мг/л – $9,71 \pm 2,29$ и $4,17 \pm 2,08$ % соответственно (табл. 3).

Отмечено негативное влияние высоких концентраций салициловой кислоты на закладку, рост корней, коэффициент развития корневой системы у подвоя 54-118 на протяжении 3 недель субкультивирования. Среднее количество корней на растение на средах с 2,0 и 3,0 мг/л салициловой кислоты составило $1,17 \pm 0,17$ и $1,67 \pm 0,88$ шт., что достоверно отличалось от контроля ($8,39 \pm 1,19$ шт.).

Таблица 3. Влияние салициловой кислоты на процесс корнеобразования у подвоя 54-118 в условиях *in vitro*

Table 3. Effect of salicylic acid on rooting process at the 54-118 rootstock *in vitro*

Концентрация салициловой кислоты, мг/л	Доля укоренившихся растений-регенерантов, %		Среднее к-во корней, шт.		Средняя длина корней, см	
	через 3 недели	через 6 недель	через 3 недели	через 6 недель	через 3 недели	через 6 недель
0 (контроль)	$70,37 \pm 1,85^c$	$77,77 \pm 0,00^c$	$8,39 \pm 1,19^a$	$9,05 \pm 1,11^a$	$1,56 \pm 0,14^d$	$3,11 \pm 0,17^{ab}$
0,5	$26,67 \pm 1,67^a$	$31,67 \pm 1,67^a$	$7,56 \pm 0,95^a$	$7,40 \pm 0,55^a$	$0,70 \pm 0,09^b$	$2,13 \pm 0,19^{ab}$
1,0	$52,63 \pm 0,00^d$	$52,63 \pm 0,00^d$	$9,40 \pm 0,75^a$	$10,67 \pm 1,05^a$	$1,21 \pm 0,04^{cd}$	$3,58 \pm 0,12^b$
1,5	$25,88 \pm 0,44^a$	$31,05 \pm 0,53^a$	$7,53 \pm 2,05^a$	$8,06 \pm 0,89^a$	$0,95 \pm 0,16^{bc}$	$2,70 \pm 0,38^{ab}$
2,0	$9,71 \pm 2,29^c$	$9,71 \pm 2,29^c$	$1,17 \pm 0,17^b$	$3,83 \pm 2,59^a$	$0,33 \pm 0,12^a$	$1,73 \pm 0,79^a$
3,0	$4,17 \pm 2,08^b$	$4,17 \pm 2,08^b$	$1,67 \pm 0,88^b$	$8,33 \pm 4,26^a$	$0,17 \pm 0,12^a$	$1,87 \pm 0,93^{ab}$

Примечание. Данные с одинаковыми буквами по столбцам статистически не различаются при $p < 0,05$ (критерий Дункана).

Средняя длина корней на этих же средах была в 4,7 и 9,2 раза меньше, чем в контроле без салициловой кислоты (табл. 3). В результате коэффициент развития корневой системы составил $0,04 \pm 0,01$ и $0,05 \pm 0,01$, что было достоверно ниже, чем в контрольном варианте ($1,32 \pm 0,13$) (табл. 4). Однако к концу субкультивирования данное негативное влияние сгладилось и достоверных различий по всем этим показателям не наблюдалось.

Таблица 4. Влияние салициловой кислоты на коэффициент развития корневой системы подвоя яблони 54-118 в условиях *in vitro*

Table 4. Effect of salicylic acid on rooting process of Apple rootstock 54-118 *in vitro*

Концентрация салициловой кислоты, мг/л	Коэффициент развития корневой системы	
	через 3 недели	через 6 недель
0 (контроль)	$1,32 \pm 0,13^{ab}$	$2,93 \pm 0,37^{ab}$
0,5	$0,83 \pm 0,11^a$	$2,04 \pm 0,32^{ab}$
1,0	$1,37 \pm 0,19^b$	$4,06 \pm 0,40^b$
1,5	$0,91 \pm 0,28^{ab}$	$2,58 \pm 0,56^{ab}$
2,0	$0,04 \pm 0,01^c$	$1,07 \pm 0,91^a$
3,0	$0,05 \pm 0,01^c$	$2,33 \pm 1,19^{ab}$

Примечание. Данные с одинаковыми буквами по столбцам статистически не различаются при $p < 0,05$ (критерий Дункана).

