

## АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ У РЕГЕНЕРАНТОВ *ARONIA MELANOCARPA* (MICHX.) ELLIOT ПРИ УКОРЕНЕНИИ *IN VITRO*

**М.А. КРУПКЕВИЧ, К.В. КОЗЛОВИЧ,  
О.А. КУДРЯШОВА, А.А. ВОЛОТОВИЧ.**

*Полесский государственный университет,  
г. Пинск, Республика Беларусь, volant777@tut.by*

**Введение.** Арония черноплодная (*Aronia melanocarpa*) – основной вид рода *Aronia* семейства Розовые (*Rosaceae*). Родина аронии Северная Америка, хотя сейчас она широко известна и распространена по всему миру. Эта плодовая культура малотребовательна к почве и морозоустойчива, что дает ей преимущества при культивировании в разных агроклиматических зонах Беларуси. Свежие плоды являются лекарственным сырьем. Они содержат до 10% моносахаридов (глюкозу и фруктозу), циклический спирт сорбит, витамин Р (от 2000 мг% – 6500 мг%), каротин, витамины С (до 100 мг%), Е, РР, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>. Суммарное содержание антоцианов в плодах аронии достигает 6,4%. Кроме того плоды аронии отличаются уникальным набором микроэлементов (В, F, I, Fe, Cu, Mn, Mo, Co, Ca), содержат пектиновые и дубильные вещества, гликозид амигдалин, по содержанию органических кислот превосходит мандарины, землянику, малину и красную смородину. Плоды аронии используются в фармацевтике и пищевой промышленности [1].

Арония легко размножается семенами, однако этот метод не рекомендуется из-за получения растений поздно вступающих в фазу плодоношения. Растения также при этом растут сильно и неоднородно, что неблагоприятно для механической уборки [2].

Арония в селекционном плане сравнительно молодая культура и лишь некоторые известные сорта и линии возделываются. Микроразмножение *in vitro* наиболее эффективный метод быстрого получения генетически практически идентичных растений аронии черноплодной [3–6]. Некоторые авторы проводили исследования по стимуляции удлинения побегов, или их пролиферации и укоренения на средах с добавлением аргинина [7].

В Польше проводили исследования по асептическому введению в культуру *in vitro*, микроразмножению и укоренению аронии черноплодной [1]. Для укоренения до 94% регенерантов *in vitro* использовали макро-, микросолевою основу ½ MS с 20 г/л сахарозы и 200 мг/л аргинина с 0,05 мг/л ИМК, либо 100 мг/л пролина и 200 мг/л гидролизата казеина с 0,05 мг/л ИМК. Для укоренения *ex vitro* экспланты погружали в водно-спиртовой раствор ИМК с концентрацией 1,5 мг/л и 3,0 мг/л и высаживали в смесь торфа и перлита в соотношении 1:1, pH=6,0. Растения на протяжении периода укоренения обрабатывали растворами «Florovit» (1%), «Previcur» (0,15%), «Rowral» (0,15%) и подкармливали удобрениями «Peters Starter» (0,8 г/л). Несмотря на достигнутые результаты, все еще остается актуальным вопрос минимизации затрат на производство саженцев аронии путем микроразмножения *in vitro* при сохранении высокого качества посадочного материала.

В настоящей статье приведены результаты анализа изменчивости семи количественных признаков у регенерантов аронии черноплодной *in vitro* на питательных, агаризованных средах для укоренения, с органическими соединениями, на макро-, микросолевою основе Андерсона (AN – среда для культивирования древесных растений), различающихся по составу ауксинов.

**Методика и объекты исследования.** Исследования проводили на базе биотехнологической лаборатории НИЛ клеточных технологий в растениеводстве учреждения образования «Полесский государственный университет» (далее НИЛ КТР ПолесГУ) в июле-сентябре 2012 года.

Асептическое введение и стабилизацию аронии черноплодной *in vitro* осуществляли на базе НИЛ КТР ПолесГУ в марте-июне 2012 года, в соответствии с методом, разработанным на базе НИЛ КТР ПолесГУ на сортовой голубике высокой, и изложенном в заявке о выдаче патента на изобретение №А20111446 от 31.10.2011 года. В качестве объекта исследований использовали стабилизированные и размножаемые *in vitro* регенеранты (экспланты) аронии черноплодной (*Aronia melanocarpa* Michx. Elliot). Общее количество анализируемых регенерантов для каждого варианта опыта составило не менее 200 шт. (четыре стеклянные емкости, по 50 регенерантов в каждой).

