Учреждение образования
«Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА

Сборник статей
VII университетской студенческой
научно-практической конференции

Брест, 14 декабря 2017 года

Брест
БрГУ имени А.С. Пушкина
2018

УДК 57+58+66+372+543+577+582+595+628+631+633+635+644+665
ББК 24.1+24.2+28.0+40.0
Б 63

Рецензенты:
кандидат биологических наук, доцент **Н.М. Матусевич**
кандидат биологических наук, доцент **Е.Г. Артемук**

Под общей редакцией
кандидата биологических наук, доцента **Н.Ю. Колбас**

Б 63 **Биологически** активные соединения в жизни человека – 2017 : сб. материалов университетской студенческой науч.-практ. конф., Брест, 14 декабря 2017 г. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина; под общ. ред. Н.Ю. Колбас. – Брест : БрГУ, 2018. – 127 с.

В сборник включены материалы, посвященные решению актуальных проблем строения, синтеза, биологической роли биологически активных соединений, отражающие основные направления научных исследований студентов.

Материалы могут быть использованы научными работниками, аспирантами, преподавателями и студентами высших учебных заведений, специалистами системы образования.

Ответственность за языковое оформление и содержание материалов несут их авторы.

УДК 57+58+66+372+543+577+582+595+628+631+633+635+644+665
ББК 24.1+24.2+28.0+40.0

© УО «Брестский государственный
университет имени А.С. Пушкина», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Арчибасова Я.В.
Сравнительная оценка влияния брассиностероидов на динамику роста *Hellianthus annuus* L. в полевых и лабораторных условиях……. 6

Богдан И.А.
Биологически активные добавки в зубных пастах …..……... 10

Богдан О.К.
Содержание нитратов в овощной продукции города Лунинца……. 12

Бричкалевич С.В.
Химическая модификация структуры природных веществ создания синтетических лекарственных препаратов…… 15

Бузун Е.В.
Биохимия питания муравьев *Lasius niger* L.…… 17

Дацик О.И.
Влияние растворов брассиностероидов на оплодотворяющую способность пыльцы томата сорта Чирок…….……. 19

Дыдышко А.А.
Целенаправленный поиск веществ с антиоксидантной активностью…….. 23

Евсеева Е.А.
Определение динамики роста сорго зернового под действием брассиностероидов в полевых условиях……..……. 25

Женарь А.В.
Влияние климатических условий на фенольный состав плодов винограда…… 27

Женарь А.В., Грушевская А.А.
Органолептические свойства фенольных соединений винограда…… 30

Жакун А.А.
Лекарственный эффект одного из энантиомеров и вредные последствия применения энантиомера с другой конфигурацией……. 32

Зуйкевич В.В.
Таннины в растительном сырье ……... 34

Качанович П.В.
Оценка влияния брассиностероидов на ростовые параметры некоторых декоративных растний……. 36

Король И.В.
Влияние растворов стероидных гликозидов в концентрации 10^{-7} % на процессы прорастания семян редиса сорта Заря и их адаптацию к низкой температуре ……... 39

Крупкевич Л.С.
Химическая модификация структуры уже известных синтетических препаратов для создания новых синтетических лекарственных веществ ……... 41

Лавриеня Д.И.
Филогения и первичные данные о белковом составе ядов представителей жало-носных перепончатокрылых отряда *Hymenoptera* (*vespidae,apidae*)……. 43

Лузько О.Н.
Биологически активные вещества грибов…….……..… 47

Лукашевич А.В.
Современные методы оценки антиоксидантной активности фруктов …… 49

Лысюк Ю.А.
Влияние брассиностероидов и стероидных гликозидов на зерновые культуры …… 54

Мариневич А.А.
Протекторный эффект брассиностероидов при токсическом действии ионов кадмия на растения люпина узколистного…….. 58

Мелешкевич М.М.
Влияние брассиностероидов на рост и продуктивность гречихи посевной в полевом эксперименте 2017 г. ……..... 60

Миронюк Е.А.
Биологическая активность растворов стероидных гликозидов в концентрации 10^{-6} % при прорастании семян шпината в условиях низких температур…… 66

Михнюк О.В.
Влияние брассиностероидов на динамику роста сорго зернового в лабораторных условиях…….. 68

Мосийчук В.В.
Биологическая активность растворов брассиностероидов в концентрации 10^{-5} % в отношении прорастающих семян шпината сорта Жирнолистный…….. 71

Павлович В.А.
Биологически активные соединения женьшеня (*Panax* L.)…….….. 74

Петрочук Д.С.
Биологически активные вещества яда пауков, вызывающие арахноидизм……. 77

Ратникова М.С.
Влияние условий культивирования на эффективность синтеза биосурфактантов бактериями *Rhodococcus erythropolis*…….. 79

Рыжук Ф.И.
Эффективность использования ряда регуляторов роста для снижения накопления нитратов в рукколе посевной…… 83

Рыжук Ф.И.
Влияние брассиностероидов в концентрации 10^{-7}% на температурную адаптацию прорастающих семян салата сорта Королева лета…… 85

Сельвисюк М.А.
Эколого-биологическая инвентаризация экспозиций Центра экологии БрГУ имени А.С. Пушкина...…….. 89

Силюк В.В.
О возможных путях снижения синтеза фенолов пробирочными растениями……. 92

Сиридина А.В.
Биологически активные соединения лапчатки кустистой (*Potentilla fruticosa* L.) 96

Солонский М.Р.
Педагогические аспекты формирования мотивации у студенческой молодежи к здоровому образу жизни…… 99

Тетерюкова С.Н.
Реакции на лишайниковые кислоты при видовой диагностике лишайников……. 103

Ткачик Ю.А.
Асептика и антисептика при введении в культуру in vitro эксплантов растений…… 105

Троянчук В.А.
Биологически активные вещества плодов черешни……... 107

Ховренкова А.В
Влияние мелонгозида на ампелографические показатели спелости винограда в условиях г. Бреста…….. 110

Холод Е.П.
Стимуляторы роста растений…… 112

Шарко Д.А.
О практическом опыте использования стероидных гликозидов в растениеводстве... 116

Шманева В.А.
Влияние синтетического красителя кармуазина на рекомбинационную активность у дрозофилы…… 120

Шпигун С.А.
Влияние биологически активных веществ на центры регуляции функций при апитерапии…… 122

Шулинский Р.С., Астрамович В.А., Ковалев Я.В.
Предварительные результаты оценки активности ферментов группы цитохромов р450 в тканевых гомогенатах тлей *Myzus persicae*, подвергнутых действию имидаклоприда……..... 125

УДК 577.175.19:628.01

Я.В. АРЧИБАСОВА
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: А.П. Колбас, канд. биол. наук, доцент, PhD (Франция)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ БРАССИНОСТЕРОИДОВ НА ДИНАМИКУ РОСТА *HELIANTHUS ANNUUS* L. В ПОЛЕВЫХ И ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Введение. В современной прикладной экологии все большое значение приобретают методы повышения продуктивности растений за счет использования гормонов. Хорошие результаты по повышению урожайности сельскохозяйственных культур показали некоторые брассиностероиды [1]. Одной из перспективных культур для получения биотоплива и использовании в фиторемедиации является подсолнечник однолетний (*Helianthus annuus* L.) [2]. Влияние стероидных соединений исследовано недостаточно, особенно если речь идет о комплексном анализе фенотипических параметров. Анализ влияния стероидных соединений на показатели всхожести, роста и развития растений в полевом эксперименте необходим для выявления наиболее чувствительных сортов и подбора оптимальных концентраций препаратов, а также возможности экстраполяции данных лабораторных и полевых исследований. Исследование действия новых стероидных препаратов на функциональные параметры подсолнечника однолетнего позволит лучше понять механизм их воздействия на живые организмы.

Цель: оценить влияние брассиностероидов на изменения фенотипических признаков *Helianthus annuus* L. в полевых условиях.

Задачи:

1. Определить изменение ростовых параметров двух культиваров подсолнечника под действием растворов брассиностероидов различных концентраций в полевых условиях.

2. Оценить урожайность семян двух культиваров подсолнечника под действием растворов брассиностероидов различных концентраций в полевых условиях.

3. Оценить возможность экстраполяции данных лабораторных и полевых исследований

Материалы и методы. Для изучения влияния различных концентраций брассиностероидов на рост и развитие перспективных культиваров подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.) в полевых условиях бы-

ли использованы семена мутантной линии M1: SBI-12-B4-E-12/15-35-140-04-MB (Швейцария) и коммерческого сорта Ethic (E) (Франция), показавших значительную эффективность в предыдущих опытах по фиторемедиации загрязненных почв,

С учетом изученных литературных данных предыдущих исследований на других культурах и проведенных лабораторных опытов была предложена следующая схема опыта: семена обоих культиваров предварительно замачивали в течение 5 часов в растворах эпибрассинолида (ЭБЛ), гомобрассинолида (ГБЛ) и эпикастастерона (ЭКС) с концентрациями 10^{-8}, 10^{-7}, 10^{-6} (апробированными ранее в лабораторных опытах) (по 100 шт. для каждой концентрации). В качестве контроля использовалась дистиллированная вода, итого 10 вариантов для каждого культивара. Далее семена высаживались на опытном поле отдела Агробиология Центра экологии. Схема посадки была следующей: расстояние в ряду между растениями составило 25 см, расстояние между рядами составило 1 м, что дало возможность последующей механизированной обработке почвы мотоблоком. Таким образом, плотность посадки составила 40 000 раст/га. Посадка подсолнечника была осуществлена 12 апреля. Первые всходы появились 10 мая. Ростовые параметры (высота стебля отмечались с этого времени каждые 7-10 дней. Первая прополка осуществлена 5 июня. Осуществлены необходимые агротехнические мероприятия: прополки, подкормка, рыхление почвы, защита корзинок от поедания арединелями. В течение вегетационного периода произведены измерения длины стебля изучаемых растений. Сбор корзинок подсолнечника осуществлен 06.09.2017. После этого корзинки с семенами были размещены для высушивания до воздушно сухой массы в закрытом проветриваемом помещении. Такой же сушке подверглись стебли и листья модельных растений подсолнечника. Семена в последующем отделялись от корзинок, высушивались и взвешивались.

Весь статистический анализ был проведен с использованием программы Microsoft Excel. Значения были предварительно обработаны. Были рассчитаны средние значения и стандартные отклонения для каждой повторности. Параллельно производился Стьюдент-тест для выявления различий между средними величинами тест-параметров. Различия признавались достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Полевая всхожесть подсолнечника M1 варьировала от 62% (ГБЛ 10^{-7}) до 90% (ГБЛ 10^{-8}, ЭБЛ 10^{-6}). Всхожесть коммерческого сорта Ethic от 84% (контроль) до 99% (ГБЛ 10^{-7}). Первые настоящие листья (фаза L1-L2) отмечены 20 мая. Длина гипокотиля в начале вегетационного периода у M1 варьировала от 3,8 см (ЭБЛ 10^{-6}) до 5, 02 (ЭКС 10^{-6} и 10^{-7}). Длина гипокотиля на данный момент у коммерческого сорта *Ethic* варьировала от 4,38 см (ГБЛ 10^{-6}) до 5,85 (ЭБЛ 10^{-6}).

Предварительный анализ динамики роста двух культиваров подсолнечника показал, что большее ростстимулирующее действие брассиностероиды оказывали на коммерческий сорт Е, чем на мутантную линию М1 (рисунок 1). Так, у последней стимулирующие действие на длину стебля (до 12 %) отмечено только для растворов ЭКС (10^{-7}), которое через 6 недель вегетации нивелировалось с контролем. У коммерческого сорта Ethic (Е) на ранних этапах стимулирующие эффекты отмечались для ЭБЛ (10^{-6} – до 20%) и для ЭКС (10^{-8} до 10%). Максимальный стимулирующий эффект по сравнению с контролем наблюдался на 6-8 неделе вегетации практически для всех трех тестируемых гормонов: ЭБЛ (10^{-7} – 35%), ЭКС (10^{-8} – 34%) и ГБЛ (10^{-7} – 41%). К концу вегетационного периода достоверное превышение ростовых параметров над контролем значительно снизилось и составило 11% для ЭБЛ (10^{-6}), 15% для ГБЛ (10^{-8}) и 16 % для ЭКС (10^{-8}).

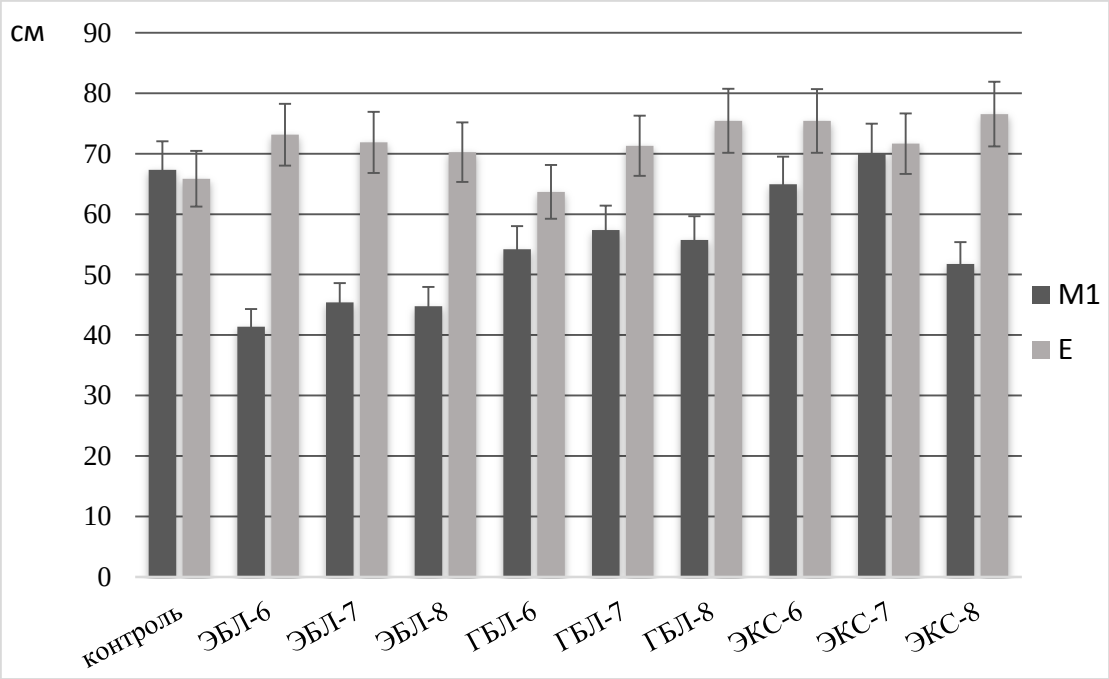


Рисунок 1 – Высота стеблей двух сортов подсолнечника после обработки растворами брассиностероидов

Значительное увеличение урожайности семян мутантной линии М1 по сравнению с контролем было отмечено после следующих обработок: ЭБЛ (10^{-7} – 19,6%), ГБЛ (10^{-6} – 10,1%), ЭКС (10^{-7} – 13,8%). У коммерческого сорта Ethic: ГБЛ (10^{-6} – 11,5%), ЭКС (10^{-6} – 11,3%) и отличительные высокие показатели у ЭКС (10^{-8} – 47,2%) соответственно. Падение урожайности семян зафиксировано при применении ЭБЛ (10^{-8}), ГБЛ (10^{-7}) и ГБЛ (10^{-8}) для обоих культиваров (рисунок 2).

В опытах научно-исследовательских учреждений Беларуси урожайность семян подсолнечника однолетнего ежегодно составляет 2,5–3,5 т/га, но в производственных условиях обычно она составляет 0,7–1 т/га [3], что значительно ниже общей мировой урожайности, составившей в 2017 году 1,8 т/га. В связи с этим возникает острая необходимость поиска решения, применимого к большей части выращиваемых в республике Беларусь сельскохозяйственных культур.

Сопоставляя данные полученные в лабораторных и полевых условиях, можно утверждать, что наибольшим достоверным ростстимулирующим воздействием в обоих случаях обладает ЭБЛ в концентрации 10^{-7}, ГБЛ в концентрации 10^{-6} и ЭКС в концентрации 10^{-7}, в то время как ГБЛ в концентрации 10^{-7} и 10^{-8} в большинстве случаев проявляет либо нейтральное, либо ингибирующее действие. Во время проведения полевого опыта в связи с регулярным наблюдением за всеми этапами развития выращиваемой культуры прогнозировались положительные результаты по показанию урожайности в повторности, обработанной ЭКС в концентрации 10^{-8}, однако, в связи с повреждением части корзинок птицами в этом варианте, урожайность получилась несколько ниже ожидаемой. В дальнейшем для установления биохимического статуса растений планируется провести исследование содержания в вегетативных органах фенольных соединений и антиоксидантной активности.

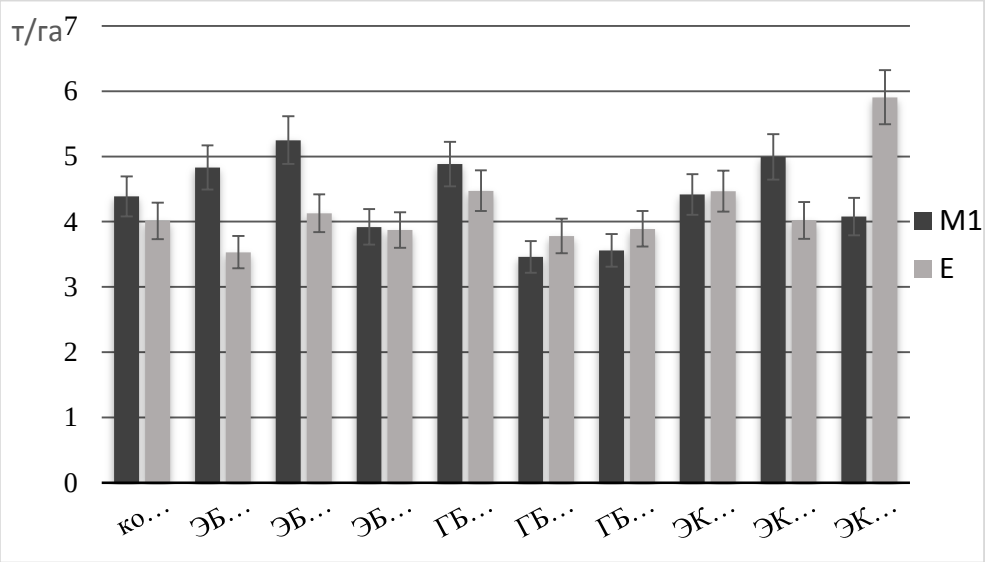


Рисунок 2 – Урожайность семян двух сортов подсолнечника после обработки растворами брассиностероидов

Изучая влияние брассиностероидов на различные фенотипические признаки двух культиваров подсолнечника, можно заключить, что для мутантной линии М1 перспективным направлением является использова-

ние исследованных гормонов для повышения урожайности семян, а у коммерческого сорта Е – для повышения биомассы зеленых органов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zhabinskii, V. N. New practical aspects of brassinosteroids and results of their ten-year agricultural use in Russia and Belarus/ V. N. Zhabinskii, N. B. Khripach) // Brassinosteroids. Bioactivity and Crop Productivity. – Eds. S. Hayat, A. Ahmad. Dordrecht: Kluwer Academic Pub., 2003. – P.189–230.

2. Kolbas, A. Phenotypic seedling responses of a metal-tolerant mutant line of sunflower growing on a Cu-contaminated soil series: potential uses for biomonitoring of Cu exposure and phytoremediation / A. Kolbas et al. // Plant and Soil. – 2014. – No. 376. – P. 377–397.

3. Перспективы возделывания подсолнечника в Республике Беларусь: сб. науч. ст. / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Гродн. гос. аграрный ун-т ; науч. ред. В.В. Пешко. – Гродно, 2011. – 392 с.

УДК 66.022.3:665.583.44

И.А. БОГДАН
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: Л.И. Равленко, канд. хим. наук, доцент

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ДОБАВКИ В ЗУБНЫХ ПАСТАХ

Биологически активные агенты, включаемые в состав паст, являются источником макро- и микроэлементов, витаминов, необходимых для тканей слизистой оболочки полости рта, пародонта и зубов, а также веществ, улучшающих трофические и защитные процессы в тканях полости рта. За счёт этого биологически активные добавки обладают противовоспалительным и регенераторным действием, что позволяет применять их при лечении гингивита, пародонта и заболеваний слизистой оболочки полости рта.

Ниже перечислены некоторые наиболее часто встречающиеся биологически активные вещества, включаемые в состав зубных паст.

Спирулина – биомасса, получаемая из сине-зеленых водорослей, богатая белками, витаминами группы В, каротиноидами, минеральными солями, аминокислотами и нуклеиновыми кислотами. Способна стимулиро-

вать функциональную активность слюнных желез, повышать резистентность эмали.

Экстракт морской водоросли ламинарии богатый природными микроэлементами (кальций, калий, фосфор, серебро), аминокислотами и хлорофиллом способствует процессам оздоровления пародонта, устраняет кровоточивость десен.

Экстракт эхинацеи пурпурной содержит натрий, калий, марганец, железо, медь, никель и другие элементы. Является стимулятором местного иммунитета полости рта, источником микроэлементов.

Препараты облепихи содержат фосфолипиды, стерины, различные витамины и провитамины (кератины, токоферолы, провитамин А, витамины С, К, Р, группы В), 15 микроэлементов, влияющих на обменные процессы в полости рта.

Препараты обладающие антисептическим действием: углекислые вытяжки (CO_2) семян фенхеля, моркови, винограда, можжевельника, травы шалфея, коричника, мяты перечной и др.; экстракты лекарственных растений – ромашки, зверобоя, аира болотного, календулы, шалфея, мяты лимонной, розмарина, крапивы, тысячелистника и др.

Водно-спиртовой экстракт тысячелистника содержит дубильные вещества, каротин, витамины С и К. Экстракт способствует повышению свертываемости крови за счёт увеличения числа тромбоцитов, обладает дезинфицирующим и противовоспалительным действием. Водно-спиртовой экстракт крапивы способствует повышению свертываемости крови благодаря присутствию в ней витамина К, стимулирующего выработку протромбина. Препараты аира болотного оказывают дезинфицирующее, противовоспалительное, обезболивающее действие. Вытяжка из гвоздики обладает местно анестезирующими свойствами. Масло австралийского чайного дерева характеризуется сильным бактерицидным действием, в 8 раз превышающим таковое карболовой кислоты и в 5 раз – спирта. Препараты мяты способны стимулировать капиллярное кровообращение в пародонте и слизистой оболочке, действовать болеутоляюще, освежающе и антибактериально. Экстракт эвкалипта оказывает болеутоляющее и мощное антисептическое действие, уничтожает патогенные бактерии (микроорганизмы), обладает кровоостанавливающим и регенерирующим действием, обладает бактерицидными, вяжущими и тонизирующими свойствами. Экстракт шалфея обладает вяжущим и антисептическим свойствами, предупреждает появление пародонтоза, способствует быстрому заживлению ранок. Экстракт цветков ромашки способствует укреплению десен и профилактике пародонтоза. Экстракт прополиса обладает антисептическим, противовоспалительным и вяжущим действием, сохраняет полезную микрофлору в полости рта. Экстракт женьшеня стимулирует за-

щитные механизмы и обменные процессы в деснах, оказывает тонизирующее действие на них, ускоряет регенерацию тканей, способствуют быстрому заживлению ран.

Хлорофиллин. Его 5–7 % водный раствор благоприятно влияет на ткани пародонта, снижая кровоточивость десен, их пастозность, воспалительные явления, стимулируя процессы регенерации. Зубные пасты, включающие биологически активные добавки, особенно показаны при гингивите, дистрофически-воспалительных и воспалительных заболеваниях пародонта и слизистой оболочки полости рта, а также при наличии факторов риска развития этих заболеваний. Эффективны при наличии кровоточивости десен во время чистки зубов или потребления грубой пищи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стоматологическая клиника Доктора Осиповой. Биологически активные добавки в зубных пастах. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ludent.ru/voprosy_otvety_r/gigiena/gigiena013/. Дата доступа: 04.01.2018.

2. Уход за зубами и полости рта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://vitazone.ru/forum/showthread.php?t=909. Дата доступа: 04.01.2018.

УДК 543.392:635.1/.3(476.7-3)

О.К. БОГДАН
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: Л.И. Равленко, канд. хим. наук, доцент

СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТОВ В ОВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ ГОРОДА ЛУНИНЦА

Растения усваивают азот из почвы. При правильном азотном питании растения хорошо растут и развиваются. Азот используется для разных процессов жизнедеятельности растений. Азот усваивается растениями после нитрификации – процесса превращения азотосодержащих веществ в форму, пригодную для усвоения высшими растениями: Аммиак – Нитриты – Нитраты. Нитрификация повышает плодородие почв. Накопление нитратов в растениях зависит от комплекса многих причин:

1. От биологических особенностей самих растений и их сортов. Выяснено, что больше всего нитратов содержится в редисе сорта «Красный

великан» по сравнению с другими её сортами. Содержание нитратов зависит и от возраста растений: в молодых органах их больше.

Меньше накапливается нитратов в гибридных растениях. Нитратов больше в ранних овощах, чем в поздних. Среди семейств, охватывающих овощные культуры, наибольшей способностью к накоплению нитратов отличаются капустные, тыквенные, сельдерейные, пасленовые. Наибольшее количество нитратов накапливают редька белая, свекла столовая, салат, шпинат, редис (до 5000 мг/кг сырой массы). Со средним содержанием (300 – 600 мг) цветная капуста, кабачки, тыквы, репа, редька, белокочанная капуста, хрен, морковь, огурцы. Такие же культуры, как томаты, перец сладкий, баклажаны, чеснок, горошек, фрукты и ягоды содержанием нитратов (10 – 80 мг).

2. От режима минерального питания растений. Так, микроэлементы (особенно молибден) снижают содержание нитратов в редисе, редьке и цветной капусте; цинк и литий – в картофеле, огурцах и кукурузе. Уменьшается содержание нитратов в растениях и в результате замены минеральных удобрений на органические (навоз, торф и др.), которые постепенно разлагаются и усваиваются растениями. Органические удобрения положительно влияют на капусту, морковь, свёклу, петрушку, картофель, шпинат. Нерациональное, халатное использование химических удобрений, чрезмерные дозы их приводят к сильному накоплению нитратов, особенно в столовых корнеплодах. Содержание нитратов возрастает сильнее при использовании нитратных удобрений, чем при употреблении аммонийных.

3. Накопление нитратов зависит и от факторов окружающей среды (температуры, влажности воздуха, почвы, интенсивности и продолжительности светового освещения).

Среди методов определения нитратов в продуктах главенствующее положение занимают физико-химические: спектрофотометрия, хроматография, электрохимия и хемилюминесценция.

На содержание нитратов мы брали:

- картофель сорта «Лабелла», выращенной в Лунинце;
- свеклу сорта «Пабло», выращенной в Лунинце;
- капусту сорта «Золотой гектар», выращенной в Лунинце;
- морковь сорта «Нанская», выращенной в Лунинце.

Для определения нитратов в продуктах мы использовали следующие методы:

- Полуколичественный метод определения нитратов с помощью индикаторной бумаги «индам» (сущность метода состоит в визуальной оценке окрашенных соединений, образующихся при взаимодействии нитратов с реагентами, нанесенными на бумагу);

- Тестер нитратов (персональный электронный тестер для определения нитратов в овощах. Прибор сконструирован для быстрого определения относительного содержания солей нитратов в распространенных овощах);
- Количественный ионометричесний метод определения нитратов (сущность метода состоит в извлечение нитратов из анализируемого материала раствором алюмокалиевых квасцов с последующим измерением концентрации нитратов в полученной вытяжке с помощью ионоселективного электрода).

Результаты исследования представлены на рисунке 1:

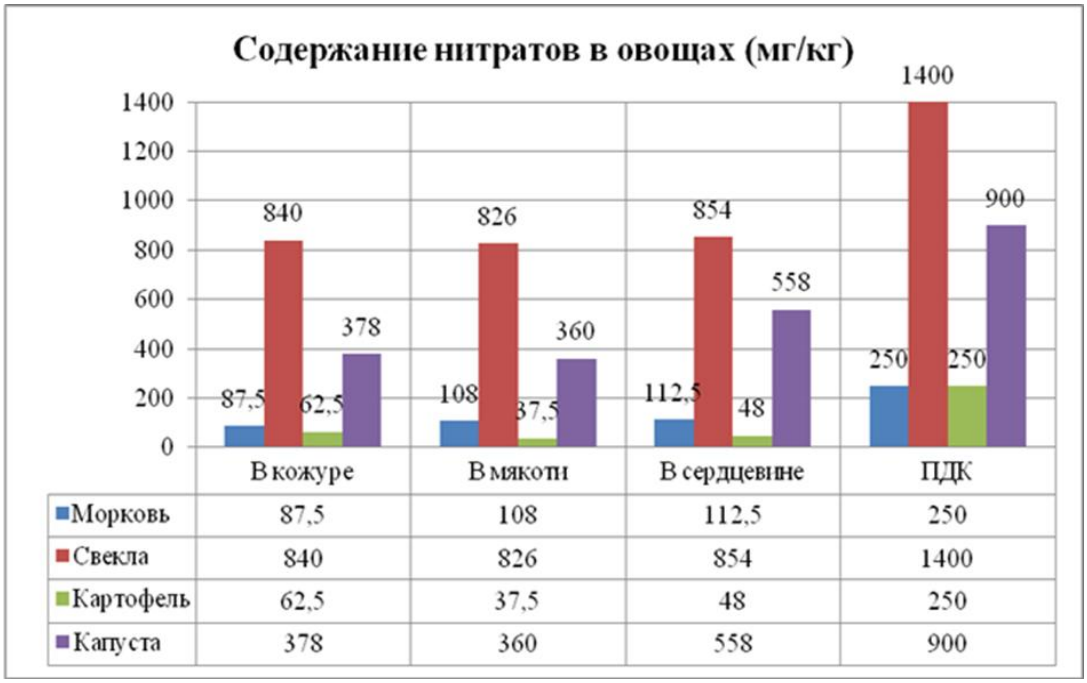


Рисунок 1 – Содержание нитратов в овощах г. Лунинца

Вывод: По данным исследования видно, что овощи, выращенные на участке г. Лунинца не содержат больше предельно допустимой нормы нитрат-ионов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нитраты и нитриты: методика определения сельскохозяйственной продукции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://him.1september.ru – Дата доступа: 29.12.2017

2. Нитраты в продуктах и здоровье человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.minsksanepid.by – Дата доступа: 29.12.2017

УДК 372.016

С.В. БРИЧКАЛЕВИЧ
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: И.В. Зубец, канд. хим. наук, доцент

ХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ СТРУКТУРЫ ПРИРОДНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Одним из направлений создания новых лекарственных средств может служить химическая модификация структуры известных природных лекарственных веществ. Для этого выделяют и изучают биологически активные вещества и изменяют их химическое строение с целью получения нового, более активного вещества. При этом устанавливается связь: химическая структура – свойство – активность. Создаваемые синтетические лекарственные вещества должны обладать более высокой активностью, избирательностью, продолжительностью фармакологического действия по сравнению с уже имеющимися аналогами. Они не должны иметь нежелательных побочных эффектов и токсичности, быть достаточно стабильными при хранении и не содержать недопустимых примесей иных веществ [1].

Примером может служить модификация структуры природных пенициллинов и цефалоспоринов с целью получения более активных синтетических аналогов. Производство полусинтетических антибиотиков основано на химической модификации соединения, выделяемого из культуральной жидкости, вырабатываемой определенным штаммом микроорганизмов. Например, из плесневого гриба выделяют 6-аминопенициллановую кислоту, которую используют для получения полусинтетических пенициллинов путем ее ацилирования обычными химическими методами. Природа радикала в ацильной группе учитывается в названии пенициллина (бензилпенициллин, феноксиметилпенициллин). Цефалоспориновые антибиотики близки по строению к пенициллинам, являются производными 7-аминоцефалоспорановой кислоты. Химическая модификация кислоты путем ее ацилировния приводит к получению различных антибиотиков. Они обладают широким спектром действия и тормозят рост некоторых штаммов бактерий, устойчивых к пенициллину [2].

Вторым примером исследований в области модификации структуры известных природных биологически активных веществ может служить создание целого ряда синтетических местно анестезирующих средств – производных пара-аминобензойной кислоты (анестезин, новокаин, дикаин) на основе изучения химической структуры природного алкалоида – кокаи-

на. Таким путем были синтезированы новые лекарственные средства, имеющие гетероциклическую структуру. Алкалоиды – азотсодержащие вещества основного характера преимущественно растительного происхождения. Эти природные соединения обладают высокой фармакологической активностью и широко используются в медицине. Основные свойства алкалоидов обусловлены наличием в их структуре третичного атома азота. Важнейшим структурным фрагментом большинства алкалоидов является азотсодержащий гетероцикл. Так, например, тропан является конденсированным бициклическим соединением, в состав которого входят пирролидиновое и пиперидиновые кольца. Производным тропана является и кокаин. Изучение структуры и физиологического действия кокаина и продуктов его распада выявило, что анестезирующее действие этих соединений обусловлено наличием в составе молекулы анестезиоморфной группировки – метилалкиламинопропилового эфира бензойной кислоты. Эта группировка содержится также в синтетических заменителях кокаина, лишенных наркотических свойств [2]. Новокаин – это гидрохлорид диэтиламиноэтиловогоэфира п-аминобензойной кислоты. Диэтиламиногруппа в боковой цепи молекулы новокаина проявляет более сильные основные свойства по сравнению с ароматической аминогруппой, что обеспечивает возможность образования устойчивых водорастворимых солей с кислотами. Растворимость новокаина в воде дает возможность применять его для инъекций. Несмотря на открытие более эффективных обезболивающих средств, новокаин до сих пор широко применяется благодаря его низкой токсичности и ценным фармакологическим свойствам. Новокаин используют как препарат, оказывающий анальгезирующее и противошоковое действие, применяют при растворении инъекционных антибиотиков для продления их эффекта [3].

Таким образом, с помощью метода химической модификации уже известных природных веществ с биологической активностью могут быть созданы новые эффективные синтетические лекарственные средства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Источники и методы получения лекарственных веществ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.kazedu.kz/referat/113045 – Дата доступа : 01.11.2017.

2. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия / Н.А. Тюкавкина. – М. : Дрова, 2005. – 524 с.

3. Новокаин [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.pharmspravka.ru/organicheskie-lekarstvennyie-

veschestva/aromaticheskie-aminokislotyi-aminospirtyi/nov.html. – Дата доступа : 01.11.2017.

УДК 595.796

Е.В. БУЗУН
Минск, БГУ
Научный руководитель: О.В. Синчук, ассистент

БИОХИМИЯ ПИТАНИЯ МУРАВЬЕВ *LASIUS NIGER* L.

Муравьи (*Formicidae*) – семейство перепончатокрылых общественных насекомых. В мире насчитывается более 13 тыс. рецентных видов [1]. Представители семейства *Formicidae* являются одной из наиболее многочисленных (по суммарной биомассе) групп насекомых [2], считается, что муравьи составляют 15–20% от общей биомассы наземных животных [3], играя при этом существенную роль в функционировании экосистем. Так, муравьи могут эффективно сдерживать популяции многих вредителей растений на уровне численности ниже порогов экономической и экологической вредоносности [4]. Однако, муравьи могут обеспечивать развитие колоний многих видов сосущих фитофагов (тлей, кокцид, листоблошек и др.) [5], охраняя их от естественных врагов, изымая медвяную росу, обеспечивая укрытиями и защитой [6].

Одним из фоновых видов муравьев, обитающих на территории Беларуси, является черный садовый муравей (*Lasius niger* L.). Данный вид образует плотные популяции, которые могут достигать 7–8 тыс. гнезд на гектар [7]. При такой плотности муравьи могут оказывать серьезное влияние на биоценозы. В связи с этим важным является изучение питания данного вида.

Материалом для данного исследования послужили наблюдения за муравьями проведенные в течении полевого сезона 2017 года. Наблюдения за муравьями проводились классическими энтомологическими методами [8] с изучением особей муравьев возвращающихся в муравейник с пищей. Для этого были определены три стационарные точки для наблюдений в условиях г. Минска.

Проведенные исследования показали, что в весенний период отмечается питание соком, нектаром растений и лишь незначительное питание падью и насекомыми. В то же время, в летний период ситуация коренным образом меняется. При этом основной пищей является падь, но в значи-

тельной степени не менее 10% от всей пищи составляют насекомые, что подтверждает ранее полученные данные [9].

Условно разделив пищу на «белковую» и «углеводную», можно прийти к следующему заключению: в весенний период черный садовый муравей предпочитает преимущественно «углеводную» пищу (нектар, сок растений, падь, семена растений), что обусловлено питанием имаго данных насекомых. С появлением личиночных стадий муравьев происходит постепенное увеличение пищи «белкового» характера (личинки насекомых, имаго насекомых).

