

2. Методические рекомендации по проведению государственной инвентаризации лесов (приказ Рослесхоза от 10.11.2011 года № 472 «Об утверждении Методических рекомендаций по проведению государственной инвентаризации лесов» (в редакции приказа Рослесхоза от 15.03.2018 №173)

3. Лесной план Республики Бурятия, утвержденный постановлением Правительства Республики Бурятия от 29.12.2018 №768.

4. Лесной план Забайкальского края, утвержденный постановлением губернатора Забайкальского края от 14.01.2019 №1.

5. Государственная инвентаризация лесов. – Режим доступа: <http://rosleshoz.gov.ru/>

6. Леса Забайкалья / под ред. И.И. Панарина. – М.: Наука, 2008. – 286 с.

1. "Forest Code of the Russian Federation" dated 04.12.2006 N 200-FL (edited on 24.04.2020)

2. Methodological recommendations for the national forest inventory (Rosleskhoz order No. 472 of 10.11.2011 "On approval of Methodological recommendations for the national forest inventory" (as amended by Rosleskhoz order No. 173 of 15.03.2018)

3. Forest plan of the Republic of Buryatia, approved by the decree of the Government of the Republic of Buryatia dated 29.12.2018 No. 768.

4. Forest plan of the Trans-Baikal territory, approved by the decree of the Governor of the Trans-Baikal territory dated 14.01.2019 №1.

5. State forest inventory <http://rosleshoz.gov.ru/>

6. Forests of Transbaikalia / Under the editorship of I. I. Panarin, Moscow. *Nauka*. 2008. 286 p

УДК 634.7

DOI: 10.34655/bgsha.2020.59.2.024

С.С. Макаров<sup>1</sup>, И.Б. Кузнецова<sup>2</sup>

## ВЛИЯНИЕ ЦИТОКИНИНОВ НА ПРОЦЕСС ПОБЕГООБРАЗОВАНИЯ РАСТЕНИЙ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ НА ЭТАПЕ «СОБСТВЕННО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЕ»

**Ключевые слова:** черная смородина, ягодные культуры, клональное микроразмножение, цитокинины, *in vitro*.

*В статье приведены результаты исследований по изучению воздействия различных цитокининов на побегообразовательный процесс черной смородины на этапе «собственно микроразмножение». Черная смородина – неприхотливая и отзывчивая на уход ягодная культура, отличающаяся регулярным плодоношением и устойчивостью к некоторым вредителям и болезням. Клональное микроразмножение является наиболее эффективным способом вегетативного размножения, позволяющим за небольшой период времени, вне сезона получать высококачественный сортовой, оздоровленный посадочный материал. Для управления процессом органогенеза растений-регенерантов при клональном микроразмножении необходимо использование регуляторов роста. При изменении концентрации цитокинина 6-БАП в питательной среде от 0,5 мг/л до 1,0 мг/л количество побегов растений увеличивалось в среднем от 2,3 шт. до 3,1 шт. При равных концентрациях в питательной среде цитокинина Цитодеф среднее количество побегов было больше, чем в вариантах с 6-БАП в 1,3–1,9 раз. При увеличении в питательной среде Мурасиге-Скуга концентраций цитокининов 6-БАП и Цитодеф от 0,5 до 1,0 мг/л средняя длина побегов смородины незначительно уменьшалась в среднем от 2,6 см до 2,2–2,3 см, соответственно. В контрольном варианте средняя длина побегов была больше, чем в вариантах с цитокининами (3,2 см). Суммарная длина побегов у исследуемых сортов составляла в среднем 7,8–7,9 см. Отмечено, что Цитодеф при добавлении*

в питательную среду MS в концентрациях 0,5 и 1,0 мг/л проявлял значительно большую цитокининовую активность, чем цитокинин 6-БАП в тех же концентрациях.

