

УДК 57.085.23

## ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЗВЕРБОЯ ПРОДЫРЯВЛЕННОГО (*HYPERICUM PERFORATUM* L.) В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

© В.Н. Овчинникова<sup>\*1</sup>, Н.П. Карсункина<sup>2</sup>, П.Н. Харченко<sup>1</sup>, Н.В. Никифорова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии, ул. Тимирязевская, 42, Москва, 127550 (Россия),  
e-mail: vera.ovchinnikova.1957@mail.ru

<sup>2</sup>Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева,  
ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550 (Россия)

В работе рассмотрено совместное влияние цитокинина 6-БАП и различных спектров освещения светодиодами на некоторые морфологические параметры роста, развития и содержание фенолов в растениях двух генотипов – дико-растущего и культурного сорт Золото долины – зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.) в условиях *in vitro*.

Показано, что свет разного спектрального состава и гормональный состав среды влияли на морфогенез, продуктивность биомассы и синтез фенольных соединений растениями в условиях культивирования *in vitro*.

Установлено, что определенное сочетание светового спектра и гормонального состава питательной среды может существенно увеличивать содержание растворимых фенольных соединений в растениях *H. perforatum* L. обоих генотипов.

Полученные результаты показывают прямую корреляционную зависимость содержания фенольных соединений от количества побегов и их массой. Связь между количеством побегов и содержанием фенольных соединений имеет прямой характер и сильно выражена.

**Ключевые слова:** культивирование *in vitro*, зверобой продырявленный, *Hypericum perforatum* L., *H. perforatum* L., светодиоды, цитокинины, общее содержание растворимых фенольных соединений, ОСРФС.

### Введение

Зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.) является важным лекарственным растением, содержит множество биологически активных соединений. Основными действующими веществами считаются конденсированные антраценовые производные, а также флавоноиды [1]. Большая часть этих соединений относится к группе фенольных соединений, которые вносят существенный вклад в фармакологическую активность препаратов *H. perforatum* L. и определяют чрезвычайно широкий спектр применения их в медицине [2].

В связи с этим растение представляет большой интерес для биотехнологов, поскольку систематические сборы по заготовке сырья в скором времени приведут к сокращению его запасов в природе. Более того, использование биотехнологических приемов выращивания растений в контролируемых условиях позволит получать экологически чистый и качественный лекарственный материал. Поэтому технология микроразмножения может сыграть важную роль не только в сохране-

---

Овчинникова Вера Николаевна – ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук,  
e-mail: vera.ovchinnikova.1957@mail.ru

Карсункина Наталья Петровна – доцент, кандидат биологических наук

Харченко Петр Николаевич – научный руководитель института, академик РАН,  
e-mail: kharchenko@iab.ac.ru

Никифорова Наталья Владимировна – младший научный сотрудник, e-mail: nikif\_natali@mail.ru

\* Автор, с которым следует вести переписку.

нии, удовлетворении фармацевтических потребностей, но и в целенаправленной генетической модификации этой культуры [2].

Известно, что эффективность выращивания эксплантов *in vitro* зависит от ряда факторов гормональной и негормональной природы [3]. Из компонентов культуральной среды наиболее важное значение имеют фитогормоны, которые индуцируют и регулируют морфогенез, ризогенез, побегообразование, т.е. рост и развитие растений. Кроме того, гормоны также влияют на образование вторичных метаболитов [4]. В исследованиях с видами *Hypericum* было показано, что цитокинины необходимы для синтеза фенольных соединений, в частности, гиперидина, псевдогиперидина и флавоноидов в культуре клеток *in vitro* [5, 6].

Для наиболее эффективной регенерации и стимулирования побегообразования *H. perforatum* L. *in vitro* наиболее часто используют цитокинин 6-БАП, диапазон применения которого достаточно широк: от 0.5–5.0 мг/л [7–9]. Кроме того, показана важная роль 6-БАП и в стимулировании синтеза фенольных соединений [2].

Из факторов негормональной природы, наиболее существенных для коррекции роста и развития растений в условиях *in vitro*, является искусственный свет и, в частности, его спектральный состав [10, 11], который также влияет и на образование вторичных метаболитов в условиях выращивания *in vivo* и *in vitro* [12, 13], а именно на синтез и аккумуляцию фенольных соединений [14].