Таким образом, имаго питаются преимущественно «углеводной» пищей в то время, как личинки предпочитают «белковую» пищу. Проведение дальнейших исследований позволит выявить закономерности в характере питания черного садового муравья в течении полевого сезона, что даст возможность использовать данный вид, в качестве биологического агента в защите растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bolton, B. An online catalog of the ants of the world [Electronic resource] / B. Bolton // Antcat. – 2015. – Mode of access: http://www.antcat.org. – Date of access: 30.09.2017.

2. Hölldobler, B. The ants / B. Hölldobler, E.O. Wilson. – Cambridge, Mass: Belknap Press of Harvard University Press, 1990. – 732 p.

3. Schultz, T.R. In search of ant ancestors / T.R. Schultz // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2000. – Vol. 97, n. 26. – P. 14028–14029.

4. Гримальский, В.И. Использование муравьев для защиты леса в Белоруссии / В.И. Гримальский, Л.Т. Крушев, Б.И. Анищенко // Муравьи и защита леса: материалы IV Всесоюзного мирмекологического симпозиума. – М., 1971. – С. 17–18.

5. Длусский, Г.М. Муравьи рода Формика / Г.М. Длусский. – М.: Наука, 1967. – 236 с.

6. Гаврилюк, А.В. Роль муравьев разных видов в защите тлей от афидофагов (Hymenoptera, Formicidae): автореф. дисс. канд. биол. наук: 03.00.09 / А.В. Гаврилюк; Институт систематики и экологии животных СО РАН. – Новосибирск, 2009. – 22 с.

7. Захаров, В.А. Влияние муравьев рода *Lasius* на почвы луговых биоценозов / В.А. Зрянин // Успехи совр. биологии. – 2003. – № 3. – С. 278– 288.

8. Фасулати, К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных / К.К. Фасулати. – М.: Высшая школа, 1971. – 424 с.

9. Синчук, О.В. Некоторые аспекты экологии черного муравья *Lasius niger* L. / О.В. Синчук // Итоги полевого сезона 2010: матер. I регион. научн. зоол. конф., посвящ. Междунар. году биоразнообразия (Брест, 11 декабря, 2010 г.) / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина, Запад. – Полес. региональное отд-ние обществ. орг. «Ахова птушак Бацькаушчыны»: редкол.: А. Н. Тарасюк [и др.]. – Брест: Альтернатива, 2011. – С. 58–61.

УДК 633.7

О.И. ДАЦИК
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: И.Д. Лукьянчик, канд. с/х. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ РАСТВОРОВ БРАССИНОСТЕРОИДОВ НА ОПЛОДОТВОРЯЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ПЫЛЬЦЫ ТОМАТА СОРТА ЧИРОК

Природа наделила каждое растение гормональной системой, помогающей ему сохранять динамическое равновесие. С момента открытия фитогормонов специалисты проявляют к ним огромный интерес, ибо для стимулирования роста и развития сельскохозяйственных культур достаточно микромолярных, наномолярных и даже субнаномолярных концентраций этих веществ, между тем спектр их влияния очень широк и они экологически безопасны [1]. Среди веществ с подобным эффектом активно изучаются брассиностероиды [2].

Регуляторная роль брассиностероидов проявляется в растениях в стимуляции процессов роста, интенсивности фотосинтеза, изменении белкового метаболизма, поступления ионов и многих других сторон обмена веществ. Открытие у брассиностероидов антистрессовых свойств к абиотическим факторам (высоким и низким температурам, засухе, засолению и др.) служит основанием для расширения сфер их применения.

Исследование механизмов и спектра применения брассиностероидов осуществляется на базе биологического факультета Брестского государственного университета им. А.С. Пушкина в рамках НИР с № ГР 20160577 по заданию ГПНИ «Теоретико-практические аспекты биологической активности брассиностероидов и стероидных гликозидов на разных уровнях организации биологических систем». Представленные в статье результаты является частью данных исследований.

Цель исследования – оценить влияние растворов БС в концентрации 10^{-7}% на завязываемость плодов и семенную продуктивность томата сорта Чирок.

Методика исследований. Экспериментальные исследования проводились на базе кафедры зоологии и генетики Брестского государственного университета А.С. Пушкина и частного тепличного хозяйства в г. Малорита Брестской области.

Объекты исследования – растворы брассиностероидов (далее БС) (эпибрассинолида (ЭБ), эпикастастерона (ЭК), и гомобрассинолида (ГБ)) в концентрации 10^{-7} % (БС предоставлены ГНУ «Институт биоорганической химии Национальной академии наук Беларуси»). Тест-объект – томат обыкновенный (*Solanum lycopersicum* L.), представленный штамбовым среднеспелым сортом Чирок белорусской селекции (ГУО «Белорусская сельскохозяйственная академия»). Материалы исследований – завязи, семена. Предпосевная обработка семян – погружение на 2 часа в растворы БС и воды (контроль) с последующим посевом в ящики. Для пикировки и дальнейшего выращивания методом случайной выборки были взяты по 10 растений на одну повторность опыта (двухкратная повторность). Закладка полевого опыта и учет продуктивности проводился с использованием методик Доспехова Б.А. [3]. Растения высаживали в неотапливаемую пленочную теплицу при температуре +12+14° С/+9+10° С (день/ночь) и естественном освещении. На 1 $м^2$ размещали 9 растений. Учет образовавшихся завязей, а в последующем и урожая проводили периодически через каждые 7-10 дней. Плоды убирали в фазе биологической спелости.

Критерии оценки продуктивности (в расчете на одно растение): количество завязей, продуктивность семян плодов (их масса и количество).

Статистическая обработка результатов велась с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты исследований. Предпосевная обработка семян томата сорта Чирок растворами БС в концентрации 10^{-7}% способствовала улучшению оплодотворяющей способности пыльцы, что проявилось в улучшении завязываемости плодов и семенной продуктивности.

Как видно из гистограммы рисунка 1, у всех растений из опытов с использованием предпосевной обработки растворами БС было отмечено достоверно значимое (при различных уровнях значимости) увеличение количества завязей. Наибольшей эффективностью обладал раствор ЭК (количество завязей увеличилось на 28 % по отношению к контролю).

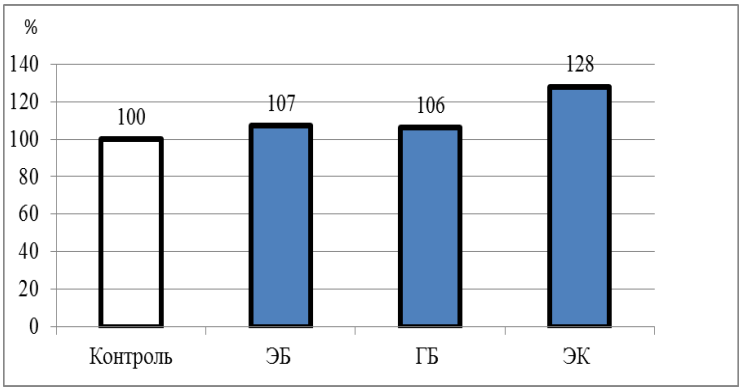


Рисунок 1 – Процент завязей на одном растении в зависимости от применения обработок БС в концентрации 10^{-7} %

Аналогичным образом предпосевная обработка растворами БС в концентрации 10^{-7} % способствовала увеличению семенной продуктивности плодов, а именно количества завязавшихся семян (рисунок 2) и их массы (рисунок 3).

Как видно из рисунка 2, количество семян за вегетационный период в расчете на 1 растение достоверно увеличилось по отношению к контролю при использовании ГБ – на 6 % (или на 177,6 шт.), ЭБ – на 10 % (или на 278 шт.) и максимально (на 29 %, или на 812,1 шт.) – при обработке ЭК.

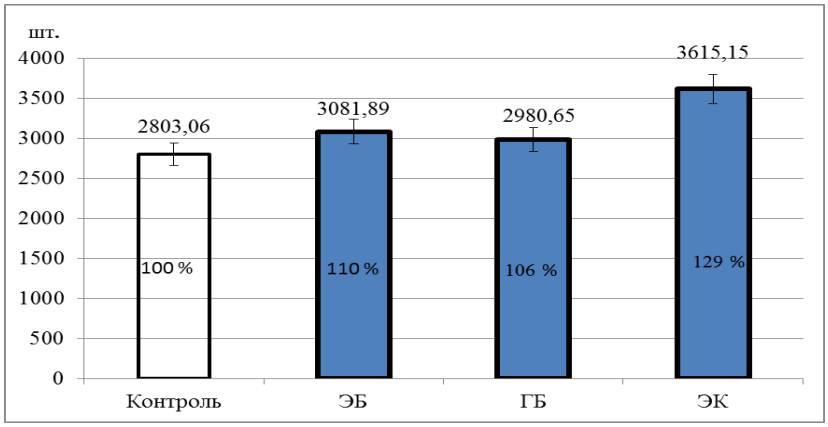


Рисунок 2 – Количество вызревших семян на 1 растении за вегетацию в зависимости от применения обработок БС в концентрации 10^{-7} %

Завязавшиеся семена, как показывает анализ рисунка 3, в опытах с использованием предпосевной обработки растворами БС были достоверно более крупными по сравнению с контролем, и их масса превышала контрольные (8,25 г) показатели на 10% – в опыте с ГБ (9,07 г), на 19% – с ЭБ (9,8 г), на 44% – с ЭК (11,9 г). Таким образом, томат сорта Чирок оказался более чувствительным к воздействию раствором ЭК.

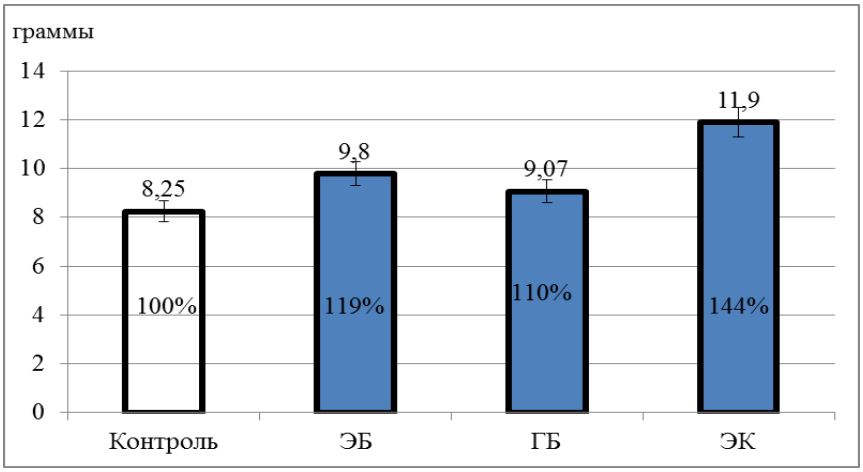


Рисунок 3 – Масса семян на 1 растении за вегетацию в зависимости от применения обработок БС в концентрации 10^{-7} %

Выводы. Использование растворов БС в концентрации 10^{-7} % для замачивания семян томата сорта Чирок привело к увеличению оплодотворяющей способности пыльцы и улучшению качества завязавшихся семян, что указывает на рострегулирующую (с долгосрочным эффектом) активность всех исследуемых растворов БС. При этом ряд активности выглядит как

ЭК > ЭБ > ГБ > К.

Следовательно, для значительного улучшения семенной продуктивности томата целесообразно использование предпосевной обработки раствором ЭК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тосунов, Я. К. Повышение продуктивности и качества томата под действием регуляторов роста : автореф. дис. канд. сел./хоз. наук : (06.01.06) / Я. К. Тосунов; КубГАУ. – Краснодар, 2008. – 21 с.

2. Хрипач, В. А. Перспективы практического применения брассиностероидов – нового класса фитогормонов / В. А. Хрипач [и др.] // С.-х. биология. – 1995. – №1. – С. 3.

3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

УДК 577.157.04

А.А. ДЫДЫШКО
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: О.В. Корзюк, старший преподаватель

ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННЫЙ ПОИСК ВЕЩЕСТВ С АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТЬЮ

В последние годы мы много слышим об антиоксидантах, их роли и важности для здоровья. Но не все понимают, что такое антиоксиданты и зачем они нужны.

Антиоксиданты (также антиокислители, консерванты) – вещества, которые ингибируют окисление.

Антиоксиданты бывают ферментативной природы (ферменты, синтезируемые эукариотическими и прокариотическими клетками) и неферментные. Самыми известными антиоксидантными ферментами (АОФ) являются белки-катализаторы: супероксиддисмутаза (СОД), каталаза и пероксидазы. АОФ являются важнейшей (внутренней) частью антиокисдантной системы организма. Благодаря АОФ каждая клетка в норме способна уничтожать избыток свободных радикалов, но при переизбытке необезвреженных свободных радикалов, существенную роль в защите организма от окислительного стресса играют антиоксиданты, получаемые с пищей. Наиболее известные неферментные антиоксиданты: аскорбиновая кислота (витамин С), токоферол (витамин Е), ß-каротин (провитамин А) и ликопин (в томатах). К ним также относят полифенолы: флавин и флавоноиды (часто встречаются в овощах), танины (в какао, кофе, чае), антоцианы (в красных ягодах). Антиоксиданты делятся на два больших подкласса в зависимости от того, являются ли они растворимыми в воде (гидрофильные) или в липидах (липофильный). Водорастворимые антиоксиданты окисляются в цитозоле клетки и плазме крови, в то время как липидорастворимые антиоксиданты защищают клеточные мембраны от перекисного окисления липидов. Антиоксиданты могут быть синтезированы в организме или поступать из рациона. Различные антиоксиданты присутствуют в широком диапазоне концентраций в жидкостях, тканях организма, внутри клеток. Антиоксиданты в больших количествах содержатся в черносливе, свежих ягодах и фруктах, а также свежевыжатых из них соках, морсах, пюре. К богатым антиоксидантами ягодам и фруктам относятся: облепиха, черника, виноград, клюква, рябина, черноплодная рябина, смородина, гранаты, асаи, орехи, фасоль, какао, красное вино, зелёный чай и в меньшей степени чёрный чай. Причём избыточное количе-

ство антиоксидантов могут препятствовать усвоению организмом железа, цинка, кальция и других микроэлементов.

Механизм действия наиболее распространённых антиоксидантов состоит в обрыве реакционных цепей: молекулы антиоксиданта взаимодействуют с активными радикалами с образованием малоактивных радикалов. Даже в небольшом количестве (0,01–0,001 %) антиоксиданты уменьшают скорость окисления, поэтому в течение некоторого периода времени продукты окисления не обнаруживаются. Антиоксиданты широко применяются на практике, так как окислительные процессы приводят к порче ценных пищевых продуктов, потере механической прочности и изменению цвета полимеров, осмолению топлива и др.

Антиоксиданты являются особенно важным классом консервантов, так как, в отличие от бактериальной или грибковой порчи, реакции окисления всё равно происходят относительно быстро даже в замороженных или охлаждённых пищевых продуктах. Эти консерванты включают природные антиоксиданты, такие как аскорбиновая кислота и токоферолы, а также синтетические антиоксиданты.

Наиболее распространённые молекулы, подверженные воздействию окисления, это ненасыщенные жиры. Окисление делает их прогорклыми и важно избежать окисления жиров в продуктах, которые ими богаты. Такие продукты редко сохраняются сушкой; чаще применяют копчение, засолку и заквашивание. Окисление часто катализируется металлами, поэтому продукты, богатые жирами, не должны заворачиваться в алюминиевую фольгу или храниться в металлических контейнерах.

Антиоксидантные консерванты также добавляют в жиросодержащую косметику, в том числе в помады, увлажняющие и смягчающие средства, с целью предотвратить прогорклость.

Таким образом, чтобы организм мог противостоять негативному воздействию свободных радикалов, ему необходим источник антиоксидантов, поэтому важно знать, как можно разнообразить свое питание, чтобы получить максимум пользы от продуктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антиоксиданты [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://ru.wikipedia.org/wiki. – Дата доступа: 03.12.2017.

2. Антиоксиданты. [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://ekolekar.com/antioksidanty.html – Дата доступа: 03.12.2017.

УДК 577.175.19

Е.А. ЕВСЕЕВА
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: А.П. Колбас, канд. биол. наук, доцент, PhD (Франция)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИКИ РОСТА СОРГО ЗЕРНОВОГО ПОД ДЕЙСТВИЕМ БРАССИНОСТЕРОИДОВ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

В последнее время во всем мире остро встал вопрос экологического состояния окружающей среды. Интенсивное развитие промышленности, сельскохозяйственного производства, бурное развитие городов неизбежно приводят к загрязнению природных экосистем. При этом одним из основных объектов загрязнения является почва, обладающая значительным депонирующим потенциалом. Поступающие в нее вредные вещества вызывают снижение качества и ценности сельскохозяйственных угодий.

Нетребовательность к почвам, исключительная засухоустойчивость и жаростойкость, солевыносливость ставят сорговые культуры в разряд наиболее ценных сельскохозяйственных культур, имеющих большое значение в обеспечение полноценными кормами всех видов сельскохозяйственных животных, птиц и рыб. Несмотря на большие потенциальные возможности и разнонаправленность, сорго в Беларуси занимает незначительные площади. Наряду с традиционными методами сейчас развивается направление, основанное на использовании биологически активных веществ для стимуляции роста, развития и иммунитета растений. К таким веществам относятся брассиностероиды – как выделенные из определенных растений, так и их синтетические аналоги. Они обладают высокой рострегулирующей активностью и широким диапазоном физиологического действия в очень низких концентрациях, благодаря чему некоторые из них уже используются в сельском хозяйстве [1].

Цель данной работы – оценить ростостимулирующее действие брассиностероидов на сорго в полевых условиях.

Для проведения опыта мы использовали сорго зерновое (сорт *Sucro*), семена (по 100 штук в каждой повторности) предварительно замачивали в течение 5 часов в растворах эпибрассинолида (ЭБЛ), гомобрассинолида (ГБЛ) и эпикастастерона (ЭКС) с концентрациями 10^{-8}, 10^{-7}, 10^{-6},в качестве контроля использовалась дистиллированная вода. Далее семена высаживались на опытном поле отдела «Агробиология» Центра экологии. Для возможности последующей механизированной обработки почвы

мотоблоком расстояние. Схема посадки: расстояние в ряду между растениями составило 25 см, между рядами – 1 м. Таким образом, плотность посадки составила 40 000 раст/га. Были осуществлены необходимые агротехнические мероприятия: прополки, подкормка, рыхление почвы. В течение вегетационного периода произведены измерения длины стебля изучаемого растения. Ростовые параметры (высота стебля) отмечалась с этого времени каждые 7-10 дней. Полевая всхожесть сорго *Sucro* варьировала в пределах от 30% при обработке ЭБЛ в концентрации 10^{-8} до 74% (ЭКС 10^{-6}). Высота всходов к 20 мая лежала в пределах от 13 см (контроль) до 22,8 см (ГБЛ 10^{-7}) [2].

Анализ динамики роста сорго зернового (сорт *Sucro*) показал значительное ростостимулирующее действие гормонов на первых этапах вегетации. Так через месяц после посадки семян превышение длины стебля по сравнению с контролем для ЭБЛ составило 54% (10^{-8}), для ГБЛ –75% (10^{-7}), для ЭКС – 77% (10^{-6}). В последующем эта разница снижалась и к концу второго месяца вегетации достоверные отличия отмечались только для ЭБЛ (10^{-7}) и достигали 13%. Большая разница в скорости прорастания на начальных этапах роста для обработанных семян по сравнению с контрольным может быть обусловлена стресс – факторами (низкие температуры в первые недели роста, весенняя засуха).

Во время уборки урожая (17.10.2017) средняя высота растений сорго варьировала от 289 до 323 см, достоверные различия от контрольных растений были зафиксированы только для ГБЛ в концентрации (10^{-6}).

Анализ урожайности зеленой массы показал, что сорго по данному параметру превосходит подсолнечник. При этом выявлены тенденции к увеличению при обработке ЭБЛ (10^{-6} и 10^{-7}), ГБЛ (10^{-6} и 10^{-8}) и ЭКС (10^{-8}), однако из-за значительного варьирования данного признака достоверные различия не выявлены [2].

Большинство растений к моменту сбора урожая сформировали метелку с семенами. Средняя урожайность сухих семян варьировала в пределах 0,7-1,1 т/га, однако в связи со значительным варьированием данного признака достоверных отличий от контрольных растений не выявлено.

В дальнейшем для установления биохимического статуса растений и механизмов воздействия исследуемых веществ планируется провести исследование содержания в вегетативных органах фенольных соединений и антиоксидантной активности растений после обработки гормонами в подобранных ранее концентрациях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хрипач, В.А. Брассиностероиды / В.А. Хрипач, Ф.А. Лахвич, В.Н. Жабинский. – Минск: Навука і тэхніка, 1993. – 287 с.
2. Евсеева, Е.А. Определение динамики роста сорго зернового под действием брассиностероидов в полевых условиях / Е.А. Евсеева // Биологическая осень 2017 : тезисы докладов Международной научной конференции молодых ученых, 9 ноября 2017 г, Минск, Беларусь / БГУ, Биологический фак., Совет молодых ученых ; редкол.: В. В. Лысак (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2017. – С. 177 – 179.

УДК 577.13:582.783: 58.056

А.В. ЖЕНАРЬ
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: Н.Ю. Колбас, канд. биол. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ФЕНОЛЬНЫЙ СОСТАВ ПЛОДОВ ВИНОГРАДА

Виноград (*Vitis* L.) – одно из древнейших окультуренных человеком растений. В настоящее время общая площадь виноградников в мире составляет более 10 млн. га. Научное сортоизучение винограда в Беларуси началось с 1935 г. в Центральном ботаническом саду АН БССР и продолжается до сих пор. В настоящее время сотрудниками НИИ Плодоводства Беларуси создана ампелографическая коллекция, включающая около 300 сортообразцов, из них 22 сорта рекомендованы к возделыванию на территории РБ и 12 уже внесены в государственный реестр [1]. Все сорта винограда, включенные в реестр, рекомендованы для выращивания в Брестской области, что обусловлено в первую очередь климатическими особенностями региона. В Научно-практическом центре НАН Беларуси производят селекцию, интродукцию и сортоизучение винограда, следующих сортов: Космос, Минский розовый, Зилга (неукрывные), Агат донской, Космонавт, Краса Севера, Супага (укрывные).

Плоды винограда, являются природным источником нутриентов и биологически активных веществ, одними из которых являются фенольные соединения (ФС). Экстрагируемые ФС содержатся в следующем соотношении: 10% в мякоти ягоды, 60–70% – в семенах, 28–35% – в кожице. Содержание и состав ФС в винограде красных сортов отличается от их содержания в белых сортах. Так ФС белого винограда представлены

преимущественно эфирами кумаровой кислоты, катехинами и проантоцианидинами, а красных сортов – гидроксибензойными и гидроксикоричными кислотами, проантоцианидинами, антоцианами и флавонолами [2].

Качество винограда зависит в большой степени от условий роста куста с первых дней вегетации до наступления времени сбора. Запас влаги в почве, создаваемый в течение зимних месяцев, количество осадков во время вегетации, продолжительность засухи, количество тепла, полученное за весеннее и летнее время – все это отражается на количестве и качестве винограда. При продолжительных и частых дождях температура воздуха понижается, в результате чего виноград иногда не дозревает, оставаясь малосахаристым и кислым. Набухание ягод вследствие чрезмерного количества в них воды сопровождается нередко растрескиванием кожицы. На ягодах развиваются грибные заболевания (милдью, оидиум, серая гниль), в результате чего сильно понижается качество винограда, а иногда он совсем гибнет. Засуха задерживает рост и нормальное развитие ягод: кожица их сильно утолщается, а мякоть не приобретает сочности. Продолжительная засуха может вызвать полное высыхание и гибель гроздей. Даже после легкого мороза гибнут листья, прекращается поступление сахара в ягоды и виноград не дозревает. При более сильных морозах замерзают грозди. Во время оттаивания они принимают коричневую окраску, гребни становятся ломкими и ягоды осыпаются [3].

В целом качественный и количественный состав ФС ягод винограда зависит от целого ряда факторов, таких как: климатические, географические (высота над уровнем моря, особенности рельефа, тип почв), биологические (генетические особенности сорта, возраста лозы, степень зрелости ягод), а также и от сроков уборки урожая. В литературе имеются сведения о том, что большая теплообеспеченность и меньшее количество осадков способствуют накоплению ФС в плодах винограда. В ягодах винограда с высокой сахаристостью содержится больше и ФС [4]. По данным некоторых исследователей активация биосинтеза антоцианов в различных органах растений происходит под действием низких температур, что связано с низкотемпературной толерантностью антоцианов [5]. Изучение качественного состава антоцианов показало, что преобладание относительно низких температур во время развития плодов приводит к накоплению дельфинидина по сравнению с другими антоцианидинами особенно у растений, выращенных в северных широтах, либо из родительских форм северного происхождения. Это позволяет предположить, что дельфинидин более температуролабилен, чем например цианидин и другие антоцианы. Изменения относительной пропорции

дельфинидина, цианидина и мальвидина влияет на окраску плодов. Авторами [5] также отмечено влияние содержания в почве некоторых ионов на накопление антоцианов в плодах. Например, активирование биосинтеза антоцианов происходит в условиях дефицита азота, калия и фосфора. Снижение количества неорганических полифосфатов в растительной клетке приводит к депонированию сахаров и преобразованию халконов или флавоноидов в антоцианы. Обработка растений микроэлементами (B, Zn, Co, Cu, Mo, Mn) способствовали увеличению количества антоцианов при созревании плодов. В целом на накопление флавоноидов особенно эффективное действие оказала смесь бора с цинком (1:1).

Таким образом, при планировании выращивания винограда с целью получения высококачественной продукции, в том числе с высокой нутриентной ценностью необходимо учитывать не только особенности сорта и технологические приемы культивирования, но и климатические условия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козловская, З. А. Интродукция винограда и перспективы его выращивания в Беларуси / З. А. Козловская, А. В. Бут-Гусаим, В. Н. Устинов // Веснік Палескага дзяржаўнага універсітэта. – 2009. – № 1. – с. 37–43.

2. Колбас, Н. Ю. Биохимический состав и антиоксидантная активность плодов винограда в условиях г. Бреста / Н. Ю. Колбас // мат. Междунар. науч. Конф. «Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразия растительного мира», В 2 ч. Ч. 2; редкол.: В.В. Титок [и др.]. – Мн. : Медисонт, 2017. – С. 69–73.

3. Лойко, Р. Э. Северный виноград / Р. Э. Лойко. – М.: Издательский Дом МСП, 2005. – 256 с.

4. Власова, О. К. Влияние экологических факторов на содержание витаминов и фенольных веществ в винограде Дагестана / О.К. Власова, З. К. Бахмулаева, С. А. Магадова // Известия Самарского научного центра РАН. – 2015. – Т. 7, № 5-1. – С. 86–90.

5. Чупахина, Г. Н. Природные антиоксиданты (экологический аспект): монография / Г. Н. Чупахина, П. В. Масленников, Л. Н. Скрыпник. – Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2011. – 111 с.

УДК 577.13:644

А.В. ЖЕНАРЬ, А.А. ГРУШЕВСКАЯ
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: Н.Ю. Колбас, канд. биол. наук, доцент

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ВИНОГРАДА

К числу органолептических показателей продукции относятся те ее параметры качества, которые определяют ее потребительские свойства, т.е. те которые непосредственно влияют на органы чувств человека (обоняние, осязание, зрение). Наиболее значимые из этих параметров – вкус, аромат, цвет и запах – не поддаются формальному измерению, поэтому их определение производится экспертным путем. Органолептический метод оценки качества продукции довольно прост, хотя и субъективен, не требует ни сложного оборудования, ни большого количества времени [1].

Органолептические свойства продукции определяют химические вещества, входящие в ее состав. В нашей работе мы рассмотрели литературные сведения о роли фенольных соединений в формировании окраски, терпкости и горечи виноградной продукции.

Фенольные соединения – один из самых сложных классов органических веществ в биохимическом составе винограда. Эти соединения отвечают за полноту и оттенок окраски винограда, виноградного сока и вина, за терпкие и горькие составляющие их вкуса [2].

В настоящее время идентифицировано около 2 тысяч фенольных соединений растительного происхождения. Они являются биологически активными веществами широкого спектра действия. Доказана их ключевая роль в уменьшении риска развития многих хронических заболеваний человека, в частности сердечнососудистых и онкологических. Являясь одними из эффективных антиоксидантов, они помогают человеку адаптироваться к постоянно ухудшающейся экологической обстановке [3].

Мономерные фенольные соединения классифицируют на соединения трех рядов: С6–С1 (оксибензойные), С6–С3 (оксикоричные), С6–С3–С6 (флавоноиды). В чисто мономерном виде этих веществ немного, но на их основе путем вторичных реакций образуется множество олигомерных и полимерных форм, связанных с различными органическими и минеральными веществами [2, 3].

Из всех фенольных соединений наиболее разнообразны вещества ряда С6–С3–С6. Флавоноиды состоят из двух ароматических ядер соединенных между собой трехуглеродистым фрагментом углерода. В

зависимости от степени окисленности флавоноиды делят на несколько подгрупп: антоцианиды, катехины, лейкоантоцианидины, халконы, флавоны, флавонолы и др [2].

Катехины и лейкоантоцианидины являются родоначальниками дубильных веществ и в не окисленном состоянии – бесцветные соединения. Они содержатся в твердых элементах грозди, являются необходимым компонентом для реакций покоричневения и образования горечи. Выполняя роль переносчиков кислорода, катехины и лейкоантоцианидины конденсируются с образованием высокополимеризованных темноокрашенных продуктов, выпадающих в осадок. Продукты полимеризации катехинов и лейкоантоцианов называются таннидами или полифенолами. Флавоны и флавонолы окрашены в желтый цвет и вместе с хлорофиллом составляют цветовые нюансы белых сортов винограда. Они находятся в шкурке, семенах и гребнях, как белых, так и красных сортов винограда; они составляют 25 % от общего содержания фенольных соединений в белых винах, произведенных без контакта с кожицей и около 80–90 % – в красных винах изготовленных традиционным способом [2].

Красные, синие и фиолетовые цветовые оттенки дают антоцианы – сложные флавоноиды, которые являются гликозидами антоцианидинов. При этом, будучи соединенными с одной молекулой глюкозы, они называются моногликозидами, с двумя молекулами глюкозы – дигликозидами. Считается, что эти соединения также отвечают за горечь продукции, в которых они содержатся [3].

Полимерные фенольные соединения представлены дубильными веществами, лигнином и меланинами. Дубильные вещества – таннины состоят из полимерных фенольных соединений – флавоноидов (катехинов и лейкоантоцианидинов), конденсированных по 5–10 молекул. Они сосредоточены в виноградных семенах и обладают вяжущим вкусом. Таннины играют важную роль в окраске вин, обеспечивают ее максимальную интенсивность и устойчивость [2, 3].

Лигнин представляет собой трехмерный полимер фенольной природы, химически связанный с углеводами в древесине дуба, а также в гребнях и семенах винограда. Меланины являются темно-коричневыми, почти черными высокомолекулярными пигментами [2].

Таким образом, фенольные соединения исходного виноградного сырья, а также те соединения, которые образуются в ходе технологической переработки, хранения продукции влияют на ее вкусовые и цветовые характеристики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология виноградных вин. Показатели качества виноградных вин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.comodity.ru/vinebrandy/grapewine/4.html. – Дата доступа: 02.12.2017.

2. Handbook of enology [Traitré d'oenologie. English] / P. Ribéreau-Gayon [et al.] – West Sussex : John Wiley & Sons Ltd., 2006. – Vol. 2: The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments – 444 p.

3. Fraga, C. G. Plant phenolics and human health : biochemistry, nutrition, and pharmacology / C. G. Fraga // Publish. by J. Wiley and Sons – 2010. – 594 p.

УДК 372.016

А.А. ЖАКУН
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: И.В. Зубец, канд. хим. наук, доцент

ЛЕКАРСТВЕННЫЙ ЭФФЕКТ ОДНОГО ИЗ ЭНАНТИОМЕРОВ И ВРЕДНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНАНТИОМЕРА С ДРУГОЙ КОНФИГУРАЦИЕЙ

Многие природные и синтетические лекарственные вещества имеют в своих молекулах асимметрические атомы углерода и могут существовать в виде стереоизомеров. Стереоизомеры чаще всего проявляют разную фармакологическую активность [1]. Энантиомеры – это стереоизомеры, представляющие собой зеркальные отражения друг друга, не совмещаемые в пространстве. Энантиомеры одинаковы как по химическим, так и по физическим свойствам, различаются по величине оптической активности и проявляют разные свойства в биологических системах. В результате химического синтеза, как правило, образуются рацемические формы, которые используются для многих превращений и областей применения органических соединений с хиральными атомами [2]. Для получения индивидуальных энантиомеров или хиральных продуктов, содержащих один из двух энантиомеров в большем количестве, чем второй, используются асимметрический синтез или различные методы разделения энантиомеров: расщепление через диастереоизомеры, хроматографическое, механическое, ферментативное расщепление [3].

В биологических системах сложные биомолекулы созданы с использованием индивидуальных энантиомеров и их биологическая активность часто бывает стереоспецифичной. В реакциях, протекающих в организме,

принимают участие определенные стереоизомеры и образуются также стереохимически определенные продукты. Стереоспецифичность лежит в основе проявления биологического действия одним из энантиомеров, в то время как другой энантиомер может быть неактивным, а иногда оказывать противоположное действие. Многие лекарственные вещества проявляют фармакологический эффект при взаимодействии с рецепторами клетки. Для этого необходимо, чтобы молекула лекарственного вещества имела такую конфигурацию, которая позволяла бы наиболее полно связываться с рецептором. Изменение конфигурации на противоположную, как правило, снижает степень связывания и ослабляет биологическое действие. Например, из двух энантиомеров адреналина наибольшую гормональную активность проявляет левовращающий адреналин, являющийся R-изомером [4].

Примером зависимости биологической активности органических соединений от хиральности служат хиральные лекарства. В настоящее время установлено, что при наличии хирального центра в молекуле лекарства фармалогический эффект проявляет только один из энантиомеров. Причина заключается в том, что биохимическая реакция (а тем самым и фармакологический эффект) может произойти только при наличии контакта между соответствующими активными центрами молекулы лекарства и рецептора. Молекула противовоспалительного препарата ибупрофена имеет один стереоцентр в α-положении к карбоксильной группе, поэтому она существует в виде двух энантиомеров. Ибупрофен, производимый в промышленности, является рацемической смесью. Установлено, что из двух энантиомеров лекарственного препарата ибупрофена, только S-изомер биологически активен и обладает противовопалительным и жаропонижающим действием. R-энантиомер неактивен, однако в организме он медленно превращается в активный S-изомер. Другим примером могут служить антидепрессанты циталопрам и эсциталопрам. Циталопрам является рацемической смесью, а эсциталопрам – индивидуальным *S*-энантиомером. Было показано, что эсциталопрам более эффективен при лечении депрессивных состояний, чем аналогичная доза циталопрама. Лекарственное средство талидомид было разработано в качестве успокаивающего (седативного) средства при беременности (рацемическая форма). После его применения были отмечены многочисленные случаи рождения детей с чрезвычайными дефектами у женщин, принимавших препарат. Энантиомеры талидомида были разделены и показано, что отрицательные свойства имеет лишь S-энантиомер. Однако, оба энантиомера быстро взаимопревращаются при физиологических значениях водородного показателя [2].

Таким образом, биологическое действие лекарственных веществ связано с пространственным строением их молекул. В настоящее время зару-

бежные фирмы выпускают большую часть лекарственных препаратов в виде индивидуальных энантиомеров, а не в виде рацемических форм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тюкавкина, Н.А. Органическая химия / Н.А. Тюкавкина. – М. : Дрова, 2005. – 524 с.
2. Травень, В.Ф. Органическая химия : в 2 т. / В.Ф. Травень. – М. : Академкнига, 2008. – Т. 1. – 727 с.
3. Реутов, О.А. Органическая химия : в 4 т. / О.А. Реутов, А.А. Курц, К.П. Бутин. – М. : БИНОМ, 2007. – Т. 2. – 623 с.
4. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия / Н.А. Тюкавкина. – М. : Дрова, 2005. – 524 с.

УДК 581.175.19

В.В. ЗУЙКЕВИЧ
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель – Н.В. Шкуратова, канд. биол. наук, доцент

ТАННИНЫ В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ

Таннины, или дубильные вещества, представляют собой высокомолекулярные соединения растительного происхождения, полифенольной природы, обладающие свойством необратимо связывать белки в водных средах.

Термин «дубильные вещества» был впервые использован в 1796 г. во Франции с целью обозначения присутствующих в экстрактах растений веществ, способных осуществлять процесс дубления [1].

Аморфные вещества желтого или бурого цвета. Растворимы в воде, этаноле, ацетоне, бутаноле; нерастворимы в неполярных растворителях, таких как хлороформ, бензол и т.п. Оптически активны. Окисляясь на воздухе и при взаимодействии с солями тяжелых металлов образуют темноокрашенные комплексы [2].

В соответствии с классификацией К. Фрейденберга, дубильные вещества подразделяют на *гидролизуемые*, распадающиеся в условиях кислотного или энзиматического гидролиза на простейшие составные части, и *конденсированные*, не распадающиеся под действием кислот, а образующие продукты конденсации – флобафены [2].

