

11-150  
1988  
2

# БУЛЕТИНУЛ

АКАДЕМИЕЙ ДЕ ШТИИНЦЕ А РСС МОЛДОВЕНЕШТЬ

# ИЗВЕСТИЯ

АКАДЕМИИ НАУК МОЛДАВСКОЙ ССР

2 1988

ISSN 0568-5192



Серия  
биологических  
и химических наук

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ, НАПРАВЛЯЕМЫХ В ЖУРНАЛ  
«ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК МОЛДАВСКОЙ ССР.  
СЕРИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ НАУК»

В журнале «Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук» помещаются проблемные, экспериментальные и методические статьи, соответствующие его профилю. Работы, ранее опубликованные, редакцией не принимаются.

Статья должна иметь представление учреждения, где выполнялись исследования; две развернутые заверенные рецензии (внутренняя — специалиста учреждения, в котором работает автор, и внешняя — специалиста из другого учреждения).

Материал следует печатать на машинке (с обычным шрифтом) с одной стороны листа через два интервала. Текст и иллюстрации представлять в двух экземплярах. Объем статей, включая подписи под рисунками, таблицы, реферат и список литературы (не более 10 цитируемых работ), не должен превышать 8 страниц, проблемных — 15, а для раздела «Краткие сообщения» — не более 3 страниц машинописи (число цитируемых работ не более 4). На странице должно быть 28—30 строк и в каждой строке не более 60 знаков, включая пробелы между словами.

Данные серийных результатов ботки. Для не др К 0,5 стр Л рат п в дву С по а щем указы назван щения ная и фамил ние ки об квадра После мещаете котор на ма автор Ссылк пускар С систем

И. Р. Р. Известия  
на И. Молд ССР  
Серия биологических  
и химических наук

Графики и фото представляются в 2 экземплярах в отдельных конвертах. В связи с двухколонной версткой журнала размеры рисунков по ширине не должны превышать 15 см — на одну колонку и 35 см — на две колонки. На обороте каждого рисунка указывается (карандашом) фамилия автора, сокращенное название статьи, порядковый номер рисунка. Фотографии должны быть качественными, надписи тушью можно делать только на втором экземпляре фото. На обороте иллюстрации с неясной ориентацией четко обозначить «верх», «низ».

Латинские названия животных, растений, микроорганизмов обязательно в печатываются на машинке, тщательно проверяются автором и визируются на первой странице рукописи.

Формулы и буквенные обозначения аккуратно и четко вписываются чернилами. Греческие буквы обводятся красным карандашом. Во всех случаях, когда строчные и прописные буквы одинаковы по начертанию и отличаются только своими размерами, прописные буквы нужно подчеркнуть простым карандашом двумя черточками снизу, строчные черточками сверху. Следует печатать буквы J и I, для чего в рукописи писать как римскую единицу. По степени и индексы, а также надписи отмечаются дугой (верхняя) или (нижняя). Четко разграничить индексах написание запятой и 1 штриха, 2 (двойки), г и з. Индексы сокращениями русских слов, согласно требованиям и пояснить

замечаний рукописи отсылать на исправление. Возвращение рукописи на доработку не означает, что рукопись принята к печати. После получения рукописи редакцией рукопись должна быть возвращена вместе с первоначальными замечаниями.

В рукописи указать фамилию, имя, отчество, адрес и телефоны; название или предприятия, в котором ведется работа; дату.

Рисунки (оба экземпляра) подписывать все авторы.

Рукописи должны быть оформлены без соблюдения выше правил, редколлегией не принимается.

Автор оставляет за собой право возвращать рукопись.

РЕДКОЛЛЕГИЯ

# БУЛЕТИНУЛ

АКАДЕМИЕЙ ДЕ ШТИИНЦЕ А РСС МОЛДОВЕНЕШТЬ

# ИЗВЕСТИЯ

АКАДЕМИИ НАУК МОЛДАВСКОЙ ССР

2 1988

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

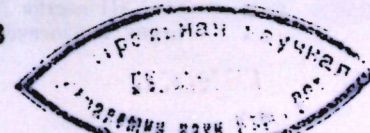
член-корреспондент АН СССР, академик ВАСХНИЛ А. А. Жученко,  
член-корреспондент АН МССР А. Ф. Урсу (главный редактор),  
академик АН МССР, академик ВАСХНИЛ М. Ф. Лупашку,  
академики АН МССР А. А. Спасский, С. И. Тома,  
члены-корреспонденты АН МССР В. В. Арасимович,  
Т. С. Гейдеман (зам. главного 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. Куширенко,  
Г. А. Успенский,  
доктор сельскохозяйственных наук В. Н. Лысиков,  
доктор геолого-минералогических наук К. Н. Негадзев-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



|  |    |
|--|----|
| Спасский А. А. О высших таксонах церкмероморфных плоских червей . . . . .  | 3  |
| <b>Ботаника</b>  |    |
| Колесникова Л. С., Белоус Т. К., Матиенко Б. Т. Анатомо-цитологические особенности плодов некоторых сортов сливы . . . . .   | 7  |
| <b>Физиология и биохимия растений</b>  |    |
| Тома С. И., Лисник С. С. Регулирование адаптивных реакций растений макро- и микроэлементами . . . . .  | 10 |
| <b>Генетика и селекция</b>   |    |
| Лях В. А., Кравченко А. Н., Сорока А. И., Дрючина Е. Н. Влияние высокой температуры на жизнеспособность пыльцы кукурузы . . . . .  | 15 |
| Кривов Н. В., Лысиков В. Н. Влияние генетического фона маркерных линий на проявление и выражение макромутации Сg2 . . . . .  | 20 |
| <b>Микробиология</b>   |    |
| Усатая А. С., Катрук Э. А. Регламентирование содержания симм-триазинных гербицидов в почве по микробиологическим показателям . . . . .   | 25 |
| <b>Физиология и биохимия человека и животных</b>   |    |
| Секиров И. А., Язловецкий И. Г. Изоферменты пероксидазы в онтогенезе златоглазки обыкновенной <i>Chrysopa carnea</i> ( <i>Neuroptera: Chrysopidae</i> ) . . . . .              | 29 |
| <b>Химия</b>   |    |
| Хоанг Ким Бонг, Пушняк А. Н., Чобану М. М. Оптимизация приготовления активных углей методом сорбции . . . . .  | 32 |
| Сычев А. Я., Исак В. Г., Фьюнг Ч. Т. Т. Механизм каталитического окисления люмогаллиона . . . . .  | 35 |
| <b>Методы исследований</b>   |    |
| Печерский Ю. Н. Диалоговые экспертные системы и их применение в биологии . . . . .   | 38 |
| Полесская Л. М., Жакотэ А. Г. Построение динамических регрессионных моделей биопроцессов при автоматизированном сборе информации . . . . .                                     | 43 |
| Бех Л. Т., Войнов О. А., Войнова О. И., Коробов Р. М., Музыка Г. И. К методике оценки продуктивности посевов озимой пшеницы и кукурузы по фитометрическим параметрам . . . . . | 47 |
| Мищенко З. А., Ляшенко Г. В. Методика агроклиматических расчетов параметров заморозкоопасности на примере винограда . . . . .  | 55 |
| <b>Краткие сообщения</b>   |    |
| Котова Л. В., Селезнева Г. П. Оценка качества плодов яблони методом определения нитратов . . . . .   | 60 |
| Миголатьева И. Ф., Кравченко А. Н. Активность кислой фосфатазы в рыльце томата . . . . .   | 61 |
| Коев Г. В., Клешина Л. Г., Селиванова В. В. Вирусные болезни цветочных культур закрытого грунта в Молдавии . . . . .   | 63 |
| Куниченко Н. А., Сибилева А. Г. Фитопатологическая оценка белокочанной капусты на устойчивость к бактериозам в условиях Молдавии . . . . .                                     | 65 |
| Котяцы М. И., Журминский С. Д. О принципах определения птиц радиолокатором . . . . .   | 67 |
| Коварский Вал. А., Шапиро Ф. И. Рост, питание и обмен аминокислот теплокровных животных при щадящем стрессировании холодом . . . . .   | 68 |
| Кучкова К. И., Руссо А. Г., Селиванов Г. К., Мишенская Т. А. Синтез N, N'-биснафталмида . . . . .  | 70 |
| Санду М. А., Лозан Р. М., Ропот В. М. Определение концентрации уротропина в растворах . . . . .  | 71 |
| <b>Хроника</b>   |    |
| Кравченко А. Н., Король А. Б., Лукьянец Т. С., Чернов А. А. III Всесоюзная конференция «Экологическая генетика растений и животных» . . . . .                                  | 73 |
| Фурдуй Ф. И., Мамалыга Л. М. XV съезд Всесоюзного физиологического общества им. И. П. Павлова . . . . .  | 74 |
| <b>Рефераты</b>  |    |

А. А. СПАССКИЙ

## О ВЫСШИХ ТАКСОНАХ ЦЕРКОМЕРОМОРФНЫХ ПЛОСКИХ ЧЕРВЕЙ

Тип плоских червей (Plathelminthes) представляет собой обширную группу билатерально симметричных животных с довольно четким диагнозом [3]. В его состав разные авторы включают в общей сложности 10 классов: ресничные черви (Turbellaria), трематоды (Trematoda), моногенеи (Monogeneoidea), ленточные черви (Cestodia), ортонектиды (Orthonectida), дициемиды (Dicyemida), гирокотилиды (Gyrocotylidae), амфилиниды (Amphiliinoidea), удонеллиды (Udonel-lida), темноцефалы (Temnocephala). (Правомочность четырех последних классов дискуссионна: удонеллиды и темноцефалы относятся к классу турбеллярий, а гирокотилиды и амфилиниды — к классу цестодарий, см. ниже.)