В настоящее время в качестве источников искусственного освещения при работе с культурой ткани все активнее используют светодиоды (СИД) ввиду их высокой энергетической эффективности. Также экспериментально установлено, что спектральными свойствами светодиодов можно регулировать морфологические и физиологические показатели роста и развития растений [15]. Наиболее эффективны при работе с культурой ткани красный и синий монохроматические спектры светодиодов, а также их комбинации в различных соотношениях. Так, комбинация синего и красного спектров усиливает рост растений и увеличивает сырой и сухой вес в отличие от облучения монохроматическими спектрами [16], причем для отдельных видов растений необходимо определенное соотношение красного и синего спектров [17]. Более того, большое значение для регуляции роста и развития растений в условиях *in vitro* имеет также сочетание спектрального состава света и гормональных факторов среды [18].

Исходя из вышеизложенного, целью нашего исследования было изучение совместного влияния спектрального состава света и гормонального состава питательной среды на рост и развитие растений *H. perforatum* L., и содержание в них фенольных соединений в условиях культивирования *in vitro*.

### Материал и методы исследований

Объект исследования – культурный (сорт Золото долинский) и дикорастущий генотипы *H. perforatum* L.

Культивирование *in vitro*: 2-узловые черенки пробирочных растений *H. perforatum* L. выращивали на среде МС [19], содержащей ИМК 0.2 мг/л совместно с различными концентрациями 6-БАП (0.2 и 3.0 мг/л). В качестве контроля была взята среда, содержащая ИМК (0.2 мг/л) без цитокинина.

Растворы гормонов 6-БАП и ИМК подвергали холодной стерилизации через бактериальный фильтр (Millipore,  $d=0,44\mu\text{m}$ ) и затем добавляли в проавтоклавированную питательную среду.

Растения культивировали в биологических пробирках ( $d = 21$  мм).

В качестве источников освещения использовали светильники с различными типами зажигающих устройств на базе сверхъярких светодиодов: светильник типа ДО01-80x1-04 Galad с белыми СИД с  $T_{\text{цв}}=5000$  К и изготовленный на его основе экспериментальный облучатель с композицией СИД типа XR-C мощностью 1 Вт фирмы Cree (США) красного и синего спектров, при этом доля красного излучения (660 нм) составляла 70% и синего (450 нм) – 30%. В варианте «красный» использованы светодиоды с максимумом излучения 635 нм. Плотность потока фотонов (ППФ) во всех вариантах – 160–170 мкмоль/кв.м сек.

Опытные растения инкубировали в течение 30 сут при  $22\pm 2$  °С, фотопериоде 16/8 часов и освещенности  $60 \mu^2\text{s}^{-2}$ . В качестве контрольного варианта освещения использовали белый свет. В экспериментах оценивали такие показатели, как число побегов на эксплант, длина побега, масса экспланта с регенерантами, общее содержание растворимых фенольных соединений (ОСРФС).

Определение ОСРФС в пробирочных растениях проводили через 30 сут культивирования на средах с различным содержанием фитогормонов и при трех вариантах освещения путем экстракции 96% этанолом в течение 1 ч по методике М.Н. Запромётова [12]. Для определения ОСРФС к 0.5 мл этанольного экстракта в мерной пробирке добавляли 7 мл дистиллированной воды и перемешивали. После этого прибавляли 0.5 мл реактива Фолина-Дениса, перемешивали, через 3 мин приливали 1 мл насыщенного раствора соды

и доводили общий объем до 10 мл дистиллированной водой. Через 1 ч определяли содержание ОСРФС при длине волны 725 нм на спектрофотометре (прибор СФ-46).

Обработку экспериментальных данных проводили с использованием пакета программ Excel. В таблицах представлены средние арифметические значения определений и их стандартные отклонения.

### Результаты и обсуждение

В представленной работе исследовали взаимодействие двух концентраций 6-БАП и разных спектров освещения светодиодами на морфологическую активность и синтез вторичных метаболитов, в частности, ОСРФС, дикорастущего и культурного (сорт Золото долинский) растений *H. perforatum* L. генотипов.

Результаты исследований представлены в таблицах 1–3.

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что при культивировании на всех вариантах сред дикорастущий генотип был морфологически менее активен, т.е. образовывал меньше побегов. Внесение цитокининов в питательную среду способствовало побегообразованию у обоих генотипов, причем с увеличением концентрации 6-БАП этот показатель возрастал.