Для обнаружения дубильных веществ используют реакции осаждения (желатином, основным ацетатом свинца, бихроматом калия) и реакции

отличия групп дубильных веществ (с солями трехвалентного железа, бромной водой, средним ацетатом свинца, формалином и концентрированной серной кислотой). Для определения количественного содержания дубильных веществ в растительное сырье используют гравиметрические, оксидиметрические, фотоколориметрические, нефелометрические, хроматоспектро-метрические методы [3].

Дубильные вещества очень широко распространены в растительном мире, встречаются у водорослей, плаунообразных, папоротникообразных, представителей отделов покрыто- и голосеменные.

Тропическая флора богаче как по встречаемости в ней танидоносных видов, так и по уровню содержания в них танидов. Встречаемость танидоносных растений снижается по мере перехода от деревьев к однолетним травам. Исследования показали, что в процессе эволюции растений происходит снижение количественного содержания танидов вплоть до их полного выпадения и смена гидролизуемых компонентов конденсированными, и что на практике может быть положено в основу целенаправленного поиска этих фракций танидов [1].

Среди растений умеренной зоны высокое содержание танидов отмечено в коре ив, березы, дуба, ольхи, лещины, листьях гераней, корневищах горца змеиного, лапчатки прямостоячей, лабазника вязолистного, гравилатов городского и речного, кровохлебки лекарственной, траве полыни, зверобоя, плодах черники, черемухи, ольховых шишках, галлах и др. [4].

Наиболее характерны они для представителей гераниевых, ивовых, розоцветных, бобовых, березовых, гречишных, миртовых, свинчатковых и ряда других семейств двудомных и голосеменных. Для однодольных типичные таниды почти не характерны [1].

В растительных клетках дубильные вещества содержатся в вакуолях, а при старении клеток адсорбируются на их стенках. Иногда они присутствуют во многих клетках данной ткани, а иногда лишь в одиночных клетках – таннинoносных идиобластах, разбросанных по всей ткани. Особенно богаты таннинами листья, проводящие ткани, перидерма, незрелые плоды , семенная кожура и патологические новообразования [5].

Содержание дубильных веществ, реже их состав, подвержены значительным вариациям в зависимости от целого ряда внешних и внутренних факторов. Их содержание зависит от генетических факторов и климатических условий.

Установить строгие закономерности изменчивости таннинов практически не удается. В одних случаях отмечается максимум их накопления в период бутонизации, в других – в фазу роста побегов, в третьих – в осенне-зимний период. Причиной этого является как многообразие и несопоставимость методов исследования, так и полифункциональность составляю-

щих компонентов таннинов. Максимум накопления преимущественно отмечается в оптимальных условиях произрастания [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Режим доступа: http://allergy-cure.ru/narodnoe-lechenie-travami/tanidy-dubilnye-veshhestva.html − Дата доступа : 30.11.2017.

2. Коваленко, Л. В. Биохимические основы химии биологически активных веществ / Л. В. Коваленко. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 229 с.

3. Режим доступа: http://www.9lc.com/dubilnie-veschestva-(tannidi).html − Дата доступа : 30.11.2017.

4. Муравьёва, Д. А. Фармакогнозия / Д. А Муравьёва, И. А.Самылина, Г. П. Яковлев. – М. : Медицина, 2002. – 598 с.

5. Эзау, К. Анатомия семенных растений : в 2 кн. / К. Эзау. – М. : Мир, 1980. – Кн. 1. – 218 с.

УДК 577.175.19

П.В. КАЧАНОВИЧ
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: А.П. Колбас, канд. биол. наук, доцент, PhD (Франция)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ БРАССИНОСТЕРОИДОВ НА РОСТОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ НЕКОТОРЫХ ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ

Повышение продуктивности и интенсификация размножения и выращивания декоративных растений важная практическая задача растениеводства. Перспективным методом её решения является использования фитогормонов, в том числе брассиностероидов [1].

Важным агротехническим приёмом, широко применяемым в частности при выращивании представителей рода Цитрусовых (*Citrus)*в условиях закрытого грунта [2], и при тепличном доращивании других декоративных растений, является опрыскивание водой, которое можно совместить с внекорневой обработкой фитогормоном.

Целью данной работы было оценить влияние брассиностероидов на изменения структурных параметров некоторых декоративных растений. Задачи: (1) провести внекорневую обработку декоративных растений рас-

творами брассиностероидов; (2) определить изменение ростовых параметров под их влиянием и (3) предложить методику обработки декоративных растений в период их доращивания.

Эксперимент проводился в два этапа. Для изучения влияния различных концентраций брассиностероидов на рост *Citrus limon* (L.) Osbeck (CL) было отобрано 40 саженцев в возрасте одного года. Обработка производилась 1 раз в неделю на протяжении 4-х месяцев. Прирост главного стебля фиксировался 1 раз в 2 недели.

Были отобраны также по 40 прижившихся в грунте черенков *Alternanthera brasiliana* (L.) Kuntze (AB) и *Coleus x hybrida* (CH), которые обрабатывались по одному разу в неделю. Прирост стеблей и листьев фиксировался каждые 3дня.

Для внекорневой обработки были выбраны растворы эпибрассинолида (ЭБЛ), гомобрассинолида (ГБЛ) и эпикастастерона (ЭКС) в концентрациях 10^{-8},10^{-7},10^{-6}. В качестве контроля использовалась дистиллированная вода. Отобранные растения, распределённые по 4 шт. в повторности, закрывались непрозрачным полиэтиленом на 30 минут после каждой обработки.

Для анализа полученных результатов использовались средние значения прироста ($x_{ср}$) со стандартной ошибкой (±SE). Для анализа достоверности различий между исследуемым и контрольным образцом использовался t-критерий Стьюдента для независимых выборок. Результаты отражены в таблице 1.

Достоверные различия в приросте побегов CL были зафиксированы ранее [3] при обработке раствором ГБЛ концентрацией 10^{-8}, при этом прирост может увеличиваться на 35,67 %,а при опрыскивании раствором ЭКС концентрацией 10^{-6}– снижаться на 36,96 %.

Таким образом, нами была проведена внекорневая обработка трех таксонов декоративных растений растворами трех брассиностероидов в различных концентрациях.

Было достоверно определено, что при обработке *Alternanthera brasiliana* раствором ЭБЛ 10^{-7} прирост стебля может снижаться на 46,49 %, листа на 41,97 %; при обработке раствором ЭБЛ 10^{-6} прирост стебля может снижаться на 34,78 %, листа на 50,78 %; при обработке раствором ЭКС 10^{-7} прирост листа может снижаться на 29,53 %; при обработке раствором ЭКС 10^{-6} прирост стебля может снижаться на 27,09 %. Прирост листа *Coleus* x *hybrida* может увеличиваться при обработке раствором ЭБЛ 10^{-8} на 45,78 %, ЭКС 10^{-7} на 68,67 %, ЭКС 10^{-6} на37,35 %.

Таблица 1 – Средний прирост за исследуемый период

Вне-корневая обработка	$x_{ср}$±SE CL, мм	$x_{ср}$±SE AB, мм	$x_{ср}$±SE CH, мм	$x_{ср}$±SE AB, мм	$x_{ср}$±SE CH, мм
	стебель			лист	
ЭБЛ 10^{-8}	7,25±1,17	9,50±1,77	2,43±0,52	6,83±0,61	5,04±0,59*
ЭБЛ 10^{-7}	7,82±2,21	5,71±0,76*	2,71±0,55	4,67±0,59*	3,00±0,43
ЭБЛ 10^{-6}	7,93±1,34	6,96±0,90*	3,86±1,43	3,96±0,59*	4,25±0,58
ГБЛ 10^{-8}	10,46±0,69*	10,04±0,89	2,21±0,43	6,79±1,07	4,04±0,41
ГБЛ 10^{-7}	10,18±2,12	8,21±1,08	1,54±0,36	7,00±0,69	4,08±0,53
ГБЛ 10^{-6}	9,39±3,38	9,57±0,94	3,43±0,86	5,96±0,71	4,96±1,24
ЭКС 10^{-8}	5,14±1,22	8,96±1,12	1,68±0,44	8,08±0,82	4,58±0,53
ЭКС 10^{-7}	10,61±1,88	9,50±1,20	2,04±0,37	5,67±0,71*	5,83±0,60*
ЭКС 10^{-6}	4,86±0,69*	7,79±0,89*	1,86±0,32	7,96±1,03	4,75±0,53*
Контроль	7,71±1,13	10,68±1,34	2,04±0,41	8,04±1,07	3,46±0,39

*Достоверные различия по сравнению с контролем

Результаты свидетельствуют о том, что для стимулирования ростовых процессов побегов *Citrus limon* целесообразно применять внекорневые обработки раствором гомобрассинолида концентрацией 10^{-8}, а *Coleus x hybrida* эпикастеростероном концентрацией 10^{-7}.

Особенностью декоративно-лиственных растений является сложный пигментный состав, изучение которого планируется в дальнейшем. Для установления биохимического статуса растений и механизмов воздействия исследуемых веществ будет проведено исследование содержания в вегетативных органах фенольных соединений и антиоксидантной активности после обработки гормонами в подобранных ранее концентрациях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / В. А. Хрипач, Ф. А. Лахвич,В. Н. Жабинский. –Минск :Навука і тэхніка, 1993. – 285 с.

2. Алехна, А. И. Апельсин, мандарин, грейпфрут. Субтропики в квартире. Рекомендации по выращиванию и уходу / А. И. Алехна. – Мн. : ЭдитВВ, 2005. – 32 с.

3. Качанович П. В. Исследование ростовых реакций декоративных культур закрытого грунта на примере Citruslimon L. на воздействие брассиностероидов / П. В. Качанович, А. П. Колбас // Биологическая осень 2017 : к Году науки в Беларуси : тезисы докладов Международной научной конференции молодых ученых, 9 ноября 2017 г, Минск, Беларусь / БГУ, Биологический фак., Совет молодых ученых ; редкол.: В. В. Лысак (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2017. – С. 181 – 183.

УДК 631.811.982

И.В. КОРОЛЬ
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: И. Д Лукьянчик., канд.с/х.наук, доцент

ВЛИЯНИЕ РАСТВОРОВ СТЕРОИДНЫХ ГЛИКОЗИДОВ В КОНЦЕНТРАЦИИ 10^{-7} % НА ПРОЦЕССЫ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН РЕДИСА СОРТА ЗАРЯ И ИХ АДАПТАЦИЮ К НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Актуальность. Важным элементом современных агрономических технологий в растениеводстве является применение регуляторов роста растений. Они способны в малых дозах влиять на процессы метаболизма в растениях, что приводит к значительным изменениям в росте и развитии растений. В последние годы возрос интерес к стероидным гликозидам как веществам, обладающим широким спектром биологического действия на живые организмы [1]. Важная роль отводится стероидным гликозидам в усилении устойчивости растений к стрессовым факторам среды, в связи с чем данная работа является актуальной.

Цель работы: изучить влияние растворов стероидных гликозидов в концентрации 10^{-7} % на процессы прорастания семян редиса сорта Заря и их адаптацию к низкой температуре.

Материалы и методы. Исследования проводились в лабораторных условиях на базе кафедры зоологии и генетики БрГУ им. А.С. Пушкина. Объекты исследования: стероидные гликозиды (СГ) мелангозид (МЗ), рустикозид (РЗ), никотианозид (НЗ). Тест-объект – редис сорта Заря. Материалы исследования – растворы СГ в концентрации 10^{-7} % и семена. Контроль (К) – дистиллированная вода. Условия прорастания: термостат (t=+22 ± 0,2°С) и хладотермостат (при t = +10 ± 0,2° С). Экспозиция семян в растворах – 2 часа. Семена проращивались в чашках Петри. Критерии оценки биологической активности СГ (в т.ч. протекторной): всхожесть семян, длина зародышевых корешков и их холодостойкость.

Результаты. Проращивание обработанных растворами СГ семян при оптимальной температуре, как видно из данных таблицы 1, приводило к достоверно значимому увеличению длины зародышевых корешков. Ряд СГ по активности имел вид МЗ > НЗ > РЗ > К (что соответствовало значениям 53,68 мм; 51,79 мм; 49,60 мм и контроль – 39,71 мм).

Таблица 1 – Влияние стероидных гликозидов в концентрации 10^{-7} % на морфобиологические показатели прорастающих семян редиса сорта Заря

Вариант опыта	Всхожесть, %		Средняя длина зародышевых корешков, X ± m, мм		Холодостойкость зародышевых корешков, %
	23^0 C	7^0 C	23^0 C	7^0 C	
К	100,0	100,0	39,71±5,53	16,70±0,52	42,06
НЗ	100,0	86,7	51,79±0,4*	10,79±3,49**	20,83*
РЗ	100,0	100,0	49,60±3,74*	24,65±0,91*	49,69**
МЗ	100,0	95,0	53,68±3,82*	15,50±0,45	28,87*

* – достоверно при уровне значимости P≤ 0,001;

** – достоверно при уровне значимости P≤ 0,005.

Для изучения влияния СГ на адаптацию семян к низкотемпературному стрессу эксперимент параллельно проводился при температуре $+7^0$ С. Как видно из таблицы 1, семена редиса хорошо всходили в холоде (контроль – 100 %). Подобная реакция сохранялась после обработки раствором РЗ. В то же время обработка растворами НЗ и МЗ приводилала к угнетению всхожести, ее величина соответственно составила 86,7 % и 95,0 %.

Анализ роста зародышевых корешков при температуре $+7^0$ С показал, что раствор МЗ не влиял на данный показатель, НЗ – достоверно угнетал рост, а РЗ – достоверно его стимулировал. Расчет величины холодостойкости подтвердил тенденцию раствора МЗ в концентрации 10^{-7} % к угнетению процессов развития (на 13,19 % ниже контрольного значения), а раствора РЗ – к усилению ростовых процессов (на 7,60 % выше контроля). Несмотря на отсутствие достоверных различий с контролем по длине корешков в опыте с НЗ, имело место снижение адаптации прорастающих семян к низкой температуре: холодостойкость обработанных раствором НЗ семян уменьшилась почти в 2 раза.

Выводы. Предпосевная обработка семян редиса сорта Заря растворами СГ в концентрации 10^{-7} % показала, что использование данных растворов эффективно при проращивании семян в оптимальных температурах, а для усиления адаптации прорастающих семян к низким температурам эффективно использование обработки только раствором РЗ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шуканов, В. П. Гормональная активность стероидных гликозидов растений / В. П. Шуканов, А. П. Волынец, С. Н. Полянская. – Минск : Беларус. навука, 2012. – 244 с.

УДК 372.016

Л.С. КРУПКЕВИЧ
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: И.В. Зубец, канд. хим. наук, доцент

ХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ СТРУКТУРЫ УЖЕ ИЗВЕСТНЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Для создания новейших лекарственных веществ может быть использован принцип химического модифицирования структуры известных синтетических лекарственных веществ. Этот прием является интуитивным, умозрительным. С его помощью, исходя из аналогии двух структур, биоактивность известного вещества как бы переносят на новое соединение. Предполагают при этом, что биоактивность нового соединения будет большей. Главная задача таких исследований заключается в создании новых препаратов (более активных, менее токсичных), выгодно отличающихся от уже известных. Используется также прием получения структурных аналогов с новой направленностью фармакологического действия [1].

Большое значение в медицинской практике получили амиды сульфаниловой (п-аминобензолсульфоновой) кислоты – сульфаниламидные средства. Амид сульфаниловой кислоты (сульфаниламид) – источник для получения большого количества лекарственных препаратов, которые близки по химической структуре и лечебному действию – сульфаниламидных препаратов, содержащих радикалы в сульфамидной группе и обладающих антибактериальной активностью. Все сульфаниламиды содержат сульфамидную (сульфонамидную) группу, которая и обеспечивает физиологический эффект. Замена ее на другие группы приводит к потере антибактериальной активности. Установлено, что аминогруппа в пара-положении всегда должна оставаться незамещенной, а в бензольное кольцо нельзя вводить дополнительные заместители, так как они снижают антибактериальную активность соединения. Наибольшую активность проявляют те производные, у которых атом водорода в сульфамидной группе замещен на радикал, имеющий гетероциклическую природу (пиримидиновый, пиридазиновый и другие циклы) [2]. С открытием пенициллина, а затем и других антибиотиков интерес к сульфаниламидам уменьшился. Однако комбинированные препараты широко применяются из-за их высокой антибактериальной активности, медленно развивающейся устойчивости, низкого про-

цента осложнений при мочевых и кишечных инфекциях, заболеваниях дыхательных путей [3].

Салициловая (о-гидроксибензойная) кислота проявляет антиревматическое, жаропонижающее и антигрибковое действие. Является сильной кислотой, вызывает раздражение пищеварительного тракта, поэтому применяется только наружно. Внутрь применяют ее производные – соли или эфиры. Салициловая кислота способна образовывать производные по каждой функциональной группе. Практическое значение имеют салицилат натрия, сложные эфиры по карбоксильной группе – метилсалицилат, фенилсалицилат (салол), а также по гидроксильной группе – ацетилсалициловая кислота (аспирин). Данные производные (кроме салола) оказывают анальгетическое, жаропонижающее и противовоспалительное действие. Метилсалицилат используется наружно в составе мазей из-за раздражающего действия. Салол применяется как дезинфицирующее средство при кишечных заболеваниях. В кислой среде желудка не гидролизуется, а распадается только в кишечнике. Поэтому используется также в качестве материала для защитных оболочек некоторых лекарственных средств, которые не стабильны в кислой среде желудка. Пара-Аминосалициловая кислота используется как противотуберкулезное средство, в то время как мета-аминосалициловая кислота является высокотоксичным веществом [2].

γ-Аминомасляная кислота (далее – ГАМК) в медицинской практике применяется при лечении нервно-психических заболеваний под названием гаммолон (аминалон). Структура ГАМК лежит в основе транквилизатора фенибута (гидрохлорида γ-амино-β-фенилмасляной кислоты). Важное значение в медицине имеют производные циклической формы ГАМК. Полимер 1-винилпирролидона-2 – поливинилпирролидон – эффективный заменитель плазмы крови, амид(1-пирролидон-2-ил)уксусной кислоты является представителем ноотропных средств (пирацетам или ноотропил) [2].

Прием химической модификации структуры уже известных синтетических препаратов используется в настоящее время в синтезе многочисленных производных практически всех классов лекарственных веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы стратегии создания новых синтетических лекарственных веществ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://stu.alnam.ru/book_lek-6. – Дата доступа: 01.11.2017.

2. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия / Н.А. Тюкавкина. – М. : Дрова, 2005. – 524 с.

3. Сульфаниламидные препараты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rlsnet.ru/books_book_id_4_page_148.htm. – Дата доступа: 01.11.2017.

УДК 577.112.7

Д.И. ЛАВРИЕНЯ
Минск, БГУ
Научный руководитель: В.И. Хвир, канд. биол. наук, доцент

ФИЛОГЕНИЯ И ПЕРВИЧНЫЕ ДАННЫЕ О БЕЛКОВОМ СОСТАВЕ ЯДОВ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ЖАЛОНОСНЫХ ПЕРЕПОНЧАТОКРЫЛЫХ ОТРЯДА HYMENOPTERA (VESPIDAE, APIDAE)

Яды животного происхождения представляют собой богатый источник биологически активных соединений, но большинство компонентов еще остаются неисследованными. Определенные пептиды и белки указывают на то, что только небольшая доля (менее 1%) биоактивных молекул охарактеризована в настоящее время, а также как мало известно о ядовитых организмах на генетическом уровне [1]. Некоторые компоненты ядов уже успешно используются для биомедицинских исследований, в частности, в качестве диагностических реагентов и терапевтических препаратов [2].

В современных научных исследованиях живые организмы идентифицируются не только по морфологическим критериям, но и с помощью различных молекулярно-генетических и биохимических методов. Филогения – полезный инструмент для понимания эволюции видового состава различных таксонов. Поскольку она указывает общую родословную и абсолютный или относительный возраст таксона, она же позволяют проводить соответствующие сопоставления между ними [3,4,5]. В данном исследовании использовались последовательности митохондриального гена COI представителей рода *Bombus* (Apidae, Hymenoptera), а также родов *Vespa, Dolichovespula, Polistes и Vespula* (Vespidae, Hymenoptera). Цитохромоксидаза – распространенный маркер, который часто используется в молекулярно-генетических исследованиях. По последовательностям гена COI можно судить о наличии или отсутствии различий на видовом уровне.

Но определение видовой принадлежности организмов могут основываться и на наличии специфических продуктов вторичного метаболизма. При этом используются такие биохимические методы как, например, электрофорез. Различные варианты используемых биоматериалов содержат в

себе различные протеины (белки как активные компоненты ядовитых секретов). Белковый состав биологического материала, принадлежащего различным видам, указывает на сходства и различия между ними.

Ядовитый секрет Hymenoptera состоит из белков, фармакологически активных пептидов, гистамина, ацетилхолина, катехоламина и других различных веществ. Некоторые яды содержат еще и органические молекулы, такие как производные алкалоидов, а также множество белков вызывающих аллергическую реакцию [6].

Осиный яд – это сложная гетерогенная система, состоящая из различных компонентов белковой и небелковой природы, действующих на нервную систему и вызывающих, как правило, сильный иммунный ответ. В составе яда большинства ос идентифицированы полипептиды, ферменты, физиологически активные биогенные амины, а также некоторые специфические белки, обладающие мощными токсическими свойствами [7]. Вещества, содержащиеся в составе яда разных ос, способны оказывать влияние как на клеточные мембраны (фосфолипаза А) и на центральную нервную систему (апамин), так и на интерорецепторы сердца, изменяя афферентную импульсацию, что приводит к рефлекторным нарушениям артериального давления и сердечного ритма [8].

В составе яда разных шершней идентифицированы в различных соотношениях такие биомолекулы, как полипептиды, ферменты, биологические амины и нейромедиаторы. Эти соединения способны обеспечивать конкретные эффекты и последствия, вызываемые ужалениями шершней, например, болевые ощущения, отёки, падение артериального давления, увеличение сердечного выброса и т.д. [9].

По сравнению с другими насекомыми отряда Hymenoptera, именно шершни выделяют наибольшее количество биогенных аминов и ферментов, таких как, к примеру, фосфолипазы А и В, гиалуронидазы, разнообразные протеазы, поли- и дисахаридазы, а также кислая, нейтральная и щелочная ДНК-азы.

Состав шмелиного яда изучен менее досконально, чем, к примеру, яд *Apis mellifera* L. Яд вырабатывается специальными железами и появляется на кончике жала в виде прозрачного секрета. По химическому составу он аналогичен яду других ядовитых перепончатокрылых, наибольшее сходство наблюдается с ядом пчел. Так же, как и пчелиный, яд шмелей обладает выраженной кислой реакцией и значением pH в области 5–5,5 [10]. У шмелей в ходе биохимического анализа с применением масс-спектрометрии были выявлены 24 компонента, различающихся по молекулярным массам. Три набора диапазонов масс различались весьма четко, самая большая группа в 2000 Да, возможно, состояла из бомболитинподобных пептидов. Молекулярные массы около 3000 Да могут соответ-

ствуют дегрануляционным пептидам тучных клеток и 5000 Да пептидов представляют собой не охарактеризованные элементы яда представителей *Bombus* [11].

На основе сравнения полученных и уже имеющихся в базе данных сиквенсов гена цитохромоксидазы I можно судить о филогенетическом родстве различных насекомых из отряда Hymenoptera. Для доказательства эволюционного сходства исследуемых видов по молекулярно-генетическим параметрам было построено филогенетическое дерево с использованием программы MEGA 6 (рисунок 1).

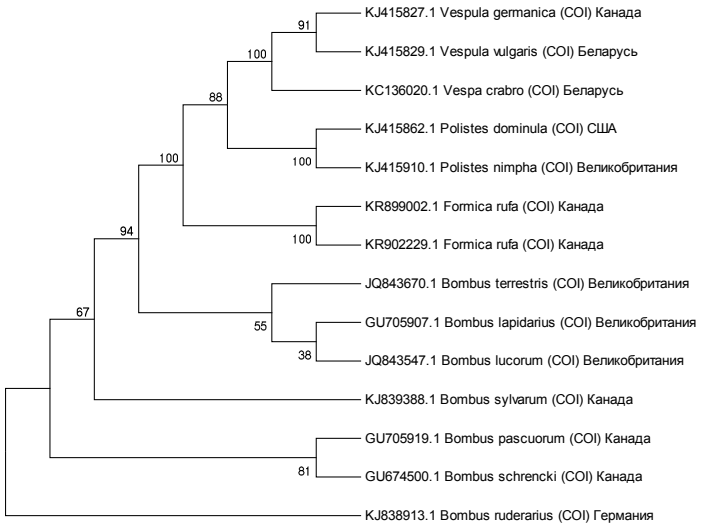


Рисунок 1 – Филогенетическое дерево, показывающее родство между различными видами насекомых, относящихся к родам семейства Vespidae и Bombidae

В основе метода получения яда лежит механическое раздражение насекомых для взятия секрета.

Белковый состав ядов был изучен с использованием денатурирующего ДСН-электрофореза. Сопоставляя характерные полосы анализируемых образцов с контрольными пробами и полосами маркеров, устанавливали распределение белков по молекулярным массам, как отражает рисунок 2.

Выявлены различия между представителями семейств, определенные наличием маркерных белков. Для представителей рода *Bombus* характерными маркерами являлись белки в области 25 – 40 кДа, для семейства *Vespidae* 60 – 100 кДа, для *Apis mellifera* — 10 – 12 кДа.

На основании проведенного молекулярно-филогенетического и биохимического анализа можно сделать вывод, что исследуемые виды насекомых являются родственными, однако для каждого из них характерно наличие специфических белковых маркеров встречающихся в составе ядов.

Для каждого семейства удалось установить наличие маркерных белков, обладающих различными молекулярными массами.

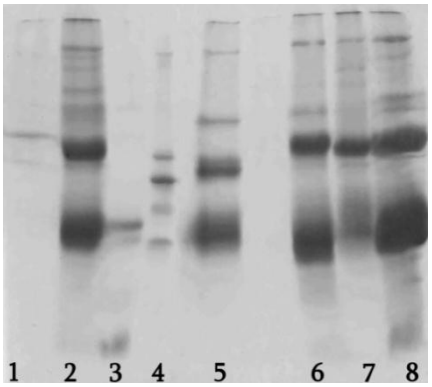


Рисунок 2 – ДСН-электрофореграмма пула белков, содержащихся в исследуемых образцах ядов

1 – *Bombus pascuorum*, 2 – *Vespula vulgaris*, 3 – *Apis mellifera*, 4 – стандарт молекулярных масс, 5 – *Bombus silvarum*, 6 – *Bombus terrestris*, 7 – *Bombus lapidarius*, 8 – *Bombus derhamellus*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. The venomous system genome project / A. Menez [et al.] // Toxicon. – 2006. – Vol. 47, iss. 3. – P. 255–259.

2. Therapeutic potential of venom peptides / R.J. Lewis [et al.] // Nat. Rev. Drug Discov. – 2003. – Vol. 2. – P. 790–802.

3. Evolutionary process from phylogenetic tree shape / A. Mooers [et al.] // Quarterly Review of Biology. – 1997. – Vol. 72, iss. 1. – P. 31–54.

4. Inferring speciation rates from phylogenies / S. Nee [et al.] // Evolution – 2001. – Vol. 55, n. 4. – P. 661–668.

5. Purvis, A. Using interspecies phylogenies to test macroevolutionary hypotheses / A. Purvis // Biodiversity: a Biology of Numbers and Differences. – 1996. – P. 153–168.

6. Gupta, R.C. Reproductive and developmental toxicology / R.C. Gupta, S.M. Gwaltney-Brant. – Hopkinsville, Murray State University: Academic press, 2011. – 1220 p.

7. Орлов, Б.Н. Зоотоксинология / Б.Н. Орлов, Д.Б. Гелашвили. – Москва: Высшая школа, 1985. – 280 с.

8. Williams, P.H. An annotated checklist of bumble bees with an analysis of patterns of description / P.H. Williams // Bulletin of the Natural History Museum. – 1998. – № 67. – P. 79-152.

9. Argiolas, A. Isolation and characterization of two new peptides, mastoparan C and crabrolin, from the venom of the European hornet, *Vespa crabro* /

A. Argiolas, J.J. Pisano // The journal of biological chemistry. – 1984. – Vol. 259. – P. 10106–10111.

10. Enzymatic properties of a bee venom serine protease from the bumblebee *Bombus ignitus* / Y.M. Choo [et al.] Asia Pac. Entomol. – 2011. – P. 249–251.

11. A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination / H.H.W. Velthuis [et al.] // Apidologie. – 2006. – P. 37, 421–451.

УДК 582.28:543.64

О.Н. ЛУЗЬКО
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: Л. И. Равленко, канд. хим. наук, доцент

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ГРИБОВ

Питательная ценность грибов в первую очередь определяется их химическим составом. Химический состав грибов, так же как их биологические свойства и развитие, отличается характерным своеобразием, отражающим условия жизни и питания грибных организмов. Сегодня, когда грибы тщательно изучены в лабораториях, ученые не все равно не перестают удивляться этому уникальному природному продукту.

Пищевая ценность грибов напрямую зависит от их возраста. Молодые грибы – наиболее вкусные и питательные. В них высокое содержание ферментов, витаминов, минеральных солей. В старых грибах – остаются менее ценные питательные вещества и неорганические соединения. Они практически не приносят пользы.

Химический состав грибов по-настоящему уникален. 90-95% – это вода, остальная часть представлена сухими веществами. Среди них присутствуют ферменты амилаза, липаза, протеиназа, оксидоредуктаза. Также в съедобных грибах много витаминов А, группы В, С, D, РР. Из-за небольшого содержания жиров и углеводов их считают низкокалорийным продуктом. Кроме того, в грибах присутствуют гликоген, декстрин и инсулин, которые повышают работоспособность многих функций организма. В грибах представлен широкий спектр микроэлементов: йод, марганец, цинк, фосфор, калий, кальций и другие.

Огромную пользу оказывают грибы лисички. Они являются природным антибиотиком, полезны при сахарном диабете. Также полезными яв-

ляются белые грибы, подосиновики, подберезовики, грузди, рыжики, опята, шампиньоны.

Таблица 1 – Содержание микро и макроэлементов в некоторых грибах

Грибы	Содержание микро- и макроэлементов в 100 граммах, мг											
	K	Ca	Mg	Na	P	Fe	I	Co	Mn	Cu	F	Zn
Белый	468	27	15	6	89	5,2	-	0,006	0,23	-	0,06	0,33
Белый суш.	3987	184	102	41	606	35	-	0,041	-	-	-	-
Лисички	560	8	7	3	44	6,5	-	0,04	0,041	0,29	0,05	0,26
Маслята	-	-	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-
Рыжики	310	6	41	6	41	2,7	-	-	-	-	-	-
Шампиньоны	530	9	15	6	115	2,7	0,02	0,01	-	-	0,15	0,28
Опята	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Несмотря на потрясающе богатый химический состав и уникальные свойства грибов имеется также ряд противопоказаний. Грибы содержат в большом количестве хитин, который человеческим организмом практически не усваивается. Грибы, съеденные в больших количествах, способны вызвать развитие панкреатита, воспаление поджелудочной железы и обострить существующие проблемы в работе желудочно-кишечного тракта, болезни печени (гепатит, холецистит) и почек. У грибов есть еще одно крайне вредное для человеческого здоровья свойство – способность накапливать опасные вещества: пары тяжелых металлов, яды, радиоактивные вещества. Чем старше грибы, тем выше в них содержание вредных веществ. В старых грибах часто находятся холестерин и холин – продукты распада жироподобных веществ, а также различные алкалоиды. Эти вещества вызывают расстройство органов пищеварения и кровообращения. Поэтому в пищу следует употреблять грибы с нераскрывшимися шляпками или раскрывшимися, но не имеющие еще темно-коричневых пластинок с нижней стороны.

В грибах также встречаются смолы в виде отложений в полости клеток или в клеточных оболочках и являются отбросами. Смолы обусловливают часто едкий жгучий вкус и раздражающее действие на слизистые желудочно-кишечного тракта.

Самым ядовитым и страшным грибом является бледная поганка. Она содержит сильнейший яд – фоллоидин, сохраняющий свою токсичность даже при варке при 100°С. Токсическое действие красного мухомора обуславливается наличием в его тканях алколлоидамускорина, что вызывает отравление. Отравление может быть вызвано волнушками, свинушками, чернушками, груздями, валуями. Также в мухоморе и свинушках накапливается очень ядовитое вещество – мускарин. Никакие способы обработки не уменьшают ядовитые свойства грибов.

В наше время многие страдают аллергией на продукты питания. Следует обратить внимание, что грибы представляют собой один из самых опасных аллергенов.

При сушке грибов все составные питательные вещества концентрируются и особых потерь, за исключением некоторой части летучих ароматических веществ и витаминов, не наблюдается. Но к сожалению, и минералы, и витамины, и бета-глюканы грибов очень плохо усваиваются организмом человека.

Исходя из выше сказанного однозначного ответа на вопрос, полезны ли грибы, ученые нам дать не могут. Их богатый химический состав делает их очень ценными продуктами нашего питания, но только в умеренных количествах. Бесконтрольное увлечение может привести к самым нежелательным последствиям, так как даже абсолютно съедобные грибы могут принести вред организму.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маргевич, К. В. Съедобные грибы, определение в них питательных веществ : докт. дис. канд. биол. наук : 19.00.01 / К. В. Маркевич. – Петербург, 1983. – 54 с.

2. Архив Природы России [Электронный ресурс] / Режим доступа:природа.рф/fungi/chemistry.php

3. Мавлонова, С.Х. Химический состав мицелия грибов и его специфичность / С. О. Алимкулов, С.И. Атамурадова. – Ростов н/Д : Феникс, 2015. – 271 с.

УДК 577.333:581.192.4

А.В. ЛУКАШЕВИЧ
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: Н.Ю. Колбас, канд. биол. наук, доцент

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ФРУКТОВ

Все живые организмы, и человек в том числе, в процессе метаболизма используют кислород. Иногда в процессе окисления остается не связанный ни с какими другими молекулами свободный атом кислорода, который в последствие может превращаться в радикалы (активные формы). У аэробных организмов от простейших до млекопитающих биорадикалы яв-

ляются обычными метаболитами, образующимися в нормально функционирующих клетках. Существующие пути образования биорадикалов можно разделить на две группы: физиологически значимые пути и нефизиологические пути. В первом случае биорадикалы являются рабочим элементом той или иной функциональной системы организма, например неспецифического иммунитета или гуморальной сигнализации, и выполняют конкретную физиологическую функцию. Процесс их образования ферментативный, тонко регулируется, а продукция осуществляется в количествах, необходимых для реализации соответствующей функции. Нефизиологическое образование биорадикалов часто – неферментативный процесс, однако может полностью или частично катализироваться рядом оксидоредуктаз. Образующиеся в этих процессах биорадикалы в лучшем случае являются малотоксичными побочными продуктами метаболических и биоэнергетических процессов, в худшем, чрезвычайно опасными агентами, требующими немедленной детоксикации. Свободные радикалы все время стремятся вступить в реакцию с другими молекулами. В поисках слабых соединений он проникает во все клетки и мембраны организма [1].

Однако существуют химические вещества (антиоксиданты), способные связывать свободные радикалы и предотвращать их негативное действие. Мерой действия этих веществ является их антиоксидантная активность (АОА), или способность.

В настоящее время для оценки АОА используется более 35 методик [2–4], каждая из которых имеет как преимущества, так и недостатки. «Идеальными требованиями» к методам определения АОА считают [2]: способность наиболее полно характеризовать химические реакции, протекающие в реальных системах между антиоксидантом и его субстратом; универсальность по отношению к гидрофильным и липофильным антиоксидантам; хорошая воспроизводимость; удобство проведения анализов.

Для облегчения поиска перспективных антиоксидантов и их источников, для лучшей репрезентативности и воспроизводимости результатов были предприняты попытки унифицировать методики, выделить одну стандартную [2–4]. Однако из-за существующего многообразия антиоксидантов и их потенциальных мишеней, различий в механизмах действия, наличия синергических и антагонистических эффектов, для полной и всесторонней характеристики антиоксидантной способности одного метода недостаточно. Нет и единого подхода к классификации методов оценки АОА.

