

ФГБОУ ВПО Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева

Биологический факультет

«СБОРНИК ТРУДОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ ИМ. Н.П. ОГАРЕВА»



Саранск 2011

УДК 57 (066)

ББК Е0

С232

Редакционная коллегия:

д.б.н В.В. Ревин (отв. редактор), к.б.н. А.А. Девяткин, д.б.н. В.А. Трофимов,
д.б.н. В.А. Кузнецов, к.б.н. М.В. Ромашкина,
С.В. Сусарев, В.И. Телятник (отв. секретарь)

Сборник трудов биологического факультета МГУ им. Н.П. Огарева – Саранск: Типография ООО «Мордовия – Экспо», 2011. – 88 с.

В сборнике представлены материалы работ биологического факультета. Работы проводились по трем основным направлениям: биотехнология, клеточная биология, биоэкология.

Материалы предназначены для преподавателей, аспирантов, научных работников и студентов вузов.

*Печатается в авторской редакции
в соответствии с представленным оригинал-макетом*

©Коллектив авторов, 2011

БИОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 604. 2: 547. 458

ПОЛУЧЕНИЕ БИОКОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В КАЧЕСТВЕ СВЯЗУЮЩЕГО ПОЛИСАХАРИДА ЛЕВАНА

Шилова А. В., Новокупцев Н. В., Ревин В. В.

На современном этапе развития человеческого общества все более широкое значение в жизни людей занимают древесные композиционные материалы, такие как ДСП, ДВП, МДФ, различного рода утеплители и многие другие. Они находят огромное распространение не только в России, но и в странах Европы, Азии и особенно в США. Широко применяемым и используемым древесно – полимерным композитом являются древесно – стружечные плиты. Существующие технологии их промышленного производства предлагают использование небезопасных с экологической точки зрения фенол - формальдегидных смол, которые также еще и обладают достаточно высокой себестоимостью. Кроме того, постепенно ужесточающиеся меры защиты природной среды требуют внедрения иных, соответствующих требованиям времени, технологий изготовления древесно – стружечных плит. В этом случае, с точки зрения экологической безопасности и чистоты приемлемым является использование в цикле производства вместо фенол – формальдегидных смол биологического связующего, полученного при культивировании *Azotobacter vinelandii* штамм Д – 08 на питательной среде с отходами пищевых производств таких как меласса, барда и молочная сыворотка, которое также обладает и относительно низкой себестоимостью по сравнению с токсичными и вредными адгезивами.

Бактерии рода *Azotobacter* относятся к 4 группе по классификации Берджи – грамотрицательные аэробные палочки и кокки. Это свободноживущие азотофиксаторы *азотобактеры*, к которым относятся *Azotobacter*, *Azomonas*, *Beijerinckia*, но не *Azospirillum*. Азотофиксаторы составляют важнейшую для биогеохимической машины планеты функциональную группировку микроорганизмов [1]. Данный микроорганизм является продуцентом высокоадгезивных полисахаридов, одним из которых является леван.

Леван (фруктан) — фруктановый полисахарид, в структуре которого остатки фруктозы. Он представляет собой нейтральный разветвленный полисахарид, построенный из остатков D-фруктофуранозы, которые в основной цепи соединены связями β -2 \rightarrow 6, а в местах разветвлений — α -2 \rightarrow 1. Молекулярная масса в зависимости от продуцента и условий выращивания колеблется от 5 до 1000 кДа [2].

Полифруктозаны образуются многими бактериями, если среда содержит сахарозу. Процесс образования леванов можно представить реакцией:



Реакция катализируется внеклеточной левансахаразой. На средах, содержащих сахарозу, такое образование левана с участием экзофермента бывает заметным благодаря появлению возле колоний небольших капелек левана [3]. В пищевой промышленности он используется как загущающий агент, как пищевая добавка с пребиотическими свойствами, обладающая холестеринпонижающей способностью. В косметологии важен увлажняющий эффект леванов для кожи. Увлажняющий эффект левана был сходен с эффектом гиалуроновой кислоты, леван обладает противовоспалительным действием, образует биопленки [4].

Целью данной работы явилась оптимизация состава среды и условий культивирования для выращивания микроорганизма *Azotobacter vinelandii* штамма Д – 08, а также получение биокомпозиционных материалов.

На первом этапе работы необходимо было оптимизировать условия культивирования нашего штамма. Для этого выращивание проводили на среде из отходов меласса : барда : молочная сыворотка в соотношении 3:2:5. Бактерию *Azotobacter vinelandii* штамм Д – 08 инкубировали в термостатируемом шейкере Environmental shaker – Inkubator ES – 20/60 при 250 об/мин и температуре 28°C, а также использовали статические условия выращивания микроорганизма. Культивирование проводили в течение 96 часов (4 суток). В ходе проведения работы было установлено, что рост *Azotobacter vinelandii* штамма Д – 08 в статических термостатируемых условиях при температуре 28°C полностью отсутствует в отличие от динамических. Это утверждение может быть подтверждено литературными данными, что все виды азотобактера аэробы [5].

Далее был проведен эксперимент по оптимизации условий культивирования в зависимости от способа засева нашего штамма. При этом мы использовали культуру, выращенную на жидкой питательной среде (так называемый «инокулят») и культуру произведенную с помощью скошенной агаризованной питательной среды («косяк»). Полученные посевные материалы засевали на питательную среду из отходов пищевых производств м : б : с в соотношении 3:2:5. В результате эксперимента было установлено, что содержание полисахарида в культуральной жидкости при использовании культуры на жидкой питательной среде и скошенной агаризованной питательной среде одинаковы. Максимальный выход при этом наблюдается на 3 сутки и составляет 29 г/л. При дальнейшем культивировании количество левана снижается до 27 г/л, что связано с уменьшением содержания питательных веществ в виде сахарозы и минеральных солей, и, следовательно, частичным лизисом и автолизом клеток бактерии, а также разрушением самого левана ферментами. Параметр рН при этом в обоих случаях существенно не отличается (на 3 сутки – 6,41 с косяка и 6,44 с инокулята) также как и вязкость, которая равна 3,75 Па·сек (37,5 Пуаз) при обоих условиях культивирования. При этом использовать скошенные питательные агаризованные среды с культурой бактерий при засеве на отходы нецелесообразно с точки зрения экономического фактора. Потому что в результате математических расчетов было установлено, что расход сахарозы при приготовлении жидкой питательной среды составляет 2г, а при скошенной агаризованной питательной среды – порядка 4г. При этом, в обоих случаях, производили засев питательной среды из отходов пищевой промышленности в количестве 1л. Следовательно, для культивиро-

вания *Azotobacter vinelandii* штамма Д – 08 на разных соотношениях сред из отходов пищевой промышленности будем использовать для засева культуру приготовленную на жидкой питательной среде («инокулят»).

В следующей серии опытов мы проводили работу по оптимизации состава сред приготовленных из отходов пищевых производств таких как меласса (отход сахарного производства), барда (отход спиртового производства) и молочная сыворотка (отход молочного производства). Известно, что для роста бактерий *Azotobacter vinelandii* необходимы такие компоненты, как углеводы, спирты, органические кислоты, минералы в виде фосфорных и кальциевых солей [6, 7]. Данные виды отходов были взяты не случайно, потому что они содержат большое количество питательных веществ, которые необходимы для роста данного микроорганизма, а, следовательно, и для образования и накопления полисахарида левана. Культивирование бактерий *Azotobacter vinelandii* (продуцента левана) проводилось на питательных средах, с различными соотношениями мелассы, барды и молочной сыворотки: 3:2:5, 5:2:3, 3:5:2 и 3:3:3. В результате мы получили несколько видов культуральной жидкости коричневого цвета с запахами, свойственные отходам сахарного, спиртового и молочного производств. Также были определены основные их параметры (рН, количество полисахарида, вязкость). При проведении исследования было установлено, что рН сред изменяется и достигает своего минимального значения на 3 сутки культивирования. Это связано с накоплением в среде продуктов жизнедеятельности микроорганизма – образованием органических кислот как продуктов не полного окисления углеводов и образованием самого левана, который является кислым гомополисахаридом. Показания рН среды является косвенным параметром роста бактерий, а, следовательно, и образования полисахарида левана, количество которого определяет адгезивные свойства биологического связующего. В итоге получили хороший выход полисахарида на выше указанных соотношениях сред. При этом максимальное образование левана на 3 сутки наблюдалось на среде соотношения м : б : с 5:2:3 и составило 60,17 г/л. Исходя из литературных данных, данное значение достаточно велико так как содержание полисахарида в культуральной жидкости строго зависит от условий культивирования и доходит до 25 г/л [8]. Очень высокий выход левана вероятно, объясняется высоким процентным содержанием сахарозы в мелассе при данном соотношении и составляет 32% в пересчете на мелассу (в свою очередь в чистой неразбавленной мелассе данное содержание соответствует 48%). Также высокий выход может быть связан с тем, что вместе с леваном, при его выделении осаждались компоненты отходов (белки, полисахариды, пигменты и др.). Уже к первым суткам накопление полисахарида было 52,43 г/л что говорит о достаточно высокой продуктивности нашего штамма бактерий. Для определения вязкости культуральной жидкости бактерий *Azotobacter vinelandii* использовали вискозиметр портативный ротаторный для определения вязкости растворов Viscotester VT-04F и по окончании 96 часов роста, после засева она была 3,75 Па · с (37,5 Пуаз).

На следующем этапе нашей работы мы изготавливали прессованные материалы из березовых опилок с использованием полученного биологического связующего на основе полисахарида левана с добавлением во все образцы 1% борной кислоты в качестве антисептика. Полученную пресс-массу подвергали горячему прессованию

на формовочном гидравлическом прессе GT – 7014 – Н при давлении равном 20 (26,1 МПа) и 30 (39,2) тонн, в течение 10 минут при температуре 100, 120 и 140⁰С. У полученных плит определяли их конструктивные показатели. В результате лабораторных исследований при производстве опытных образцов ДСП было установлено, что предел прочности при статическом изгибе плит толщиной от 7 до 13 мм, плотностью от 1083,9 до 1443,5 кг/м³ варьировал в пределах 7,2 – 52,4 МПа. Значению ГОСТ 10632 – 2007 «Плиты древесно – стружечные. Технические условия» соответствуют плиты полученные при 20Т и 140⁰С, а также 30Т и 100, 120 и 140⁰С и находятся в пределах 21,2 – 52,4 МПа [9]. Данные образцы имели низкую влагостойкость, разваливались во время испытаний и дальнейший замер толщины плиты и ее массы был невозможен. Скорее всего, время и температурный режим прессования были недостаточными для осуществления более полной адгезии (механической и молекулярно- адсорбционной) между адгезивом (культуральной жидкости на основе левана) и растительным субстратом (древесными опилками), а также поликонденсационных процессов левана, лигнина и определенной легкодоступной фракции гемицеллюлоз. В дальнейшем, при режиме прессования 30Т и 140⁰С образцы ДСП по показаниям водопоглощения и разбухания по толщине получились наилучшими. Значения при этом: водопоглощение – 7,2% и разбухание по толщине – 14,9% входят в пределы и соответствуют значениям ГОСТ 10632 – 2007. Отсюда можно сделать вывод, что полисахарид леван повышает влагостойкость по отношению к контрольным образцам, которые в свою очередь не прошли испытания по данным показателям.

Суммируя данные проведенной работы, можно сделать вывод, что замена адгезива на основе фенолформальдегидных смол на биологическое связующее является перспективной альтернативой для внедрения в производство изготовления древесно-стружечных плит и исключает эмиссию фенола в окружающую среду. Кроме того, использование отходов пищевых производств (мелассы, барды, молочной сыворотки), а также отходов при заготовке древесины, деревоперерабатывающей промышленности (в так называемых «отходах» оказывается не менее 30% промышленной древесины) позволит наладить безотходный цикл функционирования предприятий [10].

Список использованных источников

1. Заварзин Г. А. Введение в природоведческую микробиологию: Учебное пособие / Г. А. Заварзин, Н. Н. Колотилова. – М.: Книжный дом «Университет», 2001. – 256 с.
2. Abdel-Fattash A. F. Production of levansucrase from *Bacillus subtilis* NRS 33a and enzyme sēynthesis of levan and fructooligosaccharides/ A. F. Abdel-Fattash, D. A. Mahmoud, M. A. Esawy // *Curr. Microbiol.* – 2005. – V. 51, N. 6. – P. 402–407.
3. Шлегель Г. Общая микробиология / Г. Шлегель, под ред. Е. Л. Рубана; пер. с нем. под ред. Е. Н. Кондратьевой. – М.: Мир, 1989. – 476с.

4 Kim K. H. Cosmeceutical properties of levan produced by *Zymomonas mobilis* / K. H. Kim, C. B. Chung, Y. H. Kim, K. S. Kim // International Journal of Cosmetic Science. – 2006. – V. 28, N. 3. – P. 231–231.

5. Мищустин Е. Н. Микробиология. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 368 с.

6. Берцова Ю. В. Дыхательная защита нитрогеназного комплекса у *Azotobacter vinelandii* / Ю. В. Берцова, О. В. Демин, А. В. Богачев // Успехи биологической химии. – 2005. – Т. 45. – С. 205 – 234.

7. Larsen B. Biosynthesis of alginate. Part I. Composition and structure of alginate produced of *Azotobacter vinelandii* (Lipman) / B. Larsen, A. Haug // Carbohydr. Res. – 1971. – V. 17. – P. 287-296.

8. Четвериков С. П. Оптимизация условий культивирования и биосинтеза экзополисахарида *Azotobacter vinelandii* / С. П. Четвериков, Я. О. Логинов, С. А. Пигильцова, Д. В. Черкасова, О. Н. Логинов // Башкирский химический журнал. – 2006. – Т. 13. – №5. – С. 8-11.

9. ГОСТ 10632-2007. Древесно-стружечные плиты. – Взамен [ГОСТ 10632-89](#). – Введ. 2009-01-01. – М.: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС), 2007. – 16 с.

10. Ковальчук Л.М. Производство деревянных клеевых конструкции / Л. М. Ковальчук. – М. : Лесная пром-сть, 1987. – 248с.

УДК 602.3:577.118

ВЛИЯНИЕ ИСПОЛЬЗУЕМОГО ШТАММА ДРОЖЖЕЙ И КОНЦЕНТРАЦИИ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СУСЛЕ НА НАКОПЛЕНИЕ СПИРТА

Ерастова В.В., Белова Л.Н., Долотказина А.В., Левина Е.А., Вагапова Л.К.,
Атыкян Н. А, Ревин В. В.

Перспективным направлением селекции промышленных культур дрожжей является повышение устойчивости штаммов к ряду неблагоприятных условий культивирования, в частности: высоким температурам брожения, повышенной концентрации этанола, осмотически активных веществ, продуктов обмена веществ дрожжевой клетки. Сейчас уже получено несколько десятков штаммов отличающихся повышенной спиртоустойчивостью, термо- и осмоотолерантностью. Но наряду с методами селекции существует ряд приемов, основанных на оптимизации сред культивирования, которые также позволяют повысить уровень накопления этанола в среде. Сюда относят: внесение дополнительных источников минерального питания, полиненасыщенных жирных кислот и т.д. Ионы металлов вызывают особый интерес, т.к. они, не смотря на то, что содержатся в небольших количествах, способны вызывать значительные изменения физиолого-биохимических характеристик промышленных культур.

Целью работы стало сравнение уровня накопления спирта исходной и мутантной расой дрожжей в условиях дополнительного внесения ряда ионов металлов в

активационное сусло. В качестве объекта исследования был выбран исходный штамм дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* расса *Angel* и его мутант, отличающийся повышенной спиртоустойчивостью (до 15% объемный этанола в среде культивирования).

Эксперимент включал в себя 2 стадии: активацию дрожжей (24 часа) и сбраживание (72 часа). Зерно пшеницы урожая 2009 года подвергалось измельчению на мельнице Retsch PM100 при 400об/мин в течение 30мин до ультрадисперсного состояния. Для приготовления сусла с гидромодулем 1:3,5 вели разваривание водно-зернового замеса при 60°C в течение 30 мин, затем его подвергали осахариванию ферментными препаратами при 60°C в течение 60 мин. В колбы вносили по 100 мл подготовленного сусла и добавляли соли металлов (сульфат марганца, сульфат магния и сульфат цинка) из расчета 0,01 - 0,25 г/л. Засев сусла дрожжевой культурой вели путем смыва со скошенных питательных сред из расчета 0,20 – 0,23 г сухой биомассы на 1 л сусла. Активацию дрожжей вели в условиях интенсивной аэрации (150 об/мин) при 28°C в течение 24 часов в шейкере-инкубаторе. Затем добавляли свежее сусло в соотношении 1:1. Сбраживание вели в стационарных условиях при 30°C в течение 72 часов.

Цинк – важный микроэлемент, является компонентом алкогольдегидрогеназы – недиссоциирующего металлоэнзима, катализирующего реакцию синтеза этанола из ацетоальдегида в дрожжевых клетках. На рисунке 1 показана зависимость накопления спирта в бражке от используемого штамма дрожжей и от концентрации вносимого сульфата цинка. Оптимальная концентрация сульфата цинка при культивировании мутантного штамма равна 0,01 г/л (увеличение выхода спирта составило 6% к контролю). Концентрация этанола составила 9,1 % об. При повышении концентрации вносимой соли выход спирта сокращался и при 0,25 г/л был ниже, чем в контрольном испытании на 7 %. Для исходного штамма оптимальной стала концентрация равная 0,1 г/л, при этом выход спирта увеличился относительно контроля на 21% и составил 8,1% об.

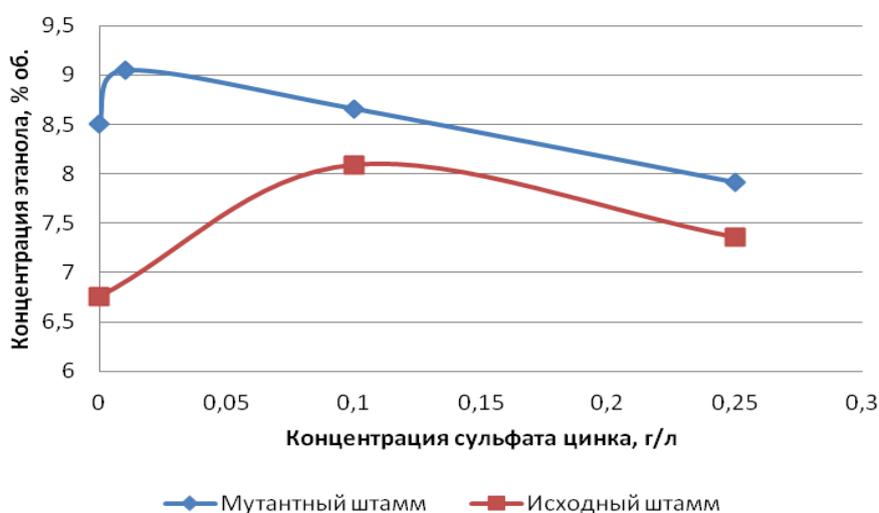


Рисунок 1 – Зависимость накопления спирта в бражке от используемого штамма дрожжей и концентрации вносимого сульфата цинка.

Магний способствует транспорту питательных веществ внутрь клетки, а именно, аминокислот и глюкозы, он активирует ряд ферментов гликолиза, в частности, гексокиназу и энолазу, принимает участие в реакции образования ацетоальдегида из пирувата под действием пируватдекарбоскилазы.

Оптимальная концентрация сульфата магния при культивировании мутантного штамма составила 0,01 г/л, при этом выход спирта увеличился на 5 % по отношению к контролю и достиг 8,8% об. этанола в бражке (рисунок 2). Оптимальная концентрация соли для исходного штамма составила 0,25 г/л. Выход спирта увеличился относительно контроля на 24% и достиг 8,4% об. Однако при концентрации соли магния 0,25 г/л начинаются процессы, ведущие к резкому сокращению выхода спирта и накопление спирта мутантным штаммом приближается к таковому для исходного.

Марганец, являясь важным элементом дрожжевого питания, необходим для дыхания и почкования дрожжей. Он участвует в осуществлении реакций цикла кребса, играет роль в активации энолазы.

Для сульфата марганца при повышении концентрации выход спирта увеличился, но несущественно, возможно сделать вывод, что в диапазоне концентраций 0,01-0,25 г/л данная соль не проявляет ни явного ингибирующего, ни явного активирующего воздействия на исследуемый штамм дрожжей (рисунок 3). Аналогичная закономерность наблюдается при культивировании исходного штамма.

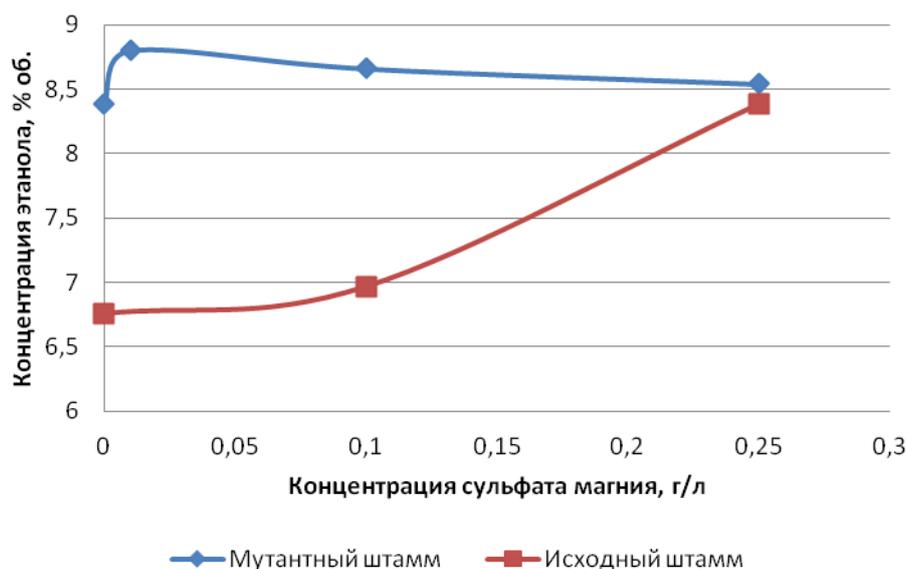


Рисунок 2 – Зависимость накопления спирта в бражке от используемого штамма дрожжей и концентрации вносимого сульфата магния

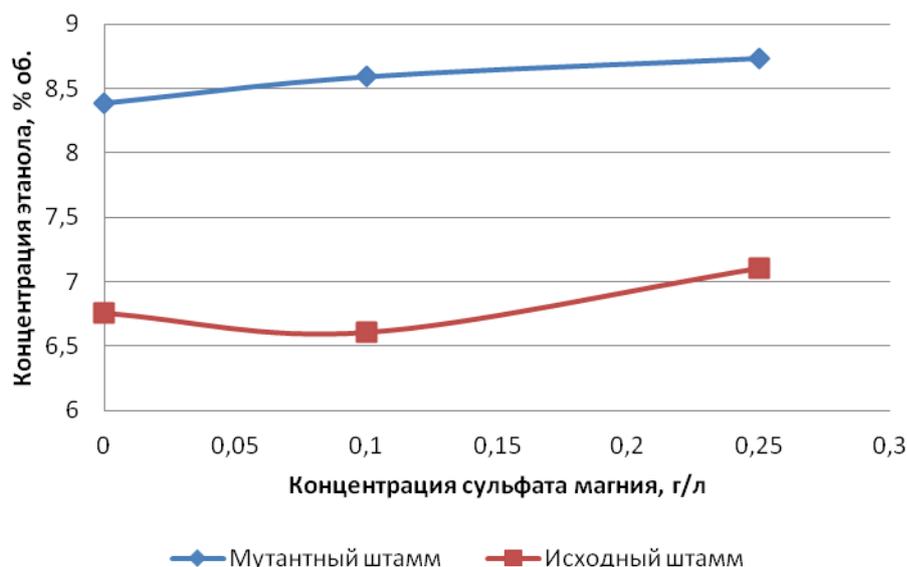


Рисунок 3 – Зависимость накопления спирта в бражке от используемого штамма дрожжей и концентрации вносимого сульфата марганца

Увеличение накопления спирта мутантной культурой в отсутствии дополнительных источников ионов металлов составило порядка 14-16% по отношению к исходному штамму. В тоже время внесение сульфата магния позволило значительно увеличить накопление спирта исходным штаммом до значений соотносимых с показателями мутантного штамма. Это еще раз доказывает возможность управления физиолого-биохимическими свойствами уже существующих промышленных культур дрожжей в сторону увеличения накопления целевого продукта.

УДК 602.3:663.531

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ НА НАКОПЛЕНИЕ ДРОЖЖЕВОЙ БИОМАССЫ ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ НА НЕДООСАХАРЕННОМ СПИРТОВОМ СУСЛЕ

Захаркин Д.О., Долотказина А.В., Белова Л.Н., Левина Е.А., Атыкян Н.А., Ревин В. В.

Увеличение спроса на этиловый спирт биологического происхождения привело к необходимости интенсификации и модернизации технологий его производства. Одним из наиболее перспективных направлений увеличения эффективности производства этилового спирта из зернового сырья выступает увеличение потребления использованного субстрата. Поставленная задача достигается двумя основными методами – использованием специфической расы дрожжей с подбором оптимума солевого состава сусла либо подбором оптимальных условий водно-ферментативной обработки с применением предварительного разваривания или тонкодисперсного измельчения [1,2].

Целью работы являлось выявление динамики накопления биомассы *S. Cerevisiae* расы Angel, при культивировании на сусле с лимитированным содержанием источника углеродного питания. В качестве экспериментального материала нами был выбран образец зерна пшеницы, характеризующийся следующими параметрами: сорность пшеница – 1,1, влажность зерна – 12,5, условная крахмалистость 56,3, проверенные по методикам [3]. Полученные результаты соответствуют данным, характерным для данного вида зерна, прописанным в частности в ГОСТ 9353-90 и могут быть использованы в спиртовой промышленности без каких-либо дополнительных требований. Использованный штамм дрожжей *s.cerevisiae* производства Angel Co. (КНР) характеризуется оптимумом активности при 27-30°C и способен использовать широкий спектр углеводов в качестве источника питания.

При проведении эксперимента нами было выбрано несколько вариантов измельчения зерна перед водно-ферментативной обработкой. Были использованы ножевые минимельницы Bosch МКМ6003 (Мексика) и ЛЗМ-1М (Россия), а также шаровая варио-планетарная мельница Retsch РМ100 (Германия). Продолжительность измельчения выбрана по рекомендациям разработчиков оборудования. Полученные пробы варьируют по среднему размеру измельченных частиц от 250 до 1 мкм. Для анализа переходящих в водно-зерновой замес (с гидромодулем 1:3) углеводов была проведена водная экстракция при 28°C в течение 120 минут. Как видно из результатов, отраженных в таблице 1, увеличение продолжительности помола и снижение размера частиц приводит к увеличению экстракции крахмалистых сахаров, в частности – мальтозы. Снижение динамики экстракции прочих сахаров по мере увеличения степени помола связано с практически полным их высвобождением.

Таблица 1. Влияние степени измельчения пшеничного зерна на накопление некоторых водорастворимых углеводов в водно-зерновом замесе при 120 мин экстракции при 28°C

Вид мелющего оборудования и продолжительность помола пробы	Мальто-триоза, мг/мл	Мальто-тетроза, мг/мл	Сахароза, мг/мл	Мальтоза, мг/мл	Глюкоза, мг/мл
Bosch МКМ6003 35 сек	2,33	2,46	4,09	3,44	1,33
Bosch МКМ6003 80 сек	2,81	2,73	4,32	4,91	1,61
ЛЗМ-1М 300 сек	3,72	3,65	5,45	6,33	2,43
Retsch РМ100 10мин / 400 об/мин	2,37	2,42	5,59	5,82	2,57
Retsch РМ100 20мин / 400 об/мин	3,39	3,05	5,68	6,32	3,07
Retsch РМ100 30мин / 400 об/мин	3,67	3,53	5,69	7,87	3,09
ЛЗМ-1М 300 сек с домолом Retsch РМ100 30мин / 400 об/мин	3,94	3,86	5,72	11,56	3,19

При внесении неактивированных дрожжей в водно-зерновой замес мы смогли проследить динамику потребления доступных сахаров дрожжами. Как известно из

литературных источников, дрожжи-сахаромицеты потребляют преимущественно гексозы и некоторые ди-, три- и тетрасахара на их основе [4]. В таблице 2 отражены данные ВЭЖХ анализа замеса. Прослеживается уменьшение концентрации мальтозы и прочих углеводов, содержащих глюкозу, концентрация которой в среде незначительно возрастает. Концентрация прочих гексоз снижается незначительно и, в ряде случаев, незначительно возрастает за счет высвобождения из димеров.

Таблица 2. Влияние степени измельчения пшеничного зерна на концентрацию углеводов в водно-зерновом замесе при 120 минутном накоплении биомассы *S.cerevisiae* при 28°C

Вид мелющего оборудования и продолжительность помола пробы	Мальто-триоза, мг/мл	Мальто-тетроза, мг/мл	Сахароза, мг/мл	Мальтоза, мг/мл	Глюкоза, мг/мл
Bosch МКМ6003 35 сек	1,16	1,27	3,72	2,57	3,01
Bosch МКМ6003 80 сек	1,84	3,03	3,98	3,19	3,24
ЛЗМ-1М 300 сек	1,97	3,11	4,46	4,02	3,39
Retsch РМ100 10мин / 400 об/мин	2,08	2,94	4,67	4,17	3,12
Retsch РМ100 20мин / 400 об/мин	2,47	3,27	5,23	4,88	3,33
Retsch РМ100 30мин / 400 об/мин	2,26	2,99	5,51	5,21	3,42
ЛЗМ-1М 300 сек с домолом Retsch РМ100 30мин / 400 об/мин	2,57	2,71	5,59	8,36	4,12

Анализ жизнеспособности клеток методом окраски трипановым синим показал, что максимальная жизнеспособность в данном опыте (76,6%) при 1.2073×10^6 живых клеток в мл достигнута при минимальном размере зерновых частиц среди выбранных образцов помола. По сравнению с пробой, помолотой до среднего размера 250 мкм, жизнеспособность возросла на 25%.

