

8. Бабаев Э.Р., Мамедова П.Ш., Кулиева Д.М., Мовсумзаде М.Э. Выбор активного микроорганизма-деструктора углеводов для очистки нефтезагрязненных почв Балаханского месторождения // Башкирский химический журнал. 2009. Т. 16. №1. С. 103-106.
9. Plakunov V.K., Zhurina M.V., Beliaev S.S. Resistance of the petroleum-oxidizing microorganism *Dietzia* sp. to hyperosmotic shock in reconstituted biofilms // *Microbiologia*. 2008. №77(5). P. 581-590.
10. Патент RU 2 352 630 C1, опубликовано 20.04.2009. «Способ выделения и активации консорциума аборигенных микроорганизмов-деструкторов нефти и нефтепродуктов» (прототип)
11. Патент CN 104388312, опубликовано 12.10.2014. «Screening method for petroleum degrading bacteria, method for preparing petroleum degrading bacteria inoculant from screened bacteria, and application of inoculant».
12. Патент RU 2 426 781 C2, опубликовано 20.08.2011. «Способ выбора штаммов микроорганизмов-деструкторов нефти и нефтепродуктов».
13. Фокина А.И., Злобин С.С., Домрачева Л.И., Трефилова Л.В. Свойства некоторых видов грибов р. *Fusarium* – основа для создания биосорбента тяжёлых металлов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. №2. С. 49-52.
14. Фрейберг И.А., Фэн Фуцзюань К вопросу ремедиации почв лесных питомников от пестицидной токсичности с помощью микроорганизмов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. №4. С. 41-43.
15. Чеботарь В.К., Щербаков А.В., Чижевская Е.П., Петров В.Б. Влияние засоления и тяжелых металлов на ростстимулирующую и антагонистическую активность почвенных бактерий и перспективы использования микроорганизмов для биоремедиации почв // Достижения науки и техники АПК. 2011. №7. С. 28–31.
16. Кожевин П.А. Биотический компонент качества почвы и проблема устойчивости // Почвоведение. 2001. №4. С. 44–48.
17. Рогозина Е.А., Калимуллина Г.К. Балансовая сторона и динамика утилизации микроорганизмами нефтяного загрязнения почвы // Нефтегазовая геология. Теория и практика: электронный науч. журн. 2009. №4. URL: http://www.ngtp.ru/7/19_2009.pdf.
18. Бабаев Э.Р. Анализ активности штаммов-деструкторов в отношении нефтезагрязнений почв Апшеронского полуострова // Башкирский химический журнал. 2010. Том 17. № 2. С. 17–20.
19. Кудрина Е.А., Максимов А.Ю. Биodeградация дибензотиофена и алканов нефти бактериями рода *Rhodococcus* // Актуальные аспекты современной микробиологии: тез. III Междунар. молодежной школы-конференции. М., 2007. С. 57–58.
20. Дегтярева И.А., Хидиятуллина А.Я. Оценка влияния природных ассоциаций углеводородоокисляющих микроорганизмов на состояние нефтезагрязненной почвы // Ученые записки Казанского ун-та. 2011. Том 153. кн. 3. С. 137–143.

УДК 578

ВЛИЯНИЕ СВЕТА НА БИОСИНТЕЗ ЦЕННЫХ ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ В ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ

Сагандыкова Балжан Рамилқызы

Sagandykova.br@gmail.com

Магистрант 1 курса ЕНУ им.Л.Н.Гумилева специальности Общая и прикладная
биотехнология

Научный руководитель – Турпанова Р.М.

Лекарственные растения играют ключевую роль в развитии человека и использовались с доисторических времен до наших дней. По данным Всемирной организации здравоохранения, 80% населения развивающихся стран полагается на традиционные лекарства, в основном растительные, для нужд первичной медико-санитарной помощи. В настоящее время по меньшей мере 25% лекарств во всем мире прямо или косвенно получают из лекарственных растений, которые остаются основным источником лекарств.

Например, артемизинин, полученный из полыни однолетней, широко используется для лечения малярии [1].

Вторичные метаболиты служат материальной основой клинически лечебных эффектов лекарственных растений. Вторичные метаболиты относятся к низкомолекулярным органическим соединениям, непосредственно не участвующим в росте и развитии растений, но имеющим важное значение для долгосрочного выживания растений. Помимо их медицинского применения, вторичные метаболиты также широко используются в косметике [2].

