

1
БУЛЕТИНУЛ

АКАДЕМИЕЙ ДЕ ШТИИНЦЕ А РСС МОЛДОВЕНЕШТЬ

ИЗВЕСТИЯ

АКАДЕМИИ НАУК МОЛДАВСКОЙ ССР

1
1988

ISSN 0568-5192



Серия
биологических
и химических наук

С 13 по
ция «Симби
организован
«Микробиол
и вирусологи
зайственной
ществом.

В работ
тельских и
Латвии, Мол
ласти микр
тин, доктор
дреюк (Киее

Открыла
направлений
ассоциативну
в сельском

С приве
хозяйственн

На пле
сообщения
азота в зем
свободножи
бактериальн

С обсто
ститут микр
СССР», док
тивной азот
ление попу
плане и риз
типчук — «И
сти ее испо
либдена в
тыки — «С
Н. И. Миль
ции бобовы
эффективно

На конц
экологии аз
сакаръ —
бобово-риз
бельниковой
титра симби
разных шта
нии продукт

На осн
единому мн
биологами,
ления раци
удобрений,

По итог
комендован
расшири
усиление кс
в биотехнол
расшири
их специфи
для произв
активне
фиксирующ

усилить биотехнологические исследования по созданию новых стабильных форм препаратов на основе азотфиксирующих микроорганизмов и совершенствованию способов их применения.

Выполнение этих мероприятий будет способствовать повышению вклада биологического азота в решение проблемы увеличения производства пищевого и кормового белка, а также плодородия почв.

Е. А. Мехтисеа, Л. Ф. Онофраш,
кандидаты биологических наук

УВАЖАЕМЫЙ ЧИТАТЕЛЬ!

Просмотрев издание,
укажите номер
читательского билета
и код категории
читателя.

(Пример: 325/3Е1)

4606/221

НЦИЯ

ИСТВЕ»

публиканская конферен-
в сельском хозяйстве»,
комплексной проблеме
титутом микробиологии
институтом сельскохо-
микробиологическим об-

елей научно-исследова-
(Украины, Белоруссии,
е ученые страны в об-
АН СССР Е. Н. Мишус-
ор. АН УССР Е. И. Ан-

к. В качестве основных
искую азотфиксацию,
ощих микроорганизмов

ого института сельско-
суждено 73 стендовых
зования биологического
ации, ассоциативным и
в сельском хозяйстве

Р. Е. Н. Мишустин (Ин-
сельском хозяйстве
Биотехнология ассоциа-
гинцев (МГУ) — «Управ-
ктерий в почве, ризо-
или доклады А. Ф. Ан-
овышения эффективно-
П. Львова — «Роль мо-
тфиксации», В. Ф. Па-
юрор при орошении»,
чных методов инокуля-
ндреевой — «Критерии
беньках бобовых» и др.
трудников лаборатории
В. Якимовой, С. И. При-
злияние на активность
Р. Шикимаки, В. И. Са-
роста и повышения
Д. Апостолова — «Роль
ского азота и повыше-

онференции пришли к
х исследований микро-
ений с целью опреде-
альных и органических
ах страны.

июляция, в которой ре-
связи, направленные на
организмов и их роли

ксаторов, установлению
технологичных штаммов

иемы в изучении азот-
исшими растениями;

БУЛЕТИНУЛ

АКАДЕМИЕЙ ДЕ ШТИИНЦЕ А РСС МОЛДОВЕНЕШТЬ

ИЗВЕСТИЯ

АКАДЕМИИ НАУК МОЛДАВСКОЙ ССР

1 1988

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

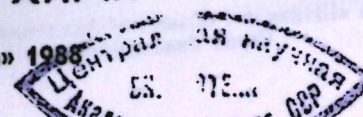
член-корреспондент АН СССР,
академик ВАСХНИЛ А. А. Жученко,
член-корреспондент АН МССР
А. Ф. Урсу (главный редактор),
академик АН МССР, академик ВАСХНИЛ М. Ф. Лупашку,
академики АН МССР А. А. Спасский, С. И. Тома,
члены-корреспонденты АН МССР В. В. Арасимович,
Т. С. Гейдеман (зам. главного редактора),
Б. Т. Матиенко (зам. главного редактора),
Т. С. Чалык, А. А. Чеботарь,
доктора химических наук Д. Г. Батыр (зам. главного
редактора), П. Ф. Влад,
доктора биологических наук М. Д. Кушниренко,
Г. А. Успенский,
доктор сельскохозяйственных наук В. Н. Лысиков,
доктор геолого-минералогических наук
К. Н. Негадаев-Никонов,
кандидаты биологических наук Ф. И. Фурдуй,
В. Г. Холмецкая (ответственный секретарь)

Журнал основан в 1951. Выходит 6 раз в год



Серия
биологических
и химических наук

Кишинев «Штиинца» 1988



Хайдарлиу С. Х. Нейромедиаторные взаимодействия и их роль в адаптации	3
Ботаника	
Маяцкий И. Н., Талалуева Л. В. Особенности укоренения черенков при вегетативном размножении видов калины <i>Viburnum L. (Caprifoliaceae)</i> в условиях Молдавии	13
Калалб Т. И., Ямицкова В. Н., Матиенко Б. Т. Структура поверхности плодов яблоки сорта Джонатан в экологических условиях склона	16
Физиология и биохимия растений	
Штефырца А. А., Чернат В. И., Кушниренко М. Д. Влияние водного стресса на интенсивность дыхания деревьев яблони	20
Балтага С. В., Яроцкая Л. В. Лигнин созревающих ягод столового винограда в связи с их лежкостью	24
Генетика и селекция	
Чалык С. Т., Черноморец В. И., Голышкин Л. В. Получение матроклининых гаплоидов кукурузы с использованием зародышевого маркера Саратовский	28
Луцки Т. К., Ревина А. А., Лысыков В. Н. Значение химических превращений флавоноидов в пострадиационном восстановлении растений	31
Физиология и биохимия человека и животных	
Наука В. А., Гуськов А. М. Криогенные изменения липидов и морфофункциональных показателей гамет самцов сельскохозяйственных животных	35
Делеу М. В. Взаимосвязь гормональных показателей и психологических особенностей человека в условиях напряженной деятельности	38
Химия	
Фиштик И. Ф., Повар И. Г., Ивакин А. А., Ватаман И. И. Области термодинамической устойчивости поливанадатов щелочноземельных металлов	42
Дука Г. Г., Гонца М. В., Сычев А. Я. Влияние лимонной кислоты на окисление (+) катехина ионами трехвалентного железа	46
Будников С. С. Квантовохимическое исследование дополнительного координирования оксидов углерода и азота в двухядерных кластерах железа	50
Методы исследований	
Балгер А. М. Полярнографическое определение меди, цинка с кобальтом и марганца в ацетатно-аммонийной вытяжке из почвы	53
Койфман М. С. Возможности модификации метода определения типов гаптоглобина	55
Наука—производству	
Дворнина А. А., Андриеш В. Н. Промышленное культивирование высших съедобных базидиомицетов	57
Краткие сообщения	
Гадырка В. Д. Опыты с географическими формами черного тополя (<i>Populus nigra L.</i>)	60
Ковалев П. А. Регуляция цветения томатов 2, 3, 5-триидобензойной кислотой при различной освещенности	61
Настас Л. А., Бужоряну В. В., Кирияк Г. Я. Влияние вируса табачной мозаики на репродуктивную систему гибридов F ₁ томата, полученных от пораженных родителей	62
Мехтиева Е. А., Сабельникова В. И., Шикимака А. Ф., Жижина А. С. Использование продуктов метаболизма актиномицетов для повышения качества биопрепарата клубеньковых бактерий	63
Сингбо Иеден Ж.-П., Нестеров П. И. Новый вид нематоды <i>Afritylenchus benini n. gen. n. sp.</i> (Nematoda: Radopholidae), выявленный в Народной Республике Бенин	65
Бондаренко С. С., Антонова О. В. Оптимизация соотношения объемов γ -глобулинов и щелочной фосфатазы при получении их конъюгата	67
Рейнбольд А. М., Морарь Г. В., Пасечник Г. С., Попа Д. П. S-Этилензамещенные изотиомочевинны и их ростингибирующая активность	68
Научные дискуссии	
Балаур Н. С. Перспективы изучения биоэнергетических основ формирования продуктивности и устойчивости растений	70
Рефераты	

С. Х. ХАЙДАРЛИУ

НЕЙРОМЕДИАТОРНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
И ИХ РОЛЬ В АДАПТАЦИИ

Адаптация немыслима без взаимодействия между нейромедиаторными системами различной ергичности. К такому выводу можно прийти уже на основании знаний о топографии представительства различных нейромедиаторов и об основных этапах формирования адапционных реакций. Последние связаны с восприятием и передачей в соответствующие нервные центры информации о свойствах действующих на организм раздражителей, анализом поступившей информации в нейронных ансамблях различных уровней организации нервной системы и посылкой принятого решения в виде нервных импульсов, вызывающих высвобождение медиаторов в различных исполнительных органах.

Эффекты нейромедиаторных взаимодействий реализуются не только посредством химической передачи нервных импульсов, но и путем реализации модулирующих влияний на функцию соответствующих медиаторных систем. Поскольку в настоящее время основное внимание уделяется прямым воздействиям на нейромедиаторные системы, уместно вспомнить, что уже 20 лет назад было оценено значение модуляторных эффектов [35]. Модуляторы влияют на следующие процессы: 1) миграцию нейромедиатора и синтезирующих его энзимов к терминалям; 2) компартиментализацию пулов нейромедиатора в терминалях (свободный, депонированный, избыточный, высвобождающийся); 3) скорость внедрения подобных нейромедиатору агентов в терминали; 4) структуру ядра, количественные и качественные изменения РНК; 5) метаболические паттерны. Один высвобождающийся нейромедиатор может изменить: 1) количество другого пресинаптически высвобождающегося нейромедиатора; 2) ди-

намикю высвобождения другого нейромедиатора; 3) количество нейромедиатора, доступного для реагирования с субсинаптическим рецептором; 4) количество субсинаптических рецепторов, доступных действию нейромедиатора; 5) динамику сдвигов проницаемости, вызываемых высвобождающимся нейромедиатором; 6) протяженность модификации проницаемости, вызванной нейромедиатором; 7) «остаточную» проводимость постсинаптической мембраны; 8) порог ее возбудимости; 9) постсинаптический потенциал; 10) внутриклеточное сопротивление.

Центральная регуляция активирующихся в процессе адаптации нейромедиаторных систем и поведения находится в зависимости от баланса между различными нейромедиаторными системами [10], а в случае возникновения функциональных нарушений, вызываемых воздействием факторов среды, в процесс вовлекаются механизмы, носящие также полимедиаторный характер [12]. Несмотря на это, данные о взаимодействии нейромедиаторных систем друг с другом при адаптации малочисленны, а имеющиеся сведения касаются преимущественно проблем обучения и памяти [6, 9, 14] и пока еще не охватывают все группы известных нейромедиаторов.

Наиболее подробно проанализированы межмедиаторные взаимодействия Кругликовым [14]. Он рассмотрел преимущественно три вопроса: модулирующее влияние катехоламинергической системы на холинергические механизмы мозга; модулирующие влияния серотонинергической системы на холинергические и холинореактивные механизмы мозга; взаимодействия моноаминергических систем между собой.

Данные о взаимодействиях между нейромедиаторными системами, представленные Кругликовым [14], относятся главным образом к процессам обучения и памяти, однако использованные в большинстве исследований факторы являются достаточно сильными, чтобы вызвать активацию специфических и неспецифических механизмов адаптации, поэтому их с полным основанием можно отнести и к адаптивным процессам. Подтверждением этому могут служить данные Леутина и Николаевой [15], считающих память необходимым свойством всех систем, способных к адаптации, и результаты проведенного нами анализа взаимоотношений между адаптацией и памятью [26]. Кроме того, Н. Ф. Суворов и В. В. Суворов [25] выявили такие взаимодействия между адренергической и холинергической медиаторными системами, которые позволили им говорить о совместном участии этих систем в обеспечении целесообразной и пластической адаптации организма в условиях воздействия факторов среды. В пользу сходства, а в отдельных случаях совпадения механизмов памяти и адаптации свидетельствует и развиваемая Меерсоном [19] концепция о формировании при адаптации системного структурного следа.

Роль взаимодействия между различными нейромедиаторными системами в адаптации подтверждается и тем, что за последние годы выявлены новые типы взаимодействий и резко возросло число работ, в которых рассматриваются эти взаимодействия при адаптации организма к действию факторов среды. Так, если в 1981 г. Кругликовым [14] отмечены взаимодействия катехоламинергических систем с холинергическими: и холинореактивными механизмами мозга, катехоламинергической с холинергической и самих моноаминергических систем друг с другом, то в 1986 г. Бородкин и Шабанов [6] констатировали взаимодействия большего числа медиаторов: ацетилхолин — катехоламины, катехоламины — серотонин, гистамин — ацетилхолин, дофамин — ГАМК, серотонин — гистамин.

В настоящее время перечень взаимодействующих нейромедиаторных систем настолько расширился, что мы

сочли необходимым сгруппировать их в соответствии с классификацией нейромедиаторных систем. Имеющиеся данные достаточны для того, чтобы проанализировать взаимодействия холинергической системы с катехоламинергическими (дофамин-, норадреналин- и адреналинергической), аминокатехоламинергическими и пептидергическими системами. Самостоятельный интерес представляет анализ взаимодействий катехоламинергических систем друг с другом и с аминокатехоламинергическими системами. Сведения о взаимодействиях аминокатехоламинергических и пептидергических систем друг с другом и между компонентами этих систем пока малочисленны, но работы в этом направлении интенсивно ведутся во многих нейрохимических лабораториях.

Наиболее многочисленны сведения о взаимодействии холинергической системы с другими нейромедиаторными системами. Среди этих взаимодействий лучше других изучены взаимодействия ацетилхолин—катехоламины.

Предпосылкой широких возможностей холинергической системы взаимодействовать с другими нейромедиаторными системами является ее повсеместное представительство в ЦНС. Об этом свидетельствуют данные о наличии как ферментов синтеза и распада (холинацетилтрансферазы и ацетилхолинэстеразы), так и самого ацетилхолина. На большие информационные возможности холинергической системы по сравнению, например, с моноаминергическими указывал Буданцев [7].

Среди катехоламинергических нейромедиаторных систем в аспекте взаимосвязи с холинергической наиболее подробно изучена дофаминергическая система. После того, как было выявлено угнетение активности клеток хвостатого ядра при ионофоретическом подведении дофамина и появления данных о том, что стимуляция черной субстанции и высвобождение дофамина в стриатуме приводят к замедлению обновления ацетилхолина и угнетению активности клеток стриатума, возникло предположение о трансинаптической регуляции функции холинергической системы через дофаминергические рецепторы.

Можно считать доказанным, что в неостриатуме холинергические нейроны находятся под тормозным контролем дофаминергических нейронов черной субстанции, но в то же время сами стимулируют дофаминергические нейроны. Эта взаимосвязь может быть отражена следующим образом: дофаминергический нейрон \rightarrow холинергический нейрон [33].

Значение подобной взаимосвязи при адаптации к острому воздействию факторов среды может выразиться в предупреждении чрезмерного возбуждения скелетных мышц, поскольку активация ингибиторного дофаминергического пути в хвостатом ядре противодействует холинергическому пути [31]. Особо важную роль этот механизм играет в начальной фазе реагирования организма на действие экстремальных и субэкстремальных факторов, когда реакция холинергической системы носит преимущественно неспецифический характер. Поскольку при развитии хронического стресса эффективность холинергической трансмиссии значительно возрастает, то ведущую роль в адаптации организма в этих условиях может сыграть дофамин-холинергическое взаимодействие [23].

Ряд данных, однако, свидетельствует о существовании более сложных взаимодействий между дофамин- и холинергической нейромедиаторными системами. Во-первых, выявлены два типа дофаминергических нейронов, один из которых обладает угнетающим, а другой — активирующим типом ответа при воздействиях на мускариновые холинорецепторы [4]. Во-вторых, при адаптации к действию стресс-факторов существующие в обычных условиях взаимоотношения между холин- и дофаминергическими системами могут существенно измениться. Так, у интактных крыс агонист дофамина апоморфин не изменял захват холина и высвобождение ацетилхолина из синапсом гиппокампа, но предупреждал вызываемое иммобилизацией возрастание этих процессов. Агонист D₂-рецепторов дофамина сульпирид у интактных крыс, напротив, повышал захват холина и высвобождение ацетилхолина, в то время как при сочетании с иммобилизацией эффекты ока-

зались такими же, как при раздельном воздействии сульпирида или иммобилизации [36]. Таким образом, мезосептальная дофаминергическая система играет важную роль в модуляции активности септо-гиппокампальной холинергической системы при адаптации к действию стрессовых факторов.

Следовательно, между холинергической и дофаминергической медиаторными системами существуют тесные взаимодействия на уровне межнейронных связей. Применение на практике знаний о существующих и раскрытие еще неизвестных механизмов этих взаимодействий и фармакологических веществ, воздействующих на них, могут явиться эффективными средствами управления адаптивными способностями организма в условиях воздействия на него разнообразных факторов среды.

Дофамин — лишь один из представителей катехоламин-нейромедиаторов. Он является в то же время и промежуточным веществом в цепи реакций образования других катехоламин-нейромедиаторов — норадреналина и адреналина, и нарушение его метаболизма, как правило, сказывается на содержании и превращениях последних. Поэтому во многих работах рассматривают взаимосвязь холинергической системы не с отдельными катехоламинами, а со всеми катехоламинергическими системами в совокупности.

Принято считать, что взаимодействие между холинергической и катехоламинергическими системами мозга обеспечивает не только стабильность, но и вариабельность поведенческих реакций, что играет важнейшую роль в адаптации организма к постоянно изменяющимся условиям среды [37]. Взаимосвязь между этими нейромедиаторными системами проявляется, например, в том, что после нарушения холинергических путей в данном отделе ЦНС немедленно происходит компенсаторное усиление адренергической иннервации [40], а адренергические вещества снижают эффекты антихолинергических веществ.

Влияние катехоламинергических систем на холинергическую может проявляться в значительных измене-

ниях поведения животных. Так, при адренергической стимуляции состояния холинергической системы гипоталамуса у кошек выявлены изменения эмоционально-оборонительных реакций [43]. При адаптации организма к действию субэкстремальных факторов, сопровождающейся активацией холин- и катехоламинергических систем, происходят одновременные изменения активности ферментов, обеспечивающих деградацию соответствующих нейромедиаторов. Эти изменения также свидетельствуют о тесной взаимосвязи между рассматриваемыми медиаторными системами [1].

Дальнейшими исследованиями установлено, что взаимодействие между холин- и катехоламинергическими системами играет важную роль в регуляции секреции гормонов передней доли гипофиза, особенно тех, которые обладают тропным влиянием и обеспечивают секрецию адаптивных гормонов. В частности, показано, что введение холиномиметических веществ в различные катехоламинергические терминальные системы гипоталамуса приводит к возрастанию обновления норадреналина в срединном возвышении и в пери- и паравентрикулярных областях гипоталамуса [32]. Одновременно выявлялись снижение концентрации соматотропного гормона в сыворотке крови и возрастание концентрации пролактина.

Выяснение механизмов взаимодействия между холин- и катехоламинергическими нейромедиаторными системами наталкивается на ряд трудностей в связи с тем, что в зависимости от интенсивности, повторяемости воздействий факторов среды, индивидуальных особенностей и функционального состояния организма в момент воздействия изменяются быстрота, степень и последовательность вовлечения этих медиаторных систем в реакцию организма [11]. Между тем последовательность активации медиаторных систем играет важную роль в адаптации и возникновении заболеваний. Например, в патогенезе язвенной болезни одним из пусковых механизмов считают первоначальную активацию холинергической системы, вследствие чего путем истощения тканевых запасов катехоламинов значительно

угнетается тонус симпатической нервной системы, что приводит к нарушению ее адапционно-трофической функции по отношению к слизистой желудка [8].

Лосевым [16] развиваются представления о реципрокности внутрисистемного и межсистемного медиаторных взаимодействий. Им, в частности, установлена реципрокность взаимодействия между М- и Н-холинергическими механизмами в пределах единой холинергической системы, выдвинута концепция о том, что быстродействующая передача нервных импульсов в Н-холинергических синапсах регулируется в значительной степени непосредственно М-холинергическими механизмами, тогда как Н-холинергическая модуляция передачи нервных импульсов в М-холинергических синапсах опосредуется главным образом через возрастание высвобождения норадреналина из пресинаптических окончаний, что приводит к повышению тонуса симпатической нервной системы — антагониста парасимпатической. Реципрокность внутри- и межсистемного нейромедиаторных взаимодействий рассматривается как общебиологическая закономерность.

Нами также изучались отдельные аспекты взаимодействий между холинергической и катехоламинергическими системами. В частности, было выяснено реагирование холинергической системы на депривацию катехоламинергических систем. В качестве показателя влияния на холинергическую систему служила активность ацетилхолинэстеразы, поскольку по ее величине можно судить о скорости метаболизма ацетилхолина и использовать ее в качестве индикатора изменения активности этой системы [18].

Депривацию катехоламинергических систем осуществляли с помощью 6-оксидофамина. Общая картина изменения величин активности ацетилхолинэстеразы свидетельствовала о значительных региональных различиях сдвигов при воздействии одних и тех же факторов, хотя в некоторых отделах ЦНС выявлялись и сходные изменения. Так, при иммобилизации животных в течение 1 ч в моторной коре и сером веществе передних рогов спинного мозга активность ацетил-

холинэстеразы снижалась, в хвостатом ядре и гипоталамусе возрастала, а в мозжечке и продолговатом мозгу не изменялась. 6-Оксидофамин вызвал более выраженные изменения: в мозжечке, спинном мозгу, гипоталамусе, продолговатом мозгу и хвостатом ядре активность ацетилхолинэстеразы значительно возрастала и лишь в коре головного мозга не изменялась.

При комбинировании иммобилизации и депривации катехоламинергических систем суммарный эффект выражался, как правило, в снижении активности ацетилхолинэстеразы. Если при введении 6-оксидофамина выявлялась тенденция к возрастанию активности фермента, то при дополнительном действии иммобилизации активность его снижалась. Подобная картина наблюдалась в гипоталамусе, хвостатом ядре и продолговатом мозгу. Исключение составил спинной мозг, в котором при иммобилизации активность ацетилхолинэстеразы снижалась, после введения 6-оксидофамина возрастала, а при комбинировании этих факторов увеличивалась в еще большей степени.

На основании полученных данных можно заключить, что химическая депривация катехоламинергических систем оказывает модулирующее влияние на активность ацетилхолинэстеразы как у интактных животных, так и при воздействии на них такого сильного стрессового фактора, как иммобилизация. Величина модулирующего эффекта зависела от изучаемого отдела ЦНС, что проявилось в выраженных региональных различиях в степени и направленности сдвигов активности фермента. Однако в большинстве отделов мозга активность фермента возрастала.

Таким образом, медиаторы катехоламинергических систем в раннем постнатальном периоде развития животных могут оказывать существенное влияние на формирование холинергической системы, что играет важную роль в ее созревании. Наличие таких взаимоотношений между данными нейромедиаторными системами может служить основой разработки способов ускорения созревания холинергической системы, функциональная активность которой при недоношенно-

сти характеризуется незрелостью, что способствует запаздыванию проявления адаптивных реакций при действии факторов среды в раннем постнатальном онтогенезе.

Полученные данные свидетельствуют также о том, что катехоламинергические системы ЦНС регулируют степень выраженности неспецифического компонента реакции адаптации (стресс-реакции), влияя на базальные уровни «адаптивных гормонов» и потенциальные возможности их выброса в кровь при действии факторов среды [28]. Холинергическая система участвует в запуске стресс-реакции, поскольку при ее блокировании предотвращается экстренная активация неспецифических механизмов адаптации [27]. Следовательно, от характера взаимодействия между холинергической и катехоламинергическими нейромедиаторными системами в значительной степени зависят способность организма к адаптивному реагированию и степень участия в нем неспецифических компонентов.

Взаимодействие между холинергической и серотонинергической медиаторными системами также имеет важное значение в реализации адаптивной роли ЦНС. В топографии проявления этого взаимодействия наблюдаются существенные различия. Если эффекты серотонина могут быть обнаружены в любом отделе ЦНС и выражаться в изменениях высвобождения и запаса ацетилхолина, а также активности ацетилхолинэстеразы и холинацетилтрансферазы, то эффект обратного воздействия ацетилхолина на серотонинергическую систему может быть выявлен в строго детерминированных областях, соответствующих локализации тел серотонинергических нейронов, их терминалей и соединяющих их проводников.

Особенности топографии серотонинергической системы стали в значительной степени причиной того, что ее взаимодействие с холинергической системой оказалось изученным в меньшей степени, чем взаимодействия между другими нейромедиаторными системами. На скудность сведений по этому вопросу указывал и Кругликов [14], обобщивший материалы о взаимодействии серотонинергической сис-

темы с холинергической. Он пришел к выводу о том, что дефицит серотонина в головном мозгу в большей мере сказывается на функционировании холинергических и холинореактивных механизмов мозга, чем его избыток. При этом решающая роль приписывается не степени снижения содержания серотонина в мозгу, а способу, которым достигается это снижение: вызванное воздействием фармакологических агентов уменьшение содержания серотонина значительно более эффективно, чем возникающее после разрушения серотонинергических структур. Эти различия обусловлены, по-видимому, разной топографией вызываемых эффектов и их продолжительностью. Кроме того, в головном мозгу предполагается сосуществование функционально неоднородных пулов серотонина и разных «подсистем» серотонинергической системы, а также разных рецепторов серотонина.

В связи с изложенным можно предположить, что разные способы вмешательства дифференцированно влияют на отдельные серотонинергические подсистемы и пулы серотонина, приводя при одной и той же степени изменения содержания серотонина к разным изменениям реагирования на действие факторов среды и модификации поведения.

Обобщая результаты собственных исследований и данные литературы по вопросу о механизмах взаимодействия между холинергической и серотонинергической медиаторными системами, Ноздрачев и Пушкарев [22] пришли к заключению, что в основе вызываемого серотонином облегчения синаптической передачи лежит повышение возбудимости холинергических структур нейронов по отношению к ацетилхолину. С другой стороны, для проявления эффекта серотонина на уровне холинергических терминалей необходимо нормальное деятельное состояние этих терминалей, обеспечивающее функциональную готовность эффектора [17].

При адаптации крыс к действию высокой температуры внешней среды Насырова [21] установила, что в тканях выявляются корреляционные взаимоотношения между активностью холинэстеразы и содержанием серотонина. Так, через 15 мин после начала

теплого воздействия активность холинэстераз тканей и крови возрастала, нормализуясь через 48 ч. В те же сроки отмечены снижение содержания серотонина и его восстановления.

Выявлена роль взаимодействия между холинергической и серотонинергической системами и в активации неспецифических механизмов адаптации [38]. Так, при введении ингибитора холинэстераз физостигмина или предшественника серотонина 5-окситриптофана наблюдалось возрастание концентрации кортикостероидов в плазме крови. Такой же эффект обнаружен после введения антагониста М-холинорецепторов скополамина и рецепторов серотонина метисергида. При блокаде рецепторов серотонина снижался стимулирующий эффект физостигмина, а скополамин не влиял на эффекты, вызываемые серотонином. Блокатор Н-холинорецепторов мекамилamid тормозил проявление эффектов физостигмина. Таким образом, влияние ацетилхолина на гипофизарно-адреналовую систему опосредуется частично серотонинергическими нейронами. При этом стимуляция Н-холинорецепторов оказывает облегчающее, а М-холинорецепторов — ингибирующее действие.

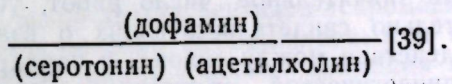
В наших экспериментах с помощью 5, 6-диокситриптамина выяснено реагирование холинергической системы на химическую депривацию серотонинергической системы. При оценке общей картины сдвигов активности ацетилхолинэстеразы в головном мозгу выявлены значительные региональные различия. Так, при депривации серотонинергической системы активность фермента снижалась в мозжечке, а в продолговатом и спинном мозгу возрастала. Если депривация серотонинергической системы сочеталась с иммобилизацией, то активность ацетилхолинэстеразы снижалась в коре головного мозга, гипоталамусе и мозжечке, а в остальных отделах мозга оставалась без изменений.

Таким образом, в результате депривации серотонинергической системы и иммобилизации происходили различные по величине и направленности изменения активности ацетилхолинэстеразы в различных отделах ЦНС. Сочетание этих факторов сви-

детельствовало о модулирующем влиянии серотонина на активность ацетилхолинэстеразы. Следовательно, серотонинергическая система может оказывать существенное влияние на состояние холинергической системы, что должно учитываться при применении ранних воздействий на организм животных. Кроме того, серотонинергическая система может существенно влиять на реагирование холинергической системы при действии стрессовых факторов, поскольку участвует как в поддержании базальных уровней активности ацетилхолинэстеразы, так и в возникновении изменений в процессе адаптации к действию факторов среды.

Рассмотрение каких-либо взаимодействующих нейромедиаторных систем попарно удобно для изложения, однако в организме такие изолированные взаимодействия вряд ли возможны. В любую адаптивную реакцию, как правило, вовлекается гораздо больше медиаторных систем. Это стимулировало исследование одновременно нескольких нейромедиаторных систем, несмотря на огромные методические трудности при выполнении такого рода экспериментов.

Со сложным взаимодействием нескольких нейромедиаторных систем впервые столкнулись при изучении механизмов регуляции движений. Для выражения возникающих в базальных ганглиях сдвигов концентраций медиаторов предложено следующее уравнение:



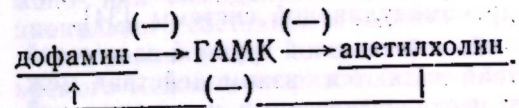
Использование его при моделировании патологических состояний позволило установить, что смещение уравнения в сторону увеличения содержания дофамина приводит к повышению двигательной активности и уменьшению ригидности, а при возрастании содержания ацетилхолина и серотонина ригидность увеличивается, но двигательная активность снижается.

Иначе представляет себе эти взаимоотношения Шугалев [30]. Он считает, что доминирование активирующих или тормозных механизмов в адаптивной регуляции поведения мо-

жет быть обусловлено активацией дофамин- или серотонинергической систем. Стимуляция серотонинергических структур усиливает облегчающее влияние антиацетилхолинэстеразных препаратов на угашение межспинальных реакций, а стимуляция дофаминергических структур ослабляет эти влияния.

При умеренном активировании неспецифических механизмов адаптации в ходе тестирования в «открытом поле» Болондинским и Кулагиним [5] установлено, что снижение содержания норадреналина в головном мозгу приводило к повышению уровня эмоциональной реактивности, а уменьшение концентрации серотонина — к ее снижению. Таким образом, выявлено возбуждающее значение холин- и серотонинергической систем и тормозное значение норадреналинергической системы.

Раскрытие механизмов взаимодействия холинергической с аминокислотными нейромедиаторными системами представляет интерес в связи с тем, что эти медиаторные системы, как и рассмотренные ранее, имеют отношение к поддержанию и изменению равновесия между возбуждением и торможением, играющими существенную роль в обеспечении способности организма адаптироваться к изменениям условий среды. В 1972 г. Балаклеевский [3] предложил следующую схему взаимодействия между ГАМК-, дофамин- и холинергической медиаторными системами:



Эта схема отражает взаимные тормозные (знак минус) взаимовлияния трех медиаторных систем в базальных ганглиях и свидетельствует о возможности компенсации функций одних медиаторных систем за счет других с участием механизма отрицательной обратной связи.

Многообразные взаимосвязи аминокислотных систем с другими нейромедиаторными системами описаны Раевским и Георгиевым [24], а также в некоторых других публикациях советских и зарубежных авторов. Во всех без исключения работах

подтверждается роль взаимодействия между нейромедиаторными системами в формировании адаптивных реакций.

Гистамин позднее многих других веществ был признан нейромедиатором, однако его взаимосвязи с другими медиаторными системами уже выявлены и относительно хорошо изучены. Вначале только высказывались гипотезы о том, что гистамин в ЦНС может взаимодействовать с холинергической системой, повышая ее активность. В подтверждение этой гипотезы приводились следующие доказательства: вызванная гистамином катаlepsия и повышение содержания гомованилиновой кислоты устранялись или снижались при введении антигистаминных веществ и центрально действующих антимиускаринных агентов; вещества, повышающие уровни эндогенного гистамина в головном мозгу животных, могут приводить к возрастанию выраженности вызываемой окстреморином, ареколином или треморином дрожи.

Гистамин и его антагонисты оказались эффективными модуляторами захвата и высвобождения катехоламинов и серотонина из изолированных синапсом головного мозга [45]. На уровне рецепторов также выявлено тесное взаимодействие между H_1 - и H_2 -рецепторами гистамина и α_1 - и α_2 -адренорецепторами, которое проявлялось сильнее при адаптации к действию стрессовых факторов, способствуя повышению активности гипофизарно-адреномедулярной системы [34].

Самой сложной группой взаимодействий являются взаимодействия между пептидергическими и другими нейромедиаторными системами. В настоящее время известны более 50 нейропептидов, и число их из года в год растет. В 1982 г. предложено [42] разделить все нейропептиды на 3 группы: 1) гипоталамические; 2) гипофизарные; 3) прочие. Однако в плане взаимодействия нейропептидов-медиаторов с другими медиаторами к настоящему времени сложилась парадоксальная ситуация: самой многочисленной и наиболее изученной оказалась группа пептидов, относящихся к прочим нейропептидам, — опиоидных пептидов. Такую ситуацию предвидел Ашмарин

[2], заметив, что по числу публикаций исследованиям опиоидных пептидов будет принадлежать одно из первых мест как в литературе по регуляторным пептидам, так и вообще в биологической периодике.

В настоящее время установлено, что опиоидергические системы влияют на холинергическую и, наоборот, изменения состояния холинергической влияют на функционирование опиоидергических медиаторных систем. Эффекты опиоидов, выражающиеся в предотвращении возбуждающего действия ацетилхолина, обладают топохимической избирательностью и проявляются не во всех отделах ЦНС.

Обширные данные свидетельствуют о взаимодействии опиоидергических систем с катехоламинергическими. Эти взаимодействия начинают формироваться на ранних стадиях развития организма и уже обнаруживаются, например, в развивающихся симпатических ганглиях, способствуя ускорению нейритного роста [13]. При этом охватываются все уровни ЦНС, начиная от его высших отделов и кончая эффекторными терминалями и рецепторами [20].

При адаптации к действию температурного или других факторов происходит возрастание обновления норадреналина, обусловленное опиоидергической системой, поскольку оно усиливается морфином и устраняется налоксоном [44].

К настоящему времени опубликовано значительное число работ, убедительно свидетельствующих о взаимодействии между опиоид- и норадреналинергическими системами, однако необходимость упоминания их всех опускается, поскольку они сводятся к ограниченному числу типов взаимодействия. Для всех типов общий главный эффект проявляется в увеличении скорости обновления норадреналина. Различия же сводятся в основном к влиянию на скорость высвобождения норадреналина, которая может как возрастать, так и снижаться, а также на содержание норадреналина.

Много работ посвящено взаимодействию опиоидергических систем с серотонин- и ГАМКергической. Изменения содержания серотонина и ГАМК при введении в организм опиатов и

опиоидов характеризуются значительными различиями в величине и направленности эффектов и зависят от вида животного, исходного состояния организма, химической природы и дозы вводимого вещества.

Данные о взаимодействии опиоидергических и гистаминергических медиаторных систем обширны, но противоречивы. Противоречия связаны, по-видимому, с тем, что опиоиды способны оказывать дозозависимое влияние, характеризующееся определенной динамикой. Например, малые дозы морфина приводят к возрастанию концентрации гистамина в головном мозгу, а большие — к снижению. При создании в организме депо морфина концентрация гистамина в головном мозгу вначале возрастает, а затем снижается.

Гистамин, в свою очередь, также влияет на опиоидергические системы. Его эффекты непостоянны и зависят от дозы и места введения. Эффекты гистамина могут проявиться как в гиперальгезии, так и анальгезии.

Остальные пептиды-нейромедиаторы также функционируют в тесном взаимодействии с нейромедиаторными веществами другой природы. Обобщая данные о влиянии пептидов на поведенческие реакции, Шерстнев и др. [29] пришли к заключению, что каждый из пептидов оказывает действие на несколько медиаторных систем, которые иногда могут находиться в реципрокных отношениях друг с другом.

Среди других пептидов-нейромедиаторов, широко представленных в головном мозгу, особого внимания заслуживает изучение холецистокинина. Установлено, что холецистокинин может повышать высвобождение дофамина в полосатом теле, а в ряде других структур мозга — выступать в роли физиологического конкурентного антагониста дофамина и норадреналина. Он также модулирует опосредуемые дофамином нейроэндокринные реакции [41]. Под влиянием избытка серотонина концентрация холецистокинина в головном мозгу снижается. Холецистокинин участвует в стимуляции высвобождения окситоцина и вазопрессина из задней доли гипофиза. Высвобождение самого холецистокинина регулируется ГАМК и глутаматом [46].

Немногочисленные, но убедительные данные получены о взаимодействии субстанции Р с другими медиаторными системами — серотонин-, холин- и катехоламинергическими. Единичные работы свидетельствуют о взаимодействии нейротензинергических с дофаминергическими, серотонинергическими, октопаминергическими и некоторыми другими системами.

Таким образом, взаимодействия между нейромедиаторными системами широко распространены в ЦНС и играют существенную роль в активации как специфических, так и неспецифических механизмов адаптации. Выявление видов и раскрытие механизмов этих взаимодействий послужат основой создания способов воздействия на адаптивные способности организма. Анализ существующих данных позволяет сформулировать главные принципы взаимодействия между нейромедиаторными системами:

взаимодействия между нейромедиаторными системами реализуются путем пространственного сопряжения на клеточном и субклеточном уровнях, обеспечиваемого синаптическими контактами или преодолением разобщающего пространства эффективными концентрациями нейромедиатора (нейромодулятора);

эффект взаимодействия достигается благодаря срабатыванию общих неспецифических субрецепторных биохимических механизмов, обуславливающих моно- или бимодальные сдвиги функционального состояния мишеней;

направленность и величина вызываемого межмедиаторным взаимодействием эффекта определяется как химической природой и количеством нейромедиатора (нейромодулятора), так и специализацией и исходным состоянием рецепторов;

эффекты взаимодействия нейромедиаторных систем проявляются в виде ряда паттернов, характеризующихся колебательной динамикой сдвигов параметров активации и ингибирования; проявления эффектов взаимодействия нейромедиаторных систем в ЦНС обладают региональной спецификой, отражающейся в величине и направленности изменения проницаемости мембраны, сдвигов метаболизма, со-

става констелляций вовлекаемых структур;

взаимодействие между нейромедиаторными системами происходит с вовлечением механизмов обратной связи;

спектр взаимодействующих нейромедиаторных систем и вариации наблюдаемых эффектов значительно расширяются в условиях напряжения, сопровождающегося активацией специфических и неспецифических механизмов адаптации в изменяющихся условиях среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аскеров Ф. Б., Гасанов Г. Г., Алекперова С. А. // Матер. Всесоюз. симпозиум. «Адаптивные функции головного мозга». Баку, 1980. С. 18—19.
2. Ашмарин И. П. // Итоги науки и техники. Сер. Фармакология, химиотерапевтические средства. М., 1982. С. 3—6.
3. Балаклеевский А. И. // Тез. респ. конф. «Механизмы мозга в норме и патологии». Минск, 1972. С. 56—58.
4. Балаклеевский А. И., Хоменко А. И. // Регуляция нейромедиаторных механизмов деятельности мозга. Минск, 1982. С. 9—16.
5. Болондинский В. К., Кулагин Д. А. // Тез. докл. IV Всесоюз. конф. «Физиология и биохимия медиаторных процессов». Ч. I. М., 1985. С. 42.
6. Бородкин Ю. С., Шабанов П. Д. Нейрохимические механизмы извлечения следов памяти. Л., 1986.
7. Буданцев А. Ю. Моноаминоергические системы мозга. М., 1976.
8. Вирабян Т. Л., Мирзоян С. А., Вирабян Л. Т. и др. // Тез. докл. IV Всесоюз. конф. «Физиология и биохимия медиаторных процессов». Ч. I. М., 1985. С. 63.
9. Громова Е. А. // Катехоламинергические нейроны. М., 1979. С. 97—105.
10. Дмитриев А. С. // Центральные механизмы нейромодуляторной регуляции функций в норме и патологии. Минск, 1985. С. 68—77.
11. Дьякова С. Д., Маслова А. Ф., Курочкина Е. В. // Тез. докл. XXVII совещания по проблемам ВНД. Л., 1984. С. 116.
12. Заводская И. С., Морева Е. В., Сапронов Н. С. // Физиол. журн. СССР. 1986. Т. 72. № 1. С. 83—92.
13. Ильинский О. Б., Козлова М. В., Кондрикова Е. С. и др. // Тез. докл. IV Всесоюз. конф. «Физиология и биохимия медиаторных процессов». Т. I. М., 1985. С. 136.
14. Кругликов Р. И. Нейрохимические механизмы обучения и памяти. М., 1981.
15. Леутин В. П., Николаева Е. И. // Матер. Всесоюз. симпозиум. «Адаптивные функции головного мозга». Баку, 1980. С. 113—114.
16. Лосев Н. А. // Тез. докл. IV Всесоюз. конф. «Физиология и биохимия медиаторных процессов». Ч. 2. М., 1985. С. 196.

