

АНАЛИЗ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ-РЕГЕНЕРАНТОВ ЛАВАНДЫ УЗКОЛИСТНОЙ, ВЫРАЩЕННОЙ В УСЛОВИЯХ IN VITRO ПРИ СВЕТОДИОДНОМ ОСВЕЩЕНИИ РАЗНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА

Шестерень Павел Владимирович, Симоненко Дмитрий Сергеевич, студенты 4 курса агротехнологического факультета

Никонович Тамара Владимировна, к.б.н., доцент кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии, E-mail: tvnikonovich@gmail.com

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»

Аннотация: *В статье приведены результаты анализа антиоксидантной активности водных экстрактов надземной части растений-регенерантов лаванды узколистной, выращенной в условиях in vitro при искусственном освещении различного спектрального состава.*

Ключевые слова: *лаванда узколистная, Lavandula angustifolia Mill., антиоксиданты, искусственное освещение.*

Введение. В клетках живых организмов вследствие метаболических процессов неизбежно образуются свободные радикалы – частицы, обладающие высокой реакционной способностью. Они могут повреждать структурные элементы клеток, в том числе и ядерные компоненты, из-за чего нарушается нормальная жизнедеятельность целых тканей. Организмы приспособлены к данному явлению путём синтеза антиоксидантов – веществ, способных нейтрализовать окислительное действие свободных радикалов. Однако в процессе старения живой системы, способность к созданию собственных антиоксидантных веществ ухудшается, что приводит к патологическим процессам. Для компенсации этого явления, человек использует антиоксиданты синтетического или растительного происхождения[1]. В процессе выращивания растений в контролируемых условиях, возможно, регулировать все химические и физические факторы, влияющие на их рост и развитие, тем самым подбирая наиболее оптимальные. Растения адаптируясь к подобраным условиям, способны изменять интенсивность метаболических процессов. Это возможно использовать для получения конечного продукта с наиболее подходящим под нужды промышленности биохимическим составом[2]. Для определения биохимической ценности растения используется количественный показатель антиоксидантной активности – способности растительного экстракта к ингибированию свободных радикалов.

Цель. Целью исследования являлось изучение влияния искусственного освещения разного спектрального состава на антиоксидантную активность растительного экстракта лаванды узколистной.

Материалы и методика исследования. Растения-регенеранты лаванды выращивались на искусственной питательной среде Мурасиге-Скуга, уменьшенной на половину по основному составу. Температура культивирования составляла +24°C, фотопериод 16 часов. Освещение было представлено светодиодными светильниками серии «Светодар» производства Государственного предприятия «ЦСОТ НАН Беларуси», в них отношение ППФ (плотность потока фотонов в диапазоне 400–700 нм) оранжево-красной полосы (607–694 нм) к ППФ синей полосы (400–495 нм) варьировалось от 1 до 20. Варианты освещения обозначены порядковыми номерами, присвоенными им согласно общей нумерации, используемой в лаборатории, а именно 16, 17, 18, 19, 20, 21. Контрольным источником света были люминесцентные лампы марки OSRAM 36W/765 Cool Daylight с плотностью потока фотонов – $38,2 \pm 13,4$ мкмоль/м²·с (вариант 22). Для проведения биохимического анализа использовалась только надземная часть растения-регенеранта, антиоксидантная активность определялась методом ферментных систем с использованием 2,2'-азино-бис(3-этилбензтиазолино-6-сульфоновая кислота) (ABTS). При инкубировании ABTS с пероксидазой и H₂O₂ образуется радикал ABTS⁺, сохраняющий свою активность в течение двух дней в защищённом от света месте при комнатной температуре. Этот радикал обладает сине-зелёной окраской, которая утрачивается в процессе инактивации; максимум спектра поглощения находится на отметке в 416 нм [3]. Стабильность радикала позволяет достоверно изучить активность антиоксидантов в исследуемом растворе, а свойство обесцвечиваться открывает возможность для применения спектрометрического анализа. Надземную часть растений лаванды подвергали водной экстракции. Полученный экстракт разбавляли при помощи 70% этилового спирта в соотношении 2 к 8 соответственно. В кювету вносили ABTS⁺ объёмом 2 мл, затем ее помещали в готовый к работе спектрофотометр. К ABTS⁺ добавляли 125 мкл разбавленного экстракта и сразу начинали серию измерений абсорбции с периодом в 10 секунд [4].