На биосинтез и накопление вторичных метаболитов в лекарственных растениях влияют факторы окружающей среды, такие как вода, свет, температура, свойства почвы и химический стресс [3]. Среди этих факторов свет влияет на накопление почти всех типов вторичных метаболитов.

Качество света, интенсивность света и фотопериод влияют на содержание метаболитов в растениях. Например, состав и содержание веществ в одних и тех же видах растений сильно различаются в разных регионах из-за различий в условиях освещения.

Системы контролируемого выращивания с использованием искусственного освещения получили широкое применение в связи с растущим спросом на натуральные продукты. Эти системы изначально разработаны для производства несезонных культур и овощей. В последние годы они также используются для повышения выделения вторичных метаболитов в лекарственных растениях.

Искусственное освещение занимает важное место в системах контролируемого выращивания и светоизлучающих диодах (светодиодах). Предполагается, что в настоящее время они являются оптимальными источниками искусственного света [4]. По сравнению с другими типами ламп, такими как люминесцентные, натриевые высокого давления (HPS) и металлогалогенные, светодиоды демонстрируют эквивалентную или более высокую светоотдачу, отсутствие теплового излучения и более длительный срок службы.

Кроме того, светодиод также может генерировать монохроматическую длину волны света и делает более удобным изменение структуры качества света в системах контролируемого выращивания. Понимание того, как свет влияет на биосинтез ценных вторичных метаболитов имеет важное значение для выращивания лекарственных растений в контролируемой окружающей среде, а также в условиях открытого поля. В этом обзоре обсуждается роль света в накоплении различных типов вторичных метаболитов с целью выявления и предоставления справочной информации для дальнейшего изучения механизма, лежащего в основе биосинтеза вторичных метаболитов, опосредованного светом в лекарственных растениях.

ОСНОВНЫЕ ВТОРИЧНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ В ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ

Основываясь на их структуре и путях биосинтеза, растительные вещества в основном делятся на полифенолы (фенольные соединения), терпеноиды и алкалоиды [5].

Полифенолы представляют собой большое и сложное семейство фитохимических веществ, содержащих по меньшей мере одно ароматическое кольцо и гидроксильную группу в качестве функциональных производных. На сегодняшний день в растениях обнаружено более 8000 полифенолов. Они присутствуют почти во всех видах растений и привлекли значительное внимание благодаря своим питательным и фармацевтическим применениям.

Терпеноиды - это соединения, структурной единицей которых является изопрен. В соответствии с количеством структурных единиц изопрена терпеноиды делятся на пять категорий: монотерпены, сесквитерпены, дитерпены, тритерпены и тетратерпены.

Алкалоиды образуют большой класс гетероциклических азотоорганических соединений, из которых на сегодняшний день выделено более 10 000. Учитывая их противоопухолевую, антибактериальную и противовоспалительную активность, алкалоиды широко используются для производства лекарств [6]. В зависимости от путей их биосинтеза и химической структуры алкалоиды подразделяются на пять групп: терпениндо́л, бензилизохинолин, тропин, пурин и пирролизидиновые алкалоиды.

КАЧЕСТВО СВЕТА

Световые спектры и фоторецепторы в зависимости от длины волны света солнечный спектр делится на три части, а именно ультрафиолетовый свет (200-400 нм; УФ-А, 315-400 нм; УФ-В, 280-320 нм; УФ-С, 200-280 нм), видимый свет или фотосинтетически активное излучение (номинальная; синий свет, 400-500 нм; зеленый свет, 500-600 нм; красный свет, 600- 700 нм) и дальний красный свет (700-800 нм). Фоторецепторы незаменимы для восприятия света и передачи светового сигнала в растениях. На сегодняшний день у модельного вида растений *Arabidopsis thaliana* идентифицировано по меньшей мере пять видов фоторецепторов: (1) фитохромы (phyA–phyE), которые в основном воспринимают красный свет и дальний красный свет; (2) криптохромы (cry), которые в основном воспринимают синий свет и УФ-А. (3) фототропины (фото), которые в основном воспринимают синий свет;

(4) зейтлупы, которые в основном воспринимают синий свет и зеленый свет (450-520 нм);
и

(5) УФ–фоторецептор UVR8, который в основном воспринимает UV-B (280-315 нм).