У исследуемых генотипов наибольшая активность побегообразования наблюдалась при освещении белым светом, но при этом отмечалась некоторая редукция листовых пластин.

Наибольшее количество побегов у дикого генотипа было в варианте с 6-БАП 3 мг/л и СИД+белый – 19.01 шт., наименьшее – в контроле с СИД+красный; у сорта Золото долинский – 21.07 и 1.61 шт. соответственно.

Таблица 1. Влияние условий освещения и 6-БАП на количество образовавшихся побегов *H. perforatum* L. (кол-во побегов/эксплант, шт.).

Гормональный состав среды, мг/л	Источник освещения		
	красный	белый	Красный+синий
<i>Дикорастущий генотип</i>			
ИМК 0.2	1.50±0.47	2.31±0.51	5.30±1.00
6-БАП – 0.2	2.71±2.11	7.87±1.63	5.31±2.70
6-БАП – 3.0	8.25±4.02	19.01±3.29	14.41±4.50
<i>Сорт Золото долинский</i>			
ИМК 0.2	1.61±0.75	2.56±0.67	1.86±0.70
6-БАП – 0.2	3.95±2.01	7.51±1.67	5.14±0.85
6-БАП – 3.0	14.16±4.74	21.07±3.29	18.50±2.30

Таблица 2. Влияние условий освещения и 6-БАП на длину побегов *H. perforatum* L. (см)

Гормональный состав среды, мг/л	Источник освещения		
	красный	белый	Красный+синий
<i>Дикорастущий генотип</i>			
ИМК 0.2	7.58±2.05	5.31±2.77	5.83±3.11
6-БАП 0.2	5.93±1.05	3.00±2.31	4.51±1.59
6-БАП 3.0	4.15±1.31	2.13±1.71	2.95±0.71
<i>Сорт Золото долинский</i>			
ИМК 0.2	8.23±2.40	5.90±2.00	6.53±1.45
6-БАП 0.2	6.31±1.33	4.30±0.95	5.01±2.31
6-БАП 3.0	4.43±1.35	2.60±1.38	3.40±2.39

Таблица 3. Влияние условий освещения и 6-БАП на накопление биомассы растениями *H. perforatum* L., мг

Гормональный состав среды, мг/л	Источник освещения		
	красный	белый	Красный+синий
<i>Дикорастущий генотип</i>			
ИМК 0.2	161.93±13.56	262.76±21.79	243.50±34.09
6-БАП 0.2	214.25±12.05	389.61±26.87	312.49±18.95
6-БАП 3.0	232.55±19.11	475.57±32.44	331.55±32.54
<i>Сорт Золото долинский</i>			
ИМК 0.2	251.34±17.80	372.28±28.87	245.43±34.01
6-БАП 0.2	317.30±33.44	516.01±34.91	360.37±21.55
6-БАП 3.0	418.83±50.34	541.07±45.30	412.79±32.05

Следует отметить, что вне зависимости от концентрации цитокинина и источника освещения интенсивность роста побегов у дикорастущего генотипа была также ниже по сравнению с культурным во всех вариантах опыта (табл. 2). Присутствие цитокинина в питательной среде ингибировало длину побегов у обоих генотипов при всех режимах освещения, и чем выше была концентрация 6-БАП, тем сильнее проявлялся эффект ингибирования.

Из таблицы 2 следует, что для стимулирования роста побегов наиболее эффективен красный монохроматический спектр на всех вариантах культуральных сред. При освещении белым светом и миксом красного и синего спектров рост побегов замедлялся.

У дикорастущего генотипа на контрольной среде (ИМК 0.2) наименьшая длина побегов была в варианте СИД+белый, наибольшая – в варианте СИД+красный, а именно 5.31 и 7.58 соответственно. Аналогичную закономерность мы видим и на сорте Золотодолинский: 5.90 и 8.23 соответственно (табл. 2).

Присутствие цитокининов в питательной среде существенно увеличивало массу эксплантов у сорта Золотодолинский, которая возрастала с увеличением концентрации 6-БАП (табл. 3).

Из полученных результатов следует, что наибольшая масса эксплантов у культурного генотипа получена при освещении белым светом в вариантах с 6-БАП в исследуемых концентрациях. При этих условиях выращивания выраженный эффект получен и на дикорастущем генотипе.