Одна из классификаций основана на типе антиоксидантного действия. Всвязи с чем методы оценки АОА делят на 3 группы [2]: *HAT*-методы (от англ. Hydrogen Atom Transfer), *SET*-методы (от англ. Single Electron Transfer) и смешанные. В основе определения АОА первой группы методов лежит дезактивация свободных радикалов в результате пере-

носа атома водорода, второй группы методов – электрона, третьей – и атома водорода и электрона. Все эти методы чаще являются непрямыми и осуществляются в модельных реакциях детектирования [4]. Общая характеристика этих методов представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика методов, применимых для определения антиоксидантной активности фруктов in vitro [2, 3]

Метод	Механизм реакции	Способ регистрации	Биологическая актуальность	Простота	Воспроизводимость	Количественная оценка
LDL окисление*	*HAT*	Ф	+	–	+	индукционный период
ORAC	*HAT*	Фл	+	+	+	*AUC*, ТЭ
*TRAP**	*HAT*	Фл/ХЛ/Ф	+	–	+	IC_{50}, ТЭ
*CUPRAC**	*SET*	Ф	+	–	+	ТЭ
FRAP	*SET*	Ф	+	–	+	Fe^{+2} эквивалент
SOD	*SET*	Ф	+	–	+	IC_{50}
*DPPH**	*SET / HAT*	Ф	–	+	+	IC_{50}, ТЭ
TEAC/ABTS	*SET / HAT*	Ф	–	+	+	IC_{50}, ТЭ

Примечание: * – применим для узкого спектра антиоксидантов; *AUC* – на графике площадь зоны угасания флуоресценции; *CUPRAC* (от англ. Copper reduction antioxidant capacity) – медь-восстанавливающая антиоксидантная способность; *DPPH* – метод основан на способности к блокировке радикала 2,2 -дифенилпикрилгидрозина; *FRAP* (от анг. Ferric Reducing Antioxidant Power) – железо-восстанавливающая антиокислительная мощность; *HAT* (от англ. Hydrogen Atom Transfer) – в основе механизма реакции лежит перенос атомов водорода; IC_{50} – 50%-ное ингибирование радикалов, *LDL* (от англ. Low-Density Lipoprotein) – липопротеин низкой плотности; *SET* (от англ. Single Electron Transfe) – в основе механизма реакции лежит перенос электрона; *SOD* – Супероксид-дисмутаза; *TEAC* (от англ. Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) – Тролокс эквивалент антиоксидантная емкость; *TRAP* (от англ. Total Radical-Trapping Antioxidant Parameter) – общая способность улавливать радикалы; *ORAC* (от англ. Oxygen Radical Absorption Capacity) – основан на измерении поглотительной способности анализируемыми веществами кислород-радикалов, источником которых является 2,2'-азобис-(2-амидинопропан) дигидрохлорид; *ABTS* – в основе метода лежит способность блокировать долгоживущий катион-радикал 2,2'-азинобис[3-этил-2,3-дигидро-6-бензотиазол-сульфокислоты]; ТЭ – тролокс эквивалент; Ф – фотометрический; Фл – флуоресцентный; ХЛ – хемилюминесцентный

Также можно выделить три типа методов, основанных на следующих измерениях: потребление кислорода; образование продуктов окисления; поглощение (или связывание) свободных радикалов [4]. В первом и во втором случаях АОА определяется на основе ингибирования степени, или скорости потребления реактивов, или образования продуктов. В этих методах АОА является функцией многих параметров (времени, температуры, природы вещества, концентрации антиоксиданта и других соединений).

Кинетика контролируется либо по поглощению кислорода способами измерения объема, либо по изменению характеристик реакционной смеси [3].

Методы исследования общей АОА различаются по типу источника окисления, окисляемого соединения и способа измерения окисленного соединения. Эти методы дают широкий набор результатов, которые нельзя использовать по отдельности, а результаты должны быть интерпретированы с осторожностью. По способам регистрации проявляемой АОА можно разделить методы на волюмометрические, фотометрические, хемилюминесцентные, флуоресцентные, электрохимические и ряд более специфических [3] (таблица 1, 2).

Необходимо отметить, что недостатком многих методов является отсутствие истинных субстратов в процессе измерения. Чаще всего измеряется АОА к свободным синтетическим долгоживущим радикалам (таблица 1).

Некоторые авторы считают, что электрохимические методы оценки интегральной АОА более перспективны (таблица 2). Так как взаимодействие активных кислородных соединений в водной среде сопровождается передачей электрона, то для определения АОА можно использовать электрогенерированные окислители: хлор, бром и йод. Однако, необходимо учитывать, что эти окислители взаимодействуют не только с антиоксидантами, но и с другими биомолекулами [4].

Таблица 2 – Электрохимические методы определения антиоксидантной активности [4]

Метод	Этапы анализа	Достоинства	Недостатки
Циклическая вольтамперометрия	Определение E_{max} и последующий учет количества электричества	Прямое определение АО	Близость E_{max} при необходимости учета количества электричества
Амперометрия с биосенсорами, модифицированными ферментом СОД или цитохромом *C*	Ферментативное получение АФК, их взаимодействие с АО, затем определение уменьшения тока	Использование АФК для определения АО	Короткое время службы и сложная процедура приготовления биосенсора
Катодная вольтамперометрия	Получение супероксид антион-радикала за счет электровосстановления O_2. Измерение уменьшения тока после взаимодействия с АО	Использование АФК для определения АО	Применение Hg-содержащего электрода; определяются не только АО
Кулонометрическое определение электрогенерированных титрантов	Получение электрогенерированных титрантов. Измерение уменьшения количества электричества при взаимодействии с АО	Хорошая корреляция с хемилюминесцентным методом	Высокая химическая активность электрогенерированных титрантов

Примечание: АО – антиоксиданты; АФК – активные формы кислорода; E_{max} – максимальная энергия; СОД – супероксиддисмутаза

Электрохимические методы оценки АОА могут быть разделены на две группы. В части методов используется только электрохимическая регистрация какого-либо соединения, изменение концентрации которого косвенно связано с протеканием процессов окисления. Другая группа методов основана на непосредственном измерении окислительно-восстановительных потенциалов, что позволяет определить содержание всех антиоксидантов в пробе (например, амперометрический метод) [3, 4].

Несмотря на все вышеперечисленные сложности подбора методик, для оценки общей АОА фруктов и продукции, полученной на их основе (джемы, соки, др. напитки) чаще применяют 5 методик: *ABTS, ORAC, FRAP, CUPRAC* и *DPPH* [2, 3]. В зависимости от их АОА, изученные растения, как правило, классифицируют. Например, по уровню АОА плодов (в единицах *FRAP*) растения можно разделить на четыре группы: с низким уровнем АОА (менее 2); со средним (2–5); с высоким (5,01–10) и с очень высоким уровнем (более 10) [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Костюк, В. А. Биорадикалы и биоантиоксиданты / В. А. Костюк, А. И. Потапович. – Минск: БГУ, 2004. – 179 с.

2. Prior, R. L. Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements / R. L. Prior, X. Wu, K. Schaich // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2005. – Vol. 53, №10. − P. 4290−4302.

3. Хасанов, В. В. Методы исследования антиоксидантов / В. В. Хасанов, Г. Л. Рыжова, Е. В. Мальцева // Химия растительного сырья. − 2004. − №3. − С. 63–75.

4. Яшин, Я. И. Проблема определения антиоксидантов / Я. И. Яшин, А. Я. Яшин // Ж. Компетентность – 2009. – Т. 69, № 8. – С. 50–53.

5. Колбас, Н. Ю. Антиоксидантный потенциал некоторых представителей семейства Rosaceae флоры Брестского Полесья / Н. Ю. Колбас, А. П. Колбас // сб. научн. ст. Рег. науч.-практич. конф. «Новые подходы экологической оптимизации хозяйственных угодий и приграничных территорий Белорусского Полесья», 16-17 июня 2011г., Брест. гос. ун-т имени А.С. Пушкина; под общ. ред. А.С. Шика. – Брест : БрГУ, 2011. – С. 24–27.

УДК 577.175.19

Ю.А. Лысюк
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: С.Э. Кароза, канд. биол. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ БРАССИНОСТЕРОИДОВ И СТЕРОИДНЫХ ГЛИКОЗИДОВ НА ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

Подъем урожайности зерновых культур особо актуален в современном мире, когда наблюдается значительное уменьшение посевных площадей и рост урбанизации. Решение возникшей проблемы связано с увеличением выхода зерновой продукции при применении разнообразных агротехнических приемов. Существуют следующие агротехнические методы, широко распространенные в растениеводстве: использование минеральных удобрений, инсектицидов, гербицидов, фунгицидов и другие, не всегда эффективные приемы, так как они предполагают применение этих соединений в больших концентрациях, а многие из них относятся к токсичным веществам и оказывают значительное отрицательное воздействие на окружающую среду [1].

По мнению специалистов, основные потери урожая зерновых культур происходят от неблагоприятных факторов окружающей среды (50–80% от генетически обусловленного уровня) [2]. Современные методы биотехнологии и создания новых сортов зерновых культур вносят поправки в существующие методы селекции, в рамках которых для выведения новых сортов требовалось 10–15 лет. В растениеводстве также разработаны и применяются методы повышения урожайности зерновых культур с помощью биологически активных стероидных соединений.

Особенностью действия новых биорегуляторов является стимуляция физиолого-биохимических процессов растений с одновременным повышением адаптации зерновых культур к стрессовым условиям произрастания, а также к заболеваниям. Это способствует как увеличению продуктивности растений, так и улучшению качества зерна. Данные соединения, являясь аналогами природных, включаются в метаболизм растений и не оказывают вредного влияния на почву и окружающую среду [1].

Широкое распространение в современной практике растениеводства приобрели брассиностероиды (БС) и стероидные гликозиды (СГ), обладающие полифункциональным воздействием на растения [2]. Принимая во внимание низкие нормы расхода, малую токсичность, экологическую безопасность, можно предполагать, что БС и СГ являются перспективными иммунопротекторами нового поколения, чем обусловлено

их широкомасштабное применение в сельскохозяйственной практике [4]. Специальных исследований требует вопрос внедрения данных биорегуляторов в технологии культивирования зерновых растений, применительно к почвенно-климатическим зонам. Рациональность использования данных биорегуляторов связана с их влиянием на физиолого-биохимические показатели и сортоспецифичностью действия на растения.

Стероидные соединения широко распространены в мире растений. Они имеют 4-6-кольцевую структуру, состоящую из 26 и более углеводных атомов. Наше внимание привлекли стероидные гликозиды (СГ) и брассиностероиды (БС) как новые регуляторы роста растений [2], оказывающие защитное действие на растения. Вместе с ингибированием роста грибов СГ и БС повышают болезнеустойчивость злаков в посевах, снижая поражение растений заболеваниями, вызываемыми микроскопическими эктопаразитическими грибами. Одновременно СГ и БС оказывают эффективное влияние на физиолого-биохимические процессы злаков, стимулируя гормональный и общий обмен растений. Они повышают проницаемость биологических мембран, увеличивают количество белка и хлорофилла, стимулируют активность пероксидазы. Особенно сильно (в 2–6 раз) возрастает под действием БС и СГ накопление ауксинов, цитокининов, абсцизовой кислоты и свободных фенолкарбоновых кислот. Очень важно, что БС и СГ стабилизируют гормональный обмен на высоком уровне в течение длительного времени [3].

Свойства ответного воздействия фитопатогенных грибов и характер изменения физиолого-биохимических процессов растений под влиянием стероидных гликозидов и брассиностероидов являются фундаментом для подбора наилучшего метода их обработки. Защита растений должна осуществляться максимально эффективно. А это возможно только при обработке растений стероидными фитогормонами до проникновения возбудителя. Тогда полный цикл развития фитопатогенных грибов будет проходить под действием этих соединений, а обмен веществ растений-хозяев будет подготовлен к «приему» инфекции.

Установлено, что СГ могут проявлять как прямое протекционное действие на зерновые культуры в целом, обусловленное их антигрибной и фунгистатической активностью, так косвенное, связаное с перестройкой обмена веществ растений-хозяев в нужном направлении [4]. Это было подтверждено в проведенных в ИЭБ имени В.Ф. Купревича АН РБ исследованиях на ячмене [5].

По результатам исследований, проведенных в БрГУ имени А.С. Пушкина, было определено, что исследованные стероидные соединения (мелонгозид, гомобрасинолид), в зависимости от концентрации, оказывали

как положительное, так и подавляющее действие на начальные этапы роста ячменя. При этом эффективные концентрации составляли 10^{-6} % и 10^{-7} % [6]. Результаты полевого сезона 2012 г. показали, что на начальные этапы роста и массу 1000 семян более эффективное стимулирующее влияние оказал мелонгозид в концентрации 10^{-7}%, но урожайность повышалась только при использовании гомобрасинолида в той же концентрации. Результаты полевого эксперимента 2013 г. позволили сделать выводы, что мелонгозид в концентрации 10^{-6} % повышал урожайность за счет увеличения массы колоса, для гомобрассинолида такая концентрация оказалась, вероятно, слишком высокой. Для проведения дальнейших исследований авторы рекомендуют использовать гомобрассинолид методом замачивания семян раствором в концентрация 10^{-7} % и мелонгозид в концентрации 10^{-6} % [6].

Исходя из полученных в ходе исследования биологической активности данных в опытах на яровой пшенице и щирице посевной, замечено, что СГ и БС в низких концентрациях оказывают гормоноподобное действие ауксинового типа, усиливая процессы роста растяжением колеоптилей пшеницы. Для рустикозида в исследованных концентрациях установлено только ингибирующее действие. Изученные стероидные гликозиды обладают цитокининоподобной активностью, которая уменьшается при увеличении концентрации. Сомелонгазид в исследованных концентрациях показал только ингибирующее действие на биосинтез антоцианов в семядолях щирицы. Исследованные брассиностероиды в целом обладают большей ауксиноподобной и цитокининоподобной активностью, чем стероидные гликозиды. Для дальнейшего исследования влияния на рост, развитие и продуктивность зерновых культур авторы рекомендовали из БС гомобрассинолид в концентрации 10^{-6} %, а из СГ – мелонгазид в концентрации 10^{-7} % [7].

Продолжение исследований в БрГУ имени А.С. Пушкина биологической активности стероидных соединений в лабораторном и полевом эксперименте» позволило сделать общий вывод, что БС в целом обладают большей ауксиноподобной, цитокининоподобной и рострегулирующей активностью по сравнению с исследованными СГ. На гречихе сорта Александрина стимулирующие свойства были наиболее выражены у гомобрассинолида. Для него на пшенице и ячмене более оптимальной являлась концентрация 10^{-7} %, а для мелонгозида – 10^{-6} % [8]. Мелонгозид в полевых условиях оказал положительное влияние на всхожесть, энергию прорастания семян ячменя, также стимулировал увеличение длины корешка. Гомобрассинолид в полевых опытах оказал стимулирующее влияние на все проанализированные показатели ярового ячменя, кроме урожайности [6].

Полученные к настоящему моменту экспериментальные данные говорят о больших перспективах применения БС и СГ для повышения

урожайности ряда зерновых культур (гречихи, пшеницы, ячменя). Они являются относительно безопасными в экологическом отношении благодаря малой токсичности и низким нормым расхода, широкому распространению в растениях, и, следовательно, привычному потреблению с пищей высшими животными. Важное значение имеет также низкая потребность в действующем веществе и связанные с ней малые объемы производства, транспортных перевозок и т.д., что дополнительно позволит снизить экологическую нагрузку на окружающую среду в случае частичной замены БС и СГ традиционных средств защиты и повышения урожайности зерновых культур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хрипач, В.А. Брассиностероиды / В.А. Хрипач, Ф.А. Лахвич, В.Н. Жабинский. – Минск : Наука и техника,1993. – 287 с.

2. Чобан, И.Н. Структурные особенности стероидных гликозидов и их связь с гипохолестеринимической и антимикробной активностью / И.Н. Чобан, А.С. Димогло, И.Б. Берсукер // Хим.–фарм. журнал. – 1985. –№ 2. – С. 1218–1221.

3. Ковганко, Н.В. Стероиды: экологические функции / Н.В. Ковганко, А.А. Ахрем. – Минск : Навука і тэхніка, 1990. – 224 с.

4. Кинтя, П.К. Строение и биологическая активность стериодных гликозидов ряд спиростана и фуростана / П.К. Кинтя, Г.В. Лазурьевский. – Кишинев : Штиинца, 1987. – 144 с.

5. Кароза, С.Э. Регуляторные особенности действия стероидных гликозидов на устойчивость ячменя к грибной инфекции : Автореф. дисс. канд. биол. наук / С.Э. Кароза. – Минск, 1993. – 20 с.

6. Себрукович, Ю.Г. Анализ влияния гомобрассинолида и мелонгозида на рост и развитие ячменя / Ю.Г. Себрукович // Устойчивое развитие: экологические проблемы : сб. материалов V регион. науч.-практ. конф., Брест, 21 нояб. 2013 г. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина ; редкол.: И.В. Абрамова [и др.]. – Брест : БрГУ, 2014. – С. 84–87.

7. Степура, И.С. Регуляторная активность стероидных гликозидов и брассиностероидов / И.С. Степура, В.И. Аристамбекова // Природа, человек и экология : сб. материалов II Межуниверситетской студенческой научно-практич. конф.; Брест, 28 апреля 2011 г. / Брест. гос. ун-т имени А.С. Пушкина; под общ. ред. Л.Н. Усачевой. – Брест : БрГУ, 2011. – С. 9–11.

8. Кароза, С.Э. Рострегулируюшая активность стероидных гликозидов и брассиностероидов в лабораторном и полевом эксперименте / С.Э. Кароза // Проблемы оценки, мониторинга и сохранения биоразнообразия : материалы

Респ. научно-практ. экол. конф., Брест, 23 нояб. 2017 г. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина ; редкол.: Н.В. Шкуратова [и др.]. – Брест, 2017. – С. 216–220.

УДК 577.175.1

А. А. МАРИНЕВИЧ
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: Е. Г. Артемук, канд. биол. наук, доцент

ПРОТЕКТОРНЫЙ ЭФФЕКТ БРАССИНОСТЕРОИДОВ ПРИ ТОКСИЧЕСКОМ ДЕЙСТВИИ ИОНОВ КАДМИЯ НА РАСТЕНИЯ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО

В результате антропогенного воздействия значительная территория Республики Беларусь оказалась загрязнена тяжелыми металлами. Одним из наиболее токсичных среди тяжелых металлов является кадмий. Фитотоксичность кадмия может быть связана с его способностью индуцировать в клетках повышенное образование активных форм кислорода, ведущих к развитию окислительного стресса [1], остановке роста и развития, негативно влияя на фотосинтез, дыхание, водный обмен и минеральное питание растений.

Одной из важнейших систем, способствующих устойчивости растений в условиях воздействия тяжелых металлов является система антиоксидантной защиты, особая роль в которой принадлежит антиоксидантным ферментам (каталазе и пероксидазе), активность которых значительно возрастает в условиях воздействия стрессовых факторов.

В современном растениеводстве все большее значение приобретают методы повышения продуктивности и устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды за счет использования брассиностероидов. Растения, обработанные брассиностероидами, оказываются более устойчивыми к засухе, экстремальным температурным условиям и засоленности почвы [2]. Открытие у брассиностероидов антистрессовых свойств к абиотическим факторам (высоким и низким температурам, засухе, засолению и действию тяжелых металлов) служит основанием для расширения сфер их применения.

Проведенные исследования показали, что ионы кадмия в концентрации 10^{-5} М приводили к увеличению активности пероксидазы в проростках люпина узколистного (корни на 49,3 %, а побеги – 42,4 % (таблица 1). Присутствие гомобрассинолида (в концентрации 10^{-6} %) в среде, содержащей ионы кадмия, приводило к снижению активности пероксидазы в корнях на 26,1 %, а в побегах на 20,6 %. Присутствие эпикастостерона (в концентра-

ции 10^{-6} %) в среде, содержащей ионы кадмия, приводило к снижению активности пероксидазы (в корнях на 26,1 %, в побегах – на 19,0 %).

Исследование активности каталазы в проростках люпина узколистного показало, что ионы кадмия приводят к увеличению активности каталазы в корнях (на 54,7 %) и побегах (на 2,2 %) по сравнению с контролем (таблица 2). Присутствие гомобрассинолида в среде, содержащей ионы кадмия, приводило к снижению активности каталазы в корнях на 25,5 %.

Таблица 1 – Активность пероксидазы в проростках люпина узколистного сорта «Першацвет» в различных вариантах опыта

Вариант опыта	Активность пероксидазы, у.е./ г сырой массы	
	корни	побеги
Контроль	2,13 ± 0,06	1,77 ± 0,05
Cd^{2+}, 10^{-5} М	3,18 ± 0,05	2,52 ± 0,07
ГБ, 10^{-6} %	3,19 ± 0,01	1,61 ±0,03
Cd^{2+}, 10^{-5} М + ГБ, 10^{-6} %	2,35 ± 0,06	2,0 ± 0,05
ЭК, 10^{-6} %	2,32 ± 0,08	2,06 ± 0,03
Cd^{2+}, 10^{-5} М + ЭК,10^{-6} %	2,35 ± 0,08	2,04 ± 0,02

Таблица 2 – Активность каталазы в проростках люпина узколистного сорта «Першацвет» в различных вариантах опыта

Вариант опыта	Активность каталазы, мкат/л	
	корни	побеги
Контроль	325,0 ± 1,54	823,18 ± 1,77
Cd^{2+}, 10^{-5} М	502,92 ± 1,64	841,38 ± 2,47
ГБ, 10^{-6} %	433,79 ± 9,01	823,31 ± 2,60
Cd^{2+}, 10^{-5} М + ГБ, 10^{-6} %	374,43 ± 4,11	863,76 ± 3,69
ЭК, 10^{-6} %	444,0 ± 3,47	822,42 ± 1,83
Cd^{2+}, 10^{-5} М + ЭК, 10^{-6} %	491,20 ± 3,66	848,79 ± 1,96

Таким образом, под воздействием ионов кадмия увеличивается активность пероксидазы и каталазы, которые являются одним из важнейших механизмов защиты в условиях токсичного действия тяжелых металлов. В результате активации ферментов каталазы и пероксидазы подавляется образование избыточных активных форм кислорода и снижается гибель клеток под действием ионов кадмия. Гомобрассинолид и эпикастостерон обладает антистрессовым действием в условиях токсического действия кадмия на люпин узколистный, что выражается в снижении активности ферментов антиоксидантной системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cho, U. H. Oxidative stress in Arabidopsis thaliana exposed to cadmium is due to hydrogen peroxide accumulation / U. H. Cho, N. H. Seo // Plant Science. – 2005. – Vol. 168. – P. 113–120.

2. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / В. А. Хрипач, Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Минск : Наука и техника, 1993. – 287 с.

УДК 577.175.19

М.М. МЕЛЕШКЕВИЧ
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: С.Э. Кароза, канд. биол. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ БРАССИНОСТЕРОИДОВ НА РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ГРЕЧИХИ ПОСЕВНОЙ В ПОЛЕВОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ 2017 г.

Дальнейшее увеличение продуктивности зерновых и крупяных культур в настоящее время остается достаточно актуальной проблемой, так как в связи с ростом урбанизации наблюдается весьма чувствительное уменьшение посевных площадей, а создание новых, более урожайных сортов требует достаточно много времени и усилий. Частично решить эту проблему можно с помощью улучшения агротехники и более эффективного использования минеральных удобрений и средств защиты растений. Но применение химических препаратов в больших количествах и высоких концентрациях небезопасно как для конечного потребителя, так и для окружающей среды в целом.

Для достижения стабильного результата важно применять приемы возделывания, способные стимулировать рост, развитие и максимально мобилизовать потенциальные защитные силы организма растений. Так как у растений существует сложная каскадная система защитных механизмов, существует возможность строить систему защиты сельскохозяйственных культур, мобилизуя их и опираясь на резервные возможности самого организма. В связи с этим возросло внимание к поиску биологически активных веществ (БАВ), способных стимулировать механизмы иммунной системы растений. Индукторами роста и устойчивости могут выступать различные структурно несходные соединения: вторичные метаболиты микроорганизмов и растений, микроэлементы, фенолы, системные фунгициды и др. [1]

С 1980-х гг. интенсивно исследуется стимулирующий и иммунизирующий эффект стероидных гликозидов (СГ) и брассиностероидов (БС).

Стероидные гликозиды – низкомолекулярные соединения, продуцируемые многими высшими растениями. Из культурных растений для полупромышленного производства таких препаратов используют семена томатов, перцев и других культур. Так как они являются отходами пищевой промышленности, то это снимает проблему сырья и делает их производство экономически выгодным. Физиологическое действие этих соединений на живые организмы очень разнообразно. В сравнительно высоких концентрациях они оказывают фунгицидное действие, но это свойство выражено у них слабее, чем у синтетических фунгицидов, поэтому применение их в этом качестве нецелесообразно. Они могут применяться для защиты растений от патогенов, повышают всхожесть, скорость прорастания растений и их устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам [2].

Несмотря на то, что растение обладает способностью синтезировать гормоны, во многих случаях добавление их извне оказывает на растение положительное действие. Влияние растительных гормонов или их синтетических заменителей проявляется особенно резко тогда, когда уровень содержания их в растении невысок [3].

Достаточно широкое распространение в современной практике растениеводства приобрели брассиностероиды, выделенные в новый класс растительных гормонов и обладающие полифункциональным влиянием на растения, в том числе и на сельскохозяйственные культуры [4]. В связи с тем, что синтетические препараты являются аналогами природных соединений, они применяются в чрезвычайно низких дозах, нетоксичны и не являются для биосферы ксенобиотиками в широком смысле этого термина. Поэтому можно предполагать, что БС являются перспективными стимуляторами роста и продуктивности нового поколения [5]. Но включение как БС, так и СГ в технологиию культивирования определенных культур и районированных сортов в конкретных почвенно-климатических зонах требует проведения отдельных исследований.

В БрГУ имени А.С. Пушкина на первом этапе проведения исследований с БС и СГ был проведен анализ их гормональной активности ауксинового и цитокининового типа в биотестах на удлинение отрезков колеоптилей пшеницы и синтез амарантина в семядолях щирицы соответственно. Их результаты показали, что часть исследованных соединений в низких концентрациях обладает гормоноподобной активностью, но выраженной слабее, чем в контроле с гормонами в оптимальной концентрации [6].

Затем было проанализировано влияние БС и СГ на рост, развитие и продуктивность ячменя в лабораторных и полевых условиях, в результате которых было установлено, что самым эффективным в полевом эксперименте из стероидных гликозидов оказался мелонгозид, а из брассиностероидов – гомобрассинолид [7].

Целью дальнейших исследований являлась оценка влияния БС (эпибрассинолида, эпикастостерона и гомобрассинолида) и СГ (мелангозида, сомелонгазида, никотинозида и рустикозида) на рост, развитие и урожайность гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench.) сорта Александрина в полевых условиях на опытном поле отдела «Агробиология» Центра экологии БрГУ имени А.С. Пушкина.

Гречиха сорта Александрина относится к тетраплоидным сортам индетерминантного типа, отличительной особенностью которых является дружность созревания плодов. Период вегетации 90–95 дней. Высота растений 100–105 см. Зерно крупное, масса 1000 плодов 37–44 г. Высокие технологические качества: выход крупы – 74 %, выход крупной фракции до 99 %. Содержание белка в зерне – 14,1 %. Максимальная урожайность – 32,7 ц/га [8].

Предварительно в лабораторном эксперименте были определены оптимальные концентрации как с точки зрения воздействия на растения, так и с экономической и экологической точек зрения [9]. Посев гречихи районированного для Брестской области сорта Александрина был произведен рендомизированно согласно разработанной схеме проведения мелкоделяночного полевого опыта в четырехкратной повторности на участках размером 1х1 м, расстояние между рядами 20 см, норма высева – 100 семян на 1 $м^2$, после достижения благоприятных температурных условий. Для обработки методом предварительного замачивания семян на 3 часа были использованы четыре СГ (мелонгазид, сомелонгазид, никотианозид, рустикозид) и три БС (эпибрассинолид, гомобрассинолид, эпикастастерон) в концентрации 10^{-7} %, а также контроль. Было отмечено более раннее (на 1 день) появление всходов на участках с обработкой мелонгазидом и гомобрассинолидом по сравнению с контролем. Анализ влияния исследуемых препаратов на полевую всхожесть гречихи показал, что она составила от 81,8 до 87,5 %, что в целом является хорошим показателем для гречихи (таблица 1). Максимальную положительную активность проявили мелонгазид и эпибрассинолид, никотианозид незначительно ухудшил этот показатель, остальные препараты оказали очень слабое положительное влияние. Из-за небольшой повторности мелкоделяночного опыта разница между всеми результатами по критерию Стьюдента является недостоверной, поэтому можно говорить лишь о тенденции к повышению полевой всхожести для двух препаратов.

Статистический анализ данных по оценке влияния стероидных соединений на начальные этапы роста и развития гречихи показал, что в концентрации 10^{-7}% наибольшее ростстимулирующее действие из стероидных гликозидов проявил мелонгазид, который достоверно повышал высоту растений (105,2 % по сравнению с контролем) и длину корешков (110,9 % соответственно). Более значительно, с максимальной степенью достоверности, он

повлиял на среднюю массу растений (вместе с корневой системой), которая составила 130,8 % по сравнению с контролем. Остальные стероидные гликозиды в данной концентрации не дали выраженного стимулирующего эффекта, а никотианозид оказал даже достоверное ингибирующее влияние как на высоту растений (92,5 % к контролю), так и на их массу (84,0 %), но практически не повлиял на длину корешков (101,7 %). Брассиностероиды в данной концентрации показали менее выраженную активность по сравнению со стероидными гликозидами. Из них более сильный эффект проявился под влиянием обработки гомобрассинолидом. Он незначительно повышал высоту растений (102,1 % по сравнению с контролем) и немного сильнее их среднюю массу (107,4 %), а длину корешков он снижал на 4,3% по сравнению с контролем, но все различия были недостоверными.

Таблица 1 – Влияние стероидных соединений на начальные этапы роста гречихи посевной в полевом опыте

Показатель	Всхожесть		Длина корешка		Высота проростка		Масса растения	
Соединение, концентрация 10^{-7} %	%	% к контролю	см	% к контролю	см	% к контролю	г	% к контролю
Контроль	83,0±1,68	100,0	7,94±0,48	100,0	35,26±0,50	100,0	6,01±0,26	100,0
Мелонгазид	87,5±0,87	105,4	**8,80±0,48***	**110,9**	**37,10±0,58***	**105,2**	**7,86±0,31*****	**130,8**
Сомелонгазид	85,3±1,37	102,7	8,14±0,85	102,3	35,69±0,72	101,2	6,12±0,18	101,9
Никотианозид	81,8±0,85	98,5	8,01±0,11	100,9	**32,60±0,67****	**92,5**	**5,05±0,17****	**84,0**
Рустикозид	84,8±1,10	102,1	8,08±0,77	101,7	35,79±0,82	101,5	6,37±0,35	105,9
Гомобрассинолид	85,0±0,70	102,4	7,59±0,93	95,7	35,99±0,50	102,1	6,45±0,22	107,5
Эпикастастерон	84,0±1,83	101,2	7,99±0,77	100,7	35,45±0,52	100,5	6,08±0,26	101,2
Эпибрассинолид	86,8±1,60	104,5	7,63±0,73	96,2	35,20±0,46	99,8	6,06±0,23	100,9

* – достоверно при $P \leq 0,05$; ** – достоверно при $P \leq 0,01$; *** – достоверно при $P \leq 0,001$

Анализ массы собранного урожая показал, что урожайность в целом была выше, чем в среднем по республике, где, по данным ЦСУ, она не превышает 11,6 ц/га, но ниже, чем максимальная для данного сорта за годы испытания в БелНИИЗиК – 32,7 ц/га. Статистический анализ данных показал, что в концентрации 10^{-7}% наибольшее стимулирующее действие на этот показатель из стероидных гликозидов проявил мелонгазид, который достоверно повышал урожайность на 27,6 % по сравнению с контролем (таблица 2). Для варианта с обработкой сомелонгазидом было характерно увеличение урожайности на 10,9 %, а с никотианозидом, наоборот – понижение на 8,5 %, но

разница в результатах недостоверна в связи с разбросом данных по повторностям. Из брассиностероидов более высокую стимулирующую активность проявил не гомобрассинолид, как следовало бы ожидать из анализа роста растений, а эпибрассинолид (109,2 % по сравнению с контролем), но в обоих случаях разница была недостоверной. Вариант с обработкой эпикастастероном незначительно отличался от контроля в худшую сторону.

Масса 1000 семян изменялась в меньшей степени, чем урожайность и колебалась около 35 г, что является вполне удовлетворительным показателем (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние стероидных соединений на показатели продуктивности гречихи посевной в полевом опыте

Показатель	Урожайность		Масса 1000 семян	
Соединение, концентрация 10^{-7} %	ц/га	% к контролю	г	% к контролю
Контроль	20,93±1,39	100,0	35,03±0,34	100,0
Мелонгазид	**26,71±1,40***	**127,6**	**35,75±0,61***	**104,9**
Сомелонгазид	23,21±1,37	110,9	35,53±0,50	101,4
Никотианозид	19,15±1,02	91,5	**33,48±0,42***	**95,6**
Рустикозид	20,45±3,28	97,7	35,48±0,67	98,7
Гомобрассинолид	22,17±2,66	102,4	35,90±0,18	102,5
Эпикастастерон	20,18±1,63	96,4	35,63±0,51	101,7
Эпибрассинолид	22,86±1,29	109,2	**36,00±0,56***	**102,8**

* – достоверно при $P \leq 0,05$; ** – достоверно при $P \leq 0,01$; *** – достоверно при $P \leq 0,001$

Из стероидных гликозидов только мелонгазид, как и следовало ожидать из значения урожайности, достоверно повышал ее на 4,9%, а никотианозид также достоверно уменьшал на 4,4 %, несмотря на отсутствие достоверной разницы в урожайности в этом варианте. Из брассиностероидов положительно повлияли на этот показатель все три препарата, но только для эпибрассинолида различия были достоверными, хотя и для гомобрассинолида были получены близкие значения.

Таким образом, достоверную стимулирующую активность, с учетом всех изученных показателей, проявил только мелонгазид. Для никотианозида было характерно ингибирование процессов роста, что позже отрицательно сказалось и на продуктивности растений. При обработке гомобрасстнолидом проявилась тенденция к повышению массы растений и продуктивности, но большее положительное влияние на урожайность и массу 1000 семян оказал эпибрассинолид, несмотря на отсутствие выраженного воздействия на ростовые процессы.

В целом, в исследованных показателях была получена небольшая разница, что может объясняться благоприятными условиями для роста и разви-

тия гречихи в 2017 г. после позднего посева, так как, по данным других исследователей, стимулирующая активность стероидных соединений лучше проявляется в экстремальных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шерер, В. А. Применение регуляторов роста в виноградарстве и питомниководстве. / В. А Шерер, Р.Ш. Гадиев. – Кишинев : Урожай, 1991. – 112 с.

2. Малеванная, Н.Н. Биологически активные вещества как индукторы устойчивости растений. / Н.Н. Малеванная // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: Материалы IV Междунар. конф.; Минск, 26–28 октября 2005 г. – Минск, 2005. – С. 14–17.

3. Кинтя, П. К. Выделение, строение, биологическая активность стероидных глиокозидов: автореф. дис. … д-ра хим. наук. / П. К. Кинтя. – Одесса, 1984.

4. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / В. А. Хрипач, Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Минск : Наука и техника,1993. – 287 с.

5. Ковганко, Н. В. Стероиды: экологические функции / Н. В. Ковганко, А. А. Ахрем. – Минск : Навука і тэхніка, 1990. – 224 с.

6. Степура, И. С. Регуляторная активность стероидных гликозидов и брассиностероидов / И. С. Степура, В. И. Аристамбекова // Природа, человек и экология : сб. материалов II Межуниверсит. студ. научно-практич. конф.; Брест, 28 апреля 2011 г. / Брест. гос. ун-т имени А.С. Пушкина; под общ. ред. Л.Н. Усачевой. – Брест : БрГУ, 2011. – С. 9–11.

7. Себрукович, Ю. Г. Анализ влияния гомобрассинолида и мелонгозида на рост и развитие ячменя / Ю. Г. Себрукович // Устойчивое развитие: экологические проблемы : сб. материалов V регион. науч.-практ. конф., Брест, 21 нояб. 2013 г. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина ; редкол.: И. В. Абрамова [и др.]. – Брест : БрГУ, 2014. – С. 84–87.

8. Гречиха [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http:// selekcija.ru /grechixa-botanicheskoe-opisanie-i-biologicheskie-osobennosti.html. – Дата доступа: 15.04.2017.

9. Мелешкевич, М. М. Анализ влияния брассиностероидов на рост и развитие гречихи посевной в лабораторном эксперименте / М. М. Мелишкевич // Природа, человек и экология : сб. тез. докл. IV регион. науч.-практ. конф. молодых ученых, Брест, 20 апр. 2017 г. / Брест. гос.ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. С. Э. Карозы. – Брест : БрГУ, 2017. – С. 86.