Почти все они (за исключением основной массы турбеллярий) — паразитические животные. Паразитический образ жизни существенно отразился на организации их тела. Особенно глубокие морфофункциональные изменения претерпели ленточные гельминты. Это — животные с полным превращением. В ходе метаморфоза у них даже меняется полярность: передний конец тела личинки — онкосфера — становится задним. Наблюдается и ряд других отличительных черт в ходе онтогенеза. Тело взрослых цестод лишено эктодермального эпителиального покрова, его заменяет tegument — совершенно уникальное новообразование, выполняющее трофические, экскреторные, осморегуляторные, защитные и многие другие функции.

Своеобразие морфологии и жизнедеятельности цестод объясняет стремление некоторых биологов исключить их из типа Plathelminthes. Так, Убе-

лакер [5] рассматривает ленточных гельминтов в ранге типа с двумя подтипами, 9 классами и 30 отрядами, которых он обозначает следующим образом: Phylum Cestoidea (Rudolphi, 1908, — class) n. phylum; Subphylum Cotyloda (Wardle, McLeod et Radinovsky, 1974, — class) n. subphylum; Class Caryophyllidea (WMR, 1974, order) Bazitov, 1976, с 4 отрядами; Class Spathebothrida (Wardle et McLeod, 1952, order) n. class с 3 отрядами; Class Trypanorhyncha (Diesing, 1863, order) n. class с 2 отрядами; Class Pseudophyllida (Carus, 1863, order) n. class с 2 отрядами; Subphylum Eucestoda (Southwell, 1930, subclass; WMR, 1974, class) n. subphylum; Class Nippotaeniida (Yamaguti, 1939, order) n. class с одним отрядом; Class Tetracyphyllida (Carus, 1863, order) n. class с 4 отрядами; Class Proteocephalida (Mola, 1928, order) n. class с 2 отрядами; Class Cyclophyllida (Braun, 1900, order) n. class с 7 отрядами; Class Taenioidea (WMR, 1974, order) n. class с 5 отрядами.

Цестоды действительно весьма своеобразны. В морфологическом и физиологическом отношении их половозрелые особи сильно отличаются от представителей других классов беспозвоночных. Но если сопоставить имагинальные стадии онтогенеза, то саккулину или ларнею также придется выделить в самостоятельный тип, чего, разумеется, делать не следует, поскольку на преимагинальных стадиях они — типичные представители класса ракообразных. Аналогичная картина наблюдается и в данном случае: личинки метамерных цестод (корацидий, онкосфера) морфологически очень близки ликфоре амфилинид и гирокотилид, причем это сходство не

может быть конвергентным, так как оно затрагивает многие весьма специфические структуры.

Современная систематика живых организмов должна быть филогенетической и отражать, насколько это возможно, генетические связи и историю формирования таксонов, хотя бы наиболее значительных. Рассматривая с этих позиций предложенную Убелакером схему классификации ленточных гельминтов, приходится констатировать, что она не отражает характер родственных связей даже между наиболее крупными систематическими группами плоских червей. Коль скоро довольно тесные генетические связи ленточных гельминтов с другими группами церкормероморфных червей установлены, то Убелакеру следовало бы изучить вопрос о выделении в особый таксон высокого ранга не изолированного класса цестод, а группы *Cercarioformae* в целом, куда входят еще моногеноиды (класс *Monogeneidae* Cagun, 1863), а также амфилиниды и гирокотилиды, составлявшие класс *Cestodaria* Monticelli, 1892. Таксономический ранг *Cercarioformae*, как и любой другой достаточно крупной систематической единицы, можно обсуждать, и результат обсуждения будет отражать не только качество изучаемого таксона, но и личное мнение участников дискуссии. Что же касается его состава, то последний определяется наличием родственных типовому таксону групп организмов и характером их генетических связей, т. е. объективными показателями.

Опираясь на современные представления о происхождении и эволюции паразитических групп плоских червей от свободноживущих предков из класса турбеллярий, приходим к вполне определенному заключению, что не только цестоды, но и надклассовая группа перечисленных церкормероморфных червей в целом не заслуживает обособления в самостоятельный тип. Ее можно расценивать в качестве суперкласса *Cercarioformae* Buhowsky, 1937. Нуждается в обсуждении и вопрос о его таксономическом составе. Относительно класса трематод *Trematoda* уже сложилось определенное мнение, что к это-

му суперклассу их относить не следует, но взгляды на таксономию других сочленов этой довольно монолитной группы расходятся. Так, многие гельминтологи вслед за Монтичелли (1892) рассматривают (и, на наш взгляд, вполне обоснованно) отряды амфилинид и гирокотилид в составе класса *Cestodaria* Monticelli, 1892. Буховский (1937, 1957) выделяет отряд *Gyrocotylidae* Poche, 1926, в самостоятельный класс. Дубинина (1974, 1982) и отряд *Amphiliinidea* Poche, 1922, возводит в ранг самостоятельного класса *Amphiliinida* Dubinina, 1974. Похе (1926) вводит в систему плоских червей подкласс *Amphiliinoinei* Poche, 1926, и отряд *Gyrocotylidae* Poche, 1926, а Шульц и Гвоздев (1970), считая гирокотилид самостоятельным классом, оставляют амфилинид в рамках класса цестод и подкласса цестодарий и т. д.

Учитывая далеко идущее сходство в строении тела личинок и взрослых особей (хотя паразитический образ жизни и разные среды обитания отложили на них свой отпечаток), амфилинид и гирокотилид мы предпочитаем рассматривать в составе одного и того же класса (отдельно от класса цестод), для обозначения которого применимо название *Cestodaria* Monticelli, 1892, syn.: *Gyrocotylidae* Buhowsky, 1937, с двумя подклассами — *Amphiliinoinei* Poche, 1926, и *Gyrocotylinoinei* (Buhowsky, 1937, — class). Имя *Cestodaria* Monticelli, 1892, вполне пригодно (валидно), и заменить его новым нет оснований. Названия таксонов группы отряда и тем более класса совсем не обязательно производить от наименования типового рода. Чтобы убедиться в этом достаточно взглянуть на перечень отрядов насекомых, систематика которых имеет давние традиции. К тому же статьи ныне действующего Международного кодекса зоологической номенклатуры на таксоны групп отряда, класса и типа не распространяются.

Целесообразность повышения каждого из двух отрядов — *Amphiliinidea* и *Gyrocotylidae* — до уровня подкласса обсуждают Joyeux et Baer (1961), но приходят к отрицательному выводу из-за сходства в строении личинки типа ликофоры, имеющей 10 эм-

бриональных крючьев. Однако Дубинина [4] показала, что гомологичны не все крючья зародышей *Amphiliina* и *Gyrocotyle*, а только 6 из 10. Так что это препятствие частично устраняется.

Мы восстанавливаем изъятое из обращения Убелакером [6] класс цестод и надкласс *Cercarioformae*. При этом новые классы Убелакера попадают в список младших синонимов класса цестод *Cestoidea* Rudolphi, 1808, syn.: *Cestodes* Burmeister, 1837; *Taeniada* Nicholson, 1887; *Cestodes* Braun, 1895; *Caryophyllidae* Bazitov, 1976, Ubelaker, 1983, syn. n.; *Spathebothrida* Ubelaker, 1983, syn. n.; *Trypaporhyncha* Ubelaker, 1983, syn. n.; *Pseudophyllidae* Ubelaker, 1983, syn. n.; *Nippotaeniidae* Ubelaker, 1983, syn. n.; *Tetraphyllidae* Ubelaker, 1983, syn. n.; *Proteocephalidae* Ubelaker, 1983, syn. n.; *Cyclophyllidae* Ubelaker, 1983, syn. n.; *Taenioidea* Ubelaker, 1983, syn. n.

Для объединяемых таксонов характерно сходное строение шестикрючной личинки, развитие с превращением, смена полярности тела в ходе метаморфоза, утеря наружного (эктодермального) эпителия, который у метациестоды и имаго заменяется тегументом иного, мезодермального, происхождения, отсутствие кишечника и прочих производных энтодермы, отсутствие кровеносной системы, органов дыхания, что говорит о генетической монолитности надкласса *Cercarioformae* (куда мы относим лишь червей, обладающих крючьями), а ортогональный тип архитектоники нервной системы, сходный набор и тип строения мужских и женских репродуктивных органов и ряд других признаков свидетельствуют о принадлежности цестод к типу плоских червей.