Проба с двухстадийным помолом была обработана комплексом ферментативных препаратов – Мезомэй-2500 (амилолитическая активность-2400ед АС/см³), Глюкомэй-8000(глюкоамилазная активность 7900ед ГлС/см³), Ламинекс (Целлюлазная активность-5000ед КМЦ/см³). Это позволило при 60 минутах гидролиза высвободить 73,5 мг/мл глюкозы и 39 мг/мл фруктозы. При активации дрожжей на этом сусле происходит преимущественное потребление свободной глюкозы и незначительное потребление мальтозы и мальтотетрозы. Накопление биомассы идет интенсивнее и к 120 минуте культивирования концентрация глюкозы падает на 9,2 %, концентрация мальтозы – до 35 мг/мл. Жизнеспособность клеток 98,1%, количество живых клеток в 8,3 раза выше, чем при культивировании на водно-зерновом замесе.

Таким образом, для проанализированного штамма *S.cerevisiae* var Angel характерно первостепенное потребление глюкозы и ее ди-, три- и тетраформ. Увеличение степени помола приводит к улучшению потребления зернового субстрата.

Список использованных источников

1. Wim Soetaert Biofuels / Wim Soetaert, Erik Vandamme. - New York : Wiley, 2011/ - 256 p.
2. Федоров В. А. Общая технология бродильных производств / В. А. Федоров, Е. Д. Фараджева. – М. : Колос, 2002. – 548 с.
3. Бутковский В. А. Технология зерноперерабатывающих производств / В. А. Бутковский, А. И. Мерко, Е. М. Мельников. – М. : Интерграфсервис, 2001. – 400 с.
4. Horst Feldmann Yeast: Molecular and Cell Biology / Horst Feldmann. – Berlin:Wiley-blackwell, 2010. – 334 p.

УДК 615.038:591.483

ИЗУЧЕНИЕ ФОСФОЛИПИДНОГО СОСТАВА ПОВРЕЖДЕННЫХ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ НЕРВОВ КРЫСЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ГИАЛУРОНОВОЙ КИСЛОТЫ

Исакина М.В., Дерова Л.А., Файзулова Ю.Р., Чиндяйкина А.А., Кочеткова Н.В., Ревин В.В.

Одним из проявлений пластичности периферической нервной системы является ее способность к регенерации в ответ на повреждение. Однако репаративные возможности нервной системы весьма ограничены, так как в процессе дифференциации нервные клетки утрачивают способность к делению, и регенерация может осуществляться только путем восстановления поврежденных или утраченных отростков и окончаний. Накопленные к данному моменту фактические данные позволяют утверждать, что нарушение липидного состава мембран является достаточно точным показателем патогенеза различных заболеваний в организме человека. Многие патологические состояния сопровождаются, прежде всего, изменением количества свободных жирных кислот (ЖК) и жирных кислот фосфолипидов, что может вызвать нарушение структуры и функции биологических мембран [1]. Фосфолипидный состав клеточных мембран может претерпевать существенные изменения при патологии периферических нервов. Помимо изменения содержания отдельных классов фосфолипидов, изменяется и их жирнокислотный состав, так как развитие болезней разной этиологии сопровождается окислительным стрессом, при котором повышается уровень продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ).

Установлено, что ряд препаратов может использоваться в регуляции дегенерационных и регенерационных процессов [2]. Несмотря на это, проблема поиска фармакологических стимуляторов восстановления нерва остается до сих пор актуальной. Одним из физиологически активных соединений, обладающих регенераторными свойствами, является гиалуроновая кислота [3]. Многочисленные исследования показали, что усиливающий регенерацию эффект гиалуроновой кислоты распространяется на различные системы организма [4]. Между тем, данных о влиянии гиалуроновой кислоты на периферическую нервную систему практически нет. В

связи с этим целью нашей работы было изучение жирнокислотного состава липидных фракций седалищного нерва крысы при перерезке и действии физиологически активных соединений – гиалуроната калия (препарата на основе гиалуроновой кислоты), а также оценка интенсивности протекания процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ).

Объектом исследования данной работы служили седалищные нервы белых беспородных крыс массой 170 – 290 г. Для создания модели патологии проводили перерезку нерва крысы. Перед операцией животным внутримышечно вводили Золетил (средство для общей анестезии) в расчете 10 мг/1 кг веса. У наркотизированных животных первой группы перерезали один из седалищных нервов, после чего рану зашивали, а другой нерв оставляли без изменений (контроль). На второй группе животных проводили интраоперационное введение 0,3-0,5 мл 1 % раствора гиалуроната калия. Животных обеих групп выводили из эксперимента через 6, 12 и 24 часа. Экстракцию липидов проводили по методу Блайя – Дайера. Метилловые эфиры свободных жирных кислот и индивидуальных липидов анализировали методом газожидкостной хроматографии с использованием газового хроматографа фирмы SHIMADZU GC-2010Plus AF (Япония). Полученные экспериментальные данные статистически обрабатывали с помощью пакета программ STAT 6.

В норме в общей фракции фосфолипидов (ФЛ) нами было обнаружено 11 жирных кислот (ЖК), среди которых преобладают ненасыщенные ЖК: олеиновая, линолевая, линоленовая и арахидоновая. Через 6 часов после повреждения нерва жирнокислотный состав данной фракции не претерпевает существенных изменений. Получены данные, согласно которым при индукции ПОЛ в мембранах нерва происходит снижение содержания пальмитиновой и стеариновой кислот в 1,8 и 1,9 раз соответственно. Наиболее выраженные изменения в составе ФЛ фракции травмированного нерва наблюдаются через 24 часа: происходит увеличение количества ненасыщенных жирных кислот, а именно, уровень олеиновой, линолевой, линоленовой и арахидоновой кислот возрастает в 1,12; 2,09; 2,39 и 6,6 раз соответственно. В связи с этим, во фракции ФЛ коэффициент насыщенности уменьшается на 60 % через 24 часа после перерезки относительно контроля. По нашим предположениям, причиной этого может быть активация фосфолипазы А₂, которая катализирует гидролиз фосфолипидов, в основном в sn-2 положении, характерном для ненасыщенных ЖК. На фоне введения ГК следует отметить увеличение содержания арахидоновой кислоты на 76,26 % и уменьшение бегеновой на 75,4%. Коэффициент насыщенности при этом снижается только на 30 % по сравнению с контролем. Таким образом, под действием препарата на основе гиалуроновой кислоты в перерезанном нерве крысы наблюдается снижение дисбаланса в жирнокислотном составе общей фракции фосфолипидов.

Аналогичная динамика в изменении жирнокислотного состава наблюдается во фракциях свободных жирных кислот (СЖК) и диацилглицерола (ДАГ). Во фракции СЖК происходит падение коэффициента насыщенности на 83,9% относительно контроля в результате возрастания содержания арахидоновой и линоленовой ЖК в 1,7 и 6,5 раз соответственно. Введение гиалуроната калия (ГК) подопытным животным приводит к перераспределению в составе СЖК и снижению коэффициента

насыщенности. Однако эти изменения оказались менее выраженными по сравнению с серией опытов, где ГК не использовался.

В следующих сериях эксперимента обнаружено, что ЖК – состав фракции диацилглицерола претерпевает не такие глубокие изменения по сравнению с фракцией СЖК. Динамика данного процесса остается прежней: коэффициент насыщенности снижается на 60,6 % относительно контроля за счет увеличения содержания ненасыщенных ЖК (линолевой на 42,2% и арахидоновой на 30,3 %). Под действием ГК изменения ЖК – состава происходят менее активно, т.к. коэффициент насыщенности снижается только на 24,5 % относительно контрольной группы.

Перерезка нерва вызывает глубокие изменения, сопровождающиеся накоплением первичных продуктов ПОЛ и, как следствие, изменением содержания насыщенных и ненасыщенных ЖК. Причем, при более длительных сроках от начала перерезки, интенсивность накопления диеновых конъюгатов (ДК) усиливается. Максимальное увеличение количества ДК происходит к 24 часам после перерезки и становится равным $0,602 \times 10^{-5}$ моль. После введения препарата гиалуроновой кислоты животным, подвергшимся перерезке седалищного нерва, также наблюдается увеличение количества ДК и составляет $0,375 \times 10^{-5}$ моль, однако обнаруженные изменения оказываются не столь выраженными относительно контрольной группы.

Таким образом, при перерезке седалищного нерва крысы возрастает содержание ненасыщенных и снижается количество насыщенных ЖК во фракциях СЖК, ДАГ и общей фракции ФЛ. Одновременно происходит накопление первичных продуктов перекисного окисления липидов – диеновых конъюгатов. Обнаружено, что при введении гиалуроната калия происходит угнетение процессов ПОЛ и наблюдаются изменения в жирнокислотном (ЖК) составе во всех исследованных липидных фракциях. Следовательно, гиалуроновая кислота участвует в регуляции дегенерационных и регенерационных процессов в соматических нервах. Вполне возможно, что реализация данного эффекта осуществляется через соответствующие рецепторы, находящиеся на поверхности нервного волокна. Поэтому представляется целесообразным дальнейшее изучение воздействия гиалуроновой кислоты на периферическую нервную систему, механизм которого до сих пор остается неизвестным.

Список использованных источников

1. Шнайдер, Н. А. Липидный обмен: введение / Н. А. Шнайдер, Е. А. Шаповалова // Вестник Клинической больницы №51. – 2008. – Т.3, №1-1. – С. 17 – 26.
2. Ревин, В. В Состав липидов соматических нервов крысы при действии повреждающих факторов / В. В. Ревин, М. А. Юданов, Г. В. Максимов // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2006. – Т.142, №8. – С. 155 – 157.
3. Рахматуллин, Р.Р. Биоматериал «Гиаматрикс» – новый биополимер на основе гиалуроновой кислоты (экспериментальное исследование) / Р.Р. Рахматуллин, Е.С. Барышева // Вестник ОГУ. – 2010. – Т.112, №6. – С. 88 – 91.
4. Mészár, Z. Hyaluronan accumulates around differentiating neurons in spinal cord of chicken embryos / Z. Mészár, S. Felszeghy, G. Veress // Brain Research Bulletin. – 2008. – V. 75, №4. – P. 414-418.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЭКЗОПОЛИСАХАРИДОВ

Назаркина М.И., Ревин В.В., Лияськина Е. В., Азикова М.И., Новышева Н.В.,
Смирнова М.А., Макаркина К.В., Тюрина М.С., Сапунова Н.Б.

Производство микробных полисахаридов является одной из перспективных отраслей биотехнологии.

Наиболее широкое применение и распространение получил бактериальный экзополисахарид ксантан – важный промышленный биополимер, который благодаря своим ценным и уникальным свойствам нашёл применение в пищевой, нефтяной, фармацевтической, горнодобывающей, текстильной, лакокрасочной и других областях промышленности. Однако в нашей стране ксантан в промышленном масштабе не производится.

Эффективными продуцентами ксантана являются бактерии *Xanthomonas campestris*. Для данного вида бактерий характерна изменчивость признаков, в том числе и различие по выходу ксантана и его физико-химическим свойствам [1,2].

Важным объектом биотехнологии является также бактериальная целлюлоза, которая благодаря своим сорбционным свойствам, биологической совместимости и высокой прочности находит применение в технике, медицине, биотехнологии, открывая новые горизонты нанотехнологии. Благодаря геле-пленке бактериальной целлюлозы восстанавливается кожный покров, из нее можно делать протезы кровеносных сосудов, а в перспективе регенерировать хрящ и костную ткань. Из нее изготавливают композиты, электроды, оптически прозрачные соединения, микроскопические электропровода [3].

Наиболее известным продуцентами бактериальной целлюлозы являются уксуснокислые бактерии *Acetobacter xylinum*.

В настоящее время исследование полисахарида левана приобрело особое значение в связи с открывающейся возможностью широкого его применения в медицине, в нефтехимической промышленности и ряде областей народного хозяйства. В пищевой промышленности леван используется как загущающий агент, как пищевая добавка с пребиотическими свойствами, обладающая холестеринпонижающей способностью. В косметологии важен увлажняющий эффект леванов для кожи. Производные леванов – сульфатированный, фосфатированный и ацетилированный леваны могут быть использованы как агенты против СПИДа. Леваны могут использоваться в составе покрытий для лекарственных препаратов, как сурфактанты.

Целью данной работы было изучение продуцентов ксантана, левана и бактериальной целлюлозы.

В ходе проведенных исследований выделена чистая культура уксуснокислых бактерий, образующих бактериальную целлюлозу.

Изучены культурально - морфологические свойства выделенной культуры. Выявлено, что на агаризованной среде бактерии образуют мелкие колонии диамет-

ром 0,5 - 1 мм, белого цвета. Выделенная культура представлена грамотрицательными палочками с закругленными концами, прямыми и слегка изогнутыми.

Изучены физиолого-биохимические свойства выделенной культуры. Показано, что выделенные бактерии являются каталазоположительными и потребляют следующие сахара: фруктозу, глицерин, сахарозу, глюкозу.

Количество бактериальной целлюлозы в стационарных условиях на среде с мелассой равно $10,077 \pm 0,515$ г/л.

Изучены культурально - морфологические свойства бактерий *A. vinelandii*. Клетки бактерий грамотрицательные, относительно крупные, обладают плеоморфизмом, форма от сферической до палочковидной. При изучении физиолого-биохимических свойств обнаружено, что бактерии

A. vinelandii каталазоположительные и способны утилизировать глюкозу, сахарозу, лактозу, фруктозу, глицерин. Обнаружено, что бактерии *A. vinelandii* при культивировании на среде Эшби и на среде Федорова с мелассой образуют максимальное количество левана на вторые сутки в количестве $3,853 \pm 0,030$ г/л и $3,203 \pm 0,137$ г/л, соответственно. Установлено, что максимальное количество полисахарида образуется на среде с сахарозой при использовании односуточного инокулята - $8,067 \pm 0,034$ г/л на 2 сутки культивирования. Вязкость культуральной жидкости составляла при этом $51,167 \pm 0,740$ Пуаз.

При изучении продуцентов ксантана обнаружено, что максимальное количество полисахарида образуется бактериями *X. campestris*, ВКМ В-2373D, M28, 316B, полученными в результате селекции на кафедре биотехнологии, и составляет $26,09 \pm 0,14$ г/л, $24,97 \pm 0,14$ г/л, $19,13 \pm 0,29$ г/л, соответственно. Меньшее количество ксантана образуют штаммы *X. campestris* ВКМ В-611 - $15,06 \pm 0,16$ г/л и *X. campestris* 2228 - $17,31 \pm 0,48$ г/л. Максимальное накопление ксантана совпадает со снижением прироста биомассы бактерий, что согласуется с литературными данными [2].

При изучении вязкости культуральной жидкости выявлено, что наибольшую вязкость имела культуральная жидкость бактерий *X. campestris* 316B, ВКМ В-2373D и M28: $5,36 \pm 0,40$ Па·с, $5,41 \pm 0,26$ Па·с и $4,98 \pm 0,20$ Па·с, соответственно, на 3 сутки культивирования.

Обнаружены отличия в способности образцов ксантана к осаждению. Образцы, полученные с использованием штаммов *X. campestris* ВКМ В-611, 316B, ВКМ В-2373D, осаждались одним объемом спирта. При отделении ксантана, полученного с использованием штаммов *X. campestris* 2228 и *X. campestris* M28, требовался двойной объем спирта. Предполагается, что особенности осаждения обусловлены различной молекулярной массой ксантана, образуемого различными штаммами *Xanthomonas campestris*.

При анализе внешнего вида ксантана также наблюдались отличия. Отделенный ксантан, который не был подвержен переосаждению, имел характерную окраску в зависимости от используемого штамма продуцента. По мере очистки ксантан приобретал более светлый оттенок.

Существенных различий при изучении вязкости 0,5 % растворов ксантана, полученного с помощью различных штаммов, не выявлено. Наибольшее значение вязкости имел ксантан, полученный с использованием штамма *X. campestris* ВКМ

B-2373D-6,24±0,02 Па·с, наименьшее, полученный с помощью *X. campestris* ВКМ *B-611 - 6,07±0,02* Па·с.

Из литературных данных известно, что на вязкость любого полимера влияют, прежде всего, факторы, определяющие объем, занимаемый макромолекулой в растворе: молекулярная масса, характер взаимодействия растворителя с полимером, строение полимера и концентрация раствора [4,5].

Содержание пирувата и ацетата в молекуле ксантана влияет на его структуру, что, в свою очередь, проявляется в изменении реологических свойств раствора полимера. В частности, установлено, что вязкость раствора ксантана выше в образцах с более высоким содержанием пировиноградной кислоты [6].

При анализе инфракрасных спектров образцов ксантана, полученных в результате культивирования различных штаммов *Xanthomonas campestris* выявлены различия в области частот $799-890\text{ см}^{-1}$, $890-900\text{ см}^{-1}$, $1730 - 1740\text{ см}^{-1}$. Сравнение спектров опытных образцов ксантана со спектром контрольного образца показало сходство анализируемых спектров.

В ходе исследований установлено, что анализируемые образцы ксантана термоустойчивы и сохраняют свои свойства при замораживании и оттаивании. При нагревании раствора ксантана нити в неупорядоченном клубке распадаются на двойные спирали, состоящие из единичных молекул. Неупорядоченные единичные спирали со временем могут делаться прочными при быстром охлаждении раствора ксантана. При постепенном охлаждении единичные молекулы вновь связываются в двойные спирали [2].

В ходе проведенного исследования установлено, что вязкость растворов ксантана, подвергнутых заморозке полностью восстанавливается при оттаивании до комнатной температуры, то есть исследуемые растворы сохраняют свои свойства при замораживании. Из литературных данных известно, что ксантан сохраняет свои свойства при многократном замораживании и оттаивании, чем и обусловлено его применение при изготовлении продуктов питания, подвергающихся замораживанию [7].

Список использованных источников

1. Гвоздяк Р.И. Микробный полисахарид ксантан / Р.И. Гвоздяк, М.С. Матышевская, Е.Ф. Григорьев, О.А. Литвинчук. - Киев: Наук. думка, 1989. - 212 с.
2. Лияськина Е. В. Биотехнология бактериальных экзополисахаридов/ Е. В. Лияськина, В. В. Ревин, М. В. Грошев, Ю. К. Лияськин. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2010.- 120 с.
3. Пиневиц А. В. Чудо - пленки, или Слово о бактериальной целлюлозе / А. В. Пиневиц // Весник Санкт-Петербургского университета. – 2007. - № 3. – С. 33-39.
4. Garcoia-Ochoa F. Xanthan gum: production, recovery, and properties / F. Garcoia-Ochoa, V.E. Santos, J.A. Casas, E. Gomez // Biotechnology Advances – 2002. - V. 18, N 9. – P.549 – 579.

5. Morris V.J. Rheology and microstructure of dispersions and solutions of the microbial polysaccharide from *Xanthomonas campestris* (xanthan gum)/ V.J. Morris, D. Franklin, K. Anson // Carbohydr.Res. - 1983. – V.73, N 121. – P. 12 - 30.

6. Polysaccharides: structural diversity and functional versatility / ed. by S. Dumitriu. - New York : Marcel Dekker, 2005. – 1224 p.

7. Базарнова Ю.Г. Применение натуральных гидроколлоидов для стабилизации пищевых продуктов / Ю.Г. Базарнова, Т.Е. Шкотова, В.М. Зюканов // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. - 2005. – Т.8, № 2. – С.84 - 87.

УДК 665.931

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ БРОДИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КЛЕЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Сыроватская Д.В., Кезина Е.В., Боярова Н.С., Телятник В.И., Кумакшева А.В.,
Шилова А.В., Кадималиев Д.А.

В последние годы проблема загрязнений, выделяемых строительными и ремонтными материалами, интенсивно изучается специалистами различных стран мира и России, т. к. они представляют серьезную угрозу здоровью населения. В воздухе жилых зданий может одновременно присутствовать более 100 летучих веществ, среди них наибольшее значение имеют: формальдегид, фенол, бензол, окислы азота, этилбензол, стирол, толуол, ксилол, ацетальдегид, ацетон, аммиак, этилацетат, окись углерода. Все эти вещества часто входят в состав как строительных материалов, так и синтетических клеев. Поэтому в настоящее время активно разрабатываются альтернативные клеевые составы на основе экологически безопасных компонентов. На предприятиях пищевой отрасли помимо выпуска готовой продукции несовершенство технологических особенностей производства приводит к образованию определенного процента брака изделий и отходов. Часть отходов пускается во вторичную переработку и не покидает пределов производства производственного объекта, а большая часть отходов не находит практического применения и вывозится на свалки. К отходам предприятий бродильных производств, содержащим значительное количество биомакромолекул (белков и полисахаридов), обладающих свойствами пластификаторов и адгезивов, благодаря которым их можно использовать в качестве основы для получения биоклея относятся послеспиртовая барда, пивные и спиртовые дрожжи, пивная дробина. На указанных отходах, кафедрой биотехнологии проводятся эксперименты по созданию биоклея, способного заменить применяемые в настоящее время синтетические клеи, а также фенолформальдегидные смолы при производстве древесно-стружечных плит.

Одним из наиболее дешевых и перспективных для получения биоклея отходом являются пивные дрожжи. Остаточные пивные дрожжи представляют собой густую массу со специфическим дрожжевым вкусом с небольшой хмелевой горечью и запахом, свойственным свежим дрожжам. Массовая доля сухих веществ в

остаточных пивных дрожжах до 15%. В состав остаточных пивных дрожжей входят белковые вещества (50-70%), жиры, гликоген, минеральные вещества, витамины (группы В, никотинная кислота, пантотеновая кислота, биотин, инозит, провитамин D – эргостерин и др.) Выход остаточных пивных дрожжей может составлять 1 кг на 1 гл пива [1,2].

Клеевые композиции получали путем обработки осадка остаточных пивных дрожжей растворами модификаторов 5% NaOH и 6% HCl в течение 30 минут вызывала распад клеток на 50 – 70%. Полученные модифицированные осадки использовали для составления клеевых композиций. Для придания определенной пластичности и устойчивости к загниванию [3] в качестве пластификатора использовали глицерин [4], а в качестве антисептика борную кислоту.

Прочность полученных клеевых композиций при склеивании бумаги соответствует требованиям ГОСТа [5] и составляет порядка 400 Н/м. Высокие прочностные характеристики данные клеевые композиции показали и при определении прочности по древесине. Однако, практически у всех клеев природного происхождения есть недостаток – они не влагостойки. Для повышения влагостойкости природных клеев используют различные добавки. Из литературы известно, что для повышения прочности и стойкости при получении иммобилизованных ферментов для сшивки носителя с катализатором используют глутаровый диальдегид, имеющий две функциональные группы на концах молекулы, связывающие аминогруппы с образованием азометиновых связей [6].

Глутаровый диальдегид в разном количестве в виде 5% раствора вносили в клеевые композиции полученные модификацией осадков гидрооксидом натрия, т.к. азометиновые связи в кислых средах не прочные. Для исследования влияния глутарового диальдегида на влагостойкость контрольные и опытные клеевые композиции в виде шариков помещали в воду на 24 часа и визуально прослеживали изменение структуры и формы. Контрольные композиции начали разваливаться уже через 2 часа, в то время как опытные сохраняли свою структуру от 10 до 24 часов, в зависимости от количества внесенного глутарового диальдегида (рис 1.). опытные образцы клеевых композиций с добавлением сшивки показали высокие прочностные характеристики клеевого шва при определении прочности склеивания по древесине. Образцы в вариантах без добавления глутарового альдегида после замачивания распались через 2 часа при очень небольшой нагрузке. В варианте опыта с добавлением 0,5 мл глутарового альдегида на 5 г. клея прочность склеивания до замачивания составила 13,2 МПа, после замачивания 5,2 МПа. Максимальной прочностью склеивания обладали образцы с добавлением 1,2 мл глутарового альдегида на 5 г. клея прочность склеивания до замачивания составила 27,8 МПа, после замачивания 17,0 МПа соответственно.



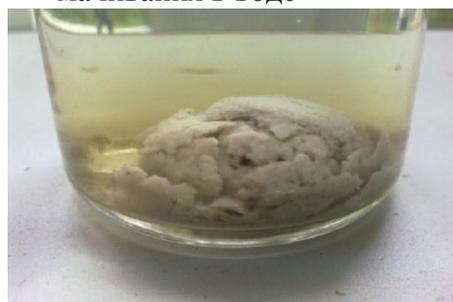
Клей с добавлением 1,2 мл 5% раствора глутарового альдегида в начале замачивания



Клей с добавлением 1,2 мл 5% раствора глутарового альдегида через 24 часа замачивания в воде



Клей без глутарового альдегида в начале замачивания



Клей без глутарового альдегида через 24 часа замачивания в воде

Рисунок 1. - Влагостойкость клеевой композиции с глутаровым альдегидом при замачивании в воде

Таким образом, получение новых адгезионных композиционных материалов из модифицированных отходов пивных производств, приведет к снижению экологической нагрузки с окружающей среды, созданию новой востребованной не токсичной клеевой продукции и рентабельности предприятий.

Список использованных источников

1. Минеральный состав сырых пивных дрожжей, дробины и гранулированной кормовой смеси / В.А. Афанасьев // Ветеринария и кормление.- 2009.-№ 3. – С.18-19.-1 табл.
2. Калунянец, К.А. Химия солода и пива / К.А. Калунянец. – М.: Агропромиздат, 1998.-176 с.
3. ГОСТ 3252 – 80. Клей мездровый. Технические условия. – Введ. 01.01.1981. – М.: Изд-во стандартов. – 1993. - 19с.
4. Thawien Bourtoom. Plasticizer effect on the properties of biodegradable blend film from rice starch-chitosan // Songklanakarin J. Sci. Technol. - 2008. - 30. - P. 149-165
5. ГОСТ 18992 – 80. Дисперсия поливинилацетатная гомополимерная грубодисперсная. Технические условия. – Введ. 01.01.1982. – М.: Изд-во стандартов. – 2003. - 19с.
6. Migneault I., Dartiguenave C., Bertrand M., Waldron K. Glutaraldehyde: behavior in aqueous solution, reaction with proteins, and application to enzyme crosslinking // BioTechniques. - 2004. - 37, №5. - P. 790 – 802.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРАХМАЛА ПРИ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ БИОПРЕПАРАТОМ

Бурова Ю.А., Бабакина Т.М., Захаркина А.С., Адаксина О.Н., Ибрагимова С.А.

Исследованиям различных сторон физиологии прорастания семян, разработке эффективных методов их предпосевной обработки с целью защиты от заболеваний и повышения жизнеспособности проростков придается большое значение.

В настоящее время наблюдается тенденция к увеличению применения биологических способов защиты растений, которые являются альтернативой фунгицидам химической природы, загрязняющим окружающую среду. В основе биозащиты - использование микроорганизмов, обладающих фунгицидными и ростстимулирующими свойствами.

Наиболее широко изученная и применяемая в области биометода группа – это микроорганизмы, населяющие ризосферу корневой системы и околокорневую зоны. Совокупность корневой системы с почвой представляет собой сложную экологическую нишу – ризосферу, заселенную полезными, вредными и нейтральными для растений микроорганизмами. Секреция клетками корня различных веществ обеспечивает питательными субстратами микроорганизмы, которые образуют с ним прочные ассоциации как в ризоплане (корневой поверхности), так внутри ризодермы (корневых тканей). При этом ризосферные бактерии обеспечивают регуляцию роста и развития, а также защиту растений от вредителей за счет обогащения почвы азотом и фосфором, продукции фитогормонов, витаминов, антибиотиков, сидерофоров и других веществ [1, 2].

Для увеличения продолжительности действия микроорганизмов на поверхности семян и в прикорневой зоне возможно применение различных связующих, в том числе полисахаридов (декстран, ксантан, МКЦ, крахмал) [3].

В связи с вышесказанным целью работы явилось подбор концентрации крахмала при обработке семян пшеницы биопрепаратом и исследование влияния полимерной композиции на ростовые характеристики злака.

Для предпосевной обработки использовался раствор крахмала концентрацией 0,05% и 0,1% с добавлением биопрепарата, разведенного в 100 раз. Контрольные семена замачивали в водопроводной воде. Через трое суток контролировалась энергия прорастания семян, а через семь – всхожесть, при этом также фиксировалась длина проростков.

Очень важным условием является сохранение жизнеспособности бактериальных клеток не только в процессе хранения биопрепарата, но и поддержание высокого титра активных клеток на обрабатываемом материале. Поэтому второй серией опытов явилось изучение влияния сроков хранения семян на продолжительность жизнеспособности бактерии *Pseudomonas aureofaciens* 2006 в полисахаридной оболочке (на поверхности обработанных семян). Наличие клеток на посевном материале

ле определяли методом смыва с семян на 1-е и 7-е сутки хранения после обработки. Со смыва готовили препараты для микроскопирования.