УДК 581.143:577.175.1

Е.А. МИРОНЮК
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: И.Д. Лукьянчик, канд. с/х. наук, доцент

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ РАСТВОРОВ СТЕРОИДНЫХ ГЛИКОЗИДОВ В КОНЦЕНТРАЦИИ 10^{-6} % ПРИ ПРОРАСТАНИИ СЕМЯН ШПИНАТА В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Актуальность. К важнейшим свойствам стероидных гликозидов можно отнести наличие у них гормональной активности ауксинового и цитокининового типов, высокую избирательность действия и регуляторную способность, проявление антибиотической активности у обработанных ими органов. Познание основных свойств стероидных гликозидов и особенностей их физиолого-биохимического действия открывает широкие возможности для практического применения их во многих областях сельского хозяйства, селекции и науки. Рядом работ показано, что стероидные гликозиды обладают широким спектром биологической активности [1]. Информация о видоспецифичности реакций растений на обработку гликозидами делает актуальными исследования форм чувствительности к данным веществам разнообразных сельскохозяйственных культур, одной из которых является зеленная культура шпинат *Spinacia oleracea* L.

Цель работы – оценить биологическую активность растворов стероидных гликозидов в концентрации 10^{-6} % при прорастании семян шпината *Spinacia oleracea* L. сорта Жирнолистный в условиях низких температур.

Методика исследований. Исследования проводились в лабораторных условиях на базе кафедры зоологии и генетики БрГУ им. А.С. Пушкина. Объекты исследования – стероидные гликозиды мелангозид (МЗ), рустикозид (РЗ), никотианозид (НЗ). Тест-объект – шпинат сорта Жирнолистный. Материал исследования – растворы стероидных гликозидов в концентрации 10^{-6} %, семена (480 шт., вариант опыта – в двухкратной повторности). Предмет исследования – протекторная активность стероидных гликозидов. Обработка семян – замачивание на 2 часа. Контроль – дистиллированная вода. Далее семена переносились в чашки Петри. Условия проращивания – в термостате при t = +25 ± 0,2°С и в хладотермостате при t= +7±0,2°С.

Критерии оценки протекторной активности гликозидов: всхожесть семян, энергия прорастания, динамика роста зародышевых корешков, холодостойкость.

Результаты исследований. Режим проращивания +25°С был введен для оценки уровня холодостойкости семян. Однако показатели в этом температурном режиме были также проанализированы и показали, что (таблица 1) у семян, обработанных растворами МЗ и НЗ в концентрации 10^{-6} %, наблюдалось угнетение всхожести на 7,5%, энергии прорастания на 13,1 % и 9,4% соответственно. Раствор РЗ не влиял на всхожесть и энергию прорастания. СГ также приводили к угнетению динамики роста зародышевых корешков на 7–9-е сутки. Таким образом, при +25°С применение для стимулирования прорастания семян шпината растворов СГ в концентрации 10^{-6} % нецелесообразно.

Таблица 1 – Влияние растворов СГ (10^{-6} %) на всхожесть, энергию прорастания и длину зародышевых корешков семян шпината сорта Широколистный при температуре +25°С

Вариант опыта	Всхожесть	Энергия прорастания	Длина корешка, X±m
	%	%	см
Контроль	88,3 ± 0,51	88,3 ± 0,40	11,05 ± 0,51
МЗ	81,7 ± 0,43*	76,7 ± 0,37**	9,86 ± 0,43*
НЗ	81,7 ± 0,46*	80,0 ± 0,37**	10,69 ± 0,46**
РЗ	90 ± 0,40	85,0 ± 0,33	10,28 ± 0,40**

*– достоверность при p = 0,05; **– достоверность при p = 0,01

Прорастание семян при температуре +7°С после замачивания в опытных растворах НЗ и РЗ в концентрации 10^{-6} %, как показывают данные таблицы 2, значительно увеличивало всхожесть (на 46,7 % и 20,0 % соответственно) по сравнению с контролем, а также их холодостойкость. Энергия прорастания семян увеличивалась только при использовании раствора НЗ (на 27,1% по сравнению с контролем). Обработка МЗ не повлияла на всхожесть, однако значительно снизила энергию прорастания семян. Достоверных различий в длине зародышевых корешков в различных вариантах опыта не наблюдалось.

Таблица 2 – Влияние растворов СГ (10^{-6} %) на всхожесть, энергию прорастания и длину зародышевых корешков семян шпината сорта Широколистный при температуре +7°С

Вариант опыта	Всхожесть		Энергия прорастания		Длина корешка, X±m
	%	Холодостойкость%	%	Холодостойкость%	см
К	45,0 ± 0,03	51,13	18,33 ± 0,01	20,5	0,30 ± 0,03
МЗ	45,0 ± 0,03	54,80	6,67 ± 0,01*	8,6	0,30 ± 0,03
НЗ	91,7 ± 0,03*	111,80	23,3 ± 0,01**	29,1	0,45 ± 0,03
РЗ	65,0 ± 0,03**	72,20	13,3 ± 0,02	15,6	0,46 ± 0,03

* – достоверность при p = 0,05; ** – достоверность при p = 0,01

Выводы. 1. Растворы СГ в концентрации 10^{-6} % при оптимальной температуре роста (+25°С) оказывали угнетающее действие на прорастание семян шпината сорта Жирнолистный, что выразилось в снижении показателей всхожести, энергии прорастания и динамики роста зародышевых корешков.

2. При пониженном температурном режиме (+7°С) растворы НГ и РЗ в концентрации 10^{-6} % усиливали адаптацию прорастающих семян, увеличивая всхожесть и энергию прорастания шпината по сравнению с контролем. Данные растворы обладают протекторной активностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шуканов, В. П. Гормональная активность стероидных гликозидов растений / В. П. Шуканов [и др.] ; НАН Беларуси, Ин-т экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича. – Минск: Беларуская навука, 2012. – 244 с.

2. Шадрин, Д. Н. Распространение классификация, методы обнаружения и выделения сапонинов из растительного сырья и их биологическая активность / Д. Н. Щадрин // Вестн. Инстит. биол. Коми НЦ УрО РАН. – 2010. – №1(147) – С. 15 – 24

УДК 577.175.19

О.В. МИХНЮК
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: А.П Колбас, канд. биол. наук, доцент PhD (Франция)

ВЛИЯНИЕ БРАССИНОСТЕРОИДОВ НА ДИНАМИКУ РОСТА СОРГО ЗЕРНОВОГО В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Влияние стероидных соединений исследовано недостаточно, особенно если речь идет о комплексном анализе морфологических, физиологических и биохимических параметров. Анализ влияния стероидных соединений на показатели всхожести, роста и развития растений в лабораторном эксперименте необходим для выявления наиболее чувствительных сортов и подбора оптимальных доз препаратов для полевого эксперимента. Исследование действия новых стероидных препаратов на морфометрические параметры сорго зернового позволит лучше понять механизм их воздействия на живые организмы [1].

Для изучения влияния различных концентраций брассиностероидов на рост и развитие перспективных сортов сорго зернового (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) были использованы семена двух сортов: *Biomass* и *Sucro* (Франция), показавших значительную эффективность в предыдущих опытах по фиторемедиации маргинальных почв.

С учетом изученных литературных данных и предыдущих исследований на других культурах была предложена следующая схема опыта: семена (по 100 штук) предварительно замачивали в течение 5 часов в растворах эпибрассинолида (ЭБЛ), гомобрассинолида (ГБЛ) и эпикастастерона (ЭКС) с концентрациями 10^{-8}, 10^{-7}, 10^{-6}. В качестве контроля использовалась дистиллированная вода. Далее семена проращивали на дистиллированной воде в чашках Петри в термостате при 25º С. На четвертые сутки отмечали энергию прорастания семян, а на восьмые сутки – их всхожесть. Параллельно проводили учет длины корней и гипокотиля проростков [2].

Проведенные исследования показали, что наибольшее стимулирующее влияние на энергию прорастания и всхожесть семян сорго оказывал ЭБЛ в концентрации 10^{-6} (увеличение на 31% и 38 % соответственно). Обработка ЭБЛ и ГБЛ в повышенных концентрациях (10^{-6}) значительно усиливала рост как корней (36% и 42% соответственно) (рисунок 1), так и стеблей (31% и 63% соответственно). В остальных случаях достоверных различий выявлено не было. В целом данная партия семян характеризовалась довольно низкой контрольной всхожестью (20-30%) (рисунок 2). Поэтому целесообразно повторить эксперимент с семенами, имеющими более высокие показатели всхожести и сравнить полученные данные с результатами полевого эксперимента.

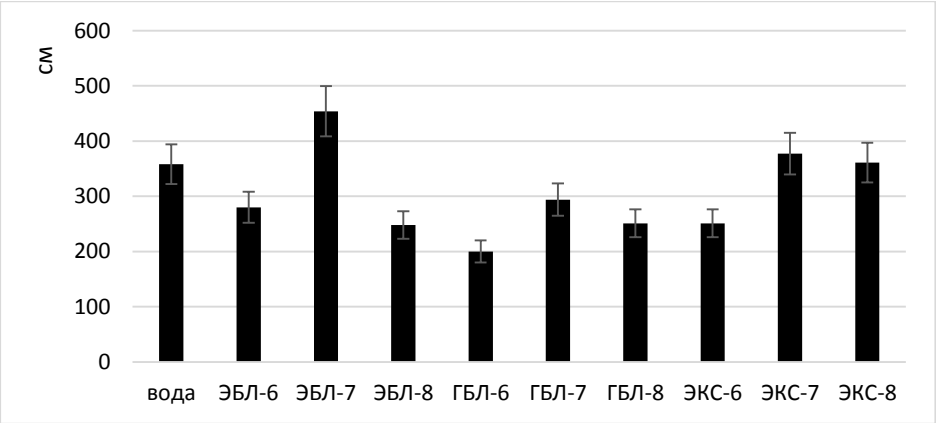


Рисунок 1 – Общая длина корней

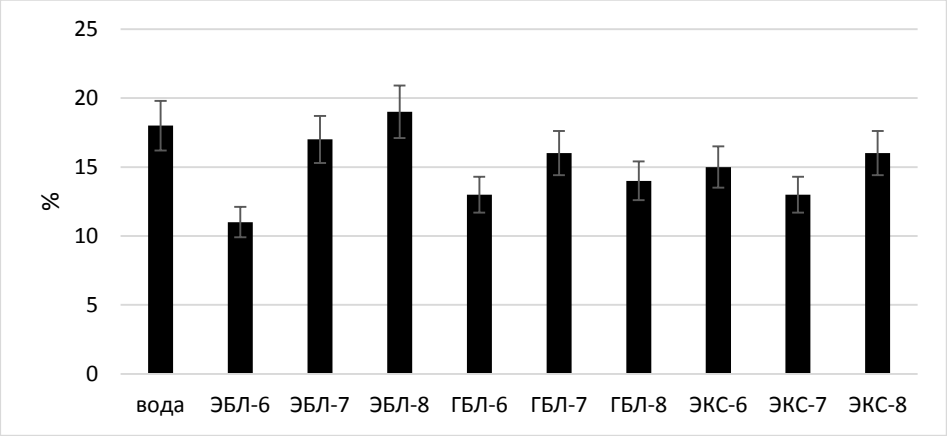


Рисунок 2 – Всхожесть

Эти результаты сравнивались с ранее полученными данными [2].

Дана характеристика сортоспецифичных реакций сорго зернового на применение трех видов брассиностероидов в лабораторных условиях, разработана методика их последующего применения в полевых условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / В. А. Хрипач, Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский, Институт биоорганической химии АН БССР. – Минск: Навука і тэхніка, 1993. – 287 с.

2. Михнюк, О. В. Определение динамики роста сорго зернового при действии брассиностероидов в лабораторных условиях / О. В. Михнюк // Биологическая осень 2017 : к Году науки в Беларуси : тез. докл. Междунар. науч. конф. молодых ученых, 9 ноября 2017 г, Минск, Беларусь / БГУ, Биологический фак., Совет молодых ученых ; редкол.: В. В. Лысак (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2017. – С. 195 – 197.

УДК 581.143:577.175.1

В.В. МОСИЙЧУК
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: И.Д. Лукьянчик, канд.с/х.наук, доцент

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ РАСТВОРОВ БРАССИНОСТЕРОИДОВ В КОНЦЕНТРАЦИИ 10^{-5} % В ОТНОШЕНИИ ПРОРАСТАЮЩИХ СЕМЯН ШПИНАТА СОРТА ЖИРНОЛИСТНЫЙ

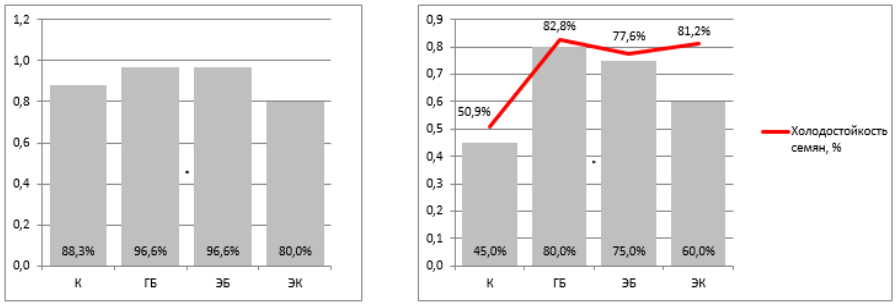
Актуальность исследований обусловлена тем, что зеленные культуры становятся все более популярными у населения Беларуси. Этот факт делает важным поиск эффективных регуляторов роста для данной группы растений. Регуляторы роста растений класса брассиностероидов способствуют гармоничному росту и развитию растений на всех стадиях онтогенеза, тем самым повышая их устойчивость к стрессовым условиям произрастания, к вредителям и болезням, в связи с чем увеличивается качество продукции и урожайность [1, 2]. Использование таких биологически активных веществ имеет важное практическое, экологическое и экономическое значение.

Цель работы: изучить влияние растворов брассиностероидов в концентрации 10-5 % на прорастание семян шпината огородного *Spinacia oleracea* L. в условиях низких температур.

Материалы и методы. Исследования проводились в лабораторных условиях на базе кафедры зоологии и генетики БрГУ им. А.С. Пушкина. Материал исследования – семена шпината сорта Жирнолистный. Выборка – 30 семян в двух повторностях (выборка 60 штук). Опытные растворы: гомобрассинолид (ГБ), эпикастастерон (ЭК), эпибрассинолид (ЭБ) с концентрацией 10^{-5} %. Контроль – дистиллированная вода. Условия прорастания: в чашках Петри при двух температурных режимах (термостат (t =+25±0,2°C) и хладотермостат (при t = +7 ± 0,2° C)). Экспозиция семян в растворах – 2 часа. Морфобиологические показатели прорастания семян: всхожесть семян, их холодостойкость и динамика роста зародышевых корешков. Статистическая обработка – по Рокицкому [3].

Результаты исследований. В ходе проведенного исследования получены результаты, представленные в графическом виде. Как видно из диаграммы А рисунка 1, при t = +23 ± 0,2 °C замачивание семян шпината в растворах ГБ и ЭБ сопровождалось достоверным увеличением всхожести на 8,30% по сравнению с контролем. Предпосевная обработка семян раствором ЭК привела к угнетению показателя на 8,30%.

Обработка растворами ЭК, ГБ и ЭБ семян, которые затем прорастали при t = +7 ± 0,2 °С, увеличила их всхожесть на 35%, 30% и 15% соответственно. Также наблюдалось достоверное увеличение холодостойкости (рисунок 1, диаграмма 2).



А **Б**

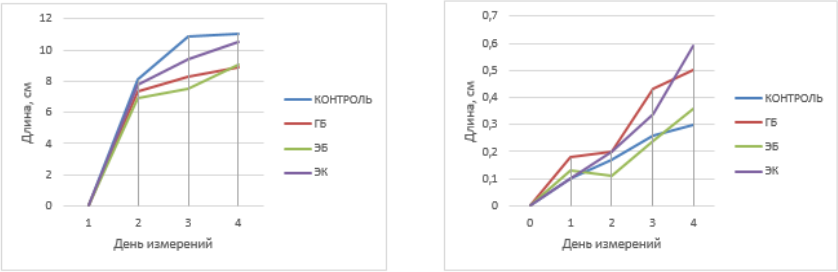
Рисунок 1 - Влияние растворов брассиностероидов на всхожесть семян шпината сорта Жирнолистный:
А – при t = 23 ± 0,2 °С; Б – при t = 23 ± 0,2 °С

В таблице 1 представлены результаты оценки воздействия БС на энергию прорастания семян. При анализе данной таблицы было выявлено, что раствор ГБ не влияет на энергию прорастания семян по сравнению с контролем, а растворы ЭБ и ЭК в оптимальном температурном режиме угнетают показатель на 6,64% и 18,30% соответственно. Обратная картина наблюдается после предпосевной обработке семян в низкотемпературном режиме, где показатель достоверно увеличивается. При обработке семян растворами ГБ, ЭБ и ЭК, энергия прорастания повышается на 35,00%, 35,00% и 33,33% соответственно.

На рисунке 2 показаны графики, отражающие динамику роста зародышевых корешков шпината. При t = +23 ± 0,2 °С выявлена тенденция к угнетению данного процесса по сравнению с контролем, однако в условиях низких температур растворы ГБ и ЭК достоверно увеличивали длину корешка по сравнению с контролем, что отображено на графике.

Таблица 1 – Влияние растворов брассиностероидов (10^{-5} %) на энергию прорастания семян шпината сорта Жирнолистный при t = +23 ± 0,2 °С и при t = +7 ± 0,2 °С

Вещество	Энергия прорастания при t = 23 ± 0,2 °С	Энергия прорастания при t = 7 ± 0,2 °С
	%	%
Контроль	88,30	23,33
ГБ	88,30	58,33
ЭБ	81,66	58,33
ЭК	70,00	56,66



А **Б**

Рисунок 2 – Влияние растворов брассиностероидов на динамику прорастания зародышевых корешков шпината сорта Жирнолистный:
А – при t = 23 ± 0,2 °С; Б – при t = 23 ± 0,2 °С

Выводы. Предпосевная обработка семян шпината огородного сорта Жирнолистный растворами трех видов брассиностероидов (ЭБ, ГБ, ЭК) в концентрации 10^{-5} % значительно повысила их холодостойкость при проращивании в низкотемпературных условиях. Это проявилось в увеличении лабораторной всхожести на 60-80 %, а также в усилении интенсивности роста зародышевых корешков. Также наблюдается достоверное увеличение энергии прорастания при низкотемпературном режиме на 33-35%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жабинский, В. Н. Синтез, свойства и практическое использование брассиностероидов и родственных соединений : автореф. дис. ... д-ра. хим. наук : 02.00.03 / В. Н. Жабинский ; Белор. госуд. ун-т. – Мн., 2000. – 46 с.

2. Хрипач, В. А. Перспективы практического применения брассиностероидов – нового класса фитогормонов / В. А. Хрипач [и др.] // С.-х. биология. – 1995. – №1. – С. 3.

3. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Мн. : Вышейш. школа, 1973. – 320 с.

УДК 577.13:582.892

В.А. ПАВЛОВИЧ
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: Н.Ю. Колбас, канд. биол. наук, доцент

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ЖЕНЬШЕНЯ (*PANAX* L.)

Биологически активные вещества (БАВ), которые содержатся в растениях, обуславливают терапевтическую эффективность лекарственных препаратов, созданных из веществ растительного происхождения. Основные биологически активные вещества лекарственных растений – это алкалоиды, гликозиды, полисахариды, эфирные масла, органические кислоты, антибиотики, кумарины, хиноны, флавоноиды и дубильные вещества.

Женьшень (*Panax* L.), «Корень жизни» – многолетнее травянистое растение, род семейства Аралиевые (Araliaceae). Включает 12 видов, произрастающих в Азии и Северной Америке [1]. Начало выращивания женьшеня на территории Беларуси относится к началу XX века, когда в Минском уезде корень с успехом выращивал ветврач В.И.Шавельский. В настоящее время плантационное выращивание женьшеня проводят в ОАО «Новая Друть» (Белыничский район, Могилёвская область) [2], отдельные экземпляры имеются в коллекциях ботанических садов, таких как ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» и отдел «Агробиология» Центра экологии БрГУ имени А.С. Пушкина.

Уникальные свойства женьшеня используются в традиционной восточной медицине более 4000 лет. Женьшень известен как панацея почти от всех недугов. Традиционная китайская медицина, а также современный опыт показывает, что женьшень обладает адаптогенным, иммуномодулирующим, антистрессовым действием, укрепляет память, активизирует мыслительные процессы, оказывает помощь в лечении СПИДа и туберкулеза, снижает уровень холестерина (который является причиной развития атеросклероза и гипертонии), ускоряет заживление ран (в виде мази), помогает контролировать диабет, уменьшает повреждения клеток, вызванных вредным ультрафиолетом и радиацией, защищает печень от побочных эффектов лекарств, алкоголя и токсинов, действует как антиоксидант, предотвращает накопление поврежденных клеток в организме, играет важную роль в борьбе с раком, увеличивает всасывание в кишечнике питательных веществ, уменьшает боль в мышцах, улучшает общий обмен веществ, повышает работоспособность, регулирует кровяное давление [3].

Женьшень обязан своим оздоровительными свойствами содержанием около 200 БАВ. Как известно, традиционным лекарственным сырьем женьшеня является его корень. Но в тоже время ученые доказали, что в надземных частях растения содержится не меньше гликозидов, чем в его корне. Помимо корня женьшеня, применяют его листья и стебли, а также цветки и семена. Корень у женьшеня стержневой, веретенообразный, ветвящийся, длина корня до 25 см, толщина 0,7–2,5 см, с 2–5 крупными разветвлениями (реже без них), продольно- или спирально-морщинистые, хрупкие, излом ровный. Форма корня – почти цилиндрическая, утолщенная, особенно вверху с ясно выраженными кольцевыми утолщениями. Цвет корней с поверхности и на разрезе желтовато-белый, на свежем изломе белый. Пальчато-сложные длинночерешковые листья женьшеня сходятся в мутовку на вершине стебля, высота которого 30–70 см. Небольшие бледно-зелёные цветки, отдалённо напоминающие звёздочки, собраны в зонтик на цветочной стрелке, начинающейся в центре листовой мутовки. Плод женьшеня – ярко-красная костянка с 2 плоскими семенами [1].

Проведя многочисленные опыты, медики доказали, что настойка из листьев женьшеня оказывает сходное с настойкой корня фармакологическое действие. Ее вполне можно применять при лечении сахарного диабета I и II типа, осложняющих диабет некрозов и трофических язв, нейропсихических заболеваний, гипотрофии, синдрома хронической усталости, а также для восстановления организма после перенесенного стресса [3].

Основными действующими веществами женьшеня являются тритерпеновые гликозиды (гинзенозиды), гликозиднной составляющей которых могут быть остатки глюкозы, арабинозы, рамнозы. Агликоны – генины, представлены тремя соединениями – протопанаксадиолом, протопанаксатриолом и олеаноловой кислотой (рисунок), обладают широким спектром медико-биологического действия. Именно по структуре агликона гинзенозиды делят на 3 группы [4].

Дубильные вещества (таниды) – это высокомолекулярные полифенолы. Таниды растворимы в воде и спирте, они осаждают слизи, белки, клеевые вещества, алкалоиды. С белками они образуют нерастворимые в воде альбумины, на чем основано их применение в медицине (бактерицидное, противовоспалительное действие). В корне также присутствуют смолы, макро-, микроэлементы (кальций, медь, фосфор, натрий, сера, молибден) и витамины (А, С, B_1 и B_2). К биологически активным веществам женьшеня относят сапонины – сложные безазотистые органические соединения из гликозидов растительного происхождения с поверхностно-активными свойствами. Растворы сапонинов при взбалтывании образуют густую стойкую пену. Было доказано, что с возрастом его количество значительно увеличивается. Корни женьшеня в возрасте 6–7 лет содержали

27,2% сапонинов, то в девяти – десятилетнем возрасте их количество возрастало до 34,92%, т. е. за три-четыре года жизни содержание сапонинов увеличивалось на 1/4 часть.

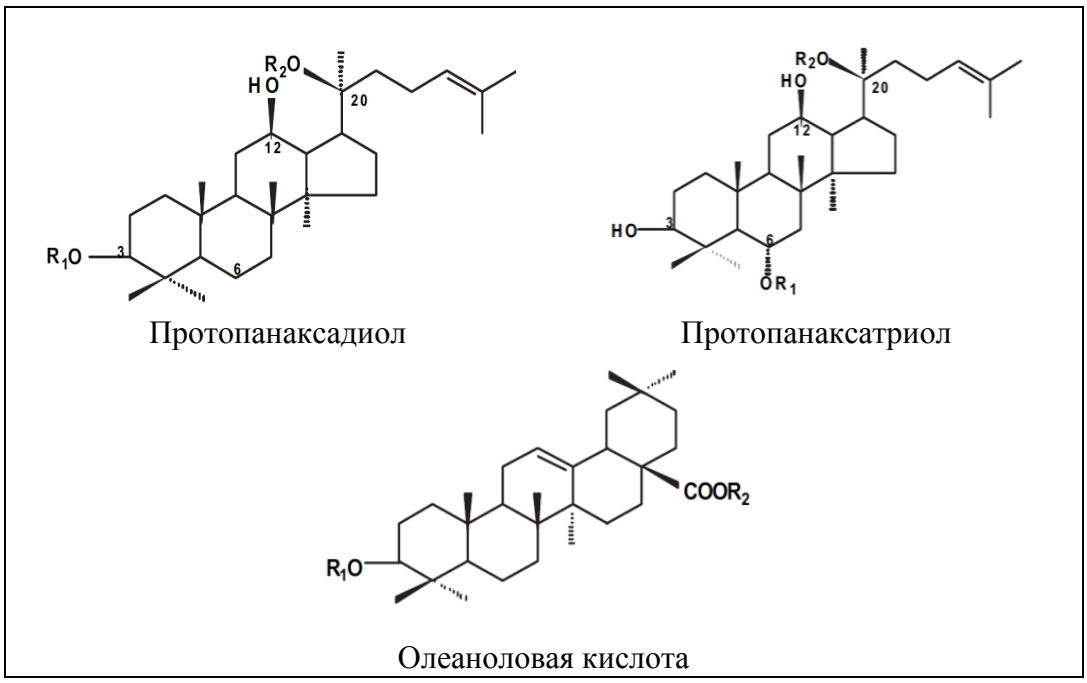


Рисунок – Структурные формулы агликонов и гликозидов женьшеня

В последнее время ученые сосредоточили свое внимание на входящих в состав женьшеня пептидах, к группе которых относятся низкомолекулярные соединения, обладающие высокой биологической активностью. Также изучению сейчас подвергаются и другие группы биологически активных веществ, входящих в состав корня женьшеня, – полисахаридов и эфирных масел. Так же недавно было обнаружено присутствие металлического германия, который в сочетании с витамином Е благотворно влияет на состояние здоровья человека [3].

Существует большое количество препаратов на основе женьшеня: Настойка женьшеня, гербион Женьшень, Фарматон витал, Геримакс Энерджи, Геримакс, Доппельгерц Женьшень, Теравит Антистресс, Теравит Тоник, Мульти-табс Актив, Витрум Перфоменс, Терра-плант Женьшень и др.

Как правило, при лечении препаратами женьшеня, принимаемыми в терапевтических дозах, побочных эффектов не возникает, однако в некоторых случаях у больного могут наблюдаться головная боль, тошнота, рвота, повышение артериального давления. При подобных симптомах необходимо обратиться к лечащему врачу.

Так как качественный и количественный состав БАВ лекарственных растений во многом предопределен климатическими условиями выращи-

вания, считаем перспективным изучить биохимический состав женьшеня в условиях города Бреста, с целью дальнейшей разработки биологически активных добавок на его основе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Frodin, D. G. World Checklist and Bibliography of Araliaceae / D. G. Frodin, R. Govaerts. – Royal Botanic Gardens, 2003. – 456 p.
2. Корень жизни [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.sb.by/articles/koren-zhizni.html. - Дата доступа: 28.11.2017.
3. Attele, A. S. Ginseng pharmacology / A. S. Attele, J. A. Wu, C.-S. Yuan // Biochem. Pharm. – 1999. – Vol. 58. – P. 1685–1693.
4. Попов, А. М. Механизмы биологической активности гликозидов женьшеня: сравнение с гликозидами голотурий / А. М. Попов // Вестник ДВО РАН. – 2006. – № 6. – С. 92–104.

УДК 547.993:595.44+616.5–002.954

Д.С. ПЕТРОЧУК
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: Н.А. Чеботарёва, старший преподаватель

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ЯДА ПАУКОВ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ АРАХНОИДИЗМ

Яд большинства пауков безвреден для человека, и только укус некоторых тропических видов вызывает заболевания, а иногда бывает смертельным. Опасно ядовитые виды встречаются в различных семействах пауков.

Арахноидизм – это поражения, которые вызывают пауки у человека и животных. В связи с последствиями отравления, вызываемыми ядом пауков – это проблема для медицины и ветеринарии. Состав яда пауков изучен недостаточно [1, с. 88].

По характеру вызываемого отравления ядовитых пауков делят на две группы: укус *одних* вызывает местные реакции, яд *других* оказывает нейротоксическое действие на весь организм. К числу пауков первой группы относятся представители рода Loxosceles. Пауки второй группы относятся к родам Latrodectus, Ctenus, Dendryphantes и другим.

В яде цейлонских и восточноафриканских пауков-птицеядов найдены алгогенные факторы – гистамин и серотонин, также из яда выделено токсическое вещество с высокой молекулярной массой. Оно состоит из

77 аминокислотных остатков, в том числе 8 – цистеина, 8 – гистидина, 5 – лизина, 1 остатка триптофана. В токсине отсутствуют пролин, валин и метионин. Содержание токсина в яде не превышает 1,3%. Отравление ядом этих пауков-птицеядов вызывает резкую боль, которая распространяется по всему телу, непроизвольные сокращения скелетных мышц, паралич конечностей и угнетение дыхания. Обитающие в Танзании пауки-птицеяды Pterinochilus sp. обладают нейротоксическим ядом. Из яда выделен токсический компонент, который содержит более 70 аминокислотных остатков. Яд вызывают у млекопитающих сильную местную боль, беспокойство, повышенную чувствительность к внешним раздражителям. У отравленных животных развивается диарея, судороги, нарушение дыхания и дыхательная недостаточность. Яд этих пауков токсичен и для беспозвоночных.

Яд австралийских пауков-птицеядов содержит токсический полипептид атраксин, спермин и гиалуронидазу. Симптомы отравления этим ядом – это местная боль, слюнотечение и слезотечение, мышечные подрагивания, тахикардия и др. [1, с. 90–93].

К аранеоморфным паукам относится большое количество видов, среди которых есть много опасно ядовитых. Наиболее известны представители рода Loxosceles. В их яде обнаружены гиалуронидаза, протеаза, липаза, алиэстераза, арилэстераза, фермент фосфолипаза D (сфингомиелиназа D), некротический токсин, кроме этого – высоко- и низкомолекулярные компоненты. Ферменты, входящие в состав яда, играют важную роль в его токсическом действии. Яд вызывает некротический арахноидизм, внутрисосудистое свертывание крови, почечную недостаточность, ишемический некроз.

В семействе пауков-тенетников наиболее важен род Latrodectus (каракурт или «черная вдова»). Пауки этого рода похожи друг на друга морфологически и обладают высокой патогенностью для млекопитающих. Основой яда каракуртов является белок латротоксин, белковый нейротоксин. Яд вызывает сильные мышечные боли, затемнение сознания, потоотделение, повышение артериального давления, слюнотечение и др.

Среди пауков семейства Кругопряды наиболее изучены крестовик обыкновенный, виноградный паук, пауки рода Nephila и некоторые другие.

Яд крестовика смертельно опасен для беспозвоночных животных, у позвоночных животных после укуса появляются местная воспалительная реакция, затруднение дыхания. У человека яд крестовика вызывает местную боль, жжение, иногда развиваются некрозы тканей.

Среди пауков семейства Lycosidae (пауки-волки) наиболее известны тарантулы, яд которых вызывает заболевание тарантизм. Из яда тарантула выделен токсин, состоящий из 104 аминокислотных остатков и содержащий 5 дисульфидных связей. Отравление ядом тарантула вызывает местную боль, отек, может развиваться некроз тканей [1, с. 98–101].

Среди пауков семейства Clubionidae – мешочники также есть опасно ядовитые для человека виды. Яд пауков имеет белковую природу, вызывает острую боль в месте укуса, отек, головную боль, снижение аппетита, лихорадку.

В семействе Eresidae наиболее опасен крупный паук Eresus niger. Яд вызывает резкую местную боль, которая сменяется онемением, затруднением в движениях и болью при надавливании укушенного места.

Бразильские «странствующие» пауки рода Phoneutria из семейства Ctenidae смертельно опасны для детей. Основу яда составляют пептидные нейротоксины, которые вызывают головокружение, затруднение дыхания, тошноту, снижение давления с угрозой для жизни [1, с. 102].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Орлов, Б. Н. Зоотоксинология (ядовитые животные и их яды) : учеб. пособие для студентов вузов по спец. «Биология» / Б. Н. Орлов, Д. Б. Гелашвили. – М. : Высш. шк., 1985. – С. 88–102.

УДК 759.873.088.5:661.185

М.С. РАТНИКОВА
Минск, БГУ
Научный руководитель: М.И. Чернявская, канд. биол. наук, старший преподаватель

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИНТЕЗА БИОСУРФАКТАНТОВ БАКТЕРИЯМИ *RHODOCOCCUS ERYTHROPOLIS*

Биосурфактанты – поверхностно-активные вещества биологического происхождения, в частности, бактериального, способные к снижению поверхностного натяжения жидкости и эмульгированию гидрофобных субстратов [1, 2]. Био-ПАВ обладают рядом таких полезных свойств, как низкая токсичность, высокая биоразлагаемость и способность действовать в низких концентрациях, что позволяет рассматривать данные соединения в качестве перспективного варианта замены сурфактантов, синтезируемых химическим путем [3]. Биосурфактанты находят все более широкое применение в нефтяной, горнодобывающей, фармацевтической, пищевой отраслях промышленности, а также для биоремедиации загрязненных

нефтью и углеводородами территорий. Перспективно использование био-ПАВ в медицинской практике и при очистке сточных вод [4, 5].

Целью данной работы являлось изучение влияния различных условий культивирования на эффективность синтеза биосурфактантов представителями бактерий *Rhodococcus erythropolis*.

В качестве объектов исследования выступали 4 штамма бактерий *R. erythropolis*: A2-h2, A29-k1, A20-19 и A52-5, выделенные из образцов антарктического грунта.

Культивирование бактерий осуществляли в течение 168 ч с аэрацией в жидкой минеральной среде Мюнца [6] при 28˚С. В качестве источника углерода и энергии использовали гексадекан в концентрации 2 % или 3 % по объему, в качестве источника азота – $NaNO_3$ или KNO_3. В одном из вариантов эксперимента выращивание бактерий осуществляли с внесением в начале процесса культивирования 10 % цитрата натрия до конечной концентрации 0,1 %. Посевной материал, выращенный на плотной полноценной среде (пептонно-дрожжевой агар), вносили в концентрации 5 % (масса/объем). Способность к синтезу ПАВ оценивали при помощи OS-теста [7]. Поверхностное натяжение супернатантов (σ) измеряли согласно методу дю Нуи с использованием торсионных весов. Индекс эмульгирования определяли через 24 ч (E_{24}) и рассчитывали как процентное отношение объема слоя плотной эмульсии к общему объему жидкости в пробирке.

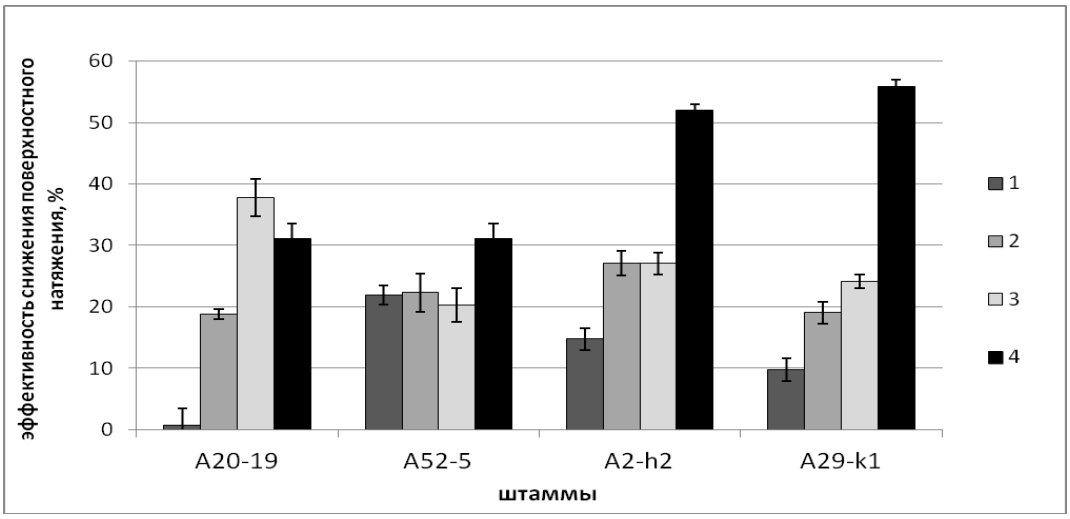
Было установлено, что при культивировании на всех исследованных средах бактерии *R. erythropolis* A2-h2, A29-k1, A20-19 и A52-5 способны продуцировать поверхностно-активные вещества. Об этом свидетельствует формирование зон просветления на нефтяной пленке при проведении OS-теста. Диаметр зон просветления варьировал в различных пределах в зависимости от среды культивирования. При нанесении на нефтяную пленку культуральной жидкости бактерий *R. erythropolis* A29-k1 диаметр зон просветления составлял от 9,5 до 21,7 мм; *R. erythropolis* A20-19 – 7,4-18 мм; *R. erythropolis* A2-h2 – 5,8-10,7 мм; *R. erythropolis* A52-5 – 5,3-9,5 мм.

