

УДК 634.725:581.143.6:581.133.8

ПОДБОР МИНЕРАЛЬНОГО И ГОРМОНАЛЬНОГО СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ СОРТОВ КРЫЖОВНИКА В КУЛЬТУРЕ IN VITRO

Е.В. Колбанова

РУП «Институт плодоводства»,

ул. Ковалева, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,

e-mail: belhort@it.org.by

РЕЗЮМЕ

При размножении *in vitro* сортов крыжовника Малахит, Куршу Дзинтарс, Северный капитан, Раволт использовали питательную среду Мурасиге и Скуга (MS), модифицированную по содержанию макросолей, фитогормонов, источника углеводов. На начальном этапе микроразмножения (1-2-й пассажи) сортов крыжовника можно использовать как питательную среду, в которой все макросоли по MS уменьшены на 20 %, так и питательную среду, в которой уменьшено в три раза только содержание нитрата аммония и калия. Для вытягивания конгломератов растений-регенерантов крыжовника лучше использовать питательную среду, в которой все макросоли по MS уменьшены на 20 % с добавлением GA₃ в концентрации 0,3 или 0,5 мг/л в сочетании с 6-БА (0,1-0,2 мг/л). В качестве источника углеводов можно использовать как сахарозу, так и глюкозу.

При размножении сортов крыжовника в стерильной культуре установлены сортовые особенности. Сорт Северный капитан отличается хорошим развитием в культуре *in vitro*. Размножение сортов Раволт и Куршу Дзинтарс зависит от условий культивирования. Сорт Малахит плохо размножается в стерильных условиях.

Ключевые слова: крыжовник, культура *in vitro*, 6-бензиладенин (6-БА), гибберелловая кислота (GA₃), Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Крыжовник – культура, трудно размножаемая в условиях *in vitro* [1, 2, 3]. Одной из проблем при культивировании крыжовника *in vitro* является мельчание микропобегов и невозможность их использования для укоренения [4, 5, 6], что было установлено и нами в проведённых ранее исследованиях [7]. Наши исследования показали, что среды с полной нормой макросолей по MS не пригодны для морфогенеза сортов крыжовника. Снижение содержания в средах нитрата аммония и калия в 2-3 раза увеличивает регенерационную способность изученных сортов крыжовника в 0-1-м пассажах [8].

Цель исследований: подобрать оптимальный минеральный и гормональный состав питательной среды для этапов собственно микроразмножения и вытягивания растений-регенерантов крыжовника для последующего их укоренения.

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в отделе биотехнологии РУП «Институт плодоводства» в 2010-2011 гг. Объекты исследований: районированные сорта крыжовника Малахит, Куршу Дзинтарс, Северный капитан, Раволт.

Для культивирования крыжовника использовали модифицированную питательную среду Мурасиге и Скуга (MS) с различным содержанием макросолей, с добавлением регуляторов роста (6-бензиладенина (6-БА) и гибберелловой кислоты (GA₃)) в различных концентрациях и с использованием различных источников углеводов (таблицы 1, 2). Во всех средах, имеющих обозначение 1/3, содержание нитрата аммония и калия было уменьшено в три раза. В средах, имеющих обозначение R5, все макросоли по MS были уменьшены на 20 %. В качестве источников углеводов использовали сахарозу (к обозначению среды 1/3 и R5 добавляется буква «с») и глюкозу (к обозначению среды 1/3 и R5 добавляется буква «г»). Длительность субкультивирования составляла 28 суток.

Таблица 1 – Состав питательной среды (макро- и микросоли, витамины) для культивирования крыжовника

Компонент питательной среды	Обозначение питательной среды	
	1/3	R5
NH ₄ NO ₃	1/3 MS	4/5 MS
KNO ₃	1/3 MS	4/5 MS
MgSO ₄ ·7H ₂ O	MS	4/5 MS
KH ₂ PO ₄	MS	4/5 MS
CaCl ₂ ·2H ₂ O	MS	4/5 MS
FeSO ₄ ·7H ₂ O	MS	MS
Na ₂ ЭДТА	MS	MS
Микросоли	MS	MS
Витамин В ₁ , мг/л	0,4	0,4
Глицин, мг/л	2,0	2,0
Агар, г/л	4,8	
pH	5,6-5,7	

Таблица 2 – Регуляторы роста и источник углеводов, используемые для культивирования крыжовника

Пассаж	Обозначение питательной среды	Регуляторы роста, мг/л		Углеводы, г/л	
		6-БА	GA ₃	сахароза	глюкоза
1-2-й пассажи	1/3 с	0,3	-	20	-
	1/3 г	0,3	-	-	20
	R5 с	0,3	-	20	-
	R5 г	0,3	-	-	20
3-й пассаж	1/3 с*	0,3	1,0	20	-
	1/3 г*	0,3	1,0	-	20
	R5 с*	0,3	1,0	20	-
	R5 г*	0,3	1,0	-	20
5-й пассаж	R5 с 0,1/0,1	0,1	0,1	20	-
	R5 с 0,1/0,3	0,1	0,3	20	-
	R5 с 0,1/0,5	0,1	0,5	20	-
	R5 г 0,1/0,1	0,1	0,1	-	20
	R5 г 0,1/0,3	0,1	0,3	-	20
	R5 г 0,1/0,5	0,1	0,5	-	20
	R5 с 0,2/0,1	0,2	0,1	20	-
	R5 с 0,2/0,3	0,2	0,3	20	-
	R5 с 0,2/0,5	0,2	0,5	20	-
	R5 г 0,2/0,1	0,2	0,1	-	20
	R5 г 0,2/0,3	0,2	0,3	-	20
	R5 г 0,2/0,5	0,2	0,5	-	20

Условия культивирования растений *in vitro*: освещение (лампы Phillips ЛД-54, 36 W) – 2,5-3 тыс. лк, температура – плюс 21...23 °С и фотопериод – 16/8 ч.