Предлагая ввести в номенклатуру серию новых классов, Убелакер не приводит ни морфологической характеристики, ни дифференциального диагноза, ни определительной таблицы. Между тем некоторые из них трудно разграничить и на уровне отряда. Например, даже по вполне развитым членикам с полным комплектом репродуктивных органов тетрафиллиды не проявляют принципиаль-

ных отличий от тетраринхид, протеоцефалид или ботриоцефалид, хотя все они отнесены им к разным классам, а псевдофиллидные цестоды с открытой маткой, например дифиллоботрииды, гораздо сильнее отличаются от ботриоцефалид с закрытой маткой и маргинальными половыми отверстиями из того же отряда *Pseudophyllidae*, чем упомянутые «классы» друг от друга. Если учесть, что псевдофиллидные и тетраринхидные цестоды, с одной стороны, и филлоботриидные и протеоцефалидные — с другой, перечислены Убелакером к разным новым подтипам (*Cotyloda* и *Eucestoda*), то тем более становится очевидной неправомерность и этих высоких таксонов.

Подтип *Cotyloda* Ubelaker, 1983, был первоначально (Wardle, McLeod, Radinivsky, 1974) приведен в ранге нового класса с 8 отрядами, из которых первым (следовательно — типовым) был указан отряд *Gyrocotylidae* Poche, 1926, выделенный еще в 1892 и 1937 гг. в отдельный класс. Тем самым класс *Cotyloda* Wardle et al., 1974, уже в момент его опубликования оказался объективным синонимом класса *Gyrocotylidae* Buhowsky, 1937, и класса *Cestodaria* Monticelli, 1892. Использовать инвалидное название *Cotyloda* для обозначения нового подтипа не следовало. К тому же подтип *Cotyloda* Ubelaker, 1983, попадает в синонимы подтипа *Cercarioformae* Brooks, 1982.

Едва ли можно признать удачным и обозначение второго подтипа — *Eucestoda* (Soutwell, 1930) in Ubelaker, 1983, которое первоначально принадлежало подклассу настоящих (метамерных) цестод, а класс *Cestoidea* Rudolphi, 1808, в схеме Убелакера вообще отсутствует, хотя это — номинативный таксон для предложенного им типа цестод, поэтому название класса *Cestoidea* вполне валидно.

Класс гвоздичников *Caryophyllida* Bazitov, 1976, принятый Убелакером, не находит признания в работах других современных авторов. Но, учитывая самобытность и своеобразие этой группы цестод на эмбриональных и имагинальных стадиях онтогенеза, мы считаем целесообразным сохранить ее самостоятельность в качестве под-

класса, используя для обозначения легко запоминающееся имя Archigeta, subcl. nom. n. Название Cestodaria Monticelli, 1892, здесь не может быть использовано, поскольку оно присвоено Монтичелли (1892) другому классу плоских червей.

Брукс [5], в отличие от Убелакера, не только признает таксономическую самостоятельность группы церкомероморфных плоских червей, но даже придает ей значение подтипа Cercomegia Brooks, 1982, в пределах которого различает три класса: Temnosperhalidea, Trematoda и Cercomeromorpha. При этом классы моногеней, гирококтид, амфилинид и цестод снижает до уровня подкласса. Если с оценкой таксономической значимости гирококтид и амфилинид можно согласиться, то самостоятельность классов моногеней и цестод не вызывает сомнения. Помимо морфологического, биологического и экологического своеобразия надо принять во внимание и значительную давность их возникновения. Во всяком случае время возникновения монозонных цестод приходится на палеозойскую эру и, вероятно, на нижний палеозой. Аналогичные представления складываются и в отношении древности класса трематод. Класс Temnosperhalidea, видимо, не имеет непосредственных генетических связей с трематодами и церкомероморфными червями. Мы его исключаем из подтипа Cercomegia и относим к классу турбеллярий, как это принято в отечественных зоологических руководствах [3]. Что же касается подразделения типа плоских червей на подтипы, то решение этого вопроса требует углубленных филогенетических исследований, результаты которых могут отразиться и на оценке таксономического ранга подтипа Cercomegia Brooks, 1982.

В итоге класс Cestoidea вновь распадается на два подкласса — Cestoda

Rudolphi, 1808 (syn.: Anorhyncha Blainville, 1828, Bothriocephala Blainville, 1828, Taenioidea Rasmassler, 1832, Cephalocotylea Diesing, 1850, Polyzoa Liang, 1888, Merozoa Benham, 1901, Bothriifera Janicki, 1918, Polyvitellaria Janicki, 1918, Taenioinei Poche, 1926) и Archigeta, subcl. nom. n., таксономический состав которых заслуживает специального обсуждения.

В структуре группы церкомероморфных плоских червей, обладающих каудальными крючьями, вырисовываются следующие основные таксоны.

- Superclass Cercomeromorpha  
Bychowsky, 1937
- Class Monogenea Beneden, 1858
- Subcl. Oligonchoidea Bychowsky, 1937
- Subcl. Polyonchoidea Bychowsky, 1937
- Class Cestodaria Monticelli, 1892
- Subcl. Gyrocotylinae Bychowski, 1937
- Subcl. Amphilinoieci Poche, 1926
- Class Cestoidea Rudolphi, 1808
- Subcl. Cestoda Rudolphi, 1808
- Subcl. Archigeta Spassky, nom. n.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Базитов А. А. // Зоол. журн. 1976. Т. 55. С. 1779—1787.
  2. Быховский Б. Е. Моногенетические сосальщики, их систематика и филогения. М., 1957. С. 1—509.
  3. Догель В. А. Зоология беспозвоночных. М., 1981. С. 148—149.
  4. Дубинина М. Н. Паразитические черви класса Amphiliniida. Л., 1982.
  5. Brooks D. R. Parasites — their world and ours. Elsevier Biomedikal Press. Amsterdam, 1982. P. 189—193.
  6. Ubelaker J. E. The morphology, development and evolution of tapeworm larvae. In Arme C., Pappas P. W. (editors). Academic Press. London; New York, 1983. P. 235—296.
- Прочие цитированные литературные источники приведены в книге Дубининой (1982).

Поступила 10.10.87

## БОТАНИКА

Л. С. КОЛЕСНИКОВА, Т. К. БЕЛОУС,  
Б. Т. МАТИЕНКО

### АНАТОМО-ЦИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЛОДОВ НЕКОТОРЫХ СОРТОВ СЛИВЫ

В данной работе на примере сортов сливы с известными технологическими свойствами рассматривается вопрос о связи анатомических и цитологических параметров плодов с их качеством.

Плоды урожая 1986—1987 гг., использованные для исследований, получены с сортоучастка в совхозе «Варницкий» Новоаненского района. Временные препараты готовили из свежего материала непосредственно после сбора и после 10, 20, 30 и 50 дней хранения. Для плодов сорта Сентябрьская срок хранения составил 135 дней. Препараты просматривали в световом микроскопе МБИ-3. Измерения производили с помощью окуляр-микрометра при увеличении объектива 9X.

Бланшировку плодов проводили 1% кипящим раствором едкого натра по методике, описанной Литваком [1]. Характер растрескивания кожицы при бланшировке изучали с помощью микроскопа МБС-1. Содержание фенолов определяли нитрозореакцией на свежем материале [3]. Просмотр срезов в световой микроскоп при достаточном увеличении показал, что фенолы, помимо вакуолей — мест их накопления, есть и в хлоропластах, где они, по-видимому, синтезируются. Для экспресс-определения содержания фенолов в срезах и удобства выражения данного показателя нами разработана шкала оценок интенсивности нитрозореакции на срезах плодов сливы. Данный показатель при достаточном опыте работы дает достоверные результаты. Оценка выставляется в баллах: 5 баллов — срез окрашен в ржаво-коричневый цвет, 4 — ржаво-зеленый меньшей интенсивности, 3 — зеленый, 2 — четкий соломен-

но-желтый цвет, 1 — слабый оттенок желтого. Кроме того, проводили измерения размеров плодов, отдельных гистологических подзон и клеток в них.

**Венгерка обыкновенная.** Небольшие, овальной формы плоды с хорошими транспортабельными свойствами. Кожица тонкая. Эпидермис с нечеткой тангентальной ориентацией. Гиподерма состоит из 4—8 слоев клеток, прочно соединенных в тангентальном и рыхло — в радиальном направлениях. При бланшировке — неглубокие продольные трещины, разрыв которых происходит только по эпидермису в одном направлении. Объем клеток эпидермиса 6339,44 мкм<sup>3</sup>, подзоны округло-овальных клеток — 4702816,4 мкм<sup>3</sup>.

В конце хранения (через 30 дней) объемы клеток составляют соответственно 4137,71, 2917659,9 и 16349033 мкм<sup>3</sup>. Изменение окружности плода недостоверно, P<sub>1</sub> — 0,1. Содержание фенолов по всем подзонам после 30 дней хранения оценивается 5 баллами.