Результаты и их обсуждение. Были получены данные об абсорбционной способности растворов с экстрактами и ABTS⁺ (таблица 1). С течением времени антиоксиданты реагируют с содержащимся в растворе радикалом ABTS, что напрямую отражается на показателе абсорбции. Обнаруживаются две стадии проходящей в растворе реакции ингибирования свободного радикала; ускоренная фаза прекращается на отметке приблизительно в 30 секунд с момента добавления растительного экстракта. При определении антиоксидантной активности используются данные абсорбции, полученные непосредственно в начале измерений и на временной отметке в 60 секунд. Расчёт показателя осуществлялся по формуле:

$$AOA = (A_{b0} - A_{b60}) / A_{b0} \times 100,$$

где АОА - антиоксидантная активность, $Аб_0$ - показатель абсорбции первого измерения, $Аб_{60}$ - показатель абсорбции через 60 секунд.

Таблица 1-Показатели абсорбции растворов с экстрактами и АВТС+

t	Абсорбция по вариантам						
	16	17	18	19	20	21	22 (К)
2,7	0,83783	0,67855	0,67662	0,71332	0,77365	0,67004	0,77662
13,3	0,56752	0,46074	0,53474	0,46012	0,50338	0,33709	0,48806
23,3	0,53716	0,42331	0,49093	0,42919	0,45085	0,31020	0,45171
33,3	0,52163	0,40750	0,48170	0,41317	0,43822	0,29639	0,43635
43,3	0,51290	0,40015	0,47541	0,40329	0,42829	0,28684	0,42485
53,3	0,50457	0,39376	0,46944	0,39621	0,42056	0,27992	0,41701
63,3	0,49693	0,38742	0,46470	0,38886	0,41355	0,27368	0,40764
73,3	0,49052	0,38183	0,45987	0,38304	0,40733	0,26815	0,40138
83,3	0,48431	0,37668	0,45561	0,37771	0,40148	0,26244	0,39558
93,3	0,47862	0,37173	0,45203	0,37249	0,39586	0,25734	0,38956
103,3	0,47311	0,36674	0,44755	0,36751	0,39039	0,25238	0,38397
113,3	0,46823	0,36206	0,44356	0,36267	0,38520	0,24773	0,37843
123,3	0,46317	0,35742	0,43973	0,35791	0,37996	0,24329	0,37319
133,3	0,45842	0,35279	0,43586	0,35332	0,37506	0,23887	0,36822
143,3	0,45368	0,34832	0,43211	0,34881	0,37003	0,23428	0,36318
153,3	0,44895	0,34386	0,42871	0,34432	0,36530	0,23011	0,35802
163,3	0,44435	0,33953	0,42509	0,33998	0,36044	0,22585	0,35311
173,3	0,43982	0,33520	0,42140	0,33565	0,35580	0,22176	0,34863
183,3	0,43547	0,33098	0,41804	0,33152	0,35133	0,21771	0,34408
193,3	0,43127	0,32681	0,41460	0,32755	0,34679	0,21390	0,33956
203,3	0,42710	0,32271	0,41114	0,32357	0,34235	0,21001	0,33524
213,3	0,42300	0,31864	0,40786	0,31962	0,33804	0,20628	0,33103
223,3	0,41899	0,31461	0,40458	0,31582	0,33378	0,20269	0,32690
233,3	0,41496	0,31063	0,40114	0,31197	0,32969	0,19913	0,32286
243,3	0,41117	0,30673	0,39799	0,30841	0,32558	0,19572	0,31902
253,3	0,40735	0,30290	0,39473	0,30465	0,32137	0,19229	0,31508
263,3	0,40349	0,29905	0,39168	0,30106	0,31754	0,18905	0,31128
273,3	0,39967	0,29528	0,38837	0,29755	0,31339	0,18572	0,30768
283,3	0,39629	0,29150	0,38534	0,29407	0,30956	0,18260	0,30390
293,3	0,39249	0,28776	0,38225	0,29066	0,30567	0,17946	0,30043
303,3	0,38912	0,28406	0,37922	0,28735	0,30198	0,17637	0,29710
313,3	0,38551	0,28044	0,37617	0,28411	0,29833	0,17334	0,29353
323,3	0,38204	0,27677	0,37325	0,28081	0,29459	0,17027	0,29029
333,3	0,37861	0,27333	0,37034	0,27757	0,29112	0,16750	0,28706
343,3	0,37536	0,26976	0,36733	0,27452	0,28758	0,16442	0,28374
353,3	0,37230	0,26617	0,36433	0,27131	0,28407	0,16173	0,28049
363,3	0,36887	0,26280	0,36146	0,26837	0,28061	0,15891	0,27739