Статистическую обработку проводили, используя ANOVA, двухфакторный дисперсионный анализ, критерий Дункана при $p=0,05$ для сравнения средних величин в программе *Statistica 6.0*.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При культивировании крыжовника на различных питательных средах в 1-м пассаже жизнеспособность эксплантов зависела только от генотипа исходного растения ($p<0,01$), а количество эксплантов, сформировавших конгломерат микропобегов, зависело как от генотипа исходного растения ($p<0,001$), так и от состава питательной среды ($p<0,05$). У сорта Малахит жизнеспособность эксплантов варьировала от 53,33 (среда 1/3 г) до 93,33 % (среда R5 г), но количество эксплантов, сформировавших конгломерат микропобегов, было минимальным, не превышало 23,33 % на среде 1/3 с, а на среде 1/3 г формирования конгломератов не происходило. У сорта Раволт жизнеспособность эксплантов была на уровне 66,67 (среда R5 г) – 86,67 % (среда 1/3 с) и количество эксплантов, сформировавших конгломерат микропобегов, – 16,67 (среды 1/3 с и 1/3 г) – 25,0 % (среда R5 г). Высокая жизнеспособность эксплантов отмечена у сортов Куршу Дзинтарс (не менее 76,67 % на среде R5 с) и Северный капитан (не менее 86,67 % на среде 1/3 с) в сочетании с большим количеством эксплантов, сформировавших конгломерат микропобегов, – до 80,56 % у сорта Куршу Дзинтарс на среде R5 с и до 91,67 % у сорта Северный капитан на средах R5 г и R5 с (рисунок 1).

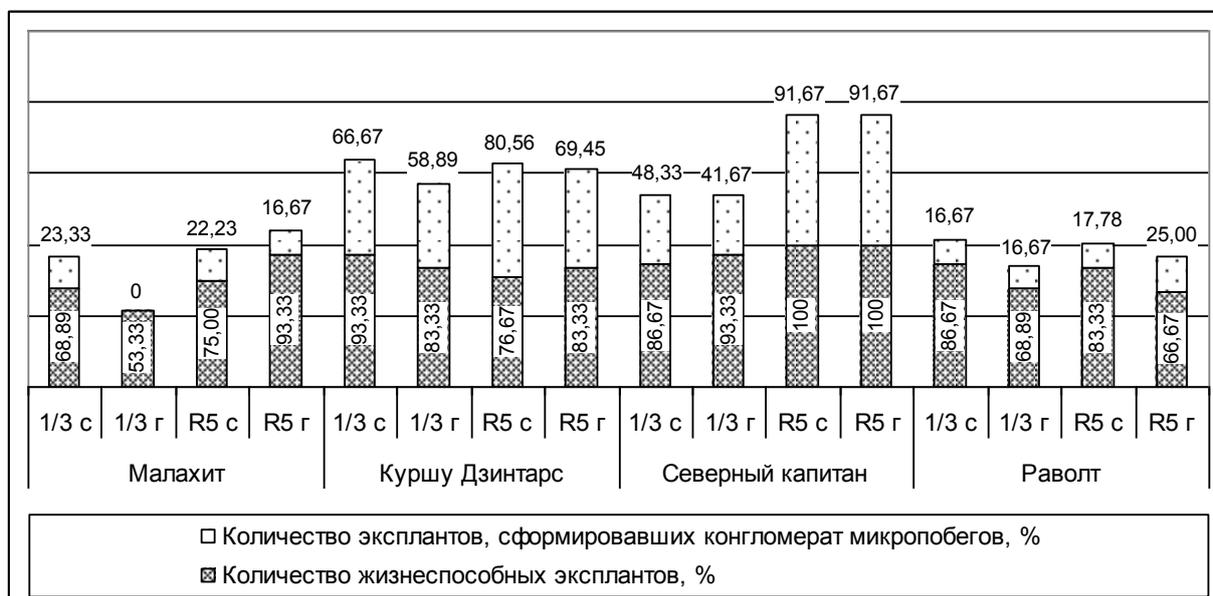


Рисунок 1 – Количество жизнеспособных эксплантов и из них количество эксплантов, сформировавших конгломерат микропобегов, в 1-м пассаже.