**Венгерка итальянская.** Плоды среднего и крупнее среднего размеров. Кожица толстая, эластичная, прочная, обеспечивает их хорошую транспортабельность. Мякоть хрящевидная. Кожица плода состоит из плотно прилегающих друг к другу клеток; первые 4—5 рядов гиподермы практически не имеют межклетников, а с 6-го по 8-й ряд межклетники появляются. Эпидермис состоит из одного ряда. После 20-дневного хранения клетки гиподермы приобретают округлую форму — происходит мацерация, они разъединяются. Гиподерму и подзону округло-овальных клеток разделяет четкая граница. Для

последней характерна однородность клеток по форме и размерам.

В результате бланшировки весь плод покрывается многочисленными продольными трещинами, хотя наблюдаются также и поперечные трещины и образуется подобие сетки. Содержание фенолов довольно высокое и оценивается в 4,5 балла в гиподерме и по 4 балла в других подзонах.

Размеры клеток эпидермиса до хранения составляют  $8165,29 \text{ мкм}^3$ , после 20 дней хранения —  $3970,02 \text{ мкм}^3$ , подзоны округло-овальных клеток — соответственно  $4267941,9$  и  $4310003,3 \text{ мкм}^3$ , но эти различия не достоверны. В конце этого срока хранения наблюдается достоверное уменьшение объема клеток ( $P_1 - 0,05$ ). Размеры клеток подзоны радиально-удлиненных клеток составляют  $13982032 \text{ мкм}^3$  до хранения и  $21878136 \text{ мкм}^3$  — после него. Изменений размеров плодов не наблюдается.

**Сентябрьская.** Плоды средних или крупных размеров, используются как в свежем виде, так и закладываются на хранение. Мякоть плотная. Сорт характеризуется отличной лежкоспособностью. Кожица плода толстая и плотная. Размер эпидермиса —  $3600 \text{ мкм}$ , гиподерма состоит из 6—8 рядов, из которых первые пять — из узких, длинных, плотно соединенных клеток и мелких межклетников. Строением кожицы объясняется характер разрывов при бланшировке — наблюдаются и продольные трещины, и частично сетка. Трещины глубокие, проникают до самой мякоти. Шов чистый на  $2/3$ . Содержание фенолов оценивается в 2,5 балла (окраска соломенно-зеленая). Объем клеток подзоны округло-овальных клеток составляет  $2776607 \text{ мкм}^3$ , подзоны радиально-удлиненных клеток —  $1055446$ .

**Соперница.** Гибрид сортов Анна Шпет и Венгерка итальянская (сочетание ренклов и венгерок). Плоды крупные, с хорошей транспортабельностью, покрыты кожицей средней толщины. Объем клеток эпидермиса составляет  $3850 \text{ мкм}^3$ . Гиподерма состоит из 2 рядов мелких узких клеток, далее до 6-го ряда следуют широкие, рыхло расположенные клетки с межклетниками.

Подзона округло-овальных клеток также характеризуется многочисленными межклетниками. При бланшировке образуются многочисленные трещины, в основном в средней и нижней частях плода. Вдоль шва они продольные, как и у всех венгерок, а на противоположной стороне образуют сетку, как у ренклов; трещины в сетке неравномерны по глубине. Объем клеток подзоны округло-овальных клеток  $8643543 \text{ мкм}^3$ , подзоны радиально-удлиненных клеток —  $200000000 \text{ мкм}^3$ , при хранении достоверного уменьшения их объемов не наблюдается. До хранения содержание фенолов оценивается в 3,5 балла, после него (через 30 дней) в результате проведения нитрозореакции появляется слабо-ржавая без зелени окраска — 4,5 балла.

**Венгерка юбилейная.** Гибрид сортов Тулеу грасс и Виктория. Плоды крупные, с плотной мякотью, покрыты кожицей средней толщины. Клетки эпидермиса соединены довольно плотно. Их объем составляет в среднем  $2800 \text{ мкм}^3$ . Гиподерма рыхлая, состоит из 4 рядов мелких клеток, за которыми следует еще 4 ряда более крупных, округлых. При бланшировке образуются неглубокие продольные трещины, однако не по всей поверхности плода. Вдоль шва расположена довольно большая по размерам сетка (черты венгерок и ренклов совмещаются). Размер клеток подзоны округло-овальных клеток  $6000000 \text{ мкм}^3$ , подзоны радиально-удлиненных клеток —  $13000000$ . После 30 дней хранения содержание фенолов оценивается 5 баллами.

**Тулеу грасс.** Плоды покрыты довольно тонкой кожицей. Гиподерма состоит из 5 рядов мелких, плотно соединенных клеток с мелкими межклетниками. При бланшировке образуются продольные (более выраженные) и поперечные трещины — длинные, широкие, но неглубокие. Иногда плод покрыт трещинами неравномерно — с одной стороны сетка, с другой — только трещины. Однако по типу трещин плод приближается к ренклодам, так как сетка выражена сильнее. Содержание фенолов оценивается 4,5—5 баллами. Объем клеток подзоны округло-овальных клеток  $3400000 \text{ мкм}^3$ , эпидермиса —  $4330$ ,

подзоны радиально-удлиненных клеток —  $200000000 \text{ мкм}^3$ .

**Бертон.** Старый сорт. Срок хранения в опыте — 50 дней. Плоды покрыты очень толстой кожицей. Гиподерма состоит из 5 рядов мелких клеток с маленькими межклетниками. Объем клеток эпидермиса  $6030 \text{ мкм}^3$ , подзоны округло-овальных клеток —  $6290000$ , подзоны радиально-удлиненных клеток —  $900000000 \text{ мкм}^3$ . При хранении отмечается некоторое уменьшение размеров клеток всех подзон, но  $P_1$  составляет  $0,7-0,8$ . Нитрозореакция (3—3,5 балла) характеризуется слабой зеленой окраской. При бланшировке образуются малочисленные широкие, глубокие и короткие трещины, проникающие до паренхимы.

**Анна Шпет.** Плоды средних размеров, удлиненно-округлой формы, мякоть сочная, плотная, к моменту созревания размягчается. Кожица плода средней толщины, размеры клеток эпидермиса составляют  $2800 \text{ мкм}^3$ . Гиподерма четко ограничена от основной паренхимы, состоит из 4 рядов узких, мелких клеток, за которыми следуют до 5 рядов более округлых клеток. Соединение клеток в гиподерме прочное, ориентация их строго тангентальная, наблюдается извилистость оболочек во всех направлениях, что, возможно, объясняет характер растрескивания при бланшировке. На плоде образуется типичная сетка, которая покрывает его весь, в том числе шов, но в меньшей степени. Трещины разной глубины — от совсем поверхностных до глубоких. Размер клеток подзоны округло-овальных клеток от  $6900000$  до  $8800000 \text{ мкм}^3$ , подзоны радиально-удлиненных клеток —  $12000000 \text{ мкм}^3$ . Уменьшение размеров клеток в процессе хранения недостоверно ( $P_1 - 0,6$ ). Содержание фенолов оценивается в 4 балла.

**Ренклов Альтана.** Столовый сорт с крупными транспортабельными плодами. Мякоть плотная, кожица тонкая, но плотная. Гиподерма состоит

из 5 рядов узких, очень плотно соединенных клеток. Далее расположенные клетки увеличиваются в размерах, и изменяется их форма. Размер клеток эпидермиса  $3100 \text{ мкм}^3$ , подзоны округло-овальных клеток —  $5450000$ , подзоны радиально-удлиненных клеток —  $9000000 \text{ мкм}^3$ . При хранении клетки паренхимы достоверно уменьшаются в размерах ( $P_1 - 0,02$ ). Необходимо отметить, что клетки основной паренхимы у данного сорта мелкие (сортвая особенность). При бланшировке по всей поверхности плода возникают многочисленные широкие и глубокие трещины (до мякоти, мокрые) в виде сетки или чешуек. Нитрозореакция дает слабую бледно-ржавую окраску, общий балл при хранении — 3. Межклетники в гиподерме мелкие, в основной паренхиме довольно крупные; в процессе хранения их размеры увеличиваются.

Таким образом, в результате анатомо-цитологического анализа 9 сортов сливы выявлено, что размеры, форма и тип соединения клеток гиподермы, наличие межклетников и, как вторичный признак, характер повреждения при бланшировке определяют направление использования сорта, в частности, способность к длительному хранению и транспортабельность. Установлено, что форма, величина клеток и межклетников, их расположение, а также относительное расположение эпидермы с гиподермой обуславливают характер растрескивания кожицы плодов при бланшировке. После длительного хранения наблюдаются мацерация ткани и некоторое увеличение количества фенолов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Литвак А. И. Люминесцентная макро- и микроскопия в исследованиях плодовых культур и винограда. Кишинев, 1978.
2. Районированные сорта плодовых и ягодных культур. Кишинев, 1981.
3. Reeve R. M. // American Journ. of Botany. 1959. V. 46. P. 210—217.