Регенеранты получали в результате культивирования эксплантов (состоящих из двух метамеров) в колбах конических (объемом по 100 мл) с 25 мл стерильной агаризованной, питательной

среды на микро-, макро- солевой основе, с органическими соединениями (кроме фитогормонов) по Андерсона (АН) [8, 9], содержащей фитогормоны, в соответствии с приведенными ниже вариантами опыта:

1. Контроль – без фитогормонов;
2. ИУК 0,1 мг/л;
3. ИУК 0,5 мг/л;
4. ИУК 1,0 мг/л;
5. ИМК 0,1 мг/л;
6. ИМК 0,5 мг/л;
7. ИМК 1,0 мг/л;
8. ИУК 0,1 мг/л и ИМК 0,1 мг/л;
9. ИУК 0,5 мг/л и ИМК 0,5 мг/л;
10. ИУК 1,0 мг/л и ИМК 1,0 мг/л.

Учет анализируемых показателей – сырой вес регенеранта, высота регенерантов, количество побегов, количество листьев, количество корней, длина корней, укореняемость регенерантов – проводили через 10 недель культивирования на стеллажах световой установки культурального помещения биотехнологической лаборатории при температуре +25°C, фотопериоде день/ночь – 16ч/8ч, освещенности 4000 лк (2 люминесцентных лампы OSRAM L36W/76 Natura), относительной влажности воздуха 70 %.

Общий математический анализ данных проводили по стандартным методам вариационной статистики [10] с использованием программы статистического анализа данных STATISTICA 6.0 [11]. Двухфакторный дисперсионный анализ данных и расчет доли влияния факторов на изменчивость исследуемых признаков проводили в программе статистического анализа AB-Stat 1.0, разработанной в Институте генетики и цитологии НАН Беларуси [12].

**Результаты и их обсуждение.** В таблице 1 приведены результаты изменчивости анализируемых количественных признаков у регенерантов аронии черноплодной *in vitro*. Выделены значения, достоверно (при  $P < 0,05$  и  $P < 0,01$ ) отличающиеся от показателей анализируемых признаков в контроле. Общий анализ изменчивости показателей исследуемых признаков указывает на то, что в подавляющем большинстве случаев достоверное превышение над контрольными значениями наблюдалось по количеству и длине корней, по сырому весу регенерантов и по укореняемости регенерантов. По количеству побегов и листьев, а также в подавляющем большинстве вариантов опыта (за исключением ИУК в концентрации 0,5 мг/л) по высоте регенерантов значения находились на уровне контрольных.

По высоте регенерантов наиболее высокие значения, достоверно (при  $P < 0,01$ ) превышающие показатели признака в контроле, наблюдались в варианте опыта с 0,5 мг/л ИУК. При этом превышение показателей высоты регенерантов по отношению к контролю составило в 1,2 раза (табл. 1). Во всех остальных случаях, как уже было отмечено выше, значения признака в вариантах опыта находились на уровне контрольных. Тем не менее, следует отметить тенденцию уменьшения высоты регенерантов с ростом концентрации ИМК в составе питательной среды от 0,1 до 1,0 мг/л. В присутствии ИУК подобного эффекта не наблюдалось, даже при совместном использовании ИУК и ИМК (табл. 1).

По количеству листьев все значения признака в вариантах опыта находились на уровне контрольных. Тем не менее, следует отметить тенденцию первоначального увеличения показателей признака с ростом концентрации любого из исследуемых по отдельности и в смеси ауксинов от 0,1 до 0,5 мг/л (табл. 1). При дальнейшем увеличении концентрации ауксинов (как по отдельности, так и в смеси) от 0,5 до 1,0 мг/л показатели признака уменьшались. В целом, в большинстве случаев количество листьев в вариантах опыта было ниже, чем в контроле.

По количеству побегов все значения признака в вариантах опыта находились на уровне контрольных. Никаких тенденций по данному признаку также не установлено (табл. 1).