Большому накоплению биомассы для обоих генотипов способствовал белый свет. Менее эффективен для растений дикорастущего генотипа был красный свет, а для растений культурного генотипа – микс красного и синего спектров. Масса растений дикорастущего генотипа была ниже по сравнению с растениями сорта Золотодолинский во всех вариантах культивирования.

Фенольные соединения являются обязательным компонентом растительной клетки. Они регулируют рост и развитие, оказывая при этом как стимулирующее, так и ингибирующее воздействие, используются как энергетический материал для разнообразных процессов жизнедеятельности.

В проведенном исследовании показано, что суммарное содержание растворимых фенолов в растениях зверобоя различалось существенно (табл. 4).

Обращает на себя внимание тот факт, что ОСРФС было значительно выше в микрорастениях дикорастущего генотипа *H. perforatum* L. по сравнению с культурным на контрольной среде во всех вариантах освещения.

Более высокое ОСРФС отмечено при облучении красным спектром, несколько меньшее – в 1.4 раза у дикорастущего и в 1.1 раза – у культурного генотипа – при совместном применении красного и синего спектров. Самое низкое ОСРФС отмечено при облучении белым светом: в 1.7 – у дикорастущего генотипа и в 2 раза – у культурного. В работе Li at al. [20] с салатом латук также наблюдалось увеличение содержания фенольных соединений под воздействием облучения красным спектром.

Присутствие цитокинина (0.2 мг/л) в питательной среде увеличивало содержание фенольных соединений у дикорастущего генотипа при облучении всеми тремя источниками освещения в 1.7, 1.6 и 2.3 раза соответственно. Увеличение концентрации 6-БАП до 3.0 мг/л способствовало еще более интенсивному синтезу фенольных соединений в микрорастениях *H. perforatum* L. дикого типа, а именно в 2.0, 1.9 и 2.9 раза соответственно.

Таким образом, у дикорастущего генотипа наибольшее ОСРФС было в вариантах на СИД+красный и СИД+красный+синий свет при выращивании на средах с 6-БАП в любой концентрации.

Таблица 4. Влияние условий освещения и 6-БАП на содержание растворимых фенольных соединений в интактных растениях *H. perforatum* L. (мг/г сырой массы)

Гормональный состав среды, мг/л	Источник освещения		
	красный	белый	Красный+синий
<i>Дикорастущий генотип</i>			
ИМК 0.2	14.5±1.3	8.5±1.2	10.3±0.9
6-БАП 0.2	24.3±2.4	14.1±1.8	23.7±3.1
6-БАП 3.0	29.2±3.5	16.5±2.4	28.5±2.9
<i>Сорт Золотодолинский</i>			
ИМК 0.2	9.5±1.4	4.8±0.6	8.7±0.7
6-БАП 0.2	15.2±2.2	7.9±0.8	17.5±2.1
6-БАП 3.0	21.5±3.4	12.3±1.3	18.9±2.1

У сорта Золотодолинский, так же как и у дикорастущего генотипа, наименьшее ОСРФС было на контрольной среде при использовании белого света. Применение СИД+красный и СИД+красный+синий спектров освещения увеличивало содержание фенольных соединений в растениях, культивируемых на среде без цитокининов. Добавление 6-БАП 0.2 мг/л в питательную среду способствовало увеличению содержания ОСРФС в растениях в 1.6, 1.6 и 2.1 раза соответственно, а увеличение цитокинина до 3.0 мг/л – в 2.2, 2.5 и 2.3 раза соответственно. Полученные данные свидетельствуют о меньшей зависимости синтеза растворимых фенольных соединений в этом генотипе от источника освещения.

Для оценки степени взаимосвязи между результативным показателем (ОСРФС) и рассматриваемыми факторами (гормоны, освещение) был использован метод корреляционного анализа. Численные значения параметров соответствующих уравнений регрессии были рассчитаны с использованием инструментальных средств Excel.

Результаты корреляционного анализа для каждого варианта освещения дифференцированно представлены в таблице 5.

Анализ полученных результатов показывает прямую корреляционную зависимость содержания фенольных соединений от количества побегов *H. perforatum* L. и их массы. Связь между количеством побегов и содержанием фенольных соединений имеет прямой характер и сильно выражена. Наибольшее влияние количества побегов на синтез фенольных соединений проявилось при освещении СИД+белый (0,753), несколько меньшее – при освещении СИД+красный+синий (0,638).