Нефтеотмывающая активность культуральных жидкостей оказалась больше, чем у супернатантов, полученных после отделения клеток, что свидетельствует о том, что биосурфактанты, продуцируемые исследуемыми бактериями, являются преимущественно клеточносвязанными. Диаметр зон просветления, формируемых при нанесении супернатантов бактерий *R. erythropolis* A29-k1 составлял 5,1-12,7 мм; *R. erythropolis* A20-19 – 2,8-7,7 мм; *R. erythropolis* A2-h2 – 5,9-7,8 мм; *R. erythropolis* A52-5 – 6,2-8,4 мм.

Измерение поверхностного натяжения (σ) свободных от клеток культуральных жидкостей бактерий позволило выявить, что самыми эффектив-

ными продуцентами био-ПАВ являются штаммы *R. erythropolis* A29-k1 и A2-h2, которые снижали поверхностное натяжение жидкости при росте на среде с нитратом натрия до 35,1 и 38,2 мН/м, соответственно.

Большинство штаммов (за исключением *R. erythropolis* A20-19) наиболее эффективно снижали поверхностное натяжение (на 31-56 %) при культивировании на среде с нитратом натрия в качестве источника азота и 2 % гексадеканом в качестве источника углерода (рисунок 1). Поверхностная активность супернатанта бактерий *R. erythropolis* A20-19 повышалась (до 38 %) при увеличении концентрации гексадекана до 3 %. Добавление в среду цитрата натрия (0,1 %) приводило к снижению поверхностно активных свойств всех штаммов (эффективность снижения поверхностного натяжения составляла 19-27 %) (рисунок 1).



$\sigma_{среды\ с\ NaNO3}$= 79,6±9,23 мН/м, $\sigma_{среды\ с\ KNO3}$= 78,0±1,91 мН/м

Рисунок 1 – Эффективность снижения поверхностного натяжения в супернатантах бактерий *R. erythropolis* при росте на среде с нитратом калия, гексадеканом 2 % (1); нитратом натрия, цитратом натрия 0,1 %, гексадеканом 2 % (2); нитратом натрия и гексадеканом 3 % (3); с нитратом натрия гексадеканом 2 % (4)

Существенное влияние как на способность синтезировать биосурфактанты, так и на свойства самих био-ПАВ оказывает используемый источник азота. Было установлено, что замена нитрата натрия на нитрат калия приводит к снижению поверхностной активности супернатантов до 1-22 % (рисунок 1). Такой эффект может быть связан с ингибирующим воздействием катионов калия на алкангидроксилазу [8], которая принимает непосредственное участие в утилизации углеводородов (в данном случае гексадекана) и синтезе ПАВ у бактерий рода *Rhodococcus* [9].

Слабая способность к эмульгированию подсолнечного масла была установлена только у штаммов *R. erythropolis* A20-19 и A52-5 при росте на среде с нитратом калия, при этом индекс эмульгирования E_{24} составлял всего 10 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Microbial biosurfactants production, applications and future potential / I.M. Banat [et al.] // Applied Microbiology and Biotechnology. – 2010. – Vol. 87, № 2. – P. 427–444.

2. Rosenberg, E. High- and low-molecular-mass microbial surfactants / E. Rosenberg, E.Z. Ron // Applied Microbiology and Biotechnology. – 1999. – Vol. 52, № 2. – P. 154–162.

3. Biosurfactants: Classification, Properties and Environmental Applications / L. Sarubbo [et al.] // Biotechnology. – 2014. – Vol. 11. – P. 1104–1132.

4. Kuyukina, M.S. Application of *Rhodococcus* in Bioremediation of Contaminated Environments / M.S. Kuyukina, I.B. Ivshina // Microbiology Monographs / ed.: A. Steinbuchel. – London, NY: Springer-Verlag, Dordrecht, 2010. – Vol. 16. – P. 231–262.

5. Ashis, K. Microbial surfactants and their potential applications: an overview / K. Mukherjee Ashis, Das Kishore // Biosurfactants / ed.: R. Sen. - Springer Science & Business Media, 2010. – p. 54–64.

6. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Ред. Д.Г. Звягинцев. М.: Изд-во МГУ, 1991. – 303 с.

7. Production of biosurfactants by *Arthrobacter* sp. N3, a hydrocarbon degrading bacterium / V. Čipinytė [et al.] // Environ. Technol. Res. - 2011. – Vol. 1. - P. 68-75.

8. Пирог, Т.П. Интенсификация синтеза поверхностно-активных веществ при культивировании *Rhodococcus etrythropolis* ЭК-1 на гексадекане / Т.П. Пирог, Т.А. Шевчук, Ю.А. Клименко // Прикладная биохимия и микробиология. – 2010. – Т. 46, № 6. – С. 651–658.

9. Analysis of genes for succinoyl trehalose lipid production and increasing production in *Rhodococcus* sp. strain SD-74 / T. Inaba [et al.] // Applied and Environmental Microbiology. – 2013. – Vol. 79, № 22. – P. 7082–7090.

УДК 631.811.982

Ф.И. РЫЖУК
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: И.Д. Лукьянчик., канд. с/х. наук, доцент

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЯДА РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ НАКОПЛЕНИЯ НИТРАТОВ В РУККОЛЕ ПОСЕВНОЙ

Актуальность**.** Условия существования растений в искусственных биоценозах сложны и переменчивы. Агроценозы более других систем подвержены малокомпенсируемому влиянию факторов окружающей среды, что хорошо иллюстрирует такой показатель как содержание нитратов в растениях, высокие значения которого делают продукцию сельского хозяйства непригодной для употребления и в результате наносят ущерб сельскому хозяйству.

Нитраты входят в состав всех участвующих в круговороте веществ объектов; они находятся в растениях, почве, природных водах. В агроценозах их основным источником, помимо всех прочих, являются азотсодержащие минеральные удобрения. Избыточное содержание их в растительном организме делает его непригодным для применения в пищевых целях [1].

Механизмы биопротекторного действия брассиностероидов в отношении метаболизма нитратов в настоящее время малоисследованы. Имеются свидетельства о индуцировании брассиностероидами синтеза нитратредуктазы и, следовательно, более лучшего протекания процессов нитратредукции в растительных организмах [2].

Данная работа посвящена зеленной культуре рукколе посевной, которая завоевывает все большую популярность в Республике Беларусь, как в тепличных хозяйствах, так и на частных подворьях. Исследование способов снижения накопления нитратов в данной культуре с использованием химических препаратов, в том числе брассиностероидов, является актуальными.

Цель работы – исследовать эффективность применения ряда регуляторов роста растений в качестве нитратопротекторов по отношению к рукколе посевной (*Eruca sativa* Mill.).

Методика исследований. Полевой эксперимент проводился в 2017 году на базе ГУО «Леликовская средняя школа им. В. Шепетюка». Анализ уровня накоплений нитратов осуществлялся в лаборатории биохимии ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси» (г. Брест).

Объектами исследования выступала руккола посевная (*Eruca sativa* Mill.). Регуляторами уровня накопления нитратов служили брассиностеро-

иды (гомобрассинолид, эпикастастерон, эпибрассинолид) и препараты с нитратопротекторной активностью торговых марок Циркон и Энерген (стандарты).

Стероидные соединения любезно предоставлены лабораторией химии стероидов ГНУ «Институт биоорганической химии Национальной академии наук Беларуси» (г. Минск) в рамках НИР кафедры зоологии и генетики по заданию ГПНИ на 2016–2020 годы «Химические технологии и материалы», подпрограмма «Биорегуляторы растений». Материал исследования – семена (по 30 штук в двух повторностях), вегетативная часть растений, полученных из семян, а также растворы брассиностероидов (концентрация 10^{-7} %), Циркона (10^{-4} %), Энергена (10^{-4} %).

Воздействие осуществлялось в опрыскивании вегетативных частей водными растворами исследуемых соединений и коммерческих препаратов) на стадии, когда растения достигали высота 2 см. Нитраты вносились в форме четырехкратного полива растений рукколы посевной с периодичностью раз в неделю раствором карбамида (мочевины) в концентрации, в 2 раза превышающей норму (2 г/л). Оценивался уровень накопление нитратов в вегетативной массе растений рукколы посевной в соответствии с ГОСТом 13496.19-93 (стандартно допустимая норма накопления нитратов для зеленных культур – 1500 мг/кг).

Результаты исследований. Руккола посевная оказалась зеленной культурой с максимально высоким уровнем накопления нитратов, что было установлено при сравнении данных по уровню нитратов в контрольных вариантах после внесения мочевины для рукколы и салата Королева лета (соответственно 4012 мг/кг и 614 мг/кг).

На гистограмме рисунка 1 представлены данные по влиянию обработок растворами регуляторов роста на уровень накопления нитратов в вегетативной массе рукколы. Как видно из данных, внесение в почву двукратно превышающей дозы мочевины превысило уровень содержания нитратов в листьях в контроле в 2,7 раза по отношению к верхней границе стандартно допустимой нормы для зеленных культур.

Обработка растений низкоконцентрированными растворами регуляторов роста, как показывает рисунок 1, приводила к достоверно значимому снижению уровня накопления нитратов. При этом нитратопротекторная активность данных растворов была различной. Как показал сравнительный анализ, наиболее эффективными оказались растворы гомобрассинолида и эпикастостерона. Все исследуемые регуляторы роста растений по нитратопротекторной активности их растворов в отношении рукколы посевной можно расположить в виде следующего ряда: гомобрассинолид > эпикастастерон > ГОСТ > эпибрассинолид > Циркон > Энерген > контроль.

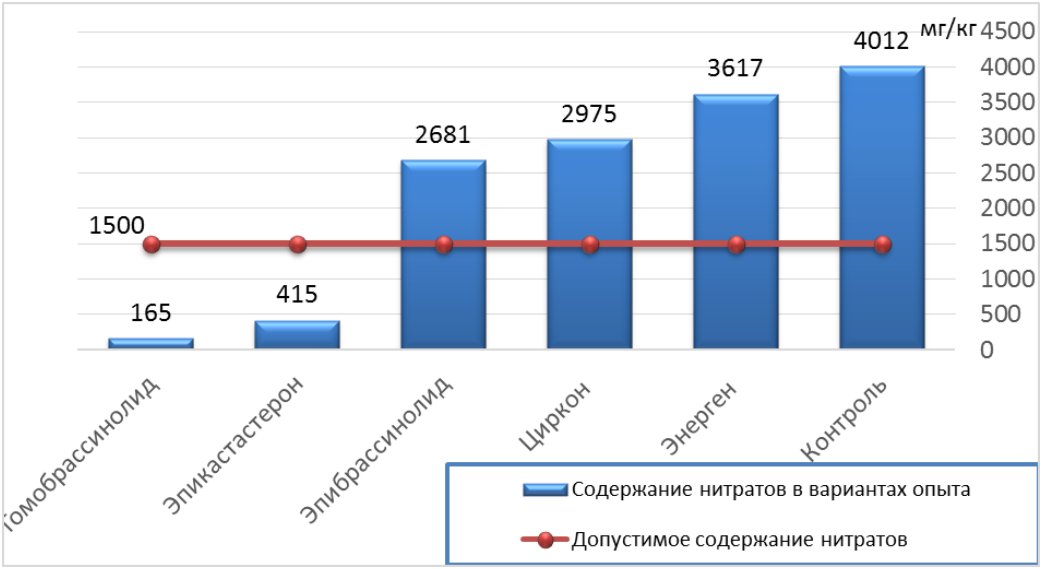


Рисунок 1 – Влияние регуляторов роста растений на уровень накопления нитратов в вегетативной массе рукколы посевной

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рыбакова, В.А. Определение нитратов в овощах / В.А. Рыбакова. – Вестник НГИЭИ. – Княгинино, 2013. – С. 55–60

2. Хрипач, В.А. Перспективы практического применения брассиностероидов – нового класса фитогормонов / В.А. Хрипач [и др.] // С.-х. биология. – 1995. – №1. – С. 3.

УДК 631.811.982

Ф.И. РЫЖУК
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: И.Д. Лукьянчик, канд. с/х. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ БРАССИНОСТЕРОИДОВ В КОНЦЕНТРАЦИИ 10^{-7}% НА ТЕМПЕРАТУРНУЮ АДАПТАЦИЮ ПРОРАСТАЮЩИХ СЕМЯН САЛАТА СОРТА КОРОЛЕВА ЛЕТА

Актуальность. Одной из фундаментальных проблем биологии является исследование молекулярных и физиологических механизмов резистентности растений к повреждающему воздействию абиотических факторов. Снижение плодородия почв, отсутствие в них необходимых растениям элементов питания и попытка восполнения их различными видами удобре-

ний последовательно приводит к уменьшению продуктивности агро- и биоценозов и снижению биоразнообразия.

Еще одной проблемой сельского хозяйства являются нестабильные климатические условия. Итогом обозначенных проблем являются значительные экономические потери.

Земледелие в условиях нестабильного климата (особенно при условиях весенней амплитуды температур) – важная сельскохозяйственная и биологическая проблема. Решение данной проблемы предполагает изучение механизмов адаптации растений к низкотемпературному стрессу и разработку технологий повышения резистентности растений к ним.

Роль биопротекторов в повышении устойчивости растений к означенным стрессорам играют факторы гормональной природы и, прежде всего, брассиностероиды. Брассиностероиды и их аналоги имеют важное свойство, интересующее и ученых и производство: в малых концентрациях они стимулируют рост и развитие ряда сельскохозяйственных растений является основанием для их практического применения в растениеводстве [1]. Брассиностероиды являются биопротекторами растений по отношению к стрессорным воздействиям окружающей среды, например, к низкой и высокой температурам, что позволит использовать их в качестве стимулятора физиологической активности клеток.

Зеленные культуры являются первой растительной продукцией в весенне-летнем сезоне, обладающей большим набором незаменимых биологически активных соединений. Салат посевной (*Lactuca sativa* L.) – вид однолетних травянистых растений рода Латук семейства Астровые (Asteraceae). Растение характеризуется как холодостойкое (всходы выдерживают температуру до –3–5 °С), свето- и влаголюбивое растение. Салат посевной в основном используется как витаминная зелень. В пищу используют листья, кочан, утолщённый стебель. Листья и кочаны съедобны в свежем виде до образования растением стебля, потом они становятся горьковатыми.

Использование брассиностероидов для обработок семян может позволить сократить вегетационный период и придать растениям салата устойчивость к низким температурам в его начале, что делает данное исследование актуальным.

Цель: выявить реакцию прорастающих семян салата посевного на обработку растворами брассиностероидов в концентрации 10^{-7} % в условиях низкотемпературного стресса.

Методика исследований. Объектами исследования выступали брассиностероиды (БС) гомобрассинолид (ГБ), эпикастостерон (ЭК), эпибрассинолид (ЭБ), предоставленные лабораторией химии стероидов ГНУ «Ин-

ститут биоорганической химии НАНБ». Тест-объект: салат посевной (*Lactuca sativa* L.) сорта Королева лета.

Материалы исследования: растворы брассиностероидов в концентрации 10^{-7} %, также семена (480 шт, по 30 семян в двух повторностях).

Исследования проводились в лабораторных условиях кафедры зоологии и генетики БрГУ им. А.С. Пушкина.

Обработка семян проводилась путем замачивания в растворах в течение двух часов (контроль – дистиллированная вода). Семена помещали в чашки Петри на увлажненную фильтровальную бумагу и проращивали без доступа света при двух температурных режимах(+ 20° С и + 7°С.), что позволяло вычислить степень холодостойкости.

Критерии оценки: энергия прорастания семян (на четвертые сутки), лабораторная всхожесть (на седьмые сутки), длина стеблевой и корневой части проростков [2]. Статистическую обработку проводили по Б. Рокицкому с использованием Exsel-программы [3].

Результаты исследования. Полученные результаты свидетельствуют о положительном протекторном влиянии, оказываемом исследуемыми гормонами на морфофизиологические параметры прорастающих семян салата в условиях низкой температуры. Так, наблюдалось достоверно значимое увеличение всхожести семян при +7°С (таблица 1) после обработки ЭБ и ЭК (на 14 % и 17 % соответственно) и энергии прорастания (на 15 % и 19 % соответственно) по сравнению с контролем. Сравнение степени холодостойкости показало, что наиболее эффективно для усиления адаптации проростков использование раствора ЭК.

Таблица 1 – Протекторное воздействие растворов брассиностероидов концентрации 10^{-7}% на всхожесть и энергию прорастания семян салата сорта Королева лета

Варианты опыта	Всхожесть, %		Холодостойкость по всхожести, %	Энергия прорастания, %		Холодостойкость по энергии прорастания, %
	+7°С	+20° С		+7°С	+20° С	
Контроль	48	93	51	37	78	47
Гомобрассинолид	63	96	62	48	83	57
Эпибрассинолид	60	96	65	53	85	62
Эпикастастерон	64	94	68	60	90	66

Таблицы 2 и 3 иллюстрирует положительную корреляцию между предпосевным замачиванием семян в растворах брассиностероидов и повышении адаптации зародышевых корешков к низкотемпературному стрессу по критериям роста вегетативных частей в течение семи суток прорастания. Прослеживается достоверное повышение холодостойкости в вариантах опыта с растениями, обработанными растворами БС. Наиболее

значимый эффект по показателю «длина корешков» имел место от воздействия ГБ и ЭК.

Таблица 2 – Длина зародышевых корешков салата сорта Королева лета через 7 суток после обработки семян растворами брассиностероидов в концентрации 10^{-7}%

Варианты опыта	Длина корешков при 7°С, мм	Длина корешков при 20°С, мм	Холодостойкость по длине корешков, %
Контроль	4,6±0,02	9,9±0,18	46
Гомобрассинолид,	7,5±0,07*	11,6±0,25*	64
Эпибрассинолид	6,7±0,07	11,7±0,26	57
Эпикастастерон	7,0±0,05**	11,0±0,22**	63

* – достоверно при уровне значимости р <0,01
** – достоверно при уровне значимости р <0,05

Таблица 3 – Длина зародышевых стебельков салата сорта Королева лета через 7 суток после обработки семян растворами брассиностероидов в концентрации 10^{-7}%

Варианты опыта	Длина проростков при 7°С, мм	Длина проростков при 20°С, мм	Холодостойкость по длине стебелька, %
Контроль	5,2±0,03	12,1±0,29	42
Гомобрассинолид	7,7±0,06	14,1±0,32	53
Эпибрассинолид	7,1±0,05**	14,4±0,35**	49
Эпикастастерон	7,4±0,08*	13,6±0,35*	54

* – достоверно при уровне значимости р <0,01
** – достоверно при уровне значимости р <0,05

Сходные изменения морфофизиологических параметров прорастающих семян в ответ на обработку БС отмечены и при анализе длины зародышевых стебельков (таблица 3): все три вида брассиностероидов с разным уровнем значимости достоверно увеличивали адаптацию растений к низкой температуре.

Выводы. В ходе исследования были получены результаты, свидетельствующие о повышении адаптации прорастающих семян Салата посевного к низкотемпературному стрессу при использовании предпосевной обработки растворами БС в концентрации 10^{-7} %. Наиболее результативным способом в повышении холодостойкости является использование раствора эпикастастерона, способствующего формированию устойчивости растений на начальных этапах развития. По эффективности ему уступают эпибрассинолид и гомобрассинолид, что предполагает исследование влияния иных рабочих концентраций данных фитогормонов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хрипач, В.А. Брассиностероиды / В.А. Хрипач, Ф.А. Лахвич, В.Н. Жабинский. – Минск : Навука і тэхніка, 1993. – 287 с.

2. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести: ГОСТ 12038-84, МКС 65.020.20. ОКТСТУ 9790. – Введ. 01.07.86. – М. : Межгосуд. стандарт. Группа С09, 1986. – 29 с.

3. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Ураджай, 1973. – 320 с.

УДК 58.006

М.А. СЕЛЬВИСЮК
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: А.П. Колбас, канд. биол. наук, доцент, PhD (Франция)

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЭКСПОЗИЦИЙ ЦЕНТРА ЭКОЛОГИИ БрГУ ИМЕНИ А.С. ПУШКИНА

Материально-техническая база Центра экологии Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина создавалась на протяжении 40 лет. В результате многолетних творческих стараний большого коллектива людей в университете созданы ботанические коллекции, необходимые для подготовки квалифицированных специалистов. На данный момент Центр экологии объединяет три ботанические коллекции университета и состоит из двух отделов: «Ботанические экспозиции» и «Агробиология».

Флористический состав отдела «Агробиология» насчитывает 788 видов, из которых 443 адвентивных и 345 аборигенных видов, из них 18 относятся к охраняемым видам [1]. Преобладающей жизненной формой являются травянистые растения (533 вида), древесные растения представлены 255 видами [2].

Ботанические коллекции открытого грунта отдела «Ботанические экспозиции» («Сад непрерывного цветения», территории, прилегающие к учебным корпусам) насчитывают несколько тысяч экземпляров взрослых древесных растений, относящихся к 350 видам и декоративным формам, а также 200 видов и декоративных форм травянистых растений различного географического происхождения [3].

Экспозиционная часть растений закрытого грунта (оранжерея «Зимний сад») занимает площадь в 600 м^2 и представлена тремя блоками: экосистемы влажных тропических лесов, субтропических лесов и пустынь. Растения в оранжерее расположены композиционно с учетом биогеографической и систематической принадлежности. Всего в ней произрастает свыше 1800 экземпляров экзотических растений, представляющих более 550 видов и декоративных форм, относящихся к 98 семействам. Представлены и уникальные экспонаты экзотических растений, возраст которых превышает 40 лет [4].

В последний год на территории Центра реализуется проект по электронной инвентаризации растений. Созданные в результате выполнения проекта картографические web-приложения будут служить средством популяризации ландшафтных экспозиций БрГУ имени А.С. Пушкина, проведению виртуалных экскурсий для людей с ограниченными возможностями, позволят студентам университета и школьникам предварительно ознакомится с экспозициями Центра экологии.

Цель – проведение инвентаризации и создание картографических web-приложений для отображения экспозиций Центра экологии БрГУ имени А.С. Пушкина

Материалы и методы: атрибутивная база данных; эколого-биологическая характеристика основных декоративных видов растений; фотографическая база видов растений; персональные учетные записи ArcGISOnline; адаптированные методики создания картографических web-приложений для отображения ландшафтных экспозиций БрГУ имени А.С. Пушкина.

Выполненные приложения будут находиться в открытом доступе в сети Интернет, а также выложены в виде ссылок либо отдельных элементов на сайте Центра экологии БрГУ имени А.С. Пушкина.

Созданный геосервис позволит проводить постоянное накопление фотографического и описательного материала о видах растений ландшафтных экспозиций БрГУ имени А.С. Пушкина с привязкой к картографической основе.

Созданные web-приложения позволят:

1) увеличить информированность как студентов университета, так и жителей Бреста об особенностях ландшафтных экспозиций БрГУ имени А.С. Пушкина;

2) дать возможность увидеть на карте города местоположения ландшафтных экспозиций БрГУ имени А.С. Пушкина;

3) получить характеристики основных видов декоративных растений, произрастающих в пределах ландшафтных экспозиций БрГУ имени А.С. Пушкина.

Перспективами проекта являются:

1) т.к. приложения выполнены с использованием современных информационных технологий – они будут постоянно обновляться при изменении или уточнении данных;

2) инвентаризационные базы данных, а также разработанная методика будет использована в дальнейшем для создания электронного каталога видов растений ландшафтных экспозиций БрГУ имени А.С. Пушкина;

3) на основании разработанной методики можно будет выполнять другие научные исследования как для целей экологического образования и воспитания, так и для научных и производственных целей.

Кроме того, созданные в результате выполнения проекта картографические web-приложения будет служить средством популяризации как ландшафтных экспозиций БрГУ имени А.С. Пушкина среди жителей Бреста, так и собственно создания картографических web-приложений для различных целей.

Выводы. Созданные web-приложения будут использоваться при различных форм учебного процесса на факультетах естественоо-научного профиля по курсам «Биогеография», «Основы экологии», «Геоэкология», «Анатомия и Морфология растений», «Систематика растений», «Геоботаника», «Дендрология» «Цветоводство», «Методика преподавания биологии», «Методика преподавания географии» и другие; выполненные приложения будут размещены в сети Интернет, ссылки на них – выложены на сайте «Центра экологии»; методика создания web-приложений будет использоваться при выполнении лабораторных работ по курсам междисциплинарной направленности «Геоинформатика», «ГИС-технологии», «Фитоиндикация»; выполненные приложения будут использоваться при разработке как учебных экскурсий для проведения полевых практик, так и познавательных экскурсий при реализации платных услуг, а также последующее внедрение полученных результатов в учебный процесс по дисциплинам естественнонаучного цикла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вахний, А. А. Таксономический анализ сосудистых растений агробиологического центра УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина» / А. А. Вахний, Ю. А. Демчук, А. А. Каминская // ВеснікБрэсцкагаўніверсітэта. Серыя 5. Хімія, біялогія, навукі аб зямлі. – 2012. – № 1. – С. 10–14.

2. Зеркаль, С. В. Ботаническая коллекция агробиологического центра УО «БрГУ им. А.С. Пушкина» / С. В. Зеркаль, А. П. Колбас,

Н. Ю. Колбас // Вучоныя запіскі Брэсцкага ун-та. – 2007. – Т. 3, –Ч. 2. – С. 117-133.

3. Веремчук, О. Н. История и современное состояние ландшафтного озеленения в Брестском государственном университете имени А.С. Пушкина / О. Н. Веремчук, Н. К.Якимович // Веснік Брэсцкага ун-та. – 2007. – №1. – С. 74–86.

4. Колбас, А.П. Таксономический состав коллекций экспозиции «Зимний сад» Центра экологии / А. П. Колбас, Н. В. Шималова, И. Н. Яковук // Ученые записки БрГУ. – 2016. – С. 53–68.

УДК 547.595: 581.143.6

В.В. СИЛЮК
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: С.М. Ленивко, канд. биол. наук, доцент

О ВОЗМОЖНЫХ ПУТЯХ СНИЖЕНИЯ СИНТЕЗА ФЕНОЛОВ ПРОБИРОЧНЫМИ РАСТЕНИЯМИ

Фенолы являются органическими соединениями ароматического ряда, в молекулах которых содержится одна или несколько гидроксильных групп, связанных с атомами углерода бензольного кольца. Фенолы классифицируют в зависимости от числа ароматических колец на моно, ди- и полифенольные соединения [1]. Большинство фенолов растительного происхождения являются полифенолами, их систематизируют на 6 подгрупп: фенольные кислоты, кумарины, лигнаны, таннины, стильбены и флавоноиды [2]. Источником разнообразия химического строения растительных фенолов служит многообразие растительного мира. Являясь распространенными продуктами вторичного метаболизма растений фенолы обладают биологической активностью широкого спектра. Играют жизненно важную роль в воспроизводстве, росте и метаболизме растений; действуют как защитные механизмы против патологических вирусных и грибковых инфекций, паразитов; влияют на окраску и др. В дополнение к их функциям в растениях фенольные соединения в нашем рационе могут уменьшить риск хронических заболеваний, таких как рак, сердечные заболевания и диабет [2]. В связи с многообразием биологических эффектов фенолы в настоящее время находятся в центре научного внимания.

Интерес к фенолам в наших исследованиях связан с проблемой их окисления на первом этапе микроклонального размножения растений при нововведении экспланта в культуру in vitro, что препятствует успешному

культивированию и приводит к снижению эффективности применяемой технологии.

Установлено, что растительные клетки реагируют на механические повреждения или проникновения патогенов повышением активности фенилаланинаммиак-лигазы, пероксидазы и других ферментов. Это сопровождается вспышкой новообразования фенольных соединений, играющих важную защитную роль в стрессовых ситуациях [3]. При механической изоляции эксплантa возникает стрессовая ситуация, в которой синтез полифенолов усиливается. В тоже время в результате травмы, полученной эксплантатом при изолировании, активизируются ферменты окисляющие выделяемые фенолы. При этом продукты окисления фенолов не только вызывают потемнение тканей эксплантa и питательной среды, но могут подавлять деление и рост его клеток, как следствие могут привести к его некрозу.

Самым простым, на первый взгляд, способом, направленным на улучшение ситуации может быть включение в питательную среду адсорбента – активированного угля. Однако, существенным недостатком активированного угля является способность его связывать и другие соединения, например, гормоны, необходимые для роста эксплантата. Поэтому к использованию этого способа для снижения фенольного окисления в условиях in vitro прибегают крайне редко.

Одним из наиболее распространенных способов снижения влияния продуктов фенольного окисления является включение в питательную среду антиоксидантов. В качестве антиоксидантов используют аскорбиновую кислоту в концентрации 1 мг/л, глютатион (восстановленная форма) – 4–5 мг/л, дитиотриэтол – 1–3 мг/л, диэтилдитиокарбомат – 2–5 мг/л, поливинилпирролидон – 5000–10000 мг/л [4, с. 222]. Недостатком данного способа является то, что окисление фенолов происходит уже на стадии изолирования эксплантатов до посадки на питательную среду, что вызывает снижение приживаемости эксплантатов. Для борьбы с интенсивным выделением полифенолов рекомендуется отмывать эксплант в течение 4–24 ч дистиллированной водой или слабым раствором аскорбиновой кислоты (1 мг/л) [4, с. 222]. Однако использование отдельных веществ (аскорбиновой кислоты, лимонной кислоты, диэтилдитиокарбамата натрия и др.) в обработке эксплантов перед их вычленением из материнского растения не в полной мере предотвращает фенольное окисление, поскольку каждый антиоксидант действует на определенный фермент, блокируя его, и не реагирует на другие ферменты, которые окисляют фенолы растений. Например, диэтилдитиокарбамат натрия чаще других используют для связывания фенольных компонентов при выделении вирусов плодовых культур. В связи с тем, что некоторые фенольные соединения у плодовых окисляются посредством фермента полифенолоксидазы, использование диэтилдитиокар-

бамата натрия в концентрации 2–3% позволяет в подобном случае добиваться определенного эффекта при изолировании вирусов в соке плодовых культур [5, с. 9]. Карбаматные вещества этого препарата хелатируют ион меди, являющийся кофактором полифенолоксидаз, и тем самым блокируют всю деятельность полифенолоксидазы, что приводит к снижению фенольного окисления, инактивирующего вирусы. В настоящее время перспективной является разработка антиоксидантной смеси для обработки исходных побегов и вычлененных эксплантов. Предложенный Атрощенко Г.П. антиоксидант для клонального микроразмножения смородины [6] включает диэтилдитиокарбамат натрия, аскорбиновую кислоту, этилендиаминтетраацетат натрия при следующих соотношениях ингридиентов, г/л: диэтилдитиокарбамат натрия 0,4–0,5; аскорбиновая кислота 1–2; этилендиаминтетраацетат натрия 0,8–1,0. За счет того, что каждый из трех антиоксидантов блокирует определенные ферменты (диэтилдитиокарбамат натрия – полифенолоксидазу, аскорбиновая кислота –аскорбиноксидазу, этилендиаминтетраацетат натрия защищает фенолы от необратимого ингибирования хинонами, продуктами окисления фенолов), комбинация этих веществ расширяет и улучшает действие и возможности их применения при клональном микроразмножении черной и красной смородины.

Не исключены и другие подходы к решению проблемы фенолов. К ним относятся – культивирование эксплантов первые 4–5дней в темноте или при пониженной освещенности, снижение температуры, частая пересадка эксплантов на свежую питательную среду исходного состава.

Рядом исследователей установлено, что предварительное инкубирование эксплантов в темноте вызывает значительное увеличение частоты регенерации для многих плодово-ягодных растений: яблони [7, 8], груши [9], айвы [10], голубики [11].

На первых этапах проводимого научного исследования по введению в культуру in vitro различных групп садовых роз мы так же столкнулись с проблемой синтеза фенолов. Фенольные соединения в пробирках с эксплантированными пазушными почками роз оседали на стенках пробирки по контуру питательной среды, образуя своеобразное кольцо (рисунок 1). При этом питательная среда темнела.

Следует отметить, что фенольные кольца у эксплантов различных групп садовых роз отличались как по площади, так и по цвету. Из шести групп садовых роз, использованных в эксперименте, наиболее выражено образование фенольных колец было зафиксировано у садовой группы роз Шрабы. Скорее всего это связано с тем, что у группы роз изолированные нами экспланты оказались самыми крупными, при их выделении площадь среза была наибольшей, что по-видимому могло спровоцировать более интенсивное выделение фенолов.

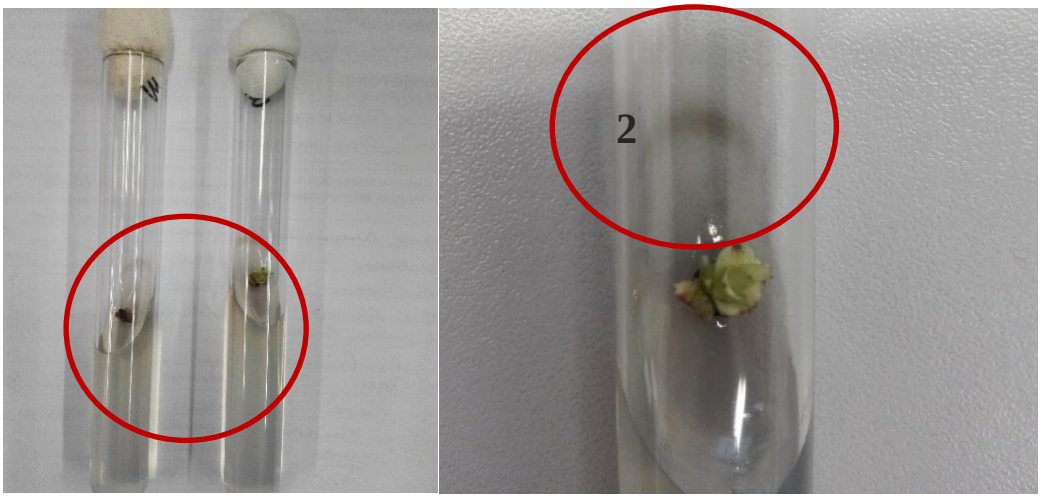


Рисунок 1 – Фенольные кольца в пробирках с эксплантами роз
1 – потемнение питательной среды; 2 – фенольное кольцо

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Harborne J.B., Williams C.A. Advances in flavonoid research since 1992 // Phytochemistry. – 2000. – Vol. 55. – P. 481–504.

2. Liu, R. H. Health-promoting components of fruits and vegetables in the diet / R. H. Liu // Nutrititon. – 2013. — Vol.. 4: P. 3845–3925.

3. Физиология и биохимия вторичных метаболитов: краткий курс лекций / Сост.: ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2015. – 53 с.

4. Основы сельскохозяйственной биотехнологии / Г. С. Муромцев [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1990. – 384 с.

5. Вердеревская, Т. Д. Вирусные и микоплазменные заболевания плодовых культур и винограда / Т. Д. Вердеревская, В. Г. Маринеску. – Кишинев : Штиинца, 1985. – 311 с.

6. Способ клонального микроразмножения смородины и антиоксидант для клонального микроразмножения смородины : пат. 2080060 / Г. П. Атрощенко. – Опубл. http://www.findpatent.ru/patent/208/2080060.html.

7. Liu, J.R. Plant regeneration from apple seedling explants and callus culture / J.R. Liu, K.C. Sink, F.G. Dennis // Plant Cell. Tiss. Org. Cult. – 1983. – Vol. 2. – P. 293–304.

8. Adventitious shoot formation from Red Delicious apple cotyledons in vitro / M. Kouider [et al.] // Hort. Sci. – 1984. – Vol. 59. – P. 295–302.

9. Adventitious shoot regeneration from leaf tissue of three pear (Pyrus sp.) cultivars in vitro / E. Chevreau [et al.] // Plant Cell Reports. – 1989. – Vol. 7. – P. 688–691.

10. Baker, B. S. Factors affecting adventitious shoot regeneration from leaf explants of quince (*Cydonia oblonga*) / B.S. Baker, S.K. Bhatia // Plant Cell. Tiss. Org. Cult. – 1993. – Vol. 35. – P. 273–277.

11. Billings, S.G. Regeneration of blueberry plantlets from leaf segments / S.G. Billings, C.K. Chin, G. Jelenkovic // Hort. Science. – 1988. – Vol. 23. – P. 763–766.

УДК 577.13: 582.734.2

А.В. СИРИДИНА
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: Н.Ю. Колбас, канд. биол. наук, доцент

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ЛАПЧАТКИ КУСТИСТОЙ (POTENTILLA FRUTICOSA L.)