Во 2-м пассаже жизнеспособность эксплантов зависела от генотипа исходного растения ($p < 0,001$), от состава питательной среды ($p < 0,01$), а также от двух факторов вместе ($p < 0,05$). На количество эксплантов, сформировавших конгломерат микропобегов, влиял только генотип исходного растения ($p < 0,001$). Во 2-м пассаже культура крыжовника трех сортов Куршу Дзинтарс, Раволт и Северный капитан стабилизировалась. На всех питательных средах экспланты этих сортов сформировали конгломерат микропобегов. Процент жизнеспособности эксплантов был высокий: у сорта Северный капитан – 100 % на всех питательных средах, у сорта Куршу Дзинтарс – 94,45 (среды 1/3 г и R5 г) – 100 % (среда R5 с), у сорта Раволт – 77,78 (среда R5 г) – 100 % (среды 1/3 г и 1/3 с). Сорт Малахит во втором пассаже не достиг стабильного состояния, несмотря на хорошую жизнеспособность эксплантов на трех средах (1/3 с, 1/3 г, R5 с) из четырех (61,67-88,89 %), процент эксплантов, сформировавших конгломерат микропобегов, остался низкий (16,67-27,78 %), на уровне 1-го пассажа (рисунок 2).

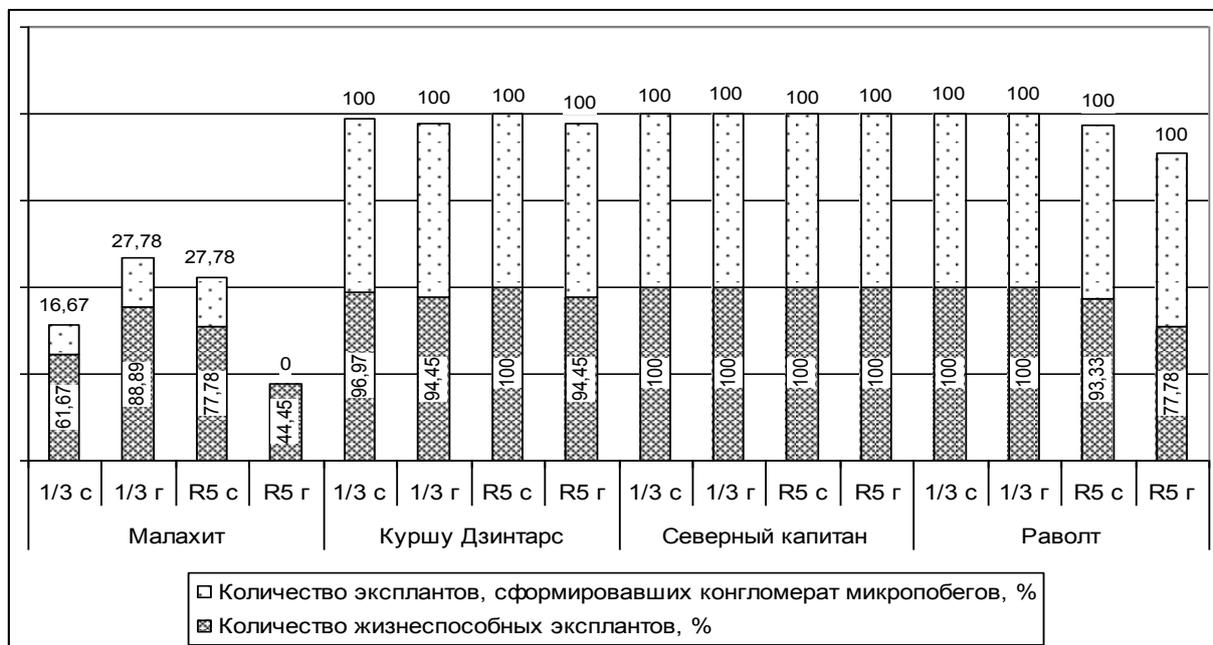


Рисунок 2 – Количество жизнеспособных эксплантов и из них количество эксплантов, сформировавших конгломерат микропобегов, во 2-м пассаже.

По высоте экспланты сортов Малахит и Раволт как в 1-м, так и во 2-м пассажах, были ниже, чем экспланты сортов Куршу Дзинтарс и Северный капитан. Уже во 2-м пассаже экспланты сорта Куршу Дзинтарс достигли высоты 0,92-1,03 см в зависимости от среды. Экспланты сорта Северный капитан во 2-м пассаже на средах R5 с и R5 г имели максимальную высоту – 1,57 и 1,46 см соответственно (таблица 3).

Таблица 3 – Высота эксплантов сортов крыжовника в 1-м и 2-м пассажах на разных питательных средах

Сорт	Среда	Высота в 1-м пассаже, см	Высота во 2-м пассаже, см
Малахит	1/3 с	0,40±0,08 ^{abc}	0,51±0,12 ^b
Малахит	1/3 г	0,28±0,02 ^a	0,54±0,10 ^b
Малахит	R5 с	0,44±0,05 ^{abcd}	0,43±0,12 ^b
Малахит	R5 г	0,43±0,07 ^{abcd}	0,20±0 ^a
Куршу Дзинтарс	1/3 с	0,60±0,03 ^{de}	0,94±0,01 ^c
Куршу Дзинтарс	1/3 г	0,58±0,02 ^{cde}	1,03±0,01 ^{cd}
Куршу Дзинтарс	R5 с	0,73±0,04 ^{ef}	0,92±0,01 ^c
Куршу Дзинтарс	R5 г	0,59±0,09 ^{cde}	0,99±0,03 ^c
Северный капитан	1/3 с	0,51±0,11 ^{bcd}	1,22±0,06 ^d
Северный капитан	1/3 г	0,41±0,06 ^{abcd}	1,06±0,06 ^{cd}
Северный капитан	R5 с	0,90±0,07 ^f	1,57±0,04 ^e
Северный капитан	R5 г	0,77±0,03 ^{ef}	1,46±0,06 ^e
Раволт	1/3 с	0,41±0,05 ^{abc}	0,59±0,04 ^b
Раволт	1/3 г	0,33±0,07 ^{ab}	0,49±0,03 ^b
Раволт	R5 с	0,38±0,05 ^{ab}	0,55±0,11 ^b
Раволт	R5 г	0,30±0,03 ^a	0,55±0,05 ^b