Важными показателями роста растений являются энергия прорастания и всхожесть. При сравнении энергии прорастания семян, обработанных биопрепаратом с контрольным значением отмечено увеличение показателя на 6%. Комплексная обработка семян биопрепаратом и полисахаридом способствовала дальнейшему увеличению ростового показателя еще на 2%. Однако, энергия прорастания в варианте обработки биопрепаратом и 0,05%- раствором полисахарида превышала на 5% значение с использованием 0,1%-го раствора. Применение только полисахаридов не оказало существенного влияния, данный показатель был в пределах ошибки опыта.

При исследовании влияния обработки семян на всхожесть отмечено, что в варианте совместного использования биопрепаратом и крахмалом наблюдалась 92% всхожесть, что на 9% больше контрольного значения. Таким образом, комплексная обработка способствовала более лучшему росту семян пшеницы, длина ростков в этих вариантах была больше в среднем на 4-6% контрольного, и на 5-7% у растений обработанных крахмалом без использования биопрепарата. Возможно это связано с тем, что полисахарид, обладая влагоудерживающей способностью, способствует дополнительному удержанию влаги вокруг зерна, что ускоряет процесс его прорастания. При сравнении концентрации крахмала для всхожести оптимальной также явилась 0,05% (таблица 1).

Таблица 1- Энергия прорастания и всхожесть семян пшеницы при различных вариантах обработки

Вариант обработки семян	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
контроль	81±1	83±1
биопрепарат, разведенный в 100 раз	87±1	92±1
биопрепарат + крахмал (0,05%)	89±1	97±1
биопрепарат + крахмал (0,1%)	84±1	90±1
крахмал (0,05%)	85±1	88±1
крахмал (0,1%)	83±1	86±1

При исследовании сохранности клеток бактерии *Pseudomonas aureofaciens* 2006 на поверхности семян показано, что в первые сутки после обработки в поле зрения заметно большое количество одиночных грамтрицательных палочек, что свидетельствует об их хорошем закреплении на поверхности семян. Повторное микроскопирование через 7 суток также свидетельствовало о наличии данных клеток на поверхности семян (рисунок 1). при всех вариантах обработки с использованием биопрепарата. К 14-м суткам хранения количество клеток значительно уменьшилось, что свидетельствует об их частичной гибели и потери жизнеспособности. Таким образом, можно рекомендовать хранить обработанный посевной материал в те-

чение 7 суток, при этом активное действие полисахаридной оболочки и биопрепарата будет сохранено.



Рисунок 1 - Смыв с семян, хранившихся в течение 7-и суток (10x100)

В ходе эксперимента было показано, что комплексная обработка биопрепаратом и крахмалом оказывает положительное влияние на ростовые показатели семян пшеницы. В опытных вариантах отмечено более интенсивное развитие ростков. В качестве связующего раствора для предпосевной обработки семян биопрепаратом можно рекомендовать 0,05% раствор крахмала. При этом максимальный срок хранения посевного материала, сохраняющий высокую жизнеспособность бактерий, составляет 5-7 суток.

Список использованных источников

1. Боронин А. М. Ризосферные бактерии рода *Pseudomonas*, способствующие росту и развитию растений. [Электронный ресурс]: - Статьи Соровского образовательного журнала - 1998. - Режим доступа: <http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/641.html>. - Загл. с экрана.
2. Петров В.Б. Микробиологические препараты в биологизации земледелия России / В.Б. Петров, А.Е. Казаков // Достижения науки и техники АПК. - 2002. - № 3. - С. 23-36.
3. Патент РФ 2421967, МПК А01С1/06. Способ получения оболочки для предпосевной обработки семян / Ревин В.В., Ибрагимова С.А. (Россия). Опубл. 27.06.2011, Бюл. №18, 3 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЛИЧЕСТВА ВНЕСЕНИЯ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА НАКОПЛЕНИЕ САХАРОВ В КОНЦЕНТРИРОВАННОМ СУСЛЕ

Романова М.А., Батяйкина Л.В., Вагапова Л.К., Атыкян Н.А., Ревин В.В.

Спиртовая промышленность – одна из пищевых отраслей, перерабатывающая зерно методами биотехнологии с использованием высокоактивных биологических катализаторов различного спектра действия. При этом в настоящее время в мировой практике среди них все большее применение находят ферментные препараты микробного происхождения. Можно отметить и возрастающий масштаб получения и применения ферментных препаратов как в объемах промышленной продукции (в среднем на 10–20%), так и развитие научных разработок, направленных на повышение активности продуцентов, полученных с использованием генной инженерии, на применение термофильных микроорганизмов, на создание мультиэнзимных композиций и иммобилизованных ферментов.

В России наиболее крупномасштабным потребителем ферментных препаратов является спиртовая промышленность (около 10 тыс. т). в настоящее время около 90% спиртовых заводов используют ферментные препараты микробного происхождения. Многие фирмы-производители работают над усовершенствованием ферментных систем. Рациональный подбор оптимальных ферментных систем целевого назначения позволяет создать конкурентоспособную технологию производства спирта, обеспечивающую повышение степени гидролиза крахмала зернового сырья, сбразивание концентрированного сусла, интенсификацию процесса спиртового брожения, сокращение потерь спирта и сырья и улучшения качества готового продукта[1].

В связи с этим целью нашей работы было подбор оптимальной мультиэнзимного комплекса для осахаривания концентрированного сусла и изучение его углеводного состава.

Анализируемым объектом в исследовании выступал зерновой замес с гидромодулем 1:3 (в качестве контроля) и 1:2. Использовалась зерновая смесь (рожь:ячмень:пшеница) в соотношении 1:1:1, предварительно измельченная на планетарной шаровой мельнице Retsch PM 400 до наносопоставимых размеров. Водно-ферментативная обработка проводилась при температуре сырья 60°C комплексом мультиэнзимных препаратов Мезомэй-2500 (Beijin Shifa Multi-Business Agency, КНР), Глюкомэй-8000 (Beijin Shifa Multi-Business Agency, КНР), Ламинекс БГ2 и Максазим NNP DS+ (Genencor International, Дания). Характеристики сырья представлены в таблице 1. Углеводный состав сусел изучался методом ВЭЖХ[2] на LC20 Prominence (Shimadzu, Япония) с использованием колонок SupelcoGel PB.

Таблица 1 – Характеристика сырья

Объект	Показатели	Значение
Мезомэй - 2500	Амилолитическая активность, ед АС/ см ³	4700,0±100,0
Ламинекс БГ2	Ксиланазная активность, ед КС/ см ³	1000,0±100,0
Максазим NNP DS+	Протеолитическая активность, ед ПС/ см ³	600,0±100,0
Глюкомэй - 8000	Глюкоамилазная активность, ед ГлС/см ³	7900,0±100,0
Ультрадисперсная зерновая смесь	Условная крахмалистость,	56,0±1,7
	Влажность, %	10,2±0,2

Первый этап работы включал приготовление сусел из зерновой смеси с внесением ферментных препаратов в различных вариантах.

Вариант 1 – 2,0 ед АС/г крахмала Мезомэй – 2500; 0,4 ед КС/г крахмала Ламинекс БГ2; 0,04 ед ПС/г крахмала Максазим NNP DS+; 6,2 ед ГлС/г крахмала Глюкомэй – 8000.

Вариант 2 – 2,2 ед АС/ г крахмала Мезомэй – 2500; 0,44 ед КС/г крахмала Ламинекс БГ2; 0,044 ед ПС/г крахмала Максазим NNP DS+; 6,8 ед ГлС/ г крахмала Глюкомэй – 8000.

Вариант 3 – 2,5 ед АС/ г крахмала Мезомэй – 2500; 0,5 ед КС/г крахмала Ламинекс БГ2; 0,05 ед ПС/г крахмала Максазим NNP DS+и 7,75 ед ГлС/ г крахмала Глюкомэй – 8000.

Вариант 4 – 3,0 ед АС/ г крахмала Мезомэй – 2500; 0,6 ед КС/г крахмала Ламинекс БГ2; 0,06 ед ПС/г крахмала Максазим NNP DS+; 9,3 ед ГлС/ г крахмала Глюкомэй – 8000.

Анализ углеводного состава полученных сусел(таблица 2), показал наличие таких моносахаров, как фруктоза, глюкоза, дисахаров – мальтоза, а также низкомолекулярных декстринов. Количественное содержание сахаров варьировало в зависимости от дозировки мультиэнзимного комплекса. Так при первом варианте внесения ферментов количество глюкозы составило 64,4 мг/мл в контрольном сусле и 72,4 мг/мл в опытном. При втором варианте внесения ферментных препаратов количество глюкозы составило 78 мг/мл в опытном сусле. Анализ количества сахаров сусла при четвертом варианте внесения ферментных препаратов показал небольшое накопление по сравнению с третьим вариантом и составило 88,3 мг/мл. Следовательно, предпочтительнее использовать мультиэнзимный комплекс третьего варианта внесения, чтобы избежать перерасхода ферментных препаратов.

Важнейшим фактором, от которого зависит действие ферментов является активная реакция среды – рН. Отдельные ферменты различаются по оптимальной для их действия величине рН. Изменение значения рН следующим образом влияет на молекулу фермента: влияет на состояние и степень ионизации кислотных и основных групп, влияет на ионизацию субстратов и кофакторов, влияет на ионизацию активного центра фермента, а как следствие третичную структуру белка и соответственно образование комплекса фермент-субстрат. Кроме того резкие сдвиги рН мо-

гут приводить к изменению конформации и денатурации фермента. Оптимумом pH называют такое его значение, при котором активность фермента максимальна.

Таблица 2 – Углеводный состав сусел

Гидро модуль сусла	Количество ферментов (вариант)	Мальто триоза, мг/мл	Мальто декстрины, мг/мл	Фруктоза, мг/мл	Глюкоза, мг/мл	Мальтоза, мг/мл
1:3(к)	1	4,53±0,21	23,55±0,16	12,20±0,01	64,40±0,48	19,50±0,35
1:2	1	9,61±0,12	30,79±0,15	18,27±0,11	72,40±0,56	24,80±0,56
1:2	3	19,6±0,21	56,2±0,24	23,0±0,13	84,90±0,54	44,30±0,23
1:2	3(подкисление)	9,23±0,17	23,7±0,14	11,07±0,45	105,4±0,32	25,2±0,14

Поэтому на следующем этапе работы было исследовано влияние значения кислотности субстрата на активность действия фермента Глюкомэй-8000. Для этого после стадии разваривания водно-зерновой смеси проводили подкисление 1n раствором серной кислоты до значения 4,2. Изначальное значение pH смеси составляло в пределах 6,0 – 6,2. Затем вносили препарат Глюкомэй-8000. Для дальнейшего анализа были выбраны варианты дозирования ферментных препаратов 2 и 3.

Анализ хроматограмм второго и третьего варианта сусла с подкислением показал увеличение накопления глюкозы по сравнению с таким же количеством внесения ферментов без подкисления. Это характеризует активность грибной глюкоамилазы ферментного препарата Глюкомей-8000, которая катализирует гидролиз линейных α -1,4-, так и разветвленных α -1,6-гликозидных связей крахмала, декстринов, олигосахаридов. Так максимальное накопление глюкозы составило 105,4 мг/мл(таблица 2).

В результате эксперимента получены следующие выводы оптимальное количество внесения мультиэнзимного комплекса составляет 2,5 ед АС/ г крахмала Мезомэй – 2500; 0,5 ед КС/г крахмала Ламинекс БГ2; 0,05 ед ПС/г крахмала Максазим NNP DS+и 7,75 ед ГлС/ г крахмала Глюкомэй – 8000 при оптимуме pH 4,2.

Список использованных источников

1. Лобанок А. Г. Новые ферментные препараты / А. Г. Лобанок // Производство спирта и ликеро-водочных изделий. – М.: Пищепромиздат, №1, 2005. – С. 23.
2. Wagner K. Chromatography Analysis / K. Wagner, K. K. Unger, R. Bischoff, G. M. Varga, K. Racaityke. – New York : Marcel Dekker, 2002. – 469 с.

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КСАНТАНА, ОБРАЗУЕМОГО РАЗЛИЧНЫМИ ШТАММАМИ *XANTHOMONAS CAMPESTRIS*

Назаркина М.И., Сыроватская К.В., Лияськина Е.В., Ревин В.В., Азикова М.И.,
Богатырева А.О., Макаркина К.В., Сапунова Н.Б., Тюрина М.С.

Ксантан - это ценный коммерческий полимер, занимающий ведущие позиции как добавка, улучшающая качество продуктов и различных технологических операций. Он имеет высокую вязкость, не разрушается в агрессивных физических и химических средах. Его можно использовать как стабилизирующий, эмульгирующий, загущающий агент.

Ксантан применяется в пищевой, нефтедобывающей, лакокрасочной, фармакологической, текстильной, парфюмерной, горнодобывающей промышленности, сельском хозяйстве, строительстве и медицине.

Свойства ксантана, необходимые для его широкого практического применения, зависят от многих факторов: температуры, рН, условий культивирования и используемого штамма продуцента. Эффективными продуцентами ксантана являются бактерии *Xanthomonas campestris*. Для данного вида бактерий характерна изменчивость признаков, в том числе и различие по выходу ксантана и его физико-химическим свойствам. Для большего выхода ксантана, необходимо создать наиболее благоприятные условия для культивирования *Xanthomonas campestris*.

Объектами исследования являлись штаммы *Xanthomonas campestris* ВКМ В-611, 2228, ВКМ В-2373D, 316В, М28 и образуемый ими ксантан

В ходе работы изучалась динамика накопления биомассы бактерий *X. campestris*. В результате проведенных исследований показано, что наибольшее количество биомассы образуется на 48 ч культивирования. Максимальное количество биомассы наблюдалось у штамма *X.campestris* М 28 - $3,11 \pm 0,07$ г/л, минимальное *X.campestris* 316В - $1,54 \pm 0,16$ г/л

Исследование динамики образования ксантана в течение 7 суток показало, что максимальное количество ксантана образуется на 72 ч культивирования.

Наиболее активными продуцентами ксантана являлись штаммы *X. campestris* ВКМ В-2373D, М28, 316В, образующие $25,96 \pm 0,11$ г/л, $25,01 \pm 0,10$ г/л, $18,82 \pm 0,13$ г/л ксантана.

При изучении динамики рН культуральной жидкости существенных различий между штаммами не выявлено. На первые сутки культивирования наблюдалось повышение рН культуральной жидкости, в дальнейшем наблюдалось закисление среды. В целом, значения рН были оптимальными как для роста бактерий, так и для образования ксантана (рН 6,5-7,5).

Изучение динамической вязкости показало, что максимальное значение вязкости на 3 сутки имела культуральная жидкость штамма *X. campestris* ВКМ В-2373D

- $5,41 \pm 0,26$ Па·с. На 7 сутки культивирования, максимальное значение вязкости имела культуральная жидкость штамма *X. campestris* 316В - $8,43 \pm 0,04$ Па·с.

После проведения двух переосаждений ксантан был подвергнут лиофильной сушке, в результате чего получали сухой порошок ксантана, который использовали для приготовления водных растворов.

Измерение динамической вязкости водных растворов ксантана, полученного с использованием различных штаммов *Xanthomonas campestris*, проводили при температуре 20 °С. Вязкость ксантана повышалась с увеличением концентрации полимера. По мере повышения концентрации растворы загустевали и при концентрации 1 % образовывали плотную гелеобразную структуру. Существенных различий в вязкости водных растворов ксантана, полученного с помощью различных штаммов, не выявлено.

УДК 602.3:579.83

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ДРОЖЖЕВОГО ЭКСТРАКТА В ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ НА НАКОПЛЕНИЕ АЛЬГИНАТА КУЛЬТУРОЙ *AZOTOBACTER VINELANDII* Д-05

Спогреева М.А., Костина Е.Г., Кручинкина Е.В., Котина Е.А.

В настоящее время исследование микробных полисахаридов приобрело особое значение в связи с открывшейся возможностью широкого применения их в медицине и ряде областей народного хозяйства. Большой интерес на сегодняшний день представляют бактерии *Azotobacter vinelandii*. Известно, что данная культура способна продуцировать в среде полисахариды, которые образуют гели различной плотности. Культура *Azotobacter vinelandii* синтезирует такие полисахариды, как леван и альгинат, последний находит применение в пищевой промышленности в качестве стабилизатора, в сельском хозяйстве - в качестве пленок, защищающих растения от высыхания. Культура используется в нефтяной промышленности в качестве агента для полного извлечения нефти из нефтяных пластов. Однако данных, касающихся биосинтеза альгината бактериальными клетками, на сегодняшний день недостаточно. Поэтому исследования по подбору оптимальных условий культивирования бактерий рода *Azotobacter* являются весьма актуальными.

Целью данной работы было изучение влияния концентрации дрожжевого экстракта на рост и биосинтез полисахарида культурой *Azotobacter vinelandii* Д-05.

Проводили глубинное культивирование *Azotobacter vinelandii* на среде следующего состава (г/л): KH_2PO_4 - 0,2; K_2HPO_4 - 0,8; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - 0,2; $\text{CaSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - 0,1; FeCl_3 - следы; Na_2MoO_4 - следы; дрожжевой экстракт - 0,5; сахароза - 20,0. Дополнительно в питательную среду вносили дрожжевой экстракт в концентрации 0,01 %, 0,05 %, 0,1 %. Контролем служила среда без добавления источника азота. Культивирование проводили на термостатируемой Incubator ES – 20/60 при температуре 28 °С и 200 об/мин в течение 5 суток. Определение биомассы осуществляли весовым методом. Выделение альгината из культуральной жидкости проводили при помощи переоса-

ждения изопропиловым спиртом. Осадок промывали чистым изопропиловым спиртом и сушили до постоянной массы.

В ходе проведенных исследований было установлено, во всех вариантах опыта рост бактерий имел вид кривых типичных для периодического культивирования. Полученные результаты показывают, что во всех опытных пробах и контрольном варианте максимальный уровень биомассы зарегистрирован на 3 сутки, а к 5 суткам наблюдалось ее снижение (рисунок 1).

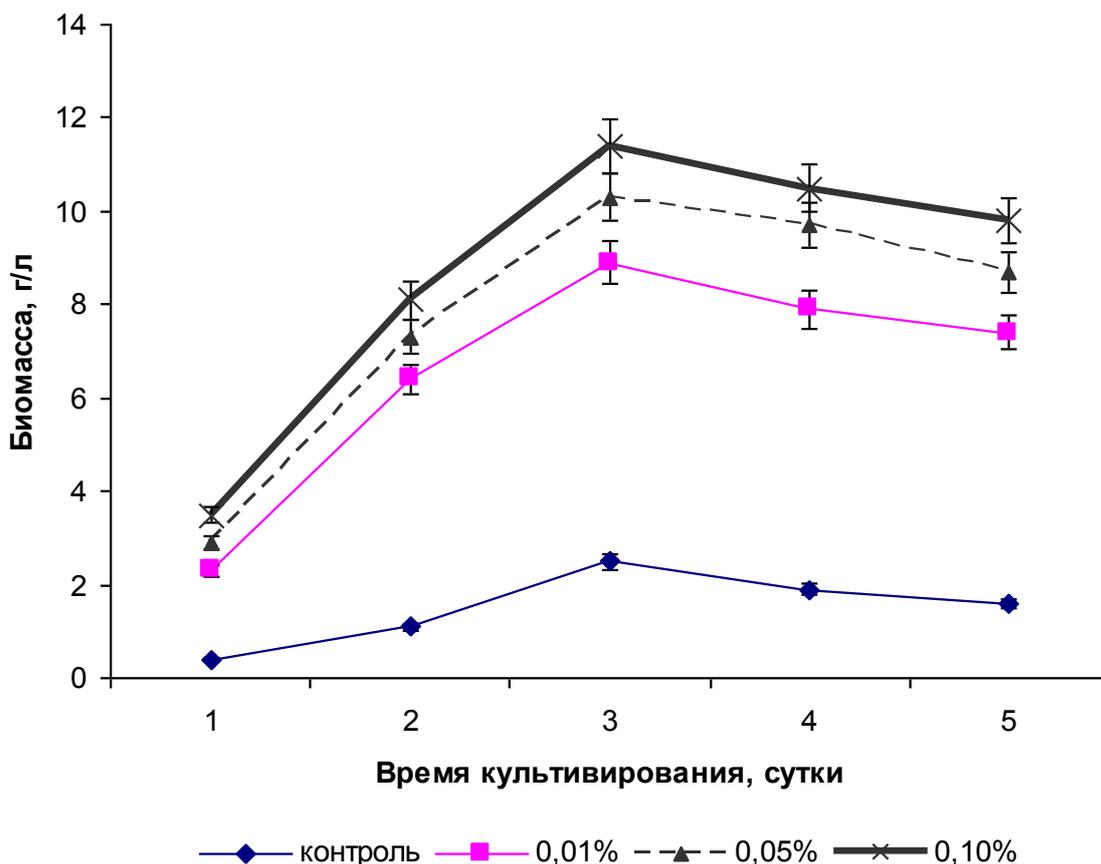


Рисунок 1 – Накопление биомассы *Azotobacter vinelandii* Д- 05 при культивировании на среде с различным содержанием дрожжевого экстракта

Самый низкий уровень биомассы зарегистрирован в контрольном образце и составил 2,5 г/л на 3 сутки. Внесение дрожжевого экстракта стимулировало ростовые процессы. Так в варианте с 0,01% дрожжевого экстракта уровень биомассы к первым суткам был равен 2,3 г/л. К 3 суткам данный показатель увеличился до 8,9 г/л. При культивировании на среде с 0,05% дрожжевого экстракта содержание биомассы на 3 сутки роста составило 10,3 г/л, что в свою очередь больше на 75%, чем в контроле. Увеличение концентрации дрожжевого экстракта в питательной среде до 0,1% привело к незначительному повышению уровня биомассы (11,4 г/л, 3 сутки).

Анализируя данные по накоплению альгината в культуральной жидкостью исследуемым микроорганизмом можно отметить, что максимальный уровень экзополисахарида наблюдался во всех вариантах на 4 сутки (рисунок 2).

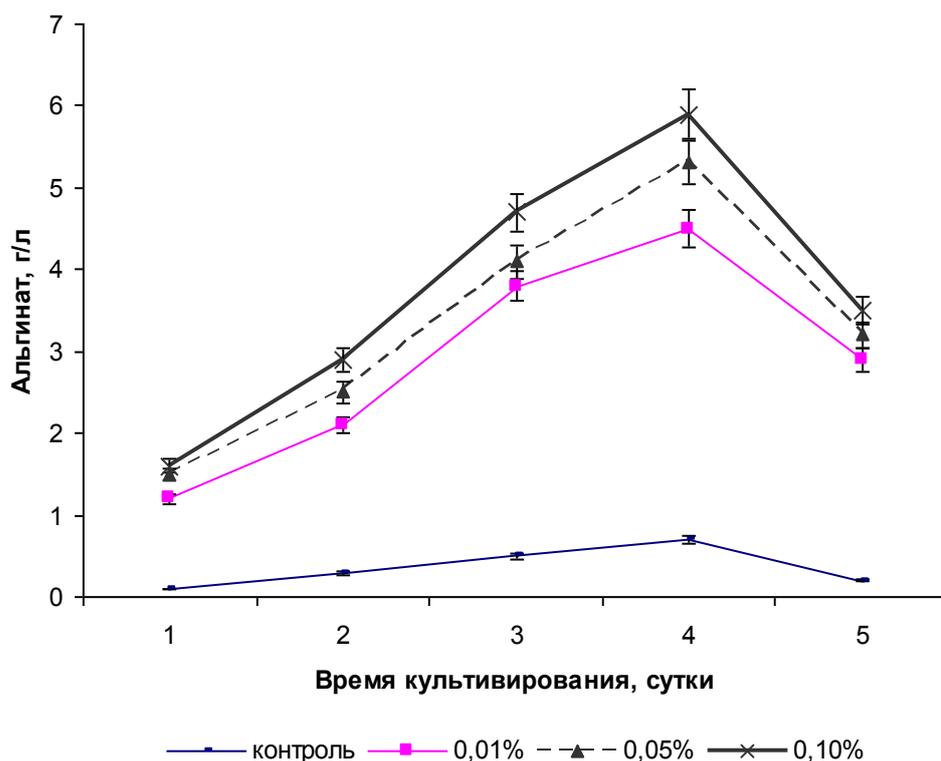


Рисунок 2 – Влияние концентрации дрожжевого экстракта на выход альгината *Azotobacter vinelandii* Д- 05

Установлено, что наименьший синтез альгината происходил в контрольном варианте (0,7 г/л). Максимальный уровень альгината зарегистрирован в варианте с 0,1% дрожжевого экстракта и составил 5,9 г/л, что больше на 88 %, чем в контрольном варианте, и на 34 и 11% по сравнению с вариантами 0,01 и 0,05% дрожжевого экстракта.

Таким образом, оптимальной концентрацией дрожжевого экстракта в питательной среде для роста и максимального выхода альгината культурой *Azotobacter vinelandii* Д-05 является 0,05-0,1%.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ХИМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ НА АДГЕЗИОННЫЕ СВОЙСТВА ПОСЛЕСПИРТОВОЙ БАРДЫ

Борисов С.В., Кезина Е.В., Боярова Н.С., Кумакшева А.В., Паршин А.А.

Клеи – композиции на основе веществ, способных соединять, склеивать различные материалы благодаря образованию между их поверхностями и клеевой прослойкой прочных адгезивных связей. В случае клеевых соединений адгезия – это сцепка между клеящим веществом (адгезивом) и склеиваемой поверхностью (субстратом). В качестве заменителей дорогостоящих компонентов природных клеев могут выступать отходы бродильных производств. Белки, входящие в их состав стабилизированы, за счет связей с другими соединениями, а адгезивные свойства биополимеров во многом определяются взаимным расположением и взаимодействием функциональных групп молекул. Для раскрытия реакционно-способных групп белков необходимо проводить модификацию.

При составлении клеевых композиций использовались модифицированные пивные дрожжи с влажностью 70-74%, а также послеспиртовая барда с влажностью 73-76%. Полученные клеевые композиции имели вязкую, тягучую консистенцию, с характерным запахом отходов бродильных производств. Цветность клеевых композиций варьировала от светло-коричневых до темно-серых. Полученные образцы характеризовались повышенной биостойкостью к заражению в течение 30 суток. При хранении не происходило образование гнилостного запаха, изменения вязкости и расслоения клея, что говорит о том, что данные клеевые композиции пригодны для длительного хранения без потери их товарных качеств.

Результаты исследования на прочность по бумаге показали, что использование кислот и щелочей в качестве модификаторов отходов оказывают влияние на адгезионные свойства послеспиртовой барды (таблица 1.1, 1.2, рисунок 1.1, 1.2).

Таблица 1.1 – Клеящая способность на условную полоску (крафт-бумага) модифицированной послеспиртовой барды при разрыве по ГОСТ 6034 – 74

Разрушающее усилие, Н	Барда модиф. соляная кислота 2%	Барда модиф. соляная кислота 4%	Барда модиф. соляная кислота 6%	Барда модиф. гидроксид натрия 2%	Барда модиф. гидроксид натрия 4 %	Барда модиф. гидроксид натрия 6 %	Барда без модификации
	2,52±0,13	2,96±0,15	2,43±0,12	1,93±0,09	4,37±0,22	5,55±0,28	2,21±0,1

Из представленных данных видно, что нативная барда обладает слабыми клеящими свойствами, что обусловлено химическим составом, а именно в состав твердой фракции входит небольшое количество растворимых полисахаридов, основным компонентом являются остатки зерновых оболочек, содержатся также дрожжевые клетки.

Наибольшее значение разрушающего усилия при склеивании бумаги наблюдалось при использовании 4% соляной кислоты (таблица 1.1).

Использовании в качестве модификатора гидроксида натрия в концентрации 2 % наблюдалось снижение клеящей способности, что может быть связано с нейтрализацией заряда функциональных групп содержащихся в барде и общей нейтрализацией pH среды.

Дальнейшее повышение концентрации модификатора (гидроксида натрия) привело к резкому повышению клеящей способности модифицированной барды, при использовании в качестве модификатора гидроксида натрия в концентрации 4 % (рисунок 1.1).

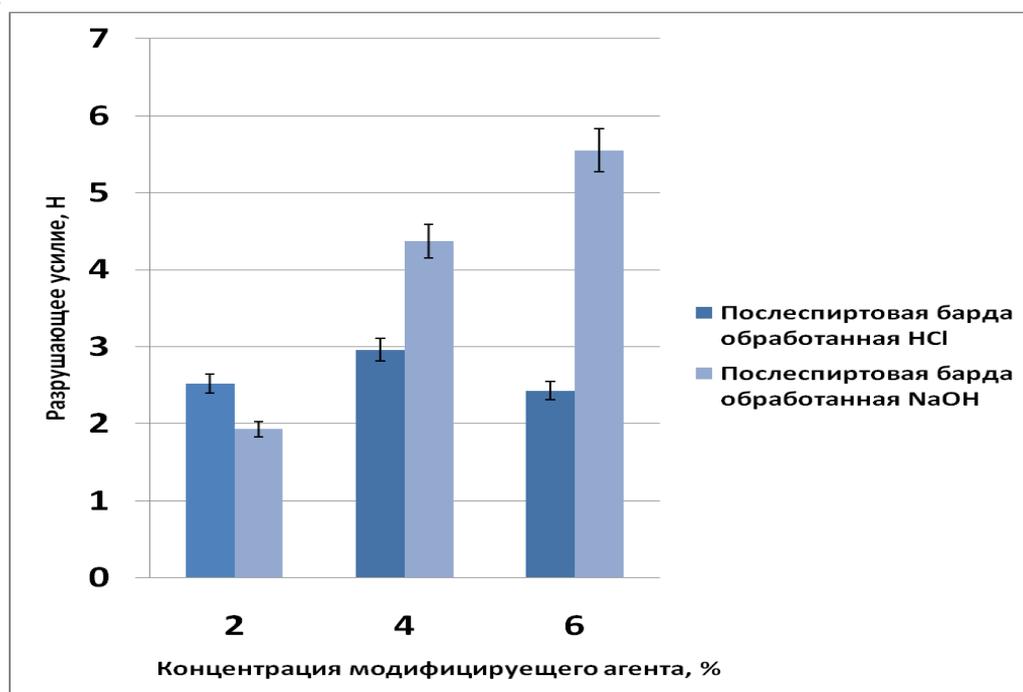


Рисунок 1.1 – Влияние концентрации модифицирующих агентов на адгезивные свойства послеспиртовой барды

Так как эксперименты по модификации послеспиртовой барды показали, что использовать ее в качестве биологического связующего неперспективно в виду слабой клеящей способности, для дальнейших экспериментов нами использовались композиции на основе модифицированной послеспиртовой барды и отработанных пивных дрожжей, взятых в различных соотношениях.