Связь между массой побега и содержанием ОСРФС в растениях *H. perforatum* L. также имеет прямой характер, но выражена в меньшей степени. Внутри каждого из вариантов среды значения коэффициентов парной корреляции более существенны, в то время как корреляция между длиной побега и содержанием фенолов носит сильно выраженный обратный характер. Наибольшее значение коэффициента парной корреляции отмечено при освещении белым светом (-0,945), несколько меньшее – при освещении красным (-0,882) и красный+синий (-0,771).

Таблица 5. Значение коэффициентов парной корреляции между содержанием фенольных соединений в *H. perforatum* L. и факторами влияния

Морфологические показатели	Содержание ОСРФС		
	белый	красный+синий	красный
Количество побегов	0.753	0.638	0.523
Длина побегов	-0.945	-0.771	-0.882
Масса побегов	0.349	0.571	0.048

### Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено, что морфофизиологическая активность изучаемых генотипов растений зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.) на освещение разными спектрами и гормональный состав питательной среды была различной.

Так, для дикорастущего генотипа было характерно образование меньшего количества побегов, а следовательно, и биомассы по сравнению с сортом Золотодолинский. Однако установлено, что общее содержание растворимых фенольных соединений у дикорастущего генотипа было выше, и этот показатель увеличивался при повышении концентрации 6-БАП и освещении красно-синим светом.

### Список литературы

1. Бахтенко Е.Ю., Курапов П.Б. Многообразие вторичных метаболитов высших растений. Вологда, 2008. 265 с.
2. Shilpashree H.P., Ravishankar R. *In vitro* plant regeneration and accumulation of flavonoides in *Hypericum Mysorensense* // International Journal of integrative Biology. 2009. Vol. 8, N1. Pp. 43–49.
3. Карначук Р.А., Головацкая И.Ф. Гормональный статус, рост и фотосинтез растений, выращенных на свету разного спектрального состава // Физиология растений. 1998. Т. 45, вып. 6. С. 925–934.
4. Запрометов М.Н. Метаболизм фенольных соединений в растениях // Биохимия. 1977. Т. 42, вып. 1. С. 3–20.
5. Kartnig T., Brantner A. Secondary constituents in cell cultures of *Hypericum perforatum* and *Hypericum maculatum* // Planta Medica. 1990. Vol. 56, issue 6. Pp. 634–637.
6. Kartnig T., Göbel I., Heydel B. Production of hypericin, pseudohypericin and flavonoids in cell cultures of various *Hypericum* species and their chemotypes // Planta Medica. 1996. Vol. 62, issue 1. Pp. 51–53. DOI: 10.1007/s11240-011-9919-5.