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

В 3-м и 5-м пассажах коэффициент размножения считали как количество конгломератов на эксплант. Посадка крыжовника конгломератами была обусловлена тем, что при посадке крыжовника отдельными микропобегами наблюдается задержка их роста и развития.

Для получения микропобегов крыжовника, пригодных для укоренения, т.е. высотой около 1,5 см и более, в 3-м пассаже в питательную среду была добавлена гибберелловая кислота в концентрации 1 мг/л в сочетании с 6-БА (0,3 мг/л).

У сорта Малахит и Раволт максимальная высота и коэффициент размножения эксплантов наблюдались на среде 1/3 с*: 0,90 см (коэффициент размножения 2,36) и 1,13 см (коэффициент размножения 3,0) соответственно, однако высота микропобегов недостаточна для этапа укоренения у этих сортов. У сорта Куршу Дзинтарс максимальное количество микропобегов, готовых к укоренению, получено на средах R5 с* и R5 г*: 37,68 и 29,81 % соответственно, что достоверно ниже, чем на среде 1/3 с* и 1/3 г* (7,34 и 0 % соответственно). У сорта Северный капитан на всех средах было получено большое число микропобегов, готовых к укоренению: 53,83 % (среда R5 с*) – 100 % (среда 1/3 г*), но максимальная высота и высокий коэффициент размножения отмечен на среде R5 с* (таблица 4).

Таблица 4 – Развитие растений-регенерантов сортов крыжовника в 3-м пассаже на разных питательных средах

Сорт	Среда	Высота, см	Коэффициент размножения	Кол-во побегов, полученных в 3-м пассаже, готовых к укоренению, %
Малахит	1/3 с*	0,90±0,05 ^{bcd}	2,36±0,07 ^{abcd}	0 ^a
Малахит	1/3 г*	0,49±0,10 ^a	1,39±0,06 ^a	0 ^a
Малахит	R5 с*	0,58±0,18 ^{abc}	1,44±0,29 ^a	0 ^a
Малахит	R5 г*	0,53±0,13 ^{ab}	1,50±0,29 ^a	0 ^a
Куршу Дзинтарс	1/3 с*	1,53±0,17 ^e	4,47±0,99 ^f	7,34±3,68 ^a
Куршу Дзинтарс	1/3 г*	0,94±0,07 ^{bcd}	2,12±0,31 ^{abcd}	0 ^a
Куршу Дзинтарс	R5 с*	2,34±0,14 ^{fg}	4,65±0,21 ^f	37,68±3,39 ^b
Куршу Дзинтарс	R5 г*	1,66±0,09 ^e	2,96±0,50 ^{bcde}	29,81±6,40 ^b
Северный капитан	1/3 с*	2,07±0,03 ^f	3,89±0,39 ^{ef}	67,09±6,21 ^d
Северный капитан	1/3 г*	0,99±0,04 ^{cd}	2,39±0,35 ^{abcd}	100 ^e
Северный капитан	R5 с*	2,53±0,23 ^g	3,40±0,52 ^{def}	53,83±1,96 ^c
Северный капитан	R5 г*	1,58±0,11 ^e	2,05±0,05 ^{abcd}	74,13±6,60 ^d
Раволт	1/3 с*	1,13±0,06 ^d	3,00±0,69 ^{bcde}	0 ^a
Раволт	1/3 г*	0,80±0,05 ^{abcd}	3,13±0,29 ^{cde}	0 ^a
Раволт	R5 с*	0,82±0,05 ^{abcd}	1,70±0,03 ^{ab}	0 ^a
Раволт	R5 г*	0,72±0,21 ^{abc}	1,83±0,44 ^{abc}	0 ^a

В 3-м пассаже сорт Северный капитан отличался хорошим развитием. В среднем по питательным средам высота растений-регенерантов составляла 1,8 см при коэффициенте размножения 2,94 и доле побегов, готовых к укоренению, 73,77 %. Слабое развитие в культуре *in vitro* характерно для сорта Малахит: средняя высота растений-регенерантов составляла 0,63 см и коэффициент размножения 1,68 (рисунок 3).