В качестве модификаторов использовались соляная кислота в концентрации 4% и гидроксид натрия в концентрации 6%.

Результаты исследований клеящей способности полученных клеевых композиций представлены в таблице 1.2 и на рисунке 1.2.

Таблица 1.2 – Клеящая способность на условную полосу (крафт-бумага) модифицированных клеевых композиций при разрыве по ГОСТ 6034 – 74

Варианты в различных соотношениях	Разрушающее усилие, Н
Барда+дрожжи (модиф.гидроксид натрия 6%) 19:1	10,6±0,5
Барда+дрожжи (модиф.гидроксид натрия 6%) 9:1	7,2±0,4
Барда+дрожжи (модиф.гидроксид натрия 6%) 5,5:1	7,6±0,4
Барда+дрожжи (модиф.гидроксид натрия 6%) 4:1	9,9±0,5
Барда+дрожжи (модиф.гидроксид натрия 6%) 3:1	11,4±0,5
Барда+дрожжи (модиф.гидроксид натрия 6%) 2,5:1	6,7±0,3
Барда+дрожжи (модиф.гидроксид натрия 6%) 1,85:1	12,6±0,6
Барда+дрожжи (модиф.гидроксид натрия 6%) 1,5:1	7,3±0,4
Барда+дрожжи (модиф.гидроксид натрия 6%) 1,2:1	5,2±0,3
Барда+дрожжи (модиф.гидроксид натрия 6%) 1:1	4,7±0,2
Барда+дрожжи (модиф.соляная кислота 4%) 19:1	2,7±0,1
Барда+дрожжи (модиф.соляная кислота 4%) 9:1	3,5±0,2
Барда+дрожжи (модиф.соляная кислота 4%) 5,5:1	2,4±0,1
Барда+дрожжи (модиф.соляная кислота 4%) 4:1	3,2±0,2
Барда+дрожжи (модиф.соляная кислота 4%) 3:1	2,5±0,1
Барда+дрожжи (модиф.соляная кислота 4%) 2,5:1	4,7±0,2
Барда+дрожжи (модиф.соляная кислота 4%) 1,85:1	8,7±0,4
Барда+дрожжи (модиф.соляная кислота 4%) 1,5:1	4,8±0,3
Барда+дрожжи (модиф.соляная кислота 4%) 1,2:1	2,4±0,1
Барда+дрожжи (модиф.соляная кислота 4%) 1:1	2,1±0,1

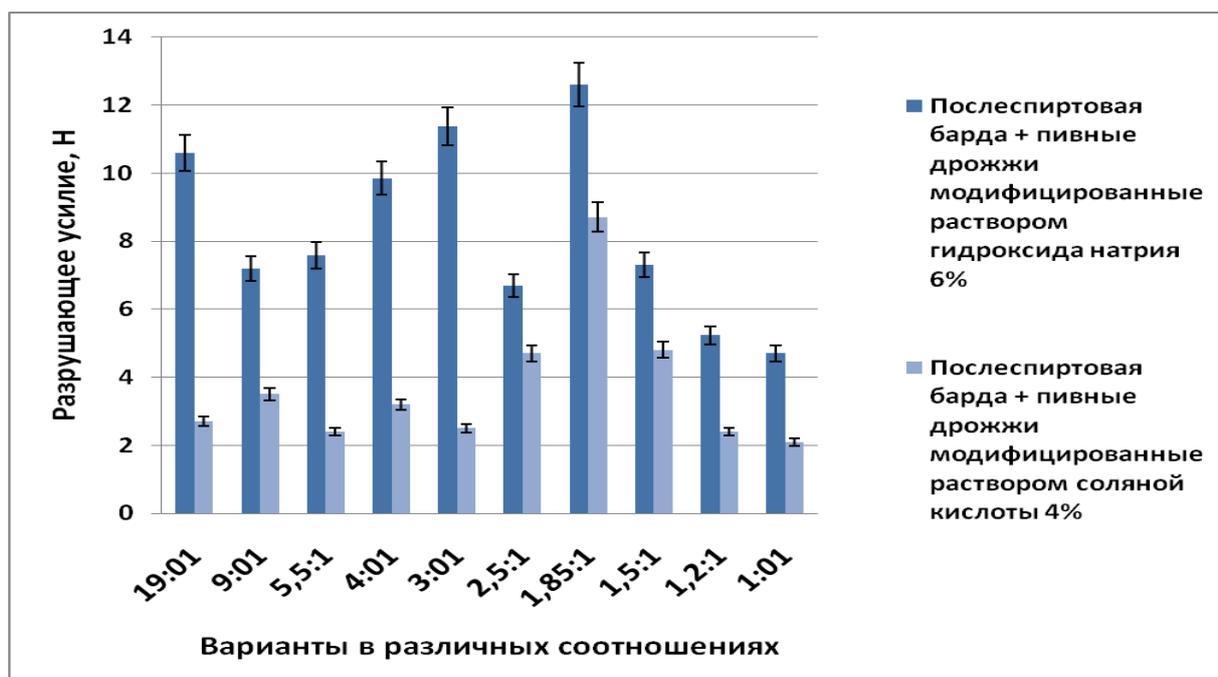


Рисунок 1.2 – Клеящая способность на условную полосу (крафт-бумага)

Из представленных данных видно, что при кислотной модификации составляющих клеевых композиций наибольшей клеющей способностью обладали образцы при соотношении барда/дрожжи от 2,5/1 до 1,2/1- 4,7 и 2,4 Н соответственно. Максимальную клеющую способность имела клеевая композиция при соотношении барда/дрожжи - 1,85/1 прочность склеивания составила 8,7 Н (Таблица 1.2).

При использовании компонентов модифицированных 6% гидроксидом натрия, клеящая способность композиции была значительно выше, чем клеящая способность модифицированной послеспиртовой барды.

Увеличение содержания модифицированных пивных дрожжей способствовало повышению клеющей способности клеевой композиции, максимальная прочность склеивания соответствовала соотношению барда/дрожжи - 1,85/1 и составила 12,6 Н (Рисунок 1.2).

Как видно из приведенных данных адгезионные свойства зависят не только от вида модификатора и его концентрации. Лучшими адгезионными способностями обладали клеи, приготовленные на основе модифицированных 6 % раствором щелочи и 4 % раствором кислоты. Это можно объяснить тем, что данные модификаторы приводят к распаду клеточной стенки дрожжей, вследствие чего происходит повышение доступности функциональных групп белков, участвующих в адгезии. Подвергаясь влиянию низких концентраций модификаторов, белки сохраняют свою структуру, частично меняя конформацию, а при повышении доли щелочи или кислоты в растворе происходит разрушение белковых соединений, что приводит к снижению адгезионных свойств клеевых композиций.

ОБНАРУЖЕНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛИФОСФАТОВ В ПРЕПАРАТЕ ИЗОЛИРОВАННЫХ МИТОХОНДРИЙ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

Адаксина О.Н., Бабакина Т.М., Пестов Н.А.

Неорганические полифосфаты (полиР) представляют собой линейные полимеры ортофосфата (P_i). Они выполняют в клетке многочисленные функции, а именно: резервирование фосфата, связывание катионов, образование мембранных каналов, регуляция активности ферментов и экспрессии генов.

Функции полиР в клетках также тесно связаны с энергетическим метаболизмом. У бактерий благодаря наличию таких ферментов, как полифосфаткиназа и полифосфат:АМР фосфотрансфераза эти полимеры вовлечены в регуляцию внутриклеточной концентрации АТФ и других нуклеозидфосфатов, а полифосфатглюкокиназа и полифосфат:NADP фосфотрансфераза используют полиР вместо АТФ в реакциях трансфосфорилирования. В эукариотических клетках указанные ферменты отсутствуют, и участие полиР в энергетическом метаболизме исследовано в значительно меньшей степени. Поскольку митохондрии имеют ключевое значение в энергетическом обмене эукариотических клеток, а также принимают участие в регуляторных процессах (Бакеева и др., 2001; Nieminen, 2003), то вопрос о присутствии и возможной роли полиР в этих органеллах является актуальным.

Вопрос о наличии полиР в митохондриях дрожжей оставался к началу настоящей работы окончательно нерешенным, поскольку в препаратах митохондрий, выделенных из *Neurospora crassa* и *Endomyces magnusii*, полиР не были обнаружены (Афанасьева и др., 1968; Крашенинников, и др., 1968). И лишь в единственной работе с помощью метода ^{31}P -ЯМР-спектроскопии в митохондриях дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* были выявлены полиР со средней длиной цепи около 14 фосфатных остатков, количество которых составляло до $\sim 10\%$ от общего количества полиР, определяемого этим методом (Beauvoit et al., 1989). В митохондриях дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* были обнаружены растворимая и мембраносвязанная экзополифосфатазы, катализирующие отщепление P_i от конца цепи полиР, различающиеся по ряду физико-химических свойств (Lichko et al., 1998). Это говорит в пользу участия митохондрий в метаболизме данных соединений. Актуальность изучения обмена полиР в митохондриях дрожжей определяется важностью понимания функций этих биополимеров как в митохондриях, так и в эукариотической клетке в целом.

В связи с этим мы решили провести эксперименты по обнаружению полиР в препарате митохондрий дрожжей *S. cerevisiae* ВКМ Y 1173, используя для этого различные химические методы (Кулаев, 1975). В отличие от вышеуказанных работ (Афанасьева и др., 1968; Крашенинников и др., 1968), мы для получения препарата митохондрий использовали клетки дрожжей, которые были выращены в условиях, благоприятных для накопления в них полиР, а именно, в условиях гиперкомпенсации (Liss and Langen, 1959).

АТФазная активность препарата митохондрий на 95% подавлялась азидом, известным ингибитором F_1F_0 -АТФаз (Pederson and Carafolli, 1987). Чистота полученного препарата митохондрий от примесей плазматических мембран была подтверждена отсутствием активности ванадат-чувствительной АТФазы, маркерного фермента плазматических мембран (Bowman et al., 1978), а от примесей вакуолей - отсутствием активности нитрат-чувствительной АТФазы, маркерного фермента вакуолей (Churchill and Sze, 1983).

Из препарата митохондрий провели химическую экстракцию фосфорных соединений согласно хорошо известному из литературы методу Лисса и Лангена в модификации Кулаева (Liss and Langen, 1959; Kulaev, 1979) и получили две фракции, содержащие лабильный фосфор: кислоторастворимую и солерастворимую. Поскольку ~ 84% от общего количества лабильного фосфора, содержавшегося в митохондриях, приходилось на кислоторастворимую фракцию, то в последующих экспериментах основное внимание уделялось изучению именно этой фракции. Так как нуклеозидфосфаты из этой фракции были удалены сорбцией на активированный уголь, а количество пирофосфата составляло не более 1,5 % от общего количества лабильного фосфора, то, по всей видимости, основная часть лабильного фосфора этой фракции должна быть представлена полиР.

Одним из простейших и наиболее распространенных способов обнаружения полиР является их осаждение с помощью солей бария, при различных значениях рН (Кулаев, 1975). Действительно, в ходе добавления к кислоторастворимой фракции митохондрий насыщенного раствора нитрата бария при рН ~ 4,5 выпал хлопьевидный осадок. При последующем перерастворении этого осадка в пробах был обнаружен лабильный фосфор. Для более точной идентификации полиР были использованы методы хроматографии и электрофореза. При хроматографии препарата перерастворенного осадка были обнаружены фосфорные соединения в зоне, характерной для полиР (рисунок 1).

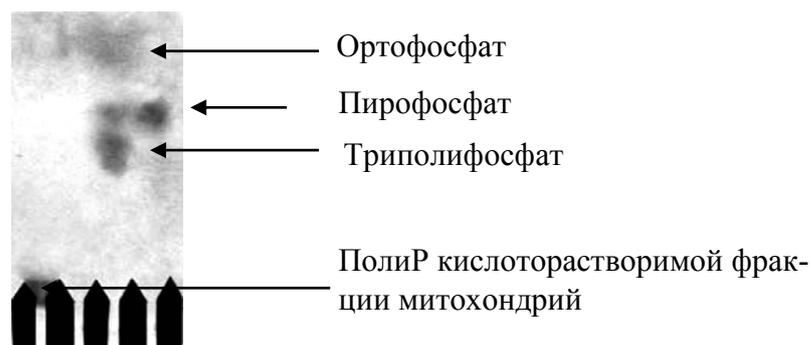


Рисунок 1. Бумажная хроматография кислоторастворимых полиР, осажденных в виде солей бария при рН ~ 4,5 из кислоторастворимой фракции митохондрий дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* ВКМ У 1173.

На хроматограмме отсутствовали пятна, соответствующие пирофосфату и триполифосфату. Как известно, эти вещества осаждаются из кислоторастворимой фрак-

ции при более щелочных значениях рН (Кулаев, 1975). Из этого следует, что практически весь лабильный фосфор указанного осадка представлен полиР.

Этот же препарат кислоторастворимых полиР, после осаждения в виде солей бария и перерастворения, подвергли электрофорезу в полиакриламидном геле (рисунок 2).



Рисунок 2. Электрофореграмма кислоторастворимых полиР митохондрий в 20% полиакриламидном геле, содержащем 7 М мочевины. ПолиР-метчики: полиР₁₅ (1), полиР₂₅ (2), полиР₄₅ (3), полиР₁₈₈ (4). Кислоторастворимые полиР митохондрий дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* ВКМ У 1173, полученных в условиях гиперкомпенсации (5).

При окрашивании пластины полиакриламидного геля толуидиновым голубым, обнаружили полосы с характерной для полиР метахроматической красно-фиолетовой окраской (Lorenz and Schroder, 1999). Используя в качестве маркеров коммерческие препараты полиР с известной средней длиной цепи, определили, что средняя длина цепи полиР митохондрий дрожжей в условиях гиперкомпенсации клеток составляет приблизительно 20-25 фосфатных остатков (рисунок 2). Таким образом, с помощью использованных методов: химической экстракции, осаждения солями бария, хроматографии и электрофореза показано, что митохондрии дрожжей *S. cerevisiae* содержат неорганические полиР.

Список использованных источников

1. Бакеева Л.Е., Скулачев В.П., Сударикова Ю.В., Ципенкова В.Г. (2001). Митохондрии приходят в ядра (Еще одна проблема хронических алкоголиков). Биохимия, 66, 1651-1658.
2. Nieminen, A.L. (2003). Apoptosis and necrosis in health and disease: role of mitochondria. Int Rev Cytol., 224, 29-55.
3. Афанасьева Т.П., Кулаев И.С., Мансурова С.Е., Поляков В.Ю. (1968). Нуклеотиды и другие фосфорные соединения митохондрий дрожжей *Endomyces magnusii*. Биохимия, 33, 1245-1253.

4. Крашенинников И.А., Кулаев И.С., Коношенко Г.И. (1968). Изучение фосфорных соединений митохондрий *Neurospora crassa*. Биохимия, 33, 800-807.
5. Beauvoit, B., Rigonlet, M., Guerin, B., and Canioni, P. (1989). Polyphosphates as a source of high energy phosphates in yeast mitochondria: a P-NMR study. FEBS Lett., 252, 17-22.
6. Lichko, L.P., Kulakovskaya, T.V., and Kulaev, I.S. (1998). Membrane-bound and soluble polyphosphatases of mitochondria of *Saccharomyces cerevisiae*: identification and comparative characterization. Biochim. Biophys. Acta, 1372, 153-162.
7. Liss, E., and Langen, P. (1959). Zur Charakterisierung der Polyphosphate der Hefe. Naturwissenschaften, 46, 151-152.
8. Pederson, P.L., and Carafoli, E. (1987). Ion motive ATPases. II. Energy coupling and work output. Trends. Biochem. Sci., 23, 101-189.
9. Bowman, B.J., Mainzer, S.E., Allen, K.E., Slayman, C.W. (1978). Effects of inhibitors on the plasma membrane and mitochondrial adenosine triphosphatase of *Neurospora crassa*. Biochem. Biophys. Acta, 512, 13-28.
10. Churchill, K.A., and Sze, H. (1983). Anion – sensitive H^+ - pumping ATPase in membrane vesicles from oat roots. Plant. Physiol., 71, 610-617.
11. Kulaev, I. S. (1979). The Biochemistry of Inorganic Polyphosphates. Wiley. 1st Edition, 234.
12. Кулаев И.С. (1975). Биохимия высокомолекулярных полифосфатов. М.: МГУ, 248 с.
13. Lorenz, B., and Schröder, H.C. (1999). Methods for investigation of inorganic polyphosphates and polyphosphate-metabolizing enzymes. In H. C. Schröder and W. E. G. Müller, eds. Inorganic Polyphosphates. Biochemistry, Biology, Biotechnology, Springer, Prog. Mol. Cell. Biol., 23, 217-241.

УДК 601.2:112.111

ВЛИЯНИЕ ФЛАВОНОИДОВ НА ИЗМЕНЕНИЯ В ЭРИТРОЦИТАХ ГОЛУБЯ ПРИ ИНДУЦИРОВАННОЙ КЛЕТОЧНОЙ ГИБЕЛИ

Грузнов М.А., Сюсин И.В., Девяткин А.А. Дерова Л.А., Файзулова Ю.Р., Кочеткова Н.В., Чиндяйкина А.А.

Флавоноиды являются одной из самых распространенных групп фенольных соединений, в основе структуры которых лежит дифенилпропан (рисунок 1) или 2-фенилхроман (флаван).

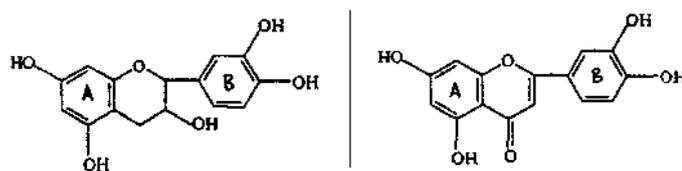


Рисунок 1 - Структурная формула флавоноидов

В растениях обнаружено свыше 5000 флавоноидов с идентифицированной химической структурой. Они подразделяются, в соответствии с положением заместителей в молекулах, на флаванолы, антоцианиды, флавоны, флаваноны и халконы.

Флавоноиды являются экзогенными низкомолекулярными антиоксидантами, обладающими свойствами предупреждения возникновения и нейтрализации действия активных молекул кислорода. Известно, что токсичное действие активных молекул кислорода проявляется при состояниях окислительного стресса, который сопровождается резкой интенсификацией свободнорадикальных процессов. Многие продукты радикалзависимых окислительных реакций могут индуцировать клеточную гибель.

Клеточная гибель может вызываться при повреждении клетки нерегулируемым перекисным окислением липидов. В норме окислительные процессы в клетке протекают по свободнорадикальному механизму с низкой скоростью. В случае нарушений защитных функций возникает необходимость восстановления антиоксидантного статуса организма.

Одним из возможных путей решения данной проблемы может быть поиск эффективных антиоксидантов. К этому типу веществ относят природные соединения - флавоноиды, способные ингибировать перекисное окисление липидов (ПОЛ). Продукты ПОЛ разделяются на продукты первичной и вторичной природы. Первичные продукты (диеновые конъюгаты (ДК)) образуются на стадии продолжения цепи. На второй стадии окисления ДК распадаются до альдегидов и кетонов. Одним из продуктов является малоновый диальдегид (МДА). Его реакцию взаимодействия с тиобарбитуровой кислотой мы использовали для оценки интенсивности ПОЛ.

Высокая биологическая активность флавоноидов обусловлена их способностью образовывать хелатные комплексы с металлами, а также – выступать в качестве скавенджеров свободных радикалов. Легкость окисления определяет высокую реакционную (биологическую) активность флавоноидов, которые защищают от окисления другие соединения или способствуют их восстановлению. В этом состоянии целебные свойства флавоноидов, которые наряду с антиоксидантным действием, обладают антиинфекционными, противоаллергическими, антицитотоксическими, мембраностабилизирующими и другими свойствами. Однако данных о роли флавоноидов, вовлеченных в процессы клеточной гибели, недостаточно.

Целью работы было изучение морфологических и биохимических изменений в эритроцитах голубя в присутствии оксида азота (II) и флавоноидов. Флавоноиды выделяли экстракцией из ягод черной смородины. В результате фитохимических исследований ягод, был изучен состав физиологически активных веществ, состоящий из кумаринов, флавонов и антоцианов. Кумарины, мешающие количественному определению флавоноидов, отделяли с помощью хлороформа. Изменения морфологии эритроцитов зависели от времени инкубации и температуры. При действии ок-

сида азота (II) образование везикул и безъядерных эритроцитов с увеличением времени (6; 12; 24 ч) повышается. В пробе при 24-часовой инкубации безъядерных эритроцитов обнаружено не было: вероятно, они все распались до везикул. При добавлении флавоноидов с концентрацией 0,025 мкл на 1 мл крови количество апоптозных везикул уменьшается (рисунок 2).

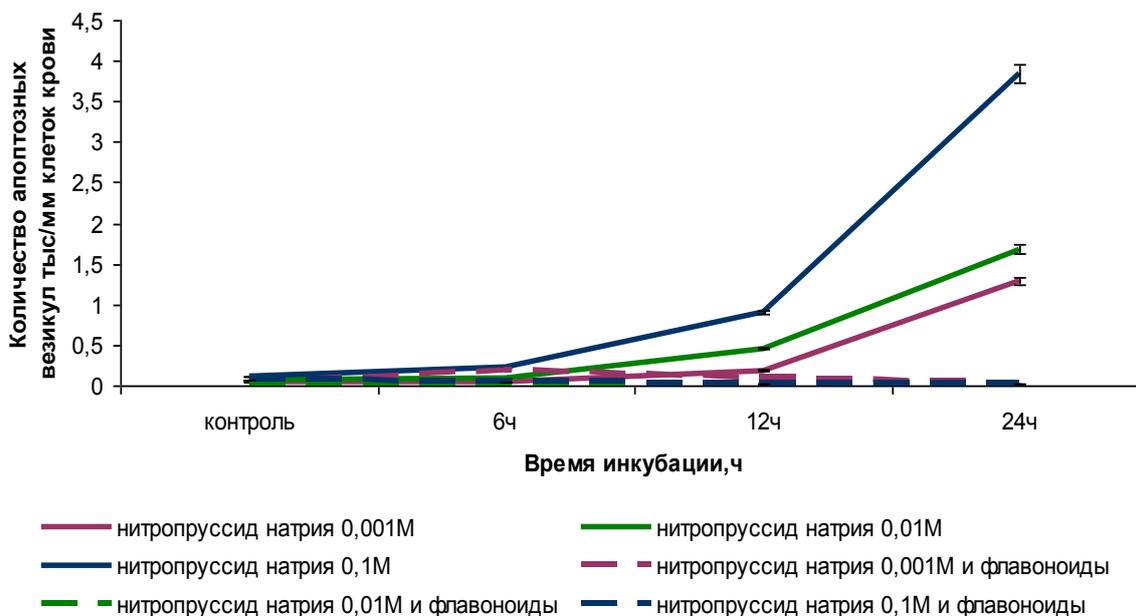


Рисунок 2 - Образование апоптозных везикул

Вероятно, это связано с уменьшением количества АФК в связи с действием флавоноидов и тем самым с уменьшением количества клеток, подверженных гибели.

Инкубация эритроцитов с оксидом азота (II) сопровождалась уменьшением количества продуктов ПОЛ, что подтверждает антиоксидантные свойства флавоноидов, способных перехватывать свободные радикалы и образовывать неактивные молекулярные продукты. Характер и направление изменения зависели как от температуры, так и от длительности времени инкубации. При удлинении времени инкубации содержание продуктов неполного перекисного окисления превышало уровень контроля в два и более раза и снижалось почти до уровня контроля с добавлением антиоксидантов (рисунок 3 и 4).

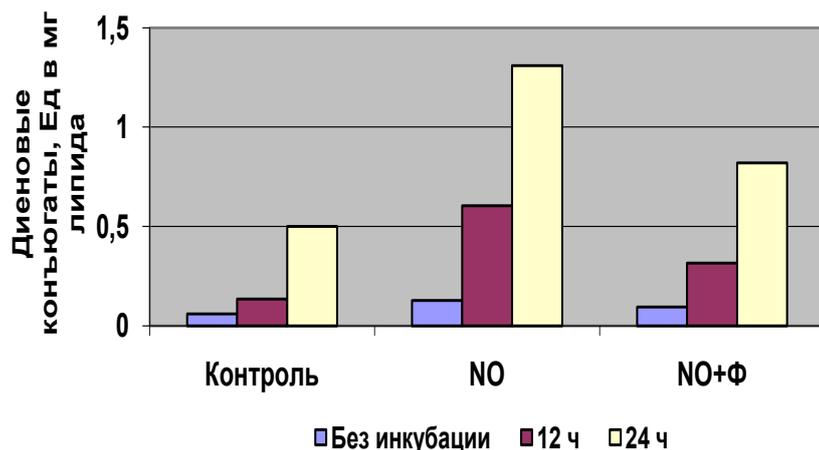


Рисунок 3 – Содержание диеновых конъюгатов в эритроцитах голубя при действии оксида азота (II) и флавоноидов

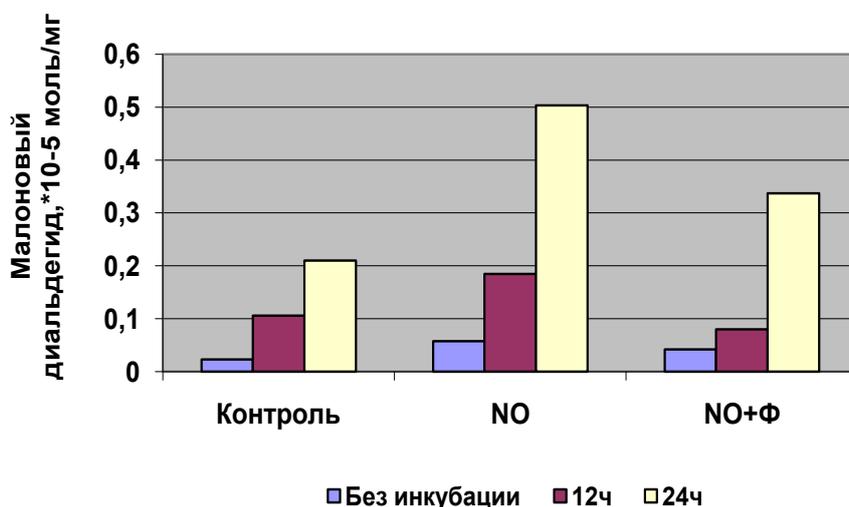


Рисунок 4 – Содержание малонового диальдегида в эритроцитах голубя при действии оксида азота (II) и флавоноидов

Полученные данные подтверждают, что оксид азота (II) вызывает биохимические и морфологические изменения в эритроцитах голубя. При внесении флавоноидов эти процессы резко замедляются. Таким образом, оксид азота (II) индуцирует выброс ядра и увеличивает образование продуктов ПОЛ. При использовании ингибитора клеточной гибели флавоноидов содержание продуктов ПОЛ снижается.

ЗАМЕНА САХАРОЗЫ МЕЛАССОЙ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ *AZOTOBACTER VINELANDII*

Аксёнова В. Ю., Котина Е.А., Кручинкина Е.В., Шутова В.В.

*Показана возможность замены сахарозы мелассой с целью повышения выхода высокоадгезивного полисахарида левана при культивировании *Azotobacter vinelandii*. Выход левана на среде с мелассой достигал 7,1 г/л, на среде с мелассой и сахарозой 7,8 г/л, что практически сопоставимо с продукцией левана на средах, содержащих сахарозу.*

Известно, что микробные полисахариды имеют ряд преимуществ перед полисахаридами растительного и животного происхождения, они более разнообразны по свойствам, могут быть получены в любое время года при меньшей стоимости и в большом количестве.

В связи с высокой токсичностью и стоимостью основных компонентов, используемых для склеивания различных изделий, разрабатываются адгезивные материалы на основе экологически безопасных биоконпонентов содержащие такие биополимеры, как полисахариды[1].

Для промышленного получения экзополисахаридов рекомендованы среды сложного состава, включающие в качестве углеводов, в основном глюкозу и сахарозу. Однако замена дорогостоящих сахаров более дешёвыми, например, мелассой, являющейся отходом свеклосахарного производства, более выгодно с экономической точки зрения [2].

В химическом отношении бактериальный леван (фруктан) представляет собой нейтральный разветвленный полисахарид, построенный из остатков фруктофуранозы, которые в основной цепи соединены связями $\beta-2 \rightarrow 6$, а в местах разветвления – $\alpha-2 \rightarrow 1$ [3].