Поступила 26.10.87

## ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

С. И. ТОМА, С. С. ЛИСНИК

### РЕГУЛИРОВАНИЕ АДАПТИВНЫХ РЕАКЦИЙ РАСТЕНИЙ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ

#### Материалы и методы

Перевод технологии выращивания сельскохозяйственных растений на интенсивный путь приводит к возникновению качественно новых отношений в системе «организм—среда». Известно, что неблагоприятные факторы среды (засуха, суховей, морозы, засоление и др.) обуславливают значительное снижение продуктивности растений и качества урожая. Одним из важных приемов управления адаптивными реакциями, формирования продуктивности и качества урожая в этих условиях является применение удобрений. В ряде работ показано, что чем благоприятнее складываются условия минерального питания, тем интенсивнее проходит обмен веществ в растениях, увеличивается урожай и улучшается его качество [7, 10—12].

Нами в течение ряда лет изучалось действие макро- и микроэлементов на различные стороны азотного и углеводного обмена важнейших для Молдавии сельскохозяйственных культур. При этом большое внимание было обращено на зависимость метаболизма растений и их продуктивности от изменения температуры и влажности окружающей среды — основных лимитирующих факторов в условиях республики, определяющих величину урожая и его качество.

В данной статье приводятся результаты исследований роли отдельных макро- и микроэлементов в регулировании активности ферментов первичной ассимиляции азота — нитратредуктазы, глутаминсинтетазы, глутаматдегидрогеназы в листьях и ключевого фермента углеводного обмена — сахарозосинтетазы в корнеплодах сахарной свеклы, а также в регулировании азотного и углеводного обмена виноградного растения.

Вегетационные и полевые опыты проводили с сахарной свеклой Внисовский полигибрид 5 и Молдавский 41 и виноградом Совиньон, Бастардо Магарацкий, Ркацител в 1982—1986 гг. Полевые опыты с сахарной свеклой — в колхозе им. Л. И. Брежнева Оргеевского, с виноградом — в колхозе «Правда» Новоаненского районов. В удобрении были использованы различные дозы и сочетания N:P:K. Активность нитратредуктазы определяли по методу [16]. При определении других ферментов применяли следующие методы: глутаминсинтетазы — Elliott [4], глутаматдегидрогеназы — Яковлевой, Кретович, Гильманова [13], АТФазы — Оканенко, Берштейна [5], сахарозосинтетазы — Павлиновой, Прасоловой [6], сахара — Бертрана [8].

#### Результаты и их обсуждение

Элементы минерального питания, воздействуя на направленность метаболизма и включаясь в него, в первую очередь оказывают влияние на активность ферментных систем растений, определяющих формирование урожая и его качество. В частности, изучение активности нитратредуктазы, глутаминсинтетазы и глутаматдегидрогеназы в растениях, выросших в различных условиях минерального питания, позволяет определить направленность реакций азотного обмена и возможность их регуляции макро- и микроэлементами.

Как показали наши исследования, активность ферментов первичной ассимиляции — нитратного и аммиачно-

го азота в значительной степени зависит от обеспеченности растений азотом. Так, активность нитратредуктазы и глутаминсинтетазы в листьях растений сахарной свеклы стимулировалась при увеличении доз до определенного уровня (0,3—0,5 г.д.в. элемента/кг почвы). Дальнейшее повышение доз азота не дало положительного изменения активности ферментов, а еще более высокие дозы оказали отрицательное действие [3]. В полевых условиях на обыкновенном черноземе при внесении в почву  $N_{120}P_{120}K_{120}$  в листьях отмечено значительное повышение активности нитратредуктазы и в меньшей степени — глутаминсинтетазы. Увеличение доз азота до 180 кг/га приводило к дальнейшему стимулированию активности нитратредуктазы, некоторому снижению глутаминсинтетазы и повышению активности глутаматдегидрогеназы. Это говорит о том, что при низких и оптимальных дозах азота в почве аммонийный азот накапливается в небольших концентрациях в растениях и его ассимиляция активно протекает с участием глутаминсинтетазы. С увеличением доз азотных удобрений в почве и концентрации аммиака в растениях возрастает роль глутаматдегидрогеназы в ассимиляции азота. Такие же закономерности отмечены и для других растений [15]. Одновременно с возрастанием активности ферментов азотного обмена в листьях растений значительно повышается АТФазная активность, что свидетельствует об усилении процессов энергетического обмена в этих растениях.

Изменения в активности ферментов азотного обмена отражаются на особенностях ультраструктурной организации хлоропластов в клетках мезофилла листьев: при недостатке азота в почве хлоропласты имеют умеренно

развитую фотосинтетическую систему — грани и межгранные ламеллы занимают лишь небольшую часть объема пластиды, грани содержат малое или среднее число тилакоидов — от 3 до 10. При оптимальном соотношении N:P:K в удобрении (2:1:1) хлоропласты почти сплошь заполнены многотилакоидными гранями (по 12—20), сохраняется целостность грани с межгранными ламеллами [9].

Значительное влияние на активность ферментов азотного обмена, особенно при стрессовых условиях произрастания растений, оказывают и микроэлементы. Так, нами установлено, что при недостатке влаги в почве (10 дней, 35% ПВ) микроэлементы, как правило, повышают активность фермента нитратредуктазы в листьях сахарной свеклы. При этом следует отметить, что в условиях недостатка влаги в почве значительно снижается нитратвосстанавливающая способность тканей по сравнению с оптимальными условиями увлажнения — 70% ПВ; это происходит независимо от обработки растений микроудобрениями (табл. 1).

Активность нитратредуктазы в листьях при неблагоприятных условиях увлажнения (35% ПВ) выше у растений, обработанных микроэлементами (особенно 0,025% раствором молибденовокислого аммония). Микроэлементы при кратковременных стрессовых условиях увлажнения обеспечивают повышение урожая и сахаристости корнеплодов (табл. 2).

Активность же АТФазы при недостатке влаги в почве выше только в листьях растений, обработанных раствором молибденовокислого аммония.

Из данных табл. 3 видно, что при применении под сахарную свеклу до-

Таблица 1. Влияние некорневых подкормок микроэлементами на активность нитратредуктазы и АТФазы в листьях сахарной свеклы в зависимости от условий увлажнения

| Вариант               | Нитратредуктаза, имоль $NO_2^-$ / г сырого вещества, 30 мин |            | АТФаза, мкг Рн/г сырого вещества, 10 мин |            |
|-----------------------|---|------------|--|------------|
|                       | 70% ПВ  | 35% ПВ     | 70% ПВ                                   | 35% ПВ     |
| $N_3P_3K_3$ -контроль | 209,6±0,76  | 176,6±4,64 | 56,39±1,17                               | 60,53±1,85 |
| $N_3P_3K_3+Mn$        | 240,0±2,19  | 176,0±7,09 | 64,26±1,55                               | 54,71±1,71 |
| $N_3P_3K_3+Mo$        | 341,3±5,07  | 211,8±8,90 | 66,35±1,13                               | 71,78±4,96 |
| $N_3P_3K_3+B$         | 248,1±6,00  | 196,5±8,06 | 64,42±2,08                               | 52,19±2,15 |
| $N_3P_3K_3+Zn$        | 225,0±5,30  | 172,2±9,00 | 66,70±3,19                               | 43,48±1,77 |

Таблица 2. Действие микроэлементов и условий увлажнения на среднюю массу и сахаристость одного корнеплода сахарной свеклы (Винсовский полигибрид 5). Вегетационный опыт

| Вариант  | Средняя масса корнеплода, кг |           | Содержание сахара, % |        |
|--|------------------------------|-----------|----------------------|--------|
|  | 70% ПВ                       | 35% ПВ    | 70% ПВ               | 35% ПВ |
| N <sub>3</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub> -контроль | 1,71±0,08                    | 1,50±0,08 | 14,78                | 15,59  |
| N <sub>3</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub> +Mn       | 1,71±0,04                    | 1,66±0,18 | 15,43                | 16,01  |
| N <sub>3</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub> +Mo       | 1,79±0,14                    | 1,90±0,12 | 15,94                | 16,10  |
| N <sub>3</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub> +B        | 1,71±0,08                    | 1,73±0,07 | 15,32                | 17,47  |
| N <sub>3</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub> +Zn       | 1,68±0,08                    | 1,80±0,15 | 15,69                | 16,37  |

зы основного удобрения (N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>) некорневая обработка растений растворами микроэлементов, как правило, повышала активность глутаминсинтеза и глутаматдегидрогеназы. Однако в конце вегетации (13.IX) разница в активности глутаматдегидрогеназы между вариантами была незначительной.