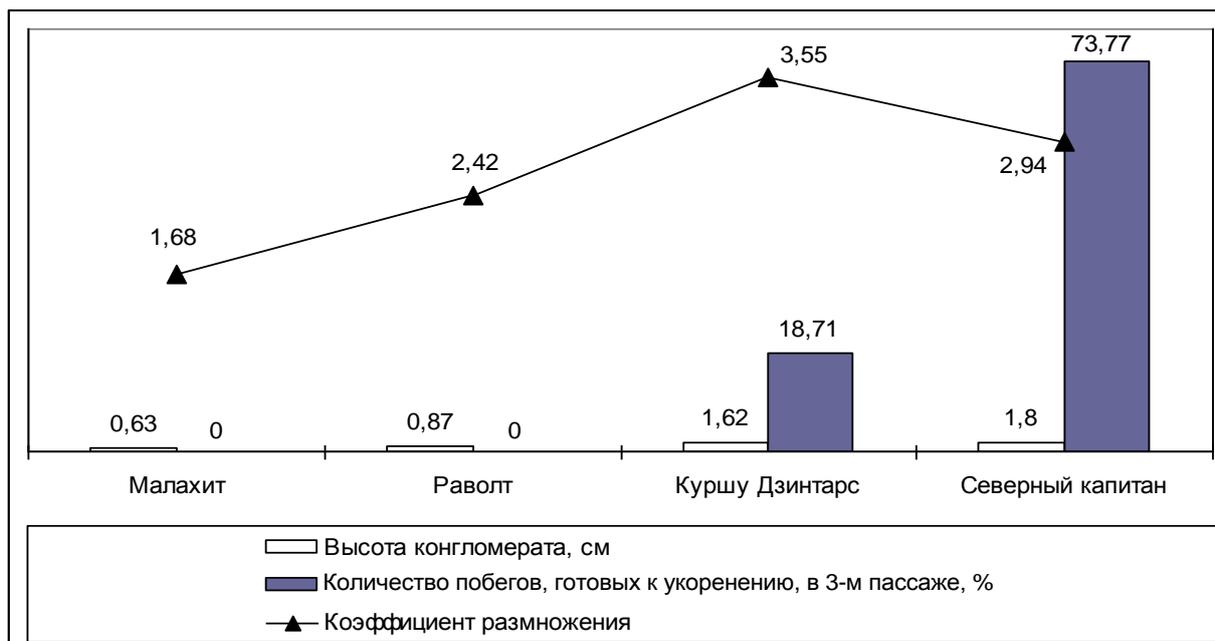


Рисунок 3 – Развитие конгломератов растений-регенерантов крыжовника в 3-м пассаже (в среднем по питательным средам).

В 5-м пассаже при культивировании сортов Малахит и Раволт в питательную среду GA₃ была добавлена в трех концентрациях (0,1; 0,3; 0,5 мг/л) в сочетании с 6-БА в концентрации 0,1 мг/л, а для сортов Куршу Дзинтарс и Северный капитан три концентрации GA₃ (0,1; 0,3; 0,5 мг/л) использовались в сочетании с 6-БА в концентрации 0,1 и 0,2 мг/л. В этом пассаже использовали только среды R5 с и R5 г, в которых все макросоли по MS были уменьшены на 20 %, так как в предыдущих пассажах эти среды показали лучшие результаты как статистически, так и визуально.

В 5-м пассаже сорт Малахит лучше всего развивался на средах R5 с 0,1/0,5 и R5 г 0,1/0,5, на последнем варианте среды было получено 3,17 % микропобегов, готовых к укоренению. На среде R5 г 0,1/0,1 при невысоком коэффициенте размножения получены единичные растения, пригодные для укоренения. У сорта Раволт максимальное количество (25,64 %) растений-регенерантов, готовых к укоренению, было получено на среде R5 с 0,1/0,5 при высоте конгломерата 1,82 см и коэффициенте размножения 4,77 (таблица 5).

Таблица 5 – Развитие растений-регенерантов крыжовника сортов Малахит и Раволт в 5-м пассаже на разных питательных средах

Сорт	Среда	Высота, см	Коэффициент размножения	Кол-во побегов, полученных в 5-м пассаже, готовых к укоренению, %
Малахит	R5 с 0,1/0,1	0,79±0,12 ^{ab}	2,68±0,60 ^{ab}	0 ^a
Малахит	R5 с 0,1/0,3	0,68±0,07 ^a	2,82±0,50 ^{abc}	0 ^a
Малахит	R5 с 0,1/0,5	1,32±0,03 ^{cd}	4,82±0,62 ^{cd}	0 ^a
Малахит	R5 г 0,1/0,1	1,02±0,13 ^{bc}	2,37±0,23 ^a	5,59±3,49 ^a
Малахит	R5 г 0,1/0,3	1,04±0,07 ^{bc}	3,45±0,78 ^{abcd}	0 ^a
Малахит	R5 г 0,1/0,5	1,44±0,21 ^d	3,02±0,28 ^{abc}	3,17±3,17 ^a
Раволт	R5 с 0,1/0,1	1,44±0,08 ^d	6,82±0,25 ^e	8,12±2,67 ^{ab}
Раволт	R5 с 0,1/0,3	1,21±0,07 ^{cd}	5,39±0,92 ^{de}	0,87±0,48 ^a
Раволт	R5 с 0,1/0,5	1,82±0,08 ^e	4,77±0,10 ^{cd}	25,64±5,94 ^c
Раволт	R5 г 0,1/0,1	1,22±0,09 ^{cd}	3,97±1,08 ^{abcd}	16,16±5,14 ^b
Раволт	R5 г 0,1/0,3	0,90±0,05 ^{ab}	3,85±0,30 ^{abcd}	3,42±3,42 ^a
Раволт	R5 г 0,1/0,5	1,27±0,01 ^{cd}	4,60±0,73 ^{bcd}	3,63±1,83 ^a