Таким образом, нецелесообразно использовать салициловую кислоту в изученных концентрациях для увеличения коэффициента развития корневой системы как подвоя 54-118, так и подвоя 106-13. Сходные результаты получены Т. А. Красинской при изучении влияния салициловой кислоты на морфологическое и физиолого-биохимическое развитие подвоя вишни и черешни GiSelA 5. Ею показано, что применение фенолкарбоновых кислот совместно с ИМК на развитие корневой системы в целом не оказывает стимулирующего влияния [14–16].

Следует отметить, что салициловая кислота уменьшала длину корней у обоих изученных нами подвоев – 106-13 и 54-118. Кроме того, результаты исследований Н. П. Дорошенко показали, что использование салициловой кислоты стимулирует закладку корней у винограда в культуре *in vitro*, но отрицательно влияет на их рост в длину [17].

В литературе не имеется однозначных данных по влиянию салициловой кислоты на процесс укоренения растений в культуре *in vitro*. А. Д. Петрова и М. Т. Упадышев [18] в своих исследованиях отмечают, что салициловая кислота в ряде случаев проявляет ингибирующие свойства. По данным О. В. Поротикова и соавт. [19], салициловая кислота в концентрации до 2 мг/л при добавлении в безгормональную среду индуцирует процесс ризогенеза, но повышенное ее содержание (20,7 мг/л) служит ингибирующим фактором у эксплантов ежевики *Whitford Thornless*. М. Т. Упадышев и А. В. Гуськов [10, 20] отмечали, что салициловая кислота, добавленная в питательную среду вместе с ИМК, стимулирует корнеобразование у побегов ряда плодовых и ягодных культур. Как правило, повышение укореняемости побегов отмечается в диапазоне концентраций салициловой кислоты от 1,0 до 5,0 мг/л, тогда как для оптимального роста корней предел допустимых концентраций ниже – от 0,7 до 2 мг/л.

А. Д. Петрова и М. Т. Упадышев [18] отмечают, что реакция растений на фенолкарбоновые кислоты зависит от сортовых и видовых особенностей культуры. Полученные нами данные также позволяют утверждать, что изученные подвои по-разному отреагировали на добавление в питательную среду салициловой кислоты.

Заключение. Выявлено ингибирующее влияние салициловой кислоты на выход укорененных растений-регенерантов подвоя 54-118, которое усиливалось с увеличением ее концентрации. При использовании салициловой кислоты в высокой концентрации (2,0 и 3,0 мг/л) данный показатель составил $9,71 \pm 2,29$ и $4,17 \pm 2,08$ % соответственно. Отмечено негативное влияние высоких концентраций салициловой кислоты на закладку, рост корней, коэффициент развития корневой системы у подвоя 54-118 на протяжении первых 3 недель субкультивирования.

На выход укорененных растений-регенерантов подвоя 106-13 аналогичного ингибирующего влияния не наблюдалось. Выход укорененных растений варьировался от $78,21 \pm 3,81$ (без салици-

ловой кислоты) до $90,47 \pm 4,76$ % (1,5 мг/л салициловой кислоты). Салициловая кислота ни в одной из изученных концентраций не оказала влияние на количество корней, коэффициент развития корневой системы у подвоя 106-13 в условиях *in vitro*, но в высокой концентрации (3,0 мг/л) ингибировала рост корней на протяжении всего времени субкультивирования.