Высокие дозы азота в почве, как правило, снижают содержание сахара в корнеплодах сахарной свеклы (табл. 4). Внесение оптимальных доз и соотношений азота, фосфора и калия в почву способствует увеличению урожая корнеплодов без значительного снижения в них содержания сахара. Наши данные показывают, что под действием высоких доз азота в корнеплодах (вариант N<sub>180</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>) наблюдается значительное повышение активности сахарозосинтеза в направлении расщепления сахарозы и АТФазы в листьях. В то же время при сбалансированном питании растений азотом, фосфором и калием

Таблица 4. Действие различных доз и сочетаний минеральных удобрений на активность АТФазы в листьях и сахарозосинтеза в корнях сахарной свеклы. Полевой опыт 1985 г., 31.VII

| Вариант  | АТФаза, мкг Рн/г сырого вещества, 10 мин | Сахарозосинтеза, мкмоль сахарозы/мг белка |             |                    |
|--|--|---|-------------|--------------------|
|  |  | синтез                                    | расщепление | синтез/расщепление |
| Контроль (без удобр.)                              | 56,0±3,14                                | 2,49                                      | 1,11        | 2,24               |
| N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>                  | 97,41±2,23                               | 14,43                                     | 3,9         | 3,70               |
| N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> | 96,19±5,02                               | 18,61                                     | 4,43        | 4,20               |
| N <sub>180</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> | 164,103±4,21                             | 3,87                                      | 3,33        | 1,16               |
| N <sub>120</sub> P <sub>180</sub> K <sub>120</sub> | 79,55±15,92                              | 11,22                                     | 2,43        | 4,6                |

Таблица 3. Влияние некорневых подкормок микроэлементами на активность глутаминсинтетазы и глутаматдегидрогеназы листьев сахарной свеклы

| Вариант                  | Глутаминсинтетазы, мкмоль γ-ГТК на 1 мг белка/мин |        |       | Глутаматдегидрогеназы, мкмоль НАДН окисл./мин |        |       |
|--------------------------|---|--------|-------|---|--------|-------|
|                          | 28.VI   | 18.VII | 13.IX | 28.VI   | 18.VII | 13.IX |
| Контроль (без обработки) | 1,20  | 1,40   | 1,85  | 3,93  | 4,025  | 3,85  |
| B                        | 1,55  | 1,35   | 2,90  | 4,90  | 4,840  | 3,76  |
| Mn                       | 2,00  | 1,10   | 2,30  | 5,10  | 4,200  | 3,36  |
| Zn                       | 2,10  | 1,20   | 2,65  | 5,107   | 4,610  | 3,29  |
| Mo                       | 1,85  | 1,35   | 2,00  | 4,125   | 5,190  | 3,24  |
| Co                       | 1,65  | 0,95   | 2,20  | 4,577   | 5,855  | 3,29  |

(N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>) усиливается активность сахарозосинтетазы в направлении синтеза дисахарида, то же наблюдается и при увеличении доз фосфора в почве (N<sub>120</sub>P<sub>180</sub>K<sub>120</sub>).

Под влиянием некорневых обработок растений солями микроэлементов B, Mn, Mo, Zn и Co, как правило, увеличивалось содержание сахара в корнеплодах. Применение микроэлементов способствовало повышению активности сахарозофосфатсинтетазы в листьях и сахарозосинтетазы в корнях — ключевых ферментов углеводного обмена, ответственных за синтез и расщепление транспортируемой в корень сахарозы, за метаболизм и отложение ее в запас. Отмеченное нами ранее повышение содержания макроэргического фосфора в растениях под влиянием возрастающих доз фосфора и калия в почве и при применении некорневых подкормок микроэлементами, по-видимому, также связано с изменением реакций углеводного метаболизма в сторону образования сахарозы. Таким образом, в наших опытах в результате использования некорневых подкормок микроудобрениями на фоне высоких доз основного удобрения возрастает урожай сахарной свеклы: B — в среднем на 1700 кг/га, Mn — 1500, Mo — 2500, Zn — 5100 и Co — на 2000 кг/га. Сахаристость корнеплодов повышается от 0,4 до 1,2%. Эффективность применения некорневых подкормок микроэлементами лучше проявляется при неблагоприятных условиях температуры и влажности. Это объясняется тем, что при стрессовых условиях произ-

Таблица 5. Влияние микроэлементов на содержание углеводов в побегах винограда в период покоя (декабрь), сорт Совиньон, %

| Вариант   | Моносахариды | Дисахариды | Сумма сахаров | Крахмал | Крахмал:сахара |
|---|--------------|------------|---------------|---------|----------------|
| Контроль В почву, кг/га                                 | 5,35         | 3,23       | 8,77          | 4,86    | 0,56           |
| B <sub>2</sub> Mn <sub>2</sub> Zn <sub>2</sub>          | 5,75         | 3,95       | 9,70          | 4,73    | 0,43           |
| B <sub>4</sub> Mn <sub>4</sub> Zn <sub>4</sub>          | 5,89         | 3,99       | 9,88          | 4,59    | 0,45           |
| B <sub>8</sub> Mn <sub>8</sub> Zn <sub>8</sub>          | 5,50         | 3,61       | 9,31          | 4,25    | 0,45           |
| B <sub>16</sub> Mn <sub>16</sub> Zn <sub>16</sub>       | 5,55         | 4,61       | 10,16         | 4,59    | 0,44           |
| Некорневое питание, %                                   |              |            |               |         |                |
| Mn <sub>0,05</sub> B <sub>0,05</sub> Zn <sub>0,05</sub> | 5,95         | 3,65       | 9,70          | 4,32    | 0,44           |
| Mn <sub>0,16</sub> B <sub>0,16</sub> Zn <sub>0,16</sub> | 5,45         | 4,24       | 9,69          | 4,05    | 0,44           |
| Mn <sub>0,20</sub> B <sub>0,20</sub> Zn <sub>0,20</sub> | 5,45         | 4,42       | 9,87          | 4,66    | 0,46           |
| Mn <sub>0,40</sub> B <sub>0,40</sub> Zn <sub>0,40</sub> | 6,12         | 4,36       | 10,48         | 4,19    | 0,39           |

растения микроэлементы способствуют повышению содержания связанной воды и водоудерживающей способности тканей, положительно влияют на интенсивность фотосинтеза и окислительно-восстановительные процессы в растениях и стабилизируют другие физиологические процессы, что в конечном счете отражается на увеличении продуктивности растений [1, 12].

Роль экологических условий в минеральном питании виноградного растения наименее изучена. Созданием оптимального для растений питательного режима можно повысить их жизнеспособность, устойчивость к низким зимним температурам, к недостатку влаги, инфекционным заболеваниям. При этом положительная роль микроэлементов в повышении устойчивости растений к неблагоприятным условиям произрастания связана с изменениями в азотном и углеводном обмене [2].

При применении оптимальных доз основного удобрения и микроэлементов повышается содержание крахмала и гемицеллюлоз в вызревающих побегах винограда. Наступление холодов сопровождается увеличением количества сахаров и снижением содержания крахмала (табл. 5). Такое явление обусловлено положительным действием микроэлементов на морозоустойчивость виноградных кустов, так как у неустойчивых растений после наступления морозов крахмал остается на более высоком уровне и медленнее переходит в сахара по сравнению с устойчивыми. Об этом свидетельству-

ет и отношение крахмал:сахара. При снижении температуры отношение крахмала к сумме сахаров уменьшается более резко у морозоустойчивых сортов.

В однолетних побегах винограда сортов Ркацители и Бастардо Магарачский, снятых весной второго года при обрезке, содержание общего азота, как правило, выше при внесении в почву двойных сочетаний микроэлементов, особенно бора и марганца. Во всех вариантах с микроэлементами выше (по сравнению с контролем) содержание как общего, так и белкового азота. Согласно исследованиям [4], повышенная морозоустойчивость виноградных растений совпадает с более высоким содержанием белкового азота, его отношением к небелковой фракции и меньшим процентом разрушения белков от действия морозов по сравнению с неустойчивыми сортами. Отмеченное нами положительное действие определенных микроэлементов или их сочетаний на эти показатели, а также более высокая приживаемость и сохранность кустов в течение первых трех лет жизни свидетельствуют о том, что внесенные в почву азот, фосфор, калий и микроэлементы повышают морозоустойчивость молодых виноградных растений.

Исследования, проведенные нами в регулируемых условиях температуры, показали, что при некорневой подкормке виноградных растений 0,01% раствором сернокислого цинка уже через два часа повышается содержание сахаров в листьях как при нормальной температуре (18—23°C), так и при пониженной (6—10°C) и повышенной (30—35°C). Дальнейшее увеличение концентрации цинка ведет к снижению суммы сахаров.

### Заключение

В условиях интенсификации сельского хозяйства минеральное питание является наиболее доступным для регулирования. Поэтому возникает задача своевременно и направленно воздействовать корневым и некорневым питанием на ход формирования урожая в различных экологических условиях. Изучение тех или иных фер-



ментов в отдельных звеньях метаболизма при действии на растения различных факторов среды необходимо для изыскания способов оптимизации продукционного процесса с применением макро- и микроэлементов.