По количеству корней во всех вариантах опыта наблюдалось достоверное (при  $P < 0,01$ ) превышение показателей по отношению к контролю в 1,4–2,2 раза (табл. 1). Следует также отметить то, что установлена закономерность увеличения показателей признака с ростом концентрации ИУК, как при самостоятельном применении ауксина, так и в смеси с ИМК в равных концентрациях. При этом в присутствии только ИУК, с ростом концентрации от 0,1 до 1,0 мг/л наблюдалось достоверное превышение по отношению к контролю в 1,4–1,9 раза, соответственно концентрации ИУК. При одновременном использовании ИУК и ИМК с ростом концентраций ауксинов от 0,1 до 1,0 мг/л также наблюдалось достоверное превышение по отношению к контролю в 1,5–2,2 раза, соот-

ветственно концентрациям ауксинов. В данном случае эффекты ИУК проявлялись сильнее в присутствии ИМК в такой же концентрации (табл. 1). В то же самое время с ростом от 0,1 до 1,0 мг/л концентрации ИМК при самостоятельном использовании ауксина наблюдалось снижение показателей признака, тем не менее, с сохранением достоверного превышения по отношению к контролю в 2,0–1,5 раза, соответственно концентрации ИМК. Таким образом, если не учитывать направленность действия применяемых ауксинов, в присутствии ИМК эффекты проявлялись сильнее, чем в присутствии ИУК (табл. 1).

В присутствии ауксинов во всех исследуемых случаях (за исключением одного) длина корней у регенерантов достоверно (чаще при  $P < 0,01$ ) превышала показатели признака в контроле в 1,3–1,5 раза (табл. 1). Наиболее высокие показатели анализируемого признака наблюдались в присутствии 0,1–1,0 мг/л ИМК (превышение по отношению к контролю в 1,4–1,5 раза). С ростом концентрации ИУК от 0,1 до 0,5 мг/л первоначально наблюдалось увеличение показателей длины корней (превышение по отношению к контролю в 1,1–1,3 раза), а при дальнейшем увеличении концентрации ИУК от 0,5 до 1,0 мг/л – показатели исследуемого признака снижались (табл. 1). При одновременном использовании ауксинов в равных концентрациях установлена закономерность снижения показателей признака с ростом концентрации ауксинов от 0,1 до 1,0 мг/л. При этом, несмотря на уменьшение показателей признака, сохранялось достоверное превышение по отношению к контролю в 1,5–1,3 раза, соответственно концентрациям ауксинов (табл. 1).

В присутствии ауксинов во всех исследуемых случаях (за исключением одного) сырой вес регенерантов достоверно (при  $P < 0,01$ ) превышал показатели признака в контроле в 1,5–2,1 раза (табл. 1). Следует также отметить то, что по аналогии с изменчивостью признака количество корней, установлена закономерность увеличения показателей признака с ростом концентрации ИУК, как при самостоятельном применении ауксина, так и в смеси с ИМК в равных концентрациях. При этом в присутствии только ИУК, с ростом концентрации от 0,1 до 1,0 мг/л наблюдалось достоверное превышение по отношению к контролю в 1,5–1,9 раза, соответственно концентрации ИУК. При одновременном использовании ИУК и ИМК с ростом концентраций ауксинов от 0,1 до 1,0 мг/л также наблюдалось достоверное превышение по отношению к контролю в 1,6–2,1 раза, соответственно концентрациям ауксинов. В данном случае эффекты ИУК проявлялись сильнее в присутствии ИМК в такой же концентрации (табл. 1). В то же самое время с ростом от 0,1 до 0,5 мг/л концентрации ИМК при самостоятельном использовании ауксина наблюдалось снижение показателей признака, тем не менее, с сохранением достоверного превышения по отношению к контролю в 1,9–1,7 раза, соответственно концентрации ИМК. При дальнейшем увеличении концентрации ИМК от 0,5 до 1,0 мг/л показатели признака увеличивались. Таким образом, если не учитывать направленность действия применяемых ауксинов, в присутствии ИМК эффекты по признаку сырой вес регенерантов проявлялись сильнее, чем в присутствии ИУК (табл. 1).