Список использованных источников

1. Козловская, З. А. Совершенствование сортимента яблони в Беларуси / З. А. Козловская. – Минск : [б. и.], 2003. – 167 с.
2. Самусь, В. А. Развитие плодородства в Беларуси в современных условиях / В. А. Самусь // Актуальные проблемы освоения достижений науки в промышленном плодоводстве : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Самохваловичи, 21–22 авг. 2002 г. / Беларус. науч.-исслед. ин-т плодоводства ; ред. В. А. Самусь [и др.]. – Минск, 2002. – С. 3–5.
3. Самусь, В. А. Состояние и пути развития белорусского плодоводства / В. А. Самусь // Плодоводство : науч. тр. / Беларус. науч.-исслед. ин-т плодоводства ; редкол. : В. А. Самусь (глав. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2000. – Т. 13. – С. 19–25.
4. Angiboust, A. La multiplication vegetative “in vitro”, une nouvelle technique de pointe au service de l’arboriculture / A. Angiboust // Arboriculture Fruitiere. – 1980. – Vol. 27 (321), N 11. – P. 39–46.
5. Hogue, E. J. Rapid production methods for Ottawa-3 rootstock and branched apple nursery stock / E. J. Hogue, D. Neilsen // HortScience. – 1991. – Vol. 26, N 11. – P. 1416–1419.
6. Высоцкий, В. А. Клональное микроразмножение плодовых растений и декоративных кустарников / В. А. Высоцкий // Микроразмножение и оздоровление растений в промышленном плодоводстве и цветоводстве : сб. науч. тр. – Мичуринск, 1989. – С. 3–8.
7. Spiegel, S. Recent developments in therapy and virus-detection procedures for international movement of clonal plant germ plasm / S. Spiegel, R. H. Converse, E. A. Frison // Plant Disease. – 1993. – Vol. 77, N 12. – P. 1176–1180.
8. Высоцкий, В. А. О генетической стабильности при клональном микроразмножении плодовых и ягодных культур / В. А. Высоцкий // С.-х. биология. Сер. Биология растений. – 1995. – № 5. – С. 57–63.
9. Деменко, В. И. Укоренение – ключевой этап размножения растений *in vitro* / В. И. Деменко, К. А. Шестибратов, В. Г. Лебедев // Изв. ТСХА. – 2010. – Вып. 1. – С. 73–85.
10. Упадышев, М. Т. Салициловая кислота как регулятор ризогенеза у плодовых и ягодных культур *in vitro* / М. Т. Упадышев, А. В. Гуськов // С.-х. биология. – 1998. – № 5. – С. 63–68.
11. Дубровина, А. С. Влияние трансформации клеточной культуры винограда *Vitis amurensis* Rupr. геном *rolB* из *Agrobacterium rhizogenes* на биосинтез резвератрола : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.01.06 / А. С. Дубровина ; Биол.-почв. ин-т ДВО РАН. – Владивосток, 2010. – 22 с.
12. Петрова, А. Д. Фенольные соединения при оздоровлении и размножении садовых культур : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.07 / А. Д. Петрова ; Всерос. селекц.-технол. ин-т садоводства и питомниководства. – М., 2001. – 19 с.
13. Hujun, J. The study of meristem-tip culture of peach (*Prunus persica* L.) / J. Hujun, P. Jishu, M. Xinfu // Acta Agr. Univ. Pekin. – 1993. – Vol. 19, N 1. – P. 49–52.
14. Красинская, Т. А. Морфофизиологические характеристики развития растений-регенерантов клоновых подвоев и сортов рода *Cerasus* Mill. в культуре *in vitro* и при адаптации *ex vitro* : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.23 / Т. А. Красинская ; Ин-т генетики и цитологии Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 2009. – 22 с.
15. Красинская, Т. А. Ризогенез подвоев рода *Cerasus* Mill. в условиях *in vitro* / Т. А. Красинская // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2006. – № 5. – С. 98–101.
16. Красинская, Т. А. Укоренение *in vitro* и *ex vitro* подвоя вишни и черешни / Т. А. Красинская // Наука и инновации. – 2008. – № 6 (64). – С. 42–45.
17. Дорошенко, Н. П. Применение салициловой кислоты при клональном микроразмножении винограда / Н. П. Дорошенко // Повышение конкурентоспособности продукции виноградарства и виноделия на основе создания новых сортов и технологий : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 125-летию Н. И. Вавилова, г. Новочеркасск, 20 июня 2012 г. / Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т виноградарства и виноделия им. Я. И. Потапенко Рос. акад. с.-х. наук. – Новочеркасск, 2012. – С. 103–108.
18. Петрова, А. Д. Фенолкарбоновые кислоты как регуляторы роста ягодных и плодовых культур / А. Д. Петрова, М. Т. Упадышев // Плодоводство и яговодство России : сб. науч. работ / Всерос. селекцион.-технол. ин-т садоводства и питомководства ; редкол. : В. И. Кашин [и др.]. – М., 1999. – Т. 6. – С. 69–75.
19. Поротикова, О. В. Действие салициловой кислоты и ИМК на этапе укоренения ежевики *Whitford Thornless in vitro* / О. В. Поротикова, М. Б. Янковская, М. В. Романов // Вестн. МичГАУ. – 2013. – № 5. – С. 19–21.
20. Упадышев, М. Т. Ауксины и фенолкарбоновые кислоты как регуляторы ризогенеза растений рода *Rubus in vitro* / М. Т. Упадышев, А. В. Гуськов // С.-х. биология. – 1996. – № 1. – С. 92–98.

