

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩЕГО ПРЕПАРАТА «СИЛИПЛАНТ» ПРИ МИКРОКЛОНАЛЬНОМ РАЗМНОЖЕНИИ ПЛЕТИСТЫХ РОЗ

А. В. Худякова, Т. Г. Леконцева, А. В. Федоров

Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН

Поступила в редакцию 16.11.2018г.

Аннотация. Роза (*Rosa L.*) – один из красивейших и популярных декоративных цветов в мире. Она выращивается как коммерческая культура и доминирует на международных рынках срезанных цветов. Сложности вегетативного размножения привели к поиску более эффективных методов мультипликации роз. Клональное размножение *in vitro* является альтернативным подходом, благодаря которому можно получить максимальное количество хорошего качества посадочного материала исходного генотипа за относительно короткий промежуток времени. Подбор состава питательной среды является основополагающим в исследованиях, так как высока видовая и сортовая специфичность. В настоящее время актуальными являются исследования по влиянию кремнийорганических соединений на живые организмы. Поэтому целью работы являлось изучение влияния кремнийсодержащего микроудобрения «Силиплант» в качестве микроэлементов на всех этапах микроклонального размножения трех сортов плетистых роз. В результате исследования установлено, что на этапе пролиферации введение в состав питательной среды «Силипланта» положительно влияло на рост микрочеренков всех сортов роз: у сорта Palais Royal длина побегов в среднем увеличилась на 12.8 мм, а сортов Camelot и Nahema – на 4.5 мм ($p < 0.05$). Увеличения коэффициента пролиферации при этом отмечено не было. На питательной среде для роста и развития микрочеренки сорта Nahema оказались более отзывчивы на применение «Силипланта», их длина была выше на 3.6 мм по сравнению с контролем ($p = 0.04$). Показано, что «Силиплант» существенно повышал пригодность к укоренению микрочеренков сортов Palais Royal и Camelot (на 23.5 и 21.4% соответственно). На этапе укоренения под действием препарата на 20% увеличилась частота ризогенеза сорта Nahema на начальных этапах. Отмечена 100%-ная укореняемость регенерантов сорта Camelot уже на 14 день эксперимента. Применение микроудобрения способствовало улучшению качества развившихся корней сорта Palais Royal (с 2.0 до 2.7 баллов).

Ключевые слова: микроклональное размножение, плетистая роза, кремнийсодержащий препарат «Силиплант».

Роза (*Rosa L.*) – один из красивейших и популярных декоративных цветов в мире. Она выращивается как коммерческая культура и доминирует на международных рынках срезанных цветов. Мировая коллекция роз насчитывает около 25 тысяч сортов. Посадочный материал данной культуры является наиболее востребованным на современном рынке [1]. Так, по данным Nagar P.K. и др. в садах высаживается более 20 млн. розовых кустов в год [2]. Поэтому быстрое получение большого количества саженцев малораспространенных и ценных сортов является актуальным.

Современные садовые розы подразделяются на 10 групп, наиболее интересными из них счи-

таются чайно-гибридные, флорибунда, полиантовые, плетистые и парковые розы [3]. Плетистые розы занимают одно из ведущих мест в вертикальном озеленении беседок, стен и зданий, прекрасно сочетаясь с архитектурными формами больших и малых размеров. Они незаменимы при создании таких декоративных садовых конструкций, как пирамиды, колонны, гирлянды, беседки и арки [4].

Сложности вегетативного размножения привели к поиску более эффективных методов мультипликации роз. Клональное размножение *in vitro* является альтернативным подходом, благодаря которому можно получить максимальное количество хорошего качества посадочного материала

ла исходного генотипа за относительно короткий промежуток времени [5-9]. Преимуществом также является возможность проведения работ в течение года и экономия площадей, необходимых для выращивания посадочного материала. Используя технологию размножения *in vitro*, можно клонировать до 400 000 растений с одного розового куста в год [10]. Однако многие представители рода *Rosa L.* характеризуются слабой выживаемостью первичных эксплантов и низким коэффициентом размножения *in vitro* [1].