7. Pretto F.R., Santarem E.R. Callus formation and plant regeneration from *Hypericum perforatum* L. leaves // Plant Cell Tiss. Org. Cult. 2000. Issue 67. Pp. 107–113.
8. Ayan A.K., Cirak G., Kevseroglu K., Sokmen A. Effect explant types and different concentration of sucrose and phytohormones on plant regeneration and hypericin content in *Hypericum perforatum* L. // Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 2005. Vol. 29, issue 3. Pp. 197–204.
9. Овчинникова В.Н., Леонова Т.Г., Варламова Н.В., Харченко П.Н. Культивирование культурного (сорт Солнечный) и дикорастущего *Hypericum perforatum* L. *in vitro* // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2014. №4. С. 58–59.
10. Ouyang J., Wang X., Zhao B., Wang Y. Light intensity and spectral quality influencing the callus growth of *Cistanche deserticola* and biosynthesis of phenylethanoid glycosides // Plant Science. 2003. Vol. 165, N3. Pp. 657–661. DOI: 10.1016/S0168-9452(03)00255-3.
11. Macedo A.F., Leal-Costa M. V., Tavares E.S., Esquibel M.A. The effect of light quality on leaf production and development of *in vitro*-cultured plants of *Alternanthera brasiliana* Kuntze // Environmental and Experimental Botany. 2011. Vol. 70, issue 1. Pp. 43–50. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2010.05.012.
12. Запрометов М.Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях. М., 1993. 272 с.
13. Nhut D.T., Takamura T., Watanabe H., Okamoto K., Tanaka M. Responses of strawberry plantlets cultured *in vitro* under superbright red and blue light-emitting diodes (LED) // Plant Cell Tissue Organ Cult. 2003. Vol. 73, issue 1. Pp. 43–52.
14. Ouzounis T., Rosenqvist E., Ottosen C.-O. Spectral effects of artificial light on plant physiology and secondary metabolism: a review // Hortscience. 2015. Vol. 50, issue 8. Pp. 1128–1135.
15. Kurilcik A., Canova M.R., Dapkuniene S., Zilinskaite S., Kurilcik G., Tamulaitis G., Duchovskis P., Zukauskas A. *In vitro* culture of Chrysanthemum plantlets using light emitting diodes // Central European Journal of Biology. 2008. Vol. 3, issue 2. Pp. 161–167. DOI: 10.2478/s11535-008-0006-9.
16. Yorio N.C., Goins G.D., Kagie H.R., Wheeler R.M., Sager J.C. Improving spinach, radish, and lettuce growth under red light-emitting diodes (LEDs) with blue light supplementation // HortScience. 2001. Vol. 36, issue 2. Pp. 380–383.
17. Puspa R.P., Kataoka I., Mochioka R. Effect of red- and blue-light-emitting diodes on growth and morphogenesis of grapes // Plant Cell Tiss. Organ. Cult. 2008. Vol. 92, issue 2. Pp. 147–153. DOI: 10.1007/s11240-007-9317-1.
18. Немойкина А.Л. Влияние света и гормонов на морфогенез юкки слоновой в культуре *in vitro* : дис. ... кандидата биологических наук. Томск, 2003. 133 с.
19. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture // Physiol Plant. 1962. Vol. 15, issue 3. Pp. 473–497.
20. Li H., Xu Z., Tang C. Effect of light-emitting diodes on growth and morphogenesis of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) plantlets *in vitro* // Plant Cell Tissue Organ Cult. 2010. Vol. 103, issue 2. Pp. 155–163. DOI: 10.1007/s11240-010-9763-z.

Поступило в редакцию 13 февраля 2018 г.

После переработки 15 марта 2018 г.

**Для цитирования:** Овчинникова В.Н., Карсункина Н.П., Харченко П.Н., Никифорова Н.В. Влияние условий культивирования на морфофизиологическую активность и содержание фенольных соединений зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.) в культуре *in vitro* // Химия растительного сырья. 2018. №3. С. 223–229. DOI: 10.14258/jcrpm.2018033747.

Ovchinnikova V.N.<sup>1\*</sup>, Karsunkina N.P.<sup>2</sup>, Kharchenko P.N.<sup>1</sup>, Nikiforova N.V.<sup>1</sup> THE INFLUENCE OF CULTIVATION CONDITIONS ON MORPHOPHYSIOLOGICAL ACTIVITY AND CONTENT OF PHENOLIC COMPOUNDS OF ST. JOHN'S WORT (*HYPERICUM PERFORATUM* L.) IN VITRO CULTURE

<sup>1</sup>All-Russian Scientific Research Institute of Agricultural Biotechnology, Timiryazevskaya st., 42, Moscow, 127550 (Russia), e-mail: vera.ovchinnikova.1957@mail.ru

<sup>2</sup>Russian State Agrarian University named after K.A. Timiriazev, Timiryazevskaya st., 49, Moscow, 127550 (Russia)

The paper discusses the joint effect of cytokine 6-BAP and different spectra when illuminated by LEDs on the morphological parameters of growth, development and the content of phenolic compounds in plants of St. John's Wort (*Hypericum perforatum* L.) of two genotypes – wild and cultivated (cultivar Zolotodolinskiy) – in conditions of in vitro cultivation.

It is shown that the light of different spectral composition and the hormonal composition of medium influences the morphogenesis, the productivity of biomass and the synthesis of phenolic compounds by plants under in vitro cultivation conditions.

It is established that the combination of the light spectrum, and the hormonal composition of nutrient medium may substantially increase the content of soluble phenolic compounds in both wild and cultural genotypes of *Hypericum*.

The analysis of the obtained results shows a direct correlation dependence of the content of phenolic compounds on the number of shoots and their mass. The correlation between the number of shoots and the content of phenolic compounds has a direct character and strongly expressed.

**Keywords:** in vitro cultivation, St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.), LEDs, cytokinins, the total content of soluble phenolic compounds (TCSPC).