Потребность в лекарственных средствах растительного происхождения, а также в растительном сырье для пищевой промышленности, требуют серьезного изучения биологических ресурсов. Перспективным источником лекарственного сырья является лапчатка кустистая (*Potentilla fruticosa* L.) – представитель семейства *Rosaceae*. Также растение известно как пятилистник кустарниковый (*Pentaphylloides fruticosa* (L.) O.Schwarz), дасифора (*Dasiphora fruticosa* (L.) Rydb.) и курильский чай [1].

Во флоре Беларуси не встречается, но в Центральный ботанический сад НАН РБ курильский чай интродуцирован в 1950 г. как декоративное растение. Начиная с 1991 г. активизировалась работа по внедрению курильского чая в культуру республики. Известно 150 сортов Л. кустистой декоративного назначения [2]. В коллекции «Сада непрерывного цветения» Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина представлено 5 сортов.

Растение широко используются как в народной, так и в официальной медицине. Лапчатка обладает большим спектром фармакологического действия, а именно отмечены бактерицидные, антикоагулянтные, антиаллергические, гепатопротекторные, радиопротекторные, противовирусные, иммуностимулирующие, противодиабетические и другие свойства [1].

В результате многочисленных фитохимических исследований установлено, что лапчатка содержит различные алифатические кислоты, обладающие подавляющим действием на развитие патогенной микрофлоры и рост дрожжей, обладают противовоспалительным действием, влияют на настроение, снижают риск развития сердечно-сосудистых заболеваний [3].

Среди тритерпеновых кислот в биохимическим составе *P. fruticosa* обнаружены: урсоловая, эпиурсоловая, маслиновая (α-гидроксиурсоловая) и торментовая кислоты, оказывают противоопухолевое действие, нормализуют содержание холестерина в сыворотке крови. Обнаружено, что маслиновая кислота обладает антимутагенными свойствами и осуществляет свои генозащитные функции на разных стадиях мутационного процесса. В составе стеариновой фракции обнаружены β-ситостерин, стигмастерин и кампестерин. Так же обладают противоопухолевым действием, снижают уровень холестерина и глюкозы в крови [1, 4].

Фенольные составляющие растения являются одной из самых главных групп соединений, действующие как первичные антиоксиданты-блокираторы свободных радикалов. В облиственных побегах *P. fruticosa* содержится 6% флавоноидов; 2% терпеноидов; 19,9% дубильных веществ; витамины С и Р. В листьях и корнях содержатся производные эллаговой кислоты, флавоноиды, алкалоиды, сапонины, эфирное масло, дубильные вещества, смолы, фенольные кислоты. Именно эти соединения определяют лечебный эффект, благодаря этим веществам Л. кустистая входит в состав различных препаратов и БАДов, подавляющий опухолевый рост [1, 5].

Напитки на основе курильского чая эффективны при гепатитах вирусной и токсической этиологии, как кровоостанавливающее, противовоспалительное, успокаивающее средство, принимаемое внутрь при желудочно-кишечных и гинекологических заболеваниях и наружно при лечении нарывов, ран, фурункулов, а также в виде полосканий при ангине, стоматите и других заболеваниях полости рта. Включение в гипокалорийную диету БАД, содержащего экстракт Л. кустистой, уменьшает риск развития сосудистых осложнений при диабете. Курсовое применение его оказывает протекторное действие в отношении поджелудочной железы, печени и почек, снижая уровень глюкозы в крови [6].

Нативный и ферментированный напиток на остове Л. кустистой известен как «Сибирский чай». Экстракт лапчатки входит в состав безалкогольного бальзама «Радиопротекторный», используемого для профилактики негативного воздействия ионизирующего излучения [7]. В Канаде листья Л. кустистой используют в качестве чайной заварки, в Китае этот напиток известен как «Jinlaomei» и «Gesanghua» [6].

Сотрудниками лаборатории радиационной физиологии при Томском государственном университете выявлена эффективность препаратов Л. кустистой в отношении повышения устойчивости к воздействию ионизирующего излучения, что позволяет рекомендовать использование её для коррекции изменений и профилактики возможных последствий воздействия излучения в малых дозах [8].

Львовскими учеными установлено, что этанольный экстракт из листьев *P. fruticosa* проявляет антимикробную активность против грамм (+) (*Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*), грамм (-) (*Escherichia coli*, *Helicobacter pylori*, *Pseudomonas aeruginos* и др.), спорообразующих бактерий (*Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*) и грибов (*Candida albicans*) [9].

Обширному фармакологическому действию растение обязано высокому содержанию фенольных и других мало изученных биологически активных соединений, в частности полисахаридов. В связи с этим актуальным является исследование сортоспецифичности накопления фенольных соединений и содержания тех же фенольных соединений в зависимости от способа извлечения (спиртовая экстракция, водная экстракция).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tomczyk, M. Potentilla – a review of its phytochemical and pharmacological profile / M. Tomczyk, K P Lattè // J. of Ethnopharmacology. – 2009. – Vol. 122, № 2. – P. 184–204.

2. Гаранович, И. М. Декоративное садоводство: Справочное пособие/ И. М. Гаранович. – Мн. : Тэхналогія, 2005. – 348 с.

3. Azimova, S. S. Lipids, lipophilic components and essential oils from plant sources / S. S. Azimova, A. I. Glushenkova, V. I. vinogradova (Eds.). – Springer, 2012. – 992 p.

4. Влияние сухого экстракта из побегов пятилистника кустарникового на активность иммунорегуляторных клеток / В. Б. Хобракова [и др.] // Российский медицинский журнал. – № 4. – 2008. – С. 43–45.

5. Химический состав *Potentilla fruticosa* 1. Флавоноиды / Т. В. Ганенко [и др.] // Химия природных соединений. – 1988. – № 3. – С. 451–460.

6. Synergistic Effects of *Potentilla fruticosa* L. Leaves Combined with Green Tea Polyphenols in a Variety of Oxidation Systems/ Z. Liu [et al.] // Food Sci. – 2016. – Vol. 81, № 5. – P. 1091–1101.

7. Безалкогольные лечебно-профилактические бальзамы на основе сибирских трав и ягод / Г. И. Высочина [и др.] // Актуальные проблемы инноваций с нетрадиционными природными ресурсами и создания фундаментальных продуктов: матер. II Российской научно-практ. конфер. – Москва, 2003. – С. 266–267.

8. Костеша, Н. Я. Пути повышения резистентности организма при действии ионизирующего излучения: автореф. дис. докт. биол. наук: 03.00.01 / Н. Я. Костеша. – Томск, 2000. – 48 с.

9. Investigation of the antimicrobial activity of Rhaponticum (*Rhaponticum carthamoides* D.C.) and shrubby cinquefoil (*Potentilla fruticosa* L.) /

V. Jurkstiene [et al] // Medicina (Kaunas). – 2011. – Vol. 47, № 3. – P. 174–179.

УДК 57.016.5

М.Р. СОЛОНСКИЙ
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: О.В. Корзюк, старший преподаватель

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ МОТИВАЦИИ У СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ К ЗДОРОВОМУ ОБРАЗУ ЖИЗНИ

Современное образование вступает в новый этап своего развития, когда основная цель направлена на качественную подготовку специалистов, в соответствии с мировыми образовательными стандартами, и здоровье студентов является актуальной проблемой, ведь оно определяет будущее страны, научный и экономический потенциал общества. Поэтому здоровье учащейся молодежи относится к приоритетным направлениям государственной политики в сфере образования. Несмотря на это, в современном мире имеет место стойкая тенденция ухудшения показателей здоровья; уменьшается количество здоровых детей, а количество хронических форм заболеваний, наоборот, увеличивается. Существует несколько причин сложившейся ситуации. Но одним из главных факторов неблагополучия здоровья является недостаточный уровень мотивации к сохранению и укреплению своего здоровья самих студентов.

Можно выделить три основные группы мотивов, которые помогут студентам осознать необходимость вести здоровый образ жизни. Физиологические – это желание улучшить свои функциональные возможности, устранить недостатки фигуры. Психологические – воспитание характера и силы воли, самовоспитание и самосовершенствование. Социальные – достижение успеха и признание со стороны друзей, чувство собственного достоинства и самоутверждение [2].

Здоровый образ жизни – образ жизни человека, направленный на профилактику болезней и укрепление здоровья. По оценкам специалистов, здоровье людей зависит на 50 % именно от образа жизни, на 20 % от окружающей среды, на 20 % от генетической предрасположенности, и лишь на 10 % от здравоохранения. Актуальность здорового образа жизни вызвана возрастанием и изменением характера нагрузок на организм человека в связи с усложнением общественной жизни, увеличением рисков техноген-

ного, экологического, психологического и политического характеров, провоцирующих негативные сдвиги в состоянии здоровья.

Здоровый образ жизни во многом зависит от ценностных ориентаций студента, мировоззрения, социального и нравственного опыта. Общественные нормы, ценности здорового образа жизни принимаются студентами как личностно значимые, но не всегда совпадают с ценностями, выработанными общественным сознанием. Так, в процессе накопления личностью социального опыта возможна дисгармония познавательных (научные и житейские знания), психологических (формирование интеллектуальных, эмоциональных, волевых структур), социально-психологических (социальные ориентации, система ценностей), функциональных (навыки, умения, привычки, нормы поведения, деятельность, отношения) процессов. Подобная дисгармония может стать причиной формирования асоциальных качеств личности. Поэтому в вузе необходимо обеспечить сознательный выбор личностью общественных ценностей здорового образа жизни и формировать на их основе устойчивую, индивидуальную систему ценностных ориентаций, способную обеспечить саморегуляцию личности, мотивацию ее поведения и деятельности [5]. Здесь важным мотивирующим фактором может служить освоение студентами основных понятий демографии, с изучением значения демографических показателей и характеристики их динамики в Беларуси. При этом необходимо подчеркнуть, что состояние общественного здоровья складывается из состояния здоровья каждого отдельного человека, из его отношения к собственному здоровью и своему образу жизни, – в особенности, из его отношения к двигательной активности, физической культуре, к распорядку дня, питанию и вредным привычкам. Существуют два принципиальных пути формирования мотивации к здоровому образу жизни. Первый путь – состоит в привитии студентам идеалов, образцов того, какими должны быть мотивы здорового образа жизни и мотивы обучения сохранению своего здоровья. Здесь человек усваивает «знаемые» мотивы как те эталоны, по которым он сверяет свое поведение. Второй путь – состоит в том, что студент включается преподавателем в реальные различные виды деятельности и так приобретает практический опыт нравственного поведения [4].

В высших учебных заведениях традиционными теоретическими формами для поднятия уровня мотивации к занятиям физическими упражнениями, как одной из форм здорового образа жизни, являются лекционные занятия, беседы о здоровом образе жизни, конференции, проводимые кафедрой физического воспитания. Практические формы включают в себя участие в спортивно-массовых мероприятиях, физкультурных праздниках и фестивалях, проводимых вузом, занятия в спортивных секциях, а также помощь в организации физкультурно-оздоровительных мероприятиях.

Приобщение студентов к проблеме сохранения и укрепления своего здоровья, это конечно процесс воспитания, направленный на осознание большой роли физической культуры в жизни любого человека. Перед высшим образованием стоит сложная задача – создать благоприятные условия для образовательной деятельности, дополняя содержание учебного материала знаниями, умениями и навыками с целью формирования у студентов ориентированного подхода к здоровому образу жизни, мотивации к сохранению и укреплению своего здоровья. Для решения этой задачи необходимо эффективно распределять объем и структуру учебного материала в учебных планах, правильно скоординировать применяемые технологии обучения, соблюдать цикличность в организации учебной деятельности.

Сегодня, образовательное учреждение высшего образования обладает огромным влиянием на сознание и подсознание студента, на формирование его личностных качеств. Вузы имеют возможность правильно направлять, помогать, управлять действиями студента в отношении здорового образа жизни и здоровья в целом.

Одними из главных составляющих здорового образа жизни студента являются занятия физической культурой и спортом. Важной особенностью физической культуры является влияние на эмоциональное состояние человека, которое выражается в появлении чувства бодрости, радости, оптимистического, жизнерадостного настроения. У студентов, включенных в систематические занятия физической культурой и спортом и проявляющих в них достаточно высокую активность, вырабатывается определенный стереотип режима дня, повышается уверенность поведения, наблюдается развитие престижных установок, высокий жизненный тонус. Они в большей мере коммуникабельны, выражают готовность к содружеству, меньше боятся критики. Этой группе студентов в большей степени присущи чувство долга, добросовестность, собранность. Они успешно взаимодействуют в работе, требующей постоянства, напряжения, более находчивы, им легче дается самоконтроль.

Для поддержания мотивации нужна целенаправленная работа по пропаганде физической культуры, здорового образа жизни среди студентов. Необходимо вовлекать студентов в физкультурно-оздоровительную деятельность с помощью нахождения новых форм занятий и интересных соревнований. Учебный материал о здоровом образе жизни может быть представлен посредством взаимодействия педагога и студента и осуществляться в виде специализированного курса лекций, лекций-бесед, диспутов, встреч, посвященных основам здорового образа жизни. Проведение диагностики здорового образа жизни студенческой молодежи на основе проведения анкетирования является одним из наиболее информативных способов опроса. Студенты могут самостоятельно подсчитать количество оч-

ков и сделать соответствующий вывод. В целях повышения эффективности профилактической работы целесообразно активно привлекать работников культуры, здравоохранения и других лиц, пользующихся авторитетом среди молодежи.

В нашей стране в рамках госпрограммы «Здоровье народа и демографическая безопасность Республики Беларусь» на 2016 – 2020 гг. ставятся серьезные цели: в частности, уменьшить распространенность потребления табака среди лиц в возрасте от 16 лет до 24,5 %; увеличить физическую активность взрослого населения (не менее 30 минут в день) до 40 % и выше; уменьшить потребление поваренной соли до 5 г в сутки; уменьшить потребление алкоголя на душу населения до 9,2 л. Чтобы этого добиться, планируются внедрение системы непрерывного образования по вопросам здоровьесбережения; поддержка местных инициатив.

От успешности формирования и закрепления в сознании принципов здорового образа жизни зависит вся последующая деятельность человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ворсина, Г. Л. Основы валеологии и школьной гигиены / Г. Л. Ворсина, В. Н. Калюнов // Минск : Издательство «Тесей», 2005. – С. 255–256.

2. Маркова, А. К. Формирование мотивации обучения. / А. К. Макарова. – М.,1990. – 382 с.

3. Сластенин, В. А. Педагогика / В. А. Сластенин, И. Ф. Исаев, Е. Н. Шиянов // М. : Издательский центр «Академия», 2008. – С. 325–328.

4. Гребенюк, О. С. Проблемы формирования мотивации учения и труда у учащихся средних профтехучилищ: дидактический аспект. / О. С. Гребенюк – М. Педагогика, 1985. – 152 с.

5. Физическая культура студента: Учебник / Под ред. В. И. Ильинича. – М. : Гардарики, 1999. – С. 137–174.

УДК 582.29

С.Н. ТЕТЕРЮКОВА
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: Н.В. Шкуратова, канд. биол. наук, доцент

РЕАКЦИИ НА ЛИШАЙНИКОВЫЕ КИСЛОТЫ ПРИ ВИДОВОЙ ДИАГНОСТИКЕ ЛИШАЙНИКОВ

Лишайник представляет собой ассоциацию между гетеротрофным микобионтом и фототрофным фикобионтом, в результате которой изменяется метаболизм каждого из компонентов и вырабатываются особые органические соединения – так называемые «лишайниковые кислоты».

Определение вида лишайника в лабораторных условиях проводят с помощью определителей [1–5]. Видовая диагностика лишайников – сложный процесс, поскольку сочетает морфологический, экологический и химический анализ.

При морфологическом анализе внимательно изучаются отобранные в природе образцы, поскольку часто многие морфологически схожие виды растут рядом. Определение лишайников проводят с использованием стереомикроскопа и светового микроскопа. Для изготовления срезов используют бритвенные лезвия, скальпель, предметные и покровные стекла, иммерсионное масло, препаровальные иглы, фильтровальную бумагу.

При экологическом анализе изучается субстрат, на котором произрастают лишайники. В зависимости от занимаемого субстрата различают эпилитные, эпиксильные, эпигейные, эпифитные, эпифильные и др. Некоторые виды лишайников могут расти на других лишайниках, используя их в качестве субстрата произрастания.

На этапе химического анализа для определения лишайников используются цветные реакции. Реакцию проводят, нанося с помощью пипетки каплю реактива на участок таллома лишайника. Затем наблюдают за изменениями цвета таллома лишайника. При определении видов рода кладония рекомендуют использовать фильтровальную бумагу. Каплю реактива наносят на подеций или чешуйку первичного слоевища и затем прикладывают кусочек фильтровальной бумаги и по ее цвету определяют реакцию слоевища. Поскольку у многих видов реакции коры и сердцевины отличаются, готовят препараты сердцевины таллома, осторожно разрушая коровый слой препаровальной иглой и каплю реактива наносят непосредственно на сердцевинный слой.

Для определения лишайников наиболее часто используются водный раствор KOH, растворы гипохлорита кальция и парафенилендиамина, ре-

актив Люголя. Значительно реже употребляются HNO_3, NH_3, H_2SO_4, HCl для определенных цветных реакций [4, 5].

При применении 10 % водного раствора KOH у ряда видов таллом желтеет или краснеет.

Применение водного раствора гипохлорит кальция ($Ca(ClO)_2$) у некоторых видов лишайников не вызывает цветной реакции. Однако цветная реакция проявляется только в случае если сначала слоевище смочить раствором KOH. Реактив неустойчив, со временем разлагается на воздухе. При отсутствии реактива, его заменяют хлорсодержащим бытовым отбеливателем.

Реактив Люголя (раствор J в KJ) на талломах лишайников и различных структур гимениального аппарата апотециев дает синее или фиолетовое окрашивание. Иногда с течением времени синее окрашивание изменяется на красно-бурое, а иногда быстро переходит в зеленоватое или буровато-желтое. Часто для реакций гимениальных структур стандартный раствор Люголя разводят дистиллированной водой в 2 раза.

Раствор парафенилендиамина ($C_6H_4(NH_2)_2$) в водном растворе сульфита натрия вызывает проявление желтой, красной или оранжевой окраски.

Все приготовленные реактивы желательно проверять на правильно определенных образцах, дающих положительную реакцию. Например, реактив водного раствора гипохлорит кальция проверяют на слоевище *Hypocenomyce scalaris*, который окрашивается в красный цвет.

При работе с реактивами необходимо соблюдать технику безопасности (щелочь разъедает кожу рук, раствор палафенилендиамина токсичен).

Талломы с результатом цветной реакции хранятся в конвертах с образцами лишайников, подтверждая их видовую принадлежность [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гарибова, Л. В. Водоросли, лишайники и мохообразные СССР / Л. В. Гарибова [и др.]. Отв. ред: М. В. Горленко. – М. : Мысль, 1978. – 365 с.

2. Голубкова, Н. С. Определитель лишайников средней полосы европейской части СССР. – М.-Л., 1966. – 254 с.

3. Горбач, Н. В. Лишайники Белоруссии (определитель) / Н. В. Горбач. – Минск : Наука и техника, 1973. – 356 с.

4. Солдатенкова, Ю. П. Малый практикум по ботанике. Лишайники / Ю. П. Солдатенкова. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977. – 123 с.

5. Цуриков, А. Г. Листоватые и кустистые городские лишайники: атлас-определитель: учебное пособие для студентов биологических специальностей вузов [и др.] / А. Г. Цуриков, О. М. Храмченкова; М-во образования РБ, Гомельский гос. ун-т. им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – 123 с.

УДК 614.48:581.143.6

Ю.А. ТКАЧИК
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: С.М. Ленивко, канд. биол. наук, доцент

АСЕПТИКА И АНТИСЕПТИКА ПРИ ВВЕДЕНИИ В КУЛЬТУРУ IN VITRO ЭКСПЛАНТОВ РАСТЕНИЙ

Организация работ по культивированию in vitro клеток, тканей и органов растений в биотехнологической лаборатории невозможна без создания асептических условий. Создание асептических условий предусматривает проведение комплекса мероприятий, называемых асептикой, направленных на предупреждение попадания и распространения микроорганизмов окружающей среды в питательные среды, культивируемые объекты.

Поскольку угроза внесения и развития инфекции в условиях in vitro служит сдерживающим фактором применения методов микроклонального размножения растений, важным на этапе планирования экспериментов является формирование целостного осознания причин попадания инфекции и, как следствие, организация и проведение оптимальных мероприятий, направленных на их предотвращение. В связи с этим, нами проведен анализ данных литературы по определению эффективности специализированных мер, включающих асептику и антисептику, при введении в культуру in vitro различных эксплантов растений.

Аналитический обзор литературы показал, что при всех манипуляциях с растительными культурами в условиях in vitro в качестве мер асептики рекомендуется проводить дезинфекцию помещений, стерилизацию инструментов и материалов.

Дезинфекцию проводят с целью создания оптимальных условий для работы с культурами клеток и тканей. Под дезинфекцией понимают применение различных способов полного, частичного или селективного удаления микроорганизмов с поверхности различных предметов и воздуха помещения лаборатории. Для этого, во-первых, регулярно проводят влажную уборку помещения лаборатории, оборудования для освобождения их от пыли и удаления с них значительной части микрофлоры. При этом могут быть использованы растворы различных дезинфицирующих веществ. Во-вторых, в лаборатории дезинфицируют воздух проветриванием и облучением ультрафиолетовыми лучами с длиной волны от 200 до 400 нм. В-третьих, проводят дезинфекцию поверхности рабочего стола обычно 70%-ным раствором этилового спирта. Этиловый спирт эффективен в отношении вегетативных форм микроорганизмов, им также дезинфицируют руки [1, с. 6].

Стерилизацию с помощью физических (высокая температура, давление, фильтрование) или химических (применение антисептиков) способов проводят с целью полного уничтожения вегетативных и покоящихся форм патогенных, условно патогенных и непатогенных микроорганизмов внутри и на поверхности стерилизуемых предметов.

Создание асептических условий необходимо на всех этапах работы с клеточными культурами в условиях in vitro, поэтому инокуляция и посадка эксплантов на питательную среду, пассирование клеточных культур проводят с помощью специального оборудования – ламинарных боксов. При этом асептика достигается подачей профильтрованного стерильного воздуха, направленного из ламинарного бокса наружу.

Основной причиной попадания инфекции в условия in vitro является микробная контаминация растительного объекта, вводимого в культуру. Растительные ткани объекта служат серьезным источником заражения, так как на их поверхности всегда находится эпифитная микрофлора. Поэтому необходима поверхностная стерилизация [2, с. 160]. Поверхностная стерилизация от наружной инфекции органов растений является важным моментом, поскольку позволяет избежать поражения микроорганизмами эксплантов, выделяемых из них для введения в культуру. В зависимости от биологических особенностей вводимого в культуру in vitro вида разрабатывают ступенчатую систему химической стерилизации, включающей предварительную и основную обработку материала.

На основе анализа данных литературы нами был разработан порядок деконтаминации пазушных почек роз перед введением их в культуру in vitro. Предварительная обработка включала промывание безлистных побегов водой с мылом, затем – 96% спиртом, после чего выделялись экспланты. Порядок использования антисептиков при обработке изолированных эксплантов следующий: выдерживание в растворе с поверхностно-активным веществом, затем в 70% растворе белизны, далее в 0,1% диациде. После каждого антисептика экспланты тщательно промывали автоклавированной водой. Оптимальное время стерилизации будет подобрано экспериментальным путем в зависимости от размера экспланта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ленивко, С. М. Технология введения в культуру и методы культивирования клеток, тканей, органов растений на примере пшеницы : метод. рекомендации / С. М. Ленивко ; Брест, гос. ун-т имени А.С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2013. – 46 с.

2. Егорова, Т. А. Основы биотехнологии / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е. А. Живухина. – М. : Издательский центр «Академия», 2003. – 208 с.

УДК 577.13: 582.734.6

В.А. ТРОЯНЧУК
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: Н.Ю. Колбас, канд. биол. наук, доцент

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ПЛОДОВ ЧЕРЕШНИ

Черешня (*Prunus avium* L., син. – *Cerasus avium* (L.) Moench) – листопадное древесное растение высотой обычно не более 10 метров, однако существуют экземпляры высотой более 30 метров (например, в лесах на юге Украины). Черешня – самая древняя форма вишни и вообще одно из самых древних фруктовых растений, которые окультурил человек. Ее возделывали уже около 8000 лет назад, причем не только по месту естественного происхождения, но даже на территории таких северных стран, как Дания и Швейцария [1].

На территории Беларуси черешня культивируется преимущественно в южных регионах. Сотрудниками НИИ РУП «Институт плодоводства» (РБ) выведены и апробированы зимостойкие, высококачественные, крупноплодные сорта, специально подобранные для местных условий. В настоящее время коллекция института плодоводства насчитывает 3 семенных подвоя и более 300 сортов черешни [2], 9 из них (Витязь, Гасцинец, Гронкавая, Медуница, Наслаждение, Сюбаровская, Ипуть, Овстуженка, Тютчевка) включены в Государственный реестр сортов РБ [3] как высокопродуктивные сорта на любой вкус, разных сроков созревания, проверенные временем, скороплодные, обладающие стойким иммунитетом к болезням. Деревья черешни начинают плодоносить на 5–6 год, период хозяйственного использования составляет 15 лет. На территории РБ плоды черешни созревают в конце июня – начале июля [2].

В целом, плоды черешни состоят из 82% воды, 16% углеводов, 1% белка и практически не имеют жира (0,2 г на 100 г). Биохимический состав плодов черешни весьма разнообразен и включает: витамины (группа В, А, Е и С), органические кислоты (салициловая, янтарная, лимонная, яблочная и др.), углеводы (в основном фруктоза, а также глюкоза), фенольные соединения (гидроксибензойные кислоты, флавонолы и антоцианы), дубильные вещества (до 0,2%), пектины (до 0,7%), эссенциальные элементы (калий, магний, кальций, железо, йод, фосфор и медь) [2, 4]. Особенности биохимического состава определяют и полезные свойства плодов черешни.

Плоды черешни содержат салициловую кислоту, которая является анестетиком и может облегчать хронические и острые боли (вызываемые,

например, ревматизмом, артритом, подагрой). Для сердечников тоже плоды черешни рекомендованы как источник дополнительного калия. Кроме того, наличие высокого содержания калия помогает выводить лишнюю мочевую кислоту из организма, помогая справиться с отеками и болями в нижних конечностях [5].

При сравнительно небольшом количестве витаминов, черешня содержит достаточно много калия – 223 мг, кальция – 33 мг, магния – 24 мг, фосфора – 28 мг, железа – 7,8 мг, меди – 0,09мг, марганца – 0,005мг и, что важно для населения Белорусского Полесья, является источником йода (274 мг на 100 грамм ягод) [6].

Амигдалин, который содержится в большей степени в семенах черешни, помогает при болях в желудке, возбуждает аппетит, помогает справиться с неврозами. А так как ягоды черешни, в отличие от вишни, сладкие, то их можно употреблять и людям с повышенной кислотностью желудка. В черешне содержится большое количество кумаринов. Кумарины обладают антикоагулянтными свойствами. Они снижают свертываемость крови, предупреждая образование тромбов, выводят из организма продукты обмена, помогают снизить уровень холестерина. Дикумарол был предложен как препарат для профилактики и лечения тромбозов и тромбофлебитов. На основе дикумарола получены синтетические препараты, обладающие более высокими антикоагулянтными свойствами [5, 7].

Ключевая же роль каротиноидов в живых организмах заключается в антиоксидантном, защитном, противовоспалительном, антиканцерогенном действии. Большое значение каротиноидов заключается в их А-провитаминной активности. Известно, что организм человека не может самостоятельно синтезировать жизненно необходимый витамин А, а усваивает его вместе с пищей растительного происхождения. С другой стороны данный витамин не образуется и в растительных тканях. Витамин А синтезируется только путем преобразования провитамин-А активных каротиноидов. Провитамин-А активные каротиноиды это – β-каротин, α-каротин, 3,4-дигидро-β-каротин, криптоксантин, кантаксантин, астаксантин, и др.). В организме человека каротиноиды способствуют поддержанию водного баланса, транспорту кальция через мембраны, работу обонятельных рецепторов и хеморецепторов, образовывают комплексы с протеинами. Организм человека использует каротиноиды как запас кислорода в нейрональной дыхательной цепочке [7].

Благодаря каротиноидам и флавоноидам, черешня способствует укреплению стенок кровеносных сосудов, понижению артериального давления. Антоцианы являются сильными антиоксидантами, но не могут образовываться в организме человека, поэтому должны поступать с пищей. В сутки здоровому человеку необходимо не менее 200 мг этих веществ, а в

случае болезни – не менее 300 мг. Они не способны накапливаться в организме, поэтому быстро выводятся из него. Известно положительное влияние антоцианов на здоровье органа зрения. Люди, регулярно употребляющие в пищу богатые антоцианами продукты, имеют острое зрение. Также их глаза хорошо переносят высокую нагрузку и легко справляются с утомляемостью [5].

Несмотря на широкий спектр полезных свойств черешни, некоторым категориям людей употреблять эти плоды можно в ограниченном количестве. Например, в случае спаечной болезни или непроходимости кишечника, вызванной другими причинами; при наличии сахарного диабета. Здоровым людям не рекомендуется употреблять черешню сразу после еды, а лучше выждать 30 минут [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Плоды земли (Früchte der Erde) / Г. Франке [и др.]; пер. с нем. А. Н. Сладкова. – М. : Мир, 1979 – 270 с.

2. Каталог плодовых культур. Черешня – [Электронный ресурс]. – Режим удаленного доступа: http://www.belsad.by/site/ru/catalog.html?func=viewcategory&catid=22. – Дата доступа: 30.11.2017.

3. Государственный реестр сортов / отв. ред. В. А. Бейня; Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений – Мн. : ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений», 2017. – 225 с.

4. Помология. В 5 т. Т. 4: Слива, вишня, черешня / Н. И. Туровцев [и др.] под общ. ред. М .В. Андрейченко, П. В.Кондратенко. – Киев : Урожай, 2004. – С. 157–267.

5. Seeram, N. P. Berry Fruits: Compositional Elements, Biochemical Activities, and the Impact of Their Intake on Human Health, Performance, and Disease / N. P. Seeram // J. Agric. Food Chem. – 2008. – Vol. 56, №3. – P. 627–635.

6. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях: Пер. с англ. / А. Кабата-Пендидас, Х. Пендиас. – М. : Мир, 1989. – 439 с.

7. Кретович, В. Л. Биохимия растений: учебник для биол. факультетов ун-тов / В. Л. Кретович. – М. : Высшая школа, 1980. – 445 с.

УДК 577.175.1:582.783:581.143

А.В. ХОВРЕНКОВА
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: Н.Ю. Колбас, канд. биол. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ МЕЛОНГОЗИДА НА АМПЕЛОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СПЕЛОСТИ ВИНОГРАДА В УСЛОВИЯХ Г. БРЕСТА

Вторичные метаболиты растений – стероидные гликозиды (СГ) – известны своими антистрессовыми свойствами [1]. Они обусловлены высокой подвижностью атома водорода гемикетальной гидроксильной группы при С-22 агликона, который нейтрализует свободный кислород, выделяющийся при перекисном окислении ненасыщенных липидов, возникающем в живых системах при стрессах различной природы [2]. В результате повышается устойчивость растений, а также их продуктивность. Поэтому природные биологически активные соединения – широко используются в сельском хозяйстве как экологически чистые иммуномодуляторы. Значение вторичных метаболитов как иммуномодуляторов для растениеводства оценено и за рубежом. На XX Международном конгрессе EUCARPIA целая сессия была посвящена вторичным метаболитам, их роли в иммунитете и повышении устойчивости сельскохозяйственных растений [3].

Нами изучалось влияние одного из представителей данного класса соединений – мелонгозида (впервые выделенного из семян баклажана *Solanum melongena L.* [4]) на некоторые ампелографические показатели различных сортообразцов винограда.

Для проведения опыта были отобраны четыре сортообразца *Vitis*: 2 из них антоцианосодержащие (V-1 и V-2) и 2 безантоциановые, так называемые белые (V-3 и V-4) произрастающие на территории отдела «Агробиология» Центра экологии БрГУ имени А.С. Пушкина (г. Брест). Сортообразцы характеризуются хорошей степенью вызреваемости лозы, высокой урожайностью, устойчивостью к болезням и вредителям, повышенной зимостойкостью и являются перспективными сортами смешанного использования. Отметим, что почва и водный режим стационара благоприятны для плантационного выращивания винограда.

Выбор рабочего СГ, а также подбор концентраций осуществлялся после анализа литературных данных и лабораторных экспериментов на других культурах. Таким образом, для обработки мелонгозидом были выбраны концентрации 10^{-5} и 10^{-6}%.

Обработка сортообразцов проводилась на последней стадии созревания, во время накопления сахаров. После обработанные грозди на 30 минут закрывались светонепроницаемым целлофаном, так как мелонгозид подвержен разрушению при солнечном свете. Сбор обработанных гроздей, а также контрольных образцов (обработанных дистиллированной водой) проводился поэтапно. В день сбора каждого из сортообразцов, происходило взвешивание грозди, подсчет количества ягод в каждой грозди, определялась масса ягод, после удалялись косточки из ягод и получали виноградный сок, который далее замораживали для дальнейшего анализа.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета программы Microsoft Office Excel.

Полученные нами результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Ампелографичские показатели винограда при обработке мелонгозидом

Концентрация, %	Масса грозди, г	Кол-во ягод в грозди, шт	Масса ягод, г	Объем сока из 100 ягод, мл
V-1				
Контроль	35,5 ± 3,6	27,1 ± 2,25	33,7 ± 2,7	50,8 ± 1,6
МД-5	34,2 ± 5,1	26,4 ± 2,9	32,5 ± 5,1	46,8 ± 3,2
МД-6	43,2 ± 3,1	31,1 ± 1,6	40,8 ± 2,3	55,4 ± 2,2
V-2				
Контроль	43,2 ± 6,5	27, 65 ± 4,46	41,6 ± 6,8	35,5 ± 4,84
МД-5	72,7 ± 5,7	40,67 ± 5,86	69,1 ± 5,6	47,6 ± 4,75
МД-6	34,5 ± 6,8	21,6 ± 6,66	33,5 ± 6,8	32,4 ± 5,68
V-3				
Контроль	18,8 ± 5,6	16,3 ± 4,07	17,5 ± 5,4	32,85 ± 2,38
МД-5	17,4 ± 6,5	15 ± 3,36	15,9 ± 6,6	32,3 ± 3,02
МД-6	35,5 ± 4,6	22 ± 1,58	33,6 ± 5,5	39 ± 2,67
V-4				
Контроль	48,1 ± 5,9	34,3 ± 4,69	45,8 ± 5,7	42,4 ± 7,28
МД-5	43,3 ± 6,2	30,8 ± 5,48	41,1 ± 6,1	45,56 ± 6,4
МД-6	104,6 ± 5	67,6 ± 5,01	96,7 ± 7,1	59,8 ± 7,51

Примечание: V-1, V-2 – антоциансодержащие сортообразцы; V-3, V-4 – безантоциановые сортообразцы винограда; МД-5, МД-6 – мелонгозид в концентрации 10^{-5}% и 10^{-6}% соответственно

При обработке сортообразца V-1 лучшие результаты показал мелонгозид в концентрации 10^{-6}%: своим действием он увеличивает массу грозди на 17,8%, количество ягод на 12,9%, массу ягод на 17,5%, а объем сока получаемый из 100 ягод возрастает на 8,3%.

Для антоцианосодержащего сортообразца V-2 лучшие ампелографические показатели были при обработке мелонгозидом в концентрации

10^{-5}%: масса грозди увеличивается на 40,5%, количество ягод на 32%, масса ягод на 39,7%, а объем сока получаемый из 100 ягод возрастает на 25,4%.

В результате обработки сортообразца V-3 лучшие показатели у мелонгозида в концентрации 10^{-6}%: происходит увеличение массы грозди на 46,9%, количество ягод на 26%, масса ягод на 47,9%, а объем сока получаемый из 100 ягод возрастает на 15,8%.

Для сортообразца V-4 лучшие результаты мелонгозид показал в концентрации 10^{-6}%: масса грозди возрастает на 54%, количество ягод на 49,3%, масса ягод на 52,6%, а объем сока получаемый из 100 ягод увеличивается на 29%.

В ходе эксперимента было установлено, что оптимальной концентрацией мелонгозида для улучшения ампелографических показателей винограда является концентрация 10^{-6}%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Регуляция устойчивости фитопатосистем с помощью вторичных метаболитов растений / Н. Н. Балашова [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2004. – №1. – С. 3 – 16.

2. Balashova, I. T. Using of Steroid Glycosides (Saponins) in Agriculture. New Trends in Saponins / I. T. Balashova // Book of Abstracts Intern. Conf. of Saponins, Nancy Universite. July 9–11. – 2009. – P. 14.

3. Kölliker, R. Secondary metabolites: session 3. Plant Breeding: the Art of Brining Science to Life / R. Kölliker, B. Boller // Abstracts of the 20th EUCARPIA General Congress. Zurich, Switzerland. Agroscope, 29 August–1 September. – 2016. – P. 71 – 81.