Продуцентом левана является бактерия *Azotobacter vinelandii*. Род *Azotobacter*-граммотрицательные гетеротрофные бактерии, способные к азотфиксации в присутствии органических источников углерода. Они являются хемоорганотрофами и используют для роста сахара, спирты и соли органических кислот[4].

Наибольшее количество экзополисахарида бактерии синтезируют при выращивании на средах, содержащих в качестве источника углерода мелассу и сахарозу.

Цель данной работы – подобрать условия замены сахарозы мелассой в средах для культивирования *A. vinelandii* и для получения полисахарида левана.

Для выращивания бактерий *A. vinelandii* штамм Д – 08использовали 1) сахарозосодержащую среду, 2) среду со 100% заменой сахарозы на мелассу (45,0 г/л), 3) среду с 50% заменой сахарозы на мелассу (10,0 г/л сахарозы и 25,0 г/л мелассы).

На чашках Петри колонии имели характерный вид: круглые, каплевидные, гладкие,слизистые, пастообразной консистенции диаметром 4-7 мм (рисунок 1).



Рисунок 1 - Колонии *A.vinelandii*

Известно, что многие представители рода *Azotobacter* синтезируют разнообразные пигменты. В нашем случае бактерии также выделяли пигмент, окрашивая колонии бело-молочным цветом.

Под микроскопом (Micros, Австрия) были видны палочковидные клетки разного размера, которые располагались поодиночке, парами, неправильными скоплениями или, изредка, цепочками различной длины (рисунок 2). Также найдены спящие формы – цисты, тогда как настоящих спор они не образуют.

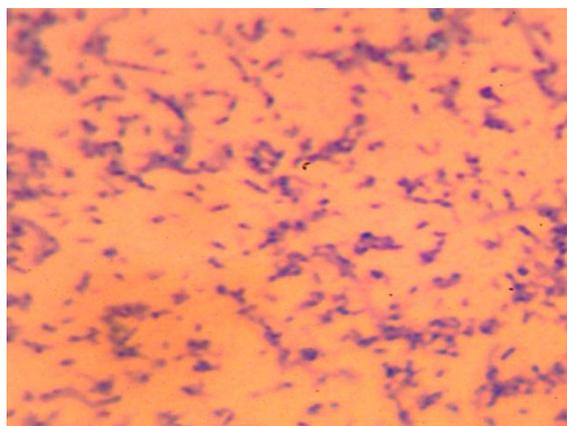


Рисунок 2 – Бактерии в среде с сахарозой

Для определения общего количества живых клеток использовали стандартный способ, т.е. рассев на агаризованные питательные среды и автоматический счетчик Countess™, который является современным, быстрым прибором и дает точную информацию о клетках.

В результате проведенных исследований было показано, что наилучший рост наблюдался на среде с сахарозой на 2 сутки (рисунок 3). Замечено, что на 3 сутки количество клеток снижалось. Вероятно, это связано с истощением питательной среды, компоненты которой расходуются на построение клеток и образование полисахарида.

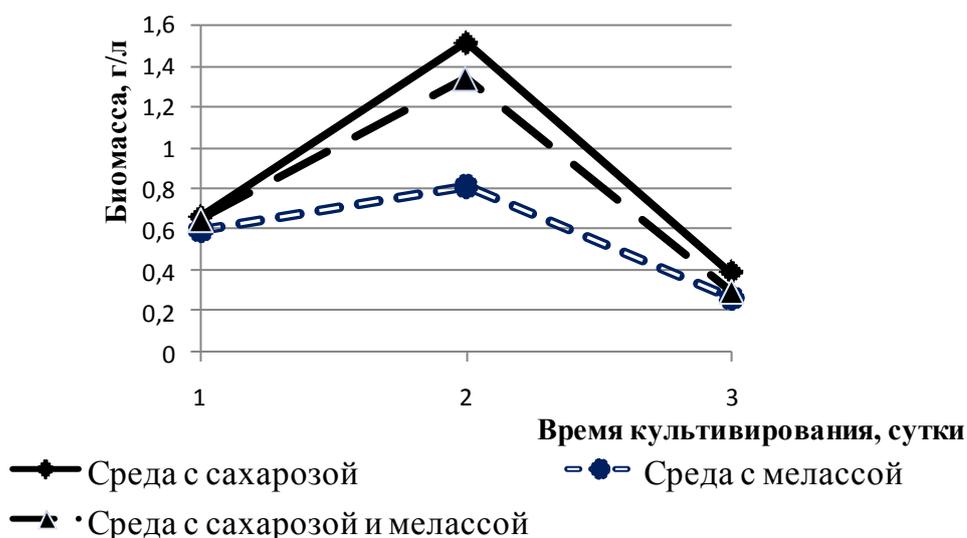


Рисунок 3 - Динамика накопления биомассы культурой *A. vinelandii*

На 2 сутки культивирования образовывалось наибольшее количество биомассы, при этом ее прирост во всех трех вариантах разный. Наибольшая биомасса для бактерий *A. vinelandii* отмечена на среде с сахарозой, она составила 1,51 г/л, наименьшая обнаружена на мелассной среде (0,81 г/л), а на среде с сахарозой и мелассой - 1,34 г/л. Замечено, что на 3 сутки наблюдалось снижение биомассы.

Исследовали также динамику роста бактерий в жидких питательных средах с сахарозой и мелассой. Накопление максимального количества полисахарида культурой *A. vinelandii* зафиксировано на 3 сутки роста. Оно составляло на среде с сахарозой 8,1 г/л, на среде с мелассой 7,1 г/л, на среде с мелассой и сахарозой 7,81 г/л. По литературным данным содержание полисахарида зависит от условий культивирования и доходит до 10 г/л [5].

На средах с сахарозой наблюдалось интенсивное увеличение количества левана с 1 по 3 сутки культивирования (рисунок 4), что обусловлено достаточным количеством субстрата для биосинтеза полисахарида. При этом в опытных средах с мелассой прослеживался более медленный прирост левана, что может быть связано с наличием в мелассе веществ, ингибирующих синтез полисахарида.

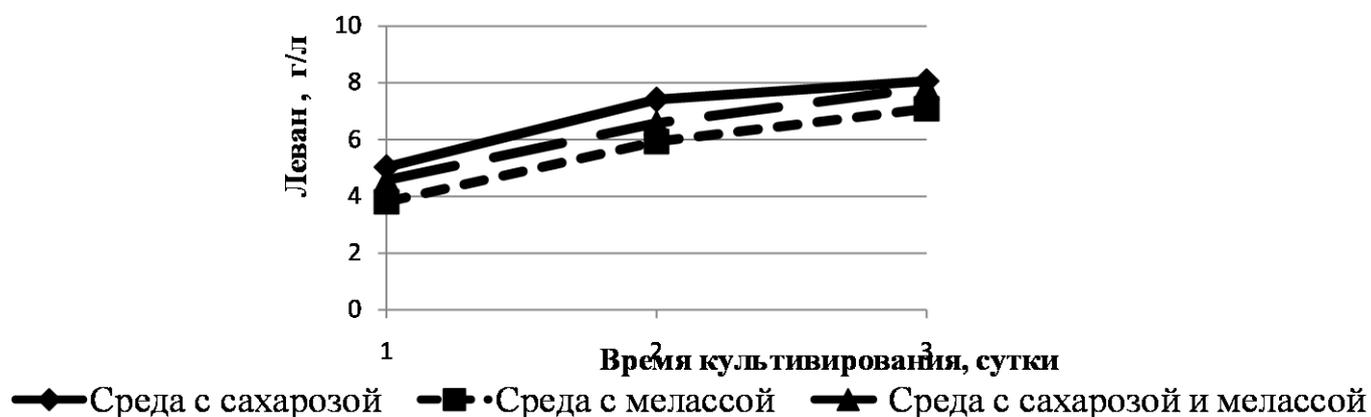


Рисунок 4 – Динамика накопления левана культурой *A. vinelandii*

Исходное значение рН питательных сред, используемых для культивирования продуцента левана и особенностей образования полисахарида, составляет 7,0 – 7,5. Во всех средах происходило снижение рН культуральной жидкости на 2 сутки (рисунок 5), это свидетельствует об интенсивном процессе выделения кислоты.

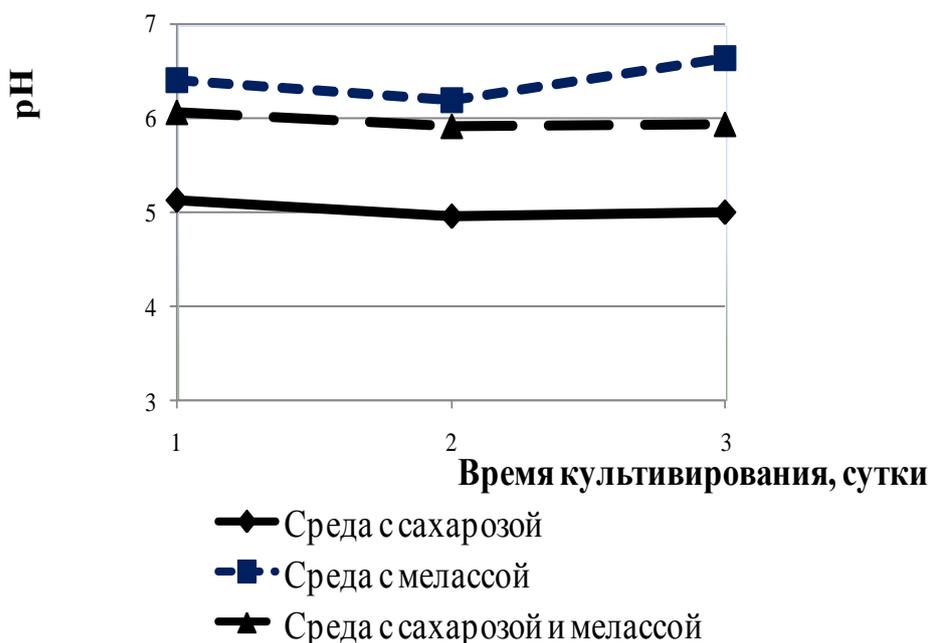


Рисунок 5 – Динамика рН среды при культивировании бактерии *A. vinelandii*

Таким образом, наибольшее содержание клеток приходилось на 2 сутки роста культуры для всех вариантов сред. Выход левана на среде с мелассой достигал 7,1 г/л, на среде с мелассой и сахарозой 7,8 г/л, что практически сопоставимо с продукцией левана на средах, содержащих сахарозу (8,1 г/л).

Список использованных источников

1. Кадималиев Д. А. Фундаментальные и прикладные основы биотехнологических экологически безопасных материалов / Д. А. Кадималиев, В. В. Ревин, В. В. Шутова, Н. А. Атыкян. – Саранск : Изд-во Морд. ун-та, 2004. – 192 с.
2. Тулякова Т. В. Стабилизация биотехнологических характеристик свежловичных меласс как один из путей повышения эффективности дрожжевого производства / Т. В. Тулякова, А. В. Пасхин // Пищевая промышленность. – 2004. - №9. – С. 80 - 83.
3. Kang N. K. Levan: applications and perspectives. Microbial production of biopolymers and polymer precursors/ N. K. Kang, M. Y. Seo, E. S. Seo // Caister Academic. – 2009. – V. 40. – P. 25–30.
4. Funa N. Phenolic lipid synthesis by type III polyketide synthases is essential for cyst formation in *Azotobacter vinelandii* / N. Funa, H. Ozawa, A. Hirata, S. Horinouchi // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. - 2006. - Т. 103, № 16. - С. 6356 – 6361.

5. Азотобактер - [Электронный ресурс] - Электрон. дан. - [б.м.], [б.г.]. – Режим доступа: http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_biology/1265/азотобактер. - Загл. с экрана.

КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ

УДК 616.15:615.849.5

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЯДРА КЛЕТОК В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОГЕНЕТИЧЕСКИХ ТЕСТАХ

Мадонова Ю.Б.

Цитогенетические методы активно применяют для оценки состояния экологии окружающей человека среды, а так же - мутагенных и канцерогенных свойств веществ. Среди тестовых методов, используемых в этих целях, наиболее часто применяют анализ частоты хромосомной нестабильности лимфоцитов периферической крови человека и микроядерный тест. Эти приемы мониторинга базируются на рутинных методах цитогенетики, но в современных условиях могут быть усилены молекулярно – генетическими подходами, например гибридизацией с флуоресцентными зондами. В качестве тест-объектов могут выступать не только клетки человека, но и клетки различных организмов, в том числе и растительных.

Классический микроядерный тест *in vivo* и *in vitro* является наиболее удобным методом предварительного скрининга перед проведением широкомасштабных и дорогостоящих экологических исследований. С помощью микроядерного теста мы провели мониторинг влияния хронического облучения ионизирующей радиации в малых дозах на население локальной территории, расположенной в районе п. Ялга. Данные микроядерного теста показали, что в тестируемой группе увеличена частота встречаемости: многоядерных клеток – в 1,62 раза (*in vivo*) и 1,37 раза (*in vitro*); клеток с микроядрами – в 1,38 раза (*in vivo*) и 1,28 раза (*in vitro*); лимфоцитов с «мостами» - в 5 раз (*in vivo*) и 1,88 раза (*in vitro*); лимфоцитов с «хвостами» - в 2,6 раза (*in vivo*) и 2,4 раза (*in vitro*). В периферической крови обследуемых лиц тестируемой группы выявлено превышение частоты ядерных протрузий в лимфоцитах как *in vivo*, так и *in vitro*, что свидетельствует о процессах избыточной амплификации генов в организме обследуемых лиц, повышающих вероятность развития опухолевых процессов в организме. Проведенное нами исследование позволяет говорить, что хроническое ионизирующее облучение в малых дозах способно вызывать негативные процессы в организме людей, длительно проживающих на техногенно загрязненных радионуклидами территориях.

ВЛИЯНИЕ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ГЕЛИЙ-НЕОНОВОГО ЛАЗЕРА НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ЛЕЙКОЦИТОВ

Обручникова Д.Д., Новожилова О.С.

В последние годы внимание многих исследователей привлекают физические методы воздействия на биосистему, в частности использование различных видов лазерного излучения. Это излучение активизирует многие процессы в организме, повышая энергетический обмен, оказывает противовоспалительное, анальгезирующее действие, стимулирует репаративные процессы. Лазерное излучение вызывает изменение кислородного баланса и активацию окислительно-восстановительных процессов, подавление перекисного окисления липидов (ПОЛ) и образование свободных радикалов, потенцирование действия антиоксидантов. При этом происходит повышение активности каталазы, пероксидазы, активация других ферментативных систем клетки, в частности, сукцинатдегидрогеназы (СДГ), НАД-Н₂, НАДФ-Н₂, АТФазы, альдолазы, кислой и щелочной фосфатазы.

Материалом исследования служила кровь белых беспородных крыс массой 180-240 г (контроль) и кровь, облученная низкоэнергетическим гелий-неоновым лазером (НЭГНЛ) – ЛГ-78 в течение 1 и 5 мин. Лейкоциты выделяли по методу Шепотиновского и др. Определение активности лактатдегидрогеназы (ЛДГ) проводили по методу Sevela et al., СДГ – по методу Пастушенкова и др.

Было проведено исследование активности дегидрогеназных ферментов лейкоцитов крови крыс – ЛДГ и СДГ крови крыс. ЛДГ является показателем анаэробного окисления, а СДГ – аэробного окисления. При лазерном облучении лейкоцитов крыс в течение 1 мин. активность СДГ возросла на 7%, а при облучении в течение 5 мин. – на 33%, активность ЛДГ при облучении клеток в течение 1 мин. снижалась на 8%, а при облучении в течение 5 мин. – на 24%, т.к. лазер воздействует на митохондрии, а СДГ является митохондриальным ферментом.

Под воздействием НЭГНЛ происходит увеличение активности важнейших ферментативных систем организма. Так, повышается активность ферментов цикла трикарбоновых кислот (в частности СДГ), что в свою очередь активизирует окислительно-восстановительные процессы. Стимуляция биоэнергетических ферментов приводит к увеличению в тканях содержания АТФ.

Воздействие на лейкоциты лазерного излучения сопровождалось усилением метаболических процессов, приводящих к образованию бактерицидных субстанций (продуктов метаболизма кислорода и азота, ферментов). В результате, уничтожение агрессивных агентов реализовывалось в форме внутриклеточного (фагоцитоз), внеклеточного (за счет секреции бактерицидных продуктов), а возможно и контактного цитолиза.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕРМАЛЬНОЙ МОРФОЛОГИИ У СВИНЕЙ

Кузьмина Е.А., Подлédнова Е.А., Гудошникова Т.Н.

В настоящее время в сельском хозяйстве свинья является главным животным, выращиваемым на мясо, так как именно в свинье так удачно сочетаются ряд полезных и удобных для выращивания признаков. Это быстрый рост животного, высокая плодовитость, короткий период воспроизводства. Одним из условий определяющих интенсивное использование свиней является количественные показатели спермопродукции. От качества спермы в значительной мере зависят оплодотворяемость самок. Еще до осеменения можно составить представление о качестве спермы. Важным селекционным признаком служит воспроизводительная способность свиней.

Целью нашей работы являлась изучение спермальной морфологии у свиней. В связи с этим в задачи наших исследований входило: 1) провести морфологическую оценку сперматозоидов и обнаружить среди них содержание патологических форм.

Исследования проводили в лаборатории кафедры генетики. Материалом для исследования была свежеполученная сперма свиней породы Дюрок. Сперматозоиды – это основная часть спермы без них невозможно оплодотворение. Использовали окрашивание Hoechst 33258.

Эякулят внешне оценивали на глаз (серовато - белая), затем наносили на предметное стекло. Активность (подвижность) спермы, т.е. процент живых нормальных спермиев, определяли путем глазомерной оценки спермы под микроскопом Nikon Eklips. Определяли содержание патологических форм среди спермиев, которое имеет большое значение, так как при значительном количестве в эякуляте таких спермиев резко снижается оплодотворяющая способность спермы. Даже в хорошей сперме можно обнаружить спермии, уклоняющиеся от нормы. В каждом поле зрения подсчитывали количество нормальных и патологических, или живых и мертвых, спермиев. Рекомендуется подсчитать не менее 500 спермиев. Вычисляют процент неактивных спермиев, он не должен превышать у хряка – 20%.

Было исследовано 10 образцов спермопродукции. Сперматозоиды свиней – типичные жгутиковые гаметы. Отчетливо выражена головка, шейка, тело и хвост.

Опыт проводили с добавлением 3% перекиси водорода и контроль (без добавления). Нами было получено, что без перекиси водорода тест на жизнеспособность мембран в норме у живых сперматозоидов составляет 90%, что и получилось в наших образцах. При рассмотрении морфологической оценки учитывали степень агглютинации – слабая (+1), также процент патологических форм спермиев – норма, определение живых сперматозоидов среди неподвижных – норма.

С перекисью водорода тест на жизнеспособность и целостность мембран составил 80%, что соответствует норме. Морфологическая оценка, а именно степень агглютинации отличается от образцов без перекиси и составляет (+2) - слабая. Процент патологических форм спермиев встречается чаще, например с каплей на хвосте, с закручиваем хвоста, без хвоста, но входит в норму, определение живых сперматозоидов – норма.

На основании результатов наших исследований показаны изменения показателей спермопродукции хряков. Анализ данных показал пригодность спермы к искусственному осеменению и длительному хранению.

Список использованных источников

1. Джапаридзе С.Т. О цитогенетических причинах нарушения воспроизводительных способностей свиней /С.Т.Джапаридзе, И.Л. Гольдман, М.А. Коновалов, П.М.Кленовицкий и др.//Сельскохозяйственная биология. – 1988.– №4.– С. 127–129.
2. Ефименко Л.И. Анализ уровня хромосомных нарушений у хряков в связи с их воспроизводительными качествами / Л.И. Ефименко, В.Н. Стефанова //Бюл. ВНИИ разведения и генетики с.-х. животных. – 1989. – Т. 112. – С. 6-14
3. Рузен-Ринге Э. Сперматогенез у животных / Э. Рузен-Ринге. – М.: Мир, 1980.
4. Судаков В.Г. Оптимизация условий содержания и воспроизводства свиней /В.Г. Судаков. – Екатеринбург: УрГСХА, 1989.
5. Шейко Е. Качество спермы хряков в зависимости от методов взятия / Е. Шейко // Свиноводство. – 1999. – С.30-38.

УДК 575.113.1:616.13-004.6

ВЛИЯНИЕ ГЕНА NOS3 И ЕГО БЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ НА РАЗВИТИЕ АТЕРОСКЛЕРОЗА

Лобачёва Е.В., Егорькина Ю. В., Трофимов В. А.

Атеросклероз – хроническое заболевание артерий эластического и мышечно-эластического типа. Термин «атеросклероз» был предложен в 1904 году американским патологом Маршаллом. Известно, что заболевание возникает из-за нарушения липидного обмена. Болезнь сопровождается отложением холестерина и фракций липопротеидов в стенке сосудов в виде бляшек. Разрастание соединительной ткани называют склерозом. Склероз и кальциноз (или отложение солей Са) сосуда приводят к деформации и сужению просвета вплоть до закупорки. Возможные последствия атеросклероза – инсульт, инфаркт и коронарная недостаточность. Таким образом, атеросклероз – серьёзное заболевание, нарушающее кровообращение. По данным ВОЗ ежегодно регистрируется до 12 миллионов смертей от сердечно-сосудистых заболеваний, в основе которых лежит атеросклероз. С приведённого слайда видно, что помимо внешних факторов атеросклероз может иметь и генетическую причину.

Исследования показали [1-2], что в возникновении атеросклероза ведущее место занимает нарушение синтеза оксида азота. О важности исследований, связанных с оксидом азота, говорит вручение в 1998 году Нобелевской Премии по медицине группе учёных за открытия, касающиеся сигнальной роли NO в сердечно-сосудистой системе. За синтез оксида азота в организме млекопитающих отвечает группа ферментов – синтазы оксида азота. Друг от друга синтазы отличаются не

только строением, но и выполняемой функцией. Однако, все они катализируют образование оксида азота и цитруллина из аргинина, кислорода и NADPH.

Эндотелиальная синтаза оксида азота (eNOS) — одна из NO-синтаз человека, кодируемая геном NOS3 на 7-й хромосоме (в локусе 7q36, имеет размер 21 т.п.н. и состоит из 26 экзонов). Фермент eNOS и ген NOS3 были описаны в 1992-1993 годах группой исследователей [3-5]. Известно, что в области холестериновых бляшек снижена экспрессия этого гена [6]. Фермент NOS-3 представляет собой мембрано-связанный белок, локализующийся в кавеолах [7]. Среди других синтаз оксида азота NOS3, как отмечают исследователи, является самым мощным по вазодилатации. Это свойство является крайне важным при терапии атеросклероза. Были получены данные, что путем генотерапии комбинированными векторами, содержащими ген NOS-3, удается полностью восстановить функцию эндотелия. Также известно, что наличие мутаций этого гена может служить диагностическим признаком, позволяющим оценивать предрасположенность к заболеваниям сердечно-сосудистой системы, в том числе – к атеросклерозу. Получены данные, что некоторые мутагены могут увеличивать частоты мутантных аллелей гена NOS3. Обнаружено статистически значимое увеличение частоты аллеля eNOS у больных профессиональными аллергодерматозами и пациентов со свинцовой или никелевой интоксикацией. Некоторые исследователи приходят к выводу, что антиатерогенное действие указанного гена может модифицироваться наличием других генов.

Исследование особенностей работы данного гена затруднено дефицитом информации о его полиморфизме и изменчивости частот аллелей. В настоящее время известно большое количество полиморфизмов и мутаций данного гена. Однако, далеко не все они изучены достаточно. В результате исследований ряд авторов получил характеристики полиморфизмов.

Особое значение имеет полиморфизм 4b/4a. Известно, что у лиц, с аллелем 4a повышен уровень нитратов и нитритов в крови, напрямую связанный со скоростью выработки оксида азота эндотелием сосудов. Таким образом, этот полиморфизм связан с риском развития атеросклероза.

Исследование полиморфизма гена 4b/4a, которые были проведены на кафедре генетики Мордовского университета, показало, что у больных атеросклерозом преобладает аллель 4a, а у здоровых – 4b.

Таким образом, можно сделать вывод, что схема взаимозависимости гена NOS3 и атеросклероза следующая. Экспрессия гена приводит к сборке молекулы фермента синтазы оксида азота. Она, в свою очередь, из продуктов клеточного обмена синтезирует молекулу оксида азота, которая воздействует прямо или опосредованно на отложение атеросклеротических бляшек. Нарушение экспрессии или её замедление приводит к возникновению атеросклероза.

Список использованных источников

1. Cooke J.P. Role of nitric oxide in progression and regression of atherosclerosis. West J Med 1996; 164: P.419-424.

2. Osmar B.S., Tschudi M.R., Godoy N.etal. Reduced endothelial nitric oxide synthase expression and production in human atherosclerosis. *Circulation* 1998; 97: P.494-498.
3. Janssens, S. P.; Shimouchi, A.; Quertermous, T.; Bloch, D. B.; Bloch, K. D. : Cloning and expression of a cDNA encoding human endothelium-derived relaxing factor/nitric oxide synthase. *J. Biol. Chem.* 267:, 1992. P. 519-522
4. Marsden, P. A.; Schappert, K. T.; Chen, H. S.; Flowers, M.; Sundell, C. L.; Wilcox, J. N.; Lamas, S.; Michel, T. : Molecular cloning and characterization of human endothelial nitric oxide synthase. *FEBS Lett.* 307: 1992, P.287-293.
5. Marsden, P. A.; Heng, H. H. Q.; Scherer, S. W.; Stewart, R. J.; Hall, A. V.; Shi, X.-M.; Tsui, L.-C.; Schappert, K. T. : Structure and chromosomal localization of the human constitutive endothelial nitric oxide synthase gene. *J. Biol. Chem.* 268, 1993.P : 478-488
6. Osmar Â.S., Tschudi M.R., Godoy N.etal. Reduced endothelial nitric oxide synthase expression and production in human atherosclerosis. *Circulation* 1998; 97: 2494-2498.
7. Пай Г.В. Роль генетического полиморфизма эндотелиальной синтазы окиси азота (ENOS) в патогенезе некоторых профессиональных заболеваний // Пай Г.В., Кузьмина Л.П., Лазарашвили Н.А., Войлокова А.Е., Юферева Н.В., Боева С.Б, Спицын В.А. *Медицинская генетика.* Т.5, №7 – Гениус Медиа – 2006, С.47-50

УДК 575.224.22:618.19-006.6

АНАЛИЗ МУТАЦИЙ В КЛЮЧЕВЫХ ГЕНАХ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТИ К РАКУ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У ФИННО-УГОРСКИХ НАРОДОВ

Калабаева А.А., Тюрькина И.В., Ромашкина М.В.

Онкологические заболевания в современном мире занимают одно из ведущих мест по смертности среди населения. В связи с накоплением генетического груза в человеческой популяции и с ухудшением качества среды жизнедеятельности человека наблюдается постоянный рост всех форм рака его все более раннее проявление.

РМЖ рассматривается как один из наиболее распространенных онкологических заболеваний у женщин. Основными генами, предрасполагающими к этому заболеванию, являются BRCA1 и BRCA2.

В 1990 году в области хромосомы 17q21 был картирован ген BRCA1, который ответственен за наследственную предрасположенность к раку молочной железы. Ген BRCA1 состоит из 22 кодирующих и 2 некодирующих экзонов, разделенных интронами. В 1996 году был клонирован второй ген, обуславливающий наследование повышенного риска рака молочной железы - BRCA2, локализованный в районе хромосомы 13q12. Данный ген состоит из 26 кодирующих и 1 некодирующего экзона и 26 интронов. Результаты клонирования были подтверждены при анализе му-

таций в выделенных генах у больных с семейной историей рака молочной железы [1,3].

Во всех странах имеется свой спектр мутаций в BRCA-генах, связанных с возникновением рака молочной железы. В настоящее время в России (Санкт-Петербурге, Москве и Томске) проводятся научные исследования, позволившие идентифицировать некоторые мутации в генах BRCA1 и BRCA2, специфичные для нашей страны. В результате этих исследований показано, что одной из наиболее часто встречающихся мутаций при семейных формах рака молочной железы (PMЖ) и рака яичника (PЯ) в разных регионах России и в разных этнических группах является инсерция 5382insC в гене BRCA1 [2].

Необходимо отметить, что существуют мутации, свойственные только определенным этническим группам. В качестве примера, в группе евреев-ашкенази имеются преобладающие мутации в гене BRCA1 (185delAG) и в гене BRCA2 (6174delT), которые почти никогда не встречаются в других этнических группах. Суммарно, частота встречаемости этих двух мутаций в популяции Ашкенази составляет 2%. В целом, в группе евреев-ашкенази мутации в BRCA-генах встречаются заметно чаще, чем в других этнических группах.

Международная база данных (Breast Cancer Information Core – BIC data base online. <http://www.nhgri.nih.gov/>) содержит свыше 300 различных вариантов мутаций генов BRCA 1/2. Наиболее распространенной мутацией гена BRCA 1 в странах Восточной Европы является мутация 5382 insC в 20-м экзоне. Частота этой мутации, по данным различных авторов, колеблется от 10 до 63% . В работе Gayther и соавт. (1997 г.) по изучению спектра мутации гена BRCA 1 в российских семьях, отягощенных PMЖ, показано, что 47% всех мутаций пришлось на долю мутации 5382 insC. В исследовании, выполненном в Российском онкологическом научном центре им. Н.Н.Блохина, в 78,6% случаев наследственный PMЖ был ассоциирован с мутацией 5382 insC в 20-м экзоне гена BRCA 1.