Примечание: t — временная отметка замера с момента добавления экстракта.

После обработки результатов абсорбции получены сведения об антиоксидантной активности растительных экстрактов (таблица 2).

Для этих данных рассчитано значение стандартного отклонения для исключения субъективной оценки полученных результатов, который равен 8,38. Основываясь на этом показателе, данные были распределены на четыре группы в зависимости от степени отклонения от контрольного варианта. Так, к группе I относился контрольный вариант, ко II группе – показатели без статистически значимого отклонения, к III группе – показатели со статистически значимым отклонением в отрицательном направлении, к IV группе – показатели со статистически значимым отклонением в положительном направлении.

Таблица 2 -Показатели антиоксидантной активности экстрактов

Вариант опыта	Антиоксидантная активность, %	Группа
16	40,69	II
17	43,00	II
18	31,31	III
19	45,44	II
20	46,51	II
21	59,25	IV
22 (К)	47,49	I

Среди исследуемых образцов следует выделить растения, экстракты которых по антиоксидантной активности статистически отличались от контрольного варианта. Экстракт лаванды, выращенной при 18 варианте освещения, продемонстрировал уменьшение количества ингибированных свободных радикалов, что свидетельствует о низком уровне содержания антиоксидантов в данном объекте. В контраст к этому объекту противопоставляются растения, выращенные при варианте освещения 21, экстракт которых продемонстрировал высокие показатели антиоксидантной активности. Экстракты растений лаванды, выращенных при остальных вариантах освещения, не продемонстрировали значительного отклонения от контрольного варианта. Низкие показатели антиоксидантной активности у растений, выращенных при варианте освещения 18 могут стать причиной снижения их общей продуктивности, т.к. способность нейтрализовать свободные радикалы напрямую зависит от устойчивости к стрессовым воздействиям. Усиление антиоксидантной активности в растительном материале, выращенном при варианте освещения 21 наоборот позволит растению лучше справляться с подобными стрессовыми воздействиями, а это положительно коррелирует с показателями продуктивности.

Заключение. Установлено, что спектральный состав света влияет на антиоксидантную активность растений-регенерантов лаванды узколистной. Определены условия светодиодного освещения, при которых выращиваемые растения лаванды обладали повышенным содержанием антиоксидантов.

Библиографический список

1. Загоскина Н. В., Назаренко Л. В. Активные формы кислорода и антиоксидантная система растений //Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Естественные науки. – 2016. – Т. 2. – №. 22. – С. 9-23.
2. Князева И. В. ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ //Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2020. – №. 12 (165). – С. 25-31.
3. Тринеева О. В. Методы определения антиоксидантной активности объектов растительного и синтетического происхождения в фармации (обзор) //Разработка и регистрация лекарственных средств. – 2017. – №. 4. – С. 180-197.
4. Алексеев А. В., Проскурнина Е. В., Владимиров Ю. А. Определение антиоксидантов методом активированной хемилюминесценции с использованием 2, 2'-азо-бис (2-амидинопропана) //Вестник Московского университета. Серия 2. Химия. – 2012. – Т. 53. – №. 3. – С. 187-193.