Важным фактором морфогенеза роз является состав питательной среды [11]. Большинство исследований по клональному размножению коммерческих сортов роз направлено на оптимизацию состава питательных сред, особенно подбор состава минеральной основы [9, 12-14]. Часто одна среда подходит для одного сорта и совершенно не годится для другого, поэтому исследователи модифицируют питательные среды, подбирая оптимальный состав для тех культур, с которыми они работают [15]. В последнее время активно развивается направление по исследованию влияния кремнийорганических соединений на живые организмы [16, 17].

Цель работы – изучение влияния микроудобрения «Силиплант» в составе минеральной основы на всех этапах микроклонального размножения трех сортов плетистых роз.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования служили плетистые розы сортов Palais Royal (Meilland Франция, 2005), Camelot (Tantau Германия, 2011), Nahema (Delbard Франция, 1999).

Введение в культуру осуществляли в мае-июне. В качестве исходных эксплантов для размножения в условиях *in vitro* использовали сегменты побега с 1-2 почками, отобранные с верхней части интактного растения. Для удаления поверхностной загрязненности их промывали 30 мин под проточной водой. Стерилизацию сегмента побега проводили в условиях ламинар-бокса в концентрированной перекиси водорода (33%) в течение 5-7 минут с последующей 5-кратной промывкой стерильной дистиллированной водой [3].

Введенные в культуру микрочеренки роз культивировались в светоконате при температуре 25±2°C, фотопериод 16 часов. Продолжительность каждого субкультивирования составляла 30-35 дней. Для пролиферации, роста и удлинения микропобегов модифицировали среду Мурасиге-

Скуга [18] путем введения 1.0 и 0.5 мг/л 6-бензиламинопурина соответственно. На этапе укоренения была использована среда Гамборга-Эвелегга [19], дополненная индоллил-3-уксусной кислотой в концентрации 1.0 мг/л. Для исследования влияния микроудобрения «Силиплант» (НЭСТ-М, Россия) его вносили вместо микроэлементов в питательные среды в количестве 1 мл/л. «Силиплант» – это кремнийсодержащее удобрение, в состав которого, кроме кремния (7%) и калия (1%), входят в легко доступной для растений хелатной форме микроэлементы (мг/л): Fe – 300; Mg – 100; Cu – 70-240; Zn – 80; Mn – 150; Co – 15; B – 90. Для каждого последующего этапа использовались нормально развитые микрочеренки, «свободные» от действия «Силипланта».

В ходе выполнения работы определяли следующие параметры:

- высота микросаженцев (мм) – определяли путем измерения линейкой главного побега;
- коэффициент пролиферации (шт./чер.) – количество микрочеренков, полученных за одно субкультивирование от одного черенка;
- пригодность к укоренению (%) – доля микрочеренков, оптимальных по размеру для высадки на этап укоренения;
- частота укоренения (%) – процентное соотношение укорененных черенков к общему количеству черенков, высаженных на среду для индукции ризогенеза;
- качество образованных корней (баллы) – визуальный осмотр корневой системы регенерантов и оценка их в баллах от 1 до 3, где 1 балл – это слаборазвитая корневая система, имеющая один основной корень не более 20 мм или 2-3 более коротких, боковых корней нет; 2 балла – среднеразвитая корневая система, основных корней 3-4 длиной 20-50 мм или один, но с хорошо развитыми боковыми и всасывающими корнями; 3 балла – хорошо развитая корневая система, основных корней 5 и более длиной 20-50 мм, часто с хорошо развитыми боковыми и всасывающими корнями [20].