Многолетние вегетационные и полевые опыты показали, что при варьировании доз и сочетаний N:P:K в удобрении можно в значительной степени регулировать в течение вегетации направленность действия ферментов азотного и углеводного обмена в растениях. Поддержание с помощью макроудобрений на более высоком уровне активности ферментов азотного обмена способствует повышению продуктивности растений. Дифференцированным применением корневых и некорневых подкормок микроэлементами можно регулировать в течение вегетации активность ферментов азотного и углеводного обмена, в целом продуктивность и качество урожая. Нами установлены оптимальные дозы и сочетания основного удобрения и микроудобрений, способствующие получению высоких и стабильных урожаев для следующих культур:

сахарной свеклы — на обыкновенных и карбонатных черноземах —  $N_{120}P_{120}K_{120}$ . Внекорневая обработка растений микроэлементами В, Мп, Zп, Мо (0,01—0,02% раствора элемента) способствует повышению сахаристости корнеплодов, а также устойчивости растений к недостатку влаги в почве, к корневой гнили и снижению поражения корнеедом;

для технических сортов винограда рекомендуется вносить ранней весной в почву один раз в два года 90—120 кг/га NPK, добавляя к ним 25—29 кг/га борной кислоты, по 20—

25 кг/га сернокислого марганца и сернокислого цинка и по 4—6 кг/га аммония молибденовокислого. Такая доза улучшает вызревание побегов и улучшает морозоустойчивость кустов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Боженко В. П.* // Физиол. роль и практич. применение микроэлементов. Рига, 1976. С. 110—123.
2. *Володько И. К.* Микроэлементы и устойчивость раст. к неблагоприятным факторам среды. Минск, 1983. С. 190.
3. *Лисник С. С., Белтей Н. К.* // Физиолого-биохим. основы повышения продуктивности и устойчивости раст.: Мат. IV Респ. конф. физиол. и биохим. Молдавии. Кишинев, 1986. С. 78—79.
4. *Марутян С. А.* Биохим. аспекты формирования и диагностики морозоустойчивости виногр. раст. Ереван, 1978. С. 138.
5. *Оканенко А. С., Берштейн Б. И.* Калий, фотосинтез и фосфорный метаболизм у свеклы. Киев, 1969. С. 212.
6. *Павлинова О. А., Прасолова М. Ф.* // Физиол. раст. 1970. Т. 17. Вып. 2. С. 295—301.
7. *Пейве Я. В.* Микроэлементы и их значение в с. х-ве. М., 1961. С. 63.
8. *Петербургский А. В.* Практикум по агрономич. химии. М., 1968. С. 495.
9. *Рыбченко Т. М., Лисник С. С., Тома С. И.* // Электронная микроскопия и вопросы диагностики: Тез. III Респ. конф. по электронной микроскопии. Кишинев, 1980. С. 55.
10. *Тома С. И., Лисник С. С., Велисар С. Г.* Оптимизация минерального питания раст. в условиях пром. технологий. Кишинев, 1985.
11. *Тома С. И., Рабинович И. З., Велисар С. Г.* Микроэлементы и урожай. Кишинев, 1980.
12. *Школьник М. Я.* Микроэлементы в жизни раст. Л., 1974. С. 324.
13. *Яковлева В. И., Кретович В. Л., Гильманов М. К.* // Биохимия. 1964. Т. 29. Вып. 3. С. 463—469.
14. *Elliot W. H.* // J. Biol. Chem. 1953. V. 201. P. 661—669.
15. *Mifflin B. G., Lea P. G.* // Phytochemistry. 1976. V. 15. N 6. P. 873—885.
16. *Mulder E. G., Voxma R., Van Veen W.* // Plant and Soil. 1959. V. 10. P. 335—355.

Поступила 12.10.87

## ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

В. А. ЛЯХ, А. Н. КРАВЧЕНКО, А. И. СОРОКА,  
Е. Н. ДРЮЧИНА

### ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ПЫЛЬЦЫ КУКУРУЗЫ

Потери урожая сельскохозяйственных культур за счет воздействия неблагоприятных абиотических факторов среды достигают больших размеров [2], при этом часто они оказываются значительнее, чем от болезней, вредителей и сорняков [9]. Известно, что отбор спорофита на устойчивость к высокой температуре воздуха и засухе в селекционных программах по кукурузе занимает важное место. Однако имеется очень мало генетической информации относительно жаростойкости репродуктивных процессов и структур, в частности, метелки и пыльцы [22].

По данным [20], высокие температуры и чрезмерная сухость воздуха могут повреждать целые метелки или убивать пыльцевые зерна после их высыпания из пыльников. На основании собственных экспериментов авторы заключили, что плохое завязывание зерен на самоопыленных початках в значительной мере связано с высокой дневной температурой в день опыления. По мнению [1], пыльца кукурузы отличается невысокой способностью противостоять неблагоприятным условиям среды, хотя длительность сохранения ею жизнеспособности в естественных условиях, по данным различных исследователей, существенно варьирует, составляя от нескольких часов и даже минут до суток [6, 7, 23, 24], и в большой мере зависит от температуры и относительной влажности воздуха. При этом высокая температура в сочетании с низкой относительной влажностью воздуха действуют наиболее губительно. В этом случае пыльца кукурузы погибает в тени через 6—8 ч, а на прямом солнечном свете — через 3 ч. Обнаружено, что жизнеспособность пыльцы кукурузы

сильно снижается при температуре 38°C [16]. По данным [18], пыльца кукурузы в метелках теряет свою жизнеспособность через 33 ч при 30°C. Значительный интерес представляют результаты исследований авторов [13], установивших, что длительное выдерживание пыльников при температуре выше 32°C приводит к существенному уменьшению прорастания пыльцы многих генотипов кукурузы. Вместе с тем изученные генотипы различались по реакции их пыльцы на температуру. По данным [22], высокая температура во время опыления кукурузы уменьшает число завязавшихся зерен. Авторами показано, что при действии на метелки за день до цветения температурой 32/38°C (ночь/день) процент непроросшей пыльцы по сравнению с контролем (24/29°C) был значительно выше, при этом выявлены существенные генотипические различия. Авторы полагают, что жизнеспособность пыльцы может рассматриваться в качестве одного из критериев чувствительности метелки к жаре.

Как видно из приведенного обзора литературы, в немногочисленных работах в основном представлены данные о генотипических различиях по жизнеспособности пыльцы при действии высокой температуры на процесс формирования пыльцы в метелках [13, 22]. Цель наших исследований состояла в выявлении реакции зрелой, сформировавшейся пыльцы различных генотипов кукурузы на действие высокой температуры. Это важно как с точки зрения возможной оценки устойчивости репродуктивной системы, так и проведения гаметного отбора на этапе зрелой пыльцы.

## Материалы и методы

Материалом для исследования служили линии кукурузы\*: А 641, 0156 гf, НМV 404, МК 386, XL 18, L 374, 092, П 101, а также теосинте Кнежа (из Болгарии). Для анализа использовали свежую пыльцу не позднее чем через 30 мин после сбора. В исследованиях по оценке зрелой пыльцы на устойчивость к высокой температуре ее высевали монослоем на предметные стекла, полагая, что каждое пыльцевое зерно в равной степени будет подвергаться действию температурного фактора. Затем одну часть стекол с высеянной пыльцой помещали в термостат и прогревали в темноте при температуре 35°C в течение 3, 5, 10 и 20 мин, другую часть хранили в термостате 10, 20 и 30 мин при температуре 26°C, контролем была свежая пыльца. После обработки пыльцу контрольного и опытных вариантов высевали на питательную среду. При этом учитывали процент прорастания пыльцы. С целью определения оплодотворяющей способности небольшие равные части пыльцы каждого варианта использовали для опыления початков. Об устойчивости пыльцы к высокой температуре судили по изменению ее жизнеспособности и озерненности початков в опытных вариантах по сравнению с контролем. Жизнеспособность пыльцы определяли методом проращивания на искусственной питательной среде, содержащей 15 г сахарозы, 600 мг агара, 30 мг хлористого кальция и 10 мг борной кислоты в 100 мл дистиллированной воды [10]. Проращивание пыльцы проводили в темноте в термостате при температуре 24—26°C. Подсчет числа проросших пыльцевых зерен осуществляли в 8—10 полях зрения через 3 ч после посева. По каждому варианту просматривали от 500 до 1000 пыльцевых зерен. Пыльцу считали проросшей, если длина пыльцевых трубок была равна половине диаметра пыльцевого зерна и больше.

\* Авторы статьи выражают благодарность старшему научному сотруднику ИЭГ АН МССР С. Т. Чалыку за предоставленный материал.

## Результаты и их обсуждение

Проведенные исследования показали, что прогревание пыльцы кукурузы при 35°C, как правило, существенно снижало ее жизнеспособность даже при очень короткой экспозиции (3—5 мин). Более длительная обработка (10 мин и более) практически полностью лишала ее способности прорасти. Пыльца всех изученных генотипов не выдерживала прогревания более 20 мин (табл. 1). Следует отметить, что она значительно теряла свою жизнеспособность не только при высокой температуре, но и на температурном фоне 26°C. Так, через 30 мин после посева на предметное стекло при температуре 26°C пыльца некоторых генотипов была практически полностью нежизнеспособной.