Среди пяти фитохромов phyA является основным фоторецептором, который воспринимает дальний красный свет, в то время как phyB в основном воспринимает красный свет. Благодаря этим фоторецепторам растения могут точно обнаруживать изменения длины волны, направления, интенсивности и продолжительности света и своевременно реагировать.

ИНТЕНСИВНОСТЬ СВЕТА

Оптимальные условия освещения, необходимые для роста и развития, различаются у разных видов лекарственных растений. В соответствии с требованиями к интенсивности солнечного света лекарственные растения подразделяются на три типа: гелиофиты, сциофиты и промежуточные растения. Подобно другим физиологическим процессам, на накопление вторичных метаболитов в лекарственных растениях существенно влияет интенсивность света [7]. Как правило, высокая интенсивность света способствует выработке вторичных метаболитов у гелиофитов, такие как *Lonicera japonica*, *Tabernaemontana pachysiphon* и *Andrographis paniculata*, в то время как низкая интенсивность света способствует выработке у сциофитов, таких как *Glechoma longituba*, *Changium myrnioides*, *Polygonum minus* и женьшень *Panax*. Концентрация и выход являются двумя важными параметрами, которые следует учитывать при производстве вторичных метаболитов в лекарственных растениях. Например, Li и др. [8] сообщили, что 30 и 50% солнечного света являются лучшими условиями освещения, чем 10 и 100% солнечного света, для общего производства алкалоидов в *Mahonia brevifolia*, поскольку первый интенсивность света приводит к увеличению биомассы.

Аналогично, в *G.longituba*, концентрация и выход урсоловой кислоты и олеаноловой кислоты стимулировались при 33% солнечного света и 16% солнечный свет, соответственно, по сравнению с другими интенсивностями света.

Интенсивность света также влияет на химический состав лекарственных растений. Например, Сюй и др. [9] утверждают, что умеренное затенение (38,8% от контроля) способствовало накоплению фенольных соединений типа C₆C₁ и C₆C₃, в то время как сильное затенение (16,9% от контроля) стимулировало накопление фенольных

соединений типа C₆C₃C₆ у *Eleutherococcus senticosus*

ФОТОПЕРИОД

Фотопериод является одним из важнейших факторов окружающей среды, регулирующих рост и развитие лекарственных растений, и часто тесно связан с другими факторами окружающей среды, такими как широта, направление наклона и сезонные изменения. В зависимости от продолжительности дня или количества света, необходимого для цветения, лекарственные растения подразделяются на растения с длинным днем, коротким днем и промежуточным днем.

Различные виды растений приспосабливаются к изменениям фотопериода посредством различных физиологических модификаций, одной из которых является изменение накопления вторичных метаболитов.

У многих лекарственных растений фотопериод способствует накоплению вторичных метаболитов. Например, Фазаль и др. [10] оптимизировали условия, необходимые для суспензионной культуры *P. vulgaris*, и обнаружили, что биомасса и содержание веществ были выше при 18-часовом освещении / 12-часовом затемнении (18L/12D), 16L/14D и фотопериоды 14L/16D по сравнению с контролем (16L/8D).

Фотопериод также влияет на химический состав лекарственных растений. Тусевский и др. [11] обнаружили, что волосатые корни *Hypericum perforatum*, культивируемые под 16- часовой световой/8-часовой темный фотопериод показал биосинтез *de novo* из двух фенольных кислот, трех флавонолгликозидов и пяти ксантонов сравнивали те, которые культивировали в условиях постоянной темноты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этом обзоре были обобщены регулирующие роли света: интенсивность света и фотопериод накопления вторичных метаболитов в лекарственных растениях. Как правило, когда растения подвергаются воздействию УФ-В-излучения, гомодимер UVR8 подвергается мономеризации и увеличивает COP1 стабильность и индуцирует длительную экспрессию гипокотия 5 (HY5). HY5 является основным фактором транскрипции в световом сигнальном пути, который регулирует экспрессию генов, кодирующих факторы транскрипции или ключевые ферменты, участвующие в биосинтезе вторичных метаболитов, чтобы влиять на накопление этих веществ при УФ-В.