Опыты проводили в 3-х кратной повторности, в каждом варианте анализировали от 15 до 30 эксплантов. Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием стандартных пакетов компьютерных программ Microsoft Office XP Excel и STATISTICA 6.0. Вид распределения исследуемых признаков определяли с использованием критериев Шапиро-Уилка. Все показатели представлены в виде среднего арифметического и

его ошибки ($M \pm m$). Достоверность отличий контрольных и опытных микрочеренков определяли по критерию Стьюдента (t). Различия данных считали достоверными при $p \leq 0.05$.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В результате исследований установлено, что применяемая добавка положительно влияла на состояние микрочеренков на этапе пролиферации: наблюдался хороший тургор, высокая облиственность эксплантов, листья были насыщенного зеленого цвета. Высота микрочеренков для всех сортов оказалась выше, чем в контроле, причем увеличение было статистически достоверным ($p < 0.05$) (табл. 1). Полученные результаты согласуются с литературными данными о положительном действии кремнийорганических препаратов на такие культуры как виноград и картофель [16, 17]. Вероятно, это связано с высоким содержанием кремния и калия в сочетании с другими элементами, находящимися в хелатной легкоусвояемой форме для растений. Кремний повышает морозоустойчивость и засухоустойчивость, интенсивность фотосинтеза, способствует активному росту корневой системы и листового аппарата.

Среди трех сортов плетистых роз самым большим приростом (12.8 мм) характеризовались микрочеренки сорта Palais Royal. В то же время при расчете коэффициента пролиферации оказалось, что этот сорт размножался хуже остальных (2.1 ± 0.2 шт./черенок в контроле). Применение кремнийсодержащего препарата «Силиплант» не оказывало существенного влияния на размножение роз ($p > 0.05$).

Введение в среду для роста и удлинения микрочеренков микроудобрения стимулировало

рост только микрочеренков сорта Nahema (они были выше на 3.6 мм по сравнению с контролем, $p = 0.04$). Высота микросаженцев двух других сортов не отличалась от контроля ($p > 0.05$). Как и на предыдущем этапе собственно размножения максимальным приростом характеризовались микрочеренки сорта Palais Royal (39.5 ± 1.6 и 37.1 ± 1.7 мм в контроле и опыте соответственно) (рис. 1).

Аналогично результатам этапа пролиферации коэффициент размножения контрольных и опытных микрочеренков не изменялся с применением «Силипланта» ($p > 0.05$) и был наименьшим для сорта Palais Royal (табл. 2). В то же время препарат повлиял на пригодность черенков для последующего этапа укоренения, исключение составил сорт Nahema ($p = 0.8$).

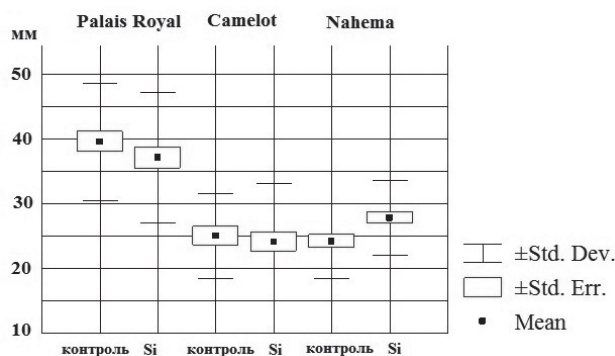


Рис. 1. Высота микрочеренков трех сортов плетистых роз на среде для роста и удлинения. Примечание: Si – «Силиплант», Std. Dev. – стандартное отклонение, Std. Err. – ошибка среднего значения, Mean – среднее значение.

На основании данных прошлых лет укоренение микрочеренков осуществляли на среде Гамборга-Эвелега (B5) [3]. Из трех сортов роз быстрее всего укоренялись регенеранты сорта Camelot:

Таблица 1.

Влияние кремнийсодержащего препарата на высоту и размножение плетистых роз на этапе пролиферации

Сорт розы	Высота микросаженцев, мм		Коэффициент пролиферации, шт./чер.	
	Контроль	«Силиплант»	Контроль	«Силиплант»
Palais Royal	22.2±0.7	35.0±3.7*	2.1±0.2	2.3±0.4
Camelot	18.4±0.9	22.9±1.5*	2.9±0.3	2.6±0.4
Nahema	15.5±1.0	20.0±1.5*	2.6±0.6	3.2±0.5

Примечание: * – различия статистически значимы по сравнению с контролем.