### References

1. Bakhtenko Ye.YU., Kurapov P.B. *Mnogoobraziye vtorichnykh metabolitov vysshikh rasteniy*. [Variety of secondary metabolites of higher plants]. Vologda, 2008, 265 p. (in Russ.).
2. Shilpashree H.P., Ravishankar R. *International Journal of integrative Biology*, 2009, vol. 8, no. 1, pp. 43–49.
3. Karnachuk R.A., Golovatskaya I.F. *Fiziologiya rasteniy*, 1998, vol. 45, no. 6, pp. 925–934. (in Russ.).
4. Zaprometov M.N. *Biokhimiya*, 1977, vol. 42, no. 1, pp. 3–20. (in Russ.).
5. Kartnig T., Brantner A. *Planta Medica*, 1990, vol. 56, no. 6, pp. 634–637.
6. Kartnig T., Göbel I., Heydel B. *Planta Medica*, 1996, no. 62, issue 1, pp.51–53. DOI: 10.1007/s11240-011-9919-5.
7. Pretto F.R., Santarem E.R. *Plant Cell Tis. Org. Cult.*, 2000, issue 67, pp. 107–113.
8. Ayan A.K., Cirak G., Kevseroglu K., Sokmen A. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 2005, vol. 29, issue 3, pp. 197–204.
9. Ovchinnikova B.N., Leonova T.G., Varlamova N.V., Kharchenko P.N. *Voprosy biologicheskoy, meditsinskoy i farmatsevticheskoy khimii*, 2014, no. 4, pp. 58–59. (in Russ.).
10. Ouyang J., Wang X., Zhao B., Wang Y. *Plant Science*, 2003, vol. 165, no. 3, pp. 657–661. DOI: 10.1016/S0168-9452(03)00255-3.
11. Macedo A.F., Leal-Costa M. V., Tavares E.S., Esquibel M.A. *Environmental and Experimental Botany*, 2011, vol. 70, issue 1, pp. 43–50. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2010.05.012.
12. Zaprometov M.N. *Fenol'nyye soyedineniya: rasprostraneniye, metabolizm i funktsii v rasteniyakh*. [Phenolic compounds: distribution, metabolism and functions in plants]. Moscow, 1993, 272 p. (in Russ.).
13. Nhut D.T., Takamura T., Watanabe H., Okamoto K., Tanaka M. *Plant Cell Tissue Organ Cult.*, 2003, vol. 73, issue 1, pp. 43–52.
14. Ouzounis T., Rosenqvist E., Ottosen C.-O. *Hortscience*, 2015, vol. 50, issue 8, pp. 1128–1135.
15. Kurilcik A., Canova M.R., Dapkuniene S., Zilinskaite S., Kurilcik G., Tamulaitis G., Duchovskis P., Zukauskas A. *Central European Journal of Biology*, 2008, vol. 3, issue 2, pp. 161–167. DOI: 10.2478/s11535-008-0006-9
16. Yorio N.C., Goins G.D., Kagie H.R., Wheeler R.M., Sager J.C. *HortScience*, 2001, vol. 36, issue 2, pp. 380–383.
17. Puspa R.P., Kataoka I., Mochioka R. *Plant Cell Tiss. Organ. Cult.*, 2008, vol. 92, issue 2, pp. 147–153. DOI: 10.1007/s11240-007-9317-1.
18. Nemoykina A.L. *Vliyaniye sveta i gormonov na morfogenez yukki slonovoy v kul'ture in vitro : dissertatsiya kandidata biologicheskikh nauk*. [Influence of light and hormones on morphogenesis of yucca elephant in culture in vitro: the dissertation of the candidate of biological sciences]. Tomsk, 2003, 133 p. (in Russ.).
19. Murashige T., Skoog F. *Physiol Plant.*, 1962, vol. 15, issue 3, pp. 473–497.
20. Li H., Xu Z., Tang C. *Plant Cell Tissue Organ Cult.*, 2010, vol. 103, issue 2, pp. 155–163. DOI: 10.1007/s11240-010-9763-z.

Received February 13, 2018

Revised March 15, 2018

**For citing:** Ovchinnikova V.N., Karsunkina N.P., Kharchenko P.N., Nikiforova N.V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2018, no. 3, pp. 223–229. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2018033747.

\* Corresponding author.