**S. Makarov, I. Kuznetsova**

### THE EFFECT OF CYTOKININS ON THE PROCESS OF SHOOT FORMATION OF BLACKCURRANT PLANTS AT THE “PROPER MICROPROPAGATION” STAGE

**Keywords:** black currant, berry crops, clonal micropropagation, cytokinins, in vitro

*The results of studies on the effect of various cytokinins on the shoot formation process of blackcurrant at the stage of “micropropagation proper”. Black currant is an unpretentious and responsive berry crop, characterized by regular fruiting and resistance to some pests and diseases. Clonal micropropagation is the most effective method of vegetative propagation, allowing to get high-quality varietal and healthy planting material out of season for a short period of time. The use of growth regulators is necessary to control the process of organogenesis of regenerated plants during clonal micropropagation. The number of plant shoots increased on average from 2,3 pcs. up to 3,1 pcs. with a change of the concentration of 6-BAP cytokinin from 0,5 mg/l to 1,0 mg/l in the nutrient medium. The average number of shoots was 1.3–1.9 times larger than in variants with 6-BAP at equal concentrations of cytokinin Cytodef in the nutrient medium. The average length of the shoots of currant is slightly decreased on average from 2,6 cm to 2,2–2,3 cm respectively with an increase of concentrations of 6-BAP and Cytodef from 0,5 to 1,0 mg/l in the Murasige-Skoog nutrient medium. The average shoot length in the control variant is longer than in the variants with cytokinins (3,2 cm). The total shoot length for the studied varieties is averaged 7,8–7,9 cm. Greater cytokinin activity in variants with addition of Cytodef in the concentrations of 0,5 and 1,0 mg/l to the nutrient medium is showed significantly than variants with cytokinin 6-BAP in the same concentrations.*

**Макаров Сергей Сергеевич**, аспирант группы недревесной продукции леса, Филиал ФБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства» «Центрально-европейская лесная опытная станция», Кострома, Россия; e-mail: makarov\_serg44@mail.ru

*Sergey S. Makarov, Post-graduate Student of Non-Wood Forest Products Group, Branch of “All-Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry” “Central European Forest Experiment Station”, Kostroma, Russia; e-mail: makarov\_serg44@mail.ru*

**Кузнецова Ирина Борисовна**, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и защиты растений ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», Костромская обл., п. Караваево, Россия

*Irina B. Kuznetsova, Associate Professor of Agrochemistry, Soil Science and Plant Protection, Kostroma State Agricultural Academy, Karavaevo village, Kostroma region, Russia*

**Введение.** Черная смородина (*Ribes nigrum* L.) – наиболее распространенный в Нечерноземной полосе России ягодный кустарник. Вид неприхотлив и отзывчив на уход, отличается регулярным плодоношением и устойчивостью к некоторым вредителям и болезням. Ягоды обладают высокими технологическими свойствами, богаты витамина-

ми, биологически активными веществами, способствующими выводу из организма радиоактивных веществ [3, 5].

Черную смородину можно размножать зелеными и одревесневшими черенками, отводками, делением куста, однако при этом возможно распространение различных болезней и даже вредителей [2, 6, 9]. Наиболее

эффективным способом вегетативного размножения, позволяющим за небольшой период времени, вне сезона получать высококачественный сортовой, оздоровленный посадочный материал, является клональное микроразмножение, в основе которого лежит изоляция апикальных меристем и регенерация из них целых растений. В процессе клонального микроразмножения необходимы регуляторы роста, с помощью которых можно управлять органогенезом растений-регенерантов [1, 7].

**Цель исследований** – изучить цитокининовую активность на процесс побегообразования растений черной смородины на этапе «собственно микроразмножение».