17. Лященко П. С. // Там же. Ч. I. М., 1985. С. 199.
18. Маслова И. В. // Нейрогормоны — биогенные амины. Минск, 1978. С. 9—17.
19. Меерсон Ф. З. Адаптация, стресс и профилактика. М., 1981.
20. Мирзоян Р. С., Ганьшина Т. С., Рагимов Х. С. // Тез. докл. IV Всесоюз. конф. «Физиология и биохимия медиаторных процессов». Ч. 2. М., 1985. С. 223.
21. Насырова Г. Х. // Там же. С. 231.
22. Ноздрачев А. Д., Пушкарев Ю. П. Характеристика медиаторных превращений. Л., 1980.
23. Подольский И. Я., Санталова И. М. // Тез. XI Всесоюз. конф. по биохимии нервной системы. Ереван, 1983. С. 310.
24. Раевский К. С., Георгиев В. П. Медиаторные аминокислоты: нейрофармакологические и нейрохимические аспекты. М.; София, 1986.
25. Суворов Н. С., Суворов В. В. Холинореактивная система базальных ганглиев и условнорефлекторная деятельность. Л., 1975.
26. Хайдарлиу С. Х. Функциональная биохимия адаптации. Кишинев, 1984.
27. Хайдарлиу С. Х. // Механизмы развития стресса. Кишинев, 1987. С. 99—113.
28. Хайдарлиу С. Х., Ахсентьева Н. Г., Арестова З. Я. // Изв. АН МССР. Сер. биол. и хим. наук. 1984. № 4. С. 77.
29. Шерстнев В. В., Рылов А. Л., Громов А. И. // Нейрохимия. 1986. Т. 5. № 4. С. 423—434.
30. Шугаев Н. П. // Тез. докл. XXVII совещания по проблемам ВНД. Л., 1984.
31. Agid Y., Guzenet P., Glowinski J. et al. // Brain Res. 1975. V. 86. N. 3. P. 488—492.
32. Andersson K., Enoroth P., Agnati L. F. // Acta physiol. scand. 1981. V. 113. N. 2. P. 227—231.
33. Bartholini G., Stadler H., Lloyd K. G. // Frontiers in catecholamine research. N. Y., 1973. P. 741—745.
34. Bugajski J., Gadek A. // Neuroendocrinology. 1984. V. 38. P. 447—452.
35. Florey E. // Fed. Proc. 1967. V. 26. N. 4. P. 1164.
36. Gilad G. M., Gilad V. H., Rabey J. M. // Life Sci. 1986. V. 39. P. 2387—2393.
37. Hecht K., Treptow K., Peschel M. // Conditional reflex. 1969. V. 4. P. 89—102.
38. Kile J. P., Tanner B. B. // Experientia. 1985. V. 41. P. 1123—1127.
39. Kim J. S., Hassler R., Kurokawa M. et al. // Exp. Neurol. 1970. V. 29. P. 189—200.
40. Moore R. J., Björklund A., Steveni U. // Brain Res. 1971. V. 33. P. 13—35.
41. Nair N. P. V., Lal S., Bloom D. M. // Progr. Neuro-Psychopharmacol. and Biol. Psychiat. 1985. V. 9. P. 515—524.
42. Palkovits M. // Folia endocrinol. jap. 1982. V. 58. P. 272—279.
43. Romaniuk A., Golebiewski H. // Acta neurobiol. exp. 1979. V. 39. P. 313—326.
44. Takagi H., Shiomi H., Kuraishi Y. // Eur. J. Pharmacol. 1979. V. 54. P. 99—107.
45. Tuomisto J., Tuomisto L. // Med. Biol. 1980. V. 58. P. 33—37.
46. Yaksh T. L., Furui T., Kanawati I. S. et al. // Brain Res. 1987. V. 406. P. 207—214.

Поступила 14.07.87

БОТАНИКА

И. Н. МАЯЦКИЙ, Л. В. ТАЛАЛУЕВА

ОСОБЕННОСТИ УКОРЕНЕНИЯ ЧЕРЕНКОВ ПРИ ВЕГЕТАТИВНОМ РАЗМНОЖЕНИИ ВИДОВ КАЛИНЫ *VIBURNUM L. (CAPRIFOLIACEAE)* В УСЛОВИЯХ МОЛДАВИИ

В Ботаническом саду АН Молдавской ССР изучались особенности разных видов и форм калины. Большинство из них являются декоративными благодаря окраске листьев, форме кроны, соцветиям, плодам. Однако в садово-парковом строительстве и озеленении Молдавии они не нашли широкого применения, несмотря на то, что некоторые виды хорошо переносят городские условия, не подмерзают и не страдают от засухи.

В настоящей статье приведены результаты опытов по укоренению черенков садовых форм калины обыкновенной *Viburnum opulus L.* и калины Саржента *Viburnum sargentii Koehne.*

Материалы и методика

Стерильная форма калины обыкновенной — «снежный шар» (бульденеж) *Viburnum opulus f. sterilis DC* — ценный декоративный кустарник с изящными шарообразными снежно-белыми соцветиями, широко используемая в озеленении в виде солитеров и отдельных групп. Другая форма этого вида *V. opulus f. nanum (Davia) Zab.* (карликовая) — кустарник до 80 см высоты с оригинальной компактной шаровидной кроной.

Для изучения особенностей укоренения черенков калины обыкновенной (форма бульденеж) черенкование проводили в три периода: начала активного роста побегов, что совпало с фазой бутонизации; активного роста побегов (фаза массового цветения); окончания роста побегов. В первом периоде для укоренения использовали весенние и летние черенки, весенние — кусочки прошлогодней древесины (2—3 см) с приростом текущего года (8—10 см), летние — из годовичного при-

роста с одним узлом (7—12 см). Изучалась укореняемость черенков из различных участков годичных побегов: базальных, средних и верхушечных.

Черенкование проводили в парниках с искусственным туманом. Для изучения регенеративной способности калины обыкновенной (форма карликовая) в разные фазы роста побегов использовали черенки 2- и 3-летней древесины с приростом текущего года. Черенковали в периоды начала роста побегов, активного роста и окончания его. Часть черенков помещали на 16 ч в ростовые вещества (ИМК — индолилмасляная кислота — 150 мг/л). Регенеративную способность калины Саржента также изучали в различные сроки черенкования с использованием трех участков годовичного прироста и ростовых веществ (ИМК — 100 мг/л).

Результаты и их обсуждение

Калина обыкновенная, форма бульденеж. В первый период весенние черенки укоренялись полностью. Черенки из верхушечной части годовичного побега погибли. У черенков из средней и базальной частей через 2 недели после посадки образовался каллус, а еще через 10 дней появились корни; укореняемость составила 70%, но образование большего числа корней наблюдалось у черенков, заготовленных из нижней части годовичного побега (базальной).

Во второй период черенкования черенки верхних растущих участков побега укоренились на 23%, средних и базальных — на 70%, но процесс корнеобразования у последних более длителен (на 7—10 дней). Это, по-види-

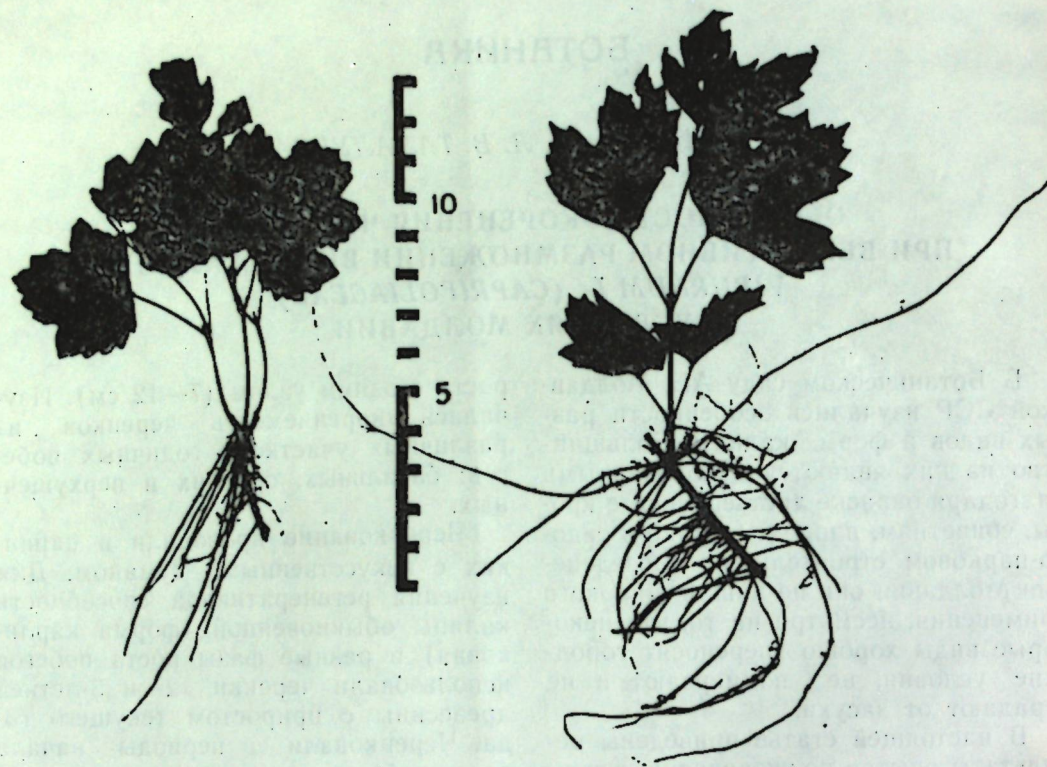


Рис. 1. Укоренившиеся черенки калины обыкновенной (форма карликовая); справа — с применением ростовых веществ

тому, связано с различной локализацией каллуса на черенке. У черенков из базальных участков побега сначала в месте среза образуется каллус, а затем корни. У черенков средних участков корни формируются в основном из образовавшихся по длине черенка (выше среза) белых бугорков — корневых зачатков.

При образовании базального каллуса на поверхности среза вначале формируется субериновая пленка, позднее под ней возникает пробковый слой и затем уже в результате клеточного деления — меристематическая ткань, дающая начало точкам роста побега и корня. Несколько иной механизм образования адвентивных корней из каллуса, локализованного выше морфологически нижнего среза или из корневых зачатков. Здесь, минуя стадии формирования субериновой пленки и пробкового слоя, идет деление клеток почти всех тканей стебля и в большей степени клеток камбия и коры, которые в основном и участвуют в формировании придаточных корней. Таким образом, при

образовании каллуса или корневых зачатков по длине черенка, находящегося в субстрате, процесс корнеобразования идет быстрее и формируется хорошая корневая система. Однако это возможно лишь при создании необходимых для корнеобразования условий (высокая влажность и температура воздуха и др.).

В третий период черенкования лучшие показатели укоренения отмечены у более одревесневших черенков — 93%. К этому времени в побегах очень развиты паренхимные элементы, дающие начало корневым зачаткам, а наличие механических тканей не препятствует придаточному корнеобразованию [2].

Наши исследования подтверждают данные некоторых авторов [1, 2] о том, что для калины обыкновенной (форма бульденеж) оптимальный срок укоренения совпадает с периодом окончания роста побегов.

Калина обыкновенная, форма карликовая. В первый период черенкования черенки с 2-летней древесной укоренились на 100%, с 3-летней — на

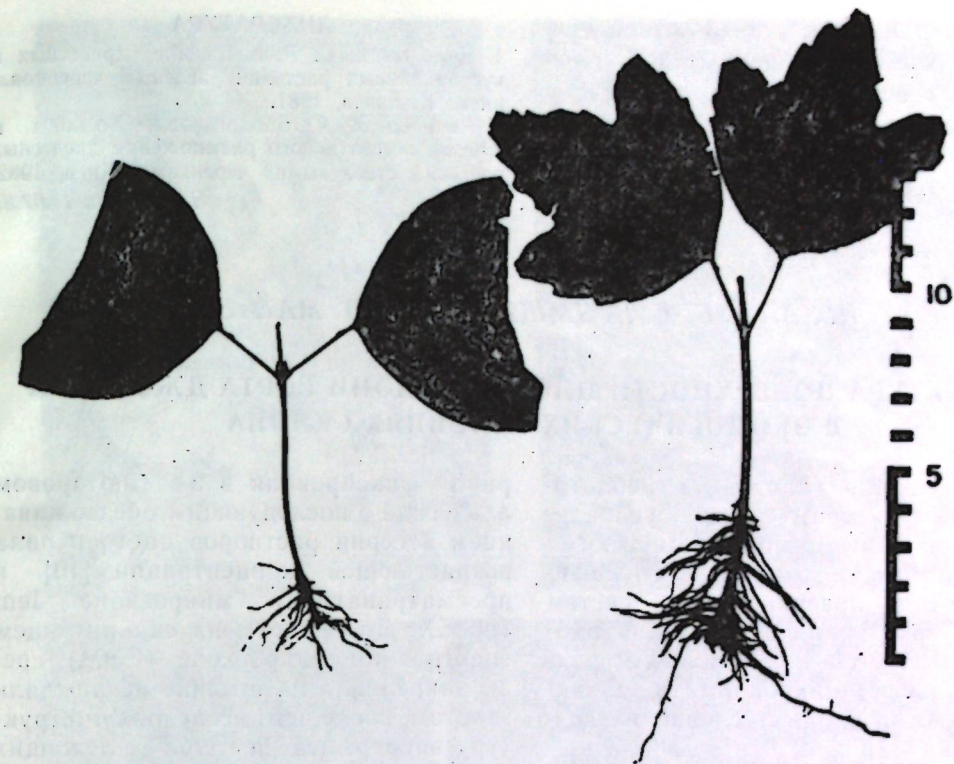


Рис. 2. Укоренившиеся черенки калины Саржента; справа — с применением ростовых веществ

35%, но у обработанных ростовыми веществами показатели укоренения оказались высокими — 95%. При этом сократился период корнеобразования и сформировалась хорошая корневая система (рис. 1). Во второй период у 90% черенков образовались корни даже без обработки их ростовыми веществами. В третий период показатели укоренения несколько хуже и составили 80—85%.

Следовательно, карликовую форму калины обыкновенной можно черенковать в течение всего вегетационного периода зелеными черенками с участками 2—3-летней древесины.

Калина Саржента. В первый период укореняемость черенков базальных и средних участков побегов составила 70%, верхних, более травянистых, — 50%. Использование ростовых веществ существенно повлияло на процесс корнеобразования (рис. 2). Развитие корней происходило интенсивнее по длине всего черенка, находящегося в субстрате, укореняемость достигла 100%. Во второй период черенкования лучше укоренились черенки вер-

хушечной части побега, укореняемость их составила 80%. Черенки из базальной, более одревесневшей части укоренились на 50% и имели менее развитую корневую систему. В третьем периоде черенкования регенеративная способность оказалась очень низкой: черенки из базальной и средней одревесневших частей побега совсем не образовали корней, из верхушечной части — 25%. Следовательно, у калины Саржента при усилении одревеснения, формировании механических элементов коры затрудняется процесс корнеобразования.

Таким образом, проведенные опыты показали, что каждый вид и форма калины отличаются своими биологическими особенностями, определяющими степень укореняемости черенков и диктующими применение на практике сроков черенкования, типа черенков, степени одревеснения побегов и др. Так, у калины обыкновенной, форма бульденеж, оптимальным сроком взятия черенков для укоренения является период активного роста побегов — после цветения и до окончания их роста; черенки калины обыкновенной,

форма карликовая, с 2—3-летней древесиной хорошо укореняются в течение всего вегетационного периода; у черенков калины Саржента лучший срок укоренения — период начала и активного роста побегов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ермаков Б. С. Размножение древесных и кустарниковых растений зеленым черенкованием. Кишинев, 1981.
2. Иванова З. Я. Биологические основы и приемы вегетативного размножения древесных растений стеблевыми черенками. Киев, 1982.

Поступила 14.07.87

Т. И. КАЛАЛЬ, В. Н. ЯМЩИКОВА, Б. Т. МАТИЕНКО

СТРУКТУРА ПОВЕРХНОСТИ ПЛОДОВ ЯБЛОНИ СОРТА ДЖОНАТАН
В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ СКЛОНА

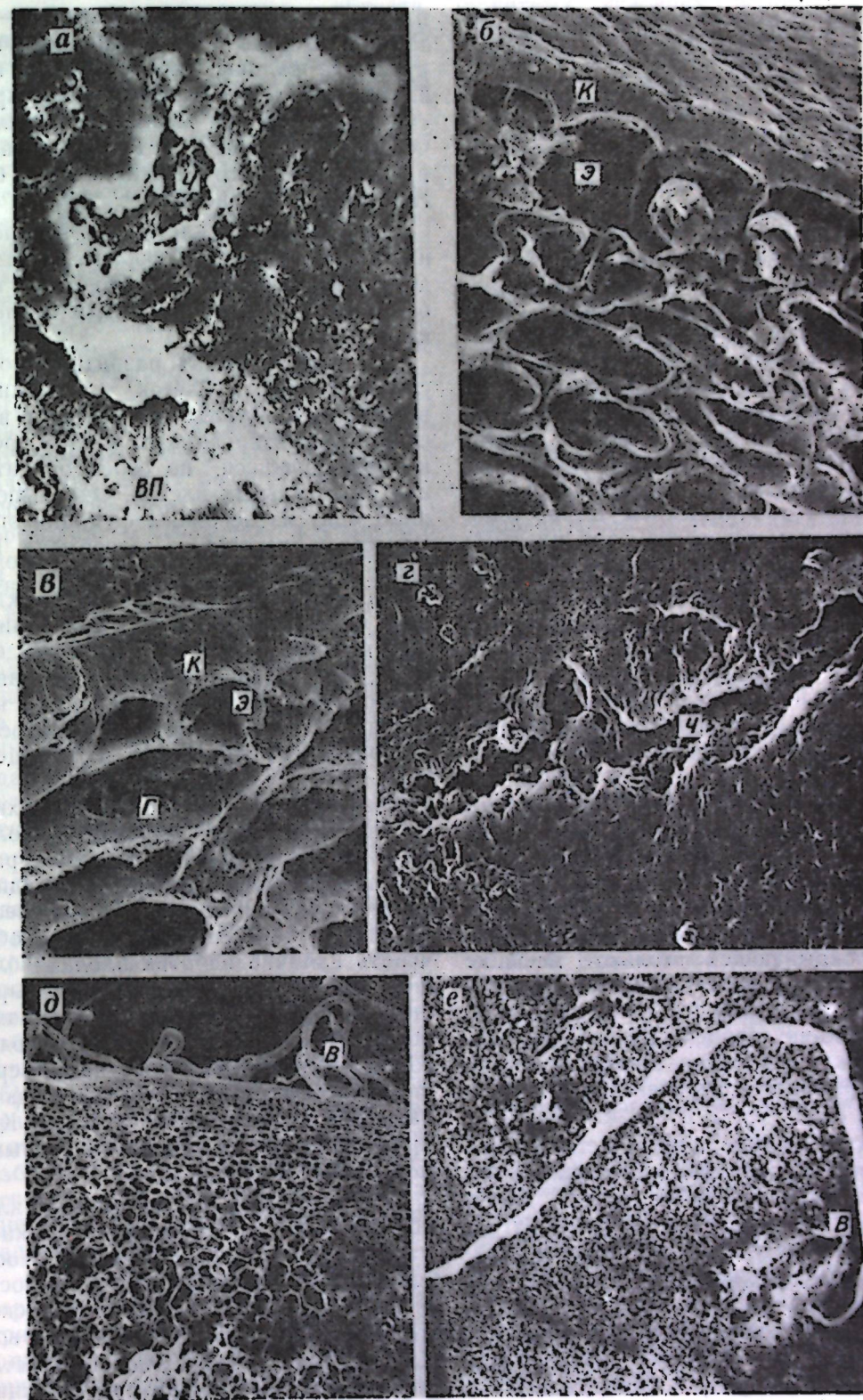
Устойчивость плодов к неблагоприятным факторам среды обуславливается и анатомо-морфологическими особенностями, в том числе специфической структурой поверхностных систем [7, 8]. Структурная организация плодов формируется под влиянием факторов рельефа, микроклимата, а также зависит от других условий их возделывания [1, 2, 6, 9].

Нами изучены особенности анатомического строения околоплодника яблони в условиях пересеченной местности, в частности зоны Кодр Молдавии. При этом определяли степень структурно-морфологической изменчивости плодов в зависимости от экологического режима склона. Исследования проводились в садах, размещенных на склонах юго-восточной и северной экспозиции совхоза «Цветущая Молдавия» Страшенского района. Материал брали с трех выбранных нами вдоль склона участков. Содержание питательных веществ, температурный и водный режимы почвы и воздуха, освещенность на отдельных участках агроценоза складываются по-разному, не одинаково влияют они на рост и развитие сельскохозяйственных растений [4]. От нижней к верхней части склона (особенно на склонах южной экспозиции) почвенно-микроклиматические условия ухудшаются. В связи с этим мы выделили 3 микроклиматические зоны: оптимума — нижний участок склона; толерантности — средний; адаптации — верхний.

Препараты приготавливали из свежих и фиксированных плодов. Поперечные срезы просматривали в световом микроскопе МБИ-3. Для растрового электронного микроскопа мате-

риал фиксировали в 3% глютаровом альдегиде с последующим обезвоживанием в серии растворов ацетонитрила возрастающей концентрации [10] и просматривали в микроскопе Jet 100 СХ. Для работы на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) срезы закрепляли на столике и напыляли золотом, после чего исследовали структуру эпидермиса и глубже лежащих тканей. Сканирующая электронная микроскопия позволяет изучить поверхность плодов при больших увеличениях и большей разрешающей способности, чем световая микроскопия. Методы растровой и световой микроскопии как бы дополняют друг друга, позволяя получать более детальную и точную информацию о структурной организации органа, и в первую очередь о поверхностных структурах.

Яблоки сорта Джонатан покрыты восковым слоем различной толщины, который хорошо выявляется на поперечных срезах при хлор-цинк-йод-реакции, в результате чего различным образом окрашиваются восковой налет и кутикула. Присутствие воскового налета на плодах делает их маслянистыми на ощупь, но он легко стирается без применения каких-либо растворителей. Воск на поверхности кутикулы может откладываться в виде зерен 0,5 мкм в диаметре, кристаллов, тонких пластинок (0,5—0,8 мкм) [12]. В СЭМ отложения воска на плодах сорта Джонатан имеют пластинчатую структуру — так называемые восковые пластинки образуют своеобразные полосы. Они хорошо выявляются в зоне кутикулярных разрывов, чечевичек, у оснований волосков (рис., а) и, хотя не образуют непре-



Сканограммы:

а — поверхности околоплодника яблони: Ч — чечевичка, ВП — восковые пластинки. X700; б — поперечного среза околоплодника яблони (нижняя часть склона): К — кутикула, Э — эпидермис, Г — гиподерма. X1280; в — поперечного среза околоплодника яблони (верхняя часть склона). X850; г — поверхности зрелого плода яблони (щелевидная полость чечевички). X720; д — поперечного среза молодого плода яблони: В — волоски. X150; е — поверхности околоплодника яблони (трихomonolenticularный комплекс). X720

Некоторые количественно-анатомические показатели околоплодника яблони в разных точках вдоль склона

Участки	Толщина, мкм		
	кутикулы	эпидермиса	гиподермы
Нижний	18,0±0,5	12,3±0,2	199,2±2,8
Средний	22,5±0,4	11,1±0,1	194,5±2,4
Верхний	24,7±0,1	10,4±0,3	176,2±3,1

рывной оболочки, представляют собой достаточный защитный барьер. Налет на плодах с верхнего участка склона состоит из более плотно упакованных восковых пластинок большей толщины, чем с нижнего. Восковой налет придает поверхности плодов своеобразный внешний вид. Это объясняется отражением и рассеиванием падающего света под разными углами к поверхностям восковых пластинок различной формы [3].

В настоящее время эпидермально-кутикулярному анализу отводится большое место в экологической анатомии. Эпидермальные клетки с наружной стороны покрыты тонкой (20 мкм) непрерывной пленкой — кутикулой. Она значительно толще у плодов яблони с верхнего участка склона (табл.). Нередко проникает глубоко между клетками эпидермиса, достигая гиподермы, и даже частично распространяется под эпидермисом. Наблюдается переход от наружной кутикулы, покрывающей только внешние участки оболочек клеток эпидермиса (рис., б) — в нижней части склона, к наружно-внутренней, располагающейся между боковыми стенками клеток эпидермиса — в верхней части склона (рис., в).

Исследование поверхности плодов с помощью растрового микроскопа показало, что кутикула может иметь рельеф в виде систем складок, бугорков, ямок и т. д., они просматриваются при увеличении (в 200—500 раз) и представляют, по терминологии Ланге [11], поверхностный рельеф I порядка. При больших увеличениях (в 600—1000 раз) обнаруживается микрорельеф, или рельеф II порядка, который имеет вид мелких бугорков, бородавочек. Поверхность плодов с деревьев, произрастающих в зоне оптимума, более гладкая. На поверхности

плодов с верхнего участка склона — в зоне адаптации — наблюдаются кутикулярные валики, разнообразные извилины, складки, которые хорошо просматриваются при небольших увеличениях. Рельефы I и II порядков у плодов с верхнего участка склона богаче, чем с нижнего.

Эпидермальные клетки на поперечных срезах округлой формы. У плодов с верхнего участка склона они небольших размеров, клеточная оболочка тонкая.

На ранних фазах развития плода среди основных клеток эпидермиса встречаются устьица — системы высокоспециализированных клеток, резко отличающиеся по своей ориентации от остальных клеток. Они выполняют одну из основных функций эпидермиса — регуляцию газообмена. По мере созревания плода устьица переходят в чечевички. По происхождению чечевички бывают трех типов [9]: возникшие при разрывах эпидермиса; под устьицами; под основаниями волосков. В последнем случае кутикулированное основание волоска становится укрупненным и утолщенным.

На поверхности плодов с верхнего участка склона встречается большее количество складок, трещин, разрывов, волосков. Поскольку предполагается, что они являются предшественниками чечевичек [9], можно объяснить наличие на этих плодах большего числа чечевичек, чем на выращенных в зонах оптимума и толерантности. Полости чечевичек у плодов сорта Джонатан овальные, но на верхнем участке агроценоза они мельче, чаще всего щелевидные (рис., г). Как правило, щели переходят в разрывы или глубокие трещины.

Из отдельных эпидермальных клеток развиваются длинные волоски с утолщенными основаниями и заостренными верхушками. По мере роста и развития плодов густота волосков уменьшается, тогда как толщина воскового налета и кутикулы нарастает. У молодых плодов защитную функцию выполняет волосной покров (рис., д), а у зрелых — восковой налет, кутикула и остатки волосков (рис., а, г). Несмотря на это, у зрелых плодов с верхнего участка склонового агроценоза

часто можно обнаружить волоски, значение которых довольно велико, особенно в жестких условиях произрастания деревьев. Волосной покров замедляет движение воздуха у поверхности плода, ослабляя тем самым испарение. Кроме того, опущение является как бы экраном, защищающим плод от палящих лучей солнца, снижающим его температуру, что опять-таки способствует уменьшению испарения. Волоски часто связаны структурно с устьицами и совместно с ними выполняют защитно-регуляторные функции: газообмен, защиту устьичного аппарата от иссушения и других повреждений. Наиболее развит стоматотрихотомный комплекс структур на начальных фазах развития плода. По мере созревания последнего устьица переходят в чечевички, и у зрелого плода можно обнаружить трихотомно-лентукулярный комплекс (чечевичка и волосок) (рис., е).

Совместным действием устьиц и волосков на ранних фазах развития плода, а также чечевичек и волосков на более поздних этапах его созревания достигается больший эффект адаптивных реакций в условиях верхнего участка склона. Очевидно, в процессе роста и развития плода наблюдается избирательное развитие отдельных структур и структурных комплексов. Для каждого этапа развития характерны определенные структуры, структурно-функциональная активность которых доминирует на нем. Эти факты подтверждают принцип избирательного коадапациогенеза структур, сформулированный ранее [5]: на разных фазах развития растений доминирует определенная защитно-регуляторная система структур, избирательно формирующаяся в онтогенезе и обеспечивающая полезный (необходимый в этот период) для организма эффект.

Таким образом, плоды деревьев с верхнего участка (зона адаптации) при повышенном действии иссушающих факторов отличаются от плодов с нижнего участка (зона оптимума), развивающихся при относительно благо-

приятных условиях водоснабжения, рядом особенностей анатомического строения: более развитым восковым налетом, опущением, более толстой и глубже проникающей кутикулой; большим числом устьиц на единицу площади и меньшими их размерами; более плотной упаковкой клеток и относительно слабо выраженными межклетниками, более толстыми клеточными стенками; более развитыми коадаптированными структурами.

Совокупность структурных особенностей, по которым растения, развивавшиеся при некоторой напряженности иссушающих факторов (зона адаптации), отличаются от выращенных в лучших условиях водоснабжения (зона оптимума), свидетельствует о более ксероморфной организации покровной ткани. В условиях пересеченной местности отмечена мобилизация адаптивных возможностей структур растений (от нижней к верхней части агроценоза на склоне).

ЛИТЕРАТУРА

1. Василевская В. К. // Ботанический журнал. 1979. Т. 64. № 5. С. 665—670.
2. Григорьев Ю. С. Сравнительно-экологическое исследование ксерофилизации высших растений. М.; Л., 1955.
3. Джунипер Б. Э., Джеффери К. Э. Морфология поверхности растений. М., 1986.
4. Калалб Т. И., Осадчий В. М. // Изв. АН МССР. Сер. биол. и хим. наук, 1983. № 3. С. 22—23.
5. Осадчий В. М., Калалб Т. И., Матиенко Б. Т. Экологическая анатомия растений кукурузы в агроценозах на склонах. Кишинев, 1987.
6. Раскатов П. В. Экологическая анатомия вегетативных органов деревьев и кустарников. Воронеж, 1979.
7. Рогару Г. И. Сравнительная анатомия околоплодника подсемейства яблоневых. Кишинев, 1972.
8. Самсель Н. В. // Вест. Моск. ун-та. Сер. биол. и почвовед. 1964. № 1. С. 50—60.
9. Clements H. F. // The Botan. Gaz. 1935. V. 97. N 1. P. 101—117.
10. Katoh M. // The J. of Electron Microscop. 1979. V. 28. N 2. P. 145—148.
11. Lange R. T. // New. Phytol. 1969. V. 68, N 2. P. 423—426.
12. Roth J. Fruits of Angiosperms Encyclopedia of Plants Anatomy. Berlin—Stuttgart, 1977.

Поступила 09.07.87

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

А. А. ШТЕФЫРЦЭ, В. И. ЧЕРНАТ, М. Д. КУШНИРЕНКО

ВЛИЯНИЕ ВОДНОГО СТРЕССА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ДЫХАНИЯ ДЕРЕВЬЕВ ЯБЛОНИ

Известно, что для адаптации и устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды особое значение имеют изменения активности метаболизма, в частности энергетического. За счет окисления субстрата дыхания обеспечиваются энергией и промежуточными метаболитами не только процессы новообразования органов, но и поддержания функциональной активности и целостности уже сформировавшихся структур, а также ионных градиентов на мембранах [2, 3, 8, 9, 13, 14, 16, 17 и др.].

Нарушение энергетического баланса в условиях неблагоприятного водного режима почвы является одной из основных причин снижения количества и качества урожая, частичной или полной гибели растений. Поэтому выяснение механизмов адаптации растений к неблагоприятным условиям их влагообеспеченности весьма актуально.

Материал и методика

Опыты по изучению особенностей дыхательного и фосфорного метаболизма растений проводили в контролируемых условиях вегетационного комплекса Института физиологии и биохимии растений АН МССР на протяжении 1983—1987 гг. В качестве объекта исследования были взяты яблони сортов Айдаред, Редспур Делишес и Голден Делишес, различающиеся по реакции на недостаток и избыток влаги. Растения выращивали в вегетационных сосудах Митчерлиха, вмещающих 30 кг абсолютно сухой почвы. Режим влажности устанавливали путем полива растений по массе. Условия питания и освещения были одинаковыми. Опыт закладывался

в следующих вариантах: I — контроль, влажность почвы поддерживали на уровне 70% от полной влагоемкости ПВ; II — кратковременная засуха — часть растений I варианта переводили на режим влажности 30% от ПВ; III — кратковременное переувлажнение, часть растений I варианта переводили на режим влажности 100% от ПВ. В каждом варианте — по 20 растений. Изучение физиологических параметров проводили на 10-й день при достижении заданного уровня влажности в фазе линейного роста побегов. Интенсивность дыхания определяли по поглощению кислорода и выделению углекислого газа в аппарате Варбурга. Отсчеты показаний манометров делали каждые 15 мин в течение часа. Содержание фосфорных соединений в лиофилизированном материале определяли по методу Фиске—Суббароу [4] в модификации [5] для плодовых растений. Математическую обработку результатов осуществляли методами вариационной статистики [7].

Результаты и их обсуждение

Полученные данные показали, что интенсивность дыхания и, следовательно, энергообмен растений в значительной мере зависят от водного режима почвы. Деревья, произрастающие в благоприятных условиях, характеризуются оптимальными значениями дыхания (табл. 1). Понижение водного потенциала листьев и корней под влиянием засухи сопровождается существенным снижением интенсивности дыхания. Изученные сорта различались между собой по степени изменения дыхания в условиях засухи. Поглощение кислорода листьями яблони сорта Айдаред при нарастании

водного дефицита подавляется на 10—20%, Редспур Делишес — 15—30, Голден Делишес — на 5—15% от дыхания листьев контрольных растений. Аналогичные изменения обнаружены и по выделению углекислого газа в процессе дыхания.

Корневая система изученных сортов яблони отличается более низкой дыхательной активностью, чем листья. Поглощение кислорода корнями под влиянием нарастающей засухи подавляется соответственно на 20, 25 и 15% от величины дыхания контрольных растений. Примечательно, что в условиях недостатка влаги (30% от ПВ) рост вегетативных побегов яблони сорта Айдаред угнетается в большей степени, чем Голден Делишес, а сорта Редспур Делишес полностью приостанавливается. Суммарный прирост вегетативных побегов в условиях опыта 1984 г. составил на одно дерево: для сорта Айдаред — $293,04 \pm 10,4$ см; Голден Делишес — $322,0 \pm 21,9$; Редспур Делишес — $87,3 \pm 0,8$ см. Следовательно, кратковременная засуха подавляет дыхательный газообмен листьев и корней, что коррелирует с замедлением роста растений.

Торможение дыхательного газообмена при водном стрессе (недостаток влаги) сопровождается изменениями фосфорного метаболизма (рис. 1—3).

Таблица 1. Влияние водного стресса на интенсивность дыхания яблони, мкл O_2 на 1 г сырого вещества

Влажность почвы, % от ПВ	Айдаред	Редспур Делишес	Голден Делишес
<i>Листья</i>			
70	212,0 ± 18,2	263,8 ± 23,1	239,5 ± 4,5
30	178,5 ± 33,4	223,4 ± 3,7	218,5 ± 6,4
100	318,2 ± 26,1	304,3 ± 13,0	274,5 ± 4,3
<i>Корни</i>			
70	182,7 ± 3,7	111,3 ± 12,1	175,3 ± 12,0
30	102,1 ± 9,2	90,0 ± 7,3	109,4 ± 4,8
100	71,3 ± 5,2	79,3 ± 5,3	62,9 ± 14,3

Снижение фракции кислоторастворимых фосфорных соединений происходит главным образом за счет неорганического фосфата. Это особенно заметно в органах яблони Айдаред и Редспур Делишес (рис. 2), причем падение уровня P_n в листьях значительнее, чем в корнях. Так, в листьях сорта Айдаред при дефиците влаги содержание P_n составляет 57,8%; Редспур Делишес — 53,2, Голден Делишес — 78,9, в корневой системе — соответственно 79,4, 77,9 и 70,2% от контроля. Очевидно, в условиях недостатка влаги затрудняется не только поглощение неорганического фосфора из почвы, но и передвижение его в надземную часть.

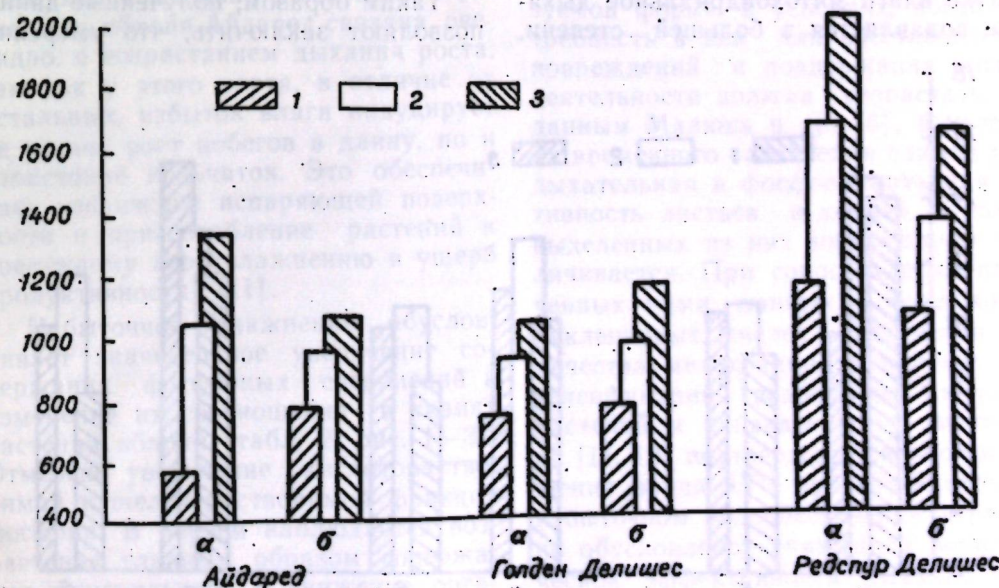


Рис. 1. Влияние переменной влажности почвы на содержание общего кислоторастворимого фосфора в листьях (а) и корнях (б) растений яблони (мкг/г сухого вещества). Влажность почвы от ПВ: 1—30%; 2—70%; 3—100%.

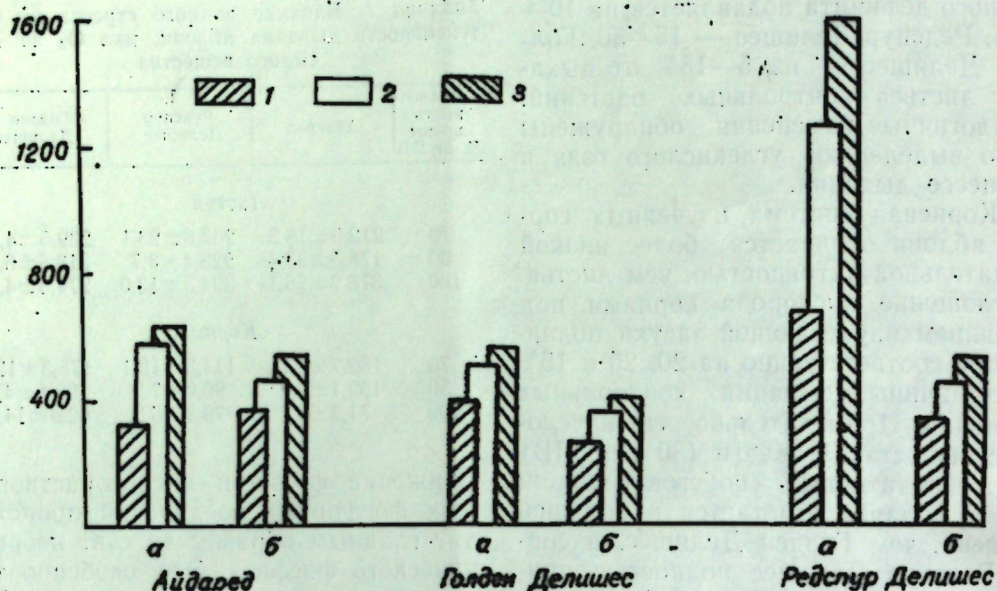


Рис. 2. Влияние переменной влажности почвы на содержание минерального фосфора в листьях и корнях растений яблони (мг/г сухого вещества). Обозначения — см. рис. 1

Под влиянием засухи в тканях яблони снижается также количество нуклеотидов, в том числе макроэргических, и неоднозначно изменяется содержание эфирсахаров (табл. 2). Содержание нуклеотидов в листьях яблони Айдаред уменьшается на 28,1%, Редспур Делишес — на 54,5, Голден Делишес — на 19,3% в сравнении с контрольными растениями. Это можно объяснить тем, что при недостатке влаги митохондриальное дыхание подавляется в большей степени,

что коррелирует с усилением ультраструктурной дезорганизации органелл [12]. В результате регенерация АТФ, израсходованного на поддержание функций и целостности структур, по-видимому, происходит слабее. Снижение содержания фосфорилированных соединений, особенно нуклеотидфосфатов, сопровождалось подавлением синтеза нуклеиновых кислот и приостановкой роста вегетативных органов.