По укореняемости регенерантов в подавляющем большинстве случаев (за исключением варианта с 1,0 мг/л ИМК) в присутствии ауксинов наблюдалось превышение показателей анализируемого признака по сравнению с контрольными показателями в 1,1 раза (табл. 1). Наиболее высокие показатели исследуемого признака (достоверно при  $P < 0,05$  и  $P < 0,01$  превышающие контрольные показатели) наблюдались в присутствии 0,1–0,5 мг/л ИМК; 0,1 мг/л ИУК, а также при совместном использовании ауксинов в концентрациях 0,5–1,0 мг/л (табл. 1). Следует также отметить тенденцию повышения укореняемости регенерантов с ростом концентрации одновременно используемых ауксинов от 0,1 до 1,0 мг/л, в то время как при использовании ауксинов по отдельности, наиболее высокие показатели наблюдаются при минимальных концентрациях исследуемых ауксинов (табл. 1).

Таблица 1 – Изменчивость количественных признаков у регенерантов аронии черноплодной *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot *in vitro*

| Вариант опыта                           | КП, шт.     | ВР, мм            | КЛ, шт.    | КК,              | ДК, мм            | СВР, мг           | УК, %              |
|---|-------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| Контроль<br>( $1/2$ ВРМ-основа)         | 1,03±0,02   | 15,3±0,5          | 6,3±0,6    | 2,3±0,2          | 8,2±0,2           | 17,3±0,3          | 93,3±0,9           |
| ИУК <sub>0,1</sub>                      | 1,03±0,02   | 14,9±0,3          | 5,7±0,2    | <b>3,3±0,2**</b> | 9,4±0,3           | 20,0±0,6          | <b>98,3±0,9*</b>   |
| ИУК <sub>0,5</sub>                      | 1,00±0,00   | <b>18,3±0,5**</b> | 6,3±0,1    | <b>4,0±0,4**</b> | <b>10,9±1,5*</b>  | <b>25,9±3,1*</b>  | 95,6±4,4           |
| ИУК <sub>1,0</sub>                      | 1,03±0,02   | 14,9±0,1          | 6,1±0,1    | <b>4,4±0,2**</b> | <b>10,3±0,7*</b>  | <b>32,6±3,7**</b> | 97,8±2,2           |
| ИМК <sub>0,1</sub>                      | 1,06±0,02   | 16,8±0,9          | 6,0±0,2    | <b>4,7±0,2**</b> | <b>12,6±0,1**</b> | <b>32,1±2,2**</b> | <b>100,0±0,0**</b> |
| ИМК <sub>0,5</sub>                      | 1,01±0,01   | 14,7±0,3          | 6,5±0,2    | <b>4,3±0,1**</b> | <b>12,0±0,2**</b> | <b>28,8±0,9**</b> | <b>100,0±0,0**</b> |
| ИМК <sub>1,0</sub>                      | 1,03±0,00   | 13,8±1,0          | 6,3±0,3    | <b>3,5±0,2**</b> | <b>12,6±0,6**</b> | <b>31,5±2,6**</b> | 93,3±0,0           |
| ИУК <sub>0,1</sub> + ИМК <sub>0,1</sub> | 1,05±0,03   | 14,4±1,0          | 6,1±0,2    | <b>3,5±0,5**</b> | <b>12,3±1,5**</b> | <b>27,5±3,8**</b> | 97,8±1,1           |
| ИУК <sub>0,5</sub> + ИМК <sub>0,5</sub> | 1,00±0,00   | 14,3±1,0          | 6,3±0,1    | <b>4,1±0,3**</b> | <b>10,7±0,3*</b>  | <b>29,9±2,0**</b> | <b>100,0±0,0**</b> |
| ИУК <sub>1,0</sub> + ИМК <sub>1,0</sub> | 1,00±0,00   | 14,9±0,9          | 5,6±0,2    | <b>5,1±0,2**</b> | <b>10,3±0,2*</b>  | <b>35,5±1,1**</b> | <b>100,0±0,0**</b> |
| НСР <sub>0,05</sub>                     | <b>0,05</b> | <b>2,2</b>        | <b>0,8</b> | <b>0,7</b>       | <b>2,1</b>        | <b>7,3</b>        | <b>4,9</b>         |
| НСР <sub>0,01</sub>                     | <b>0,07</b> | <b>3,0</b>        | <b>1,1</b> | <b>0,9</b>       | <b>2,9</b>        | <b>10,1</b>       | <b>6,7</b>         |

Примечание –\* – достоверно отличается от контрольных значений при  $P<0,05$ ; \*\* – при  $P<0,01$ ; СВР – сырой вес регенерантов, мг; ВР – высота регенерантов, мм; КЛ – количество листьев, шт.; ДК – длина корней, мм; КК – количество корней, шт.; КП – количество побегов, шт.; УК – укореняемость регенерантов, %; то же для таблиц 2–3