4. Шуканов, В. П. Гормональная активность стероидных гликозидов растений / В. П. Шуканов, А. П. Волынец, С. Н. Полянская. – Минск : Беларус. навука, 2012. – 244 с.

УДК 57.016.5

Е.П. ХОЛОД
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: О.В. Корзюк, старший преподаватель

СТИМУЛЯТОРЫ РОСТА РАСТЕНИЙ

Развитие сельского хозяйства в значительной степени определяется необходимостью постоянного увеличения объемов выращиваемой продук-

ции и сокращения потерь в процессе уборки, переработки, хранения, что приводит к интенсификации сельскохозяйственного производства и увеличению антропогенной нагрузки на окружающую среду. В сельском хозяйстве широко используются биорегуляторы, которые принимают активное участие во многих жизненно важных процессах, происходящих в растениях на молекулярном уровне [1].

Препараты для регулировки роста растений широко распространены сейчас. Они существуют разных типов. Одни средства влияют на удачное корнеобразование, повышают уровень прорастания семян (огурцов, томатов, перцев). Другие больше действуют на утолщение стебля, способны регулировать цветение, формирование завязи. Большую роль эти средства играют в защите маленькой рассады. Еще выделяются стимуляторы роста растений, сделанные из природных вытяжек грибов, водорослей, бактерий, угля и торфа. А есть созданные штучным образом, тоже очень эффективны.

Янтарная кислота для растений содержится в буром угле, животных организмах и некоторых растениях, в янтаре. Приобрести этот препарат можно в виде таблеток или хорошо растворяющегося в воде белого порошка. Вещество нетоксично, неопасно даже при передозировке. Применяется янтарная кислота с целью лечения слабых растений, для стимуляции роста корней, при формировании новых побегов, увеличении количества цветков. Средство считается универсальным, но никак не удобрением. Готовят раствор способом растворения 2 г препарата в 1–2 литрах теплой воды. Используют не позднее, чем через 3 суток.

Гуминовые удобрения сделаны из натурального сырья: сапропеля, торфа, бурого угля. Гуминовые удобрения действуют на общее состояние почвы. Благодаря внесению таких веществ улучшается ее структура, влагоемкость, водопроницаемость повышаются, уменьшается плотность. Растение, посаженное в такую почву, получает все питательные вещества в доступной (усвояемой) форме. Лучше обрабатывать сами растения (замачивать семена или корни рассады), эффективность средства возрастает при контакте гуминовых кислот с самим растением. Придерживаться инструкции при работе с раствором очень важно.

Подкормка растений в домашних условиях приводит к ускорению их развития. Борная кислота часто используется с этой целью в садоводстве, огородничестве. Ее применение еще способствует увеличению количества завязи, улучшению вкусовых качеств полученных плодов. Препарат не вызывает ожога у человека при попадании на кожу, но может копиться в организме, плохо выводится почками. Избыток бора для растений опасен, проявляются симптомы: ожоги на нижних листках, пожелтение, скручивание верхних. Часто садоводами и огородниками используются такие биологические стимуляторы роста для растений, как ускорители цветения, со-

держащие гиббереллин. Даже если условия не позволяют в данное время ему выпустить завязь, некоторые препараты способны этому посодействовать. Подходят такие средства для обработки комнатных орхидей, помидоров, винограда, картофельных насаждений, то есть – разных культур. Самые популярные из них [2]:

– Бутон, препарат натурального происхождения, стимулятор цветения, плодообразования. Действующим веществом являются гиббереллиновые кислоты солей натрия. Средство «Бутон» увеличивает количество завязи, предотвращает их отпадание, появление пустоцветов, улучшает количество урожая, его вкусовые качества, гарантирует содержание витаминов.

– Гибберсиб, препарат для увеличения количества завязи на растениях, ускорения созревания цветков. Используется еще для защиты от плохих погодных условий, даже при них стимулятор в разы повышает урожайность.

– Иммуноцитофит, препарат для создания иммунитета у растений против мучнистой росы, серой гнили, фитофтороза, бактериозов.

– Корневин, стимулятор роста для растений, ускоряет корнеобразование. В продаже имеется в пакетиках по 5 г. Может использоваться в сухом виде: стебелек припудривается в порошке перед высадкой. Раствором (пакетик на 5 л воды) поливают мелкую рассаду после посадки в грунт. Некоторые специалисты утверждают, что для лучшего корнеобразования нужно обработать компост (можно взять «Байкал», «Гумат натрия»), которым удобряется почва. Это обеспечит повышенную урожайность, обеспечит защиту растениям при заморозках, улучшит микрофлору грунта.

– Циркон, препарат для усиления развития, укоренитель для маленькой рассады, корнеобразователь для семян. Действие «Циркона» помогает молодым насаждениям выжить даже в неблагоприятных погодных, световых условиях. Применение стимулятора снижает риск возникновения заболеваний (бактериоза, фитофтороза, фузариоза и др.), при этом он практически безвреден для людей, животных, насекомых.

– Гетероауксин полезен при корнеобразовании, но на этом работа питательного препарата не заканчивается. Обработка раствором помогает приживаться рассаде, повышает всхожесть луковичек и семян, предотвращает отпадание листиков, завязи. «Гетероауксин» повышает урожайность, выход семян из плодов, увеличивает их качество. Для пересаживаемой рассады готовят раствор (2 таблетки на 10 л воды), в котором и замачивают ее корни на 20 часов. После высадки поливают остатками жидкости.

– Эпин, препарат для омоложения уставших, ослабленных насаждений, стимуляции образования корней, повышения уровня защиты от вредителей и болезней, стресс-факторов.

Каждый препарат должен применяться только согласно инструкции. Любое отклонение может привести к печальным последствиям: противоположному результату или неконтролируемому росту растений. Добиться стимуляции роста помогут:

1) растворы «Гетероауксина» или «Корневина». Замочите в них семена на 6 часов, после высадите в грунт. Это увеличит процент всхожести;

2) препараты для укрепления и роста корней («Этамон», «Эпин»). После появления ростков необходимо позаботиться об образовании хорошей корневой системы;

3) средства для укоренения (к примеру, «Корневин»). Перед высадкой рассады в открытый грунт необходимо замочить ее в растворе стимулятора. После этого рекомендуется 2 раза в месяц обрабатывать насаждения «Этамоном» для их укрепления, адаптации, ускорения цветения.

Необязательно покупать средства для ускорения роста рассады или своих комнатных любимцев. Все, что нужно вам для этого, можете найти у себя дома. К примеру, сок алоэ очень полезен для создания корешков у черенка. Верхушки любой травы со двора, перетертые или замоченные – тоже отличный стимулятор. Раствором из проращенного и перетертого ячменя (настоять на воде) целесообразно поливать рассаду или цветы. Стимуляторы роста для растений можно приготовить еще из отвара сухих грибов, меда, яичного белка, веточек ивы, луковой шелухи.

Таким образом, с целью оптимизации питания культур в сельском хозяйстве используются специальные составы, стимулирующие рост. Стимуляторы роста растений представляют собой органические препараты с содержанием биологически активных веществ: витаминов, кислот, белков, аминокислот, микроэлементов, пептидов, гормонов, полисахаридов. Применение стимулирующих препаратов для растений различных видов оправдано эффективностью и высокой результативностью.

Стимуляторы применяются в частных хозяйствах, личных подсобных и приусадебных хозяйствах, на сельскохозяйственных производствах, в коллективных хозяйствах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биологически активные добавки – Випгруп [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.vipgroup.net/production-new/catalog/bad/. – Дата доступа: 29.11.2017.

2. Стимуляторы роста – Растения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sovets.net/6085-stimulyatory-rosta-dlya-rastenii.html – Дата доступа: 29.11.2017.

УДК 581.143.6

Д.А. ШАРКО
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель – С.М. Ленивко, канд. биол. наук, доцент

О ПРАКТИЧЕСКОМ ОПЫТЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТЕРОИДНЫХ ГЛИКОЗИДОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Современное сельское хозяйство нуждается в применении экологически безопасных средств защиты растений, направленных на снижение воздействия биотических и абиотических стрессов. Наиболее подходящими на роль современных средств защиты считаются природные соединения, в числе которых стероидные гликозиды (СГ) – биологически активные вещества стероидной природы, широко распространенные в растительном мире. Выделенные из ряда культур они могут применяться для защиты растений от патогенов и увеличивать их устойчивость к неблагоприятным факторам среды. В ряде литературных источников показан защитный эффект СГ и их аналогов при поражении грибными болезнями овощных культур [1], оказывая тем самым положительный эффект на семенную продуктивность и качество семян [2, 3].

Основу СГ составляет агликон (генин), состоящий из 27 углеродных атомов [4, 5]. По строению генинов СГ относятся к производным фуростанола (рисунок 1) или спиростанола (рисунок 2) [6]. Генин СГ спиростанолового ряда включает 6 циклов, четыре из которых (A, B, C, D) представляют циклопентанопергидрофенантреновый скелет (рисунок 3) с присоединенными к нему двумя кислородсодержащими кольцами – 5-членным E и 6-членным F [4, 5]. У СГ фурастанолового ряда кольцо F разомкнуто и в положении C-26 присоединена молекула глюкозы. Биогенетически взаимосвязь между спиростаноловыми и фуростаноловыми формами стероидных гликозидов не совсем ясна. Ранее предполагали, что фуростаноловые гликозиды являются предшественниками (промежуточной формой) при биосинтезе спиростаноловых гликозидов. Однако в последнее время высказывается иное мнение.

Для удобства пользуются тривиальными названиями этих веществ, образованных от видового или родового названия растения – источника его выделения с добавлением окончания «озид» для фуростаноловых (например, капсикозид – гликозид, выделенный из семян перца *Capsicum annum* L.) и «ин» для спиростаноловых (капсикозин – получен из того же источника) [4]. В таблице 1 приведены СГ, спектр действия которых на живые организмы активно изучается в настоящее время.

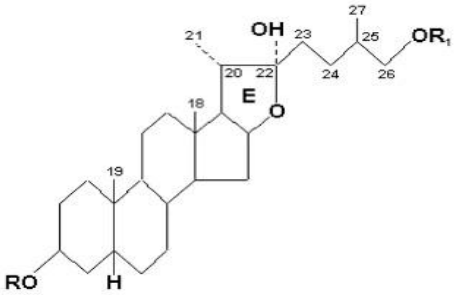


Рисунок 1 – Строение фуростанолового гликозида

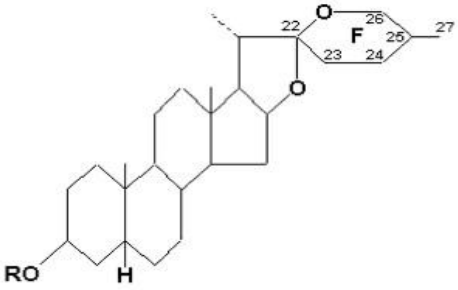


Рисунок 2 – Строение спиростанолового гликозида

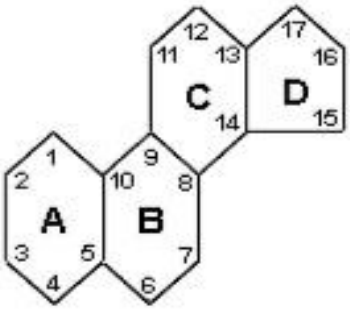


Рисунок 3 – Строение циклопентанопергидрофенантренового скелета

Различное химическое строение фуростаноловых и спиростаноловых гликозидов может отразиться и на их биологической активности. В связи с этим, нами были проанализированы доступные источники литературы по сравнению их действия в отношении ряда культурных растений.

Таблица 1 – Стероидные гликозиды и растительные источники их получения

Фуростаноловые гликозиды	Спиростаноловые гликозиды
Капсикозид – выделен из семян перца *Capsicum annum* L. Томатозид – выделен из семян томата *Lycopersicon esculentum* Mill. Физалозид – выделен из семян физалиса *Physalis viscosa* L. Мелонгозид – выделен из семян баклажана *Solanum melongena* L. Сомелонгозид – выделен из семян баклажана *Solanum melongena* L. Туберозид – выделен из семян картофеля *Solanum tuberosum* L. Лилиозид – выделен из листьев и стеблей лилии *Lilium lancifoliumi* Thunb. Рустикозид – выделен из семян табака *Nicotiana rustica* L. Никотианозид – выделен из семян табака *Nicotiana rustica* L.	Капсикозин – выделен из семян перца *Capsicum annum* L. Томатонин – выделен из семян томата *Lycopersicon esculentum* Mill. α-томатин – выделен из семян томата *Lycopersicon esculentum* Mill. Молдстим – выделен из семян перца *Capsicum annum* L. Экостим – выделен из семян томата *Lycopersicon esculentum* Mill.

В исследованиях И.Т. Балашовой с соавторами [6] проведена сравнительная оценка влияния СГ молдстима, физалозида и мелонгозида на семенную продуктивность перца сладкого и капусты белокочанной. Обработка растений растворами молдстима и физалозида в концентрации $5x10^{-4}$% приводит к повышению урожая и качества семян, а концентрации $1x10^{-3}$% молдстима и мелонгозида увеличивают семенную продуктивность. Автор обращает внимание на то, что физалозид проявляет себя более активено на растениях перца сладкого, чем молдстим. Это может быть связано с тем, что получен данный СГ из растений другого вида [6]. Также отмечено положительное влияние фуростаноловых гликозидов капсикозида и томатозида в работе С.Э. Карозы [7]. Во время эксперимента повышались концентрации СГ от 0,1 до 10 мг/л, что положительно сказывалось на всхожести семян, росте первичных органов и накоплении биомассы ячменя, в то же время показали неплохие результаты спиростаноловые гликозиды томатонин и капсикозин проявляющие свою активность в более низких концентрациях [7]. Схожие данные были получены С.Ю. Максимовских [8] при обработке капсикозидом семян яровых зерновых (мягкой пшеницы и ячменя), кукурузы концентрацией 0,1 г/т и картофеля – 0,01 %. Эффект проявился в формировании более густого посадочного материала и увеличении продуктивности фотосинтеза, что повышает устойчивость данных культур к неблагоприятным факторам среды [8]. Имеются сведения о стимулирующем эффекте сомелонгозида на всхожесть, энергию прорастания и урожайность семян баклажанов сорта «Днестровец», обработанных в 0,01%-ном раствором вещества [9]. В работах В.А. Бобейко [10] и С.Э. Карозы [7] проводилась обработка озимого ячменя СГ модстимом и экостимом в концентрациях 10–100 мг/л в фазах кущения и выхода в трубку наблюдалось увеличение длинны стебля [7, 10]. Благоприятное влияние в экспериментах И.Т. Балашовой [6] наблюдается и в опытах с огурцами при замачивании семян в 0,08% растворе α-томатина, при этом масса растений увеличивалась.

Анализ практического опыта использования СГ в растениеводстве рядом исследователей показал, что более высокой активностью обладают фуростаноловые гликозиды. Большинство экспериментов проведены на овощных культурах, однако имеющиеся данные невозможно применить к злаковым культурам в связи с видовыми и сортовыми особенностями растений, а также избирательным действием СГ. Поэтому актуальным является разработка этих соединений на злаках для расширения их спектра действия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стероидные глнкозиды как индукторы устойчивости растений к вирусной инфекции / И. Т. Лахматова [и др.] // Индуцированная устойчивость сельскохозяйственных культур к фитопатогенам : тез. докл. – Ростов н/д, 1989. – С. 12–13.

2. Мащенко, Н. Е. Использование 6-0-сульфата капсикозида для получения гибридных семян томата / Н. Е. Мащенко, П. К. Кинтя, Н. И. Бочарникова // Селекция и семеноводство овощных культур в XXI веке. : Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 24–27 июля 2000 г. – М., 2000. – Т. 2. – С. 74–75.

3. Поликсенова, В. Д. Влияние комплекса биологически активных веществ на семенную продуктивность и качество семян томата при семеноводстве с использованием пленочных теплиц / В. Д. Поликсенова // Селекция и семеноводство овощных культур в XXI веке : Междунар. науч.-практ.конф., Москва, 24–27 июля 2000 г. – М., 2000. – Т. 2. – С.140–141.

4. Строение и биологическая активность стероидных гликозидов ряда спиростана и фуростана / П. К. Кинтя [и др.] ; под отв. ред. Г. В. Лазурьевского. – Кишинев : Штиинца, 1987. – 144 с.

5. Химия спиростанолов / А. В. Камерницкий [и др.] ; под отв. ред. И. В. Торгов. – М.: Наука, 1986. – 176 с.

6. Роль стероидных гликозидов в экологизации семеноводства овощных культур / И. Т. Балашова [и др.] // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 1, № 9. – С. 83–91.

7. Кароза, С. Э. Особенности регуляторного действия стероидных гликозидов на устойчивость ячменя к грибной инфекции : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.12. – Минск, 1992. – 22 с.

8. Максимовских, С. Ю. Реакции растительного организма при воздействии стероидными гликозидами / Факторы устойчивости растений в экстремальных природных условиях и техногенной среде : материалы Всерос. науч. конф., Иркутск, 10–13 июня 2013 г. / Коллектив авторов. – М.-Берлин : Директ-Медия, 2015. – С. 145–146.

9. Способ получения стероидных гликозидов ряда фуростана, повышающих всхожесть, энергию прорастания семян и урожайность баклажанов : пат. РФ, МПК С 07 J 71/00 / С. А. Швец, П. К. Кинтя ; заявитель Ин-т генетики АН Республики Молдова. – № 2035469 ; заявл. 01.04.1991 ; опубл. 20.05.1995.

10. Фитогормонподобная активность стероидных гликозидов в связи с их химическим строением / В.А. Бобейко [и др.] // Физиология и химия культурных растений – 1995. – Т. 27, № 4. – С. 259–268.

УДК 628.01

В.А. ШМАНЕВА
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: И.Д. Лукьянчик, канд. с/х. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО КРАСИТЕЛЯ КАРМУАЗИНА НА РЕКОМБИНАЦИОННУЮ АКТИВНОСТЬ У ДРОЗОФИЛЫ

Актуальность. Совершенствование технологий производства продуктов питания способствовало увеличению разнообразия пищевых добавок, среди которых появилось большое количество веществ синтетического происхождения. В республике Беларусь в Законе "О качестве и безопасности пищевых продуктов" присутствует "Концепция ФАО/ВОЗ периодического пересмотра", суть которой состоит в проведении повторного рассмотрения конкретной пищевой добавки по мере накопления сведений о влиянии ее на организм человека или животных.

Весьма распространенными в наше время являются пищевые красители, среди которых для сокращения себестоимости продукта используются синтетические формы. Одним из них является кармуазин (Е122). Исследования влияния на живые организмы данного соединения представляют практический интерес и являются актуальными.

Цель – определить генетическую активность синтетического красителя кармуазина с использованием дрозофилы.

Материалы и методы. Исследование проводилось на базе лаборатории кафедры зоологии и генетики БрГУ им. Пушкина. Объект исследования – синетический краситель кармуазин (Е122). Тест-объект – дрозофила двух линий № 113 и Berlin. Для проведения исследования были взяты растворы красителя кармуазина в трех концентрациях, которые составляли ½, 1 и 2 части технически допустимой концентрации (сокр. ТДК). ТДК = 0,033 мг/л. Опытные растворы, соответственно, имели концентрации 0.016 мг/л, 0.033мг/л, 0.066 мг/л.

Приготовление питательной среды для дрозофилы проводилось по методике Медведева (1968). Краситель вводили в питательную среду в количестве 1:3 для F_1-поколения. Рекомбинационная активность кармуазина оценивалась по величине частоты кроссинговера между генами y, cut, v (находящимися в хромосоме I).

Результаты исследования. Анализ полученных результатов показал, что реакция на введение в питательную среду синтетического красителя в различных концентрациях была неоднозначной.

В опыте с красителем в концентрации 0,5 ТДК в локусе y-cut наблюдалось уменьшение частоты кроссинговера на 21,1 % по отношению к контролю, в локусе cut-v изменений не наблюдалось, а в локусе y-v, наоборот, имело место увеличение частоты кроссинговера на 11,4 %.

В опыте с красителем в концентрации, которая является технологической (1 ТДК), локус cut-v оказался не чувствительным к кармуазину ($t < 2$), а в локусах y-cut и y-v частота кроссинговера увеличилась соответственно на 9,6 % и 16,7 % по отношению к контролю.

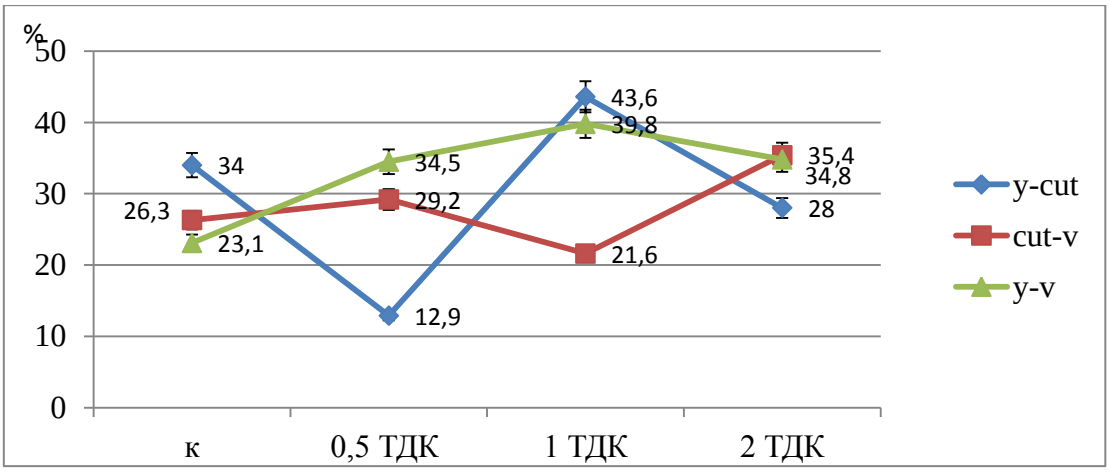


Рисунок 1 – Влияние растворов кармуазина на частоту кроссинговера в трех локусах хромосомы I дрозофилы

Увеличение концентрации до 2 ТДК привело к низковероятному снижению величины кроссинговера в локусе y-cut (на 6 %) и к достоверно значимому увеличению данного показателя в локусах cut-v и y-v соответственно на 9,1 % и на 11,7 % от контрольных значений.

Выводы. Введение в питательную среду для гибридов F_1 дрозофилы синтетического красителя Е-122 кармуазина в трех концентрациях (1/2, 1 и 2 ТДК) показало, что данная пищевая добавка оказывает влияние на генетический аппарат дрозофилы, как угнетая, так и повышая рекомбинационную активность в трех локусах хромосомы I. Наиболее чувствительны к кармуазину оказались локусы y-cut и y-v. Среди трех исследуемых концентраций красителя наиболее благоприятное воздействие имело место при использовании раствора 1 ТДК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козак, М.Ф. Дрозофила – модельный объект генетики : учеб.-метод. пособие / М.Ф. Козак. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. – 87 с.

УДК 615.814.5+638.178.8

С.А. ШПИГУН
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
Научный руководитель: Н.А. Чеботарёва, старший преподаватель

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ЦЕНТРЫ РЕГУЛЯЦИИ ФУНКЦИЙ ПРИ АПИТЕРАПИИ

Апитерапия (от латинского apis «пчела» и терапия – «лечение») – общее название области альтернативной медицины. Для лечения используют живых пчёл и продукты пчеловодства. Основными применяемыми средствами являются мёд, прополис, цветочная пыльца, маточное молочко, трутневый гомогенат, пчелиный подмор, перга, забрус, воск. Кроме этого используют пчелиный яд – это апитоксинотерапия.

Корни апитерапии уходят в древность. Известны упоминающие о ней китайские тексты двухтысячелетней давности, шумерские глиняные таблички, также достоверно известно об апитерапии в Древнем Египте. О ней писали Гиппократ и Гален. В 1888 году появилась публикация австрийского врача Ф. Терча об одном из первых клинических исследований апитерапии. Сегодня Ф. Терча признают «отцом» современной апитерапии. Он исследовал возможности лечения ревматических заболеваний ужалениями пчёл [1, с. 107].

Пчелиный яд – это специальный секрет, который выделяется измененными половыми железами рабочих пчел. Он является активной защитой пчелиной семьи. Во время одного ужаления пчела вводит от 0,2 до 0,8 миллиграмма яда.

Яд пчел содержит феромоны, токсины, ферменты, биологически активные амины. Смертельная доза яда для человека равняется примерно 0,2 грамма – это составляет от 500 до 1000 ужалений. В небольших дозах он способен вызывать различные физиологические реакции, которые приводят к нормализации нарушенного гомеостаза.

Положительное воздействие яда на нервную систему человека проявляется в сильном обезболивающем и противосудорожном действии, уменьшении отека головного мозга, стимуляции мозгового кровообращения. Кроме этого, применение яда вызывает снижение никотиновой и алкогольной зависимости, улучшает сон и память.

Действие на дыхательную систему проявляется в расширении бронхов, разжижении и выведении мокроты.

Пчелиный яд оказывает положительное действие и на другие системы органов организма человека. Так в пищеварительной системе уве-

личивается моторика кишечника и желудка, стимулируется образование пищеварительных ферментов, желчи и желудочного сока, улучшается работа печени.

Действие на кровь и кровообращения проявляется в снижении давление за счет расширения сосудов, разжижении крови, улучшении сердечной деятельности. Яд пчел имеет антиаритмическую активность, повышает количество эритроцитов и гемоглобина, увеличивает объем крови, препятствует образованию тромбов в сосудах за счет снижения агрегации тромбоцитов.

Под действием пчелиного яда в эндокринной системе увеличивается выработка кортикостероидов, стабилизируется функционирование щитовидной и половых желез, понижается сахар крови.

Кроме того, пчелиный яд обладает противовоспалительным, иммуностимулирующим, бактерицидным, противоаллергическим, рассасывающим действием, нормализует метаболизм, защищает от ионизирующего излучения.

Лечение пчелиным ядом является довольно эффективным методом терапии, который сочетается с медикаментозным лечением.

Другие компоненты апитерапии – это мед, цветочная пыльца, прополис, маточное молочко, воск, апизан (пчелозан), восковая моль, пчелиный расплод [1, с. 109–112].

Мед – это натуральный продукт, который содержит от 70 до 300 веществ. Это вода, сахара, жиры, декстрин, более 15 ферментов, аминокислоты, витамины – С, B_1, B_2, B_3, B_6, Е, К, А, Н, РР, Вс; органические кислоты – щавелевая, уксусная, яблочная, лимонная, винная, муравьиная и другие; неорганические кислоты – фосфорная, соляная; 37 химических элементов: железо, олово, калий, медь, кальций, магний, марганец, фосфор, натрий, алюминий, бор, никель, свинец, серебро, стронций, серу, титан, хром, барий, цинк, цирконий, галлий, ванадий, кобальт, молибден, висмут, германий, золото, литий, бериллий.

В организме человека мед полностью усваивается. Он является ценным продуктом питания и обладает широким спектром медико-биологических свойств. Мед имеет антибактериальные, иммуностимулирующие, десенсибилизирующие, противовоспалительные и другие свойства. Мед можно использовать наружно.

Цветочная пыльца улучшает состав крови, снижает риск инфаркта миокарда, онкологических болезней, активно предохраняет мозг и сетчатку глаза от кровоизлияния, улучшает снабжение клеток организма кислородом. Пыльца способствует регенерации клеток, помогает излечивать хронические колиты, расстройства эндокринной системы, некоторые нервные заболевания. Жителям городов, страдающим от грязного воздуха, не-

качественной воды, пищи из концентратов, пчелиная пыльца помогает очистить организм от шлаков и токсинов, а также нейтрализует побочные воздействия лекарств.

Прополис – натуральное вещество животно-растительного происхождения. Химический состав его сложен и, в основном, зависит от растений. Его основные свойства: уничтожает микроорганизмы (бактерии, вирусы, грибки, простейших), усиливает активность антибиотиков и уменьшает их побочные действия, стимулирует иммунитет, оказывает обезболивающее, противовоспалительное и антиоксидантное действие.

Маточное молочко – вещество, которое выделяется специальными железами пчел-кормилиц. Обладает выраженными антиоксидантными свойствами, улучшает микроциркуляцию, повышает выносливость организма при физических и эмоциональных нагрузках, нормализует обмен веществ, ускоряет выведение ядов, обладает противорадиационными свойствами.

Воск является продуктом восковых желез пчел. Жевание воска помогает отвыкнуть от курения, усиливает выделение слюны и желудочного сока. Воск используется в дерматологии, лечении кожных воспалений, ожогов и ран, стимулирует регенерацию [1, с. 115–117].

Апизан или пчелозан – это биологически активное вещество, которое выделяют из хитинового покрова пчел путем специальной переработки. Способен снижать нагрузку на печень, уменьшает количество жиров в крови, регулирует кислотность желудка, нормализует кишечную микрофлору, связывает и выводит токсины и продукты ионизации из организма, стимулирует иммунитет, обладает антиоксидантными свойствами, улучшает регенерацию, уничтожает микроорганизмы.

Восковая моль – это одна из ночных бабочек. Ее гусеницы питаются воском. Экстракт личинок восковой моли обладает кардиотропным, адаптогенным, гипотензивным действием, поэтому его можно использовать при лечении сердечно-сосудистых заболеваний и патологии органов дыхания. Применение экстракта личинок восковой моли уменьшает в крови уровень холестерина, стимулирует рост и дифференцировку клеток.

Пчелиный расплод представляет собой совокупность личинок, предкуколок и куколок рабочих пчел и трутней. Полученная из пчелиного расплода, однородная масса повышает уровень метаболизма, физическую активность во время физических нагрузок, обладает противоопухолевой активностью [1, с. 122–127].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Орлов, Б. Н. Зоотоксинология (ядовитые животные и их яды) : учеб. пособие для студентов вузов по спец. «Биология» / Б. Н. Орлов, Д. Б. Гелашвили. – М. : Высш. шк., 1985. – С. 107–127.

УДК 595.752.2

Р.С. ШУЛИНСКИЙ, В.А АСТРАМОВИЧ, Я.В. КОВАЛЕВ
Минск, БГУ
Научный руководитель: Н.В. Воронова, канд. биол. наук, доцент

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ ГРУППЫ ЦИТОХРОМОВ Р450 В ТКАНЕВЫХ ГОМОГЕНАТАХ ТЛЕЙ *MYZUS PERSICAE*, ПОДВЕРГНУТЫХ ДЕЙСТВИЮ ИМИДАКЛОПРИДА

Введение. Количество насекомых, устойчивых к одному или нескольким синтетическим органическим инсектицидам, возрастает с каждым годом, и до сих пор нет предпосылок того что эта тенденция может быть приостановлена или прекращена [1]. Для многих видов насекомых-фитофагов отмечается появление линий и популяций, устойчивых к инсектицидам применяемых в сельском хозяйстве [2]. Поскольку растения обладают развитой системой защиты от фитофагов, основной компонент которой, это продукция вторичных метаболитов, обладающих инсектицидным и/или репеллентным действием, в процессе питания насекомые-фитофаги вынуждены противостоять токсичному воздействию веществ, попадающих в их организм с пищей и способных оказать летальное или угнетающее действие на жизненно важные системы насекомых, вследствие чего естественный отбор способствует быстрому закреплению мутаций, ассоциированных с устойчивостью к инсектицидам [3, 4]. В случае вредителей с партеногенетическим размножением, таких как тли, кокциды, белокрылки, трипсы и др. единичная самка, обладающая устойчивостью к инсектициду, способна в короткие сроки дать начало многочисленной популяции. Благодаря эффекту основателя и партеногенезу, частота особей, несущих мутантный аллель, в восстановленной локальной популяции может достигать 100 % [5]. Как известно, за детоксикацию ксенобиотиков у насекомых отвечают такие ферменты как цитохромы Р450, эстеразы и глутатион-s-трансферазы. Следовательно, изучение активности ферментов системы детоксикации вторичных метаболитов растений, в частности цитохромов

P450, позволяет получить представление об устойчивости к инсектицидам того или иногда вида насекомых.

Материалы и методы. Тлей лабораторной линии *Myzus persicae* подвергали действию инсектицидного препарата «Биотлин», содержащего в качестве действующего вещества имидаклоприд, относящийся к группе неоникотиноидов. Эксперименты проводили в чашках Петри, дно которых было выстлано фильтровальной бумагой, смоченной несколькими каплями воды, для поддержания влажности. В каждую чашку помещали фрагмент листа моркови, размером 3х2 см, предварительно поместив его в раствор с инсектицидом. Листья в растворах выдерживались в течении 5 минут. Инсектицид применяли в разведении, рекомендуемом производителем. Концентрация действующего вещества в итоговом растворе составила 0,03 г/л. Подсчёт выживших особей проводили после 20 часов с начала эксперимента. Измерение активности цитохромов P450 проводили в тканевых гомогенатах интактных особей, а также насекомых, выживших после контакта с инсектицидом.

Для исследования активности цитохромов P450 использовали тканевой гомогенат, полученный с линий тлей *M. persicae*. Измерения активности цитохромов P450 проводили с применением флуориметрического метода Соуза с модификациями [6]. В каждую лунку 96-луночного планшета помещали 3 имаго и гомогенизировали с помощью пестика в 150 мкл 50 мМ Hepes-буфере (pH 7,0), после чего добавляли раствор субстрата (0,4 мМ 7-этоксикумарин в 50 мМ, фосфатном буфере (pH 7,2)) и инкубировали в течение 4 ч при 37 °С. Реакцию останавливали добавлением 100 мкл глицин-этанолового буфера (0,05 М раствор глицина с 0,05 М раствор NaOH) в 97% этаноле (pH 10,4). Каждая особь была предварительно взвешена для пересчета активности флуоресценции в тканевом гомогенате на единицу веса биоматериала. Контролем служили лунки, содержащие все компоненты реакционной смеси, за исключением тканевого гомогената. Флуоресценцию измеряли при длине световой волны испускания 390 нм и длине световой волны поглощения 460 нм. Активность флуоресценции была обусловлена образованием 7-гидроксикумарина [7].

Результаты и их обсуждение. При измерении активности цитохромов P450 в тканевых гомогенатах тлей *M. persicae,* ассоциированных с кормовым растением активность флуоресценции составила 17,94 относительных единиц флуоресценции (о.е.ф). Величина активности флуоресценции при пересчете на мг тканевого гомогената составила 12,15 о.е.ф/мг. При измерении активности цитохромов P450 у выживших особей подвергнутых инсектицидной обработке с пересчетом на мг тканевого гомогената величина флуоресценции составила 20,43 о.е.ф/мг. Следует отметить, что активность данного фермента повысилась более чем на 60%.

Выводы. Таким образом, можно заключить, что у лабораторных линий тлей *M. persicae*, подвергнутых действию инсектицидного препарата из группы неоникотиноидов (д/в имидаклоприд), наблюдается повышение активности цитохромов P450.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gordon, H.T. Nutritional factors in insect resistance to chemicals / Gordon, H.T. // Ann. Rev. Entomol. – 1961. – Vol. 6. – P. 27–54.
2. Onstad, D.W. Insecticide resistance management: Biology, economics and prediction / D.W. Onstad. – London, UK: Academic Press. – 2008. – 320 pp.
3. Feyereisen, R. Molecular biology of insecticide resistance / R. Feyereisen // Toxicol. Lett. – 1995 – Vol. 82, N. 3. – P. 83–90.
4. Шулинский, Р.С. Активность цитохромов P450 у тлей *Myzus persicae* Sulzler, ассоциированных с разным и кормовыми растениями / Р.С. Шулинский, Н.В. Воронова // Актуальные проблемы зоологической науки в Беларуси: материалы XI Зоологической Международной научно-практической конференции, приуроченной к десятилетию основания ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам» (Минск, 1–3 ноября 2017 г.). В 2 ч. / редкол.: О.И. Бородин [и др.]. – Минск: Издатель А.Н. Вараксин, 2017. – Т. 2. – С. 520–524.
5. Воронова, Н.В. Активность неспецифических эстераз и устойчивость к инсектицидам в лабораторных линиях тлей *Myzus persicae* (Sulzer) / Н.В. Воронова, М.М. Воробьева, Я.В. Ковалев, Р.С. Шулинский, А.Д. Раловец // Сборник статей II Международной научно-практической конференции «Итоги и перспективы развития энтомологии в Восточной Европе», 6−8 сентября 2017 г., ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам». – Минск, 2017. – С. 130–144.
6. A microfluorometric method for measuring ethoxycoumarin-O-deethylase activity on individual Drosophila melanogaster abdomens: interest for screening resistance in insect populations / G. de Sousa [et al.] // Anal. Biochem. – 1995. – Т. 229, № 1. – P. 86–91.
7. Energetic costs of detoxification systems in herbivores feeding on chemically defended host plants: a correlational study in the grain aphid, *Sitobion avenae* / L.E. Castaneda [et al.] // Journal of Experimental Biology. – 2009. – Vol. 212, № 8. – P. 1185–1190.