Таким образом, полученные данные позволяют заключить, что умеренная



Рис. 3. Влияние переменной влажности почвы на содержание макроэргического фосфора в листьях и корнях растений яблони (мг/г сухого вещества). Обозначения — см. рис. 1

засуха обуславливает подавление дыхательного и фосфорного метаболизма листьев и корней яблони. При этом растения сорта Голден Делишес сохраняют энергообмен на более высоком уровне, чем Айдаред и Редспур Делишес. Следовательно, яблоня Голден Делишес должна быть более засухоустойчивой, что согласуется с данными литературы [10, 15].

В результате полива после кратковременной засухи дыхание листьев и особенно корней быстро восстанавливалось и по интенсивности даже несколько превосходило дыхание растений оптимального фона увлажнения. Более существенным увеличением дыхательной активности после регидратации отличались деревья яблони сорта Редспур Делишес.

Водный стресс, обусловленный избытком влаги в почве, индуцирует усиление дыхания листьев и некоторое торможение газообмена корневой системы (табл. 1). По данным наших исследований, поглощение кислорода корнями яблони сорта Айдаред подавляется на 15—17%, Редспур Делишес — 7—10, Голден Делишес — на 30—40% по сравнению с объемом дыхания при нормальном водообеспечении. Интенсивность дыхания листьев этих сортов составляет соответственно 130—150, 115—120 и 110—115% от контроля. Усиленная дыхательная активность яблони Айдаред связана, очевидно, с возрастанием дыхания роста, так как у этого сорта, в отличие от остальных, избыток влаги индуцирует не только рост побегов в длину, но и израстание кольчаток. Это обеспечивает увеличение испаряющей поверхности и приспособление растений к временному переувлажнению в ущерб продуктивности [11].

Избыточное увлажнение обуславливает значительное увеличение содержания фосфорных соединений и изменение их соотношения в тканях растений яблони (табл. 2; рис. 1—3). Отмечено увеличение кислоторастворимой и щелочерастворимой фракций фосфора. В первой наблюдается возрастание главным образом содержания минерального и снижение органических соединений фосфора. Допускаем, что это связано с расходом фосфорорганических соединений на при-

Таблица 2. Влияние водного стресса на содержание нуклеотидов и эфирсахаров в листьях, мг/г⁻¹ сухого вещества

Влажность почвы, % от ПВ	Айдаред	Редспур Делишес	Голден Делишес
Фосфор нуклеотидов			
70	258,5±9,7	500,7±12,8	295,6±12,4
30	185,9±3,5	229,0±7,5	238,7±9,3
100	152,8±8,3	345,0±6,2	371,6±10,0
Фосфор эфирсахаров			
70	186,2±11,3	258,7±7,3	137,5±3,9
30	238,8±9,1	200,0±8,6	134,3±2,6
100	259,7±12,3	178,1±3,9	148,4±8,3

способлению растений к водному стрессу. Как в листьях, так и в корневой системе снижается уровень нуклеотидфосфатов, в том числе макроэргических, увеличивается соотношение неорганического и макроэргического фосфора (рис. 3). Снижение содержания высокоэнергетических соединений в тканях растений в условиях затопления наблюдали Гринева у кукурузы [3] и Белецкая у озимых пшеницы и ржи [1]. Авторы связывают недостаток макроэргов с подавлением окислительного фосфорилирования и нарушением аккумуляции энергии дыхания при гипоксии, обусловленной затоплением. Вместе с тем Семихатова [9] подчеркивает, что очень маловероятно прекращение в клетках растений генерации энергии в утилизуемой форме в условиях, когда потребность в ней для восстановления повреждений и поддержания жизнедеятельности должна возрастать. По данным Малюка и др. [6], в условиях временного затопления озимой ржи дыхательная и фосфорилирующая активность листьев и корней, а также выделенных из них митохондрий увеличивается. При сопоставлении полученных нами данных о содержании нуклеиновых кислот, увеличении количества митохондрий в клетках, интенсификации водообмена и роста растений и приведенных в литературе [11, 12] подтверждается, что уменьшение фонда АТФ при краткосрочном избыточном водообеспечении деревьев не обусловлено снижением энергетической эффективности дыхания (разобщения окисления и фосфорилирования), а скорее всего является следствием расхода его на усиление фи-

зиологической активности и увеличение испаряющей поверхности. Происходит конвертирование энергии дыхания в энергию химических связей вновь синтезированных компонентов клетки.

Таким образом, экспериментальные данные позволяют заключить, что под влиянием водного стресса (недостатка и избытка влаги) в тканях яблони возникают изменения интенсивности дыхательного и фосфорного метаболизма, глубина которых определяется сортовыми особенностями. Следовательно, устойчивость растений к временным неблагоприятным условиям водообеспечения обусловлена адаптивными изменениями системы энергообеспечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белецкая Е. К. Физиологические основы устойчивости озимых культур к избытку влаги. Киев, 1979.
2. Головки Т. К., Семихатова О. А. // Физиол. и биохим. культурных раст. 1980. Т. 1. № 12. С. 89—98.
3. Гринева Г. М. Регуляция метаболизма у растений при недостатке кислорода. М., 1975.
4. Конарев В. Г., Тютюрев С. Л. Методы биохимии и цитологии нуклеиновых кислот. Л., 1970.

С. В. БАЛТАГА, Л. В. ЯРОЦКАЯ

ЛИГНИН СОЗРЕВАЮЩИХ ЯГОД СТОЛОВОГО ВИНОГРАДА В СВЯЗИ С ИХ ЛЕЖКОСТЬЮ

Одним из компонентов клеточной оболочки растительных тканей является лигнин — высокомолекулярное вещество фенольной природы, которое инкрустирует целлюлозные фибриллы и молекулы других полисахаридов, укрепляя текстуру клеточных стенок. Имеются работы по лигнину многолетних древесных пород [3, 8, 12], травянистых растений [7] в связи с устойчивостью их к полеганию, морозостойкостью, кормовыми достоинствами, папоротников, мхов, водорослей [5]. Благодаря своим свойствам и функциям лигнин может играть роль и в структуре тканей сочных плодов, в том числе ягод винограда. Однако только в немногих публикациях сообщается о содержании лиг-

5. Левит Т. Х., Кириллов А. Ф., Клец Ф. И., Берштейн В. И. // Изв. АН МССР. Сер. биол. и хим. наук. 1981. № 4. С. 60—65.
6. Малюк В. И., Остапюк Е. Д., Захарова В. П. // Физиол.-биохим. механизмы регуляции адапт. реакций раст. и агрофитоценозов. Матер. Всесоюз. симпозиума. Кишинев, 1984. С. 70.
7. Плохинский Н. А. Алгоритмы биометрии. М., 1980.
8. Рубин Б. А. Физиол. винограда и основы его возделывания. София, 1981. С. 164—185.
9. Семихатова О. А. Энергетика дыхания растений при повышенной температуре. Л., 1974.
10. Фридрих Г., Нойман Д., Фогль М. Физиология плодовых растений. М., 1983.
11. Штефьирца А. А. // Физиол.-биохим. основы повышения продуктивности и устойчивости раст. Кишинев, 1986. С. 43—46.
12. Штефьирца А. А., Бужоряну В. В., Кушниренко М. Д. // Физиол. и биохим. культурных растений. 1987. Т. 19. № 2. С. 186—194.
13. Morisset Ch., Raymond Ph., Mocqout B., Pradet A. // Bulletin de la Societe botanique de la France. Actualités botaniques. La respiration des végétaux. 1982. N 2. P. 73—89.
14. Raymond Ph., Al-Aini Ali, Pradet A. // Plant Physiol. 1985. V. 79. N 3. P. 879—884.
15. Slack E. M. // J. Hort. Sci. 1974. V. 49. N 1. P. 95—103.
16. Turner N. C. // Austral. J. Plant Physiol. 1986. V. 13. N 1. P. 175—190.
17. Vartanian N., Chauveau M. // Plant and Soil. 1986. V. 92. N 2. P. 255—264.

Поступила 02.06.87

нина в некоторых плодах [10], отсутствуют работы по лигнину лигнифицированных трахеальных элементов проводящих пучков ягод винограда. Нами дана характеристика ягод столового винограда по накоплению лигнина [1] методом спектрофотометрии [2, 11].

Среди факторов, обуславливающих технологические свойства сочных плодов (лежкоспособность, транспортабельность), исключительное значение имеет прочность структуры клеточных стенок. Поэтому изучение лигнина как их компонента, наряду с исследованием полисахаридов и азотсодержащих структурных биополимеров, представляет интерес. В задачу настоящего исследования входило изучение химического состава и физико-химических

свойств препаратов лигнина из ягод столового винограда разной степени зрелости*.

Исследовали столовый виноград Шасла белая с высокой лежкоспособностью, который используется для длительного хранения. Виноград выращен на опытных участках НПО «Виерул» по производственной технологии. Образцы отбирали в зеленой фазе в начале роста ягод (ягоды-горошинки) и при достижении технической зрелости. Из очищенных от семян и измельченных ягод получали спиртонерастворимые остатки, которые экстрагировали спирто-бензольной смесью в соотношении 1:1. Воздушно-сухой материал использован для выделения лигнина, извлекаемого диоксаном в атмосфере азота [2].

При характеристике выделенных препаратов определяли элементный состав, связанные с лигнином полисахариды — орто-толуидиновым методом [2], ароматические альдегиды, образующиеся после нитробензольного окисления лигнина, — методом хроматографии [2, 9, 13], функциональные группы (CH₃O, OH-фен, COOH, CO) [4], молекулярную массу — гельхроматографией на сефадексе G-75 с растворителем диметилсульфоксидом, спектрофотометрией с последующим расчетом по уравнению Соколова [6]. Для идентификации препаратов лигнина использовали УФ- и ИК-спектроскопию [3].

Результаты и их обсуждение

Приведенные в табл. 1 данные характерны для лигнина. Известно, что в лигнинах различных видов растений, в том числе низкоорганизованных, содержится 60—66% углерода, 5,7—6,7% водорода, 30—35% кислорода и незначительное количество неорганических примесей [3, 5]. Существенных различий между препаратами, выделенными из ягод разной степени зрелости, не обнаружено. Установлено только, что в препаратах из зеленых ягод в отличие от зрелых содер-

* Авторы благодарят сотрудника Белорусского технологического института к. х. н. М. Ф. Михасеву за научно-методическую консультацию при выполнении исследований.

Таблица 1. Элементный состав диоксан-лигнина ягод винограда

Ягоды	С, %	Н, %	О, %	Неорганические примеси
Зеленые	63,08	6,55	0,81	Отсутствуют
Зрелые	64,81	7,88	Следы	Присутствуют

жится небольшое количество азотсодержащих веществ и отсутствуют неорганические примеси. По-видимому, в клеточных стенках зеленых ягод наряду с лигнин-углеводными находятся и лигнин-белковые комплексы. Оба препарата диоксан-лигнина содержали углеводы (1,64—2,07%); в зеленых ягодах их меньше, чем в зрелых, и соотношение форм углеводов изменялось к технической зрелости ягод: в зеленом винограде пентозных полисахаридов содержится 0,90% (на воздушно-сухую массу), гексозных — 0,74; в зрелом пентозных — 1,25, гексозных — 1,45%. Вероятно, в период созревания ягод образуется большее количество химических связей между фенольными и углеводными компонентами биоконплексов клеточных стенок, вследствие чего лигнин экстрагируется с большим количеством углеводов.

При нитробензольном окислении исследуемых препаратов и последующей хроматографии продуктов их расщепления обнаружены в основном оксисбензальдегид и очень небольшое количество ванилина. Следовательно, в состав диоксан-лигнина ягод винограда входят в основном *p*-кумаровые и небольшая часть гваяциловых фенилпропановых структур. Низкое содержание гваяциловых структур подтверждается данными о небольшом содержании метоксильных групп (табл. 2). Наличие в качестве основной *p*-кумаровой структурной единицы и отсутствие сирингиловых структур — характерная особенность химического состава диоксан-лигнина

Таблица 2. Содержание функциональных групп диоксан-лигнина в ягодах столового винограда, %

Ягоды	CH ₃ O	OH-фенольные	COOH	CO
Зеленые	0,62	2,52	4,68	6,58
Зрелые	0,61	1,30	7,02	5,19

Таблица 3. Молекулярные массы фракций диоксан-лигнина ягод столового винограда разной степени зрелости, MW в дальтонах

Фракция лигнина	Зеленые	Зрелые
1	15900	15900
2	16900	16900
3	18200	18100
4	20200	19350
5	21600	20200
6	22500	21300
7	24100	22500
8	25600	24100
9	28600	26000
10	31800	28600
11	—	31800

ягод винограда, существенно отличающая его от лигнина древесных и низкоорганизованных растений.

Сведения о функциональных группах также дают возможность выявить различия в химических свойствах лигнинов растительного происхождения. Наиболее характерны для функционального состава лигнина метоксильные группы. Они связаны непосредственно с ароматическими ядрами и служат показателем степени лигнификации клеточных стенок растений. По исследованному нами препарату диоксан-лигнина установлено, что содержание метоксилов в них не превышает 0,62% и почти не изменяется в процессе созревания ягод (табл. 2). В высоколигнифицированных клеточных стенках древесных и травянистых растений количество метоксилов достигает 14—20%. Следовательно, клеточные стенки проводящих сосудов ягод столового винограда являются низколигнифицированными. Ранее [1] нами было установлено, что содержание лигнина в ягодах не превышало 5% от массы спиртонерастворимого остатка (условно «клеточные стенки»).

Содержание фенольных ОН-групп в исследованных препаратах снижается к технической зрелости почти в два раза (табл. 2), что, по-видимому, связано с вовлечением фенольных гидроксильных групп в образование химических связей между макромолекулами лигнина и полисахаридами. Выше отмечалось также увеличение содержания полисахаридов в препаратах диоксан-лигнина из ягод технической зрелости. Судя по данным

табл. 2, количество карбоксильных групп также возрастало к технической зрелости — 7,02% от массы препарата. Эти группы находятся в ветвлениях фенилпропановых структур и могут участвовать в образовании водородных и других химических связей. Поэтому увеличение их количества способствует укрупнению структуры, что проявляется и в большей величине молекулярной массы диоксан-лигнина зрелых ягод (табл. 3). В отличие от карбоксильных содержание карбонильных групп к технической зрелости ягод уменьшается, что, по-видимому, обусловлено их реакционной способностью.

Диоксан-лигнин ягод столового винограда неоднороден по молекулярной массе (табл. 3); включает фракции с низкой, средней и высокой молекулярной массой. Средневесовые молекулярные массы диоксан-лигнинов из ягод разной степени зрелости почти одинаковы (22245 и 22400Д).

Полученные результаты позволяют заключить, что диоксан-лигнин ягод винограда является высокомолекулярным соединением. Для сравнения приведем данные из литературы по молекулярной массе стеблей пшеницы 25000Д. Тот факт, что значения средней молекулярной массы обоих исследованных препаратов диоксан-лигнина близки по величине, приводит к предположению, что формирование его как высокомолекулярного соединения завершается в период роста ягод и образования в них структурных тканей. В зрелых ягодах, в отличие от зеленых, выделенный препарат диоксан-лигнина имеет большее число фракций со средней молекулярной массой. По-видимому, в процессе созревания ягод продолжается укрупнение структуры лигнина в области его среднемолекулярных фракций.

Полученные УФ-спектры обоих препаратов были однотипны и имели одну полосу поглощения при 280 нм (рис. 1), что обусловлено поглощением производных *n*-оксифенилпропана, которые являются структурными звеньями макромолекулы лигнина [3]. ИК-спектры имели основные полосы поглощения, характерные для аналогичных спектров лигнинов других растительных объектов (рис. 2). Полосы

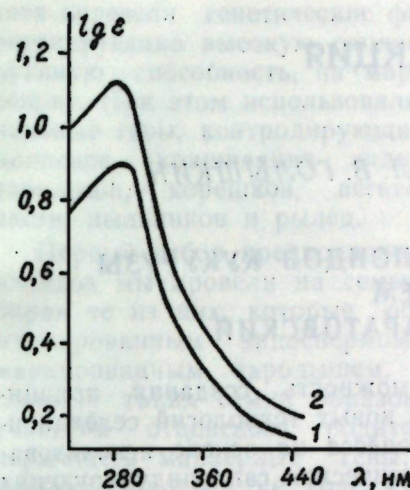


Рис. 1. УФ-спектры препаратов диоксан-лигнина ягод винограда: 1 — зеленого; 2 — зрелого

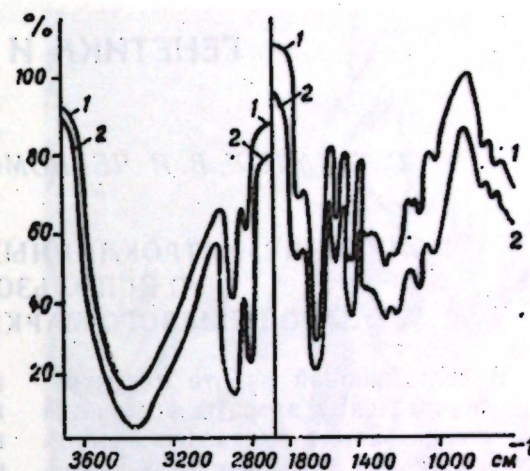


Рис. 2. ИК-спектры диоксан-лигнина ягод винограда. Условные обозначения — см. рис. 1

поглощения скелетных колебаний ароматического кольца — 1600 и 1510 см⁻¹, алифатической цепочки структурной единицы лигнина — 1445 см⁻¹, метоксильных групп — 1240—1280 см⁻¹ и т. д. УФ- и ИК-спектрами подтверждена лигнинная природа диоксановых препаратов из ягод винограда.

Результаты исследований расширяют представление о биополимерах клеточных стенок, выполняющих важную роль в формировании потенциальной лежкоспособности сочных плодов.

Выводы

1. Диоксан-лигнин ягод столового винограда построен в основном из *p*-кумаровых и незначительного количества гваяциловых фенилпропановых структур, что существенно отличает его от аналогичных лигнинов других растительных объектов.
2. Исследованные препараты низкометоксилированы, их метоксильное число в отличие от других функциональных групп при созревании ягод не изменяется.
3. Выделенные препараты лигнина характеризуются высокой молекулярной массой, формирование его структуры завершается в фазе роста.
4. Диоксан-лигнин в клеточных стенках ягод находится в виде ком-

плекса с пентозными и гексозными полисахаридами, содержание и количественное соотношение которых изменяется в процессе созревания винограда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балтага С. В., Яроцкая Л. В. // Изв. АН МССР. Сер. биол. и хим. наук. 1978. № 5. С. 31—36.
2. Биохимические методы анализа плодов. Кишинев, 1984. С. 54—64.
3. Грушиников О. П., Елкин В. В. Достижения и проблемы химии лигнина. М., 1973.
4. Закус Г. Ф., Можейко Л. Н., Тельшева Г. Н. Методы определения функциональных групп лигнина. Рига, 1971.
5. Михасева М. Ф., Резникова В. М. // Химия древесины. 1975. № 4. С. 80—86.
6. Соколов О. М. Определение молекулярной массы лигнина на ультрацентрифуге и методом гельфильтрации. Л., 1978.
7. Терентьева В. М., Царева Р. И., Семенова Т. А., Оскерко С. И. // Физиолого-биохимические основы повышения продуктивности растений. Минск, 1974. С. 152—153.
8. Шуберт В. Биохимия лигнина. М., 1968.
9. Freudenberg K., Lautsch W., Engler K. // Berichte d. D. Chem. Gesellschaft. 1940. V. 73. N 3. S. 167.
10. Hartley K. D. // Amer. J. clin. Natur. 1978. V. 31. N 10. P. 90—93.
11. Johnson D. B., Moore W. E., Lank L. C. // Tappi. 1961. V. 44. N 11. P. 793—798.
12. Sarkanen K. K., Ludwig C. H. Lignins. Wiley-Interscience. N. Y.—L., 1971.
13. Stone J. E., Blundell M. J. // Analytical chemistry. 1951. V. 23. N 5. P. 771—774.

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

С. Т. ЧАЛЫК, В. И. ЧЕРНОМОРЕЦ, Л. В. ГОЛЫШКИН

ПОЛУЧЕНИЕ МАТРОКЛИННЫХ ГАПЛОИДОВ КУКУРУЗЫ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ЗАРОДЫШЕВОГО МАРКЕРА САРАТОВСКИЙ

В селекционной работе с кукурузой значительные затраты времени и средств связаны с переводом ценных рекомбинантов в гомозиготное состояние и созданием на их основе новых самоопыленных линий. Обычно этот процесс длится 5—7 лет. Кроме того, при использовании традиционных методов значительно снижена эффективность отборов в расщепляющихся популяциях F_2 , F_3 и т. д. Это связано с высокой долей внутриаалельных генных взаимодействий по типу доминирования и сверхдоминирования. Поэтому отбор в расщепляющихся популяциях не всегда приводит к закреплению желаемых признаков в последующих поколениях. Все эти трудности могут быть в значительной степени преодолены при использовании в селекционной работе гаплоидных растений.

Еще в 40-х гг. указано на возможность получения гомозиготных линий кукурузы [4]. Однако долгое время это направление оставалось нереализованным, во-первых, из-за низкой частоты возникновения гаплоидов (обычно зерновка с гаплоидным зародышем проявляется приблизительно одна на тысячу и более [5]); во-вторых, из-за значительных трудностей при переводе гаплоидов на диплоидный уровень [2].

На сегодняшний день первую из указанных проблем в определенной степени можно считать решенной. В результате многолетней работы в Саратовском госуниверситете имени Н. Г. Чернышевского были созданы высокоэффективные опылители ЗМС и КМС (зародышевый маркер Саратовский и коричневый маркер Саратовский), способные индуцировать матроклинные гаплоиды с частотой до 1—3% и более [1]. Появилась реаль-

ная возможность создания принципиально новых технологий селекционного процесса на основе использования генетических гаплоиндуцирующих факторов, которые позволят сократить время и объемы селекционной работы, достичь более качественных конечных результатов.

Целью нашей работы являлось изучение возможности использования индукторов ЗМС для решения практических задач селекции по ускоренному созданию гомозиготных линий кукурузы.

Материалы и методы

В 1985 г. в качестве исходного материала использовали простые и тройные гибриды кукурузы, а также 2 самоопыленные линии. Во время цветения тех и других растений опыляли вручную по 5 початков (опылитель — ЗМС). Полученные семена отбирали по наличию на эндосперме и отсутствию на зародыше маркерных меток, перед высадкой проращивали в термостате при температуре 28—30°C в течение 3 суток. Затем проростки выставляли на несколько часов на свет и проводили дополнительный отбор гаплоидов по отсутствию антоцианового окрашивания на колеоптиле. Окончательный отбор был наиболее эффективным во время выметывания и цветения. Наблюдения за морфологическими особенностями на последней стадии позволили провести отбор гаплоидных растений с высокой степенью точности.

Результаты и их обсуждение

Чтобы упростить выделение зерновок с гаплоидным зародышем, сотрудники Саратовского госуниверси-

тета перевели генетические факторы, регулирующие высокую гаплоиндуцирующую способность, на маркерную основу. При этом использовали доминантные гены, контролирующие антоциановое окрашивание эндосперма, зародыша, корешков, вегетативной части, пыльников и рылец.

Первый отбор предполагаемых гаплоидов мы провели на семенах, отбирая те из них, которые обладали маркированным эндоспермом и немаркированным зародышем. Эндосперм у таких семян образовался с участием отцовского родителя, содержащего маркерные гены. И поскольку зародыш не содержит этих генов, можно предположить, что яйцеклетка развивалась апомиктически. Это предположение подтверждается цитологическим анализом.

У отдельных гибридов более 90% отобранных семян по проявлению маркерных генов действительно обладали гаплоидным зародышем. Наиболее успешно прошел отбор на формах с зубовидными плоскими семенами. Округлая форма семян затрудняла идентификацию. Было установлено, что не на всех генотипах можно успешно использовать ЗМС для индуцирования матроклистных гаплоидов. В нашем опыте большинство из использованных кремнистых форм содержали гены модификаторы, которые ингибируют окрашивание семян. Кроме того, использование ЗМС на гибридах с участием таких линий, как МК 01 и П343, совершенно исключается, поскольку они сами содержат гены, маркирующие зародыш. Тем не менее гаплоиндуцирующая линия ЗМС перспективна для использования в селекционном процессе. Нам удалось с ее помощью получить в 1986 г. 355 гаплоидных растений, которые были доведены до стадии созревания.

Гаплоидные растения, полученные из одной гибридной комбинации F_1 , фактически представляют собой фиксированное поколение F_2 (рис. 1). В полевых условиях наблюдалось расщепление гаплоидов по высоте и устойчивости к полеганию, а засуха 1986 г. позволила наблюдать реакцию отдельных растений и на недостаток влаги. Использование гаплоидов не



Рис. 1. Гаплоидные растения, полученные из одной гибридной комбинации F_1

только значительно сокращает время создания гомозиготных линий кукурузы, но и открывает принципиально новые возможности для отбора нужных генотипов. У гаплоидного организма проявляются все вредные и полезные рецессивы, полностью отсутствует сверхдоминирование, которое у кукурузы в поколениях F_2 , F_3 и т. д. создает значительные помехи при отборе. Появляется возможность выделения достаточно мощных генотипов, таких как растение в центре на рис. 1. Можно полагать, что после удвоения гаплоидного набора хромосом данный генотип при полной своей гомозиготности будет выделяться и на диплоидном уровне. Вероятность получения мощных гомозиготных линий при использовании обычных методов селекции практически очень низка, поэтому отборы на гаплоидном уровне представляются весьма перспективными.

Во время цветения растений изучали фертильность мужских и женских соцветий. Было установлено, что при нанесении жизнеспособной пыльцы диплоидов на рыльца початков гаплоидных растений почти на каждом початке формируются отдельные семена. На рис. 2 показаны початки

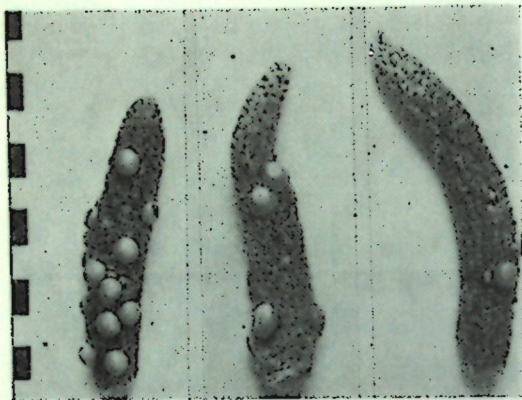


Рис. 2. Початки гаплоидов, опыленные пылью диплоидных растений

гаплоидов, на которые наносили жизнеспособную пыльцу. Число зерен на них колеблется от одного до нескольких десятков. Карнитипический анализ зародышей показал нормальный диплоидный набор хромосом в 93% случаев. Следовательно, получение семян с диплоидным зародышем на гаплоидных растениях — реально разрешимая задача. Однако стерильность мужских соцветий лимитирует самоопыление гаплоидов и получение диплоидных, идеально гомозиготных линий кукурузы.

Мужские цветки гаплоидных растений, как правило, закрыты и получить пыльцу от них трудно. Однако цитологический анализ метелок показал наличие в пыльниках пыльцевых зерен, которые в большинстве случаев были пустыми или деформированными. Наблюдались и отдельные фенотипически нормальные пыльцевые зерна. Их наличие подтверждается анализом микроспорогенеза в пыльниках гаплоидных растений. В анафазе первого деления мейоза все десять хромосом основного набора с определенной степенью вероятности могут отойти к одному из полюсов деления микроспороцита. В итоге должны сформироваться два нормальных жизнеспособных пыльцевых зерна. Простой расчет показывает, что частота их возникновения составляет

приблизительно 1:1024. Если учесть, что в мужском соцветии кукурузного растения образуется до нескольких миллионов пыльцевых зерен, то число нормальных гамет с частотой 1:500 должно быть достаточно для самоопыления гаплоидного растения. Поэтому перевод гаплоидов в диплоидное состояние может быть сведен к подбору экзогенных факторов, стимулирующих раскрытие цветков и пыльников. Однако эта задача на сегодняшний день остается нерешенной. В нашем опыте из 355 растений только у 18 в небольшом количестве появилась жизнеспособная пыльца. Эти гаплоидные растения были самоопылены и полученные семена стали источниками новых гомозиготных линий кукурузы. Но для широкого использования в селекции получение только 5% дигаплоидов — результат неудовлетворительный. Применение колхицина для прямого удвоения набора хромосом из-за высокой его мутабельности также не оправдывает надежд исследователей [3].

Таким образом, использование маркерной гаплоиндуцирующей линии ЗМС является эффективным средством для получения гаплоидных растений в массовом количестве. Использование гаплоидов открывает принципиально новые возможности для отбора нужных генотипов. Однако отсутствие надежных методов диплоидизации сдерживает широкое внедрение ЗМС в селекционный процесс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тырнов В. С., Завалишина А. Н. // ДАН СССР. 1984. Т. 276. № 3. С. 735—738.
2. Юдин Б. Ф. // Труды Биологического института Сибирского отделения АН СССР. 1976. Вып. 30. С. 136—145.
3. Barabás Z. // Economic Bulletin of Europe. 1986. V. 38. N 1. P. 100—102.
4. Chase S. S. // Genetics. 1949. V. 34. P. 328—332.
5. Chase S. S. // Agronomy Journal. 1952. V. 44. N 5. P. 263—267.

Поступила 03.07.87

Т. К. ЛУЦИК, А. А. РЕВИНА, В. Н. ЛЫСИКОВ

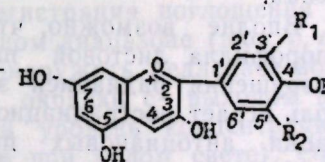
ЗНАЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЙ ФЛАВОНОИДОВ В ПОСТРАДИАЦИОННОМ ВОССТАНОВЛЕНИИ РАСТЕНИЙ

В адаптации растений к действию ионизирующего излучения важная роль принадлежит поиску радиопротекторов и изучению механизма их действия. Имеется мнение, что фенолы растений участвуют в защите генетического аппарата от мутагенных воздействий, трансформируясь в промежуточные формы с повышенной биологической активностью [1]. Однако данных по идентификации этих промежуточных состояний для флавоноидов в литературе нет.

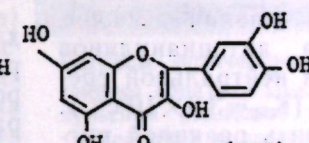
В настоящей работе приведены результаты радиолитических превращений метанольных растворов флавоноидов в импульсном режиме в зависимости от pH среды, наличия кислорода и комбинированного воздействия света и радиации.

Материалы и методика

В качестве пигментов использованы антоцианидины пеларгонидин и дельфинидин, выделенные из цветков растений *Pelargonium zonale* (L.) Ait и



$R_1=R_2=H$ (I),
пеларгонидин



(III) кверцетин
 $R_1=R_2=OH$ (II)
дельфинидин

Результаты и их обсуждение

Ранее было показано [7], что впуск кислорода в облученные, предварительно вакуумированные образцы приводит к регенерации окраски антоцианидинов. Установлено, что радиационно-химический выход (G) обесцвечивания пигментов в полосе собственного поглощения зависит от структуры и концентрации пигментов, присутствия кислорода и pH раствора (табл.). Низкие значения G свиде-

Consolida regalis S. F. Gray (*Delphinium consolida* L.) с последующей бумажной хроматографией по методике [3]. Кверцетин марки «Схеаторол» (ЧССР) использовался без дальнейшей очистки. Способ очистки метанола, приготовления вакуумированных образцов и спектрофотометрическая регистрация сигналов оптического поглощения короткоживущих продуктов импульсного радиолиза (ИР) описаны в работе [5]. В качестве источника облучения использованы ЭЛУ-10 и ЭЛУ-12 с $E=8$ и $4,5$ МэВ при длительности импульса 40 нс и $0,2-2,5$ мкс. Дозу в импульсе варьировали от 30 до 500 Гр. Источник света — лампа ДКСШ 1000, фильтр ЖС-12, интерференционные фильтры. Точность определения оптической плотности — $5-7\%$. Математическая обработка экспериментальных результатов проводилась на ЭВМ «Искра-226». Все измерения проводили при комнатной температуре. Концентрацию пигментов изменяли от 10^{-5} до 10^{-3} М. Структурные формулы пигментов следующие:

тельствуют о высокой радиационной устойчивости этих флавоноидов. Значительное увеличение константы обесцвечивания в деаэрированных растворах связано с тем, что в присутствии кислорода воздуха идет конкуренция за электроны между двумя акцепторами электронов — молекулярным кислородом и катионом пигментов (p^+).

При ИР водных растворов в кислой среде сольватированный (гидратированный) электрон e^- с высоким

Зависимость G и константы обесцвечивания флавоноидов от структуры и наличия кислорода при импульсном радиолизе

Флавоноиды	Радиационно-химический выход молекулы на 100 эВ			$K_{\text{обесцв}} \cdot \text{с}^{-1}$	
	O ₂	вакуум/He	(0,6)	O ₂	He
Пеларгонидин		(0,08)	0,9	—	$5,5 \times 10^4$
Дельфинидин	0,29	(0,15)	1,04	$4,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^5$
Кверцетин	0,11	(0,26)	1,24	—	$1,0 \times 10^5$

Примечание: Величина G по стационарным спектрам облученных растворов приведена в скобках.

радиационным выходом превращается в Н-атомы [13], которые восстанавливают молекулу катиона красителя с образованием в присутствии кислорода воздуха лейкоформы. Пострадиационная регенерация окраски объясняется быстрой окисляемостью лейкоформы антоцианидина кислородом в очень кислой среде.

Образование лейкоформы антоцианидина при этом, доказанное полярографическим методом, является одноэлектронным процессом [4]. В растворе 1 и H₂SO₄ устанавливается равновесие между окрашенной формой катиона пигмента и псевдооснованием (карбинола). В момент импульса электронов это равновесие сдвигается в сторону увеличения концентрации обесцвеченного псевдооснования, но в кислой среде оно является неустойчивым соединением и легко окисляется до исходной формы пигмента [7].

Скорость обесцвечивания дезаэрированных растворов антоцианидинов значительно выше в нейтральной среде, чем в кислой ($K_{\text{об}} = 3,8 \times 10^5 \text{с}^{-1}$). Это можно объяснить реакцией пигмента с продуктом радиолиза метанола — гидроксиметильным радикалом CH_2OH . Легкость отдачи фенольными веществами электрона или протона и способность обратимо окисляться (восстанавливаться) является их важным физико-химическим свойством. Полагают, что оно способствует «залечиванию» повреждений хромосом, еще не ставших необратимыми [1]. Имеются данные о торможении кверцетином радиационной деполимеризации растворов ДНК [9]. Думается, что такую защиту ДНК можно объяснить пострадиационной регенерацией кислородом указанных оксиароматических соединений — полифенолов.

Проблема радиочувствительности живых организмов, индивидуальные особенности, причины различной радиочувствительности клеток и исследование факторов, модифицирующих ее, составляют одну из центральных проблем современной радиобиологии. Устойчивость растений к облучению находится в прямой зависимости от физиологических и биохимических особенностей организма. Многие авторы связывают пониженную радиочувствительность растений с высоким содержанием витамина С. Имеются данные, что лейкоантоциан, выделенный из кожицы земляного ореха, сохранял аскорбиновую кислоту в восстановленной форме за счет окисления самого флавоноида [11]. Можно предположить, что существование равновесных форм окисления и восстановления антоцианов способствует защите аскорбиновой кислоты от окисления.

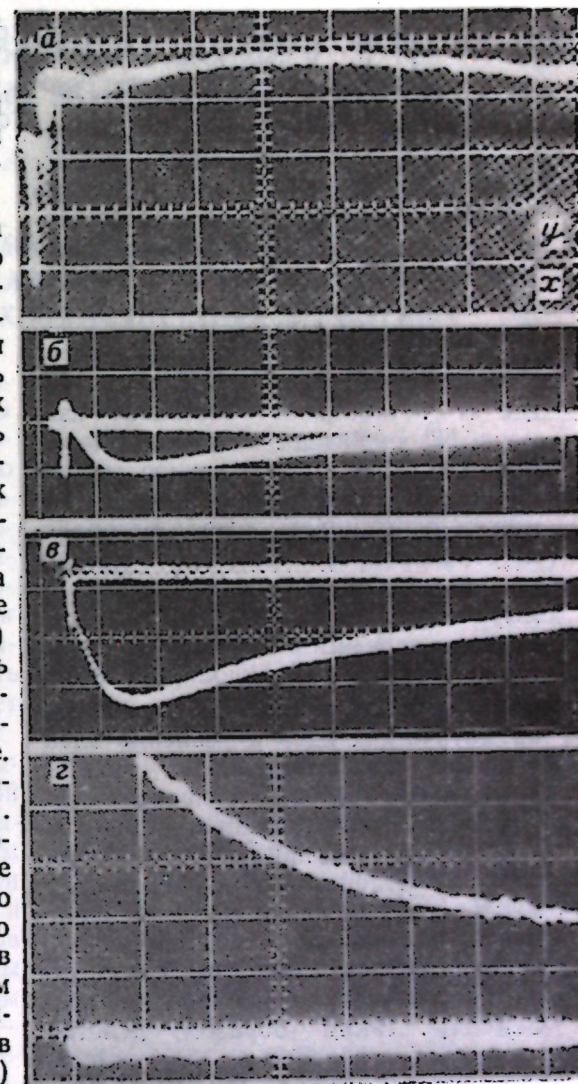
Вполне возможно, что в защите хлорофилла листовой паренхимы от разрушения радиацией значительную роль играет пострадиационная регенерация антоциановых пигментов атмосферным кислородом. В отсутствие кислорода в растворах антоцианидинов обнаружена полувосстановленная форма — семихинонный радикал. Его образованию предшествует появление некоторых лабильных форм с повышенной радио- и фоточувствительностью [7]. Дисмутирование этого радикала на исходную форму и лейкоформу, окисляемую при впуске O₂ до исходной окраски пигмента, свидетельствует о радиопротекторной роли антоцианидинов (например, по отношению к сольватированному электрону).

После 1-го импульса в метанольном растворе кверцетина (Кв) выделена полоса красной формы с $\lambda_{\text{макс}}$

520—540 нм, приписываемая флавиленовому катиону. Этот продукт в темноте сохраняется длительное время (1—2 дня). Однако при впуске O₂ он исчезает с регенерацией исходной формы кверцетина (максимум оптического поглощения при 374 нм).

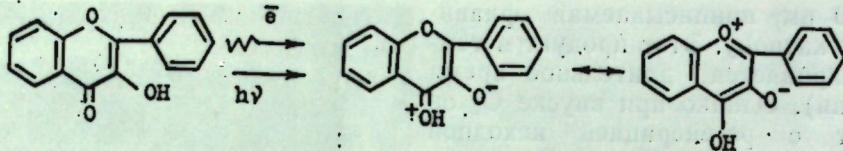
Расширение временного диапазона регистрации сигналов ИР позволило зафиксировать обратимые и необратимые превращения промежуточных продуктов радиолитического разложения Кв и в некоторых случаях установить факторы, влияющие на кинетику этих реакций. Возможность детектировать образование и гибель одного из промежуточных продуктов P_{520} на разных стадиях радиационно-химических превращений представлена на рис. Следует отметить, что после 1-го импульса зарегистрировано только образование P_{520} (рис., а). Сигналы (рис., б, в) после 4-го импульса означают гибель этого продукта (рис., б, в). Исследовали также влияние длины волны зондирующего света на гибель P_{520} , т. е. дополнительное воздействие на облучаемую систему света (рис., а—в). Сигналы (рис., а) соответствуют поглощению и обесцвечиванию, которое измерено при использовании полного спектра лампы ДКСШ-1000 (белого света). Основная разница сигналов (рис., б, в) заключается в заметном уменьшении гибели P_{520} при постоянной дозе. Регистрация поглощения в миллисекундном диапазоне (рис., б, в) позволила обнаружить медленное восстановление окраски с выходом на стационарный уровень концентрации P_{520} (сильнее при белом свете). Эти результаты согласуются с данными [6], отмечающими более эффективный синтез антоцианов при воздействии белого света, чем монохроматического любой другой длины волны. Сигнал (рис., г) фиксирует образование семихинонного радикала, как и в случае антоцианидинов с $\lambda_{\text{макс}}$ 420 нм в метаноле (нейтральной среде).