У сорта Куршу Дзинтарс максимальное количество конгломератов было получено на средах R5 с 0,1/0,1 – 7,26; R5 с 0,1/0,3 – 5,66; R5 с 0,1/0,5 – 8,53, но высота не превышала 1,64 см на среде R5 с 0,1/0,5. Доля побегов, готовых к укоренению, у этого сорта не превысила 13,11 % на среде R5 с 0,2/0,3. Максимальное количество побегов, готовых к укоренению, отмечено у сорта Северный капитан на средах R5 с 0,2/0,5 (57,15 %), R5 г 0,2/0,5 (60,96 %), R5 г 0,2/0,3 (62,72 %), на которых высота растений-регенерантов превышала 2 см (таблица 6).

Таблица 6 – Развитие растений-регенерантов крыжовника сортов Куршу Дзинтарс и Северный капитан в 5-м пассаже на разных питательных средах

Сорт	Среда	Высота, см	Коэффициент размножения	Кол-во побегов, полученных в 5-м пассаже, готовых к укоренению, %
Куршу Дзинтарс	R5 с 0,1/0,1	1,22±0,05 ^{abcdefg}	7,26±0,55 ^e	0 ^a
Куршу Дзинтарс	R5 с 0,1/0,3	1,20±0,16 ^{abcdef}	5,66±0,56 ^d	0 ^a
Куршу Дзинтарс	R5 с 0,1/0,5	1,64±0,11 ^{hi}	8,53±1,01 ^e	3,91±1,97 ^{ab}
Куршу Дзинтарс	R5 г 0,1/0,1	1,10±0,01 ^{ab}	3,88±0,32 ^{abcd}	4,39±1,12 ^{ab}
Куршу Дзинтарс	R5 г 0,1/0,3	1,11±0,13 ^{abc}	5,05±0,36 ^{cd}	1,94±1,94 ^{ab}
Куршу Дзинтарс	R5 г 0,1/0,5	1,40±0,07 ^{cdefgh}	4,54±0,94 ^{bcd}	5,05±2,42 ^{ab}
Куршу Дзинтарс	R5 с 0,2/0,1	1,13±0,06 ^{abcd}	3,77±0,58 ^{abc}	1,07±0,59 ^{ab}
Куршу Дзинтарс	R5 с 0,2/0,3	1,42±0,05 ^{defgh}	3,67±0,50 ^{abc}	13,11±1,87 ^{bc}
Куршу Дзинтарс	R5 с 0,2/0,5	1,44±0,08 ^{fgh}	3,68±0,34 ^{abc}	0 ^a
Куршу Дзинтарс	R5 г 0,2/0,1	1,05±0,05 ^a	4,00±0,30 ^{abcd}	0,98±0,98 ^{ab}
Куршу Дзинтарс	R5 г 0,2/0,3	1,20±0,11 ^{abcdef}	3,84±0,87 ^{abcd}	0 ^a
Куршу Дзинтарс	R5 г 0,2/0,5	1,27±0,06 ^{abcdefg}	3,92±0,64 ^{abcd}	0,31±0,31 ^a
Северный капитан	R5 с 0,1/0,1	1,43±0,02 ^{efgh}	2,78±0,54 ^{ab}	7,30±5,89 ^{ab}
Северный капитан	R5 с 0,1/0,3	1,90±0,06 ^{jk}	2,70±0,48 ^{ab}	36,99±5,53 ^d
Северный капитан	R5 с 0,1/0,5	2,13±0,07 ^k	4,54±0,41 ^{bcd}	23,56±5,83 ^c
Северный капитан	R5 г 0,1/0,1	1,36±0,08 ^{bcdefgh}	3,60±0,13 ^{abc}	2,08±2,08 ^{ab}
Северный капитан	R5 г 0,1/0,3	1,74±0,14 ^{ij}	3,70±0,35 ^{abc}	38,79±2,79 ^d
Северный капитан	R5 г 0,1/0,5	1,45±0,05 ^{fgh}	4,06±0,62 ^{abcd}	8,11±4,49 ^{ab}
Северный капитан	R5 с 0,2/0,1	1,50±0,03 ^{ghi}	3,61±0,38 ^{abc}	9,64±5,65 ^{ab}
Северный капитан	R5 с 0,2/0,3	1,56±0,02 ^{hi}	2,42±0,18 ^a	20,64±6,12 ^c
Северный капитан	R5 с 0,2/0,5	2,12±0,10 ^k	2,97±0,25 ^{ab}	57,15±6,26 ^e
Северный капитан	R5 г 0,2/0,1	1,15±0,03 ^{abcde}	4,10±0,71 ^{abcd}	0,87±0,87 ^{ab}
Северный капитан	R5 г 0,2/0,3	2,15±0,06 ^k	3,35±0,53 ^{abc}	62,72±2,77 ^e
Северный капитан	R5 г 0,2/0,5	2,14±0,17 ^k	3,19±0,41 ^{abc}	60,96±7,38 ^e

Как и в 3-м пассаже хорошее развитие сорта Северный капитан сохранилось и в 5-м пассаже. Растения-регенеранты этого сорта превышали растения-регенеранты других сортов по высоте и по доле микропобегов, пригодных к укоренению. У сорта Малахит все показатели были ниже, чем у других сортов, что говорит о слабом развитии этого сорта в культуре *in vitro* (рисунок 4).