Полагают, что в отношении оценок пенетрантности генов BRCA 1/2 важно этническое происхождение пациентов-носителей. В некоторых популяциях только несколько мутаций являются ответственными за генетическую предрасположенность к PMЖ. Они связаны с эффектом родоначальника, т.е. мутация, возникшая в одной из гамет предка, так называемая мутация *de novo*, впоследствии передается из поколения в поколение. Он проявился тремя основными мутациями: гена BRCA 1 – 185 del AG, 5382 insC; гена BRCA 2 – 6174 delTT, которые отвечают за 60% случаев PЯ и 30% PMЖ, возникших у женщин до 40-летнего возраста. Thorlacius и соавт. (1998 г.) продемонстрировали наличие основополагающей мутации гена BRCA 2 – 99 del5 в исландской популяции, ассоциированной с 37,2% риска PMЖ в возрасте до 70 лет у мужчин и женщин. Мутация гена BRCA 1 1191 delC, описанная в Бельгии, на сегодняшний день не зарегистрирована в других популяциях [13]. Предполагают, что семьи имеют общий наследственный гаплотип, который охватывает 1850 кБ гена BRCA 1 и более, а определенные внутригенные маркерные аллели наследуются от общего предка. Так, среди 7 различных мутаций гена BRCA 1 мутация 300 C>T, чаще описываемая в Германии, Австрии и Венгрии, происходит от одного родового случая. Аналогично IVS5+3A>G является частым вариантом среди бельгийских и

французских семей, в которых они возникли 34 поколения назад. Средний возраст наследования мутации 185 delAG составляет 61 поколение, или 980–2250 лет, мутация 5382 insC прослежена в 44 поколениях [1,2].

Так как, коренные жители республики Мордовия относятся к финно-угорским народам, то было проведено сравнение полученной частоты и спектра мутаций с полученными данными в странах с финно-угорским населением - Финляндии и Эстонии. Самая высокая частота мутаций была в Республике Мордовия -26%; в Эстонии - 9% ($p=0,022$) и в Финляндии - 5,6% ($p=0,001$).

В республике Мордовия у больных с мутацией в гене *BRCA1* семейный анамнез по РЯ/РМЖ был установлен и составил около 35%. В Финляндии частота семейных случаев при мутациях в генах *BRCA1/2* составляет 80%. По этому показателю больные РЯ в Мордовии также отличаются ($p=0.028$). В Польше доля семейных случаев при мутациях в гене *BRCA1* была 72%. Более 90% семейного рака яичников/молочной железы среди пробандов с мутациями обнаруживали в Московском регионе России, Швеции и Канаде. Наиболее близкие значения к найденной нами частоте семейных случаев, наблюдали в США и в Китае.

Список использованных источников

1. Карпухин А.В. Частоты однонуклеотидных полиморфизмов и мутаций в гене *BRCA1* при наследственно обусловленном раке молочной железы и/или раке яичников/ А.В. Карпухин, Н.И. Поспехова, Л.Н. Любченко. –М.: Медицина, 2002. – С. 1-4.

2. Любченко Л.Н. Генодиагностика наследственной предрасположенности к раку молочной железы и разработка системы индивидуального прогнозирования развития, течения и профилактики заболевания/ Л.Н. Любченко//Автореферат канд. дисс.–М.: Медицина, 2002.–С. 234-235.

3. Nicoletto M.O., *BRCA-1 and BRCA-2 mutations as prognostic factors in clinical practice and genetic counseling*/ M. O. Nicoletto, M. Donach, G. Artioli, 2001.–P.295-304.

УДК 582.711(470.345)

**КРИТИЧЕСКИЙ КОНСПЕКТ ВИДОВ РОДА *ROSA* L.
РОМОДАНОВСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ**

Хапугин А.А.^{1,2}, Самошкина М. С.²

¹Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева

²Мордовский государственный природный заповедник им. П.Г. Смидовича

Для Ромодановского района характерно малая доля лесной растительности, большая часть естественного растительного покрова используется под сельскохозяйственные угодья. Кроме того, на территории района расположена крупная железнодорожная станция – «Красный Узел». Все это говорит о сильном антропогенном прессе на естественную растительность, что обуславливает занос и распространение некоторых видов растений, но не обязательно инвазионных. К таковым относятся виды рода *Rosa* L., представители которого на территории Республики Мордовия часто встречаются по обочинам шоссе, грунтовых и железных дорог.

К 2010 году на территории района был известен лишь один вид рода *Rosa* – самый распространенный на территории Республики Мордовия – *Rosa cinnamomea* L. (= *R. majalis* Herrm.) (Сосудистые растения, 2010). Поэтому с целью более полного выявления видового состава рода *Rosa* на территории района нами были исследованы как естественные, так и нарушенные человеком сообщества, проработан гербарный материал прошлых лет. Виды, известные только в культуре, отмечены звездочкой (*).

1. *Rosa canina* L. – Шиповник собачий. В Республике Мордовия встречается изредка, по лесным опушкам и полянам, склонам и обочинам дорог. На территории района известен лишь по двум находкам: 1) берег Старого пруда, на западной окраине с. Салма, 13.08.2009, А. Хапугин; 2) в 2 км восточнее пос. Красный Узел, обочина шоссе, 12.08.2009, А. Хапугин (все – GMU, GPS).

2. *R. cinnamomea* L. (*R. majalis* Herrm.) – Ш. коричный. Наиболее широко распространенный вид шиповника. Встречается по светлым лесам, опушкам и полянам, долинам рек, обочинам дорог, а также культивируется в садах и парках и легко уходит из культуры.

3. *R. corymbifera* Borkh. – Ш. щитконосный. На территории Мордовии встречается изредка, по зарослям кустарников, склонам, вырубкам, полянам, вдоль дорог. Зарегистрирован лишь однажды: 1) окрестности с. Курмачасы, на склоне к р. Курь, 12.08.2007, Н. Бармин, Е. Письмаркина, Е. Варгот (GMU). Также используется в качестве подвоя для декоративных роз.

4. *R. glabrifolia* С. А. Меу. ex Rupr. [incl. *R. pratorum* Sukacz.] – Ш. гололистный. В Мордовии встречается в осветленных лесах, на склонах, в речных поймах (Сосудистые растения..., 2010; Хапугин, Силаева, 2011б). На

территории Ромодановского района – по остепненным склонам и обочинам дорог: 1) в 2,3 км западнее с. Салма, крутой склон, 25.06.2009, А. Хапугин; 2) обочина шоссе между селами Салма и Вырыпаево, 26.06.2009, А. Хапугин; 3) обочина шоссе в 1,5 км западнее пос. Красный Узел, 12.08.2009, А. Хапугин; 4) остепненный склон оврага в 1 км восточнее пос. Александровский Лужок, 6.06.2010, А. Хапугин; 5) восточный склон оврага в 2,2 км восточнее с. Салма, 5.08.2010, А. Хапугин; 6) луговина по овражной балке в 1,2 км юго-восточнее с. Вырыпаево, 29.08.2010, А. Хапугин (все – GMU, GPS); 7) обочина грунтовой дороги в 0,5 км западнее с. Трофимовщина, 12.06.2011, А. Хапугин (фотография, GPS). Вероятно, распространен шире.

5. *R. glauca* Roug. – Ш. сизый. Впервые зарегистрирован на территории Республики Мордовия лишь недавно (Хапугин, 2011): на остепненном склоне на опушке близ леса между селами Салма и Липки, 10.06.2010, А. Хапугин (LE, GMU). Вторая находка вида на территории региона сделана в 2011 году на территории Рузаевского района: посадки вдоль поля в 4,6 км северо-западнее с. Сузгарье, 2.09.2011, А. Хапугин, О. Гришуткин (GMU). Распространению вида из мест культуры, вероятно, способствуют растительноядные птицы.

* *R. rugosa* Thunb. – Ш. морщинистый. Используется в качестве декоративного кустарника, цветущего с середины–конца мая до сентября. Иногда встречается на газонах близ материнских кустов, но вне населенных пунктов пока не зарегистрирован.

6. *R. spinosissima* L. (*R. pimpinellifolia* L.) – Ш. колючейший. Культивируется повсеместно в качестве декоративного кустарника. Вне населенных пунктов на территории Республики Мордовия вид зарегистрирован в трех районах (Рузаевский, Торбеевский, окрестности г. Саранск) вдоль путей сообщения и в старых садах. В Ромодановском районе известен по единственной находке: обочина шоссе к с. Уришка в 3 км северо-западнее с. Константиновка, 14.06.2011, А. Хапугин, Е. Варгот, О. Артаев (GMU).

7. *R. subcanina* (Christ.) Dalla Torre et Sarnth. – Ш. почти-собачий. На территории региона распространен изредка – по опушкам дубрав, остепненным склонам, обочинам дорог (Хапугин, Силаева, 2011а). В Ромодановском районе – по лугово-степным склонам, обочинам дорог: 1) обочина шоссе в 2,2 км западнее с. Красный Узел, 12.08.2009, А. Хапугин, И. Хапугин; 2) обочина шоссе между селами Салма и Липки, 25.06.2009, А. Хапугин; 3) по остепненному склону оврага в 0,2 км западнее с. Старая Карачиха, 4.09.2010, А. Хапугин; 4) На вершине холма близ обочины грунтовой дороги в 0,5 км южнее пос. Молодые Выходы, 7.08.2010, А. Хапугин (все – GMU, GPS).

Таким образом, на 2011 год на территории района зарегистрировано, кроме известного ранее *Rosa cinnamomea*, еще 6 видов. Большинство находок приурочено к путям сообщения, часть их сделано по остепненным склонам и балкам оврагов. Центрами распространения видов на территории Ромодановского района служат лесозащитные насаждения, крупные садоводческие хозяйства. Этому способствуют растительноядные птицы, распространяющие семена шиповников на различные расстояния.

Список использованных источников

1. Сосудистые растения республики Мордовия (конспект флоры): монография / Т.Б. Силаева, И.В. Кирюхин, Г.Г. Чугунов [и др.]; под ред. Т.Б. Силаевой. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2010. 352 с.
2. Хапугин А.А. О нахождении *Rosa glauca* Pourr. (*Rosaceae*) в Республике Мордовия // Российский журнал биологических инвазий, 2011. № 4. С. 84-87.
3. Хапугин А.А., Силаева Т.Б. О новых данных по распространению видов рода *Rosa* L. в Республике Мордовия // Третьи чтения памяти профессора О.А. Зауралова: материалы научной конференции (Саранск, 13 мая). Саранск, 2011а. С. 96-99.
4. Хапугин А.А., Силаева Т.Б. *Rosa glabrifolia* Rupr. ex C. A. Mey. в национальном парке «Смольный» // Вестник Мордовского университета. Серия «Биологические науки», 2011б. № 4. С. 161-165.

УДК 582.594:57.08

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ МИНЕРАЛЬНОЙ ОСНОВЫ СРЕДЫ НА ОРГАНОГЕНЕЗ ЦИМБИДИУМА (*CYMBIDIUM* *HIBRIDS*) В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

Фатеева Е.В., Емельянова И.С., Мокшин Е.В.

Ассортимент декоративных растений с каждым годом расширяется за счет интродукции красивых дикорастущих видов и создания новых сортов. В промышленном цветоводстве под стеклом и пленкой выращивают многочисленные виды представителей различных семейств, происходящих из разных районов земного шара, но преимущественно из теплых субтропических и тропических районов Америки, Африки и островов Тихого океана (Висящева, Соколова, 2010). Проблема обогащения отечественной флоры путем освоения растительных ресурсов, в том числе и представителей семейства *Orchidaceae* из других континентов и стран – одна из актуальных. Освоение же растительных ресурсов невозможно без мобилизации коллекционных фондов, ведь для каждого региона необходимо создание интродуцентов, адаптированных к местным агроэкологическим условиям. Высокая декоративность цветков положила начало культуре орхидей во всех странах мира. Родиной исходных родительских видов многих гибридных цимбидиумов являются более прохладные районы тропической Азии, поэтому сорта цимбидиумов представляют интерес как наиболее приспособленные к прохладным условиям наших оранжерей (Тетеря, 2007). Метод клонального микроразмножения для ряда растений убедительно показывает не только преимущество их перед традиционными методами размножения, но и их особенность, которая заключается в том, что до сих пор эти методы базируются на эмпирических подходах и поэтому требуют спецификации основной методики. Эта особенность учитывается как при работе с определенными видами и сортами растений, так и при использовании определенных типов эксплантов, изолиро-

ванных от исследуемых видов и сортов (Носырева, Вечернина, 1999). На сегодняшний день существует множество различных питательных сред, используемых для культивирования и регенерации растений определенного вида (Мокшин, Лукаткин, 2009). Однако для многих видов растений, вводимых в культуру *in vitro*, готовые прописи уже имеющихся сред не подходят (Сергеев, 2011).

Целью работы было выяснение влияния концентрации минеральной основы питательной среды Мурасиге-Скуга (МС) на органогенез цимбидиума гибридного (*Cymbidium hybrids*). В качестве объектов использовали стерильные пробирочные растения. Посадку эксплантов (псевдобульбы) осуществляли на агаризованную (0,7 %) среду по прописи Мурасиге и Скуга (рН = 5,6–5,8) с добавлением угля (0,15 %), варьируя концентрацию минеральной основы (полная, 1/2, 1/4, 1/8 части). Культивирование осуществляли в баночках объемом 150 мл при постоянном освещении белыми люминесцентными лампами и температуре 23–25 °С.

В ходе проведенных исследований было установлено, что лучший результат по органогенезу эксплантов показали варианты с 1/2 и 1/4 частями среды МС. Так в данных вариантах формировалось 100% псевдобульб. Несколько ниже этот показатель был в вариантах с использованием полной и 1/8 частей минеральной основы среды МС – 90 %.

Оптимальное значение по формированию псевдобульб было достигнуто на среде с 1/2 частью МС – 9,2 шт./эксплант. Несколько ниже этот показатель был на средах с 1/4 и 1/8 – 8,8 и 8,6 шт./эксплант соответственно. На полной среде формировалось в среднем 5,1 шт./эксплант.

При изучении влияния концентрации минеральной основы среды МС на длину побега установили, что максимальной она была на полной среде МС – 8,5 мм. Снижение концентрации минеральной основы среды приводило к уменьшению длины побега. Так, на среде с 1/2 длина побегов составляла 5,5 мм, а самый минимальный размер отмечался на среде с 1/8 частью солей – 2,4 мм.

При выяснении влияния концентрации минеральной основы среды на ризогенез у цимбидиума (количество и длина) установили, что максимальным этот показатель был в варианте с 1/2 частью минеральной основы – количество корней – 2,1 шт./эксплант, длина – 14,9 мм, Увеличение и снижение концентрации минеральной основы снижало данные показатели.

Таким образом, в результате проведенных исследований установили, что выращивание цимбидиума гибридного на полной среде МС благоприятно влияет на длину формирующихся побегов, тогда как среда с 1/2 МС дает преимущество в количестве формирующихся псевдобульб и в корнеобразовании.

Список использованных источников

1. Висящева Л.В., Соколова Т.А. Промышленное цветоводство. М.: Знание, 2010. 368 с.
2. Тетеря О.П. Об итогах и перспективе интродукции орхидных, культивируемых в коллекциях ботанического сада – института ДВО РАН // Вестник ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2007. Вып. 4, № 8 (36). 164 с.

3. Носырева М.В., Вечернина Н.А. Регенерация и размножение растения бегония *in vitro*. Барнаул: Биология, 1999. 25 с.

4. Сергеев Р.В. Селекция и технология микрклонального размножения ивы остролистной (*Salix acutifolia* Willd.). Йошкар-Ола: ГОУВПО «Марийский государственный технический университет», 2011. 5 с.

5. Мокшин Е.В., Лукаткин А.С. Практикум по культуре растительных клеток и тканей: Учебное пособие. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2009. 48 с.

УДК 197.97:591.34.044

ВЛИЯНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ НА ЭМБРИОНАЛЬНО-ЛИЧИНОЧНОЕ РАЗВИТИЕ ТРАВЯНОЙ ЛЯГУШКИ

Софронова Ю.Н., Кузнецов В.А.

Свет – это первичный периодический фактор, с изменениями которого связаны все или большая часть периодических явлений в природе. Общеизвестно, что этот фактор является одним из мощных сигналов, который через различные рецепторы оказывает значительное влияние на биологические реакции организма.

Выяснения влияния внешних факторов на функционирующий организм является одной из первостепенных задач экологии. Световой фактор относится к факторам, изменения которых имеют строгий закономерно-периодический характер. Именно к таким факторам у большинства организмов вырабатываются многочисленные адаптации, отличающиеся значительной глубиной, и в ответ на эти факторы появляются первичные реакции у особей в процессе онтогенеза. Свет как абиотический фактор играет важную роль в жизни молодых и взрослых особей большинства видов живых организмов, обитающих как в наземных, так и в водных экосистемах.

Несмотря на значительный интерес со стороны экологов на изучение закономерностей воздействия света на организмы, многие аспекты этого влияния до сих пор изучены не достаточно.

В последние годы появилось много работ, доказывающих положительное влияние периодических факторов среды, таких как, соленость, температура, рН и др. на рост, энергетiku и физиологическое состояние амфибий. Однако количество публикаций, в которых рассматривается вопрос о влиянии света на раннее развитие и рост земноводных, крайне не достаточно. Это и послужило причиной для проведения эксперимента по выяснению этого вопроса.

Целью исследования является изучение влияние постоянной освещенности на эмбрионально -личиночное развитие травяной лягушки

Для экспериментов икру получали от одной пары производителей из естественного водоема. Исследования проведены на базе лаборатории кафедры зоологии Мордовского государственного университета. В каждый вариант одной серии (на одну чашку Петри) помещали по 10 икринок из одной кладки. Пресную воду брали из системы городского водоснабжения.ля дихлорации воду отстаивали в течении суток. Мертвых эмбрионов из опыта удаляли. Температуру поддерживали на уровне $8\pm 10^{\circ}\text{C}$, содержание кислорода в воде 7.0-7.5мг/л. Стадии развития регистрировали

через каждые 2-4 ч, определяя по методике Дабагян, Слепцова, 1915. Необходимое освещение создавали люминисцентными лампами типа ЛБ, находящиеся сверху на расстоянии 50 см от поверхности воды, которые мало нагреваются в процессе работы и дают достаточно мощный световой поток. Интенсивность измеряли люксметром Ю-116 на поверхности воды. При изучении эмбрионального – личиночного развития травяной лягушки были использованы пять режимов освещенности : 0 лк, 150 лк, 550 лк, 700 лк, 1000лк. В темноте аквариумы закрывали непрозрачным колпаком. При этом данный вариант условно обозначали <0> лк, т. к. освещенность на уровне тысячных долей люкса выходила за пределы чувствительности измерительного прибора.

Таблица 3.1 – Длительность эмбриогенеза и размеры личинок *Rana temporaria* после выхода из икры при постоянных значениях освещенности.

Освещенность, лк	Длина тела, мм	Коэффициент вариации размера	Масса, мг	Коэффициент вариации массы	Длительность эмбрионального развития, сутки
0	10,3*	6,7	1,98	1,08*	3,35
150	10,4**	7,2	2,38	5,03**	3,40
550	10,7*	4,2	2,54	7,09**	3,42
700	12,4**	2,8	3,11	13,9**	3,5
1000	12,6**	1,9	4,19	21,4*	3,55

(* - различия достоверны при $P < 0,5$; ** - различия достоверны при $P < 0,01$)

Наши исследования показали, что при увеличении освещенности наблюдается ускоренное эмбриональное развитие. Увеличения освещенности до 150,550,700,1000лк приводило к возрастанию скорости эмбрионального развития и максимальным оно оказалось при освещении в 1000лк, где по сравнению с контролем темп эмбриогенеза увеличился в 1,25 раза

Аналогичные результаты были получены при изучении личиночного развития. С увеличением освещенности темп личиночного развития возрастает, если при освещенности 150,550лк скорость личиночного развития несколько увеличивается, разница статистически не достоверна, а при освещении 700, 1000лк эта разница уже

статистически достоверна и при максимальной освещенности в 1000лк земноводные развиваются в 1,5 раза быстрее по сравнению при отсутствии света.

Наши исследования показали, что наряду с ускоренными темпами эмбрионального развития повышается выживаемость эмбрионов. В целом в ходе эксперимента отход эмбрионов был не большой. В полной темноте гибель составила 2%, в других режимах выживаемость составила 100%. Более показательным отразилось на личиночном развитии где, в полной темноте отход головастика составил 10% а в различных режимах освещенности 150,550,700,1000лк выживаемость составила 100%.

Увеличение освещенности оказало благоприятное воздействие на рост головастика. Наилучшие результаты были получены в режиме освещенности 1000лк, где по сравнению с отсутствием света линейные размеры 2,2 раза выше, а масса 2, чуть меньшая освещенность 700лк оказали также положительное воздействие на личиночное развитие, однако этот режим был несколько хуже чем предыдущий.

Таким образом наши исследования показали, что увеличение освещенности оказывает положительное воздействие на эмбрионально-личиночное развитие амфибий и при увеличении освещенности наблюдается ускоренный темп эмбрионального развития, повышается выживаемость особей и возрастают линейно весовые показатели головастика.

Список использованных источников

- 1 Шилов И. А. Экология / И. А. Шилов. - М. : Высш. школа, 2001. - 512 с.
- 2 Токин Б. П. Общая эмбриология / Б. П. Токин. - М. : Высш. школа, 1987.-48 с.
- 3 Кожова О. М. Введение в гидробиологию / О. М. Кожова. -Красноярск: Изд-во Красноярского ун-та, 1987. - 244 с.
- 4 Внешняя среда и развивающийся организм / под. ред. М. С. Мицкевича. - М. : Наука, 1977. - 384 с.
- 5 Кузнецов В. А. Астатичность факторов среды как экологический оптимум для гидробионтов / В. А. Кузнецов, В. С. Вечканов, А. Б. Ручин // Материалы 33-й научн. конф. - Саранск, 1997. - С. 28-30.

УДК 581.524.2(470.345)

ИНВАЗИВНЫЕ РАСТЕНИЯ НА ТРАНСПОРТНЫХ ПУТЯХ В РОМОДАНОВСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ

Силаева Т.Б.¹, Хапугин А.А.^{1,2}, Лабутин Д.С.¹, Самошкина М.С.¹

¹Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева

²Мордовский государственный природный заповедник им. П.Г. Смидовича

Занос живых организмов из одного района в другой имеет глобальный характер и является выражением одной из важнейших тенденций в развитии флоры – ее унификации. Средняя доля заносных видов в разных районах мира около 16 %. Она

различна по континентам: от 7 % во флоре Африки, 9 % во флоре Европы, до 17 % во флоре Австралии и 19 % – Северной Америки (Kornas, 1968; Бармин, 2000).

Вселение адвентивных видов – следствие нарушения естественного растительного покрова и отсутствия в местах вселения естественных врагов (фитофагов и патогенов) (Виноградова и др., 2010).

Наши исследования, как и публикации других авторов (Вьюкова, 1985; Борисова, 1993; Хорун, 1998; Бармин, 2000; Маркелова, 2004), показали, что основными путями заноса являются железные и автомобильные дороги и другие транспортные коммуникации. Большую роль играют поймы и долины рек. Вероятно, из-за того, что в поймах и долинах рек всегда есть участки со свободными экологическими нишами, на которых могут поселиться чужеземцы. Можно сказать, что в значительной степени вселение чужеземцев – следствие нарушения растительного покрова в местах вселения адвентов. Нетронутые растительные сообщества обладают высокой устойчивостью (Туганаев, Пузырев, 1988; Бармин, 2000).

В последнее время процессы, связанные с проникновением и воздействиями неаборигенных видов на местные виды и сообщества, принято именовать биологическими инвазиями чужеродных видов (Виноградова и др., 2010). Под биологическими инвазиями понимаются все случаи проникновения живых организмов в экосистемы, расположенные за пределами их первоначального (обычно, естественного) ареала.

К биологическим инвазиям относятся вселения чужеродных видов, произошедшие в результате: 1) естественных перемещений, связанных с флуктуациями численности и климатическими изменениями; 2) преднамеренной интродукции и реинтродукции важных в хозяйственном и эстетическом отношении организмов; 3) случайных заносов с балластными водами, с импортной сельскохозяйственной продукцией, багажом, с намеренно интродуцированными видами и т.п. (Виноградова и др., 2010).

Ромодановский район Республики Мордовия находится в самом центре республики и имеет густую сеть транспортных магистралей. В ходе полевых исследований в 2010 и 2011 гг. на транспортных путях в Ромодановском районе зарегистрированы многие инвазионные виды. Для инвентаризации чужеземных растений специально обследованы участки железной дороги, автомобильные дороги Саранск–Ичалки, Ромоданово–Уришка–Трофимовщина, Ромоданово–Салма и др., территории некоторых станций. Список и характеристика инвазивных растений приводятся в таблице.

Таблица – Список инвазивных растений, отмеченных на транспортных путях Ромодановского района Республики Мордовия

№	Вид	Семейство	Степень натурализации	Invasive status	Естественный ареал
1	<i>Acer negundo</i> – Клен ясенелистный	<i>Aceraceae</i>	агриофит	transformer	Североамериканский
2	<i>Amaranthus albus</i> – Ширица белая	<i>Amaranthaceae</i>	эпекофит	invasive plants	Североамериканский
3	<i>Amaranthus blitoides</i> – Ширица синеватая	<i>Amaranthaceae</i>	эпекофит	transformer	Североамериканский
4	<i>Amaranthus retroflexus</i> – Ширица запрокинутая	<i>Amaranthaceae</i>	эпекофит	transformer	Североамериканский
5	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> – Амброзия полынолистная	<i>Compositae</i>	эпекофит	invasive plants	Североамериканский
6	<i>Atriplex prostrata</i> – Лебеда распростертая	<i>Chenopodiaceae</i>	эпекофит	invasive plants	Ирано-туранский
7	<i>Atriplex tatarica</i> – Лебеда татарская	<i>Chenopodiaceae</i>	эпекофит	invasive plants	Ирано-туранский
8	<i>Anisantha tectorum</i> – Неравноцветник кровельный	<i>Gramineae</i>	эпекофит	invasive plants	Средиземноморский
9	<i>Cyclachena xanthiifolia</i> – Циклахена дурнишниковая	<i>Compositae</i>	эпекофит	transformer	Североамериканский
10	<i>Echinocystis lobata</i> – Эхиноцистис лопастной	<i>Cucurbitaceae</i>	агриофит	transformer	Североамериканский
11	<i>Erigeron canadensis</i> – Мелколепестник канадский	<i>Compositae</i>	эпекофит	transformer	Североамериканский
12	<i>Festuca orientalis</i> – Овсяница восточная	<i>Gramineae</i>	эпекофит	invasive plants	Западноевропейский
13	<i>Festuca trachiphylla</i> – Овсяница жестколистная	<i>Gramineae</i>	эпекофит	invasive plants	Западноевропейский
14	<i>Heracleum sosnowskyi</i> – Борщевик Сосновского	<i>Umbelliferae</i>	агриофит	transformer	Кавказ и северо-восток Турции
15	<i>Helianthus tuberosus</i> – Подсолнечник клубненосный	<i>Compositae</i>	эпекофит	invasive plants	Североамериканский
16	<i>Hordeum jubatum</i> – Ячмень гривастый	<i>Gramineae</i>	эпекофит	invasive plants	Североамериканский
17	<i>Kochia scoparia</i> – Кохия метельчатая	<i>Chenopodiaceae</i>	эпекофит	invasive plants	Ирано-туранский
18	<i>Lepidium densiflorum</i> – Клоповник густоцветковый	<i>Cruciferae</i>	эпекофит	transformer	Североамериканский
19	<i>Lonicera tatarica</i> – Жимолость татарская	<i>Caprifoliaceae</i>	колонофит	invasive plants	Евразийский
20	<i>Puccinellia distans</i> – Бескильница расставленная	<i>Gramineae</i>	эпекофит	invasive plants	Не установлено

2 1	<i>Senecio viscosus</i> – Крестовник клейкий	<i>Compositae</i>	эпекофит	invasive plants	Западноевропейский
2 2	<i>Setaria viridis</i> – Щетинник зеленый	<i>Gramineae</i>	эпекофит	invasive plants	Средиземноморский
2 3	<i>Sisymbrium volgense</i> – Гулявник волжский	<i>Cruciferae</i>	эпекофит	invasive plants	Европейский
2 4	<i>Impatiens glandulifera</i> – Недотрога железконосная	<i>Balsaminaceae</i>	эпекофит	transform- er	Североамериканский
2 5	<i>Ulmus pumila</i> – Вяз мелколистный	<i>Ulmaceae</i>	эпекофит	invasive plants	Южносибирско- дальневосточный
2 6	<i>Xanthium albinum</i> – Дурнишник беловатый	<i>Compositae</i>	эпекофит	invasive plants	Североамериканский
2 7	<i>Urtica urens</i> – Крапива жгучая	<i>Urticaceae</i>	эпекофит	invasive plants	Средиземноморский

Всего на транспортных путях Ромодановского района зарегистрировано 27 видов инвазивных сосудистых растений из 23 родов и 11 семейств. Особую активность, как и по всей республике, проявляют *Heracleum sosnowskyi*, *Acer negundo*, *Echinocystis lobata*, *Helianthus tuberosus* и др. (Сосудистые растения..., 2010). В Черной книге флоры Средней России их инвазионный статус – «transformer» (Виноградова и др., 2010). В связи с тем, в Ромодановском районе густая сеть транспортных путей необходимы дальнейшие исследования этой группы растений.