При объяснении причин образования антоциановой (красной) формы при радиационном превращении Кв необходимо учитывать высокую реакционную способность его таутомерных форм в возбужденном состоянии [8, 12]. Наличие водородных связей в молекуле Кв и образование в поляр-

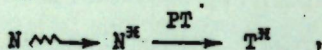


Сигналы оптического поглощения промежуточного продукта P_{520} , образованного при импульсном радиолизе кверцетина в метаноле (в вакууме) в зависимости от длины волны зондирующего (анализирующего) света: а — белый свет, $y=0,1$ В/дел, $x=10$ мкс; б — белый свет, $y=0,1$ В/дел; $x=250$ мкс; в — фильтр ЖС-12, $y=0,1$ В/дел; г — фильтр БС-6, $y=0,1$ В/дел, $x=25$ мкс. Доза/имп= 2×10^{18} эВ/мл, $\tau_{\text{имп}}=1,5$ мкс. Концентрация пигмента= $1,3 \times 10^{-3}$ М

ных растворителях комплексов флавонол/растворитель облегчает внутри-молекулярный и межмолекулярный перенос протона, который обеспечивает возможный канал стока поглощенной энергии с переводом промежуточной формы в исходное состояние. Таутомерные формы, изображенные в основном и возбужденном состояниях, детально рассмотрены в [8, 10, 12, 14].



При воздействии ионизирующего излучения такой внутримолекулярный перенос протона можно представить в виде



где N — стабильное состояние изомера, N^* — низшее возбужденное состояние, а T^* — возбужденное состояние таутомера, которое согласно [10] может существовать в виде резонансно стабилизированного таутомера (в данном случае в виде красной формы).

Характерными особенностями электронного строения биполярного иона является сохранение π -системы ароматических ядер и усиление электронодонорной способности группы, утратившей протон, с одновременным усилением электроакцепторной способности группы, присоединившей протон [2]. Стабилизация красной формы в вакуумированных образцах пигментов в метаноле происходит за счет дополнительного переноса электрона на протонированную молекулу $CH_3OH_2^+$. Таким образом, действительно увеличивается реакционная способность промежуточных форм пигментов по отношению к радикальным частицам растворителя.

Выводы

1. Свойство флавоноидов в реакциях с сольватированным электроном образовывать семихинонный радикал с дальнейшей его дисмутацией до исходной формы красителей позволяет пигментам при определенных условиях играть роль ингибитора свободно-радикальных процессов, т. е. снижать действие радиационного повреждения и работать как антимуtagen.

2. Обнаруженное обратимое пострадиационное превращение генерированных промежуточных частиц, представляющих различные структурные формы флавоноидов, позволяет рассматривать эти системы в качестве

модельных для исследования сложных редокс-процессов в биологических системах. Имеющееся в растениях равновесие антоцианы—флавонолы, предсказанное советским физиологом В. Н. Любименко, в экстремальных условиях сдвигается в сторону синтеза антоцианов, на что указывает усиление характерной антоциановой окраски.

3. Полученные экспериментальные данные дополняют сведения об окислительно-восстановительных превращениях флавоноидов в биологических системах в кратковременный период их существования в свободной форме на хлоропластной мембране.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барабой В. А., Винклер Г. Н. // Цитология и генетика. 1970. Т. 4. № 4. С. 359—376.
2. Бетин О. И. Внутримолекулярный перенос протона и спектрально-люминесцентные свойства ароматических соединений с водородной связью. Автореф. дис. ... канд. хим. наук. М., 1977.
3. Биохимия фенольных соединений / Под ред. Дж. Харборна. М., 1968.
4. Бумбер А. А., Милаев А. Г., Охлобыстин О. Ю. // Журн. общ. химии. 1983. Т. 53. № 3. С. 606—611.
5. Зимина Г. М., Ревина А. А., Бах Н. А. // Химия высоких энергий. 1981. Т. 15. № 4. С. 307—310.
6. Любименко В. Н. Избр. труды. Т. 2. Киев, 1963. С. 620.
7. Лысиков В. Н., Луцук Т. К., Ревина А. А. // Изв. АН МССР. Сер. биол. и хим. наук. 1986. № 6. С. 29—33.
8. Рыбаченко А. И. Молекулярные спектры и основность в ряду природных флавоноидных соединений. Автореф. дис. ... канд. хим. наук. Донецк, 1982.
9. Эмануэль Н. М., Кружлякова К. Е., Захарова Н. А., Сапегинский И. И. // ДАН СССР. 1960. Т. 131. № 6. С. 1451—1453.
10. Itoch Michiya, Adachi Tomoco // J. Amer. Chem. Soc. 1984. V. 106. N 16. P. 4320—4324.
11. Masquelier J. // Bull. Soc. chem. Biol. 1951. V. 33. P. 178 (по: Запрометов М. Н. Основы биохимии фенольных соединений). М., 1974.
12. Otto S. // Photochem. 1983. V. 21, N 2. P. 67—79.
13. Solar S., Getoff N., Solar W., Mark F. A. // Radiat. Phys. Chem. 1981. V. 17. N 2. P. 107—111.
14. Standjord Andrew J. G., Barbara P. F. // J. Phys. Chem. 1985. V. 89. N 11. 5th Amer. conf. Theor. chim. Grand Teton Nat. Park. Wyo. June 15—20. 1984. P. 2355—2361.

Получена 16.07.87

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

В. А. НАУК, А. М. ГУСЬКОВ

КРИОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛИПИДОВ И МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГАМЕТ САМЦОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Результаты и их обсуждение

Согласно современным представлениям при криоконсервации спермы сельскохозяйственных животных повреждения подвергаются в первую очередь биомембраны гамет. Липиды, прежде всего фосфолипиды и холестерин, являются основными структурными и функциональными компонентами биомембран, участвующими в обеспечении жизнедеятельности гамет. Цель исследований — выяснить роль липидов в криопротекции гамет при криоконсервации спермы.

В опытах использовали сперму быков черно-пестрой и хряков крупной белой пород. От плазмы и среды гамет отделяли центрифугированием при 10 000 об/мин. При определении общего содержания фосфолипидов и их состава на каждом этапе опытов перед экстракцией липидов гамет двукратно отмывали изотоническим раствором сахарозы и однократно — бидистиллированной водой путем чередования процедур ресуспендирования и осаждения центрифугированием при 10 000 об/мин. Экстракцию липидов из гамет проводили по [6] при изучении влияния на содержание фосфолипидов режимов охлаждения, замораживания и оттаивания и по [5] — в остальных случаях. Общее содержание фосфолипидов определяли по [7]. Хроматографическое разделение липидов и количественное определение фосфолипидов и холестерина проводили в соответствии с методами, описанными в [3]. Концентрацию свободных радикалов определяли методом ЭПР-спектроскопии на радиоспектрометре РЭ-1307, а перекисных соединений — методом УФ-спектроскопии по З. Плацеру (1968) в модификации [2]. Результаты обработаны методами вариационной статистики и на ЭВМ.

Установлено, что основными фосфолипидами гамет быка и хряка являются фосфатидилхолин (ФХ), фосфатидилэтанолламин (ФЭА), сфингомиелин (СФМ), кардиолипин (КЛ) и фосфатидилсерин (ФС). Холестерин содержится в нативных гаметах быка в количестве 22,02, а хряка — 25,88 моль%. Криоконсервация приводит к снижению содержания фосфолипидов и холестерина в гаметах. Значительный удельный вес в общем уровне количественных изменений липидов с понижением температуры занимают ФХ, ФЭА и СФМ. В то же время при криоконсервации в сперме хряка повышается на 66,7% концентрация свободных радикалов. При этом также значительно увеличивается образование продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ), поглощающих в волновом диапазоне от 230 до 280 нм, с максимумами поглощения в гаметах хряка при 240, 250, 260—280 нм, а в гаметах быка при 250 и 260—280 нм. Таким образом, ПОЛ является одним из механизмов деградации фосфолипидов при криоконсервации гамет и имеет цепной свободно-радикальный характер.

Математический анализ результатов исследований позволил установить корреляции между морфофизиологическими показателями гамет (подвижность, выживаемость, сохранность акросом) и содержанием отдельных фосфолипидов (ФЭА, ФС, СФМ, КЛ) на разных этапах криоконсервации. Поэтому важно было выявить условия регуляции содержания фосфолипидов при криоконсервации гамет быка и хряка. Для этого были испытаны различные способы технологической обработки гамет, т. е. температурные

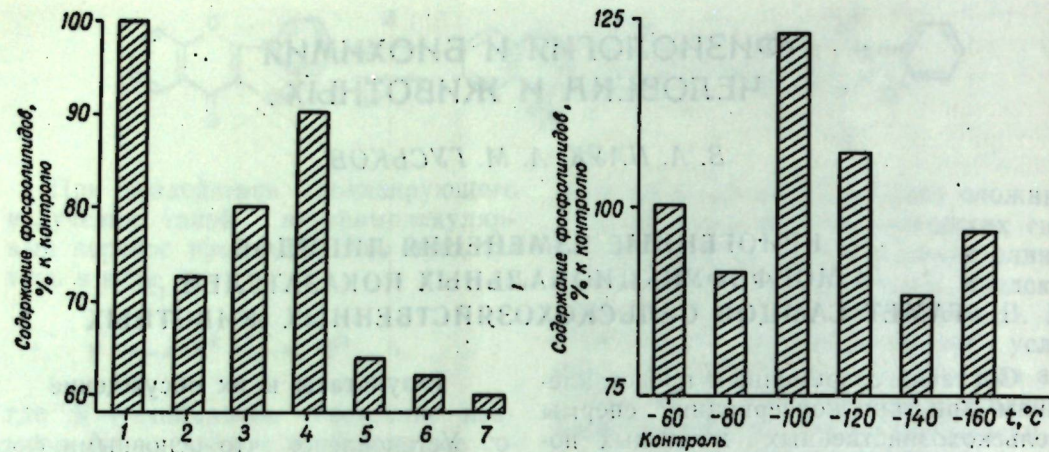


Рис. 1. Зависимость содержания фосфолипидов в гаметах хряка от режимов охлаждения семени: 1 — разбавленное (контроль); охлажденное до 15°C; 2 — в течение 1 ч; 3 — 2 ч; 4 — 4 ч; охлажденное до 4°C; 5 — в течение 1 ч; 6 — 1 ч и выдержанное при 4°C 0,5 ч; 7 — выдержанное при 4°C 4 ч

Рис. 2. Зависимость содержания фосфолипидов в гаметах хряка от режимов замораживания семени

режимы консервации, обеспечивающие проявление эндогенных механизмов регуляции, и протекторы, оказывающие экзогенное влияние.

При изучении влияния быстрого (3 град/мин) и медленного (0,125 град/мин) охлаждения гамет быка и хряка от 30 до 0°C установлено, что липиды лучше сохраняются при низких скоростях снижения температуры. В результате исследования действия различных режимов охлаждения, замораживания и оттаивания гамет хряка на общее содержание фосфолипидов в гаметах выявлено, что оптимальными параметрами технологического

режима являются охлаждение до 15°C в течение 4 ч (рис. 1), замораживание при -100°C (рис. 2) и оттаивание при 60°C (рис. 3). Когда гаметы хряков замораживали в глюкозо-хелато-цитратно-глицериновой и сахарозо-глюкозо-фруктозо-цитратно-сульфатно-хелато-трис-декстрано-глицериновой средах, а быка — в глюкозо-цитратно-глицериновой и лактозо-фруктозо-рафинозо-магниево-глицериновой, меньшее снижение количества фосфолипидов наблюдали при использовании вторых вариантов сред, которые способствовали лучшему сохранению подвижности и акросомы гамет.

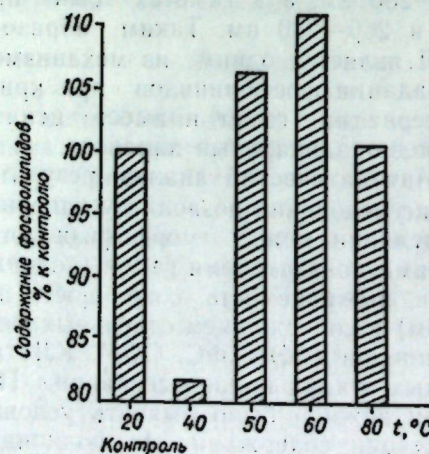
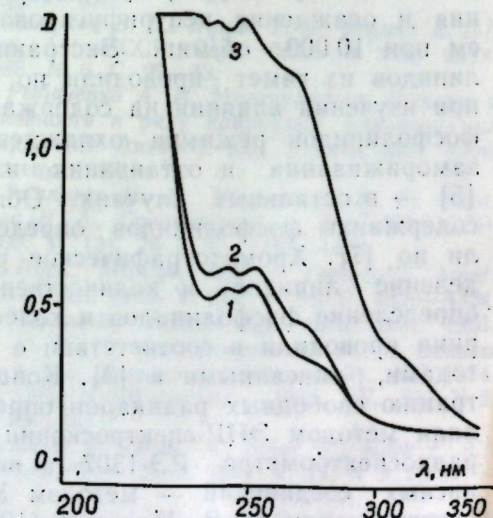


Рис. 3. Зависимость содержания фосфолипидов в гаметах хряка от режимов оттаивания семени

Рис. 4. Спектры поглощения липидных экстрактов гамет хряка замороженно-оттаянных: 1 — однократно, 2 — двукратно, 3 — трехкратно



При выяснении факторов, влияющих на изменения липидов гамет, изучались условия регуляции ПОЛ. В результате показано (рис. 4), что трехкратное замораживание—оттаивание гамет приводит к значительному увеличению концентрации продуктов ПОЛ. Когда липиды выделяли из нативных гамет быка и хряка, а затем охлаждали, замораживали и оттаивали; увеличения оптической плотности в области 230—280 нм не наблюдали. Это говорит о том, что ПОЛ усиливается под действием низких температур только в присутствии мембранных катализаторов процесса. При охлаждении гамет в присутствии антиоксиданта или в атмосфере водорода наблюдали торможение ПОЛ. Наряду с этим в замороженно-оттаянных гаметах хряка отмечалась предпочтительная сохранность фосфолипидов при охлаждении в атмосфере водорода, по сравнению с атмосферами кислорода и воздуха, хотя статистически достоверных различий не было (рис. 5).

Криоконсервация гамет связана не только с усилением ПОЛ, но и с фазовыми переходами липидов. Эти процессы занимают особое место в системе криповреждений. Причем уровень ПОЛ находится в зависимости от наличия и активности антиоксидантов, а температурный интервал фазовых переходов в значительной степени — от соотношения холестерина и фосфолипидов. Поэтому в задачу исследований входило выяснение влияния антиоксиданта альфа-токоферола и холестерина на липидный состав и криорезистентность гамет быка. Альфа-токоферол получали в лабораторных условиях непосредственно перед применением путем гидролиза альфа-токоферолацетата. Установлено, что введение в состав криозащитной среды альфа-токоферола способствует лучшему сохранению липидов и восстановлению подвижности гамет после оттаивания по сравнению с контролем. При этом защитный эффект антиоксиданта проявлялся на КЛ, ФЭА и СФМ. Использование холестерина способствовало сохранению только эндогенного холестерина, молярное отношение холестерина/фосфолипиды в гаметах было выше после деконсервации на 16,4% по сравнению с контро-

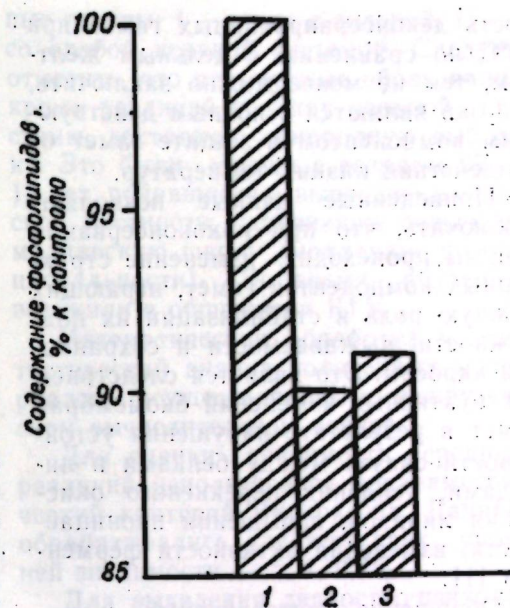


Рис. 5. Зависимость содержания фосфолипидов в замороженно-оттаянных гаметах хряка от условий охлаждения семени в атмосфере: 1 — водорода (контроль); 2 — кислорода; 3 — воздуха

лем. При криоконсервации гамет хряка и быка в среде с экстрактом подсолнечного масла, богатого ненасыщенными жирными кислотами, отмечен его позитивный эффект по сравнению с желтком куриных яиц только для хряка. Этот протектор увеличивал на 35,3% выживаемость деконсервированных гамет хряка при 38°C. Однако он не обеспечивал защиты гамет от температурного шока и не имел преимуществ перед желтком по показателям подвижности и сохранности акросом деконсервированных гамет хряка и быка. Совместное применение этих протекторов не показало достаточно убедительных преимуществ при криоконсервации гамет обоих видов животных.

Чтобы выяснить значение липидной части желтка — традиционного компонента криозащитных сред — в защите гамет от действия низких температур, мы исследовали влияние липидов, выделенных из желтка, на подвижность и выживаемость гамет хряка и быка после охлаждения и замораживания—оттаивания. Результаты показали, что защитный эффект липидов желтка аналогичен таковому у цельного желтка. Хотя их использование несколько снижало выживаемость

мость деконсервированных гамет при 38°C по сравнению с цельным желтком, тем не менее можно заключить, что они являются основным действующим компонентом в защите гамет от воздействия низких температур.

Приведенные данные позволяют заключить, что при криоконсервации спермы происходит изменение структурных компонентов гамет, играющих важную роль в стабилизации их подвижности, выживаемости и сохранности акросом. Это является следствием деструктивных изменений биомембран гамет в результате нарушения устойчивости связей между белками и липидами, усиления перекисного окисления липидов, повышения проницаемости, изменения активности ферментов [1].

Обобщение литературных и наших данных свидетельствует о том, что липиды, являясь универсальными элементами биомембран, играют важную роль во многих биологических процессах, включая регуляцию процесса перекисного окисления липидов, активности ферментов, а также в стабилизации морфофункциональных показателей гамет. В частности, выявленные нами корреляции между подвижностью, выживаемостью, сохранностью акросом гамет и содержанием отдельных фосфолипидных фракций представляют большой интерес в выяснении механизмов криоповреждений и криозащиты гамет сельскохозяйст-

венных животных. Эти данные подтверждают положение о главенствующей роли липидов мембран при адаптации клеток к изменению факторов внешней среды и в особенности к низким температурам [4]. Результаты исследований послужили основой разработки криозащитных сред на основе антиоксидантов и протекторов липидной природы, а также способов криоконсервации спермы сельскохозяйственных животных.

Поскольку приведенные данные характеризуют суммарные изменения липидов цельных гамет и их морфофункциональные показатели после деконсервации, то дальнейшие исследования должны быть направлены на выяснение роли липидов конкретных мембран (плазматической, акросомальной и митохондриальной) в криозащите гамет.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Наук В. А.* Криоконсервация семени животных. Пущино (Московск. обл.), 1982.
2. *Владимиров Ю. А., Арчаков А. И.* Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. М., 1972.
3. *Кейтс М.* Техника липидологии. М., 1975.
4. *Крепс Е. М.* Липиды клеточных мембран. Л., 1981.
5. *Bligh V. G., Dyer W. J.* Can. J. Biochem. Physiol. 1959. V. 37. P. 911.
6. *Folch J., Lees M., Stanley G. H. C.* J. Biol. Chem. 1957. V. 226. P. 497.
7. *Snibuya Isao, Honda Hiroko, Marua Bunji* // Agric. and Biol. Chem. 1967. V. 31, N 1, P. 111—114.

Поступила 16.06.87

М. В. ДЕЛЕУ

ВЗАИМОСВЯЗЬ ГОРМОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ НАПРЯЖЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Научный интерес к биологическим основам психологической индивидуальности человека, изыскания в этой области направлены на выяснение роли свойств нервной системы в формировании некоторых личностно-психологических черт человека. Развиваются исследования биохимических основ связи нервной системы и их связи с другими конституциональными особенностями организма [4], в частно-

сти с особенностями эндокринной регуляции. Объединение этих двух аспектов в нашем исследовании применительно к проблеме адаптации студентов к обучению в вузе имеет особую актуальность.

В литературе имеются данные о различиях в деятельности гипоталамо-кортикоадреналовой системы у лиц с сильной и слабой нервной системой при физических нагрузках различной

интенсивности [3]. В связи с этим представляется важным изучение различий эндокринных реакций у людей с сильной и слабой нервной системой в условиях значительного умственного и эмоционального напряжения, в частности в условиях адаптации к обучению в вузе.

Наша задача состояла, во-первых, в выявлении некоторых личностных особенностей студентов-первокурсников в зависимости от типа их нервной системы: тревожности (беспокойство — тревога — БТ, личностная и реактивная тревожность — ЛТ и РТ), самооценки, саморегуляции, направленности личности (направленность на взаимные действия — НД, направленность на себя — НС, направленность на задачу — НЗ), проявления эмоциональных модальностей (радости, страха, гнева), во-вторых, в получении данных о характере изменений у них эндокринных показателей (адреналина, норадреналина и гидрокортизона) в разные периоды обучения. Для исследования уровня экскреции адреналина и норадреналина, определения концентрации гидрокортизона в крови в течение первого года обучения собирали 5 раз порционную мочу и периферическую кровь. I проба исследовалась в первую неделю обучения в вузе, II — через два месяца, III — во время зимней экзаменационной сессии, IV — по истечении двух месяцев обучения во втором семестре и V — в период летней экзаменационной сессии.

При постановке задачи исследования мы исходили из гипотезы, что определенные личностные особенности человека, типологические свойства его нервной системы и эндокринных реакций в напряженных и экстремальных условиях деятельности должны образовывать внутренне связанную систему. В определении некоторых контуров этой системы заключалась третья задача исследования.

Объектом исследования были студенты I курса математического и физического факультетов Кишиневского государственного университета им. В. И. Ленина. Тип нервной системы определялся по двигательной методике [1, 2]. После соответствующей математической обработки из 50 отобранных были составлены две противополож-

ные группы: I — лица с сильной, II — со слабой нервной системой. Следует отметить, что испытуемые образовали, кроме различий по типу нервной системы, достаточно однородную выборку. Это были юноши в возрасте 17—18 лет, родившиеся и выросшие в сельской местности, окончившие сельскую молдавскую школу (молдаване по национальности). Во время обучения все жили в общежитии КГУ.

Математическая обработка и статистический анализ полученных материалов осуществлялись в межвузовском вычислительном центре.

Для оценки значимости средних различий использовался непараметрический критерий Вилкоксона. Данные обрабатывались для всех трех уровней значимости — 5, 1, 0,2%.

Для выявления личностно-психологических особенностей студентов применялись методики, апробированные во многих психологических лабораториях Советского Союза. Концентрация катехоламинов (адреналина — А и норадреналина — НА) в моче определялась с помощью флуориметрических методов, а свободных фракций гидрокортизона (F) в плазме периферической крови — методом конкурентного связывания (сатурационного анализа).

Результаты и их обсуждение

Данные исследования личностно-психологических особенностей студентов-первокурсников КГУ дали возможность сделать вывод, что лица со слабой нервной системой характеризуются большей тревожностью, пониженной самооценкой, более выраженной направленностью на задачу и взаимные действия. Лицам с сильной нервной системой свойственны повышенная самооценка, большая направленность на себя, они менее тревожны (табл. 1).

Полученные результаты не выявили статистически достоверных различий по преобладающим эмоциональным модальностям, однако они были обнаружены при другом способе обработки данных. Оценки по каждой модальности были условно разделены на два класса: с высоким баллом (не ниже 60% от максимальной оценки) и с низким баллом (остальные). При

такой обработке оказалось, что наиболее высокие баллы по модальности радости несколько чаще встречаются у студентов с сильной нервной системой, а по модальности страха и гнева — у представителей со слабым типом. Нет различий между группами и по саморегуляции, но по всем ее показателям у большинства испытуемых получены высокие баллы.

Кроме того, мы использовали опросник для сбора информации о психоэмоциональном состоянии студентов (уровень возбудимости, самочувствия) на семинарских занятиях и лекциях по одному и тому же предмету. В результате опроса выявилось, что при сходных ответах испытуемые I группы находятся в состоянии более повышенного возбуждения, чем II группы. Они пребывают в плохом самочувствии и не желают продолжать семинар. Ответы довольно большого числа обследуемых II группы (с сильной нервной системой) также свидетельствуют о худшем самочувствии и достаточно высоком уровне возбуждения на семинарах, чем на лекциях, о нежелании продолжать семинарские занятия. Можно было предположить, что эти результаты отражают состояние определенного дискомфорта из-за отсутствия адаптированности к условиям семинарских занятий. Однако при повторном опросе студентов по тому же вопросу, когда они занимались уже на третьем курсе, оказалось, что уровень возбуждения, беспокойства, плохого самочувствия и нежелания продолжать семинарские занятия значительно снизился у обеих групп. Это побудило нас еще раз обследовать студентов для определения у них уровня тревожности по методике Тейлор и Спилбергера—Ханина [5]. Результаты выявили некоторое ослабление тревожного состояния, что свидетельствует об изменчивости уровня тревожности как личностно-психологи-

ческой характеристики человека. Он снижается по мере адаптации студентов к обучению.

Интересно было проследить, существует ли какая-нибудь зависимость между успеваемостью студентов и типом нервной системы. Сопоставление средних оценок успеваемости у испытуемых за три экзаменационные сессии показало несколько более высокий средний балл успеваемости у студентов II группы (с сильной нервной системой), но различия не достигают статистически значимого уровня. При этом сравнительно высокий средний балл успеваемости у этой группы складывается за счет отдельных, отдельно успевающих по всем предметам студентов. Что же касается студентов со слабой нервной системой то у них разброс оценок значительно меньше.

Таким образом, мы убедились в том, что некоторые зависящие от типа нервной системы психические особенности человека не постоянны. Они в некоторой степени изменяются под влиянием условий жизнедеятельности (в нашем исследовании по мере адаптации к условиям обучения в вузе). Этот вывод относится к таким личностным особенностям, как тревожность.

Важное значение в период адаптации студентов к обучению в вузе имеет выработка способностей и навыков самостоятельной регуляции своего поведения и деятельности. И это должно быть не просто регулирование тех или иных действий, процессов, а осознанное воздействие человека на самого себя. Потребность в изменении своей деятельности согласно новым требованиям возникает, по-видимому, у всех студентов-первокурсников. Поэтому, наверное, мы и не получили различий по показателям саморегуляции у студентов с сильной и слабой нервной системой.

Результаты проведенного нами исследования дают основание считать,

Таблица 1. Средние значения показателей личностно-психологических качеств студентов, в баллах

Тип нервной системы	Самооценка	Состояние			Направленность		
		БТ	ЛТ	РТ	НС	НЗ	ВД
Сильный	1,69	16,50	42,36	36,47	31,80	29,09	29,00
Слабый	3,01	25,50	46,66	47,18	19,01	38,90	33,45
Значимость различия	P<0,002	P<0,002	P<0,002	P<0,002	P<0,01	P<0,002	P<0,01

Таблица 2. Средние показатели экскреции гормонов в моче и секрети гидрокортизона в плазме крови студентов

Гормон	Группа	Этапы исследования				
		I	II	III	IV	V
Адреналин, нг/мин	I	5,67	5,99	13,46	10,68	12,44
	II	6,11	10,78	16,76	8,73	15,02
Значимость различия Норадреналин, нг/мин	I	Нет	P<0,002	P<0,05	Нет	Нет
	II	8,56	12,77	20,21	13,41	16,78
Значимость различия Гидрокортизон, мкг	I	9,63	18,60	24,92	11,52	20,05
	II	Нет	P<0,01	P<0,05	Нет	Нет
Значимость различия	I	8,64	8,41	13,30	13,16	16,68
	II	13,37	17,37	29,18	10,01	20,45
		P<0,002	P<0,002	P<0,05	P<0,05	Нет

что при однородной выборке испытуемых выявляется связь между некоторыми особенностями личности (тревожность, самооценка, направленность) и типом нервной системы.

Анализ данных табл. 2 позволил установить следующее:

1. Гормональные изменения имеют одинаковую тенденцию (к увеличению) в обеих группах.

2. Самый высокий уровень экскреции катехоламинов и секрети гидрокортизона наблюдается в период зимней экзаменационной сессии (у всех испытуемых).

3. Спад в концентрации изучаемых гормонов в IV периоде исследования зафиксирован в обеих группах.

4. Увеличение секрети гидрокортизона и экскреции катехоламинов обнаруживается в период летней экзаменационной сессии, но уровень этих гормонов несколько ниже, чем в период зимней экзаменационной сессии.

5. Концентрация исследуемых гормонов была выше во все периоды в I группе.

Следовательно, у студентов со слабой нервной системой все изменения в деятельности симпатно-адреналовой и гипофизарно-надпочечниковой систем выражены ярче, чем у испытуемых с противоположным типом нервной системы. Характер этих изменений от зимней к летней сессии позволяет сделать вывод, что адаптируются с более высокими энергозатратами лица со слабой нервной системой.

Таким образом, причины, определяющие различия в характере гормональных реакций в зависимости от типа нервной системы, являются, по нашему мнению, достаточно сложными и неоднородными. Во-первых, неодинаковый уровень эндокринных реакций определяется различной рабо-

тоспособностью студентов обеих групп. Лица I группы (со слабой нервной системой) менее работоспособны, поэтому большая умственная нагрузка требует у них и большего напряжения, а следовательно, и дополнительных затрат энергии. Во-вторых, связь между эндокринными реакциями и типом нервной системы может быть опосредованной личностными особенностями (лица со слабой нервной системой должны тщательно планировать свою деятельность, проверять сделанное).

Итак, полученные данные позволяют считать, что: при прочих равных условиях (пол, возраст, условия жизни до вуза и во время обучения в вузе) наблюдаются статистически значимые различия в ряде личностно-психологических особенностей между студентами в зависимости от типа их нервной системы;

гормональный статус организма человека в условиях напряженной деятельности закономерно связан с его индивидуально-типологическими и индивидуально-психологическими особенностями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Небылицин В. Д. Докл. Акад. пед. наук РСФСР. 1960. С. 4—5.
2. Небылицин В. Д. Международный психологический конгресс: Симпозиум 9. М., 1966. С. 14—21.
3. Плачинта М. А. Сила нервной системы и характер эндокринных и вегетативных сдвигов в напряженных условиях возрастающей интенсивности: Дис. ... канд. психол. наук. М., 1978.
4. Русалов В. М. Биологические основы индивидуально-психологических различий. М., 1979.
5. Ханин Ю. Л. Краткое руководство к применению шкалы реактивной и личностной тревожности Ч. Д. Спилбергера. Л., 1976.

ХИМИЯ

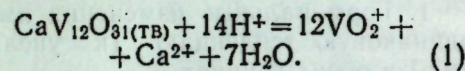
И. Ф. ФИШТИК, И. Г. ПОВАР, А. А. ИВАКИН,
И. И. ВАТАМАН

ОБЛАСТИ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ
ПОЛИВАНДАТОВ ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

Химические процессы, протекающие в системе $MeO-V_2O_5-H_2O$, где Me — щелочноземельный элемент, сложны и разнообразны. Состав и устойчивость образующихся в данной системе твердых фаз являются сложными функциями общих концентраций металла и ванадия, pH раствора и др. Экспериментально было доказано [2, 3], что в зависимости от условий в системе $MeO-V_2O_5-H_2O$ могут выпадать в осадок различные поливанадаты $MeV_{12}O_{31}$, MeV_6O_{16} , $Me_3V_{10}O_{28}$, $Me(VO_3)_2$, $Me_2V_2O_7$ и $Me_3(VO_4)_2$. Для соединений Ca^{2+} , Sr^{2+} и Ba^{2+} определены произведения растворимости [2, 3] с учетом реакций взаимопревращения ионных форм ванадия (V). Там же были рассчитаны области существования этих поливанадатов в зависимости от pH раствора и концентрации щелочноземельных металлов. При этом взаимосвязь между составом раствора и твердой фазой была установлена в форме диаграмм $lg C_V = f(lg [H^+])$ и $lg C_M = f(lg [H^+])$. Такая процедура не всегда эффективна. В частности, диаграммы растворимости дают удовлетворительные результаты только в том случае, если растворимость твердой фазы относительно низка. Исходя из этого, целесообразно найти более строгий критерий устойчивости твердых фаз, образующихся в системе $MeO-V_2O_5-H_2O$. Таким критерием может служить величина изменения энергии Гиббса процесса образования — растворения твердых фаз. В общем виде задача расчета изменения энергии Гиббса в таких случаях рассмотрена в работе [4]. Представляет интерес применить полученные в [4] соотношения для определения областей термодинамической устойчивости

поливанадатов щелочноземельных элементов, чему и посвящена настоящая работа.

Сущность метода расчета поясним на конкретном примере равновесия додекаванадата кальция с водным раствором:



Изменение энергии Гиббса реакции (1) в стандартном состоянии равно:

$$\Delta G^0(1) = 7\Delta G_f^0(H_2O) + \Delta G_f^0(Ca^{2+}) + 12\Delta G_f^0(VO_2^+) - \Delta G_f^0(CaV_{12}O_{31(ТВ)}), \quad (2)$$

где $\Delta G_f^0(i)$ — стандартная энергия Гиббса образования i -го вещества. Используемые в данной работе значения $\Delta G_f^0(i)$ приведены в табл. Величина $\Delta G^0(1)$ не может, однако, служить характеристикой термодинамической устойчивости додекаванадата кальция в реальных условиях. В последнем случае равновесие описывается уравнением изотермы реакции, которое для схемы (1) имеет вид:

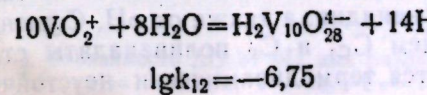
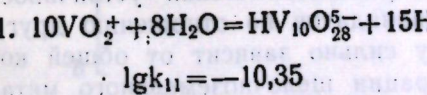
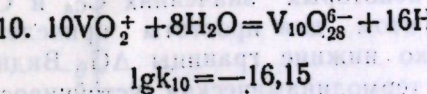
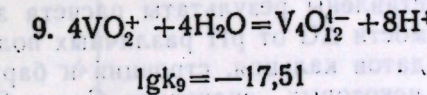
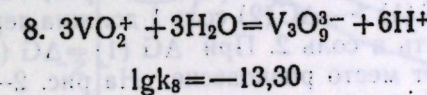
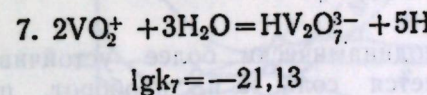
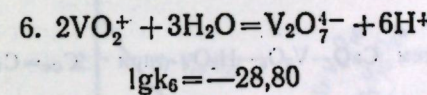
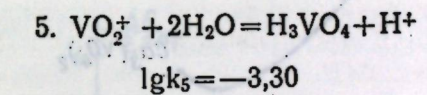
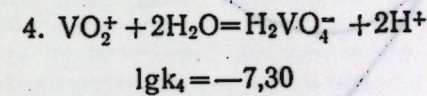
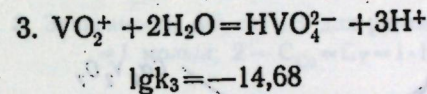
$$\Delta G(1) = \Delta G^0(1) + RT \ln \frac{C_V^{12} C_{Ca}}{[H^+]^{14}}. \quad (3)$$

Видно, что изменение энергии Гиббса реакции (1) сильно зависит от pH. В то же время уравнение (3) также не может служить характеристикой термодинамической устойчивости додекаванадата кальция, так как ион ванадила в зависимости от pH и C_V подвергается сложным химическим преобразованиям в растворе:

1. $VO_2^+ + H_2O = VO_3^- + 2H^+$
 $lgk_1 = -6,98$
2. $VO_2^+ + 2H_2O = VO_4^{3-} + 4H^+$
 $lgk_2 = -28,94$

Стандартные энергии Гиббса образования частиц при 298,15 К

Частица	$\Delta G_f^0(298,15 \text{ К}),$ кДж/моль	Литература	Частица	$\Delta G_f^0(298,15 \text{ К}),$ кДж/моль	Литература
Ca^{2+}	-552,75	[1]	$Ca_3V_{10}O_{28}$	-9376,52	[3]
Sr^{2+}	-563,90	[1]	$Sr_3V_{10}O_{28}$	-9428,23	[3]
Ba^{2+}	-546,83	[1]	$Ba_3V_{10}O_{28}$	-9403,50	[3]
VO_2^+	-588,30	[1]	CaV_6O_{16}	-5031,30	[3]
H_2O	-237,24	[1]	SrV_6O_{16}	-5043,05	[3]
VO_3^-	-785,70	[2,3]	BaV_6O_{16}	-5029,60	[3]
VO_4^{3-}	-897,60	[2,3]	$CaV_{12}O_{31}$	-9295,90	[3]
HVO_4^{2-}	-979,0	[2,3]	$SrV_{12}O_{31}$	-9307,60	[3]
$H_2VO_4^-$	-1021,12	[2,3]	$BaV_{12}O_{31}$	-9293,97	[3]
H_3VO_4	-1043,95	[2,3]	$Ca(VO_3)_2$	-2165,56	[2]
$V_2O_7^{4-}$	-1723,94	[2,3]	$Sr(VO_3)_2$	-2190,70	[2]
$HV_2O_7^{3-}$	-1767,73	[2,3]	$Ba(VO_3)_2$	-2181,97	[2]
$V_3O_9^{3-}$	-2400,70	[2,3]	$Ca_2V_2O_7$	-2870,75	[2]
$V_4O_{12}^{4-}$	-3202,23	[2,3]	$Sr_2V_2O_7$	-2910,45	[2]
$V_{10}O_{28}^{6-}$	-7688,78	[2,3]	$Ba_2V_2O_7$	-2891,35	[2]
$HV_{10}O_{28}^{5-}$	-7721,88	[2,3]	$Ca_3(VO_4)_2$	-3553,23	[2]
$H_2V_{10}O_{28}^{4-}$	-7742,43	[2,3]	$Sr_3(VO_4)_2$	-3604,49	[2]
			$Ba_3(VO_4)_2$	-3574,97	[2]



Очевидно, при расчете ΔG все эти равновесия необходимо учесть. Строгий термодинамический анализ показывает, что изменение энергии Гиббса реакции (1) в реальных условиях с учетом равновесий (4) описывается уравнением:

$$\Delta G(1) = \Delta G^0(1) - RT \ln \alpha_V^{12} + RT \ln \frac{C_V^{12} C_{Ca}}{[H^+]^{14}}, \quad (5)$$

где α_V — коэффициент, учитывающий вклад равновесий (4), определяется следующим образом:

$$\alpha_V = 1 + k_1 [H^+]^{-2} + k_2 [H^+]^{-4} + k_3 [H^+]^{-3} + k_4 [H^+]^{-2} + k_5 [H^+]^{-1} + 2[VO_2^+] k_6 [H^+]^{-6} + 2[VO_2^+] k_7 [H^+]^{-5} + 3[VO_2^+]^2 k_8 [H^+]^{-6} + 4[VO_2^+]^3 k_9 [H^+]^{-8} + 10[VO_2^+]^9 k_{10} [H^+]^{-16} + 10[VO_2^+]^9 k_{11} [H^+]^{-15} + 10[VO_2^+]^9 k_{12} [H^+]^{-14}.$$

Здесь $[VO_2^+]$ — равновесная концентрация иона ванадила VO_2^+ , рассчитываемая по уравнению (3).