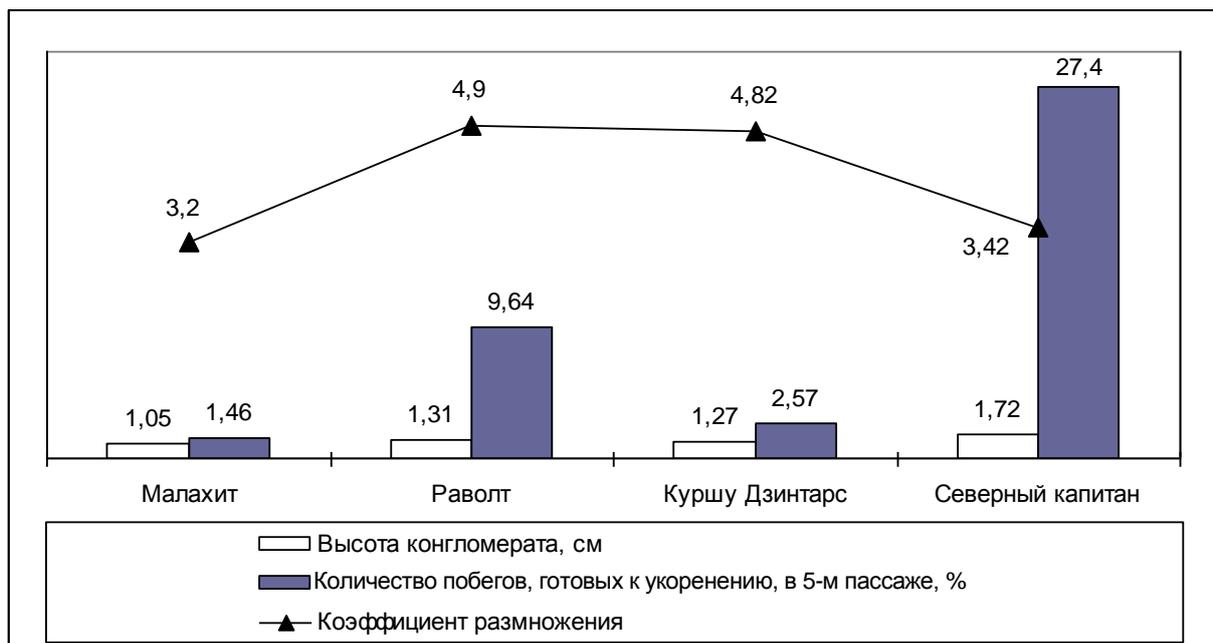


Рисунок 4 – Развитие конгломератов растений-регенерантов крыжовника в 5-м пассаже (в среднем по питательным средам).

В качестве источника углеводов возможно использование, как сахарозы, так и глюкозы. В среднем на средах с содержанием сахарозы и глюкозы изучаемые показатели отличались незначительно (рисунок 5).

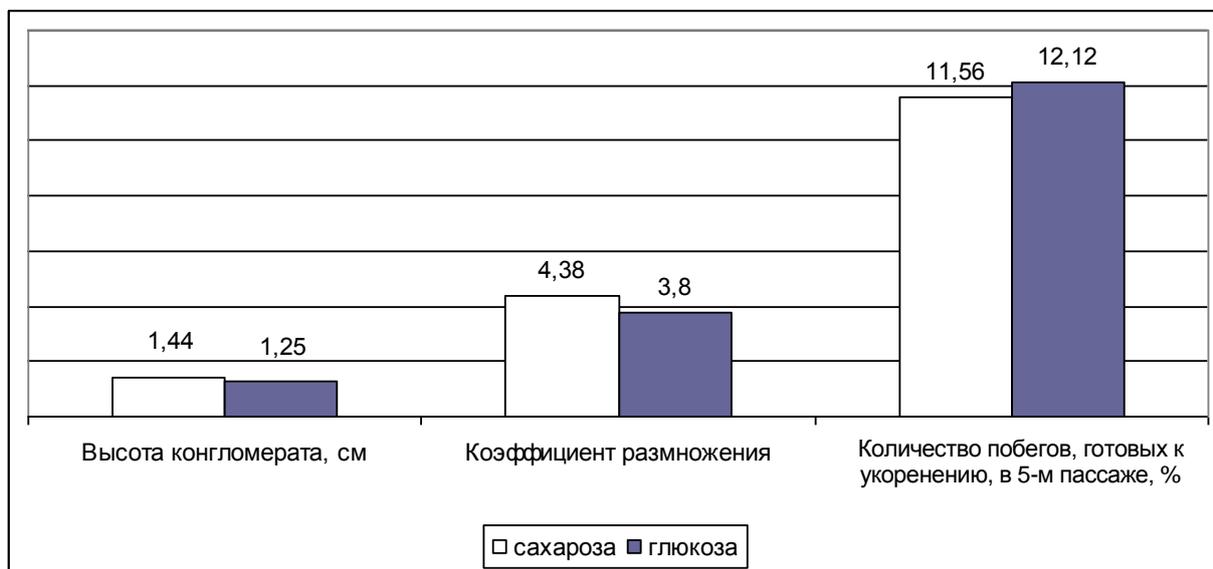


Рисунок 5 – Развитие конгломератов растений-регенерантов крыжовника в 5-м пассаже на средах с различным источником углеводов.