Таблица 2.

Влияние микроудобрения «Силиплант» на размножение и пригодность к укоренению микрочеренков на среде для роста и удлинения

Сорт розы	Коэффициент пролиферации, шт./чер.		Пригодность к укоренению, %	
	Контроль	«Силиплант»	Контроль	«Силиплант»
Palais Royal	1.7±0.1	1.7±0.1	76.5±4.9	100.0±6.6*
Camelot	2.5±0.2	2.6±0.2	44.0±5.4	65.4±6.7*
Nahema	2.9±0.3	3.0±0.2	62.1±6.3	63.3±5.6

Примечание: * – различия статистически значимы по сравнению с контролем.

уже на 14 день ризогенеза наблюдали 100%-ное образование корней на черенках (рис. 2). Сорта Palais Royal и Nahema на начальных этапах укоренялись значительно хуже (до 60% укорененных черенков), но к 14 дню частота укоренения стремилась к 90%. Микроудобрение «Силиплант» стимулировало скорость корнеобразования (на 20%) только сорта Nahema на начальном этапе ($p < 0.05$). Однако к концу третьей недели показатели ризогенеза сравнялись (85.7% в контроле и 90.3% в варианте с микроудобрением).

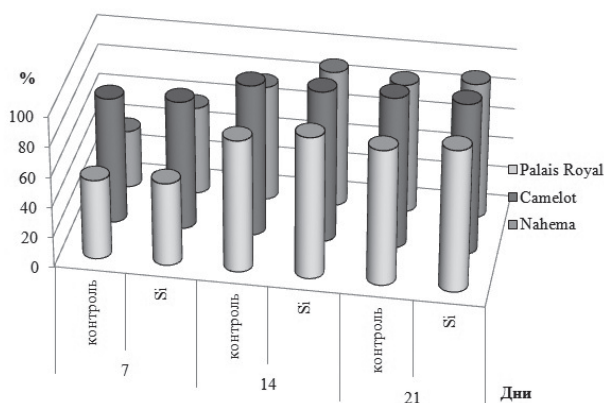


Рис. 2. Динамика ризогенеза микрочеренков плетистых роз в зависимости от среды в течение трех недель. Примечание: Si – «Силиплант».

Помимо скорости корнеобразования учитывали влияние препарата на качество развившихся корней, которое выражали в баллах (рис. 3). В результате статистической обработки оказалось, что применение «Силипланта» способствовало выходу микрорастений с хорошо развитой корневой системой (в среднем 2.7 балла), однако достоверное ($p = 0.02$) улучшение отмечено только для сорта Palais Royal (рис. 4). Тенденция к повышению качества микрорастений по сравнению с контролем отмечена также для сорта Nahema ($p = 0.052$). В то же время максимальными баллами была описана корневая система регенерантов сорта Camelot (2.7 ± 0.1 и 2.9 ± 0.1 баллов в контроле и опыте соответственно).

ВЫВОДЫ

1. Применение кремнийсодержащего микроудобрения «Силиплант» на этапе пролиферации положительно влияло на рост микрочеренков всех сортов роз: у сорта Palais Royal длина побегов в среднем увеличилась на 12.8 мм, а сортов Camelot и Nahema – на 4.5 мм ($p < 0.05$). Достоверного увеличения коэффициента размножения не обнаружено.

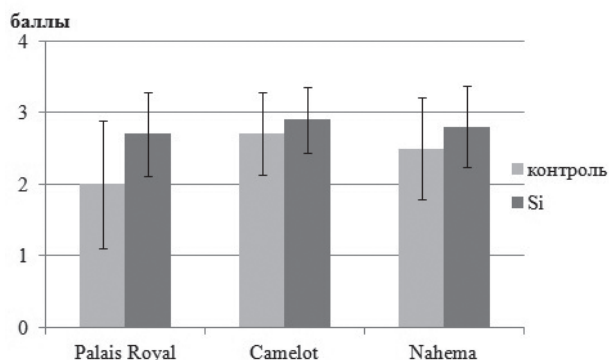


Рис. 3. Качество развившихся корней плетистых роз, выраженное в баллах, где 1 балл – это слаборазвитая корневая система, 2 балла – среднеразвитая корневая система, 3 балла – хорошо развитая корневая система. Примечание: Si – «Силиплант».