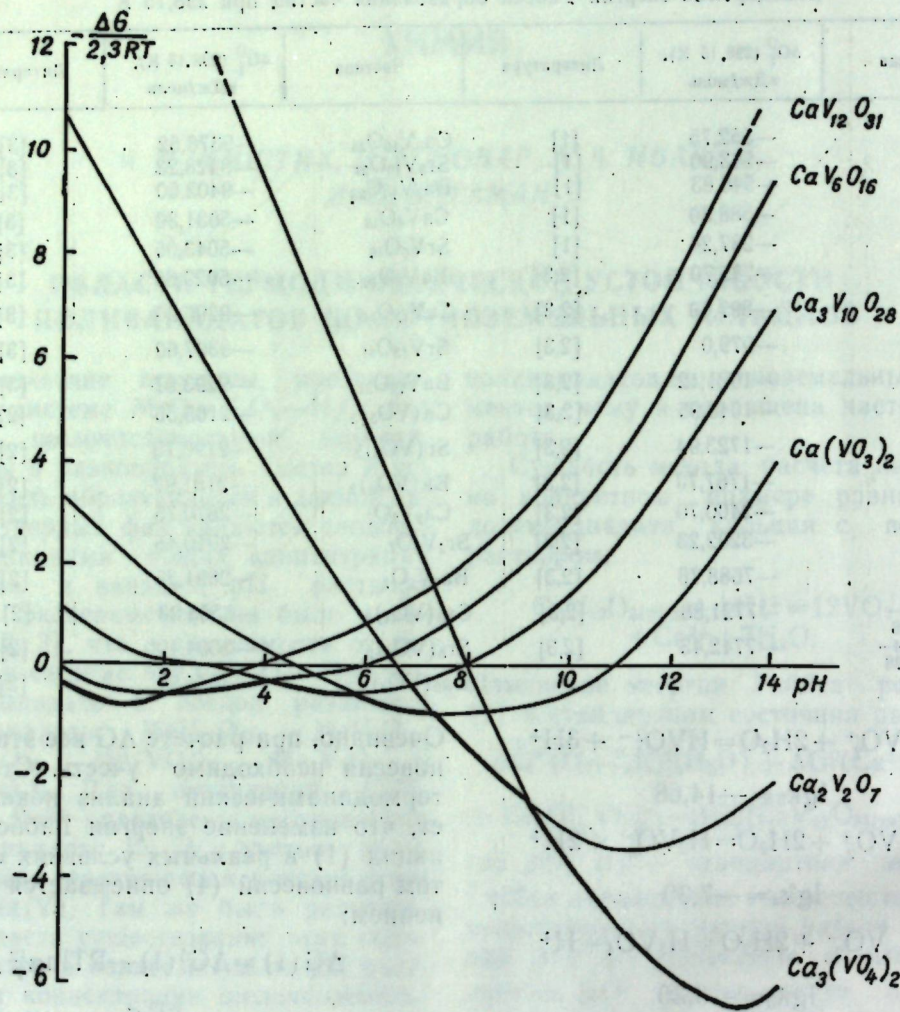


Рис. 1. Зависимость ΔG от pH для различных систем $\text{CaO}-\text{V}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ при $C_{\text{Ca}}=C_{\text{V}}=1$ моль/л

ваемая при данных значениях pH и C_{V} из условия материального баланса. Аналогичные соотношения справедливы и для других ванадатов. В рамках такого подхода при $-\Delta G > 0$ твердая фаза термодинамически неустойчива по отношению к растворению по схеме (1) и, наоборот, при $-\Delta G < 0$ имеет место осаждение твердой фазы. Результаты расчета зависимости ΔG от pH при $C_{\text{V}}=C_{\text{Ca}}=1$ моль/л для различных поливанадатов кальция представлены на рис. 1. Точки пересечения этих кривых обозначают границы областей устойчивости соответствующих солей. Для двух солей, например 1 и 2, значения энергии Гиббса которых в данных условиях составляют $\Delta G(1)$ и $\Delta G(2)$, при $-\Delta G(1) < -\Delta G(2)$,

термодинамически более устойчивой является соль 1 и, наоборот, при $-\Delta G(1) > -\Delta G(2)$ соль 1 должна переходить в соль 2. При $\Delta G(1) = \Delta G(2)$ имеет место равновесие. На рис. 2—4 представлены результаты расчета зависимости ΔG от pH различных поливанадатов кальция, стронция и бария при некоторых значениях C_{Ca} и C_{V} . При этом для простоты приведены только нижние границы ΔG . Видно, что термодинамическая устойчивость поливанадатов по отношению друг к другу сильно зависит от общей концентрации щелочноземельного металла и ванадия, а также от pH. С уменьшением C_{Ca} и C_{V} поливанадаты становятся термодинамически неустойчи-

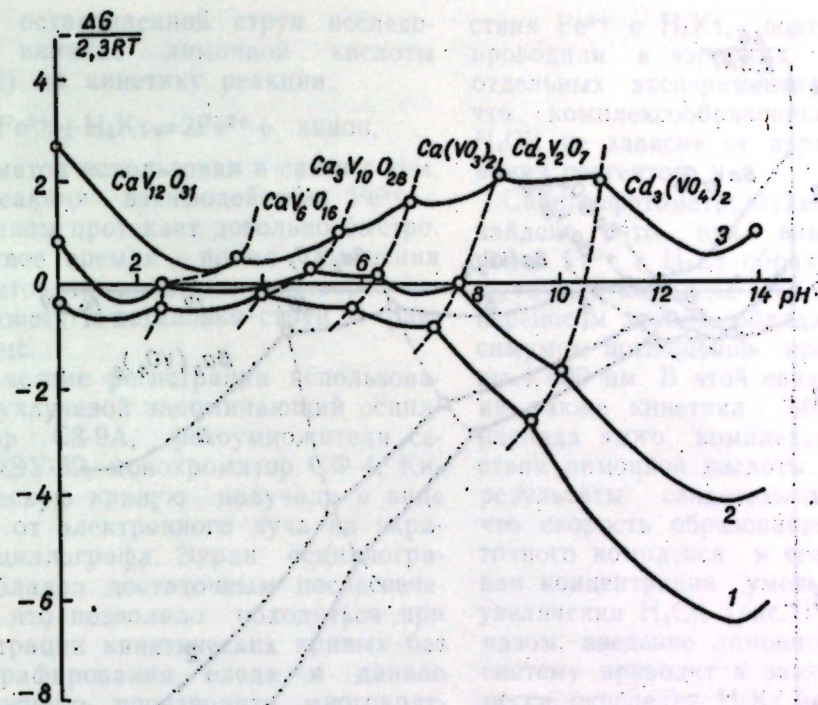


Рис. 2. Зависимость ΔG от pH для различных систем $\text{CaO}-\text{V}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ при: 1 — $C_{\text{Ca}}=C_{\text{V}}=1$ моль/л; 2 — $C_{\text{Ca}}=C_{\text{V}}=1 \cdot 10^{-1}$ моль/л; 3 — $C_{\text{Ca}}=C_{\text{V}}=1 \cdot 10^{-3}$ моль/л

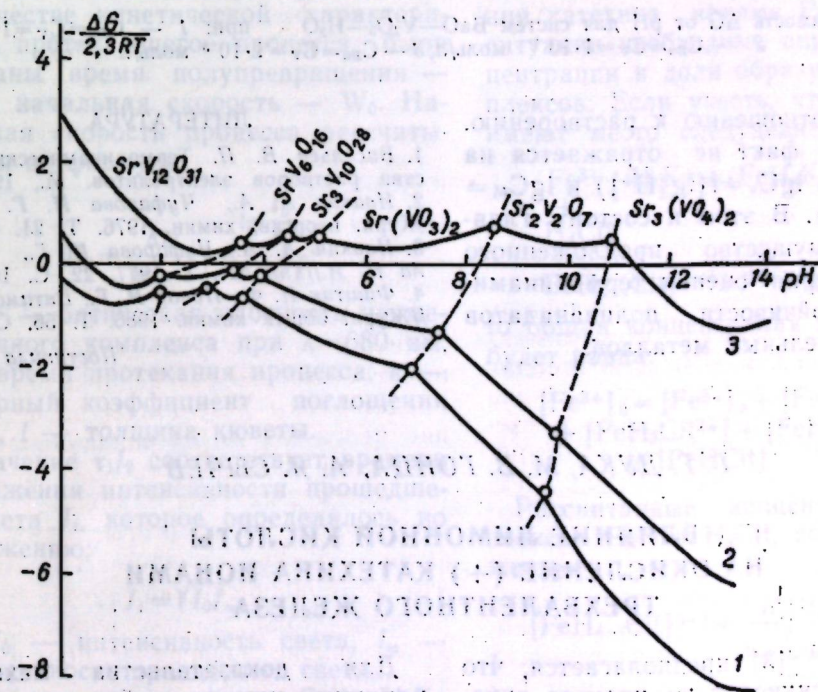


Рис. 3. Зависимость ΔG от pH для различных систем $\text{SrO}-\text{V}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ при: 1 — $C_{\text{Sr}}=C_{\text{V}}=1$ моль/л; 2 — $C_{\text{Sr}}=C_{\text{V}}=1 \cdot 10^{-1}$ моль/л; 3 — $C_{\text{Sr}}=C_{\text{V}}=1 \cdot 10^{-3}$ моль/л

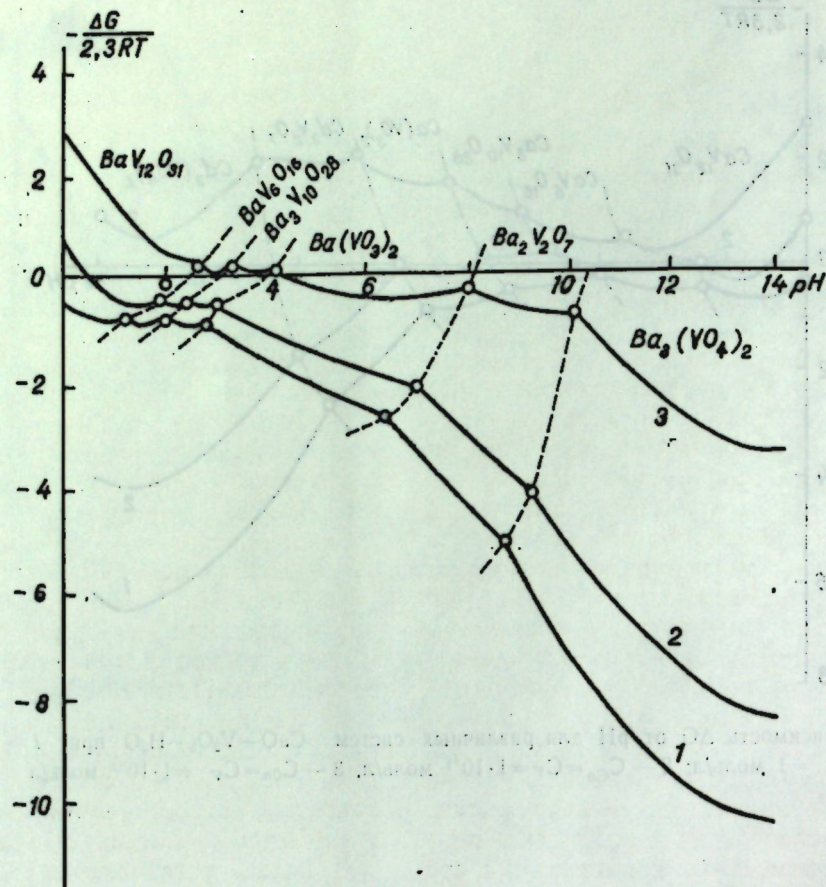


Рис. 4. Зависимость ΔG от pH для систем BaO—V₂O₅—H₂O при: 1 — $C_{Ba}=C_V=1$ моль/л; 2 — $C_{Ba}=C_V=1 \cdot 10^{-1}$ моль/л; 3 — $C_{Ba}=C_V=1 \cdot 10^{-3}$ моль/л

выми по отношению к растворению. Последний факт не отражается на диаграммах $\lg C_V = f(\lg [H^+])$ и $\lg C_M = f(\lg [H^+])$. В этом и состоит главное преимущество предложенного здесь критерия оценки термодинамической устойчивости поливанадатов щелочноземельных металлов.

Г. Г. ДУКА, М. В. ГОНЦА, А. Я. СЫЧЕВ

ВЛИЯНИЕ ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ НА ОКИСЛЕНИЕ (+) КАТЕХИНА ИОНАМИ ТРЕХВАЛЕНТНОГО ЖЕЛЕЗА

В работе [3] предполагается, что влияние оксикислот на процесс окисления катехина (Н₅Кт) обусловлено их комплексообразованием с ионами железа.

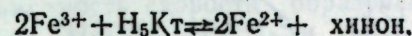
Для доказательства механизма влияния комплексообразования Fe³⁺ с органическими кислотами на процесс окисления Н₅Кт нами была изучена система Fe³⁺—Н₅Кт—Н₄Сит. Ме-

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев В. П. Термодинамические свойства растворов электролитов. М., 1982.
2. Ивакин А. А., Чуфарова И. Г. и др. // Журн. неорганической химии. 1976. Т. 21. С. 1770.
3. Ивакин А. А., Чуфарова И. Г., Петунина Н. И. // Там же. Т. 1977. 22. С. 1470.
4. Фиштик И. Ф., Повар И. Г., Ватаман И. И. // Журн. общей химии. 1986. Т. 56. С. 739.

Поступила 24.02.87

тодом остановленной струи исследовано влияние лимонной кислоты (Н₄Сит) на кинетику реакции:



Этот метод использован в связи с тем, что реакция взаимодействия Fe³⁺ с катехином протекает довольно быстро. «Мертвое время» — время смешения реагентов, прохождения растворов через кювету и остановки струи — равно 1 мс.

В системе регистрации использовалась двухлучевая запоминающая осциллограф С8-9А, фотоумножители серии ФЭУ-39, монохроматор СФ-4. Кинетическую кривую получали в виде следа от электронного луча на экране осциллографа. Экран осциллографа обладал достаточным послесвечением, что позволяло обходиться при регистрации кинетических кривых без фотографирования следа и давало возможность производить многократные измерения при проверке воспроизводимости. Чувствительность метода позволяет регистрировать сигнал, соответствующий изменению оптической плотности на 0,001, что в пересчете на изменение концентрации реагентов соответствует примерно 10⁻⁶ М. В качестве кинетической характеристики протекающего процесса были выбраны время полупревращения — $\tau_{1/2}$ и начальная скорость — W_0 . Начальная скорость процесса рассчитывается по формуле:

$$W_0 = \frac{\Delta D}{\Delta t \cdot \epsilon \cdot l} = \frac{\lg \frac{I_0}{I_n}}{\Delta t \cdot \epsilon \cdot l},$$

где D — оптическая плотность промежуточного комплекса при $\lambda = 680$ нм, t — время протекания процесса, ϵ — молярный коэффициент поглощения света, l — толщина кюветы.

Значение $\tau_{1/2}$ соответствует времени достижения интенсивности прошедшего света I_n , которое определялось по выражению:

$$I_n = \sqrt{I_0 \tau_n},$$

где I_0 — интенсивность света, I_n — интенсивность прошедшего света.

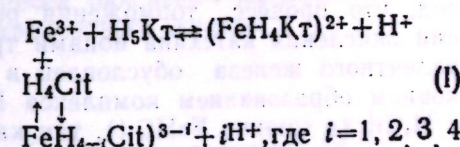
При изучении системы Fe³⁺—Н₅Кт предварительно было установлено, что молекулярный кислород не оказывает влияния на кинетику взаимодей-

ствия Fe³⁺ с Н₅Кт, поэтому опыты проводили в аэробных условиях. В отдельных экспериментах показано, что комплексообразование Fe³⁺ с Н₄Сит не зависит от порядка смешивания реагентов.

Спектрофотометрическим способом найдено, что при взаимодействии ионов Fe³⁺ с Н₅Кт образуется промежуточный комплекс ПК с частичным переносом заряда, обладающий максимумом поглощения при длине волны $\lambda = 680$ нм. В этой связи исследована также кинетика образования и распада этого комплекса в присутствии лимонной кислоты. Полученные результаты свидетельствуют о том, что скорость образования промежуточного комплекса и его максимальная концентрация уменьшаются при увеличении Н₄Сит (рис. 1). Таким образом, введение лимонной кислоты в систему приводит к замедлению процесса окисления Н₅Кт ионами Fe³⁺.

Из данных литературы следует, что в изучаемых концентрационных условиях образуются комплексы трехвалентного железа с лимонной кислотой и катехином состава 1:1 [3, 4].

С целью установления торможения лимонной кислотой процесса окисления катехина ионами Fe³⁺ в данной ситуации необходимо определить концентрации и доли образующихся комплексов. Если учесть, что в растворе имеют место следующие равновесия:



$FeH_{4-i}Cit^{3-i} + iH^+$, где $i=1, 2, 3, 4$, то общая концентрация ионов железа будет равна:

$$[Fe^{3+}]_0 = [Fe^{3+}]_p + [FeH_4Kt^{2+}] + [FeH_3Cit^{2+}] + [FeH_2Cit^+] + [FeHCit]. \quad (II)$$

Рассчитанные концентрации комплексов Fe³⁺ с Н₄Сит, согласно выражению

$$[FeH_{4-i}Cit]^{3-i} = \frac{K_i [H_4Cit]^{i-1}}{1 + \sum_{i=1}^4 K_i [H_4Cit]^{i-1}} \times [Fe^{3+}]_0. \quad (III)$$

а также концентрационное равновесие комплекса Fe³⁺ с Н₅Кт при pH 2

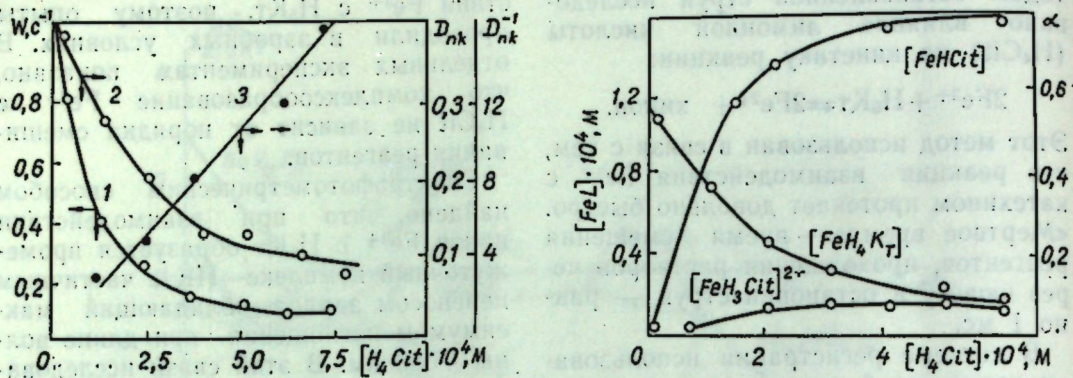


Рис. 1. Зависимость скорости образования промежуточного комплекса (кр. 1), D_{max} (кр. 2) и D^{-1} (кр. 3) от $[H_4Cit]_0$ при $[H_5K_T]_0 = 2 \cdot 10^{-3} M$, $[Fe^{3+}]_0 = 2 \cdot 10^{-4} M$, pH 2,0; $\lambda = 680$ нм
Рис. 2. Зависимость концентраций долей (α) комплексов в системе $Fe^{3+}-H_5K_T-H_4Cit$ от $[H_4Cit]_0$. $[H_5K_T]_0 = 2 \cdot 10^{-3} M$; $[Fe^{3+}]_0 = 2 \cdot 10^{-4} M$; pH 2,0

в зависимости от $[H_4Cit]_0$, представлены в таблице.
При расчетах использованы константы устойчивости комплексов Fe^{3+} с H_4Cit [4] и константы диссоциации H_4Cit [2]. Концентрации комплексов $Fe(III)$ с H_5K_T определены методом остановленной струи, доли которых представлены на рис. 2. Полученные результаты свидетельствуют о том, что концентрация промежуточного комплекса Fe^{3+} с H_5K_T уменьшается с увеличением H_4Cit , в то время как концентрация образующихся комплексов Fe^{3+} с H_4Cit растет.
Из полученных экспериментальных данных (рис. 2) можно сделать вывод, что процесс торможения реакции окисления катехина ионами трехвалентного железа обусловлен в основном образованием комплекса Fe^{3+} с H_4Cit (а именно $FeHCit$), так как с увеличением $[H_4Cit]_0$ скорость окисления H_5K_T падает, а концентрация этого комплекса наибольшая по отно-

шению к другим формам. Чем больше $[H_4Cit]_0$, тем больше равновесие (1) сдвигается в сторону образования $FeHCit$, который является неактивным в процессе окисления H_5K_T .
Из рис. 1 видно, что максимальная оптическая плотность комплекса Fe^{3+} с H_5K_T быстро падает до соотношения $[H_4Cit]_0 = [Fe^{3+}]_0 = 2 \cdot 10^{-4} M$, т. е. когда практически все ионы Fe^{3+} связаны в комплекс. Такой характер зависимости W образования промежуточного комплекса Fe^{3+} с H_5K_T показывает, что в системе образуется комплекс состава 1:1. Такой же вывод можно сделать из зависимости скорости образования комплекса от $[Fe^{3+}]_0$ (рис. 3).
Образование промежуточного комплекса начинается только при $[Fe^{3+}]_0 \geq 2 \cdot 10^{-4} M$, так как при $[Fe^{3+}]_0 < 2 \cdot 10^{-4} M$ ионы Fe^{3+} связываются в основном с H_4Cit , и только когда дальнейшее увеличение $[Fe^{3+}]_0$ не приводит к увеличению $[FeHCit]$,

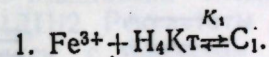
Содержание комплексов Fe^{3+} с лимонной кислотой и катехином в системе $Fe^{3+}-H_5K_T-H_4Cit$

$[Fe^{3+}] = 2 \cdot 10^{-4} M$; $[H_5K_T] = 2 \cdot 10^{-3} M$; pH 2,0				
$[H_4Cit] \cdot 10^4, M$	$[FeH_3Cit]^{2+} \cdot 10^5, M$	$[FeH_2Cit]^+ \cdot 10^5, M$	$[FeHCit] \cdot 10^4, M$	$[FeH_4K_T] \cdot 10^5, M$
0	0	0	0	1,10
1,0	1,3	4,4	1,27	0,75
2,0	1,7	5,1	1,47	0,50
3,0	1,7	5,3	1,54	0,37
4,0	1,7	5,4	1,60	0,31
5,0	1,7	5,5	1,63	0,25
6,0	1,7	5,7	1,64	0,17

тогда начинается увеличение концентрации промежуточного комплекса $[FeH_4K_T^{2+}]$.
Зависимость скорости образования ПК от $[H_5K_T]_0$, $[Fe^{3+}]_0$ и $[H_4Cit]_0$ в данной системе представлены на рис. 1, 3, 4. Совокупность всех полученных экспериментальных данных в системе $Fe^{3+}-H_5K_T-H_4Cit$ приводит к определенному кинетическому выражению для скорости. При построении зависимости $-\lg W \div -\lg [H_4Cit]$ получаем прямую линию с тангенсом угла наклона равным -1 . Это говорит о том, что порядок по $[H_4Cit]$ равен -1 (рис. 4). Тогда в соответствии с приведенными на рис. 1, 3, 4 экспериментальными данными кинетическое выражение для скорости образования ПК в этой системе можно записать в следующем виде:

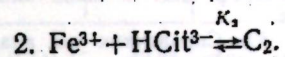
$$W = \chi \frac{[Fe^{3+}]_0 [H_5K_T]_0}{[H_4Cit]_0} \quad (IV)$$

где χ — эффективная константа скорости, равная $(20 \pm 5) c^{-1}$.
Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что в реакционной смеси имеют место два конкурирующих взаимодействия. Первое связано с образованием комплекса C_1 катехина с трехвалентным железом, который и приводит к окислению субстрата:



Второе взаимодействие обусловлено

связыванием ионов Fe^{3+} в неактивный по отношению к катехину комплекс лимонной кислоты с трехвалентным железом C_2 :



Отсюда следует, что скорость окисления субстрата по предложенной схеме будет определяться следующим выражением:

$$W_{ox} = \frac{k_1 K_1}{K_2 K_a} \frac{[Fe^{3+}] [H_5K_T]}{[H_4Cit]} \quad (V)$$

где k_1 — эффективная биомолекулярная константа взаимодействия Fe^{3+} с H_5K_T , равная $7 \cdot 10^2 M^{-1} c^{-1}$ [1]; K_1 — константа образования катехинового комплекса, равная $\sim 10^4 M^{-1}$ [1]; K_2 — константа образования цитратного комплекса, равная $2,5 \cdot 10^{11} M^{-1}$ [2]; K_a — константа диссоциации лимонной кислоты, равная $7,4 \cdot 10^{-7} M^{-1}$. Если подставим все значения констант, известных из литературы, то выявим, что экспериментальное значение эффективной константы скорости в выражении (IV) равно комбинации констант в выражении (V), полученном из предложенной схемы:

$$\chi = \frac{k_1 K_1}{K_2 K_a} \quad (VI)$$

Это обстоятельство подтверждает правильность предложенного механизма торможения лимонной кислотой процесса окисления катехина ионами трехвалентного железа.

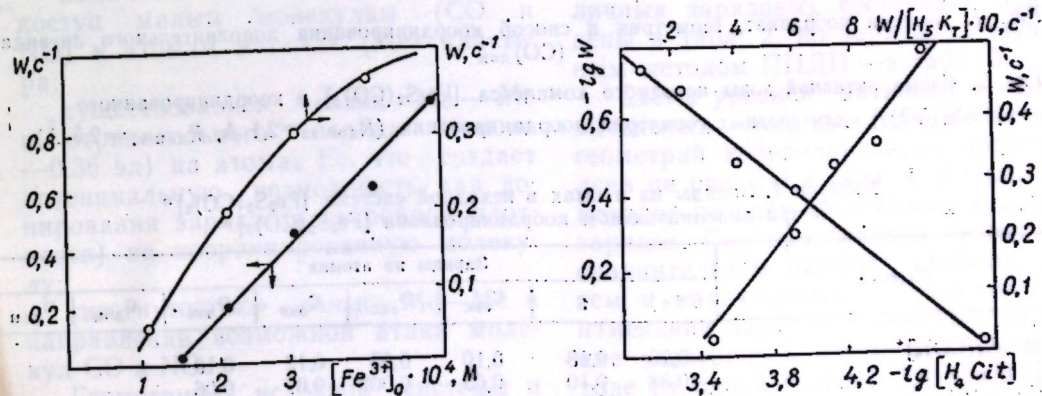


Рис. 3. Зависимость скорости образования ПК от $[Fe^{3+}]_0$ (кр. 1) и $[H_5K_T]_0$ (кр. 2) при $[H_4Cit]_0 = 2 \cdot 10^{-4} M$; $[Fe^{3+}]_0 = 2 \cdot 10^{-4} M$; $[H_4Cit] = 2 \cdot 10^{-4} M$; pH 2,0

Рис. 4. Логарифмическая зависимость скорости образования ПК от концентрации лимонной кислоты. $[H_5K_T] = 2 \cdot 10^{-3} M$; $[Fe^{3+}]_0 = 2 \cdot 10^{-4} M$; pH 2,0

ЛИТЕРАТУРА

1. Гонца М. В. Каталитическое окисление природных полифенолов (на примере (+) катехина): Автореф. дис. ... канд. хим. наук. Кишинев, 1986.
2. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. М., 1979.

3. Сычев А. Я., Исак В. Г., Гонца М. В. // Журн. физ. химии. 1984. Т. 57. С. 1287.
4. Sillan L. G., Martell A. E. Stability Constants of Metall ion complex — 2 ed. The Chem. Soc. Burlington house. London, 1964.

Поступила 27.01.86

С. С. БУДНИКОВ

КВАНТОВОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО КООРДИНИРОВАНИЯ ОКСИДОВ
УГЛЕРОДА И АЗОТА В ДВУХЪЯДЕРНЫХ КЛАСТЕРАХ ЖЕЛЕЗА

Известно, что малые молекулы, составляющие собственно координационную сферу кластеров переходных металлов, активируются при координации. Показано также, что активация при связывании на двух и трех атомах металла в кластере более зна-

чительна, так что справедливо правило: активация CO и NO увеличивается в ряду $L-Me_3 > L-Me_2 > L-Me$ в одном и том же кластере [2,4].

Однако каталитическая активность кластеров существенно зависит не от активации собственных лигандов, а

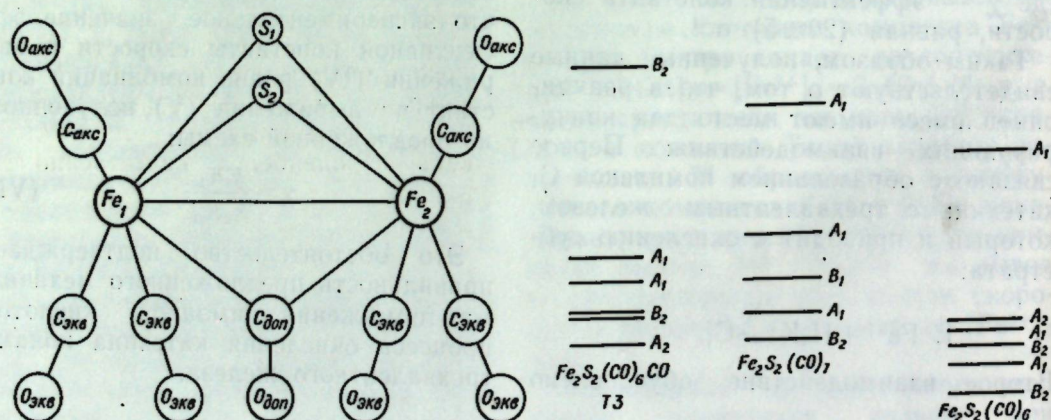


Рис. 1. Система координат, геометрия и способ координации дополнительного лиганда (CO)_{доп}

Рис. 2. Схема активной зоны исходного комплекса $[Fe_2S_2(CO)_6]$ и координированного $[Fe_2S_2(CO)_7]$ для разных геометрий координации ($R_{доп\tau 3} = 2,1 \text{ \AA}$, $R_{доп\tau 7} = 2,5 \text{ \AA}$)

Таблица 1. Заряды на атомах в исходной системе $[Fe_2S_2(CO)_6]^n$ и при дополнительном координации $[Fe_2S_2(CO)_7]^n$

Система	Заряды на атомах							
	Fe	S	C _{акс}	O _{акс}	C _{экс}	O _{экс}	C _{доп}	O _{доп}
$[Fe_2S_2(CO)_6]^*$	-0,26	0,18	0,10	0,05	0,12	0,10		
$[Fe_2S_2(CO)_7]^*$	-0,38	0,10	0,03	0,002	0,07	0,06		
$[Fe_2S_2(CO)_6]^-$	-0,48	0,02	-0,04	-0,03	0,001	0,02		
$[Fe_2S_2(CO)_6]^+$	-0,36	0,14	0,18	-0,11	0,19	-0,12		
$[Fe_2S_2(CO)_6CO]^*$	-0,38	0,10	-0,03	-0,00	0,06	0,05	0,00	0,04
$[Fe_2S_2(CO)_6CO]$	-0,12	0,04	-0,06	-0,00	0,01	0,06	-0,03	0,06

* Расчет Фенске, Холла, Дая.

от возможности дополнительного координации реагентов (P) и степени их активации. Нами изучены окислительно-восстановительные переносы для модельных комплексов $[FeS(CO)_3]_2^p$, где $P = (CO)^n, (NO)^n$ при $n = 0; \pm 1$. Для этого была использована методика оценки величины и направлений возможных переносов зарядов, разработанная в [1]. Величина переноса заряда Δq , изменения энергии реагента $\Delta \Sigma^p$ и катализатора $\Delta \Sigma^k$ определялись по формулам (1—3)

$$\Delta q = (1/C^p + 1/C^k) (\Sigma^k - \Sigma^p), \quad (1)$$

$$\Delta \Sigma^p = (1 + C^p/C^k)^{-1} (\Sigma^p - \Sigma^k), \quad (2)$$

$$\Delta \Sigma^k = (1 + C^k/C^p)^{-1} (\Sigma^k - \Sigma^p), \quad (3)$$

где C — окислительно-восстановительная емкость (ОВЕ). Формулы (1—3) получены в одноэлектронном приближении и дают точность при оценке значений $\Delta q_{k,p}$ и $\Delta \Sigma^{k,p}$ около 10—15%. Проведен полный квантовохимический расчет с самосогласованием и вариацией геометрии (7 вариантов) электронной структуры комплексов $[Fe_2S_2(CO)_6]^n$, $[Fe_2S_2(CO)_7]^n$, $[Fe_2S_2(CO)_6NO]^n$ и свободных лигандов (CO)ⁿ и (NO)ⁿ. Расстояние R от середины связи Fe—Fe до атомов дополнительного лиганда CO или NO варьировалось от 1,5 до 2,5 Å соответственно.

Расчет проводился двумя методами — Малликена—Рюдена (MP) и ППДП/2. Результаты расчета сравнивались с расчетом Фенске для $[Fe_2S_2(CO)_6]$. Выбор моделей для расчета обусловлен:

наличием «полости», открывающей доступ малым молекулам (CO и NO) к атомам металла (Me) кластера;

существованием связи Me—Me и отрицательного заряда (около -0,36 эл) на атомах Fe, что создает потенциальную возможность для доминирования заряда (электронной плотности) на координированную молекулу;

«изогнутостью» связи Me—Me в направлении возможной атаки молекул CO и NO.

Геометрия исходной системы и способ координации показаны на рис. 1. Варьировалось расстояние Fe—C и Fe—N при жесткой геометрии C—O и N—O. Расчет обоими метода-

Таблица 2. Уровни энергии граничных орбиталей и переносы зарядов по схеме ОВЕ

Система 10^{-2} эл/см ⁻¹	10^{-2} см ⁻¹	Проценты МО ^k — МО ^p	$\Delta \Sigma - 10^6$ $\Sigma^p - \Sigma^k$	Δq элект.
$[Fe_2S_2(CO)_6]^-$ $C^n = 0,04$	-42,68 HOMO	1—3	22,88	0,32
$[Fe_2S_2(CO)_6]^-$ $C^n = 0,04$	-57,00 LUMO	2—4	150,51	2,11
CO [*]	-65,56			
$C^p = 0,014$	-65,56	2—3	8,56	0,12
CO [*]	-193,19	1—5	39,07	0,23
$C^p = 0,014$	HOMO			
NO [*]	-81,75	1—5	37,06	0,25
$C^p = 0,006$	-81,75			
NO [*]	-222,29			
$C^p = 0,006$	HOMO	2—5	24,75	0,15

ми проводился с самосогласованием по зарядам всех атомов с точностью 0,01 единицы заряда. В расчетный базис включались 4s-, 4p- и 3d-орбитали атомов железа и 2s-, 2p-орбитали атомов углерода, кислорода, азота, 3s-, 3p-орбитали атомов серы, что соответствует обычно применяемому для таких целей валентному базисному набору.

Результаты расчета исходного комплекса представлены в табл. 1. Положение уровней МО, заряды на атомах, рассчитанные по методу Малликена—Рюдена, качественно совпадают с расчетами Фенске, Холла, Дая [5]. Зависимость энергий валентной и граничных орбиталей от состояния окисления кластера для обоих методов MP и ППДП/2 аналогична, поэтому при дальнейшем анализе мы будем пользоваться результатами метода MP.

Данные расчетов CO и NO в различных зарядовых состояниях приведены в табл. 2, по зарядам, полученным методом ППДП,—в табл. 3.

Схема уровней активной и дополнительных лигандов для различных геометрий координации представлена на рис. 2 и в табл. 4. Каждый из методов не дает абсолютных значений зарядов. Они приобретают смысл при сравнительном расчете сходных систем и характеризуют относительное изменение зарядов и перераспределение электронной плотности при переходе от одной системы к другой. Как видно из табл. 3, при увеличении числа электронов в системе уменьшаются главным образом заряды на лигандах, как и по методу MP.

Таблица 3. Заряды на атомах системы $[\text{Fe}_2\text{S}_2(\text{CO})_6]^n$ $n=0, \pm 1$ при расчете по методу ППДП/2

Система	Заряды на атомах					
	Fe	S	C _{акс}	O _{акс}	C _{эkv}	O _{эkv}
$[\text{Fe}_2\text{S}_2(\text{CO})_6]^+$	-1,02	+0,37	+0,41	-0,01	+0,41	-0,04
$[\text{Fe}_2\text{S}_2(\text{CO})_6]^0$	-1,13	+0,24	+0,39	+0,39	-0,08	-0,10
$[\text{Fe}_2\text{S}_2(\text{CO})_6]^-$	-1,14	+0,13	+0,33	-0,17	+0,35	-0,17

Таблица 4. Соотношение собственных энергий, значений коэффициентов и вида волновой функции для точки 3, $R_{\text{дон}}=1,5 \text{ \AA}$

Энергия 10^4 см^{-1}	НП	Вид волновой функции
-27,351	B ₁	$0,63d_{xz} + 0,22p_yS + 0,23sC_{\text{акс}} + 0,20p_xC_{\text{акс}} + 0,63p_yC_{\text{эkv}} - 0,48p_yO_{\text{эkv}}$
-29,890	A ₁	$-0,70d_{xz} + 0,20p_xS - 0,225sC_{\text{акс}} - 0,60p_xC_{\text{эkv}} - 0,23p_xC_{\text{эkv}} + 0,44p_xO_{\text{эkv}}$
-32,692	B ₁	$-0,57d_{xy} - 0,39d_{yz} - 0,52p_zS - 0,42p_xC_{\text{акс}} + 0,21p_xC_{\text{эkv}} + 0,34p_xO_{\text{акс}}$
-36,699	A ₂	$-0,38d_{xy} - 0,63d_{yz} - 0,60p_yS - 0,35p_xC_{\text{акс}} + 0,29p_xO_{\text{акс}}$
-55,318	B ₁	$-0,26d_{xy} + 0,47d_{yz} + 0,23p_xS + 0,41p_xC_z + 0,42p_xC_{\text{эkv}} - 0,53p_xO_z - 0,42p_yO_{\text{эkv}}$
НСМО		
-59,745	B ₂	$-0,65d_{z^2} - 0,52d_{x^2-y^2} - 0,24p_yS - 0,22p_xC_7 + 0,22p_xC_{\text{эkv}} + 0,32p_yO_7 - 0,23p_yO_{\text{эkv}}$
-71,259	A ₁	$0,52d_{xz} - 0,68d_{x^2-y^2}$
-72,747	A ₁	$-0,91d_{z^2} + 0,20p_xO_{\text{акс}}$
-74,152	B ₂	$0,36d_{xz} + 0,53d_{z^2} - 0,64d_{x^2-y^2} + 0,20p_xO_{\text{эkv}}$

Примечание: НП — неприводимые представления; коэффициенты при атомных орбиталях брались только $> 0,2$.

Выводы

1. По данным расчета, возможно дополнительное координирование CO и NO в комплексе $[\text{Fe}_2\text{S}_2(\text{CO})_6]^n$, что существенно для понимания каталитической активности кластеров.

2. Активация молекул CO и NO в комплексе $[\text{Fe}_2\text{S}_2(\text{CO})_7]$ и $[\text{Fe}_2\text{S}_2(\text{CO})_6\text{NO}]$ происходит за счет переноса электронной плотности от комплекса на дополнительно координированную молекулу, что подтверждается как квантовохимическим расчетом, так и схемой ОВЕ.

3. Теоретические результаты получили экспериментальное подтверждение.

4. Схема ОВЕ для анализа поведения и активации дополнительно координированных молекул в кластерах на основе приближения активной зоны [3] значительно сокращает время для теоретического скрининга каталитической активности кластеров переходных металлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берсукер И. Б., Будников С. С. // ТЭХ. 1967. Т. 3. Вып. 6. С. 799—810.
2. Будников С. С., Димогло А. С. // ТЭХ. 1977. Т. 13. Вып. 4. С. 447—454.
3. Будников С. С. // Всеукраинская конференция по квантовой химии. Тезисы докладов. Т. 1. Днепропетровск, 1983.
4. Свитин А. П., Будников С. С., Берсукер И. Б., Корольков Д. В. ТЭХ. 1982. Т. 18. Вып. 6. С. 694—699.
5. Fenske R. W. et al. // Inorg. Chem. 1974. 31. P. 771—783.

Поступила 08.06.87

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

А. М. БАЛТЕР

ПОЛЯРОГРАФИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕДИ, ЦИНКА С КОБАЛЬТОМ И МАРГАНЦА В АЦЕТАТНО-АММОНИЙНОЙ ВЫТЯЖКЕ ИЗ ПОЧВЫ

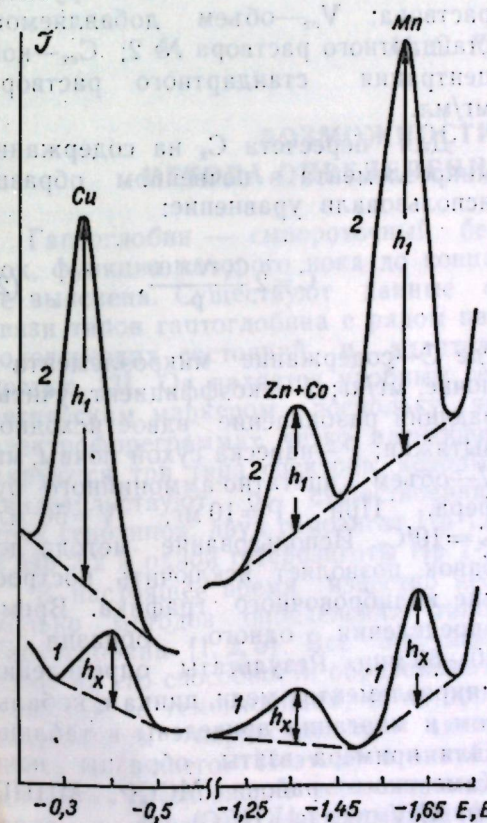
Используемый в аналитической практике полярографический метод определения меди, никеля, цинка с кобальтом и марганца в солянокислой вытяжке из почв (1н HCl, которая обладает сильным воздействием на почву) предложен Барканом и др. [2]. К вытяжкам среднего воздействия относится ацетатно-аммонийный буфер с pH 4,8 [1,5], обычно применяющийся с целью извлечения подвижных форм микроэлементов для

черноземных почв, особенно карбонатных [4]. Следует отметить, что воздействие на почву растворов органических кислот (уксусной, лимонной, винной) и их солей аналогично воздействию корневой системы растений [6]. Поэтому растворы органических кислот применяются в тех случаях, когда необходимо приблизить действие растворителя на почву к действию на нее корней. Полярографическое определение микроэлементов непосредственно в этих вытяжках затруднено вследствие выделения водорода в кислой среде.