Список использованных источников

1. Бармин Н.А. Адвентивная флора Республики Мордовия: Дис...канд. биол. наук. – М., 2000. 302 с.
2. Борисова Е.А. Адвентивная флора Ивановской области. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М., 1993. 16 с.
3. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М.: ГЕОС, 2010. 512 с.
4. Вьюкова Н.А. Адвентивная флора Липецкой и сопредельных областей: Автореф. дис. ...канд. биол. наук. М., 1985. 16 с.
5. Маркелова Н.Р. Динамика состав и структуры адвентивной флоры Тверской области. Дис. ...канд. биол. наук. М., 2004. 290 с.
6. Сосудистые растения республики Мордовия (конспект флоры) / под ред. Т.Б. Силаевой. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2010. 352 с.
7. Туганаев В.В., Пузырев А.Н. Гемерофиты Вятско-Камского междуречья. Свердловск: Изд-во Урал.ун-та, 1988. 128 с.
8. Хорун Л.В. Адвентивная флора Тульской области: Автореф. дис. ...канд. биол. наук. М., 1998. 20 с.
9. Kornas J. Geograficzno-Historyczna klasyfikacja roslin synsntropijnych // Materialy Zavlady Fitosocjologii Stosowanej U.M.Warszawa – Bialowieza. 1968. № 25. S. 33-41.

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ АДВЕНТИВНЫХ И ИНВАЗИОННЫХ РАСТЕНИЙ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ Г. САРАНСКА

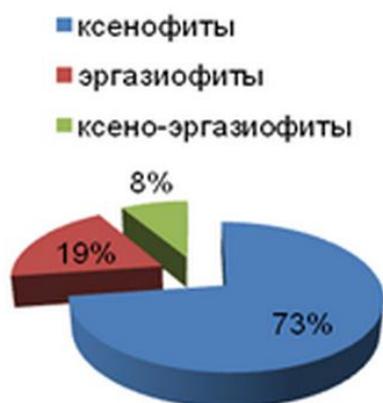
Рязанова Е.С., Силаева Т.Б.

В настоящее время огромный интерес к проблемам сохранения биологического разнообразия обусловлен тем, что оно является основой устойчивого развития биосферы. При этом стабильность и устойчивость экосистем достигается за счет сложной системы взаимосвязей, как между различными видами в сообществах, так между видами и средой. Следует отметить, что между понятиями «общее» и «природное» разнообразие есть значительное отличие. Одним из мощных факторов дестабилизации экосистем и нарушения природного биологического разнообразия является процесс внедрения в растительные сообщества чужеземных видов и их успешная конкуренция с аборигенной флорой. В настоящее время ведутся исследования по механизмам внедрения таких видов в растительные сообщества, их взаимодействие с видами местной флоры, и возможности распространения на другие территории. В настоящее время чужеродные виды считаются второй по значению угрозой биоразнообразию, после разрушения мест обитания. Это явление приобрело глобальный характер, а инвазии чужеродных организмов признаны одним из ведущих факторов трансформации природных экосистем. Актуальность исследований определяется значительной скоростью инвазионного процесса (Lambdon et al., 2008; Виноградова и др., 2010).

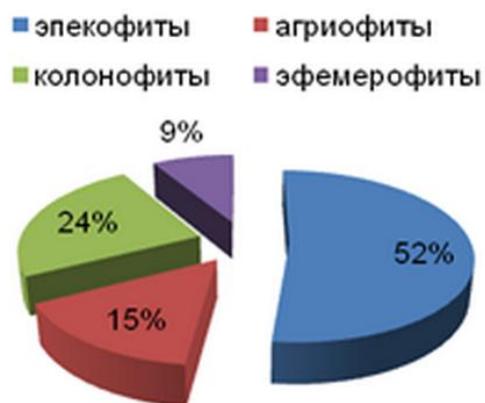
В последние годы на территорию Республики Мордовия идет мощный поток чужеземных растений. Среди них есть виды, опасные для здоровья человека, потенциальные сорняки. Особенно активно процессы вселения идут во флоры городов. Поэтому целью нашей работы было изучение видового разнообразия адвентивных и инвазионных растений в юго-западной части г. Саранска Республики Мордовия. В июне–июле 2011 г. на этой территории обследованы разные типы местообитаний: обочины дорог, пустыри, огороды, неухоженные газоны, дачные участки. В результате проведенных исследований зарегистрировано 58 адвентивных видов сосудистых растений. Их характеристика приводится в таблице 1.

Таблица 1 – Соотношение групп видов адвентивной флоры по способу заноса и степени натурализации

Группа видов	эфемерофиты		колонофиты		эпекофиты		агриофиты		ИТОГО	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Ксенофиты	5	8,7	8	14,0	24	42,1	5	8,7	42	72,7
Эргазиофиты	0	0	3	5,2	5	8,7	3	5,2	11	18,8
Ксено-эргазиофитофи-	0	0	3	5,2	1	1,7	1	1,7	5	8,5
ВСЕГО	5	8,7	12	24,3	28	52,5	9	15,6	58	100,0



Соотношение групп видов адвентивной флоры по способу иммиграции



Соотношение групп видов адвентивной флоры по степени натурализации

По степени натурализации среди чужеземных видов преобладают эпекофиты (52,5 %), например, *Puccinellia distans* L., *Bromus squarrosus* L., *Echinochloa crus-galli* L., *Hordeum jubatum* L., *Urtica urens* L., *Chenopodium urbicum* L., *Atriplex patula* L., *A. prostrata* Boucher ex DC., *A. tatarica* L., *Amaranthus albus* L., *A. blitoides* S. Watson, *Sisymbrium. loeselii* L., *Raphanus raphanistrum* L., *Lepidium ruderale* L., *Sambucus racemosa* L., *Potentilla supina* L., *Fragaria ananassa* Duch., *Helianthus tuberosus* L., *Aster salignus* L., *Senecio viscosus* L., *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen., *Solidago canadensis* L. и колонофиты (24,3 %) – *Elymus trachycaulus* (Link) Gould Schinners, *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf, *Ulmus pumila* L., *Urtica cannabina* L., *Rumex stenophyllus* Ledeb., *Armoracia rusticana* Gaertn., Mey. et Schreb., *Potentilla bifurca* L., *Potentilla reptans* L., *Plantago arenaria* Waldst. et Kit., *Galium humifusum* Bieb., *Symphoricarpos albus* (L.) S. F. Blake, *Lonicera tatarica* L., *Chamomilla recutita* L.

На долю агрофитов и эфемерофитов приходится 24,3 % видов: *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gray, *Bidens frondosa* L., *Heracleum sosnowskyi* Manden., *Acer negundo* L., *Lepidium latifolium* L., *Polygonum aviculare* L., *Salix fragilis* L., *Setaria verticillata* L., *Alopecurus myosuroides* Huds., *Elodea canadensis* Michx., *Cuscuta campestris* Yuncer., *Anthemis ruthenica* Bieb., *Artemisia annua* L.

Наибольшее количество инвазионных видов происходит из Северной Америки (23,2%), Средиземноморья (19,64 %) и из Ирано-Туранской области (21,4 %).

Инвазионная фракция флоры – чрезвычайно динамическая система с очень низкой целостностью, поэтому требуется проведения ежегодных работ по изучению иноземной флоры.

Список использованных источников

1. Конвенция о биологическом разнообразии. Текст и приложения. 1995 / – UNEP / CBD. – 34 с.
2. Алимов А.Ф., Богуцкая Н.Г. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.: КМК, 2004. 436 с.
3. Сосудистые растения республики Мордовия (конспект флоры): монография / Т.Б. Силаева, И.В. Кирюхин, Г.Г. Чугунов [и др.]; под ред. Т.Б. Силаевой. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2010. 352 с.
4. Бобрецов А.В. Оценка угроз для биоразнообразия проектной территории и их причин. Сыктывкар, 2006. 38 с.
5. Lambdon P.W. et al. Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs // Preslia. 2008. Vol. 80. № 2. P. 101-149.

УДК 582.926.2:57.033

АКТИВНОСТЬ АНТИОКСИДАНТНЫХ ФЕРМЕНТОВ У РАСТЕНИЙ ТОМАТА ПРИ ДЕЙСТВИИ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР

Клокова Е.В., Колмыкова Т.С.

Воздействие на растения неблагоприятных температур является одним из наиболее распространенных абиотических стрессоров. Их действие на организм сопровождается усилением образования активированных форм кислорода (АФК), которые запускают цепь реакций перекисного окисления липидов [1]. Повреждающему эффекту АФК противостоит система противooksидлительной защиты (или система антиоксидантной защиты), главными действующими звеньями, которой являются антиоксиданты, в первую очередь супероксиддисмутаза, пероксидаза и каталаза [2]. Каталазе и аскорбатпероксидазе (АПО) принадлежит основная роль в разрушении молекул перекиси водорода у растений [3].

Целью исследования являлось изучение влияния пониженных температур на активность аскорбат-пероксидазы и каталазы у растений томата различных сортов.

В качестве объекта исследования использовали растения томата сортов Подарочный, Патрис и Волгоградский. Растения разделяли на несколько групп, одна из которых контрольная, находилась при температуре 25-27°C, другие охлаждали при температурах 10°C и 3°C. Показатели активности АПО и каталазы определяли на 24 день вегетации растений в момент действия стресса и через три дня после окончания его на 27 день. Для определения активности каталазы был использован метод, в основе которого лежит измерение падения оптической плотности экстракта растительной ткани за 1 минуту с добавлением перекиси водорода. Для расчета активности АПО брали понижение оптической плотности экстракта растительной ткани за первые 30 секунд реакции в присутствии перекиси водорода [4].

Результаты исследований показали, что неблагоприятные температуры повышали активность аскорбатпероксидазы в листьях томата. Снижение температуры до 10°C индуцировало увеличение активности АПО почти в 1,5 раза у сорта Подо-

рочный. У растений сорта Патрис и Волгоградский значение изучаемого параметра изменилось незначительно на 5% и 31% соответственно (таблица 1).

Таблица 1 Влияние пониженных температур на активность аскорбат-пероксидазы, ммоль/ г ткани мин

Вариант опыта		Подарочный	Патрис	Волгоградский
Температура 25°C	24 дн.	0,022±0,002	0,019±0,001	0,016±0,002
	27 дн.	0,040±0,002	0,019±0,001	0,018±0,002
Температура 10°C	24 дн.	0,051±0,002	0,021±0,002	0,021±0,002
	27 дн.	0,073±0,002	0,031±0,002	0,035±0,002
Температура 3°C	24 дн.	0,088±0,002	0,045±0,002	0,041±0,003
	27 дн.	0,098±0,003	0,056±0,002	0,060±0,002

При действии температуры 3°C активность АПО превышала контрольные значения в 3 раза у сорта Подарочный, в 1,5 раза у сорта Патрис и на 86 % у сорта Волгоградский. Величина активности АПО у растений, находившихся в условиях оптимальной температуры, на 27 день вегетации увеличилась на 82% у сорта Подарочный, а у сортов Волгоградский и Патрис не произошло изменений в активности АПО. Второе измерение показало, что с понижением температуры до 10°C активность фермента увеличилась в 2 раза у сорта Подарочный, на 63 % у растений сорта Патрис и на 119 % – у сорта Волгоградский по сравнению с контролем. При воздействии более низкой температуры (3°C) активность аскорбатпероксидазы по сравнению с контролем увеличилась более чем в 3 раза у сорта Подарочный и в 2 раза у сортов Патрис и Волгоградский по сравнению с контролем.

Проанализировав полученные результаты, можно сделать вывод, что АПО вносит вклад в восстановление растений томата после охлаждения. При действии пониженных положительных температур, в особенности температуры 3°C, у изучаемых сортов происходило увеличение активности аскорбатпероксидазы как при действии стресса, так и в его последствии. Особенно заметное воздействие отмечено в листьях томата сорта Волгоградский, что можно охарактеризовать как высокую устойчивость этого сорта к пониженным температурам.

Помимо АПО, большое значение в период охлаждения имеет другой антиоксидантный фермент – каталаза, которая также способствует быстрой утилизации перекиси. Активность каталазы у контрольных растений разных сортов была различной: наибольшей – в листьях томата сорта Подарочный, меньшей – в листьях сорта Волгоградский и самой малой – в листьях томата сорта Патрис (таблица 2).

Таблица 2 Влияние пониженных температур на активность каталазы в листьях, мкмоль/г ткани мин

Сорт		Подарочный	Патрис	Волгоградский
Температура 25°C	24 дн.	805,4±3,8	557,7±3,5	720,9±2,6
	27 дн.	814,2±3,4	589,9±1,5	764,8±3,9
Температура 10°C	24 дн.	670,5±3,2	399,8±1,4	615,4±3,4
	27 дн.	751,9±1,6	529,0±2,0	635,2±3,0
Температура 3°C	24 дн.	526,9±1,3	222,1±1,3	414,5±3,8
	27 дн.	613,7±3,3	263,1±2,8	429,8±3,8

При охлаждении растений томата наблюдали изменения активности каталазы, которые происходили неодинаково у различных сортов. В условиях температуры 10°C наблюдали инактивацию фермента, при этом активность каталазы снизилась на 17% у сорта Подарочный, на 28% у сорта Патрис и на 15% у сорта Волгоградский. При действии еще более низкой температуры (3°C) активность продолжала снижаться в 1,5; 2,5 и 1,7 раза соответственно по сравнению с контролем. Определение активности каталазы у 27 дневных проростков, т.е. спустя трех суток после окончания стресса показало, что при действии температуры 10°C активность фермента снизилась по сравнению с контролем, но в меньшей степени, чем при непосредственном действии стресса на 7 % у сорта Подарочный, на 5 % у сорта Патрис и на 12 % у сорта Волгоградский, а при температуре 3°C на 24 %, 53 %, 40 % соответственно, по сравнению с контролем.

Таким образом, изменения активности каталазы связаны с развитием окислительного стресса. При оптимальной температуре в ходе вегетации происходит увеличение этого показателя. При действии пониженных положительных температур у всех изучаемых сортов активность фермента была сниженной в течение всего опыта, как при действии стресса, так и в его последствии. Самое значительное снижение активности фермента отмечено в листьях сорта Патрис.

Следовательно, на основе проведенных исследований можно сделать вывод, что изменения активности антиоксидантных ферментов при охлаждении теплолюбивых растений направлены на снятие окислительного стресса и, тем самым, холодного повреждения [5].

Список использованных источников

- 1 Колупаев Ю.Е. Активные формы кислорода при адаптации растений к стрессовым температурам / Ю.Е. Колупаев., Ю.В. Карпец // Физиология и биохимия культурных растений. – 2009. – Т. 41, №2. – С. 95-108.
- 2 Прадедова Е.В. Классификация систем антиоксидантной защиты как основа рациональной организации экспериментального исследования окислительного стресса у растений / Е.В. Прадедова, О.Д. Имеева, Р.К. Салеев // Физиология растений. – 2011. – Т. 58, № 2. – С. 177-185.
- 3 Радюк М.С. Влияние низкой положительной температуры на содержание низкомолекулярных антиоксидантов и активность антиоксидантных ферментов в зеленых

листьях ячменя / М.С. Радюк, И.Н. Доманская, Р.А. Щербаков и [др.] // Физиология растений. – 2009. – Т. 56, № 2. – С. 193-199.

4 Лукаткин А.С. Холодовое повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс. – Саранск: Изд-во мордов. ун-та, 2002. – 208 с.

5 Лукаткин А.С. Вклад окислительного стресса в развитие холодового повреждения в листьях теплолюбивых растений. 2. Активность антиоксидантных ферментов в динамике охлаждения / А.С. Лукаткин // Физиология растений. – 2002. – Т. 49, № 6. – С. 878-885.

УДК 581.81:581.151

ПУТИ ПОГЛОЩЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ РАСТЕНИЯМИ

Дементьева Д.Е., Башмаков Д.И.

Наземные растения могут поглощать тяжелые металлы из двух источников – почвы и воздуха. Механизмы поступления металлов в растения корневым путем включают как пассивный (неметаболический) перенос ионов в клетку в соответствии с градиентом их концентрации, так и активный (метаболический) процесс поглощения клеткой против градиента концентрации. Первые этапы поглощения тяжелых металлов корневой системой неселективны, неспецифичны. Они осуществляются посредством физико-химической адсорбции, а также за счет необратимого неметаболического связывания ионов металлов активными участками клеточной стенки и апопласта. С участием обменной адсорбции в корни поступают Cd, Zn, Cu, Hg и другие металлы. Последующие этапы поглощения металлов связаны с затратой энергии и сопровождаются избирательным поглощением их из раствора с участием ионных каналов и переносчиков. Например, предполагают, что процесс поглощения кадмия и свинца растениями может осуществляться с помощью тех же переносчиков, что и других двухвалентных катионов, таких как Zn^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} или через катионные каналы Ca^{2+} и Mg^{2+} .

Соотношение пассивного и активного механизмов поступления тяжелых металлов в растения во многом зависит от их концентрации в почве. Отмечено, что при содержании металлов в микроколичествах (в пределах фонового уровня) основной вклад вносит активное метаболическое поглощение. При наличии же во внешней среде высоких концентраций металлов поглощение носит преимущественно неметаболический характер и является результатом их диффузии в свободное пространство корня.

Установлено, что чрезвычайно легко поглощаются растениями ионы Cd, Вг, Cs, тогда как Ва, Ti, Zr, Sc, Se – слабо. Pb медленнее других тяжелых металлов поступает в растения и транспортируется в надземные органы (Кузнецов, Дмитриева, 2006).

Способность растений поглощать металлы из почвы характеризуется коэффициентом биологического поглощения (КБП), представляющим собой отношение содержания металла в растении к его содержанию в почве. По данным С.Ф. Покров-

ской (1995), КБП свинца для многих растений (овес, кукуруза, горох и т.д.) составляет 0,001–0,005, а кадмия для этих же культур 0,01–0,5. Отсюда следует, что одни и те же виды растений поглощают значительно больше кадмия, чем свинца. Большое влияние на поступление металлов в растения оказывают физико-химические свойства почвы, на которой они растут: тип почвы, ее химический и механический составы, рН, содержание органического вещества, обменная катионная способность, микрофлора и др. Почвенные факторы могут избирательно увеличивать или уменьшать поступление тяжелых металлов в растения. Для многих металлов увеличение их поглощения растениями может быть обусловлено понижением рН почвы, добавлением хелатирующих веществ, использованием удобрений и др. В большинстве случаев поглощение ионов тяжелых металлов растениями находится в прямой зависимости от их доступного содержания в почве или почвенном растворе, например, в виде свободных ионов (Либберт, 2006).

Существенное влияние на поступление тяжелых металлов в растения оказывают другие ионы. При этом наибольший антагонизм проявляют элементы-аналоги и гомологи, а также катионы одинаковой валентности, способные образовывать сходные комплексы. В частности, свинец подавляет поглощение и передвижение в побеги Fe, Mn, Zn, нарушая процессы связывания ионов их носителями. Поглощение кадмия корнями растений снижается при добавлении в раствор Ca, Zn, Mn, Cu и Fe. Вместе с тем установлен синергизм при поступлении и транспорте ионов цинка и кадмия

Поступление тяжелых металлов в растения корневым путем может регулироваться механизмами, которые уменьшают их концентрацию на наружной поверхности мембраны клеток корня, в результате чего меньшее количество металлов попадает в клетку (Либберт, 2006).

Транспорт тяжелых металлов в растении. Основной путь ионов тяжелых металлов в корнях можно представить следующим образом: двухэтапное поглощение, транспорт по апопласту и симпласту до эндодермы и в базальные участки корня. Проникновение их в центральный цилиндр происходит через молодую эндодерму со слабо развитыми поясками Каспари, а также частично через избирательно проницаемые мембраны протопласта в эндодерме. Из корней металлы транспортируются в выше расположенные органы по сосудам ксилемы с транспирационным током. Некоторые авторы предполагают общий механизм транспорта по ксилеме для ионов Cd, Ca, Cu, Zn, Mn, Fe и Pb, Zn, Co, Mg. Показано, что Mn, Co, Zn и Cd перемещаются по ксилеме в катионной, а Fe в анионной форме. Считается, что тяжелые металлы могут транспортироваться в растении как в виде катионов, так и в виде комплексов с аминокислотами (аспарагином, глутамином, гистидином) или органическими кислотами (лимонной, фумаровой, малоновой).

Исследованиями установлено, что дальний транспорт тяжелых металлов у растений может происходить и по сосудам флоэмы в системе органов донор – акцептор. Кадмий и цинк являются химически сходными элементами, поэтому они могут транспортироваться в растении одинаковыми путями, однако подвижность цинка в сосудах флоэмы выше, чем кадмия. Во флоэмном соке растений выявлен

различные типы лигандов (металлосвязывающие белки, никотинамины, цитраты), которые, очевидно, участвуют в транспорте ионов тяжелых металлов.

Скорости поглощения и транспорта металлов могут различаться у растений разных видов, и это является одной из причин, определяющих особенности их накопления и распределения. Например, у растений райграса выявлена невысокая скорость передвижения ионов кадмия из корней в побеги, тогда как у клевера скорости и поглощения, и транспорта этого металла были высокими.

Необходимо отметить, что корневая система является мощным барьером на пути транспорта тяжелых металлов в надземные органы растений. При этом барьер апопластического транспорта включает в себя слой клеток протодермы с прилегающими клетками меристемы и эндодерму, а барьер симпластического транспорта составляют клетки центральной части апикальной меристемы. Помимо корневого у растений существуют еще, как минимум, два физиологических барьера, где возможно связывание тяжелых металлов: на границе корень – стебель и стебель – соцветие (Лебедев, 2008).

Поступление тяжелых металлов в растения через листья. Значительное воздействие на растения может оказывать и поступление тяжелых металлов через листья. Механизм поглощения ионов тяжелых металлов листьями состоит из двух фаз: 1) неметаболического проникновения через кутикулу (которое рассматривается как главный путь поступления) и 2) метаболического переноса ионов через плазматические мембраны и протопласт клеток, т.е. их накопление против градиента концентрации.

Ионы металлов поступают в лист в основном через устьица или кутикулу и транспортируются в корни и/или выше расположенные органы. Доля внекорневого поступления тяжелых металлов в растения зависит от концентрации металла в воздухе и осадках, анатомоморфологических особенностей листьев растений и других факторов (Либберт, 2006).

Список использованных источников

1. Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. М.: Высшая школа, 2006. 736 с.
2. Лебедев С.И. Физиология растений. М.: Колос, 2008. 544 с.
3. Либберт Э. Физиология растений. М.: Мир, 2006. 580 с.
4. Покровская С.Ф. Регулирование поведения свинца и кадмия в системе почва – растение. М.: Наука, 1995. 51 с.

ВОПРОСЫ ОХРАНЫ СТЕПНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ.

Агеева А. М., Силаева Т. Б., Журавлева Т.В.

Республика Мордовия большей частью расположена на северо-западных отрогах Приволжской возвышенности, и лишь самые западные и северо-западные районы находятся в пределах Окско-Донской низменности. Характер рельефа накладывает свой отпечаток на формирование растительности. Абсолютное большинство степных элементов флоры сосредоточено на востоке Мордовии, наоборот бореальные виды распространены на западе и северо-западе республики (Майоров, 1998; Кирюхин, Силаева, 2001; Силаева, 2006; Сосудистые растения..., 2010).

В разное время и разными авторами предлагались схемы ботанико-географического районирования как территории Мордовии в целом, так и её отдельных частей (Силаева, 1982; Майоров, 1993; Кирюхин, 2004; Силаева, 2006; Агеева, 2011). Новейшим районированием территории Мордовия, является предложенная схема районирования в аннотированном конспекте флоры Республики Мордовия (Сосудистые растения..., 2010). Согласно ей выделено 8 районов (рис.1).

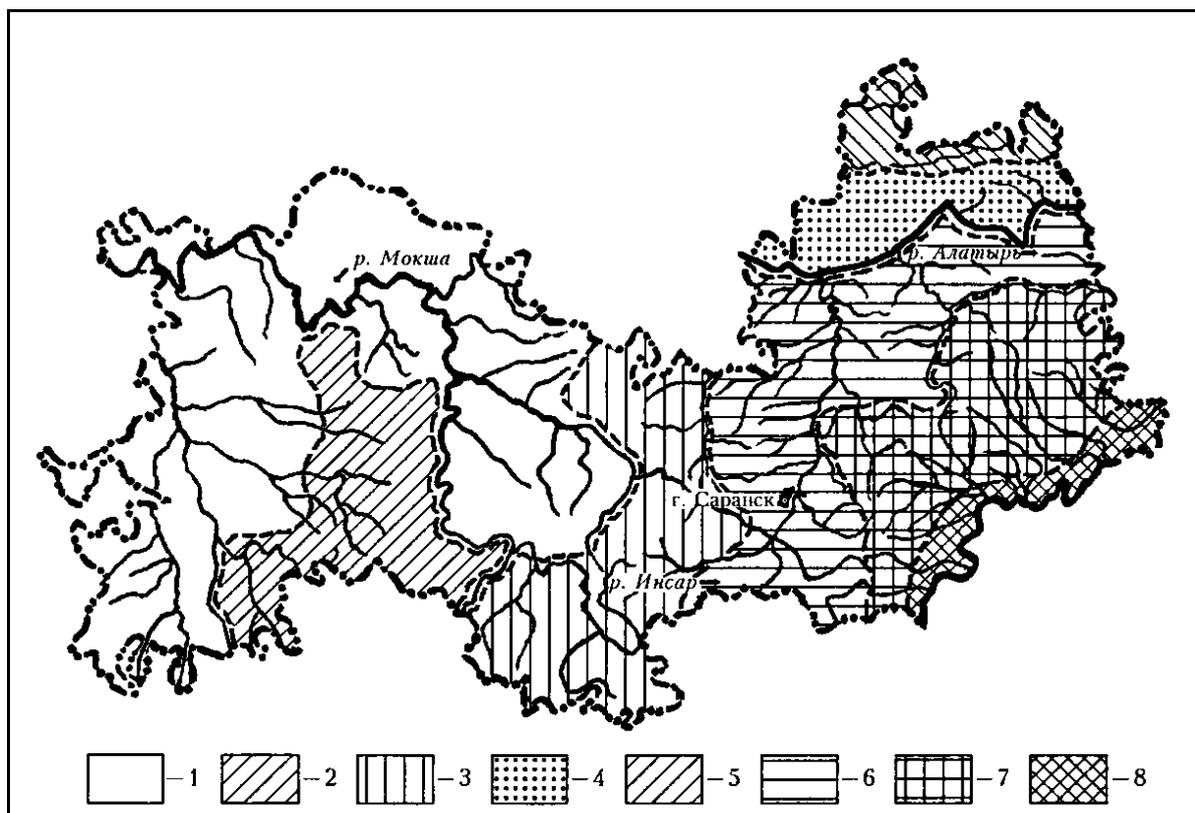


Рисунок 1. Ботанико-географическое районирование территории Республики Мордовия (из Сосудистые растения..., 2010). Условные обозначения: 1 – Мокшанский бореальный район; 2 – Примокшанский лесостепной район; 3 – Сивиньско-Иссинский дубравный район; 4 – Алатырский бореальный район; 5 – Пьянский ле-

состепной район; 6 – Инсаро-Руднинский лесостепной район; 7 – Чамзинский карбонатный район; 8 – Присурский долинный сосновый район

Степная растительность юго-западной части Мордовии приурочена к Приокшанскому лесостепному району, которая сохранилась в основном по склонам долин рек и балок. Район охватывает левобережную пойму р. Мокши и верховья притоков р. Вад. Характеризуется развитой овражной сетью с естественной лугово-степной растительностью, и наличием небольших остепнённых нагорных дубрав на водоразделах.

В данном природном районе отмечено несколько пунктов, где регистрируются редкие и исчезающие виды растений. Причем только один из них «Дубовая роща» имеет статус природоохранной территории (ботанический памятник природы). Остальные 8 участков неоднократно предлагались к охране в разных статусах: ботанические заказники и ботанические памятники природы (Редкие и исчезающие..., 2005, 2006, 2007, 2008, 2009). Встречаемость редких видов растений, занесенных в Красную книгу Республики Мордовия (2003) по участкам представлена в таблице 1.