В связи с растущим спросом на природные биоактивные соединения для выращивания лекарственных растений используется множество экологически контролируемых систем с искусственными источниками света. Были определены условия освещения, оптимальные для небольшого производства у различных видов растений, и охарактеризованы чувствительные к свету гены, участвующие в соответствующих биосинтетических путях. Однако интактные световые сигнальные пути почти во всех лекарственных растениях остаются неясными. Кроме того, регуляторная роль света в растениях сложна. Понимание того, как свет систематически регулирует содержание вторичных метаболитов и рост лекарственных растений, одновременно влияет на содержание и выход целевых соединений - это задача, которую следует решать в будущем.

Список использованных источников

1. Tayyab Ansari M. et al. Malaria and artemisinin derivatives: an updated review //Mini reviews in medicinal chemistry. – 2013. – Т. 13. – №. 13. – С. 1879-1902.
2. Bogers R. J., Craker L. E., Lange D. (ed.). Medicinal and aromatic plants: agricultural, commercial, ecological, legal, pharmacological and social aspects. – Wageningen, The Netherlands : Springer, 2006. – Т. 17. – С. 16-21.
3. Verma N., Shukla S. Impact of various factors responsible for fluctuation in plant secondary metabolites //Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants. – 2015. – Т. 2. – №. 4. – С. 105-113.
4. Jung W. S. et al. Application of light-emitting diodes for improving the nutritional quality and

УДК 62

ОБЗОР: ВНЕКОРНЕВОЕ УДОБРЕНИЕ КАК СТРАТЕГИЯ ПИТАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

¹ Сұлтангереева Н.С., ¹Аубакирова К.М., ¹Кулатаева М.С.,

¹Аликулов З., ¹Сатканов М.Ж.

satkanov.mereke@gmail.com

¹ Евразийский Национальный университет им. Л. Н. Гумилева, г. Нур-Султан

Введение

Внекорневое удобрение (англ. *foliar fertilization*) -широко используемая стратегия питания сельскохозяйственных культур, которая на данный момент приобретает большее значение во всем мире. При разумном использовании внекорневые удобрения могут быть более экологичными и целенаправленными, чем внесение удобрений в почву, хотя реакция растений на внекорневые опрыскивания различна, и многие принципы внекорневых удобрений остаются плохо изученными.

Внекорневое удобрение (ВУ) — это важный инструмент для устойчивого и продуктивного управления сельскохозяйственными культурами. Например, проведенные исследования на пшенице (*Triticum sp.*) показали, что внекорневые опрыскивания азотом повышает содержание белка в зерне [1-3]. Marschner пришел к выводу, что если количество какого-либо минерального питательного вещества в листьях чрезвычайно мало, то их способность поглощать это питательное вещество ограничена из-за необратимых изменений в их тканях [4]. На преимущества ВУ в конце сезона влияет азотный статус сорта и растения [3]. Однако текущее понимание факторов, влияющих на конечную эффективность ВУ, остается неполным.

Обоснования использования внекорневых удобрений включают: 1) когда почвенные условия ограничивают доступность вносимых в почву питательных веществ; 2) в условиях, когда возможны большие потери питательных веществ, вносимых в почву; 3) когда стадия роста растения, внутренняя потребность растения и условия окружающей среды взаимодействуют, ограничивая доставку питательных веществ к критическим органам растения. В каждом из этих условий решение о применении внекорневых удобрений определяется величиной финансового риска, связанного с невозможностью восполнить дефицит питательного вещества, и предполагаемой вероятностью эффективности внекорневых подкормок. Кроме того, внекорневая подкормка теоретически более безвредна для окружающей среды, непосредственна и целенаправленна, чем внесение удобрений в почву, поскольку питательные вещества могут напрямую доставляться в ткани растения на критических стадиях роста растений. Процессы, посредством которых питательный раствор, нанесенный на листву, в итоге используется растением, включают адсорбцию листвой, проникновение через кутикулу, поглощение и абсорбцию в метаболически активных клеточных компартментах листа, а затем перемещение и использование поглощенного питательного вещества растением.

Физиология и анатомия листьев

Надземная поверхность растения характеризуется сложным и разнообразным набором специализированных химических и физических приспособлений, которые служат для повышения устойчивости растений к обширному списку факторов, включая неблагоприятное облучение, температуру, дефицит давления пара, ветер, травоядные, физические повреждения, пыль, дождь, загрязняющие вещества, антропогенные химические вещества, насекомые и патогены. Воздушные поверхности и конструкции растений также