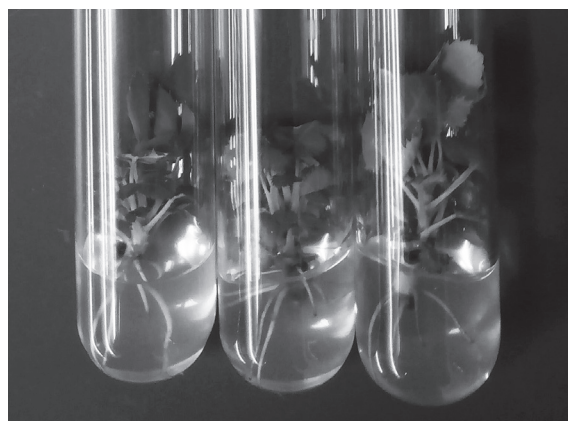


Рис. 4. Развитие корневой системы у регенерантов сорта Palais Royal на среде В5 с «Силиплантом», соответствующее 3 баллам.

2. Введение микроудобрения «Силиплант» в среду для роста и удлинения микрочеренков приводило к достоверному повышению пригодности к укоренению микрочеренков сортов Palais Royal и Camelot (на 23.5 и 21.4% соответственно).

3. На этапе укоренения микроудобрение «Силиплант» способствовало увеличению частоты ризогенеза на 20% у сорта Nahema в начальный период корнеобразования.

4. Применение «Силипланта» достоверно улучшало развитие корневой системы регенерантов только сорта Palais Royal (2.0 и 2.7 баллов в контроле и опыте соответственно).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заидан О.Х., Егорова Д.А., Бумбеева Л.И., Молканова О.И. // Сборник научных трудов ГНБС. 2017. Т. 145. С. 162-167.

2. Nagar P.K., Sharma M., Pati P.K., Ahuja P.S. // *Floriculture and ornamental biotechnology*. 2007. Vol. 1(2), pp. 102-114.
3. Леконцева Т.Г., Худякова А.В., Исаева А.Н., Федоров А.В. // *Вестник Пермского университета. Серия биология*. 2017. Вып. 3. С. 240-244.
4. Колесникова Е.Г. Вертикальное озеленение сада. Москва, Кладезь, 2013, 48 с.
5. Митрофанова И.В., Митрофанова О.В., Браилко В.А., Лесникова-Седошенко Н.П. // *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*. 2015. № 2 (13). С. 37-48.
6. Baig M.M.Q., Hafiz I.A., Hussain A., Ahmad T., Abbasi N.A. // *African Journal of Biotechnology*. 2011. Vol. 10(22), pp. 4564-4573.
7. Сиденко Т.И., Митрофанова И.В. // *Бюллетень Никитского ботанического сада*. 2011. Вып. 103. С. 109-112.
8. Noodezh H.M., Moieni A., Baghizadeh A. // *In Vitro Cell. Dev. Biol.* 2012. Vol. 48, pp. 530-538.
9. Егорова Н.А., Ставцева И.В. // *Вестник Удмуртского университета. Сер. Биология. Науки о Земле*. 2016. Т. 26. Вып. 2. С. 45-52.
10. Maurya R.P., Yadav R.C., Godara N.R., Beniwal V.S. // *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*. 2013. Vol. 1(2S), pp. 111-119.
11. Красильникова Т.А. Автореф. дисс. канд. биол. наук. Москва, 1999, 26 с.
12. Мухамбетжанов С.К., Мурсалиева В.К., Вечерко Н.А., Нам С.В. // *Вестник КазНУ. Серия биологическая*. 2011. №4 (50). С. 45-48.
13. Егорова Н.А., Ставцева И.В., Митрофанова И.В. // *Бюллетень ГНБС*. 2016. Вып. 120. С. 36-43.
14. Маркова М.Г., Сомова Е.Н. // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2018. №2. С. 35-41.
15. Сковородников Д.Н., Леонова Н.В., Андропова Н.В. // *Вестник Орел ГАУ*. 2013. № 1. С. 89-92.
16. Акимова С.В., Раджабов А.К., Бухтин Д.А., Трофимова М.С. // *Известия ТСХА*. 2015. Вып. 4. С. 36-48.
17. Толоконцев Д.В., Усков А.И., Тиханова Н.Н., Панкратова А.А. // *Плодоводство и ягодоводство России*. 2013. № 1. С. 331-337.
18. Murashige T., Skoog F. // *Physiologia plantarum*. 1962. Vol. 15, pp. 437-497.
19. Gamborg O.L., Eveleigh D.E. // *Can. J. Biochem.* 1968. Vol. 46, № 5, pp. 417-421.
20. Маркова М.Г., Сомова Е.Н., Потапова С.А. // *Вестник Донского государственного аграрного университета*. 2015. № 2-1 (16). С. 104-111.