References

1. Kozlovskaja Z. A. *Improvement of apple assortment in Belarus*. Minsk, 2003. 167 p. (in Russian).
2. Samus' V. A. Development of fruit growing in Belarus in modern conditions. *Aktual'nye problemy osvoeniya dostizheniy nauki v promyshlennom plodovodstve: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Actual problems of development of science achievements in industrial fruit growing: materials of the international scientific and practical conference], Belarusskii nauchno-issledovatel'skii institut plodovodstva [Belarusian Research Institute of Horticulture]. Minsk, 2002, pp. 2–5 (in Russian).

3. Samus' V. A. State and ways of development of the Belarusian fruit growing. *Plodovodstvo : nnauchnye trudy* [Fruit growing: scientific works]. *Belorusskii nauchno-issledovatel'skii institut plodovodstva* [Belarusian Research Institute of Horticulture]. Samokhvalovich, 2000, vol. 13, pp. 19–25 (in Russian).
4. Angiboust A. La multiplication vegetative “in vitro”, une nouvelle technique de pointe au service de l'arboriculture. *Arboriculture Fruitiere*, 1980, vol. 27 (321), no. 11, pp. 39–46.
5. Hogue E. J., Neilsen D. Rapid production methods for Ottawa-3 rootstock and branched apple nursery stock. *HortScience*, 1991, vol. 26, no. 11, pp. 1416–1419.
6. Vysotskii, V. A. Clonal micropropagation of fruit plants and ornamental shrubs. *Mikrorazmnozhenie i ozdorovlenie rastenii v promyshlennom plodovodstve i tsvetovodstve : sbornik nauchnykh trudov* [Micropropagation and improvement of plants in industrial horticulture and floriculture: proceedings]. Michurinsk, 1989, pp. 3–8 (in Russian).
7. Spiegel S., Converse R. H., Frison E. A. Recent developments in therapy and virus-detection procedures for international movement of clonal plant germplasm. *Plant Disease*, 1993, vol. 77, no. 12, pp. 1176–1180.
8. Vysotskii V. A. About genetic stability during micropropagation of fruit and berry crops. *Sel'skokhoziaistvennaia biologiya. Seriya Biologiya rastenii* [Agricultural Biology. Series Plant Biology], 1995, no. 5, pp. 57–63 (in Russian).
9. Demenko V. I., Shestibratov K. A., Lebedev V. G. Rooting is a key stage of *in vitro* plant propagation. *Izvestiia TSHA* [Bulletin of the TSHA], 2010, iss. 1, pp. 73–85 (in Russian).
10. Upadyshev M. T., Gus'kov A. V. Salicylic acid as regulator of rhizogenesis in fruit and berry crops in *in vitro* conditions. *Sel'skokhoziaistvennaia biologiya*. [Agricultural Biology], 1998, no. 5, pp. 63–68 (in Russian).
11. Dubrovina A. S. Influence of transformation of cellular culture of *Vitis amurensis* Rupr by gene rolB from *Agrobacterium rhizogenes* on biosynthesis of rezveratrol, Abstract of Ph. D. dissertation, Biotechnology (including bionanotechnology), The Institute of Biology and Soil Science of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. Vladivostok, 2010. 22 p. (in Russian).
12. Petrova A. D. Phenolic compounds in improvement and propagation of fruit crops, Abstract of Ph. D. dissertation. Molecular genetics, All-Russian Selection and Technology Institute of Horticulture and Nursery. Moscow, 2001. 19 p. (in Russian).
13. Hujun J., Jishu P., Xinfu M. The study of meristem-tip culture of peach (*Prunus persica* L.). *Acta Agricultural University of Pekin*, 1993, vol. 19, no. 1, pp. 49–52.
14. Krasinskaja T. A. Morphophysiological characteristics of microplants of clonal rootstocks and cultivars of *Cerasus* Mill. in *in vitro* culture and at *ex vitro* adaptation stage, Abstract of Ph. D. dissertation, Biological Sciences. Institute of Genetics and Cytology of the National Academy of Sciences of Belarus. Minsk, 2009. 210 p. (in Russian).
15. Krasinskaja, T. A. Rhizogenesis of rootstocks of genus *Cerasus* Mill. in *in vitro* conditions. *Vesti Natsyional'nai akademii navuk Belarusi, Seriya biialagichnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 2006, no. 5, pp. 98–101 (in Russian).
16. Krasinskaja T. A. *In vitro* and *ex vitro* rooting of cherry and sweet cherry rootstock. *Nauka i innovacii* [Science and Innovation], 2008, no. 6 (64), pp. 42–45 (in Russian).
17. Doroshenko N. P. Use of salicylic acid in micropropagation of grapevine. Increase in product competitiveness of wine growing and winemaking on the basis of creation of new cultivars and technologies. *Povyshenie konkurentosposobnosti produkcii vinogradarstva i vinodelija na osnove sozdaniya novykh sortov i tehnologij : materialy Mezhdunarnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 125-letiju N. I. Vavilova* [Increase the competitiveness of products of viticulture and winemaking through the creation of new varieties and technologies: materials Mezhdunarnoj scientific-practical conference dedicated to the 125th anniversary of N. I. Vavilov], Rossijskaja akademija sel'skhozajstvennykh nauk, Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut vinogradarstva i vinodelija im. Ja. I. Potapenko Rossijskoj akademii sel'skhozajstvennykh nauk [Russian Academy of Sciences sel'skagospadarchyh, All-Russian Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking them. EI Potapenko Russian Academy of Sciences sel'skagospadarchyh]. Novocheerkassk, 2012, pp. 103–108 (in Russian).
18. Petrova A. D., Upadyshev M. T. Phenol carboxylic acids as growth regulators of berry and fruit crops. *Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii : sbornik nauchnykh rabot* [Pomiculture and small fruits culture in Russia: the collection of scientific works], Vserossiiskii selekcionno-tehnologicheskii institut sadovodstva i pitomkovodstva [All-Russian Selection and Technology Institute of Horticulture and Nursery]. Moscow, 1999, vol. 6, pp. 69–75 (in Russian).
19. Porotikova O. V., Jankovskaja M. B., Romanov M. V. Effect of salicylic acid and IBA at *in vitro* rooting stage of blackberry Whitford Thornless. *Vestnik MichGAU* [Bulletin MichGAU], 2013, no. 5, pp. 19–21 (in Russian).
20. Upadyshev M. T., Gus'kov A. V. Auxins and phenol carboxylic acids as rhizogenesis regulators of plants in genus *Rubus in vitro*. *Sel'skhozajstvennaja biologija* [Agricultural Biology], 1996, no. 1, pp. 92–98 (in Russian).