Таблица 2 – Однофакторный дисперсионный анализ изменчивости количественных признаков у регенерантов аронии черноплодной *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot *in vitro*

| ИВ                   | df | КП    |      | ВР            |      | КЛ    |      | КК             |      | ДК             |      | СВР             |      | УК             |      |
|----------------------|----|-------|------|---------------|------|-------|------|----------------|------|----------------|------|-----------------|------|----------------|------|
|                      |    | СК    | ДВ,% | СК            | ДВ,% | СК    | ДВ,% | СК             | ДВ,% | СК             | ДВ,% | СК              | ДВ,% | СК             | ДВ,% |
| Общее                | 29 | 0,001 | 100  | 2,796         | 100  | 0,212 | 100  | 0,734          | 100  | 3,155          | 100  | 41,710          | 100  | 12,435         | 100  |
| Фактор А             | 9  | 0,001 | 44   | <b>5,297*</b> | 59   | 0,248 | 36   | <b>1,903**</b> | 80   | <b>6,347**</b> | 62   | <b>97,302**</b> | 72   | <b>21,587*</b> | 54   |
| Повторности          | 2  | 0,000 | 1    | 1,972         | 5    | 0,025 | 1    | 0,586          | 6    | 3,919          | 9    | 2,760           | 1    | 10,085         | 6    |
| Случайные отклонения | 18 | 0,001 | 55   | 1,636         | 36   | 0,215 | 63   | 0,166          | 14   | 1,474          | 29   | 18,241          | 27   | 8,121          | 40   |

Примечание – \* – достоверно при  $P < 0,05$ ; \*\* – при  $P < 0,01$ ; фактор А – вариант опыта; ИВ – источник варьирования; СК – средний квадрат; ДВ – доля влияния фактора; df – число степеней свободы; то же для таблицы 3

Таблица 3 – Двухфакторный дисперсионный анализ изменчивости количественных признаков у регенерантов аронии черноплодной *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot *in vitro*

| ИВ                         | df | КП    |      | ВР              |      | КЛ            |      | КК             |      | ДК              |      | СВР    |      |
|----------------------------|----|-------|------|-----------------|------|---------------|------|----------------|------|-----------------|------|--------|------|
|                            |    | СК    | ДВ,% | СК              | ДВ,% | СК            | ДВ,% | СК             | ДВ,% | СК              | ДВ,% | СК     | ДВ,% |
| Общее                      | 17 | 0,001 | 100  | 3,253           | 100  | 0,143         | 100  | 0,358          | 100  | 2,642           | 100  | 33,362 | 100  |
| Фактор А<br>(тип ауксина)  | 1  | 0,001 | 5    | 3,645           | 7    | 0,294         | 12   | 0,245          | 4    | <b>21,342**</b> | 48   | 95,220 | 17   |
| Фактор В<br>(концентрация) | 2  | 0,003 | 34   | <b>7,202*</b>   | 26   | <b>0,477*</b> | 39   | 0,057          | 2    | 0,354           | 2    | 59,801 | 21   |
| АхВ                        | 2  | 0,000 | 5    | <b>11,527**</b> | 42   | 0,004         | 1    | <b>1,932**</b> | 64   | 1,777           | 8    | 68,522 | 24   |
| Повторности                | 2  | 0,001 | 13   | 0,861           | 3    | 0,222         | 18   | 0,044          | 1    | 3,041           | 13   | 9,524  | 3    |
| Случайные отклонения       | 10 | 0,001 | 43   | 1,248           | 22   | 0,072         | 30   | 0,177          | 29   | 1,323           | 29   | 19,625 | 35   |

Примечание – Фактор А – ауксин (ИУК, ИМК); фактор В – концентрация ауксина (0,1; 0,5; 1,0 мг/л)

Однофакторный дисперсионный анализ установил достоверность (при  $P < 0,01$  и  $P < 0,05$ ) влияния исследуемого фактора (вариант опыта) на изменчивость пяти из семи анализируемых признаков – высота регенерантов, количество и длина корней, сырой вес регенерантов, укореняемость регенерантов (табл. 2). Доля влияния фактора на изменчивость анализируемых признаков при этом составляет 54–80 %, в зависимости от признака.