Таблица 1. Встречаемость видов растений, занесенных в Красную книгу Мордовии

№ п/п	Семейство	Вид	Трс	Лс	Гс	Нс	Кс	Др	Тс	Шо	Чо
1.	(1) <i>Gramineae</i>	<i>Stipa pennata</i> L.	+	+	+	+	+	-	-	+	+
2.		<i>Stipa tirsia</i> Stev.	-	-	-	-	+	-	-	-	-
3.		<i>Stipa capillata</i> L.	+	-	-	-	-	-	-	-	-
4.		<i>Helictotrichon schellianum</i> (Hack.) Kitag.	-	-	-	-	+	-	-	-	-
5.	(2) <i>Cyperaceae</i>	<i>Carex supina</i> Wahlenb.	-	-	-	+	+	-	-	-	-
6.	(3) <i>Alliaceae</i>	<i>Allium flavescens</i> Bess.	-	-	-	-	+	-	-	-	-
7.	(4) <i>Liliaceae</i>	<i>Scilla sibirica</i> Haw.	-	-	-	-	-	+	-	-	+
8.	(5) <i>Iridaceae</i>	<i>Iris aphylla</i> L.	-	+	+	+	+	-	-	+	-
9.		<i>Gladiolus imbricatus</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	+
10.	(6) <i>Orchidaceae</i>	<i>Orchis militaris</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	+
11.	(7) <i>Caryophyllaceae</i>	<i>Dianthus superbus</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	+
12.	(8) <i>Ranunculaceae</i>	<i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill.	-	-	-	-	+	-	-	-	-
13.		<i>Adonis vernalis</i> L.	-	-	-	+	+	-	-	+	+
14.		<i>Anemone sylvestris</i> L.	-	-	-	+	-	-	-	-	+
15.	(9) <i>Rosaceae</i>	<i>Amygdalus nana</i> L.	-	-	-	-	+	-	-	-	-
16.		<i>Rosa rubiginosa</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	+
17.	(10) <i>Linaceae</i>	<i>Linum flavum</i> L.	-	-	-	+	-	-	-	-	-
18.	(12) <i>Labiatae</i>	<i>Salvia pratensis</i> L.	+	+	+	+	+	-	+	+	+
19.	(13) <i>Scrophulariaceae</i>	<i>Verbascum phoeniceum</i> L.	+	-	-	+	-	-	+	-	-
20.		<i>Veronica spuria</i> L.	-	+	+	+	-	-	-	-	+
21.	(14) <i>Compositae</i>	<i>Aster amellus</i> L.	-	+	+	-	-	-	-	-	-
22.		<i>Galatella linosyris</i> (L.) Reichenb. fil.	-	-	-	+	-	-	-	-	-
23.		<i>Artemisia latifolia</i> Ledeb.	-	+	-	-	+	-	-	+	-
24.		<i>Artemisia pontica</i> L.	-	-	-	-	+	-	-	-	-

Принятые условные обозначения: **Лс** – Лепьевские склоны (Краснослободский р-н); **Гс** – склоны к р. Гуменка (Краснослободский р-н); **Нс** – Никольские склоны (Тобеевский р-н); **Кс** – Кажлодские склоны (Торбеевский р-н); **Др** – Дубовая роща у с. Кользиваново (Краснослободский р-н); **Тс** – склоны близ с. Тарханы (Зубово-Полянский р-н); **Шо** – Овраг близ с. Шимарёвка (Торбеевский р-н); **Чо** – окрестности с. Чепурновка (Ковылкинский р-н); **Трс** – Троицкие склоны (Ковылкинский р-н).

Таким образом, в Примокшанском лесостепном районе отмечено 24 вида (из 14 семейств) редких и исчезающих растений, из них *Stipa pennata* L., *Iris aphylla* L., *Orchis militaris* L. подлежат федеральной охране (Красная книга РФ, 2008). Самое большое количество редких видов отмечено на «Кажлодских склонах» – 12 видов; «Никольских склонах» – 11 видов; «окрестности с. Чепурновка» – 10 видов.

Особую научную и природоохранную ценность представляют виды, которые отмечены только в одном пункте. Так, *Stipa capillata* L. отмечена только на Троицких склонах; *Helictotrichon schellianum* (Hack.) Kitag., *Allium flavescens* Bess., *Amygdalus nana* L., *Artemisia pontica* L. – на Кажлодских склонах; *Gladiolus imbricatus* L., *Orchis militaris* L., *Dianthus superbis* L., *Rosa rubiginosa* L. – в окрестностях с. Чепурновка; *Linum flavum* L., *Galatella linosyris* (L.) Reichenb. fil. – на Никольских склонах.

Список использованных источников

1. Агеева А.М. Флора бассейна реки Мокши в пределах приволжской возвышенности: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Москва, 2011. 22 с.
2. Красная книга Республики Мордовия. В 2-х т. Т. 1: Редкие виды растений, лишайников и грибов / Сост. Т.Б. Силаева. Саранск: Мордов. кн. изд-во, 2003. 288 с.
3. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2008. 855 с.
4. Кирюхин И.В. Экология и биология редких растений Республики Мордовия: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Саранск, 2004. 22 с.
5. Кирюхин И.В., Силаева Т.Б. Степной элемент во флоре Мордовии // Флористические исследования в Центральной России на рубеже веков : материалы науч. совещ. (29-31 янв. 2001 г., Рязань). М., 2001. С. 74-76.
6. Майоров С.Р. Флора Мордовии: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1993. 15 с.
7. Майоров С.Р. Поволжское влияние во флоре Мордовии // Материалы конф., посвящ. 120-летию со дня рождения И.И. Спрыгина. Пенза, 1998. С. 67-70.
8. Редкие растения и грибы: материалы для ведения Красной книги Республики Мордовия за 2005 год / Т.Б. Силаева, И.В. Кирюхин, Е.В. Письмаркина [и др.]; под общ. ред. Т.Б. Силаевой. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2005. 64 с.

9. Редкие растения и грибы : материалы для ведения Красной книги Республики Мордовия за 2006 год / Т.Б. Силаева, И.В. Кирюхин, Е.В. Письмаркина [и др.] ; под общ. ред. Т.Б. Силаевой. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2006. – 68 с.
10. Редкие растения и грибы : материалы для ведения Красной книги Республики Мордовия за 2007 год / Т.Б. Силаева, И.В. Кирюхин, Е.В. Письмаркина [и др.] ; под общ. ред. Т.Б. Силаевой. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2007. – 92 с.
11. Редкие растения и грибы : материалы для ведения Красной книги Республики Мордовия за 2008 год / Т.Б. Силаева, И.В. Кирюхин, Е.В. Письмаркина [и др.] ; под общ. ред. Т.Б. Силаевой. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2008. – 102 с.
12. Редкие растения и грибы : материалы для ведения Красной книги Республики Мордовия за 2009 год / Т.Б. Силаева, И.В. Кирюхин, Е.В. Письмаркина [и др.] ; под общ. ред. Т.Б. Силаевой. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2009. 64 с.
13. Силаева Т.Б. Флора бассейна реки Мокша в пределах Мордовской АССР : дис. ... канд. биол. наук. М., 1982. 418 с.
14. Силаева Т.Б. Флора бассейна реки Суры (современное состояние, антропогенная трансформация и проблемы охраны): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2006. 39 с.
15. Сосудистые растения республики Мордовия (конспект флоры): монография / Т.Б. Силаева, И.В. Кирюхин, Г.Г. Чугунов [и др.]; под ред. Т.Б. Силаевой. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2010. 352 с.

УДК 581.93(470.345)

АГРИОФИТЫ МОРДОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА ИМ. П.Г. СМИДОВИЧА

Дементьева А.Е.¹, Чугунов Г.Г.^{1,2}, Хапугин А.А.^{1,2}

¹Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева

²Мордовский государственный природный заповедник им. П.Г. Смидовича

Мордовский государственный природный заповедник им. П.Г. Смидовича (МГПЗ) образован 5 марта 1936 года в Темниковском районе и расположен в правобережье р. Мокши и ее правого притока – р. Сатис, на территории Окско-Донской низины. Площадь составляет более 32 тыс. га. (Варгот и др., 2011). Вследствие особого режима охраны, присущего всем заповедникам, как территорий полностью изъятых из хозяйственной деятельности человека, занос адвентивных видов сюда ограничен. Однако он имеет место вследствие наличия жилых кордонов, пожарных вышек, дорог, просек. И в первую очередь проникают инвазивные – наиболее агрессивные адвентивные виды. Особое место среди них занимают агриофиты.

Агриофиты – виды, способные проникать в состав естественных ценозов. Они составляют заметную часть адвентивной флоры, так как производят впечатление

аборигенных, например, *Elodea canadensis* Michx., *Erigeron canadensis* L., *Acer negundo* L. и др. немаловажное значение имеют причины, определившие занос видов в местность с благоприятной и неблагоприятной экологической обстановкой, а также сходство природных условий местности, в которую попадают иммигранты. Решающими факторами при натурализации являются некоторые биологические особенности самих заносных видов являются: высокая семенная продуктивность, способность к дополнительным способам размножения и распространения, а также отсутствие их вредителей, сдерживающих численность в областях их первичных ареалов (Бармин, 2000).

В заповеднике насчитывается 18 видов агриофитов, из них 9 видов включены в Черную книгу (2009). Среди них по степени заноса выделяются следующие группы: ксенофиты – 11 видов, ксено-эргазиофиты – 3 вида, эргазиофиты – 4 вида. Из флорогенетических элементов преобладают следующие виды: североамериканский – 7 видов, средиземноморский – 5 видов, остальные (сибирский, западноазиатский, происхождение не установлено, неокосмополит, ирано-туранский, европейский) – по одному виду.

Биологический спектр жизненных форм по К. Раункиеру (Raunkiaer, 1934) в составе группы агриофитов выглядит следующим образом: гидрофиты 1 вид (*Elodea canadensis* Michx.), геофиты – 1, фанерофиты – 3, гемикриптофит – 9, терофиты – 4.

Среди группы агриофитов выделено 6 экологических групп по содержанию воды: мезофиты – 7 видов, ксеромезофиты – 4 вида, мезоксерофиты – 2 вида, гигромезофиты – 2 вида, гигрофиты – 2 вида, гидрофит – 1 вид.

Таким образом во флоре МГПЗ насчитывается 18 видов агриофитов. Они распространены на территории заповедника повсеместно, преимущественно вдоль дорог и просек. Например, *Erigeron canadensis* в результате нарушения лесного покрова после пожаров в 2010 году несомненно распространился шире. Он часто встречается на гарях, не играя здесь большой роли в сложении растительного покрова, но является непременным его участником.

Список использованных источников

1. Бармин Н.А. Адвентивная флора Республики Мордовия: дис. ...канд. биол. наук. Саранск, 2000. 270 с.
2. Варгот Е.В., Чугунов Г.Г., Хапугин А.А. Роль Мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича в сохранении редких сосудистых растений Республики Мордовия // Изучение и охрана флоры Средней России: материалы VII науч. совещ. по флоре средней России (Курск, 29-30 января 2011 г.) / под ред. В.С. Новикова, С.Р. Майорова и А.В. Щербакова. М.: Изд. Ботанического сада МГУ, 2011. С. 38-40.
3. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М.: ГЕОС, 2010. 512 с.
4. Raunkiaer C. The life forms of plant and statistical plant geography. Oxford: Clarendon Press, 1934. 632 p.

РЕДКИЕ МОЛЛЮСКИ МОРДОВИИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ПОДХОДА К ИЗУЧЕНИЮ

Лобачёв Е. А., Шестакова С. С., Баймеева М. Р., Илюкова А. И.

В настоящее время проблема сохранения биологического разнообразия является одной из главных в области охраны природы. Виды живых организмов имеют разную чувствительность к изменению среды и воздействию человека. Одни виды более уязвимы, другие – более устойчивы. Таким образом, можно поделить их на группы, которые будут отличаться требованиями к мерам охраны вида. Такой подход послужил основанием списка редких, то есть – наиболее уязвимых, видов.

Идея такого списка была предложена Международным Союзом охраны Природы в 1968 году. За таким списком закрепился термин Красная книга. В настоящее время в Красной книге по стандарту Комиссии по выживанию видов содержатся следующие критерии, характеризующие степени угроз:

Extinct (исчезнувшие) (EX); Extinct in the Wild (исчезнувшие в дикой природе) (EW); Critically Endangered (в критической опасности) (CR); Endangered (в опасности) (EN); Vulnerable (в уязвимом положении) (VU); Near Threatened (близки к уязвимому положению) (NT); Least Concern (находятся под наименьшей угрозой) (LC); Data Deficient (данных недостаточно) (DD); Not Evaluated (угроза не оценивалась) (NE).

Однако, при подготовке Красных книг локального масштаба, требуется учитывать особенности местных условий, и категории угроз могут быть изменены как по количеству, так и по формулировке. Так, в Красной книге Мордовии авторами предложена система из 6 категорий, от 0 до 5, со следующими формулировками:

- 0 – вероятно, исчезнувшие на территории Республики Мордовия;
- 1 – исчезающие виды, выживание которых маловероятно, если не прекратится воздействие угрожающих для них факторов;
- 2 – уязвимые виды с неуклонно сокращающейся численностью;
- 3 – редкие виды, распространённые на небольших территориях, либо на больших, но с низкой плотностью популяций;
- 4 – виды с неопределённым статусом, сведения об их состоянии недостаточны;
- 5 – восстанавливаемые или восстанавливающиеся виды, численность их начала расти.

В Красной книге Мордовии Тип Моллюсков представлен 11-тью видами, из двух классов и 6-ти семейств. Трудно не обратить внимание, что все редкие моллюски здесь относятся к 4 категории, которая подразумевает, что данных о состоянии вида недостаточны, и статус их редкости не определён. Такая ситуация ограничивает практическое применение Красной книги. Так как Красная книга представляет собой документ, которым руководствуются при организации мер по охране при-

роды, отсутствие конкретной информации делает невозможным принятие таких мер. Этим объясняется актуальность исследования видов 4 категории.

Обзор литературных источников показывает, что присвоение 4 категории всем видам в Красной книге Мордовии оправдано и имеет следующее объяснение. Анализ информации об этих видах указывает, что виды различны по размерам, местобитаниям, размерам ареала, типу питания и другим особенностям. То есть, причина сходства по категории редкости неслучайна. По-видимому, это обстоятельство связано с недостаточной изученностью малакофауны в целом. На это указывает, например, факт полного отсутствия представителей наземных биотопов. Анализируя историю малакологического исследования, можно выявить причины недостаточной изученности моллюсков. Отсутствие промысловых видов моллюсков исторически определяло слабую изученность и малый интерес к этой группе беспозвоночных в нашем регионе. Моллюски никогда не являлись объектом специального исследования, а изучались лишь как компонент различных экосистем. Разнообразие форм, а именно – донных, пелагиальных и почвенных – требует специального подхода к изучению каждой группы, либо наличия специалистов-малакологов очень широкого профиля. Недостаток специалистов по этой группе беспозвоночных в Российской Федерации обусловлен историческими и политическими причинами, в результате которых малакологические школы СССР после его распада сосредоточились в Украине. Таксономические расхождения в систематике моллюсков затрудняют использование знаний, накопленных в других странах Европы.

Всё вышесказанное можно использовать для прогнозирования исследований редких видов на территории Мордовии. Однако, фактически, многие виды Моллюсков, известные для Мордовии в настоящее время, могут более или менее соответствовать 4 категории. Таким образом, в исследовании редких видов намечаются две основные проблемы: определение статуса вида, и определение критериев, по которым вид получает тот или иной статус. В целом, с отдельными поправками виды моллюсков можно разделить по уже существующим категориям.

Если обратиться к категориям Красной книги Мордовии, становится ясно, что дальнейшие исследования редких видов приведут к уточнению информации, и как следствие – изменение статуса видов. Таким образом, можно предсказать следующую стратегию изменения статусов у редких видов моллюсков (см. рис. 1).

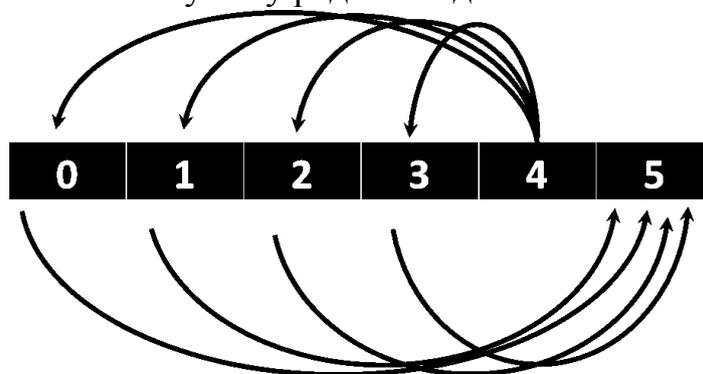


Рисунок 1 – Стратегия перехода редких видов моллюсков по категориям Красной книги.

Виды, которым сейчас присвоена 4 категория, могут её сохранить или получить категории от 0 до 3 (см. список выше). Категория 5 в настоящее время не может быть присвоена ни одному виду, так как к ней относят только те виды, которые уже имели в прошлом категории от 0 до 3.

Кроме того, при исследовании в целом малакофауны нашего региона, возможно определение видов, которые нуждаются в особой охране. Такие виды могут претендовать на включение в список редких видов Красной книги.

Например, можно предложить следующий вариант дополнения, который будет актуален в виду будущего очередного обновления Красной книги.

Список могут дополнить виды: *Слизень чёрный* *Limax cinereoniger*, *Слизень наибольший* *Limax maximus*, *Слизень русский* *Limax flavus*, *Арион ленточный* *Arion fasciatus*, *Арион буроватый* *Arion subfuscus*, *Vertigo substriata*, *Vertigo angustior*.

Из списка могут быть исключены виды: *Катушка килевая* *Planorbis carinatus*, *Катушка гребнистая* *Armiger crista*, *Прудовик гладкий* *Limnaea glabra*.

Безусловно, что этот, как и любой другой вариант модификации уж существующего списка гипотетичен, и нуждается в подтверждении результатами дополнительных специальных исследований.

Подводя итог вышесказанному, можно предложить следующие направления малакологических исследований в регионе, которые позволят решить основные проблемы методологии редких видов моллюсков: 1. изучение состава малакофауны; 2. изучение биологии отдельных видов; 3. изучение особенностей биологии видов из Красной книги; 4. определение статуса всех видов моллюсков, обитающих в регионе; 5. подготовка современных данных о редких видах для следующего издания Красной книги Мордовии.

УДК 592:591.5:574.24

ВЛИЯНИЕ ПОСТОЯННЫХ И ПЕРЕМЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ СОЛЕННОСТИ НА ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ *DAPHNIA MAGNA*

Душанина О.А., Кузнецов В.А.

В экологии принята концепция "экологического оптимума", согласно которой для каждого организма (популяции) существует оптимальная дозировка того или иного фактора, отклонения от которой пессимизируют их жизнедеятельность и состояние. В ряде исследований было показано, что отклонение какого-либо фактора от оптимума сопровождается включением в работу адаптационных механизмов и, соответственно, дополнительными энерготратами. В тоже время в условиях аста- тичности факторов среды наблюдается ускорение развития, роста, улучшение физиологического состояния гидробионтов. Таким образом, астатичность пессимизирует энергетику организмов и в тоже время оптимизирует их жизнедеятельность.

В последнее время появилось много работ посвященных влиянию колебаний факторов среды на жизнедеятельность организмов, однако многие аспекты до сих

пор остаются мало изучены. Практически не исследованным в этом отношении являются ракообразные.

В связи с вышеизложенным, целью данной работы явилось исследование влияния колебаний экологических факторов на эмбриональное развитие *Daphnia magna*. В качестве конкретных задач были поставлены следующие - исследовать влияние константных значений солености на эмбриогенез дафнии; исследовать влияние переменных значений солености на эмбриональное развитие *Daphnia magna*.

Исследования проводились на базе ихтиологической лаборатории кафедры зоологии биологического факультета Мордовского государственного университета им.Н.П.Огарева. Особей помещали в аквариумы с регулируемой температурой (23°C) и постоянной аэрацией воды. Пресную воду отстаивали в течении суток. *Daphnia magna* Straus, относится к низшим ракообразным, а именно к ветвистоусым рачкам (подотряд *Cladocera* в отряде листоногих - *Phyllopora*). Дафнии хорошо приспособлены к широкому колебанию условий среды и их можно отнести к эвротопным, эврибионтным формам. Эксперименты проводились в постоянных и переменных режимах солености от 0‰ до 5‰, (Хлебович, 1975). Стадии эмбрионального развития *Daphnia magna*, определялись при помощи бинокулярного микроскопа МБС-1. Наблюдения велись каждые сутки, до полного выхода яиц из яйцевода.

Полученные результаты показывают, что оптимальным, для эмбрионального развития *Daphnia magna* константным уровнем солености является значение 2‰. По сравнению с пресной водой скорость развития возросла в 1,1 раза. Чуть меньшее (1‰) или большее (3‰) значение солености так же привело к ускорению эмбрионального развития, однако, эти режимы оказали менее благоприятное воздействие. Дальнейшее увеличение солености оказывает отрицательное влияние на скорость эмбриогенеза.

Колебания солености еще больше оказывают оптимизирующее воздействие на эмбриогенез. Наибольшая скорость развития наблюдается при изменениях солености в диапазоне 0-2‰, где по сравнению с константным значением солености (2‰) скорость развития возросла в 1,08 раза. Переменный галорежим 0-1‰ так же оказывает положительное воздействие на исследуемый показатель, по сравнению с оптимальным значением скорость эмбриогенеза выше в 1,05 раза. Увеличение диапазона колебаний до 0-3‰ и выше оказывают угнетающее воздействие.

Таким образом, наши исследования говорят о положительном влиянии умеренных периодических колебаний соленостисреды (‰) на эмбриональное развитие ракообразных.

Список использованных источников

1. Хочачка П. Стратегия биохимической адаптации / П. Хочачка, Д. Сомеро. - М.: Мир.
2. Шилов И. А. Экология / И. А. Шилов. - М. : Высш. школа, 2001. - 512 с.
3. Кузнецов В. А. Астатичность факторов среды как экологический оптимум для гидробионтов / В. А. Кузнецов, В. С. Вечканов, А. Б. Ручин // Материалы 33-й научн. конф. - Саранск, 1997. - С. 28-30.

МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФАУНЫ И НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ СИМКИНСКОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ (СППУР)

Плеханова О.А., Альба Л.Д

Исследования проводились в июле-июне 2010 и 2011 годов на базе Биологической станции Мордовского университета в СППУР. Использовался метод маршрутного учета гнездового населения птиц (Щеголев 1977 г.) на стационарном маршруте общей протяженностью в 2010 году 1850 м (28 учетов) и в 2011 году 3000 м (49 учетов). Обследовались смешанные леса (сосняки различной типологии), анализировалась сравнительная динамика гнездовой фауны и населения птиц в резко отличающихся погодных условиях гнездового и позднегнездового сезонов 2010 и 2011 годов. Средняя температурный фон июня-июля 2010 года более, чем на 10 ° С отличался от климатической нормы. Максимальные температуры в 2010 году достигали 45 ° С, осадков за весь учетный период не было.

Нашими исследованиями установлено гнездование в 2010 году –43вида, в 2011 году - 45видов, что согласуется со средними многолетними данными в сосняках Симкинского лесничества. Однако общая плотность населения в 2010 году в 5раз отличается от средних многолетних данных (Альба, 1983) и в 2,5раза от данных 2011 года. Обращает внимание смена доминантного состава птиц. Впервые за весь период многолетних исследований в гнездовое время зяблик уступает место первостепенного доминанта пеночке-теньковке. Можно предположить, что в условиях чрезвычайно жаркой погоды открыто расположенные в кроне гнезда зяблика не обеспечивали необходимых условий инкубации, в результате чего наблюдалась гибель кладок и резкое снижение численности птиц. Расположенные в травянистом ярусе хорошо замаскированные гнезда пеночки-теньковки по-видимому обеспечили минимально необходимые условия инкубации, хотя общая численность также уступает многолетним данным.

При сравнении пространственно-гнездовой структуры населения птиц сосняков в 2010 и 2011 годах обращает на себя внимание увеличение кроногнездящихся и насекомоядных видов и в свою очередь уменьшение плотности населения буроголовой гаичк. Не зарегистрированы в 2011 году рябчик и горлица. Трофическая структура населения птиц в экстремально засушливом 2010 году характеризуется уменьшением насекомоядных видов и отсутствию хищников по сравнению со среднестатистическими данными и данными 2011 года.

Таким образом, можно констатировать, что экстремальные условия 2010 года отрицательно сказались на общей плотности населения птиц, но почти не отразились на общих показателях фаунистического списка.

Список использованных источников

1. Альба Л.Д. Динамика фауны и структура населения птиц сосновых лесов Среднего Присурья / Альба Л.Д., Хмельков С.А. // Эколого-фаунистические исследования в Нечерноземной зоне РСФСР. – Саранск : Изд-во Морд. ун-та, 1983 – С. 20-25.

2. Щеголев В.И. /В. И. Щеголев // Методики исследования продуктивности и структуры видов птиц в пределах их ареалов . –Вильнюс : «Мокслас» - 1977 С.96 -102

СОДЕРЖАНИЕ

БИОТЕХНОЛОГИЯ

Шилова А. В., Новокупцев Н. В., Ревин В. В. Получение биокomпозиционных материалов с использованием в качестве связующего полисахарида левана.....	3
Ерастова В.В., Белова Л.Н., Долотказина А.В., Левина Е.А., Вагапова Л.К., Атыкян Н. А., Ревин В. В. Влияние используемого штамма дрожжей и концентрации микроэлементов в сусле на накопление спирта.....	7
Захаркин Д.О., Долотказина А.В., Белова Л.Н., Левина Е.А., Атыкян Н.А., Ревин В. В. Влияние степени измельчения зернового сырья на накопление дрожжевой биомассы при культивировании на недоосахаренном спиртовом сусле.....	10
Исакина М.В., Дерова Л.А., Файзулова Ю.Р., Кочеткова Н.В., Ревин В.В., Чиндяйкина А.А. Изучение фосфолипидного состава поврежденных периферических нервов крысы под действием гиалуриновой кислоты.....	13
Назаркина М.И., Ревин В.В., Лияськина Е. В., Азикова М.И., Новышева Н.В., Смирнова М.А., Макаркина К.В., Тюрина М.С., Сапунова Н.Б., Богатырева А.О. Сравнительная характеристика бактериальных экзополисахаридов.....	16
Сыроватская Д. В., Кезина Е.В., Боярова Н.С., Кумакшева А.В., Телятник В. И., Кадималиев Д. А., Шилова А.В. Применение отходов бродильных производств для получения клеевых композиций.....	19
Бурова Ю.А., Бабакина Т.М., Захаркина А.С., Адаксина О.Н., Ибрагимова С.А. Использование крахмала при обработке семян пшеницы биопрепаратом...	22
Романова М.А., Батяйкина Л.В., Вагапова Л. К., Атыкян Н.А., Ревин В.В. Исследование влияния количества внесения ферментных препаратов на накопление сахаров в концентрированном сусле.....	25
Назаркина М.И., Сыроватская К.В., Азикова М.И., Богатырева А.О., Макаркина К.В., Сапунова Н.Б., Тюрина М.С., Лияськина Е.В. Изучение физико-химических свойств ксантана, образуемого различными штаммами <i>Xanthomonas campestris</i>	28
Спогреева М.А., Костина Е.Г., Кручинкина Е.В., Котина Е.А. Влияние концентрации дрожжевого экстракта в питательной среде на накопление альгината культурой <i>Azotobacter vinelandii</i> д-05.....	29
Борисов С.В., Кезина Е.В., Боярова Н.С., Кумакшева А.В., Паршин А.А. Влияние условий химической модификации на адгезионные свойства послеспиртовой барды.....	32
Адаксина О.Н., Бабакина Т.М., Пестов Н.А. Обнаружение неорганических полифосфатов в препарате изолированных митохондрий <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	36
Грузнов М.А., Сюсин И.В., Девяткин А.А., Дерова Л.А., Файзулова Ю.Р., Кочеткова Н.В., Чиндяйкина А.А. Влияние флавоноидов на изменения в эритроцитах голубя при индуцированной клеточной гибели.....	39
Аксёнова В. Ю., Котина Е.А., Кручинкина Е.В., Шутова В.В. Замена сахарозы мелассой для культивирования <i>Azotobacter vinelandii</i>	43

КЛЕТочНАЯ БИОЛОГИЯ

Мадонова Ю.Б. Морфологические изменения ядра клеток в современных экогенетических тестах.....	48
Обручникова Д.Д., Новожилова О.С. Влияние низкоэнергетического гелий-неонового лазера на функциональную активность лейкоцитов.....	49
Кузьмина Е.А., Подлёднова Е.А., Гудошникова Т.Н. Исследование спермальной морфологии у свиней.....	50
Лобачёва Е.В., Егорькина Ю. В., Трофимов В. А. Влияние гена <i>pos3</i> и его белковых продуктов на развитие атеросклероза.....	51
Калабаева А.А., Тюркина И.В., Ромашкина М.В. Анализ мутаций в ключевых генах предрасположенности к раку молочной железы у финно-угорских народов.....	53

БИОЭКОЛОГИЯ

Хапугин А. А., Самошкина М. С. Критический конспект видов рода <i>Rosa l.</i> Ромодановского района Республики Мордовия.....	56
Фатеева Е.В., Емельянова И.С., Мокшин Е.В. Влияние концентрации минеральной основы среды на органогенез цимбидиума (<i>Cymbidium Hibrids</i>) В культуре <i>in vitro</i>	58
Софронова Ю.Н., Кузнецов В.А. Влияние освещенности на эмбрионально-личиночное развитие травяной лягушки.....	60
Силаева Т.Б., Хапугин А.А., Лабукин Д.С., Самошкина М.С. Инвазивные растения на транспортных путях в Ромодановском районе Республики Мордовия..	62
Рязанова Е.С., Силаева Т.Б. Видовое разнообразие адвентивных и инвазионных растений юго-западной части г. Саранска.....	66
Клокова Е.В., Колмыкова Т.С. Активность антиоксидантных ферментов у растений томата при действии пониженных температур.....	68
Дементьева Д.Е., Башмаков Д.И. Пути поглощения тяжелых металлов растениями.....	71
Агеева А. М., Силаева Т. Б., Журавлева Т.В. Вопросы охраны степной растительности в юго-западной части Республики Мордовия.....	74
Дементьева А.Е., Чугунов Г.Г., Хапугин А.А. Агриофиты мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича.....	77
Лобачёв Е. А., Шестакова С. С., Баймеева М. Р., Илюкова А. И. Редкие моллюски мордовии: современное состояние и проблемы подхода к изучению.....	79
Душанина О.А., Кузнецов В.А. Влияние постоянных и переменных значений солености на эмбриональное развитие <i>Daphnia magna</i>	81
Плеханова О.А., Альба Л.Д. Мониторинговые исследования фауны и населения птиц Симкинского природного парка устойчивого развития (СППУР).....	83