Удмуртский Федеральный исследовательский центр УрО РАН

*Худякова А. В., к.б.н., научный сотрудник Отдела интродукции и акклиматизации растений
E-mail: khudyakova.ana@yandex.ru

Леконцева Т. Г., научный сотрудник Отдела интродукции и акклиматизации растений
E-mail: t.lekontseva@yandex.ru

Федоров А. В., д.с.-х.н., главный научный сотрудник Отдела интродукции и акклиматизации растений
E-mail: udmgarden@mail.ru

Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the RAS

*Khudyakova A. V., PhD., scientist researcher of Dept. of Introduction and Acclimatization of Plants
E-mail: khudyakova.ana@yandex.ru

Lekontseva T. G., scientist researcher of Dept. of Introduction and Acclimatization of Plants
E-mail: t.lekontseva@yandex.ru

Fedorov A. V., PhD., DSci., doctor of agricultural sciences, main researcher of Department of Introduction and Acclimatization of Plants
E-mail: udmgarden@mail.ru

THE USE OF THE SILICONE-CONTAINING PREPARATION "SILIPLANT" AT CLONAL PROPAGATION OF CLIMBING ROSES

A. V. Khudyakova, T. G. Lekontseva, A. V. Fedorov

Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the RAS

Abstract. Rose (*Rosa L.*) is one of the most beautiful and popular decorative flowers in the world. It is grown as a commercial crop and dominates the international cut flower market. The complexity of

vegetative propagation has led to the search for more effective methods of rose multiplication. In vitro clonal propagation is an alternative approach by which you can get the maximum amount of good quality planting material of the original genotype in a relatively short period of time. Selection of the composition of the nutrient medium is fundamental in research, as high species and varietal specificity. Studies on the effect of organosilicon compounds on living organisms are relevant today. Therefore, the aim of the work was to study the effect of silicon-containing microfertilizer «Siliplant» as trace elements at all stages of microclonal propagation of three varieties of climbing roses. As a result of the study, it was found that at the proliferation stage, the introduction of the «Siliplant» into the nutrient medium had a positive effect on the growth of microstalks of all varieties of roses: in the Palais Royal variety the length of regenerated shoots increased by 12.8 mm on average, and Camelot and Nahema varieties - by 4.5 mm ($p < 0.05$). An increase of the proliferation coefficient was not observed. On the nutrient medium for the growth and development microstalks of the Nahema variety were more responsive to the use of «Siliplant», their length was 3.6 mm higher than the control ($p = 0.04$). It is shown that «Siliplant» significantly increased the suitability for rooting of microstalks of the Palais Royal and Camelot varieties (by 23.5 and 21.4%, respectively). At the stage of rooting under the preparation action, the frequency of rhizogenesis of the Nahema variety at the initial stages increased by 20%. A 100% rooting rate of regenerants of the Camelot variety was noted on the 14th day of the experiment. The use of micronutrient fertilizers improved the quality of the developed roots of Palais Royal variety (from 2.0 to 2.7 points).