Двухфакторный дисперсионный анализ установил достоверность (при  $P < 0,01$ ) влияния типа ауксина только на изменчивость длины корней, с долей влияния фактора 48% (табл. 3).

Разные концентрации ауксинов оказывали достоверное влияние на изменчивость признаков высота регенерантов и количество листьев, с долями влияния фактора 26% и 39%, соответственно (табл. 3).

Совокупность исследуемых факторов оказывала достоверное при  $P < 0,01$  влияние на изменчивость признаков высота регенерантов и количество корней, с долями влияния 42% и 64%, соответственно (табл. 3).

**Выводы.** Общий анализ изменчивости семи исследуемых признаков указывает на то, что в подавляющем большинстве случаев достоверное превышение над контрольными значениями наблюдается по количеству и длине корней, по сырому весу регенерантов и по укореняемости регенерантов. По количеству побегов и листьев, а также в подавляющем большинстве вариантов опыта (за исключением ИУК в концентрации 0,5 мг/л) по высоте регенерантов показатели значений признаков находились на уровне контрольных.

По признаку «высота регенерантов» установлена тенденция уменьшения показателей признака с ростом концентрации ИМК в составе питательной среды от 0,1 до 1,0 мг/л. В присутствии ИУК подобного эффекта не наблюдалось, даже при совместном использовании ИУК и ИМК.

По признаку «количество листьев» установлена тенденция первоначального увеличения показателей признака с ростом концентрации любого из исследуемых по отдельности и в смеси ауксинов от 0,1 до 0,5 мг/л (табл. 1). При дальнейшем увеличении концентрации ауксинов от 0,5 до 1,0 мг/л показатели признака уменьшались.

По признаку «количество корней» во всех вариантах опыта наблюдалось достоверное (при  $P < 0,01$ ) превышение показателей по отношению к контролю в 1,4–2,2 раза. Установлена закономерность увеличения показателей количества корней с ростом концентрации ИУК, как при самостоятельном применении ауксина, так и в смеси с ИМК в равных концентрациях. С ростом концентрации ИМК от 0,1 до 1,0 мг/л при самостоятельном использовании ауксина наблюдалось снижение показателей количества корней. Установлено также, что если не учитывать направленность действия применяемых ауксинов, то в присутствии ИМК эффекты изменчивости количества корней проявлялись сильнее, чем в присутствии ИУК.

В присутствии ауксинов во всех исследуемых случаях (за исключением одного) длина корней у регенерантов достоверно (чаще при  $P < 0,01$ ) превышала показатели признака в контроле в 1,3–1,5 раза. Наиболее высокие показатели анализируемого признака наблюдались в присутствии 0,1–1,0 мг/л ИМК (превышение по отношению к контролю в 1,4–1,5 раза).

В присутствии ауксинов во всех исследуемых случаях (за исключением одного) сырой вес регенерантов достоверно (при  $P < 0,01$ ) превышал показатели признака в контроле в 1,5–2,1 раза. Установлена закономерность увеличения показателей сырого веса регенерантов с ростом концентрации ИУК, как при самостоятельном применении ауксина, так и в смеси с ИМК в равных концентрациях. Установлено также, что если не учитывать направленность действия применяемых ауксинов, то в присутствии ИМК эффекты изменчивости количества корней проявлялись сильнее, чем в присутствии ИУК.

Наиболее высокие показатели укореняемости регенерантов (достоверно при  $P < 0,05$  и  $P < 0,01$  превышающие контрольные показатели) наблюдались в присутствии 0,1–0,5 мг/л ИМК; 0,1 мг/л ИУК, а также при совместном использовании ауксинов в концентрациях 0,5–1,0 мг/л. Установлена тенденция повышения укореняемости регенерантов с ростом концентрации одновременно используемых ауксинов от 0,1 до 1,0 мг/л. При использовании ауксинов по отдельности, наиболее высокие показатели наблюдаются при минимальных концентрациях исследуемых ауксинов.

По результатам однофакторного дисперсионного анализа вариант опыта оказывает достоверное при  $P < 0,01$  и  $P < 0,05$  влияние на изменчивость признаков – высота регенерантов, количество и длина корней, сырой вес и укореняемость регенерантов, с долей влияния 54–80%, в зависимости от признака.