Нами предложен способ полярографического определения меди, цинка с кобальтом, марганца, извлекаемых из почвы с помощью ацетатно-аммонийного буфера с pH 4,8. Ацетатно-аммонийная вытяжка переводится в хлоридно-аммиачный фон, обычно используемый в полярографической практике [3]. Метод может применяться при определении микроэлементов в черноземных почвах.

Ход определения. 10 г почвы после просеивания через сито ($d=1 \text{ мм}$), заливают на сутки 50 мл ацетатно-аммонийного буфера при 20—25°C, периодически взбалтывают. К 15 мл фильтрата добавляют равный объем электролита, содержащего 3М NH₄OH и 2М NH₄Cl. В результате нейтрализации избытка уксусной кислоты буферной смеси и разбавления исходного раствора в 2 раза фоновый электролит имеет состав: 1М NH₄OH, 1М NH₄Cl, а также 1М CH₃COONH₄.

Полярограммы снимали на универсальном полярографе марки ПУ-1 в режиме переменного тока полярографии с прямоугольной формой поляризующего напряжения в диапазоне — 0,3—1,8 В. Скорость развертки 2мВ/с, отрыв ртутной капли принудительный, период капания 4,4 с.



Полярограммы восстановления меди, цинка с кобальтом и марганца в исследуемом растворе (1) и в растворе с добавкой стандартного раствора (2). Чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый (0—30 см), МППП «Искра» Суворовского района

Определение меди, цинка с кобальтом и марганца в почвах Молдавии

Глубина, см	\bar{x} , мг/кг	S_x	S_x , %	$\bar{x} \pm tS_x$
-------------	-------------------	-------	-----------	--------------------

Образец № 1. Чернозем карбонатный

Медь

0,71 0,03 4,1 0,74±0,09

Цинк с кобальтом

0—20 0,76 0,03 4,4 0,76±0,10

Марганец

14,4 0,70 5,2 14,4±2,4

Образец № 2. Чернозем карбонатный

Медь

0,54 0,02 3,5 0,54±0,06

Цинк с кобальтом

20—40 0,54 0,02 3,9 0,54±0,07

Марганец

10,3 0,51 4,9 10,3±1,6

Образец № 3. Чернозем обыкновенный

Медь

0,17 0,006 3,7 0,17±0,02

Цинк с кобальтом

0—20 1,17 0,04 3,5 1,17±0,13

Марганец

3,91 0,11 2,8 3,91±0,35

Образец № 4. Чернозем обыкновенный

Медь

0,27 0,007 2,6 0,27±0,02

Цинк с кобальтом

20—40 0,98 0,06 6,6 0,98±0,20

Марганец

4,03 0,15 3,7 4,08±0,45

Сначала полярографировалась порция (15 мл) полученного, как описано выше, исследуемого раствора с добавлением нескольких кристалликов сульфата натрия для удаления растворенного кислорода. На полярограммах получаются отдельные четкие пики восстановления следующих

микроэлементов: при $-0,35 - 0,45В$ — пик меди, при $-1,25 - 1,35 В$ — суммарный пик кобальта и цинка, при $-1,55 - 1,65 В$ — пик марганца (рисунок). Затем к этой порции вытяжки прибавлялся определенный объем стандартного раствора № 2, приготовленного из стандартного раствора № 1 разбавлением 1:5 (обычно 0,15—0,30 мл). Согласно методу добавок содержание соответствующего микроэлемента в анализируемом растворе C_x (мг/мл) рассчитывали по формуле:

$$C_x = \frac{C_{ст}}{\frac{h_1}{h_x} \cdot \frac{V_{ст} + V_x}{V_{ст}} - \frac{V_x}{V_{ст}}} \quad (1)$$

где h_x — высота пика для анализируемого раствора; h_1 — высота пика для раствора с добавкой стандартного раствора; V_x — объем анализируемого раствора; $V_{ст}$ — объем добавляемого стандартного раствора № 2; $C_{ст}$ — концентрация стандартного раствора, мг/мл.

Для пересчета C_x на содержание микроэлемента в почвенном образце использовали уравнение:

$$C = 2 \frac{C_x \cdot V \cdot 100}{P} \quad (2)$$

где C — содержание микроэлемента в почве, мг/кг; 2 — коэффициент, учитывающий разбавление вдвое исходной вытяжки; P — навеска сухой почвы, мг; V — объем ацетатно-аммонийного буфера. При $P=10$ мг, $V=50$ мл, $C=10^4 C_x$. Использование метода добавок позволяет исключить построение калибровочного графика. Время определения одного образца — 40—60 мин. Результаты определения микроэлементов меди, цинка с кобальтом и марганца приведены в таблице (для примера взяты образцы почв Каменского района МССР, МППП им. XXV съезда КПСС).

Реактивы. 1. Ацетатно-аммонийный буфер (рН 4,8). Готовят из 108 мл 98% CH_3COOH и 75 мл NH_4OH . Если концентрации уксусной кислоты и гидроксида аммония отличаются от

вышеуказанных, пересчет производится по формуле:

$$V_1 C_1 d_1 = V_2 C_2 d_2 \quad (3)$$

где V_1 — исходный объем реактива, мл; C_1 — заданная концентрация вещества, %; d_1 — соответствующая ей плотность, г/см³; V_2 — объем реактива, взятый для приготовления буфера, мл; C_2 — рабочая концентрация в весовых процентах; d_2 — соответствующая ей плотность. Рассчитанные количества уксусной кислоты и аммиака приливают к 500—600 мл бидистиллята и доводят им до 1 л.

2. Стандартный раствор № 1 готовят из сернокислых солей $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $CoSO_4 \cdot 7H_2O$, $MnSO_4 \cdot H_2O$. Все вышеуказанные соли квалификации «х. ч.». Раствор № 1 содержит по 0,1 мг/мл ионов Zn^{2+} , Cu^{2+} , Co^{2+} и 1 мг/мл Mn^{2+} . Стандартный раствор

М. С. КОЙФМАН

ВОЗМОЖНОСТИ МОДИФИКАЦИИ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПОВ ГАПТОГЛОБИНА

Гаптоглобин — сывороточный белок, функция которого пока до конца не выяснена. Существуют данные о связи типов гаптоглобина с рядом патологических состояний и адаптивностью [3]. Он является удобным генетическим маркером, поскольку на электрофореграммах четко идентифицируются три типа спектров, которые свидетельствуют о существовании трех генотипов: двух гомозигот Нр 1-1 и Нр 2-2 и одной гетерозиготы Нр 1-2.

В настоящее время известно несколько методов определения типов гаптоглобина [1, 2, 5]. Все они основаны на его способности образовывать комплекс с гемоглобином, в котором сохраняется пероксидазная активность последнего. Поэтому в инкубационную смесь вводят пероксид водорода и бензидин (4,4-диаминодифенил). Гемоглобин служит катализатором разложения пероксида водорода, а образующийся при этом атомарный кислород окисляет бензидин с образованием окрашенного продукта. В ре-

№ 2 готовят из стандартного раствора № 1 разбавлением бидистиллированной водой 1:5.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М., 1970.
2. Баркан Я. Г., Журавлева Л. И., Химич Г. Г. // Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине. Улан-Удэ, 1968. С. 735—741.
3. Воробьева Л. А., Орлов Д. С. Полярографические методы исследования почв. М., 1972.
4. Зырин Н. Г., Большаков В. А., Пацукевич В. В. и др. Микроэлементы в почвах и использование микроудобрений в виноградарстве. М., 1972.
5. Крупский Н. К., Александрова А. М. // Микроэлементы в жизни растений, животных и человека. Киев, 1964.
6. Ринькис Г. Я., Ноллендорф В. Ф. Сбалансированное питание растений макро- и микроэлементами. Рига, 1982.

Поступила 16.03.87

зультате в местах локализации гаптоглобиновых фракций образуются синие полосы, превращающиеся в коричневые при хранении. Таким образом, идентификация типов гаптоглобина в значительной степени основана на использовании пероксидазной активности гемоглобина, которая, как известно, также может быть обнаружена при использовании амидопиррина, гваякола и др. [6]. Использование амидопиррина (1-фенил-2,3-диметил-4-диметиламинопиразолон-5) основано на том, что он в результате окисления образует окрашенные в фиолетовый цвет промежуточные продукты; при избытке окислителя быстро происходит дальнейшее окисление и раствор обесцвечивается [7].

Мы попытались использовать эту реакцию для выявления типов гаптоглобина. После электрофореза образцов сыворотки в полиакриламидном геле (7,5% гель, трис-глициновый буфер рН 8,3) [8], гель разрезали вдоль и помещали в смесь, состоящую из 50 мл

30% раствора уксусной кислоты. После инкубации, в течение примерно 30 мин при комнатной температуре, гель промывали дистиллированной водой и добавляли 100 мл 5% раствора пероксида водорода (свежеприготовленного). В течение 2—3 мин развивается фиолетовая окраска полос гаптоглобина, которая впоследствии исчезает, и гель обесцвечивается (поэтому идентификацию следует проводить сразу после развития окраски). Это позволяет после идентификации типов гаптоглобина использовать гели для окрашивания их на общий белок в растворе кумасси, причем такое окрашивание можно проводить и после хранения геля в течение 3—4 дней в воде.

При аналогичных условиях хранения геля, окрашенного по бензидиновой методике, на фореграммах, выдержанных затем, в растворе кумасси, проявляются только те белковые фракции, которые уже были окрашены. Остальные зоны не идентифицируются, вероятно, вследствие диффузии. Это различие, возможно, связано с тем, что в предлагаемой модификации используется более концентрированный раствор уксусной кислоты, приводящий к фиксации белковых фракций. Эта особенность дает возможность проводить окрашивание гелей, полученных за несколько дней работы в одинаковых условиях и экономить время и реактивы. Кроме того, вследствие обесцвечивания фиолетовых продуктов окисления амидопирина в зонах, относящихся к системе гаптоглобина, не происходит наложение окрасок от специфической реакции и раствора кумасси. Это позволяет использовать гели для количественной депситометрии. Данная модификация может оказаться полезной и в случае необходимости замены бензидина, тем более, что бензидин и его соли, а также промежуточные продукты его производства обладают канцерогенными свойствами, в связи с чем указывается на необходимость полного прекращения его выпуска [4].

Наряду с апробированием данной модификации нами также сделана попытка видоизменить известную бензидиновую методику в связи с тем, что на определение типов гаптоглобина по ней расходуется значительное количество сыворотки, которую при работе с периферической кровью детей получать затруднительно. Кроме того, эта методика связана с процессом приготовления гемолизата, добавлением его к исследуемой сыворотке. В то же время при использовании периферической крови в ней часто наблюдается видимый гемолиз, то есть в сыворотке уже имеется избыток гемоглобина, который на фореграммах проявляется в виде отдельных фракций.

Мы попытались идентифицировать типы гаптоглобина без добавления гемолизата к сыворотке, в которой визуально отмечается присутствие свободного гемоглобина. Была выявлена возможность идентификации типов гаптоглобина без предварительного добавления гемолизата к таким сывороткам. Интересно отметить, что использованные сыворотки были гемолизованы в разной степени, однако на возможность идентификации это не влияло.

Данная модификация позволяет экономить время при подготовке образцов, использовать значительно меньшее количество сыворотки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анасашвили А. Ц. Гликопротеиды сыворотки крови и мочи. М., 1968.
2. Бакуев М. М. // Лабораторное дело. 1981. № 4. С. 247—249.
3. Бейсенбаева Р. У. // Успехи современной биологии. 1984. Т. 98. Вып. 3(6). С. 409—425.
4. Большая медицинская энциклопедия. Т. 3. М., 1976. С. 37.
5. Гааль Э. и др. Электрофорез в разделении биологических макромолекул. М., 1982.
6. Руководство по клиническим лабораторным исследованиям / Под ред. Л. Г. Смирновой и Е. Л. Кост. М., 1960.
7. Степаненко Б. И. Курс органической химии. М., 1970.
8. Davis B. J. // Annals N. J. Acad. Sci. 1964. 121: P. 404.

Поступила 09.03.87

НАУКА—ПРОИЗВОДСТВУ

А. А. ДВОРНИНА, В. Н. АНДРИЕШ

ПРОМЫШЛЕННОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ВЫСШИХ СЪЕДОБНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ

Перспективным, богатым протеином продуктом будущего являются высшие базидиальные грибы. По прогнозам специалистов, к 2000 г. их будут выращивать во многих странах в таких же количествах, как сейчас картофель и злаки, что покроет значительную часть мирового дефицита в белке [1].

В настоящее время в промышленном масштабе культивируют 30 видов съедобных грибов сапрофитного типа питания, ранее известных как дикорастущие. Выращивание грибов на плотных средах может стать связующим звеном между растениеводством, отходы которого служат субстратом для грибов, и животноводством, кормовая база которого может быть расширена за счет использования компостов после сбора урожая, что широко практикуется в странах с развитым грибоводством [3].

Для такой цели перспективны виды грибов рода *Agaricus*, в частности *Agaricus bisporus* (L. Lge) I. — шампиньон двуспоровый. Это наиболее известный, давно культивируемый, всесторонне изученный в чистой культуре гриб. Выращивание шампиньонов в ряде стран выделилось в самостоятельную отрасль сельскохозяйственного производства. Совершенствование технологии выращивания, подбор наиболее экономичных параметров для культуры, сокращение времени отдельных циклов позволило повысить единичную мощность отдельных предприятий.

В условиях Молдавской ССР существуют широкие возможности промышленного культивирования шампиньона двуспорового: наличие отходов сельскохозяйственного производства и промышленности (солома, стержни

початков кукурузы, птичий помет, гидролизный лигнин, кофейная стружка, пивная дробина и т. д.), штолен при разработке рудничка. Кроме того, под шампиньонницы могут быть использованы приспособленные помещения защищенного грунта и холодильные камеры фруктохранилищ в межсезонье.

В основе промышленного культивирования шампиньонов находятся качественно подготовленные субстраты. Процесс разложения компостов сопровождается изменением химического состава, потерей органических веществ, перестройкой азотсодержащих соединений, накоплением в субстрате белковых веществ и изменением цвета компоста от желтоватого до темно-коричневого. Температура в компосте повышается до 60—70°C. В таких условиях погибают все организмы, кроме термофильных бактерий, грибов, актиномицетов, присутствие которых благоприятно [3].

Изучая изменение химического состава субстратов в период их готовности после процесса ферментации и в отработанных субстратах после сбора грибов, мы установили, что процесс плодотворения шампиньона двуспорового сопровождается незначительной потерей комплекса питательных веществ, необходимых для роста и развития плодовых тел. Отработанные субстраты после сбора грибов представляют собой не что иное, как обогащенные белком и частично гидролизованные растительные отходы, в которых произошла биоконверсия лигнифицированной целлюлозы методом твердофазной ферментации (табл. 1).

Промышленное культивирование шампиньона двуспорового позволяет

Таблица 1. Состав шампиньонных субстратов и урожайность грибов

Вид субстрата	Субстрат, %						Урожай с 1 м ² , кг
	готовый			отработанный			
	протеин	зола	углеводы (растворимые)	протеин	зола	углеводы (растворимые)	
Солома, птичий помет 1:1 (контроль)	8,63	4,17	3,63	7,84	3,63	2,70	6,27
То же+пивная дробина 1:1:0,2	9,18	3,29	3,14	8,63	2,26	2,44	7,64
То же+стержни початков кукурузы 1:1:0,5	10,31	5,14	4,05	9,15	3,44	3,72	8,70
То же+гидролизный лигнин 1:1:0,5	12,63	3,87	3,87	10,05	2,03	3,19	8,05

получать ценный пищевой продукт, а способность агариковых грибов накапливать биомассу за счет использования растительных отходов с последующей утилизацией отработанных субстратов может найти применение при создании замкнутого экологического цикла [3, 5].

В последнее десятилетие предприняты попытки культивирования ксилотрофных базидиальных грибов рода *Pleurotus* (*P. eryngii*, *P. salignus*, *P. ostreatus*, *P. cornucopial sp.*, *P. floridae*), относящихся к числу наиболее быстрорастущих и перспективных для промышленного выращивания. Их широко культивируют в странах Европы, Азии и Северной Америки. Уровень мирового производства плодовых тел около 30 т в год [2].

В Молдавии исследования в этом направлении ведутся с 1980 г. Нами была разработана технология, которая включает следующие этапы: 1) измельчение составных частей субстратов до необходимой фракции с помощью установки с электродвигателем мощностью 100 кВт Ростовского ГСКБ производительностью 3 т/ч; 2) замачивание субстратов в течение суток с одновременным внесением защитной микрофлоры из рода *Bacillus sp.*; 3) обработку субстратов паром (t 100—120°C); 4) закладку готовых субстратов в мешки и инокуляцию их мицелием.

Через 2—3 недели после инокуляции блоки полностью зарастают мицелием, на 5—7-й день начинается формирование плодовых тел грибов. В период зарастания блоков мицелием, созревания субстратов, формирования плодовых тел создаются опти-

мальные для каждой стадии условия: температура, влажность, аэрация, а также интенсивность освещения.

Грибы рода *Pleurotus* отличаются интересной особенностью: плодовые тела лучше развиваются на вертикальной плоскости. В связи с этим блоки помещали на кольях, что способствовало массовому появлению плодовых тел. Исследуя физико-механический состав субстратов до инокуляции, в период плодообразования, после сбора урожая грибов, мы установили, что компоненты субстратов изменяют окраску, структуру, химический состав. Этому способствуют увлажнение, термическая обработка, предусмотренные технологией. Кроме того, процесс разложения сложных лигно-целлюлозных комплексов продолжается после инокуляции субстратов мицелием, за счет мощной ферментативной системы грибов рода *Pleurotus*. Высокий процент сухих веществ, зольных элементов, сахаров сохраняется в отработанных субстратах после сбора урожая грибов; сырой протеин независимо от вида субстрата возрастает в 2—3 раза (табл. 2). Кроме того, в процессе вегетации грибов рода *Pleurotus* происходит обогащение субстратов рядом биологически активных веществ [4, 6].

Расчет фактической экономической эффективности при выращивании вешенки обыкновенной интенсивным методом в совхозе «Прогресс» АПО «Виктория» показал, что урожай грибов в среднем составляет 40% от первоначальной массы субстрата. При полуторамесячном обороте культуры и размещении 0,25 т субстрата на 1 м² вегетационного помещения с этой

Таблица 2. Химический состав субстратов при культивировании грибов рода *Pleurotus*, %

Вид субстрата	До инокуляции мицелием				В процессе плодообразования				После сбора урожая (отработанный субстрат)			
	сухое вещество	зола	сырой протеин	сумма сахаров	сухое вещество	зола	сырой протеин	сумма сахаров	сухое вещество	зола	сырой протеин	сумма сахаров
Солома пшеничная	5,07	6,04	2,14	2,91	6,13	7,25	7,08	3,19	8,17	12,05	11,3	1,74
Стержни початков кукурузы	7,09	8,90	4,94	8,55	7,70	5,15	6,13	9,32	5,43	3,14	8,70	6,17
Обрезки виноградной лозы	5,13	4,94	4,50	6,25	6,34	4,74	5,85	8,29	4,64	3,43	7,64	5,58
Обрезки плодовых пород деревьев	4,27	6,78	3,32	7,30	5,15	3,47	6,13	7,84	2,75	1,29	8,85	4,70

площади можно получить 0,6 т грибов в год. При себестоимости 1 кг грибов 1,54 руб чистая прибыль составляет 13,54 руб, а уровень рентабельности — 87,7%.

Таким образом, промышленное культивирование высших съедобных базидиомицетов имеет широкие перспективы с точки зрения использования растительных отходов сельского хозяйства и промышленности, получения пищевого продукта с высоким содержанием белка, а также обогащенных белком и ферментами растительных кормов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биско Н. А. и др. Высшие съедобные базидиомицеты в поверхностной и глубоководной культуре. Киев, 1983.
2. Горленко М. В. // Микология и фитопатология. 1983. Т. 17. Вып. 3. С. 177—181.
3. Дудка Н. А. и др. Промышленное культивирование съедобных грибов. Киев, 1978.
4. Низковская О. П., Маттисон Н. Л. Высшие грибы и их физиологически активные соединения. Л., 1973.
5. Balazs S., Gyurko P., Koronczy J. et al. Combatermesztes. Mezogazdasagi Kiarlo. Budapest, 1973.
6. Eger G. // The biology and cultivation of edible mushrooms. New York, etc., 1978. P. 497—520.

Поступила 17.03.1986

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ШТИНЦА» ГОТОВИТСЯ К ВЫПУСКУ
В 1988 ГОДУ

БИОПРОДУКЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ-ОХЛАДИТЕЛЯХ ТЭС / М. З. Владимиров, М. П. Статова, Ф. П. Чорик и др. На рус. яз. 18 л. 2 р. 90 к.

В монографии изложены результаты многолетних исследований динамики состава, численности и биомассы основных групп растительных и животных гидробионтов Кучурганского водохранилища-охладителя Молдавской ГРЭС в условиях его интенсивного теплового воздействия. Анализируется структурно-функциональное состояние популяций гидробионтов, их биопродукционный потенциал. На примере Кучурганского водохранилища впервые для водоемов замкнутого цикла составлен биотический баланс, который может быть экстраполирован на другие водоемы-охладители юго-запада СССР.

Для специалистов рыбного хозяйства, гидробиологов, ихтиологов.

Заказы просим направлять по адресам: 277012. Кишинев, пр. Ленина, 148, магазин «Академкнига»; 277612. Кишинев, ул. Фрунзе, 65, магазин «Книга-почтой».

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

В. Д. ГАДЫРКА

ОПЫТЫ С ГЕОГРАФИЧЕСКИМИ ФОРМАМИ ЧЕРНОГО ТОПОЛЯ (*POPULUS NIGRA* L.)

Черный тополь (осоколь) — самый распространенный вид в роде тополь. Его перспективность как быстрорастущей и легко разводимой породы для интродукции и селекции послужила главной причиной проведения широкомасштабных исследований с образцами из различных географических районов европейской части СССР.

Исследования проводились в несколько этапов. На начальном этапе (с декабря 1982 г. по март 1983 г.) был собран материал для исследований в условиях интродукции, на остальных (посадка, ежегодные фенологические наблюдения, измерения прироста по годам и объема древесины по завершении экспериментов, летняя экспедиционная работа в природных условиях) работы велись параллельно и завершены в ноябре 1985 г.

Основные исследования осуществлялись в условиях экспериментального питомника Главного ботанического сада АН СССР со статистической обработкой результатов по принятой здесь методике (получение достоверных данных при составлении вариационных рядов из 25—30 образцов) [1]. Опыты были начаты с образцами из следующих географических районов: Чечено-Ингушская АССР, Молдавская ССР, Волгоградская и Ульяновская области. Через год к ним были добавлены образцы из Коми АССР, Архангельской и Закарпатской областей. Из табл. 1 видно, что лучшие результаты развития отмечены у растений из Молдавской ССР, Ульяновской и Закарпатской областей. Растения из Закарпатской области имели в возрасте 2 лет больший объем древесины, чем из остальных районов в возрасте 3 лет. Худшие результаты у растений из северных районов СССР. Растения из Чечено-Ингушской АССР и Волгоградской области имели показатели, близкие к общим средним.

Таблица 1. Прирост образцов черного тополя различного географического происхождения

Происхождение	1983 г.		1984 г.		1985 г.		V, см ³
	h, см	d, мм	h, см	d, мм	h, см	d, мм	
Чечено-Ингушская АССР	69	7,6	176	17,3	226	20,2	690
Молдавская ССР	86	8,6	177	18,0	260	22,3	910
Закарпатская обл.			105	12,2	213	25,2	1075
Волгоградская обл.	71	7,5	156	14,3	211	16,3	595
Ульяновская обл.	81	8,5	227	14,2	309	22,2	1015
Коми АССР			49	7,2	74	11,4	50
Архангельская обл.			20	4,9	71	10,1	50

Примечание: Деревья из Закарпатской и Архангельской областей и Коми АССР были посажены в конце 1983 г.

Объем древесины растений из Молдавской ССР (табл. 2) вычислялся только у образца с показателями, наиболее близкими к средним для соответствующих вариантов. Деревья при интродукции в более северные районы показали весьма своеобразный результат. Предполагалось, что они будут развиваться подобно растениям из Чечено-Ингушской АССР. Однако последние вымерзли в среднем на 49%, в то время как образцы из Молдавии только на 33%. Критерий достоверности средней арифметической с возрастом улучшался. Наблюдалось также улучшение коэффициента вариации и показателя точности опыта. Аналогичная закономерность выявлена по остальным вариантам. Через год опыты были повторены с использованием деревьев из другого юго-западного района — Закарпатской области. Поведение этих растений оказалось почти идентичным поведению образцов из Молдавской ССР. Полученные нами данные подтверждают существование по крайней мере 4 географических форм черного тополя в европейской части СССР: южной, юго-западной, центральной и северной.

Проведенные исследования указывают на весьма большой диапазон географической изменчивости черного тополя в европейской части СССР. Как и в других подобных исследованиях [2—5], в нашем эксперименте отмечался климатический характер изменчивости, которая коррелирует с географической широтой и климатическими факторами. В то же время резкие различия между растениями из Чечено-Ингушской АССР и Молдавской ССР говорят о том, что на размах внутривидовой изменчивости влияет не только географическая широта, но и индивидуальные особенности отдельных растений, связанные, как правило, с определенной экологической обстановкой [5].

Таблица 2. Прирост деревьев из Молдавской ССР

Параметры	h, см			d, мм			V, см ³
	1983 г.	1984 г.	1985 г.	1983 г.	1984 г.	1985 г.	
M	86	177	260	8,6	18,0	22,3	910
σ	32,8	38,9	40,3	3,3	4,0	4,8	
m	6,2	7,6	8,1	0,6	0,8	0,95	
t _m	13,8	24,4	32,1	14,3	22,5	23,5	
V, %	38,1	21,0	15,5	39,6	22,2	21,5	
P, %	7,2	4,1	3,1	7,0	4,4	4,2	

Примечание: M — средняя арифметическая, m — ошибка средней арифметической, σ — среднеквадратическое отклонение, t — критерий достоверности средней арифметической, V — коэффициент вариации, %; P — показатель точности вычисления средней арифметической, %.

П. А. КОВАЛЕВ

РЕГУЛЯЦИЯ ЦВЕТЕНИЯ ТОМАТОВ

2, 3, 5-ТРИОДБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ

2, 3, 5-Триодбензойная кислота (ТИБК) является, в определенной мере, функциональным аналогом флоригена, особенно для томатов [1]. В литературе недостаточно освещены условия выращивания, способствующие наступлению цветения у обработанных растений. Наличие таких данных позволило бы провести сопоставление ТИБК с компонентами естественного комплекса флоригена и совершенствовать методы регуляции цветения.

Материалы и методы

Выравненные проростки томатов сорта Новинка Приднестровья (позднеспелый, индетерминантный, для открытого грунта), полученные путем посева проросших семян с первичными корешками одинаковой длины и выбраковки проростков, отклоняющихся от среднего размера, выращивали в климатических камерах КТЛК 1250. Источником света были лампы NC 250-01 с максимумами излучения в области 534 и 632 нм. Световой (14 ч день и 10 ч ночь) и температурный (24°C днем и 16°C ночью) режимы выбирали по [5]. Исследовали уровни освещенности 5,5; 14 и 40 клк и концентрации ТИБК 25, 50 и 100 мг/л. Контролем служили необработанные растения.

Однократную обработку проростков проводили спустя 1—2 суток после освобождения семян от семенной кожуры; 20 мкл раствора наносили на апикальную часть. Далее растения выращивали 30 суток по 3 шт в вегетационном сосуде объемом 5 л. Часть растений в варианте с 5,5 клк была оставлена для наблюдений на 50 суток. Показатели цветения (число листьев до первой кисти, размер бутона или конуса нарастания, этап органогенеза) определяли по [1, 2] и измеряли спустя 7 и 30 суток после обработки.

Растения из Ульяновской и Закарпатской областей и Молдавской ССР с наилучшими результатами отобраны для дальнейшего изучения в условиях Ботанического сада АН МССР, так как черный тополь в Молдавии может быть использован при фитомелиоративных работах в пойменных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М., 1984.
2. Райт Дж. В. Введение в лесную генетику. М., 1978.
3. Скворцов А. К. // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1967. Т. 72. № 5. С. 11—27.
4. Скворцов А. К. // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1971. Т. 76. № 5. С. 72—81; № 6. С. 74—83.
5. Grant V. // Biol. Zentralblatt. 1977. V. 96. P. 129—139.

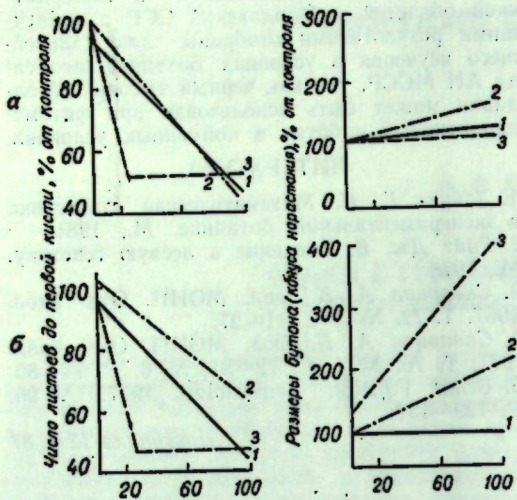
Поступила 12.06.87

Экспериментальные данные обрабатывали методами дисперсионного анализа. Если исследуемый фактор достоверно влиял на параметры цветения, зависимость аппроксимировали линейной функцией по методу наименьших квадратов. Зависимость числа листьев, сформировавшихся до первой кисти, от концентрации ТИБК при освещенности 40 клк построена по опытным точкам. Значимость функций оценивали по величине коэффициента корреляции [3]. Ошибки экспериментальных данных лежат в пределах 2—15% от средних значений.

Результаты и их обсуждение

В условиях низкой освещенности (5,5 клк) цветения не наблюдалось в течение всего эксперимента (50 суток). У опытных растений отмечены замедленное образование новых листьев и деформация имеющихся к моменту обработки. Эти явления наблюдаются до 30 суток включительно после обработки, однако через 50 суток опытные растения не отличаются от контрольных. При первом измерении (7 суток) обнаружено, что величина конуса нарастания обработанных растений несколько больше таковой у контрольных; эффект непродолжителен и через 30 суток различия не проявляются.

Функциональные зависимости параметров цветения от концентрации ТИБК и уровня освещенности приведены на рис. Максимальное развитие генеративных органов наблюдается в варианте 100 мг/л ТИБК, 40 клк. Число настоящих листьев, сформировавшихся до соцветия у опытных растений, было $4,4 \pm 0,5$ против $9,2 \pm 0,2$ у контрольных, размеры бутонов соответственно $10,2 \pm 1,0$ мм (VII—VIII этапы органогенеза) и $3,1 \pm 0,5$ мм (V—VI



Влияние 2,3,5-триодбензойной кислоты и освещенности на цветение томатов: а — 7 суток после обработки; б — 30 суток, Уровни освещенности: 1—5,5 клк; 2—14 клк; 3—40 клк; на оси абсцисс — концентрации ТИБК, мг/л

этапы). Нижняя граница освещенности, при которой ТИБК ускоряла развитие цветков, лежит в пределах 5,5—14 клк.

Легко заметить, что высокие дозы ТИБК (свыше 2 мкг) полностью подавляют образование новых листьев при всех уровнях освещенности. Дальнейшая дифференциация цветка прямо пропорциональна как концен-

Л. А. НАСТАС, В. В. БУЖОРЯНУ,
Г. Я. ҚИРИЯК

ВЛИЯНИЕ ВИРУСА ТАБАЧНОЙ МОЗАИКИ НА РЕПРОДУКТИВНУЮ СИСТЕМУ ГИБРИДОВ F₁ ТОМАТА, ПОЛУЧЕННЫХ ОТ ПОРАЖЕННЫХ РОДИТЕЛЕЙ

Ранее [1] нами сообщалось о влиянии нулевого штамма вируса табачной мозаики (ВТМ-0) на особенности протекания репродуктивных процессов у гибридов F₁ томата между мутантами 393 и 504. В этих опытах семена гибрида F₁ были получены на пораженных растениях. При механической инокуляции не было отмечено различий в восприимчивости к ВТМ-0 между потомством от здоровых и зараженных родительских форм. У растений, полученных от инфицированных вирусом родителей, выявлен небольшой процент передачи его семенами (до 2,3—3,6%). Поэтому в опыт были включены лишь те растения, которые не проявили никаких симптомов заболевания. Отсутствие вирусных частиц в них было подтверждено методами тест-растений, электронной и иммуноэлектронной микроскопии. У гибридного поколения, полученного от пораженных родителей и свободного от ВТМ-0, отмечены те же отклонения в протекании микроспоро- и гаметогенеза, что

трации ТИБК, так и уровню освещенности. Для этих процессов обработка ТИБК не заменяет потребности в свете.

В обычных условиях ингибирование образования листьев (конец II этапа), увеличение размера конуса нарастания (III этап) и начало дифференциации кисти (IV этап) проходят быстро [2] и локализованы в небольшом объеме апикальной меристемы. Это наводит на мысль о единых механизмах регуляции цветения. Однако приведенные данные подтверждают предположение об относительной автономности отдельных этапов и подэтапов образования цветка [4]. Вероятно, для начальных этапов достаточно эндогенных аналогов ТИБК, тогда как более поздние требуют комплекса факторов (ТИБК+свет).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бернье Ж., Кинг Ж.-М., Сакс Р. Физиология цветения. Т. I. Факторы цветения. С. 23—29; Т. II. Переход к репродуктивному развитию. М., 1985. С. 146—148.
2. Куперман Ф. М., Тер-Мануэлянец З. И.// Тр. по прикл. бот. ген. и селекции. 1983. Т. 81. С. 17—24.
3. Мальцев В. М. Математическое планирование металлургического и химического эксперимента. Алма-Ата, 1977.
4. Gottschalk W.//Botan. Studien. Jena, 1964. Н. 14. Р. 144—167.
5. Wittwer S. H., Aung L. H.//The induction of flowering. Some case histories. Melbourne, 1969. Р. 409—423.

Поступила 17.04.87

опыт были включены образцы F₁, гетерозиготные по гену Тм₁. В качестве материнских брались восприимчивые к ВТМ растения мутанта 393, отцовских — гомозиготные по гену Тм₁. Результаты диагностики вирусной инфекции в гибриде F₁ были отрицательными. Не была отмечена передача ВТМ-0 и семенами. При инокуляции гибридов F₁, полученных как от пораженных материнских растений, так и от здоровых, видимых симптомов заболевания не выявлено. Тем не менее у гибридов F₁, гетерозиготных по гену Тм₁, полученных при использовании в скрещивании вирусинфицированных растений мутанта 393, микроспоро- и гаметогенез протекал с некоторыми отклонениями по сравнению с контролем. Так, у гибридного потомства от больных родительских форм несколько выше частота интерстициальных хиазм (0,099±0,020 против 0,060±0,015 в контроле); наблюдается тенденция к повышению частоты мейоцитов с ослабленной конъюгацией хромосом и к возрастанию частоты ассоциаций из нескольких хромосом — мультивалентов, которые чаще всего были представлены цепоччатыми и кольцевыми тетравалентами. Процент клеток с нарушениями на завершающей стадии мейоза — тетрадах существенно выше (13,95±0,06) по сравнению с контролем (6,04±0,71). Уровень аномалий по всем фазам мейоза у опыт-

ных растений F₁ также был выше и равнялся 11,32±0,44%, тогда как у контрольных он составлял 6,15±0,47%. Отмеченные нарушения мейоза в микроспорогенезе привели к нарушению формирования пыльцы и снижению ее фертильности.

Таким образом, у гибридов F₁, полученных от пораженных родительских форм, отмечены существенные отклонения в микроспоро- и гаметогенезе по сравнению с гибридами, полученными от здоровых родителей. Вероятно, это связано с действием ВТМ-0 на вегетативные стадии развития, удаленные от мейоза. Однако не исключено, что в опытных растениях ВТМ мог присутствовать в форме, связанной с его семенной передачей, диагностика которой традиционными методами затруднительна [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Кирияк Г. Я., Бужоряну В. В., Настас Л. А.//Рекомбиногенез: его значение в эволюции и селекции. Кишинев, 1986. С. 255—257.
2. Шмыгля В. А., Макаев С. Ш., Актав С., Николаева О. И.//С.-х. биология. 1985. № 11. С. 43—47.

Поступила 15.04.87

Е. А. МЕХТИЕВА, В. И. САБЕЛЬНИКОВА,
А. Ф. ШИҚИМАКА, А. С. ЖИЖИНА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКТОВ МЕТАБОЛИЗМА АКТИНОМИЦЕТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА БИОПРЕПАРАТА КЛУБЕНЬКОВЫХ БАКТЕРИЙ

Продукты метаболизма актиномицетов обладают ценными качествами и широко применяются в животноводстве и растениеводстве [3]. Нами исследовалась культуральная жидкость (КЖ) *Actinomyces sporoverricosus* 7-274 в качестве средства, ингибирующего размножение мицелиальных грибов* и одновременно повышающего титр клубеньковых бактерий (КБ) в препарате [1].

Материалы и методы

Объектами исследования служили: 6—7-суточная КЖ — продукт метаболизма *Act. sporoverricosus* (получена на 3-х стандартных средах [2] и на разработанной в лаборатории среде — СР); 5 культур грибов рода *Penicillium*, выделенных нами из лигнина; 9 музейных культур грибов разных родов, выделенных и идентифицированных Л. М. Маржиной; 2 штамма — *Rhizobium japonicum* 6346 (получен из ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии) и шт. 9 (в составе коллекции ВНИИ сельскохозяйственной микро-

биологии шт. 9 зарегистрирован как шт. 641, выделен сотрудниками Отдела микробиологии АН МССР).

Ингибирующее воздействие продуктов метаболизма актиномицета на грибы определяли методом диффузии в агар с применением цилиндров. Величину зон задержки роста учитывали на 2—3-и сутки. Для выявления стимулирующего влияния на размножение клеток ризобий и ингибирующего — на рост грибов КЖ вносили в наполнитель — гидролизный лигнин (2,5%) одновременно с суспензией гриба *Penicillium fellutanum* и штамма (медленно растущих клубеньковых бактерий — МКБ) — 641 и 6346.

По величине титра МКБ и подавлению роста грибов определяли влияние продуктов метаболизма актиномицета на качество препарата.

Опыты на лигнине проводили по схеме:

1. Лигнин+культура МКБ (контроль).
2. Лигнин+культура МКБ+2,5% продуктов метаболизма актиномицета.
3. Лигнин+культура МКБ+культура гриба.
4. Лигнин+культура МКБ+культура гриба+2,5% продуктов метаболизма актиномицета.

* Представители посторонней микрофлоры на наполнителя-лигнина.

Таблица 1. Ингибирование роста мицелиальных грибов продуктами метаболизма *Act. sporoverricosus* 7-274 в зависимости от состава среды, мм

Культура	№ среды			
	2	3	4	CP
<i>Penicillium jellulanum</i>	0	16,2	17,1	12,1
<i>Penicillium expansum</i>	0	25,2	17,3	15,0
<i>Penicillium thomii</i>	0	17,0	0	16,4
<i>Aspergillus niger</i>	0	0	0	11,0
<i>Aspergillus ustus</i>	0	0	0	0
<i>Aspergillus ferricola</i>	0	11,2	0	14,8
<i>Fusarium nivea</i>	0	20,0	0	18,1
<i>Trichoderma lignorum</i>	0	15,8	0	0
<i>Rhizopus arrhisus</i>	0	16,2	0	0
<i>Penicillium</i> * № 1	0	19,6	16,7	27,4
" № 2	0	22,1	0	47,4
" № 3	0	11,0	0	17,7
" № 4	0	14,3	0	20,8
" № 5	0	21,4	0	21,9

* Выделены из гидролизованного лигнина, полученного на Бендерском биохимическом заводе.