**Объекты и методы.** Исследования проводились в 2017–2018 гг. в Лаборатории клонального микроразмножения растений на базе Центрально-европейской лесной опытной станции ВНИИЛМ по общепринятым методикам [4, 8]. Нами исследовано влияние цитокининов 6-БАП и Цитодеф в концентрациях 0,5 и 1,0 мг/л на этапе «собственно микроразмножение» на побегообразование черной смородины сортов Гладиоза и Селеченская. На этапе «собственно микроразмножение» использовали пи-

тательную среду MS. В каждом варианте учитывали по 15 пробирочных растений. Статистическую обработку данных проводили с использованием программного пакета Microsoft Office 2010.

**Результаты и обсуждение.** Добавление в питательную среду MS цитокинина Цитодеф в концентрации 0,5 мг/л способствовало появлению наибольшего количества побегов у клонируемых растений черной смородины, которое составляло в среднем 4,4 шт. При увеличении содержания в питательной среде этого цитокинина до 1,0 мг/л количество побегов было 3,9 шт. При изменении концентрации цитокинина 6-БАП в питательной среде от 0,5 мг/л до 1,0 мг/л количество побегов увеличивалось в среднем от 2,3 до 3,1 шт., а в контрольном варианте составляло лишь 1,8 шт. Необходимо отметить, что при равных концентрациях в питательной среде цитокинина Цитодеф среднее количество побегов было в 1,3–1,9 раза больше, чем в вариантах с 6-БАП.

Количество побегов у клонируемых растений черной смородины не имело существенных различий в зависимости от сорта и составляло в среднем: у Гладиозы – 3,0 шт., у Селеченской – 3,2 шт. (табл. 1).

**Таблица 1** – Количество побегов в среднем на одно растение черной смородины в зависимости от концентрации 6-БАП и сорта, шт.

Вариант	Сорт		Среднее
	Гладиоза	Селеченская	
MS (контроль)	1,6	1,9	1,8
MS+6БАП 0,5 мг/л	2,1	2,5	2,3
MS+6БАП 1,0 мг/л	3,2	3,0	3,1
MS+Цитодеф 0,5 мг/л	4,4	4,6	4,5
MS+Цитодеф 1,0 мг/л	4,0	3,9	3,9
Среднее	3,0	3,2	
НСР05 общ. = 0,93, НСР05 факт.А = 0,69, НСР05 факт.В = 0,65			

Средняя длина побегов при увеличении в питательной среде концентраций цитокининов 6-БАП и Цитодеф от 0,5 до 1,0 мг/л немного уменьшалась в

среднем от 2,6 см до 2,2–2,3 см, соответственно. В контроле средняя длина побегов была больше, чем в вариантах с цитокининами, и составляла 3,2 см (табл. 2).

**Таблица 2** – Средняя длина побегов в среднем на одно растение черной смородины в зависимости от концентрации 6-БАП и сорта, см

Вариант	Сорт		Среднее
	Гларิโอза	Селеченская	
MS (контроль)	3,1	3,3	3,2
MS+6БАП 0,5 мг/л	2,7	2,5	2,6
MS+6БАП 1,0 мг/л	2,4	2,2	2,3
MS+Цитодеф 0,5 мг/л	2,6	2,6	2,6
MS+Цитодеф 1,0 мг/л	2,3	2,1	2,2
Среднее	2,6	2,5	
НСР05 общ. = 0,96, НСР05 факт.А = 0,69, НСР05 факт.В = 0,72			

Различия по средней длине побегов, в зависимости от сорта, были несущественны. Так, у сорта Гларิโอза она составляла в среднем 2,6 см, у сорта Селеченская – 2,5 см.

Суммарная длина побегов у растений-регенерантов черной смородины была максимальной в варианте с Ци-

тодеф 0,5 мг/л – в среднем 11,4 см, в варианте с Цитодеф 1,0 мг/л – 8,7 см, с 6-БАП 1,0 мг/л – 7,1 см, с 6-БАП 0,5 мг/л – 6,0 см, а в контрольном варианте – 5,7 см. В вариантах с Цитодеф суммарная длина побегов при одинаковых концентрациях была в 1,2–1,9 раз больше, чем в вариантах с 6-БАП (табл. 3).