Информация об авторах

Шапорева Виктория Александровна – студент. Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка (ул. Советская, 18, 220050, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: viktorija_shaporeva@mail.ru.

Змушко Александр Александрович – канд. с/х наук, науч. сотрудник. Институт плодородства (ул. Ковалева, 2, 223013, пос. Самохваловичи, Минский район, Республика Беларусь). E-mail: temlein2015@yandex.ru.

Колбанова Елена Вячеславовна – канд. биол. наук, ведущий лабораторией. Институт плодородства (ул. Ковалева, 2, 223013, пос. Самохваловичи, Минский район, Республика Беларусь). E-mail: kolbanova@tut.by.

Information about the authors

Viktoria A. Shaporeva – Student. Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank (18, Sovetskaya Str., 220050, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: viktorija_shaporeva@mail.ru.

Aleksandr A. Zmushko – Ph. D. (Agric.), Researcher. Institute for Fruit Growing (2, Kovalyov St., 223013, Samokhvalovichy, Republic of Belarus). E-mail: temlein2015@yandex.ru.

Elena V. Kolbanova – Ph. D. (Biol.), Head of the Laboratory. Institute for Fruit Growing (2, Kovalyov St., 223013, Samokhvalovichy, Republic of Belarus). E-mail: kolbanova@tut.by.