ВЫВОДЫ

На начальном этапе микроразмножения (1-2-й пассажи) сортов крыжовника можно использовать как питательную среду, в которой все макросоли по MS уменьшены на 20 %, так и питательную среду, в которой уменьшено в три раза только содержание нитрата аммония и калия.

Для вытягивания конгломератов растений-регенерантов крыжовника лучше использовать питательную среду, в которой все макросоли по MS уменьшены на 20 % с добавлением GA₃ в концентрации 0,3 или 0,5 мг/л в сочетании с 6-БА (0,1-0,2 мг/л).

В качестве источника углеводов можно использовать как сахарозу, так и глюкозу.

При размножении сортов крыжовника в стерильной культуре установлены сортовые особенности. Сорт Северный капитан отличается хорошим развитием в культуре *in vitro*. Размножение сортов Раволт и Куршу Дзинтарс зависит от условий культивирования. Сорт Малахит плохо размножается в стерильных условиях.

Литература

1. Приходько, Ю.Н. Технология оздоровления крыжовника от вирусов / Ю.Н. Приходько // Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. тр. / ВСТИСП; редкол.: В.И. Кашин [и др.]. – М., 1996. – Т. 3. – С. 109-113.
2. Кочетова, Н.И. Особенности регенерации растений крыжовника в условиях *in vitro* / Н.И. Кочетова, Л.В. Алешкевич, Ю.Н. Кочетов // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1981. – № 2 (293). – С. 80-82.
3. Wainwright, H. The micropropagation of gooseberry (*Ribes uva-crispa* L.): I. Establishment / H. Wainwright, A.W. Flegmann // Journal Horticultural Science. – 1985. – Vol. 60. – № 2. – P. 215-221.
4. Матушкина, О.В. Клональное микроразмножение плодовых и ягодных культур в системе производства высококачественного материала / О.В. Матушкина, И.Н. Пронина // Научные основы эффективного садоводства: науч. труды / ВНИИС им. И.В. Мичурина; под общ. ред. В.А. Гудковского. – Воронеж: Кварта, 2006. – С. 327-342.
5. Аладина, О.Н. Эффективность размножения красной смородины и крыжовника *in vitro* при обработке маточных растений ретардантами / О.Н. Аладина // Известия ТСХА. – 2004. – Вып. 1. – С. 62-135.
6. Welander, M. Micropropagation of gooseberry, *Ribes grossularia* / M. Welander // Sc. hortic. – 1985. – Vol. 26. – № 3. – P. 267-272.
7. Колбанова, Е.В. Влияние триодбензойной кислоты на развитие крыжовника в культуре *in vitro* / Е.В. Колбанова, Н.В. Кухарчик // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства»; редкол.: В.А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2012. – Т. 24. – С. 129-136.
8. Колбанова, Е.В. Влияние стерилизующих соединений и питательной среды на жизнеспособность и развитие меристематических верхушек сортов крыжовника в культуре *in vitro* / Е.В. Колбанова // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства»; редкол.: В.А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2009. – Т. 21. – С. 252-264.

**MINERAL AND HORMONAL COMPOSITION OF NUTRITIONAL MEDIUM
FOR GOOSEBERRY CULTIVATING IN IN VITRO CULTURE**

E.V. Kolbanova

ABSTRACT

At in vitro propagation of gooseberry cultivars such as 'Malachite', 'Kurshu dzintars', 'Severny kapitan' and 'Ravolt' there was used Murashige and Skoog (MS) medium. It was modified by the content of macrosalts, phytohormones and by a source of carbohydrates. At the micropropagation initial stage (1-2nd passages) of gooseberry cultivars it is possible to use a nutritional medium in which all macrosalts of MS are reduced by 20 % as well as the one in which only the content of ammonium nitrate and potassium is three times reduced. For pulling of conglomerates of gooseberry regenerant plants it is better to use a medium in which all macrosalts of MS are reduced by 20 % with GA₃ addition in a concentration of 0.3 or 0.5 mg/l and in a combination of 6-BA (0.1-0.2 mg/l). As a source of carbohydrates it is possible to use both sucrose and glucose.

At the propagation of gooseberry cultivars in a sterile culture varietal features were determined. The cultivar 'Severny kapitan' differs by its good development in culture in vitro. The propagation of 'Ravolt' and 'Kurshu dzintars' depends on cultivating conditions. The cultivar 'Malachite' is badly propagated in sterile conditions.

Key words: gooseberry, in vitro culture, 6-benziladenin (6-BA), gibberellic acid (GA₃), Belarus.

Дата поступления статьи в редакцию 28.03.2012