**Таблица 3** – Суммарная длина побегов в среднем на одно растение черной смородины, в зависимости от концентрации 6-БАП и сорта, см

Вариант	Гларิโอза	Селеченская	Среднее
MS (контроль)	5,0	6,3	5,7
MS+6БАП 0,5 мг/л	5,7	6,3	6,0
MS+6БАП 1,0 мг/л	7,7	6,6	7,1
MS+Цитодеф 0,5 мг/л	11,4	12,0	11,4
MS+Цитодеф 1,0 мг/л	9,2	8,2	8,7
Среднее	7,8	7,9	
НСР05 общ. = 1,21, НСР05 факт.А = 0,91, НСР05 факт.В = 0,93			

Суммарная длина побегов у исследуемых сортов составляла в среднем 7,8–7,9 см, то есть в зависимости от сорта существенных различий не выявлено.

**Заключение.** Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. С повышением в питательной среде MS концентрации цитокининов 6-БАП и Цитодеф количество побегов у растений-регенерантов черной смородины и суммарная длина увеличивались, а их

средняя длина немного уменьшалась в сравнении с контролем.

2. При концентрациях 0,5 и 1,0 мг/л в питательной среде MS Цитодеф проявлял значительно большую цитокининовую активность, чем 6-БАП в аналогичных концентрациях. Так, количество и суммарная длина побегов у растений-регенерантов черной смородины в вариантах с Цитодеф была в 1,2–2,0 раза больше по сравнению с 6-БАП.

3. Значительных различий по коли-

честву и длине побегов у растений-регенерантов черной смородины в зависимости от сорта не наблюдалось.

### Библиографический список

1. Агафонов Н.В., Фаустов В.В. Применение регуляторов роста в плодоводстве. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1972. – 64 с.
2. Володина Е.В. Смородина. – Л.: Колос, 1983. – 90 с.
3. Витковский В. Л. Плодовые растения мира. – СПб.: Лань, 2003. – 592 с.
4. Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений: учеб. пособие. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. – 318 с.
5. Поздняков А.Д. Смородина. – М.: Агропромиздат, 1985. – 128 с.
6. Поздняков А.Д., Белов В.Ф. Смородина. – М.: Агропромиздат, 1988. – 138 с.
7. Регуляторы роста растений / К.З. Гамбург [и др.]. – М., 1979. – 246 с.
8. Сельскохозяйственная биотехнология: учебник / В.С. Шевелуха [и др.]. – М.: Высшая школа, 2008. – 416 с.
9. Ягодные культуры: справочник / Сост. Е.И. Ярославцев. – М.: Агропромиздат, 1988. – 239 с.
1. Agafonov N.V., Faustov V.V. Application of Growth Regulators in Fruit Growing. Moscow. VNIITEISKH.1972. 64 [in Russian]
2. Volodina E.V. Currant. Leningrad. Kolos. 1983. 90 [in Russian]
3. Vitkovskij V.L. Fruit plants of the world. St. Petersburg. Lan. 2003. 592 [in Russian]
4. Kalashnikova E.A. Cell Plant Engineering. Moscow. Izd-vo RGAU -MSKhA. 2012. 318 [in Russian]
5. Pozdnyakov A.D. Currant. Moscow. Agropromizdat 1985. 128 [in Russian]
6. Pozdnyakov A.D., Belov V.F. Currant. Moscow. Agropromizdat. 1988. 138 [in Russian]
7. Gamburg K.Z. [et al.]. Plant Growth Regulators. Moscow. 1979. 246 p. [in Russian]
8. Sheveluha V.S. et al. Agricultural Biotechnology. Moscow. Vysshaya shkola. 2008. 416 [in Russian]
9. Yaroslavcev E.I. Berry Crops. Reference book. Moscow. Agropromizdat. 1988. 239 p [in Russian]