Опыты закладывали на γ -облученном лигнине, расфасованном в полиэтиленовые пакеты по 0,25 г/порции с добавкой 3% технического мела; исходные влажность 28%, pH 7,4—7,5. Питательные добавки вносили в количестве: 1,5% мелассы, по 0,1% микроэлементов (Mo, Co), 2,5% продуктов метаболизма актиномицета в расчете на сухой лигнин.

Результаты и их обсуждение

Установлено, что накопление продуктов метаболизма культурой актиномицета зависит от состава среды и длительности культивирования. Из четырех испытанных питательных сред только на двух (глюкозо-меласной с

крахмалом и CP с кукурузной мукой, сухими дрожжами и минеральными солями) накапливались вещества, ингибирующие рост грибов.

Из данных табл. 1 видна зависимость ингибирующего влияния продуктов метаболизма актиномицета от состава среды. Максимальная величина зон ингибирования составляла 27,4—47,4 мм (CP) и 21,4—25,2 (среда № 3). Отмечено подавление роста грибов родов *Penicillium*, *Aspergillus* и *Fusarium*. 7-суточная КЖ оказывала большее ингибирующее действие, чем 6-суточная. Зона подавления роста грибов 6-суточной КЖ составляла у грибов рода *Penicillium* 6,3—39,6 мм, 7-суточной — 18,6—45,9 мм.

Учитывая стимулирующее влияние КЖ актиномицета на рост ризобий и ингибирующее на рост грибов, в дальнейшем 2,5% продуктов метаболизма вносили в наполнитель для изучения влияния их на жизнедеятельность МКБ и ингибирования искусственно вносимой культуры *Penicillium jellulanum*. Из табл. 2 видно, что продукты метаболизма актиномицета оказывали стимулирующее влияние на рост МКБ шт. 6346 и 641 с первого месяца хранения препарата. Титр клеток при добавлении 2,5% продуктов метаболизма увеличивался в 2—6 раз. Одновременно полностью или более чем в 3 раза по сравнению с контролем ингибировался рост искусственно внесенных грибов (IV вариант), а в III варианте (без антибиотика) их количество к 6-му месяцу хранения препарата возрастало многократно.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что продукты метаболизма *Act. sporoverricosus* обладают одновременно ингибирующим на грибы и стимулирующим на МКБ эффектом, имеющим важное значение при изготовлении биопрепарата ризолигнина. Выявлено также, что эффект обеспечивается длительностью культивирования актиномицета и составом питательной среды.

Таблица 2. Влияние продуктов метаболизма *Act. sporoverricosus* 7-274 на качество биопрепарата, полученного на основе ризобий, млрд/г

Вариант*	Микроорганизм**	штамм 6346						штамм 641							
		месяц хранения													
		иск.	1-л	2-л	3-л	4-л	5-л	6-л	иск.	1-л	2-л	3-л	4-л	5-л	6-л
I	A	0,04	1,51	5,48	7,03	13,8	10,0	0,92	1,30	3,60	7,64	12,85	14,7	10,3	12,1
	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	A	0,06	10,14	14,2	19,3	24,4	10,1	9,6	1,25	6,28	9,24	17,92	18,2	19,6	19,7
	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III	A	0,04	1,37	1,87	3,85	4,4	6,9	5,5	1,39	3,52	3,55	5,68	9,4	9,7	6,0
	B	0,03	0,48	2,8	2,8	3,0	5,7	8,1	0,046	0,2	0,3	0,62	1,0	4,6	8,1
IV	A	0,02	2,44	5,16	9,8	14,2	10,0	7,4	1,54	5,78	7,10	15,0	17,8	18,0	8,5
	B	0,001	0,02	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

* I — контроль (лигнин+меласса+микроэлементы), II — I вариант+2,5% КЖ; I — III вариант+1% суспензии гриба, IV — I вариант+2,5% КЖ+1% суспензии гриба.
** А — бактерии, Б — грибы.

ЛИТЕРАТУРА

- А. с. 1123293 СССР. МКИ³. С12.1/06. Средство для активации роста и повышения титра клубеньковых бактерий/Шикимака А. Ф., Сабельникова В. И., Мехтисва Е. А., Мохова Т. В. Оубл. 7.07.87. Бюл. № 21.
- Гаузе Г. Ф. Пути изыскания новых анти-

биотиков. М., 1961. С. 74—76.

3. Красильников Н. А. Микробные метаболиты как факторы подкормки животных/Тезисы докл. науч. конф. по применению микробных метаболитов в животноводстве. Кишинев, 1963. С. 3—7.

Поступила 06.06.85

Ж.-П. СИНГБО НЕДЕН, П. И. НЕСТЕРОВ

НОВЫЙ ВИД НЕМАТОДЫ *AFRITYLENCHUS BENINI* N. GEN., N. SP. (NEMATODA: RADOPHOLINAE), ВЫЯВЛЕННЫЙ В НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ БЕНИН

Диагноз нового рода *Afritylenchus* n. gen.: *Radopholinae*. Самки и самцы подвижные, нитевидные. Явный половой диморфизм выражен в структуре пищевода, размерах стилета и тела. Самцы лишены бурсальных крыльев и других придаточных половых органов.

Afritylenchus benini n. sp. (рис., а—ж).
Голотип: самка — L=0,404 mm; a=28; b=3,0; c=22,4; V=68,6%.
Паратипы (10)♀: L=0,395—0,415 mm; a=26,1—29,0; b=2,9—3,4; c=19,2—22,8; V=67—75%.
Самцы (8)♂: L=0,330—0,352 mm; a=20,2—27,0; b=3,5—3,8; c=12,8—15.

Мелкие нематоды с выраженным половым диморфизмом. Кутикула тонкокольчатая, в боковых полях четыре инцизуры, экскреторная пора на 0,5—1 диаметра тела позади метакорпального бульбуса. Гемизонид хорошо заметен перед экскреторной порой.

У самки ширина кутикулярных колец составляет 1,3 мк. Головная капсула высокая, хорошо укрепленная хитинизированным шестилучевым сводом. Стиллет сравнительно крупный — 17,5—19,5 мк. Базальные головки стилета крупные, округлые, слегка опущенные. Проток спинной пищеводной железы открывается в просвет пищевода позади стилета на расстоянии 1/3 его длины. Прокорпус пищевода цилиндрический, метакорпальный бульбус мускулистый, хорошо развитый, почти сферической формы с широкой полостью клапанного аппарата (рис., а). Железистая часть пищевода несколько длиннее прокорпуса, имеет мешковидную конфигурацию. Пищеварительные железы включены в ткань пищевода. Дорзальная пищеводная железа развита сильнее, чем остальные, и интенсивнее окрашивается полихромной синькой, чем латероventральные. Ядра всех желез хорошо просматриваются при большом увеличении светового микроскопа.

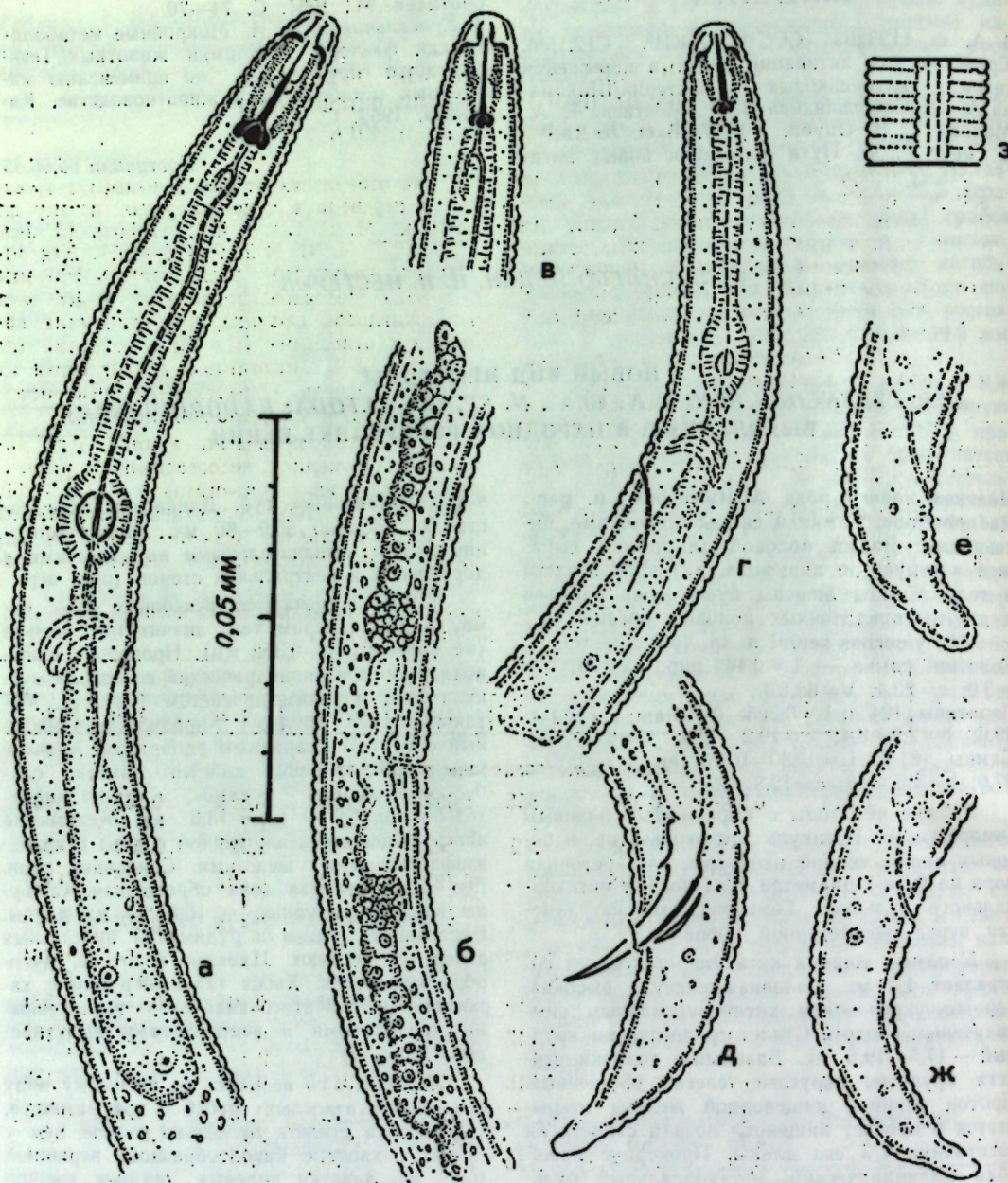
Нервное кольцо расположено позади метакорпального бульбуса на расстоянии менее 1/2 диаметра тела на этом уровне. Половая система парная. Яичники олигопропаторные, прямые, оппонирующие расположенные. Вульва перпендикулярна прямой оси тела без

четко выраженных губ. Длина яичников составляет обычно 55,9—60 мк. Хвост тупоконический с незначительными выпуклостями с дорзальной и вентральной сторон (рис., ж).

Самцы встречаются несколько реже самок и по размерам тела значительно мельче (не более 0,330—0,352 мм). Прокорпус пищевода у самцов цилиндрический со слабой мускулатурой и узким просветом (рис., з). Метакорпальный бульбус продолговато-овальный с мелким клапаным аппаратом. Арочное укрепление головной капсулы заметно слабее развито, чем у самок, а стиллет значительно короче — 11,5—13,5 мк. Железистая часть пищевода мешковидной формы с интраэзофагеальными железами. Семенник один. Его герминативная зона обращенная. Спиккулы парные, крупные — 16,5—17 мк длины. Бурсальные крылья и рудименты бурсальных ребер отсутствуют. Имеется короткий, дугообразный рулек. Хвост тупоконический с характерными для этого вида слабо выраженными дорзальными и вентральными выпуклостями (рис., д).

Личинка 4-го возраста по внешнему виду напоминает взрослых особей с той разницей, что головка стилета несколько мельче, чем у самок, а хвост с куполообразной вершиной (рис., е). Зачатки половых органов хорошо выражены. Встречаются в большом количестве (25—30% от всех выявленных особей).

Дифференциальный диагноз. По общей конфигурации и структуре тела новый вид нематоды *Afritylenchus benini* n. sp. напоминает виды рода *Pratylenchoides* (мелкие размеры тела, тупоконический хвост, парная половая система самок, мощный стиллет и др.). Однако структура пищевода, отсутствие бурс и других супплементарных половых придатков у самцов *Afritylenchus benini* n. sp. отличают этот вид от всех известных представителей рода *Pratylenchoides*. Таким образом, морфоанатомические особенности выявленного нового вида нематоды явились основанием для описания нового рода *Afritylenchus* n. gen., типичным видом которого является *A. benini* n. sp.



Afritylenchus benini n. sp.: а — передний отдел тела самки, б — половые органы самки, в — головной конец тела личинки 4-го возраста, г — передний отдел тела самца, д — задний конец тела самца, е — хвостовой отдел тела личинки 4-го возраста, ж — хвост самки, з — исчерченность кутикулы

Самки, самцы и личинки всех возрастов *Afritylenchus* n. sp. обнаружены в ризосфере и корневой системе томатов и огурцов в Народной Республике Бенин в окрестностях г. Порто-Ново. Образует крупные популяции. Фитогельминт специфичного патогенного эффекта наряду с видами рода Мелойдогина

является серьезным вредителем овощных культур.

Голотип и паратипы *Afritylenchus benini* сохраняются в лаборатории фитогельминтологии Института зоологии и физиологии АН МССР.

Поступила 24.07. 87

ОПТИМИЗАЦИЯ СООТНОШЕНИЯ ОБЪЕМОВ γ-ГЛОБУЛИНОВ И ЩЕЛОЧНОЙ ФОСФАТАЗЫ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ИХ КОНЬЮГАТА

Имуноферментный анализ — один из наиболее чувствительных и доступных методов в современной иммунохимии. Однако для его применения необходимы высококачественная γ-глобулиновая фракция и ее конъюгат с подходящим ферментом. Подбору оптимальных соотношений реагентов и посвящена данная работа.

Для этого была использована γ-глобулиновая фракция в концентрации 1 мг/мл (полученная нами ранее из антисыворотки к вирусу некротической кольцевой пятнистости косточковых с титром 1:256) и щелочная фосфатаза фирмы «Беренгер» ФРГ (2460 U/mg; 12300 U/ml).

Щелочную фосфатазу осаждали из суспензии центрифугированием в течение 15 мин при 3,5 тыс. об/мин и далее проводили диа-

лиз для избавления от следов сульфата аммония и перевода в трис-буферную систему по методике M. F. Clark, A. N. Adams (J. Gen. Virol. 1977. V. 34. N 2. P. 475—483). Для получения конъюгата расходовалось 200 мкл суспензии щелочной фосфатазы и 400 мкл γ-глобулиновой фракции, что принимали далее за соотношение 1:1. Таким образом мы приготовили 9 конъюгатов и для проверки их качества провели одновременный иммуноферментный анализ по указанной методике.

Результаты приведены в табл. Для нанесения на плашку использовали 5 различных разведений конъюгатов: 1/125, 1/250, 1/500, 1/1000, 1/2000. В верхней части каждой клетки представлено значение экстинкции отрицательного контроля, а в нижней — поло-

Сравнение качества конъюгатов, полученных при различных соотношениях γ-глобулинов и щелочной фосфатазы

Разведение конъюгата	Конъюгаты								
	1:1	1:2	1:3	1:4	1:8	1:16	1:32	1:64	1:2:1
	Глобулины разведены в 500 раз								
1:125	0,974	0,590	0,937	0,555	1,632	0,756	0,615	0,261	1,907
	>2	>2	>2	>2	>2	1,4	1,7	1,5	>2
						1,055	1,025	0,393	
1:250	0,492	0,477	0,398	0,347	0,722	0,350	0,292	0,195	0,411
	>2	>2	4,8	>2	2,1	1,9	1,4	1,3	>2
			1,919		1,518	0,680	0,425	0,250	
1:500	0,424	0,310	0,230	0,205	0,528	0,204	0,191	0,164	0,264
	>2	5	6	5,9	2,1	2,1	1,6	1,0	6
		1,541	1,381	1,219	1,121	0,420	0,301	0,170	1,571
1:1000	0,226	0,193	0,236	0,143	0,383	0,141	0,140	0,108	0,162
	6,4	5,6	5,4	5,9	2,4	1,6	2,2	1,3	7
	1,452	1,071	1,270	0,845	0,920	0,231	0,308	0,140	1,138
1:2000	0,138	0,170	0,118	0,097	0,121	0,122	0,131	0,106	0,095
	4,5	4,3	4,3	4,7	2,8	1,4	1,9	1,6	5,5
	0,621	0,727	0,503	0,452	0,335	0,165	0,252	0,122	0,521
	Глобулины разведены в 10 000 раз								
1:125	0,845	0,380	0,618	0,370	0,845	0,369	0,311	0,143	0,850
	>2	>2	>2	>2	2,3	1,7	2,3	1,8	>2
					1,838	0,641	0,726	0,254	
1:250	0,370	0,318	0,275	0,221	0,382	0,232	0,154	0,111	0,317
	>2	6,3	6,4	8	2,6	2	3,1	1,8	>2
		1,990	1,759	1,757	0,976	0,462	0,472	0,194	
1:500	0,301	0,184	0,155	0,139	0,245	0,145	0,140	0,097	0,236
	6,7	7,8	7,4	7,1	2,7	2,2	2,3	1,2	6,8
	2,0	1,429	1,142	0,986	0,672	0,318	0,318	0,117	1,606
1:1000	0,180	0,156	0,121	0,103	0,243	0,131	0,099	0,081	0,166
	7,4	6,1	6,1	6,9	2,4	1,3	1,9	1,3	7
	1,333	0,988	0,741	0,707	0,592	0,165	0,184	0,103	1,169
1:2000	0,116	0,125	0,092	0,085	0,113	0,094	0,082	0,081	0,061
	5,1	5,8	4,3	4,8	2	1,3	1,7	1,1	4,4
	0,590	0,729	0,398	0,405	0,223	0,122	0,139	0,085	0,266

жительного. Для наглядности между ними поставлено частное от деления значения экстинции положительного контроля на отрицательный. При получении конъюгата наиболее приемлемым является разведение γ -глобули-

нов 1/4 (1600 мкл γ -глобулиновой фракции на щелочную фосфатазу, полученную из 200 мкл суспензии).

Поступила 30.03.87

А. М. РЕЙНБОЛЬД, Г. В. МОРАРЬ, Г. С. ПАСЕЧНИК,
Д. П. ПОПА

S-ЭТИЛЕНЗАМЕЩЕННЫЕ ИЗОТИОМОЧЕВИНЫ И ИХ РОСТИНГИБИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ

Среди регуляторов роста растений, обладающих ингибиторным действием, отмечены соединения сравнительно простого строения, которые формально могут быть рассмотрены как 1,2-дизамещенные этилена. К ним относятся, например, ретардант хлорхоллинхлорид, продукт этилена — 2-хлорэтилфосфоновая кислота, 2-галогенэтилгидразиний галогениды [1], а также некоторые производные 1,2-S, S'-этилензамещенные бисизотиомочевины [2]. В связи с этим представляет интерес дальнейший поиск перспективных веществ в данном ряду. В настоящем сообщении приведены результаты синтеза и изучения биологической активности четырех S-этилензамещенных изотиомочевин (I—IV), относящихся к этому типу производных.

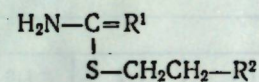
Соединение (I) получено как побочный продукт реакции по способу [2] наряду с описанной ранее 1,2-S, S'-этиленбис-(N³-карбэтоксинизотиомочевинной) (V). Строение его подтверждено элементным анализом и спектральными методами. Так, в ИК-спектре обнаружены полосы колебаний C=N связи (1630 см⁻¹), а также валентных колебаний карбониллов двух карбэтоксигрупп (1660, 1680 см⁻¹). Присутствие последних подтверждено также и ПМР-спектрами, снятыми в СДCl₃ и ДДМСО. Если в СДCl₃ метилы этоксигрупп магнитно эквивалентны, то в ДДМСО их сигналы расщепляются на два триплета при 1,20 и 1,32 м. д. Метиленовые протоны этоксигрупп проявляются в виде четырехпротонного секстета при 4,0 м. д. Узкий четырехпротонный мультиплет при 3,1 м. д. отнесен к протонам двух метиленовых групп, связанных с атомами серы. В спектре (I), как и в спектре (V), при 8,0 м. д. проявляется соответствующий двухпротонный сигнал NH₂-группы.

Все приведенные данные свидетельствуют о том, что лишь одна из двух карбэтоксигрупп соединения (I) связана с азотом молекулы изотиомочевины. В случае же нахождения и другой карбэтоксигруппы при втором атоме азота в спектре вместо сигнала при 8,0 м. д. должен был проявиться сигнал NH-протона в области 12 м. д., как в модельной N, N'-карбэтоксин-S-метилизотиомочевине. Следовательно, вторая карбэтоксигруппа в молекуле (I) должна быть связана с серой и являться частью системы — S—CH₂—CH₂—S—COOC₂H₅. Этот вывод подтверждается масс-спектрами соединения (I). Как и в спектре (V), здесь отсутствует пик молекулярного иона, а в области наибольших массовых чисел наблюдаются пики 235, 207, 175 м/е, которые отнесены к ионам

(M—OC₂H₅)⁺, (M—COOC₂H₅)⁺ и (M—SCOOC₂H₅)⁺ соответственно.

Образование этого соединения можно представить как превращение 1,2-S, S'-этиленбистурионий бромид в промежуточную 2-меркаптоэтилзотиомочевину, которая далее ацилируется до конечного продукта.

Соединение (II) получено без осложнений по методу [3] с исходными тиомочевинной и дибромэтаном в разбавленном растворе этанола с тетрагидрофураном. Соли (III) и (IV) синтезированы из тиомочевины нагреванием с этиленбромгидрином или хлорхоллинхлоридом.



- I. R¹=NCOOC₂H₅; R²=SCOOC₂H₅;
II. R¹=NH·HBr; R²=Br;
III. R¹=NH·HCl; R²=N(CH₃)₃·Cl⁻;
IV. R¹=NH·HBr; R²=OH;
V. R¹=NCOOC₂H₅; R²=S—C(NH₂)=NCOOC₂H₅.

Ростингибирующую активность соединений (I—IV) испытывали в тестах изменения длины проростков пшеницы и ячменя (в сравнении с описанным соединением (V) и этаноном — хлорхоллинхлоридом). Как видно из табл., наиболее активное соединение (I) ингибирует рост обеих культур сильнее, чем ССС. Соединения же (II) и (IV) обнаруживают относительно слабые ростингибирующие свойства и как ингибиторы роста интереса не представляют. Соль (III) — производное хлорхоллинхлорида — ингибирует рост пшеницы аналогично эталону, но обладает относительно меньшей активностью на ячмене.

Действие S-этилензамещенных изотиомочевин на длину проростков пшеницы и ячменя, % к контролю

Соединение	Пшеница						Ячмень		
	концентрация, мг/л								
	200	400	800	200	400	800			
I	69,3	39,8	31,0	87,0	57,1	0			
II	103,4	95,9	89,3	100,1	72,6	62,9			
III	87,6	80,7	76,2	82,2	73,2	65,4			
IV	99,0	92,6	91,8	—	79,4	76,2			
V	91,3	78,5	63,1	95,6	89,4	58,5			
ССС	84,4	78,8	77,4	64,3	57,7	52,9			
Контроль (вода)	100	100	100	100	100	100			

Экспериментальная часть

ИК-спектры снимали на спектрометре Sprecord-75 в вазелиновом масле, ПМР-спектры — на приборе Tesla-467, 8-шкала, внутренний стандарт — ТМС, масс-спектр на МХ-1320.

3-Карбэтоксин-S-[2-(карбэтокситио)этил]изотиомочевина (I). К раствору 8 г 1,2-S, S'-этиленбистурионий бромид в 24 мл воды при перемешивании и охлаждении (0°C) добавили 8 мл 15% NaOH и небольшими порциями — 3,2 г этилового эфира хлоругольной кислоты. Смесь разбавили водой до 100 мл и экстрагировали хлороформом.

Хроматографией хлороформного экстракта на силикагеле в хлороформе получили 0,7 г соединения (V) и 0,6 г — (I) в виде белых кристаллов с т. пл. 66—69°C (из ацетона). ИК-спектр (см⁻¹): 1630 (C=N), 1660, 1680 (COOC₂H₅), 3280, 3400 (NH₂). ПМР-спектр (СДCl₃, м. д.): 1,30 т. (6H, 2CH₃); 3,20 м. (6H, SCH₂CH₂S); 4,22 пентет (4H, 2CH₂); 7,72 широкий м. (2H, NH₂). ПМР-спектр (ДДМСО, м. д.): 1,20; 1,32, 2 т. (6H, 2CH₃); 3,10 м. (4H, SCH₂CH₂S); 4,08 секстет (4H, 2CH₂); 8,75 м. (2H, NH₂). Масс-спектр m/z (I_m): 235 (100), 207 (95), 175 (100), 166 (85), 150 (100), 133 (95), 120 (85), 115 (100), 107, 104 (100). Элементный анализ — найдено, %: С 38,57; Н 5,71; N 10,04; S 21,85. Вычислено, %: С 39,11; Н 5,88; N 9,68; S 21,16. C₉H₁₆N₂S₂O₄. М. В. 280,17.

2-(2-Хлорэтил)тиурионий бромид (II). Смесь 2 г тиомочевины, 80 г дибромэтана, 300 мл сухого этанола, 100 мл тетрагидрофурана кипятили с обратным холодильником в течение 3 ч. После охлаждения до 0°C отфильтровали от осадка. Маточник упарили в вакууме и перекристаллизовали дважды из смеси этанол—эфир. Получили 4,1 г (59% в

расчете на тиомочевину) белых кристаллов, т. пл. 159°C. Найдено, %: С 13,98, Н 3,07; N 10,72. Вычислено, %: С 13,65; Н 3,03; N 10,61. C₃H₅Br₂N₂S.

S-(2-N, N, N-триметиламмониетил)тиурионий дихлорид (III). Мелко растертую смесь 0,5 г тиомочевины и 1,5 г кристаллического хлорхоллинхлорида нагревали при температуре 90°C в течение 2 ч. Спешущую массу перекристаллизовали из метанола. Получили 1,0 г (65%) белых гигроскопичных кристаллов с т. пл. 194—197°C. ИК-спектр (см⁻¹): 1630 (C=N), 3230 (NH₂). Найдено, %: С 30,89; Н 7,34; N 17,53. Вычислено, %: С 30,90; Н 7,29; N 18,02. C₆H₁₇Cl₂N₃S.

2-(2-Гидроксэтил)тиурионий бромид (IV). Смесь 5 г тиомочевины и 4,6 мл этиленбромгидрина нагревали 1 ч при 40°C и 6 ч при 60°C. Смесь разбавили 30 мл метанола и нагревали в течение 20 мин с обратным холодильником, охладили. Осадок отфильтровали, промыли метанолом, сушили. Получили 11,0 г (83%) белых кристаллов с т. пл. 83—85°C. ИК-спектр (см⁻¹): 1060, 1640, 3200. Найдено, %: С 17,67; Н 4,60; N 13,79. Вычислено, %: С 17,91; Н 4,47; N 13,93. C₃H₉BrN₂OS.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рейнбольд А. М. //Агрохимия, 1986. № 5. С. 116—133.
2. Рейнбольд А. М., Морарь Г. В., Попа Д. П. //Изв. АН МССР. Сер. биол. и хим. наук. 1986. № 4. С. 71—72.
3. Ткаченко С. Е., Сальников Д. И., Лыс Я. И., Федосеев В. М., Чурилик В. С. //ЖОрХ. 1983. Т. XIX. Вып. 5. С. 988—994.

Поступила 16.07.87

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ЛТИИИЦА» ГОТОВИТСЯ К ВЫПУСКУ В 1988 ГОДУ

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОЙ КУЛЬ- ТУРЫ / Под ред. Г. В. Шинкачу. На рус. яз. 10 л. 1 р. 60 к.

В сборнике научных трудов рассматриваются некоторые аспекты роста и развития плодовых культур в условиях интенсивного возделывания. Излагаются результаты изучения роли природных и синтетических регуляторов роста, органических кислот, азотного и углеводного обмена в заложении репродуктивных органов. Показаны пути управления и повышения продуктивности растений. Для физиологов, биохимиков, специалистов сельского хозяйства.

Оформление заказа см. на с. 59.

НАУЧНЫЕ ДИСКУССИИ

Н. С. БАЛАУР

ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ*

В свете решений майского (1982 г.) Пленума ЦК КПСС и XXVII съезда КПСС дальнейшая интенсификация сельскохозяйственного производства должна быть сопряжена с природоохранностью и ресурсоэкономностью, т. е. с созданием энергосберегающих технологий. Обеспечение прироста урожайности сельскохозяйственных культур может быть связано как с созданием новых сортов, так и с более полной реализацией адаптивного потенциала возделываемых растений, что, как известно, требует значительных затрат энергетических ресурсов [1, 3, 4, 7, 12, 25, 27, 33—39].

нологий возделывания на основе энергетического анализа позволяет их значительно сократить. Анализ процессов энергообеспечения надземной части и корней (рис. 2) показывает, что затраты энергии на создание единицы биомассы в неблагоприятных условиях среды превышают накопление потенциальной энергии в ней. Об этом свидетельствует и коэффициент энергетической эффективности. А это в конечном счете, по-видимому, отражается на урожайности растений (табл. 1).

Именно эта ситуация, а также всеобщее

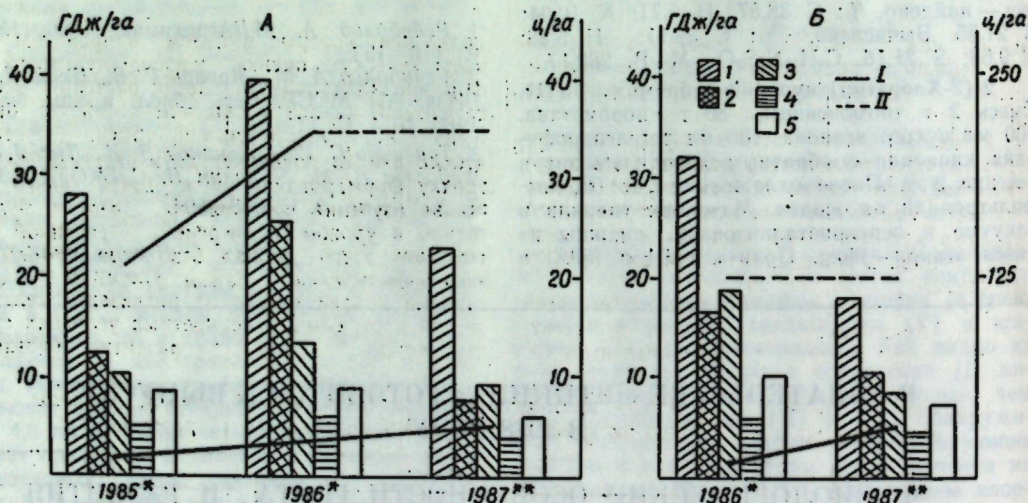


Рис. 1. Энергетический анализ технологий возделывания мягкой озимой пшеницы (А) и сахарной свеклы (Б):

1 — энергоёмкость технологии в целом; 2 — энергоёмкость удобрений; 3 — энергоёмкость только технологических операций; 4 — косвенные (трактора, машины, механизмы) затраты только на выполнение технологических операций; 5 — прямые (топливо) затраты только на выполненные технологических операций. I — коэффициент энергетической эффективности; II — урожайность

* — фактические затраты.
** — оптимизированные технологии.

На рис. 1 представлена структура энергетических затрат на возделывание мягкой озимой пшеницы и сахарной свеклы в совхозе им. М. В. Фрунзе Черненковского района Молдавской ССР. Как видно, затраты невозобновляемых источников энергии на гектар достаточно высоки. Однако оптимизация тех-

* Публикуется по решению Ученого совета Института физиологии и биохимии растений АН МССР от 24 марта 1987 г.

понимание, что энергетические ресурсы не беспредельны, а сельскохозяйственное производство — энергоёмкая отрасль, ставит на всех уровнях задачу не только научиться управлять адаптивным потенциалом растений, но и найти энергоэкономные пути, т. е. получать максимальные урожаи при сохранении или даже уменьшении энергетических затрат. Ее решение требует системного подхода, который позволял бы количественно описывать функциональное состояние растительного ор-

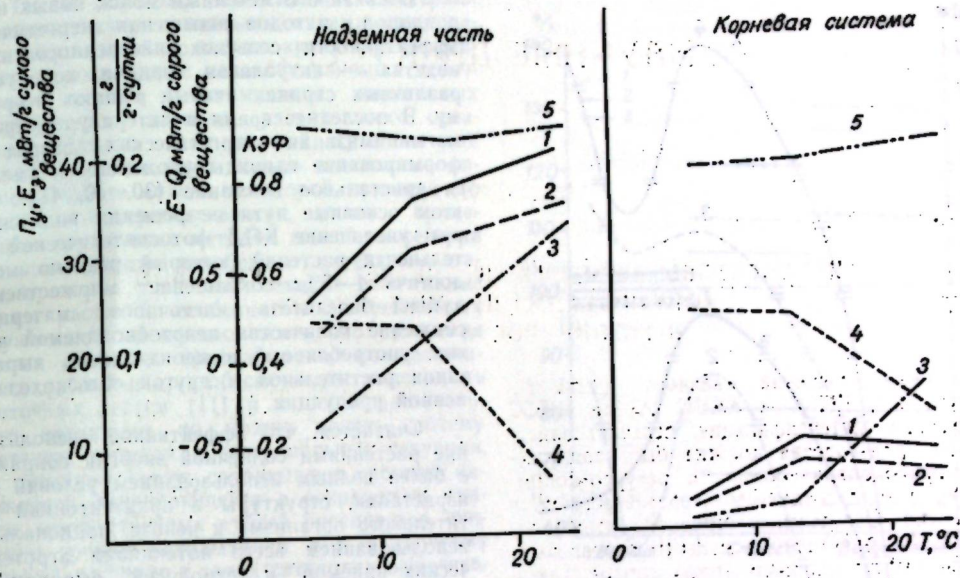


Рис. 2. Энергетическая оценка ответной реакции растений кукурузы на воздействие пониженных температур:

1 — удельная скорость энергетических затрат на биосинтез (E₃); 2 — удельная скорость накопления потенциальной энергии (Π_у); 3 — удельная скорость накопления потенциальной энергии (Π_у); 4 — энергетический баланс (E-Q); 5 — коэффициент энергетической эффективности (КЭФ)

ганизма как целостной системы и только на этой основе разрабатывать энергоэкономные способы и приемы более полной реализации адаптивного потенциала растений. Такой подход, исходя из необходимости разработки энергоэкономных технологий, должен быть энергетическим, ибо только в этом случае можно обеспечить системное описание растительного организма как целостной системы и количественно оценивать изменения в системе «растение—среда» [17, 21, 22, 25].

Анализ имеющейся информации по этой проблеме показывает, что сегодня существуют три утвердившихся фундаментальных на-

правления, которые в целом направлены на энергетическую оценку жизнедеятельности и формирования продуктивности растений: энергетический анализ в сельском хозяйстве, биоэнергетика и энергетический обмен. Энергетический анализ позволяет дать энергетическую оценку формирования урожайности только на основе изучения соотношения энергии, полученной в урожае, с энергией, затраченной на создание этого урожая без учета процессов энергообеспечения в самом растительном организме в зависимости от реализации генетической программы в конкретных условиях среды. Можно сказать, что развитие биоэнер-

Таблица 1. Структура урожая и продуктивность растений мягкой озимой пшеницы, подвергнутых воздействию экстремальных условий. (среднее по 15-растениям*)

Сорт, вид	Высота, см	Главный стебель			Масса, г		
		длина, см	количество		зерна с колоса главного побега	1000 зерен	
			колосков	зерен			
Безостая 1	1	75,4	10,4	17,4	35,4	1,4	49,0
	2	71,7	10,9	17,9	34,0	1,6	48,5
	3	62,0	9,0	17,0	27,0	1,3	42,5
Эритроспермум 127	1	81,8	14,2	15,0	38,0	2,2	49,2
	2	71,1	13,4	15,2	36,0	1,9	45,5
	3	74,8	10,7	15,0	23,0	1,1	42,0
Tr. macha Dek. et Men	1	90,8	12,2	27,1	55,0	2,7	42,0
	2	80,7	10,3	22,0	45,0	2,3	35,7
	3	80,1	10,8	26,0	36,0	1,4	35,7
Tr. spelta L.	1	88,8	12,1	16,0	34,0	2,1	43,0
	2	84,3	13,2	15,0	35,0	1,7	40,7
	3	75,7	15,5	17,0	21,0	0,6	35,5

Условные обозначения: 1 — контроль; 2 — растения, подвергнутые воздействию отрицательных температур в фазе трубкования; 3 — растения после действия высоких положительных температур в фазе цветения.
* Этот и другие опыты в 3-х повторностях.

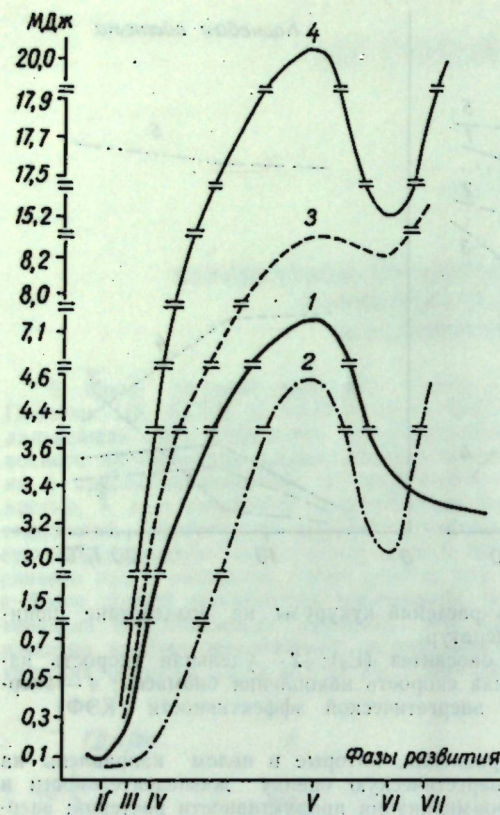


Рис. 3. Характер изменения энергетических затрат в онтогенезе мягкой озимой пшеницы: 1 — липиды, 2 — белки, 3 — углеводы, 4 — сумма. Фазы развития: II — 3-й лист; III — кушение; IV — трубкование; V — колошение; VI — цветение; VII — молочно-восковая спелость

гетики идет в основном по пути познания молекулярных механизмов трансформации энергии вне взаимосвязи с энергетическими затратами на входе в систему «растение—среда». В то же время известно, что энергетический обмен в основном отражает качественный характер жизнедеятельности растительного организма и может служить, по-видимому, индикатором для отдельных процессов и реакций растений на изменение условий окружающей среды.

Как видно, «энергетические» направления исследований развиваются самостоятельными путями, оставляя вне сферы своих исследований растительный организм как целостную, интегрированную систему во взаимосвязи с условиями среды, что является, на наш взгляд, принципиально важным и непременным условием разработки вопросов энергоэкономного экзогенного регулирования адаптивного потенциала растений. Достаточно указать, что при высоких скоростях только процесса азотфиксации у растений сои 50% энергии дыхания корней расходуется на этот процесс [30], а увеличение выхода продукции в целом для сельского хозяйства на 1% требует увеличения энергетических затрат на 2—3% [23].

В связи с отмеченным поиском новых путей, подходов и методов повышения энергетической эффективности сельскохозяйственного производства — актуальная задача, которую в различных странах ученые решают по-разному. В последнее время в литературе проблеме минимизации энергетических затрат на формирование единицы урожайности уделяется пристальное внимание [30, 40, 41]. При этом основные пути ее решения видятся через: увеличение КПД фотосинтетической деятельности растений, который реально может достичь 4—5%; сокращение множественных дублей биосинтеза клеточного материала; снижение количества невозобновляемой энергии, употребляемой в производстве, выращивании растительной и другой сельскохозяйственной продукции.

Считается, что эффективное использование растениями солнечной энергии сопряжено с более полным использованием условий произрастания, структуры и архитектоники растительного организма и ценоза, рациональным использованием всего потенциала агротехнических приемов и технологий выращивания растений. В решении этих вопросов особое место отводится генотипу. Это генетическая и селекционная проблема, предусматривающая создание форм растений с прямыми листьями, скороспелых и толерантных сортов, эффективнее использующих воду и удобрения и способствующих связыванию большего количества солнечной энергии.