Двухфакторный дисперсионный анализ установил достоверность (при  $P < 0,01$ ) влияния типа ауксина только на изменчивость длины корней, с долей влияния фактора 48%. Разные concentra-

ции ауксинов оказывали достоверное влияние на изменчивость признаков высота регенерантов и количество листьев, с долями влияния фактора 26% и 39%, соответственно. Совокупность исследуемых факторов «тип ауксина x концентрация ауксина» оказывала достоверное при  $P < 0,01$  влияние на изменчивость признаков высота регенерантов и количество корней, с долями влияния 42% и 64%, соответственно.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Litwinczuk, W. Propagation of black chokeberry (*Aronia melanocarpa* Elliot) through in vitro culture / W. Litwinczuk // EJPAU. – 2002. – Vol.5, I.2
2. Ruzic, D. In vitro rooting and subsequent growth of black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) plants ex vitro / D. Ruzic // J. Fruit Ornamental Plant Res. – 1993. – Vol.1, I.1. – P. 1–8.
3. Brand, M.H. Micropropagation of red and black chokeberry (*Aronia* spp.) / M.H. Brand, W.G. Cullina // HortScience. – 1992. – Vol.27, I.1. – P.81.
4. Staniene, G. In vitro propagation of non-traditional horticultural plants (*Actinidia*, *Chaenomeles*, *Aronia*) / G. Staniene, V. Stanys, C. Bobinas, P. Duchowski, A. Merkys // Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. – 1999. – Vol. 468. – P. 441–443.
5. Velchev, V. Root formation and adaptation of micropropagated *Aronia* shoots / V. Velchev, O. Mladenova // Rasteniievadni Nauki. – 1992. – Vol. 29, I. 5-6. – P. 79–83.
6. Zatyko, J.M. Adventitious root formation of chokeberry (*Aronia melanocarpa* Elliot) influenced by the pH of medium / J.M. Zatyko, I. Molnar // Fruit Science Reports. – 1990. – Vol.17, I.1. – P. 21–27.
7. Orlikowska T. Influence of arginine on in vitro rooting of dwarf apple rootstocks / T. Orlikowska // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. – 1992. – Vol.31. – P. 9–14.
8. Trigiano, R.N. Plant tissue culture concepts and laboratory exercises / R.N. Trigiano, D.J. Gray. – US/MA, CRC Press LLC., 1999–2000. – 454 p.
9. Сидорович, Е.А. Клональное микроразмножение новых плодово-ягодных растений / Е.А. Сидорович, Е.Н. Кутас – Минск, 1996. – 246 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 350 с.
11. Боровиков, В.П. STATISTICA: Искусство анализа данных на компьютере / В.П. Боровиков. – СПб: Питер, 2001. – 688 с.
12. Анощенко, Б.Ю. Программы анализа и оптимизации селекционного процесса растений / Б.Ю. Анощенко // Генетика. – М.: Наука, 1994. – Т.30. – Приложение. – С. 8–9.

## ANALYSIS OF VARIABILITY OF QUANTITATIVE TRAITS AT REGENERANTS OF ARONIA MELANOCARPA (MICHX.) ELLIOT WHEN ROOTING IN VITRO

*M.A. KRUPKEVICH, K.V. KOZLOVICH,  
O.A. KUDRYASHOVA, A.A. VOLOTOVICH.*

### *Summary*

In the present article are given the results of the analysis of variability of seven quantitative traits – the moist weight and height of regenerants, number of shoots and leaves, length and quantity of roots, and also an percent of rooting regenerants of black chokeberry *in vitro* on nutrient, agarized mediums for rooting, with organic compounds, on macro- and micro minerals basis of AN differing on auxins in 10 variants of experience. Tendencies and regularities of variability of studied traits depending on type and concentration of the IAA and IBA auxins applied separately and together, according to experience variants are established. The one-factorial dispersive analysis established reliable at  $P < 0.01$  and  $P < 0.05$  influence of experience variants on variability of regenerants height, quantities and lengths of roots, moist weight and percent of rooting regenerants, from shares of influence of 54–80%, depending on a trait. Results of the two-factorial dispersive analysis of influence of factors «auxin type» and «concentration of auxin» on variability of studied traits are given.

© Крупкевич М.А., Козлович к.В., Кудряшова О.А., Волотович А.А.  
Поступила в редакцию 14 марта 2013г.