Keywords: microclonal propagation, climbing rose, silicon-containing preparation "Siliplant".

REFERENCES

1. Zaidan O.Kh., Egorova D.A., Bumbeeva L.I., Molkanova O.I., Collection of Scientific Works of SNBG, 2017, Vol. 145, pp. 162-167.
2. Nagar P.K., Sharma M., Pati P.K., Ahuja P.S., Floriculture and ornamental biotechnology, 2007, Vol. 1(2), pp. 102-114. DOI: Available at: <http://www.globalsciencebooks.com>.
3. Lekontseva T.G., Khudyakova A.V., Isaeva A.N., Fedorov A.V., Bulletin of Perm University. Biology Series, 2017, Vol. 3, pp. 240-244.
4. Kolesnikova E.G. Vertikal'noe ozelenenie sada. Moscow, Depositary Publ., 2013, 48 p.
5. Mitrofanova I.V., Mitrofanova O.V., Brailko V.A., Lesnikova-Sedoshenko N.P., News of universities. Applied chemistry and biotechnology, 2015, No 2 (13), pp. 37-48.
6. Baig M.M.Q., Hafiz I.A., Hussain A., Ahmad T., Abbasi N.A., African Journal of Biotechnology, 2011, Vol. 10(22), pp. 4564-4573. DOI: 10.5897/AJB10.2051.
7. Sidenko T.I., Mitrofanova I.V., Bulletin of the Nikitsky Botanical Garden, 2011, Vol. 103, pp. 109-112.
8. Noodezh H.M., Moieni A., Baghizadeh A., In Vitro Cell. Dev. Biol., 2012, Vol. 48, pp. 530-538. DOI: 10.1007/s11627-012-9454-z.
9. Egorova N.A., Stavtseva I.V., Bulletin of Udmurt University. Ser. Biology. Earth Sciences, 2016, Vol. 26, No 2, pp. 45-52.
10. Maurya R.P., Yadav R.C., Godara N. R., Beniwal V.S., Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences, 2013, Vol. 1(2S), pp. 111-119. DOI: Available at: <http://www.jebas.org>.
11. Krasil'nikova T.A. Thesis diss. cand. biol. nauk. Moscow, 1999, 26 p.
12. Mukhambetzhannov S.K., Mursalieva V.K., Vecherko N.A., Nam S.V. // Bulletin of KazNU. Biology Series, 2011, No 4 (50), pp. 45-48.
13. Egorova N.A., Stavtseva I.V., Mitrofanova I.V. // Bulletin SNBG, 2016, Vol. 120, pp. 36-43.
14. Markova M.G., Somova E.N., An Agrarian Science of Euro-North-East, 2018, No 2, pp. 35-41.
15. Skovorodnikov D.N., Leonova N.V., Andronova N.V., Vestnik OrelGAU, 2013, No 1, pp. 89-92.
16. Akimova S.V., Radzhabov A.K., Bukhtin D.A., Trofimova M.S., News of Timiryazev Agricultural Academy, 2015, Vol. 4, pp. 36-48.
17. Tolokontsev D.V., Uskov A.I., Tikhanova N.N., Pankratova A.A., Fruit and berry growing in Russia, 2013, No 1, pp. 331-337.
18. Murashige T., Skoog F., Physiologia plantarum, 1962, Vol. 15, pp. 437-497. DOI: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x.
19. Gamborg O.L., Eveleigh D.E., Can. J. Biochem., 1968, Vol. 46, No 5, pp. 417-421. DOI: 10.1139/o68-063.
20. Markova M.G., Somova E.N., Potapova S.A., Bulletin of the Don State Agrarian University, 2015, No 2-1 (16), pp. 104-111.