Надежды ученых связаны с открывающимися возможностями снижения у растений фотодыхания, что может привести, по-видимому, к экономии энергии. Последнее может быть направлено на получение дополнительного урожая. На это нацелены и поиски тех ученых, которые при помощи методов генной инженерии предполагают создание сортов растений со сведенными к минимуму энергетическими затратами на биосинтез клеточного материала. Такой путь предусматривает сокращение, в первую очередь, множественных копий ДНК в хлоропластах и митохондриях, так как синтез нуклеиновых кислот — энергетически дорогой процесс; сведение к минимуму затрат на темновое дыхание, прорастание семян, в начале развития проростков, перераспределение части повторяющейся ДНК генома, сокращение количества листьев и других частей растительного организма. Среди методов, направленных на снижение энергетических затрат, выдвигаются также методы ингибирования процессов нитрификации; замены минеральных удобрений другими, например, органическими и зелеными удобрениями; повышения азотфиксирующей способности бобовых культур и расширение при помощи генной инженерии спектра сельскохозяйственных культур, способных фиксировать и использовать азот атмосферы и др.

В последнее десятилетие обращается также особое внимание на необходимость и возможность сокращения количества потребляемых в сельском хозяйстве невозобновляемых источников энергии, которого можно достигнуть главным образом за счет оптимизации потребления топлива, рационального использования техники, удобрений, химических средств защиты растений и др. [3, 4, 29].

Таким образом, приведенный материал показывает, что основными путями сокращения энергетических затрат являются оптимизация и сокращение невозобновляемых источников энергии и оптимизация эндогенных энергетических потоков растительного организма. Однако если первый путь сегодня реален — необходимы только адекватные оптимизационные модели, то второй, при всей его несомненной перспективности, связан с применением трудоемких методов генной инженерии и о последующем неизбежно длительном этапе проверки того, как поведут себя новые формы растений, особенно в экстремальных ситуациях. Если предположить, что изменения в этих системах (фотодыхание, множественность дублей и др.) обеспечивают надежность клеточных систем [11] и в целом растительного организма, то можно понять, почему растения, попадая в экстремальные ситуации, не погибают сразу: срабатывают системы надежности, выражающейся в сокращении, скажем, множественных дублей биосинтезов, снижении уровня фотодыхания и т. п. Другими словами, растение в таких ситуациях осуществляет, по-видимому, биосинтез минимального количества клеточных компонентов, а создавшийся таким образом запас энергии направляет (перераспределяет) на сиюминутные нужды. Продолжая в этом плане гипотетический анализ, можно прийти к выводу, что вновь созданные формы растений с уже сведенным к минимуму количеством отдельных параметров за счет которых теоретически можно получить запас энергии и за счет этого — дополнительный урожай, оказавшись в экстремальных ситуациях, вообще не дадут урожая. Это может возникнуть тогда, когда дубли (система надежности) уже будут сокращены и возможности саморегуляции жестко ограничатся. Поэтому, по-видимому, более реальным подходом на первых этапах разработки энергосберегающих технологий являлся бы отбор эволюционно сложившихся энергоэкономных генотипов, способных при меньших энергетических затратах метаболической энергии формировать оптимальную продуктивность. Следует отметить, что генотипы с более энергоэкономной системой будут отвечать вышеизложенным подходам на пути к созданию новых генотипов, но не на основе искусственных манипуляций с геномом, плазмодом или хондриомом, а путем использования созданных природой энергоэкономных реакций, процессов и форм растений.

Нам представляется, что только после отбора и создания банка энергоэкономного генофонда растительных организмов будет целесообразен переход к созданию новых энергоэкономных форм растений с помощью методов генной инженерии, селекции и т. д. Однако, если такое развитие событий представляется более или менее реальным, возникает вопрос: какие энергетические процессы следует изучать, чтобы они, с одной стороны, характеризовали энергоёмкость формирования продуктивности, с другой — жизнедеятельность растительного организма и его функциональное состояние как целостной системы в конкретных условиях среды. Очевидно, что только принцип целостности в изучении растительного организма может обеспечить успешную разработку единой энергетической те-

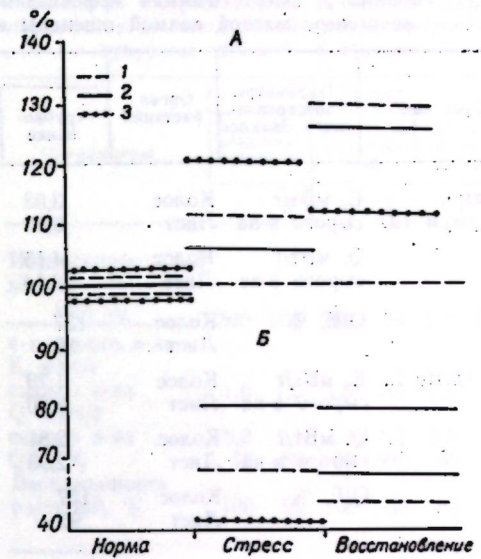


Рис. 4. Действие экстремальных условий на «энергодающие» (А) и биосинтетические (Б) процессы в растениях мягкой озимой пшеницы: 1 — Безостая 1; 2 — Эритропермум 127; 3 — *Tr. spelta* L.

рии формирования продуктивности и устойчивости растений, без которой, также очевидно, невозможна разработка количественных подходов к задаче снижения энергоёмкости продукционного процесса.

Нами предпринята попытка ответить на поставленный вопрос на основе обобщения литературных данных [1] и результатов, полученных совместно с сотрудниками лаборатории агробиоэнергетики Института физиологии и биохимии растений АН МССР. Изучая интегративные параметры, характеризующие в целом процессы энергообеспечения и энергопотребления, мы попытались проследить, как они связаны с продуктивностью и устойчивостью растений и можно ли регулированием этих процессов способствовать более полной реализации их адаптивного потенциала. В результате выявлено (рис. 3), что энергетические затраты, в пересчете на сухую массу одного растения, усиленно растут до фазы цветения, после которой основной вклад в энергетические затраты принадлежит в основном углеводам и отчасти белкам.

Известно [13, 15, 16], что наиболее характерной чертой процесса адаптации является временное увеличение темпов метаболизма (цит. по 15). Эта закономерность получила подтверждение и в наших опытах при изучении действия неблагоприятных факторов среды на растения мягкой озимой пшеницы (рис. 4). Анализ распределения «энергодающих» и энергопотребляющих (биосинтетических) процессов в онтогенезе показал, что они строго сбалансированы, и только в тех фазах, которые связаны с резкими изменениями условий среды, также наблюдается усиление «энергодающих» и снижение биосинтетических процессов. Такое усиление «энергодающих» про-

Таблица 2. Энергетическая эффективность дыхания колоса и флагового листа в онтогенезе мягкой озимой пшеницы и при действии повышенных температур

Сорт, вид	Параметры энергетического баланса	Орган растения	Фаза развития					
			трубкованье	колошение	цветение		молочная зрелость	
					контроль	опыт	контроль	опыт
Эритро-спермум 127	E, мВт/г сырого в-ва	Колос Лист	3,03 3,52	1,95 3,78	2,88 3,44	1,89 2,05	1,96 4,32	2,18 3,55
	Q, мВт/г сырого в-ва	Колос Лист	4,15 3,14	2,18 2,68	1,93 2,68	1,50 1,52	1,54 2,63	1,65 2,68
	Q/E, %	Колос Лист	137 89	112 71	67 78	79 74	79 61	76 75
Tr. spelta L.	E, мВт/г сырого в-ва	Колос Лист	1,79 3,20	2,12 2,17	2,12 2,95	2,00 1,96	1,22 3,01	0,93 1,79
	Q, мВт/г сырого в-ва	Колос Лист	2,81 2,93	1,89 2,30	1,95 2,81	1,52 1,32	1,90 1,90	1,60 2,58
	Q/E, %	Колос Лист	157 92	89 106	92 95	76 67	73 63	172 144

цессов как в онтогенезе растений, так и при воздействии на них неблагоприятных условий, среды связано, по-видимому, с энергетическими затратами на поддержание адаптационных процессов, обеспечивающих необходимое функциональное состояние растительного организма в конкретных условиях среды.

Рассмотренные примеры характеризуют организменный уровень. Однако небезынтересно изучение этих процессов и на органном уровне, так как развитие растительного организма включает и взаимодействие его отдельных органов. В табл. 2 показана интенсивность процессов энергообеспечения флагового листа и колоса мягкой озимой пшеницы в онтогенезе и при действии на них повышенных температур (Н. С. Балаур, М. И. Копыт, неопубликованные данные). В онтогенезе прослеживается компенсация процессов энергообеспечения этих двух органов. Когда энергетический баланс при дыхании листа положительный, энергетический баланс колоса отрицательный, и наоборот. Эта взаимосвязь энергетических систем колоса и листьев растений иллюстрируется и данными по влиянию повышенных температур на энергетическую эффективность дыхания.

Анализ процессов энергообеспечения надземной части и корневой системы кукурузы (рис. 2; Н. С. Балаур, М. И. Копыт, неопубликованные данные) показывает, что со сни-

Таблица 3. Сопряженность процессов энергообеспечения и формирования продуктивности растений кукурузы (фаза 5—7 листьев)

Параметры	Контроль (без удобрений)	Σ(НРК) = 53,37 мг-А/кг почвы		
		1:1:8	4,5:4,4:1	4,4:4,4:1
Сухая масса растений, г	0,89	1,80	3,36	3,11
E, мВт/г сырого в-ва	1,80	1,30	2,10	1,80
Q, мВт/г сырого в-ва	0,50	0,40	0,20	0,30
Q/E, %	28	31	10	17

жением температуры удельная скорость накопления биомассы и в надземной части и в корнях падает. При этом накопление потенциальной энергии в надземной части снижается синхронно с началом снижения температуры, достигая максимальной скорости после +12°C, тогда как в корнях, вплоть до +12°C, удельная скорость накопления потенциальной энергии находится на постоянном уровне. Аналогично изменяются и энергетические затраты на биосинтез клеточного материала. Энергетическая эффективность дыхания со снижением температуры возрастает, т. е. и в этом случае имеет место усиление «энергодаящих» процессов, направленных также на адаптацию и поддержание функционального состояния растений.

В табл. 3 представлены результаты по экзогенной регуляции элементами минерального питания процесса накопления биомассы растениями кукурузы (Н. С. Балаур, В. А. Воронцов, неопубликованные данные). Регулирование обеспечивалось изменением соотношения минеральных элементов. Так, при соотношении 4,5:4,5:1 биомасса одного растения увеличилась в 4 раза по сравнению с контрольным вариантом при одинаковой суммарной дозе. Такое усиление ростовых процессов, сопряженное с активацией процессов энергообеспечения, способствовало увеличению количества выделенной энергии при дыхании и уменьшению тепловых потерь т. е. к улучшению энергетического баланса.

То же наблюдается и при изучении зависимости холодоустойчивости от процессов энергообеспечения у кукурузы. Как видно из табл. 4 (Н. С. Балаур, М. И. Копыт, неопубликованные данные), у холодоустойчивого гибрида при действии на проростки пониженной температурой параметры процессов энергообеспечения изменяются незначительно, и это, по-видимому, обеспечивает высокий процент выживания растений, тогда как у проростков нехолодоустойчивого гибрида и уровень дыхания, и энергия, выделяемая в процессе дыхания, и энергетическая эффективность дыхания ухудшаются. Соответственно и процент выживших растений после действия на них

пониженной температуры снизился вдвое. И наоборот, воздействием на проростки нехолодоустойчивого гибрида биологически активным соединением, способствующим повышению устойчивости к пониженным температурам, которая выражается в увеличении процента выживших растений, характерного для холодоустойчивого гибрида, параметры процессов энергообеспечения улучшились до уровня таковых у холодоустойчивого гибрида как при нормальной (оптимальной) температуре, так и пониженной.

Итак, приведенные результаты в целом указывают на то, что более полная реализация адаптивного потенциала растительного организма возможна и в этом ничего нового нет, ибо на это направлены все агротехнические мероприятия. Однако если последние не способствуют оптимизации эндогенных процессов энергообеспечения и энергопотребления, то полная реализация адаптивного потенциала растительного организма не достигается. Из табл. 3 видно, что хоть минеральные удобрения повышают продуктивность по сравнению с контрольным вариантом, все же соотношение элементов минерального питания 1:1:8 привело к формированию биомассы, в два раза меньшей, чем в двух других вариантах. Соответственно наблюдается и дисбаланс в процессах энергообеспечения: меньше выделяется энергии при дыхании, а тепловыделение остается на уровне контроля, т. е. энергетическая эффективность дыхания снижается.

Следовательно, энергетическая регуляция процесса формирования продуктивности и устойчивости растений — реальная перспектива. Однако традиционные подходы (методы), которые мы рассматривали выше, не обеспечивают количественного энергетического анализа функционального состояния растительного организма и его адаптивного потенциала, а выявляют только качественные изменения их состояния. Поэтому переход к энергоэкономной регуляции или к созданию энергосберегающих технологий на базе существующих подходов затруднен или даже совсем невозможен, ибо отсутствуют системные критерии оценки и оптимизации энергетических затрат. О перспективности применения системного подхода к управлению биосистемами для сельскохозяйственного производства — агроценозами, агроэкосистемами, в том числе и их биоэнергетического описания, все настойчивее указывается в литературе последнего времени [15, 19, 20, 22]. Использование системного анализа биологических систем при их энергетической оценке привело к формированию новых научных направлений, названных агроэнергетикой [8] и экологической биоэнергетикой [21]. Наиболее разительные результаты применения системного анализа достигнуты при моделировании продукционного процесса [5, 6, 9, 10, 14, 18, 20, 26, 28], основной целью которого является попытка программно выбрать возможные урожан и выбор оптимальных стратегий проведения агротехнических мероприятий. В этом плане их применение для разработки энергосберегающих технологий невозможно по двум причинам: они не позволяют давать энергетическую оценку продукционному процессу и не учитывают или не моделируют

Таблица 4. Сопряженность процессов энергообеспечения и холодоустойчивости проростков кукурузы (фаза 3—5 листьев)

Параметры	Гибрид					
	холодоустойчивый		нехолодоустойчивый		нехолодоустойчивый + БАС	
	1	2	1	2	1	2
Интенсивность дыхания, мкл O ₂	300	268	266	69	316	263
ч.г сырого в-ва						
E, мВт/г сырого в-ва	1,8	1,6	1,6	0,4	1,9	1,5
Q, мВт/г сырого в-ва	0,9	1,1	1,1	1,2	1,3	1,1
Q/E, %	50	69	69	300	68	73
Выживаемость растений, %	100	92	100	50	100	81

Условные обозначения: 1 — при оптимальной температуре (+27°C); 2 — после действия пониженной температуры (+6°C).

функциональное состояние растительного организма, более того, регулирующие факторы на входе в систему (растительный организм — целостная интегрированная система) подаются без учета функционального состояния растительного организма.

Таким образом, сложилась ситуация, когда поставленная перед нами задача (в рамках республиканской научно-технической проблемы «Адаптация») требует для своего решения системного подхода, а существующие направления исследований этого полностью не обеспечивают. Это и предопределило необходимость обобщения и объединения (синтеза) идей и методов существующих направлений исследований в самостоятельное направление, названное нами агробиоэнергетикой. Последняя представляет собой интеграцию энергетического анализа, биоэнергетики и энергетического обмена в единую систему знаний и подходов для исследования растительного организма как целостной интегрированной системы во взаимосвязи с условиями произрастания, целью которой является изучение агробиоэнергетических основ формирования продуктивности и устойчивости растений для разработки энергосберегающих биотехнологий выращивания сельскохозяйственных культур и создания физиолого-биохимических моделей энергоэкономных и высокопродуктивных форм растений.

Реализацию целей и задач агробиоэнергетики, с нашей точки зрения, может обеспечить предложенная нами [1, 2] для разработки объединяющая концепция энергетического бюджета растительного организма, заключающаяся в том, что процесс формирования продуктивности генетически детерминирован определенным количеством энергии, а знание распределения энергетического бюджета в онтогенезе, в том числе и наиболее энер-

гоемых и энергоэкономных процессов и места их локализации, позволит, по-видимому, через энергетический метаболизм регулировать формирование продуктивности, способствовать более полной и энергоэкономной реализации адаптивного потенциала растений.

Исходя из изложенного, концептуальность определения энергетического бюджета состоит в следующем:

1. Энергетический бюджет растительного организма выдвинут не просто как предмет изучения агробиоэнергетики, а как показатель функциональной и структурной целостности растительного организма, позволяющий количественно оценивать его изменения в процессе роста и развития, в том числе и при экзогенном регулировании с учетом эффективности использования растениями естественных и невозобновляемых источников энергии.

2. Энергетический бюджет растительного организма объединяет всю совокупность энергетических затрат и потерь при формировании продуктивности и устойчивости. При этом эффективность энергообеспечения растительного организма также определяется соотношением затрат и потерь метаболической и искусственной энергии и зависит от уровня энергообеспечения растительного организма.

Таким образом, регуляция функционального состояния растительного организма предполагается как на уровне энергообеспечения, так и на уровне энергопотребления с целью оптимизации энергетического бюджета.

Исследование энергетического бюджета растительного организма предусматривает изучение: энергетической эффективности экзогенной регуляции функционального состояния растительного организма; метаболической компоненты энергетического бюджета; эффективности использования естественных источников энергии.

Реализация этих задач в перспективе видится через создание имитационной модели энергетического бюджета растительного организма, с помощью которой предполагается изучение адаптивного потенциала и его энергоэкономная экзогенная регуляция на основе изменения и оптимизации эндогенных энергетических потоков растительного организма.

Такой подход позволит выйти на решенные обсуждаемых в мировой литературе возможностей сокращения энергетических затрат на создание единицы продукции и направление сэкономленной энергии на дальнейшую интенсификацию сельскохозяйственного производства, на получение дополнительного урожая сельскохозяйственных культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балаур Н. С. // Адаптивные системы сельского хозяйства. Кишинев, 1984. С. 75—89.
2. Балаур Н. С., Копыт М. И. // Применение проблемно-ориентированных информационно-измерительных комплексов в эколого-генетических исследованиях. Кишинев, 1986. С. 5—6.
3. Балаур Н. С., Тетю А. В. Применение энер-

гетического анализа для оценки эффективности технологий возделывания полевых культур. Кишинев, 1983.

4. Балаур Н. С., Тетю А. В. Энергетическая оценка выращивания гороха. Кишинев, 1988.
5. Бихеле Э. Н., Молдау Х. А., Росс Ю. К. Математическое моделирование транспирации и фотосинтеза растений при недостатке почвенной влаги. Л., 1980.
6. Бондаренко Н. Ф., Жуковский Е. Е., Мушкин И. Г., Нерпин С. В., Полуэктов Р. А., Усков И. Б. Моделирование продуктивности агроэкосистем. Л., 1982.
7. Булаткин Г. А. Энергетическая эффективность применения удобрений в агроценозах. Методические рекомендации. Пушкино, 1983.
8. Волобуев В. Р. // Почвоведение. 1979. № 10. С. 5—14.
9. Галямин Е. П. Организация оперативного распределения водных ресурсов в орошении. Л., 1981.
10. Галямин Е. П., Сиптиц С. О. // Труды ИЭМ. 1977. Вып. 8(67). С. 114—123.
11. Гродзинский Д. М. Надежность растительных систем. Киев, 1983.
12. Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений (адаптация, рекомбиногенез, агробиоценоз). Кишинев, 1980.
13. Леквицус Э. Элементы общей теории адаптации. Вильнюс, 1986.
14. Моделирование роста и продуктивности сельскохозяйственных культур / Под ред. Пеннинг де Фриз Ф. В. Т., Х. Х. ван Лаара, Л., 1986.
15. Новосельцев В. Н. Теория управления и биосистемы. М., 1978.
16. Петровская-Баранова Т. П. Физиология адаптации и интродукция растений. М., 1983.
17. Печуркин Н. С. Энергетические аспекты развития надорганизменных систем. Новосибирск, 1982.
18. Полевой А. Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. Л., 1983.
19. Полуэктов Р. А. // Теоретические основы и количественные методы программирования урожая. Л., 1979. С. 14—23.
20. Полуэктов Р. А., Пых Ю. А., Шытов И. А. Динамические модели экологических систем. Л., 1980.
21. Свентицкий И. И. Экологическая биоэнергетика растений и сельскохозяйственное производство. Пушкино, 1982.
22. Свентицкий И. И., Боков Г. С., Антонова М. В. Системный анализ потоков энергии в агроценозах. Пушкино, 1982.
23. Свентицкий И. И., Свентицкая Д. В. Биометрия и анализ потоков энергии в растениеводстве. М., 1985.
24. Семихатова О. А. Энергетический обмен при дыхании растений в условиях повышенной температуры: Автореф. докт. дис. Л., 1972.
25. Семихатова О. А. // Физиология растений. 1980. Т. 27. Вып. 5. С. 1005—1017.
26. Сиротенко О. Д. Математическое моделирование водно-теплового режима и продуктивности агроэкосистем. Л., 1981.
27. Тома С. И., Балаур Н. С. // Докл. ВАСХНИЛ. 1982. № 2. С. 16—17.
28. Торнли Дж. Г. М. Математические модели в физиологии растений. Киев, 1982.

29. Тот Я., Киш И. // Междунар. с.-х. журн. 1982. С. 11—15.
30. Химия и обеспечение человечества пищей. М., 1986.
31. Харди Р. У. Ф. // Химия и обеспечение человечества пищей. М., 1986. С. 514—534.
32. Dippy J., Boutin J. P. // Compt. Rend. Acad. Sci. 1975. D 272. N 2. P. 2548—2551.
33. Handbook of Energy Utilization in Agriculture. Ed. D. Pimentel, CRC Press, 1980. P. 467.
34. Leach G. // Energy and Food production. IPS. Science and Technology Press Ltd Guilford. 1976.
35. Maleszewski S. J. // Biol. Plantarum. 1965. V. 7. N 1. P. 31—36.

36. McCree K. J. // Prediction and measurement of photosynthetic productivity. Ed. J. Setlik. Wageningen, 1970. P. 221—229.
37. Penning de Vries, F. T. W. // Photosynthesis and productivity in different environments. Ed. J. Cooper. Cambridge Univ. Press. 1974. P. 142—156.
38. Penning de Vries, F. T. W. // Ann. Bot. 1975. V. 39. N 159. P. 77—92.
39. Pirt S. J. // Proc. Royal Soc. Ser. B. 1965. V. 63. N 991. P. 224—231.
40. Rao A. S., Randhir Sing // J. Theor. Biol. 1983. V. 104. P. 113—120.
41. Segetova V. // Uvtiz Rostlinna výroba. 1982. N 2, 3. C. 1—96.

Поступила 5.10.87

РЕФЕРАТ ДЕПОНИРОВАННОЙ РУКОПИСИ

УДК 634.232.581.133.12

Аминокислотный состав органов привитой черешни. Друцэ А. И., Шишкану Г. В. 16 с., библиогр. 12. Рукопись депонирована в ВИНТИ 20 октября 1987 г., № 7406 — В 87

Рассматривается состав свободных аминокислот листьев, побегов и корней черешни двух сортов — Рекорд и Кишиневская, привитых на сеянцах культурной черешни, аптипки и клонового подвоя ВП-1. Полученные результаты свидетельствуют о специфическом характере изменения аминокислотного состава на протяжении вегетации в разных органах привитой черешни. Выявлены сортовые отличия: саженцы сорта Кишиневская в начале вегетации накапливали больше аминокислот и способны обеспечить более интенсивный синтез белковых соединений. Влияние подвоя отчетливее проявилось при прививке растений на клоновый подвой. Побеги растений, привитых на ВП-1, независимо от возраста и периода вегетации содержали максимальные количества свободных аминокислот. В период подготовки растений к глубокому покою саженцы обоих сортов накапливали больше свободных аминокислот при прививке на сеянцах черешни.

Изучение фонда свободных аминокислот в раннем возрасте плодовых растений дает возможность выявить особенности взаимоотношения прививочных компонентов, что особенно важно при их подборе.

РЕФЕРАТЫ

УДК 612.822.2:591.1

Нейромедиаторные взаимодействия и их роль в адаптации. Хайдарлиу С. Х. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, 1988, № 1, с. 3—12.

На основе обобщения собственных экспериментальных данных и обширной литературы доказана универсальность взаимодействия между нейромедиаторными системами различной эргичности. Взаимодействуя между собой и с «адаптивными гормонами», нейромедиаторные системы обеспечивают запуск стресса и включение в реакцию специфических механизмов адаптации, а впоследствии — поддержание оптимального уровня активации систем — детерминантов адаптации. Впервые изложены принципы взаимодействия между медиаторными системами. Библиогр. 46.

УДК 581.165.712:582.734.3(478)

Особенности укоренения черенков при вегетативном размножении видов каллины *Viburnum L.* (Caprifoliaceae) в условиях Молдавии. Маяцкий И. Н., Талалуева Л. В. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, 1988, № 1, с. 13—16.

Выявлены особенности процесса корнеобразования у черенков каллины Саржента и каллины обыкновенной (формы булденеж и карликовая), что позволяет установить оптимальные сроки черенкования, типы черенков для размножения. Библиогр. 2, ил. 2.

УДК 581.5.821.634.11

Структура поверхности плодов яблони сорта Джонатан в экологических условиях склона. Калалб Т. И., Ямщикова В. Н., Матиенко Б. Т. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, 1988, № 1, с. 16—19.

С помощью сканирующего электронного микроскопа получена новая информация о структурной организации наружных слоев плодов яблони сорта Джонатан, выращенных в экологическом режиме склона. Показана структурная изменчивость плодов в процессе их роста и развития, ее зависимость от места произрастания деревьев на склоне. Описан новый коадаптивный комплекс структур — трихомполюментарный. Полученные результаты подтверждают принцип избирательного

коадапационеза структур. Показано, что в условиях пересеченной местности наблюдается мобилизация адаптивных возможностей структур плодов (от нижней к верхней части склона). Табл. 1, библиогр. 12, ил. 1.

УДК 581.12:634.11:58.032

Влияние водного стресса на интенсивность дыхания деревьев яблони. Штефирца А. А., Чернат В. И., Куширенко М. Д. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, 1988, № 1, с. 20—24.

Рассматриваются особенности дыхательного и фосфорного метаболизма листьев и корней трех сортов яблони в условиях кратковременной засухи и избыточного увлажнения почвы. Установлено, что понижение водного потенциала листьев и корней яблони под влиянием недостаточного увлажнения сопровождается достоверным снижением интенсивности дыхания, содержания фосфорных соединений, главным образом неорганического фосфата, нуклеотидов, нуклеиновых кислот, что коррелирует с приостановкой роста растений. Временное переувлажнение почвы индуцирует усиление дыхания листьев и некоторое подавление газообмена корневой системы. При этом увеличиваются содержание неорганического фосфата, падение уровня нуклеотидов, в том числе макроэргических. Высказывается предположение, что снижение АТФ в тканях яблони при временном переувлажении является скорее всего следствием усиленного его расхода на поддержание высокого уровня процессов водообмена и увеличение испаряющей поверхности растений. В условиях же засухи, очевидно, это связано с некоторой деградацией ультраструктуры митохондрий. Табл. 2, библиогр. 17, ил. 3.

УДК 581.19.577.1; 578, 634.87

Лигнин созревающих ягод столового винограда в связи с их лежкостью. Балтага С. В., Яроцкая Л. В. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, 1988, № 1, с. 24—27.

Исследованы препараты диоксан-лигнина, выделенные из ягод столового винограда разной степени зрелости. Установлен химический состав диоксан-лигнина по продуктам его нитробензольного окисления. Определены элементный состав (С, Н, О), содержание функциональных групп (CH_2O , COOH , CO , OH -фен), молекулярная масса. Получены

УФ- и ИК-спектры исследованных препаратов. Выявлены особенности химического состава лигнина ягод в процессе их созревания. Табл. 3, библиогр. 13, ил. 2.

УДК 575.42+581.163

Получение матроклинных гаплоидов кукурузы с использованием зародышевого маркера Саратовский. Чалык С. Т., Черноморец В. И., Голышкин Л. В. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, 1988, № 1, с. 28—30.

Приводятся результаты изучения эффективности маркерной гаплоиндуцирующей линии ЗМС, созданной сотрудниками Саратовского госуниверситета. Показано, что данная линия индуцирует повышенный процент матроклинных гаплоидов (1—3%). Использование гаплоидов открывает принципиально новые возможности для отбора нужных генотипов. Однако отсутствие надежных методов диплоидизации сдерживает широкое внедрение ЗМС в селекционный процесс. Библиогр. 5, ил. 2.

УДК 541.15:577.34

Значение химических превращений флавоноидов в пострадиационном восстановлении растений. Луцк Т. К., Ревина А. А., Лысков В. Н. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, 1988, № 1, с. 31—34.

Методом импульсного радиолиза со спектрофотометрической регистрацией спектров оптического поглощения промежуточных частиц изучены реакции антоцианидинов и флавонола кверцетина с сольватированным электроном в метанольных растворах в зависимости от pH среды и наличия O_2 воздуха. Образование семихинонного радикала в дезаэрированных растворах и его дисмутирование на исходную форму пигмента и его лейкоформу, окисляемую O_2 воздуха с регенерацией окраски красителей, указывает на свойство флавоноидов быть ингибиторами свободнорадикальных процессов, т. е. быть радиопротекторами. В вакуумированном растворе кверцетина в области 520—540 нм обнаружено образование протонированной формы (антоцианового типа), которая с впуском O_2 регенерирует до исходного кверцетина. Высказано мнение, что обратимое пострадиационное превращение промежуточных форм радиолиза флавоноидов разной структуры позволяет рассматривать эти системы в качестве модельных для изучения окислительно-восстановительных реакций в растениях при действии ионизирующего излучения. Табл. 1, библиогр. 14, ил. 1.

УДК 636.082.31:591.463.1

Криогенные изменения липидов и морфофункциональных показателей гамет самцов сельскохозяйственных животных. Наук В. А., Гуськов А. М. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, 1988, № 1, с. 35—38.

Изучены механизмы количественных и качественных изменений липидов гамет самцов

сельскохозяйственных животных в процессе криоконсервации. Установлены корреляции между содержанием отдельных липидов в гаметах и их физиолого-морфологическими показателями на разных этапах криоконсервации. Показан новый аспект деятельности липидов — обеспечение защиты гамет от негативного действия ультранизких температур. Выдвигается принцип конструирования криозащитных сред на основе антиоксидантов и протекторов липидной природы. Библиогр. 7, ил. 5.

УДК 612.821+621.461

Взаимосвязь гормональных показателей и психологических особенностей человека в условиях напряженной деятельности. Делеу М. В. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, 1988, № 1, с. 38—41.

Приведены данные о динамике гормональных показателей и их взаимосвязи с некоторыми личностными особенностями студентов-первокурсников с сильной и слабой нервной системой в разные периоды обучения. Установлено, что гормональный статус организма человека в условиях напряженной деятельности закономерно связан с его индивидуально-типологическими и индивидуально-психологическими особенностями. Табл. 2, библиогр. 5.

УДК 546.881'41/42/43-12-145+541.8

Области термодинамической устойчивости поливанадатов щелочноземельных металлов. Фиштик И. Ф., Повар И. Г., Ивакин А. А., Ватаман И. И. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, 1988, № 1, с. 42—46.

На основании расчета энергии Гиббса процесса растворения — осаждения поливанадатов щелочноземельных металлов в зависимости от pH, общих концентраций ванадия и щелочноземельного металла определены области их термодинамической устойчивости. Показано, что значение энергии Гиббса в реальных условиях является более объективным критерием оценки областей устойчивости поливанадатов щелочноземельных металлов, чем диаграммы растворимости. Табл. 1, библиогр. 4, ил. 4.

УДК 541.128.12

Влияние лимонной кислоты на окисление (+) катехина ионами трехвалентного железа. Дука Г. Г., Гонца М. В., Сычев А. Я. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, 1988, № 1, с. 46—50.

Методом остановленной струи исследовано влияние лимонной кислоты на кинетику окисления катехина H_2Kt ионами трехвалентного железа. Показано, что при взаимодействии ионов Fe^{3+} и H_2Kt образуется промежуточный комплекс с частичным переносом заряда. Установлено, что процесс торможения реакции окисления катехина обусловлен в основном образованием комплекса железа с лимонной кислотой, который является неактивным в процессе окисления H_2Kt . Табл. 1, библиогр. 4, ил. 4.

УДК 541.128

Квантовохимическое исследование дополнительного координирования оксидов углерода и азота в двухъядерных кластерах железа. Будников С. С. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, 1988, № 1, с. 50—52.

Методами МР и ППДП/2 рассчитана электронная структура исходного $[\text{Fe}_2\text{S}_2(\text{CO})_6]^n$ и координированных комплексов $[\text{Fe}_2\text{S}_2(\text{CO})_7]^n$, $[\text{Fe}_2\text{S}_2(\text{CO})_6\text{NO}]^n$, где $n = -1; 0; 1; 2$. Показано образование дополнительной химической связи Fe—Fe, где L—CO, NO, сопровож-

дающейся перераспределением электронной плотности от комплекса на дополнительно координированную молекулу. Описана принципиальная применимость схемы окислительно-восстановительных емкостей для анализа поведения и активации дополнительно координированных молекул в кластерах на основе приближения активной зоны. Теоретические результаты получили экспериментальное подтверждение. Табл. 4, библиогр. 5, ил. 2.

УДК 631.423:543.253

Полярнографическое определение меди, цинка с кобальтом и марганца в ацетатно-аммонийной вытяжке из почв. Балтер А. М. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, 1988, № 1, с. 53—55.

Описана методика переменного-токового полярнографического определения подвижных форм меди, суммы цинка с кобальтом и марганца в аммонийно-ацетатных вытяжках из черноземных почв Молдавии. Ацетатно-аммонийная вытяжка переводится в полярнографический фон, представляющий собой смесь хлорида аммония, ацетата аммония и аммиака. На одной полярнограмме получают отдельные четкие пики восстановления перечисленных микроэлементов. Результаты определений отличаются удовлетворительной воспроизводимостью и точностью. Табл. 1, библиогр. 6, ил. 1.

УДК 612.6.07.—08

Возможности модификации метода определения типов гаптоглобина. Койфман М. С. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, 1988, № 1, с. 55—56.

Показано, что замена бензидина возможна и обладает рядом достоинств: окрашиванием гелей на общий белок после их хранения в дистиллированной воде, отсутствием наложения окрасок, развивающихся при перекисно-диазном методе и применении раствора кумаси, что может иметь значение для последующей количественной денситометрии форграмм. Упрощается определение типов гаптоглобина с использованием меньших количеств крови. Перспективность данного метода обусловлена также тем, что в последнее время наблюдается тенденция к сокращению производства бензидина. Библиогр. 9.

УДК 635.85

Промышленное культивирование высших съедобных базидиомицетов. Дворникова А. А., Андриеш В. Н. Известия Ака-

демии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, 1988, № 1, с. 57—59.

Перспективными для промышленного культивирования являются грибы родов *Agaricus* и *Pleurotus*. В качестве субстратов используются отходы сельского хозяйства и промышленности. При биооконверсии целлюлозосодержащих и лигнифицированных растительных отходов, кроме плодовых тел грибов, образуются обогащенные белком и ферментами субстраты, утилизация которых может пополнить кормовую базу животноводства. Табл. 2, библиогр. 6.

УДК 582.623—115

Опыты с географическими формами черного тополя (*Populus nigra* L.). Гадырка В. Д. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, 1988, № 1, с. 60—61.

На основе проведенных исследований выявлен большой диапазон внутривидовой изменчивости черного тополя по признакам высоты и объема древесины в зависимости от географического происхождения образцов. Выводы могут представлять интерес для интродукции в Молдавию как черного тополя, так и вообще древесных пород с широким ареалом. Табл. 2, библиогр. 5.

УДК 635.64:581.192

Регуляция цветения томатов 2,3,5-трифторбензойной кислотой при различной освещенности. Ковалев П. А. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, 1988, № 1, с. 61—62.

Исследовали цветение томатов, обработанных 2,3,5-трифторбензойной кислотой (ТИБК). У растений, обработанных ТИБК (25, 50, 100 мг/л) независимо от освещения (5,5, 1 и 40 клк) наблюдали ингибирование образования новых листьев и увеличение размеров конуса нарастания. Дальнейшая дифференциация генеративных органов прямо пропорциональна уровню освещенности и концентрации ТИБК. В оптимальных условиях (100 мг/л ТИБК, 40 клк) у опытных растений число листьев, сформировавшихся до соцветия, было 4,4, у контрольных (необработанных) — 9,2; размеры бутонов — соответственно 10,2 и 3,1 мм. Сделан вывод об относительной автономности начальных этапов образования генеративных органов томатов. Библиогр. 5, ил. 1.

УДК 575.222:582.951.4:632.38

Влияние вируса табачной мозаики на репродуктивную систему гибридов F_1 томата, полученных от пораженных родителей. Настас Л. А., Бужоряну В. В., Кирияк Г. Я. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, 1988, № 1, с. 62—63.

В работе описано влияние вирусного поражения родительских форм на гибридное поколение F_1 , которое не подвергалось инокуляции. У гибридов F_1 , полученных от пораженных родительских форм, отмечены существенные отклонения в микроспоро- и гаметогенезе по сравнению с гибридами, полученными от здоровых родителей. Библиогр. 2.

УДК 579.083.13.002.68

Использование продуктов метаболизма актиномицетов для повышения качества биопрепарата клубеньковых бактерий. Мехтиева Е. А., Сабельникова В. И., Шикимака А. Ф., Жижина А. С. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, 1988, № 1, с. 63—65.

Выявлено, что внесение 2,5% продуктов метаболизма 7-суточной культуральной жидкости (КЖ) *Actinomyces sporoverricosus* 7-274 в субстрат-наполнитель лигнина оказывало одновременно стимулирующее (на МКБ) и ингибирующее (на мицелиальные грибы) действие. На 4-й месяц титр препарата был в 1,3—2 раза больше, чем в контроле (13,8—14,7 млрд/г, а с добавкой КЖ актиномицета — 18,2—24,4 млрд/г). Одновременно в препарате полностью (шт. 641) или более чем наполовину был ингибирован рост искусственно внесенных плесневых грибов. Табл. 2, библиогр. 3.

УДК 632.651

Новый вид нематоды *Afritylenchus benini* n. gen., n. sp. (Nematoda: Radopholinae), выявленный в Народной Республике Бенин. Сингбо Иеден Ж.-П., Нестеров П. И. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, 1988, № 1, с. 65—66.

Приводится описание нового вида нематоды *Afritylenchus benini* n. sp. и нового рода *Afritylenchus* n. gen., относящегося к подсемейству Radopholinae. Новый вид является фитогельминтом специфического патогенного эффекта и поражает овощные культуры (томаты, огурцы и др.) в субтропической зоне НР Бенин. Ил. 1.

УДК 577.1:547.962.4:577.15

Оптимизация соотношения объемов γ -глобулинов и щелочной фосфатазы при получении их конъюгата. Бондаренко С. С., Антонова О. В. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, 1988, № 1, с. 67—68.

Проведен подбор оптимальных соотношений γ -глобулинов и щелочной фосфатазы для получения их конъюгата, что является первым этапом при постановке иммуоферментного анализа. Наиболее приемлемо разведение γ -глобулинов 1/4, что соответствует 1600 мкл γ -глобулиновой фракции на щелочную фосфатазу, полученную из 200 мкл суспензии. Табл. 1.

УДК 547.597

S-Этилензамещенные изотиомочевинны и их ростингибирующая активность. Рейнбольд А. М., Морарь Г. В., Пасечник Г. С., Попа Д. П. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, 1988, № 1, с. 68—69.

В тесте ингибирования роста пшеницы и ячменя изучены 3-карбэтоксис-S-[2-(карбэтокситно)этил]изотиомочевинна, полученная на основе 1,2-S, S'-этиленбистиуроний бромид, а также 2-(2-гидроксэтил)тиуроний бромид, 2-(2-хлорэтил)тиуроний бромид и S-(2-N, N, N-триметиламмонийэтил)тиуроний дихлорид, синтезированные из тиомочевинны. Наиболее активное первое из этих соединений ингибирует рост сильнее эталона хлорхалихлорида. Активность остальных не превышает таковую у эталона. Табл. 1, библиогр. 3.

КИШИНЕВ «ШТИИЦА» 1988

Редактор *Л. Д. Танасевская*
Обложка художника *Н. А. Абрамова*
Художественный редактор *Э. Б. Мухина*
Технический редактор *В. В. Марин*
Корректоры *Меламед А. Л., Жеру О. А.*

Сдано в набор 01.12.87. Подписано к печати 29.01.88. АБ03207. Формат 70×108¹/₁₆.
Бумага типографская № 1. Литературная гарнитура. Печать высокая. Усл. печ. л. 7,0.
Усл. кр.-отт. 7,7. Уч.-изд. л. 8,28. Тираж 766. Заказ 1614. Цена 95 коп.

Издательство «Штиница». 277028, Кишинев, ул. Академика Я. С. Гросула, 3

Адрес редколлегии: 277028, Кишинев, ул. Академика Я. С. Гросула, 1, тел. 21-77-66.

Типография издательства «Штиница», 277004. Кишинев, ул. Берзарина, 8.