Вместе с тем между генотипами выявлены довольно четкие различия по устойчивости зрелой пыльцы к высокой температуре. Так, при экспозиции прогревания 5 мин снижение ее жизнеспособности в опытных вариантах по сравнению с контролем (свежая пыльца) у различных источников варьировало от 1,3% у линии А 641 до 85,1% у теосинте. Показатель снижения жизнеспособности определяли по формуле:  $\frac{K-O}{K} \cdot 100$ , где  $K$  — жизнеспособность свежей пыльцы,  $O$  — жизнеспособность пыльцы в опытном варианте. Прогревание в течение 10 мин было губительным для пыльцы большинства изученных генотипов. Однако между исследуемыми образцами обнаружены существенные различия. Если снижение жизнеспособности при 10-минутной обработке пыльцы линии А 641 составляло 70,8%, то у теосинте и МК 386 — 100% (табл. 2). Из всех изученных образцов 20-минутное прогревание выдерживала лишь пыльца линии А 641.

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что температура 35°C и экспозиция прогревания 5 и 10 мин дифференцируют генотипы по устойчивости пыльцы к высокой температуре. На основании предложенного теста изученные образцы по данному признаку можно распределить на три группы: устойчивые (А 641), среднеустойчивые (НМV 404, 0156 гf)

Таблица 1. Влияние температуры и длительности прогревания пыльцы на ее жизнеспособность

| Генотип | Экспозиция прогревания, мин | Температура прогревания, °C | Жизнеспособность пыльцы, % | Генотип  | Экспозиция прогревания, мин | Температура прогревания, °C | Жизнеспособность пыльцы, % |
|---------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| А 641   | Контроль (свежая пыльца)    | —                           | 45,9±2,2                   | МК 386   | Контроль (свежая пыльца)    | —                           | 89,1±1,3                   |
|         |                             | 26                          | 45,6±2,2                   |          |                             | 35                          | 3                          |
|         | 20                          | 25,3±1,8                    | 5                          |          | 19,8±1,9                    |                             |                            |
|         | 30                          | 18,2±1,7                    | 10                         |          | 3,7±0,8                     |                             |                            |
|         | 3                           | 40,8±2,1                    | 20                         |          | 0,0                         |                             |                            |
| 5       | 45,3±2,1                    |                             |                            |          |                             |                             |                            |
| 0156 гf | Контроль (свежая пыльца)    | —                           | 53,5±2,1                   | Теосинте | Контроль (свежая пыльца)    | —                           | 40,2±2,1                   |
|         |                             | 26                          | 14,3±1,5                   |          |                             | 35                          | 3                          |
|         | 20                          | 2,9±0,7                     | 5                          |          | 0,8±0,3                     |                             |                            |
|         | 30                          | 1,2±0,5                     | 10                         |          | 0,0                         |                             |                            |
|         | 3                           | 17,2±1,6                    | 20                         |          | 0,0                         |                             |                            |
| 5       | 18,5±1,7                    |                             |                            |          |                             |                             |                            |
| НМV 404 | Контроль (свежая пыльца)    | —                           | 21,2±1,8                   | Теосинте | Контроль (свежая пыльца)    | —                           | 40,2±2,1                   |
|         |                             | 26                          | 15,7±1,6                   |          |                             | 35                          | 3                          |
|         | 20                          | —                           | 5                          |          | 11,1±1,3                    |                             |                            |
|         | 30                          | —                           | 10                         |          | 0,0                         |                             |                            |
|         | 3                           | —                           | 20                         |          | 0,0                         |                             |                            |
| 5       | —                           |                             |                            |          |                             |                             |                            |

и неустойчивые (МК 386, теосинте).

Как уже отмечалось, пыльца быстро теряла жизнеспособность не только при высокой температуре, но и на нормальном температурном фоне (табл. 1). Однако снижение жизнеспособности при хранении было неодинаковым. После 30-минутного хранения на предметном стекле пыльца линий А 641 и НМV 404 характеризовалась достаточно большим числом проросших пыльцевых зерен, тогда как при той же экспозиции пыльца теосинте и МК 386 практически полностью погибала (табл. 2).

Учитывая подобранный режим оценки (температура 35°C, экспозиция 5 и 10 мин), часть перспективных линий из коллекции ИЭГ АН МССР с целью выделения генонисточников была оценена нами на устойчивость зрелой пыльцы к высокой температуре. Анализировали пыльцу линий: А 641, НМV 404, XL 18, L 374, 092, П 101. В качестве контроля использовали пыльцу, хранившуюся монослоем на предметном стекле при 26°C в течение 5 мин, поэтому исходная жизнеспособность пыльцы (контроль) невысокая (рис. 1). Линии А 641, XL 18, НМV 404 можно отнести к наиболее

устойчивым к высокой температуре на стадии зрелой пыльцы, у которых даже при 10-минутном прогревании при 35°C часть пыльцы оставалась жизнеспособной. В этом отношении линия А 641 была наилучшей. У остальных образцов жизнеспособность пыльцы существенно снижалась не только при 10-, но и при 5-минутной обработке, что указывает на довольно низкую устойчивость мужских гамет к высокой температуре (рис. 1).

Проведенный анализ озерненности початков по этим же вариантам подтвердил более высокую устойчивость к температуре пыльцы линий А 641, НМV 404 по сравнению с П 101, L 374, 092. Так, у генотипов с устойчивой пыльцой озерненность початков

Таблица 2. Степень снижения жизнеспособности\* пыльцы в различных вариантах обработки, %

| Генотип  | 5 мин. 35°C | 10 мин. 35°C | 30 мин. 26°C |
|----------|-------------|--------------|--------------|
| А 641    | 1,3         | 70,8         | 60,3         |
| НМV 404  | 47,9        | 91,3         | 71,0         |
| 0156 гf  | 68,8        | 93,3         | 90,0         |
| МК 386   | 84,9        | 100,0        | 94,9         |
| Теосинте | 85,1        | 100,0        | 99,8         |

\* Представлена как среднее из 3-х повторностей.

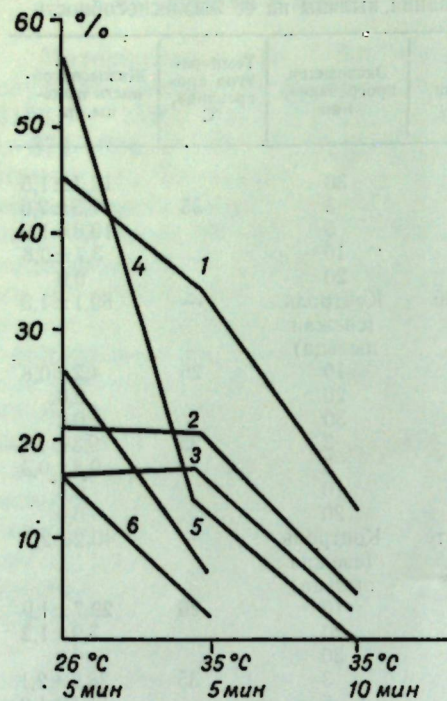


Рис. 1. Влияние температуры и экспозиции прогревания на жизнеспособность пыльцы линий кукурузы:  
1 — А 641, 2 — XL 18, 3 — НМV 404, 4 — L 374, 5 — 092, 6 — П 101

в опытных вариантах оставалась на уровне контроля, что свидетельствует о незначительной элиминации мужских гамет при действии высокой температуры, у линий с неустойчивой пыльцой число завязавшихся зерен на початке существенно снижалось. Например, прогревание пыльцы линии НМV 404 (устойчивая к высокой температуре пыльца) в течение 5 и 10 мин не уменьшало озерненности початков, тогда как у П 101 (неустойчивая пыльца) в опытных вариантах даже при 5-минутной обработке завязывались лишь единичные зерна (рис. 2).

Установлено, что генотипы кукурузы различаются по реакции пыльцы на высокую температуру в период ее формирования и созревания в пыльнике [13, 22]. Полученные нами экспериментальные данные указывают на то, что существенные различия в реакции пыльцевых зерен на высокую температуру наблюдаются между генотипами и при ее действии на зрелую, сформировавшуюся пыльцу.

Известно, что высокая температура в период созревания пыльцы и опыления значительно снижает урожайность [11, 15 и др.]. При этом температура может повреждать метелки или убивать пыльцевые зерна после их высыпания из пыльников [20]. По мнению авторов, наиболее критическим является период от высыпания пыльцы из пыльников до начала прорастания и роста пыльцевых зерен на рыльце. Выявлено, что именно метелка, а не какая-либо другая часть растения, наиболее сильно подвержена действию высокой температуры. Многие исследователи связывают быструю гибель пыльцы кукурузы с потерей воды, а не с летальным действием высоких температур [20 и др.]. Однако высокая температура значительно ускоряет этот процесс прежде всего у трехклеточной пыльцы. Это объясняют ее более высокой интенсивностью дыхания, что и является причиной функциональной смерти пыльцы [14].

В настоящее время механизм, связанный с быстрой потерей жизнеспособности трехклеточной пыльцы, в частности пыльцы злаков, еще не ясен. Потеря воды не является непосредственной причиной утраты ее оплодотворяющей способности [1]. Гибель пыльцевого зерна автор связывает с нарушениями в протоплазме, вторичным следствием чего является потеря пыльцой жизнеспособности. Исследованиями [8] убедительно показано, что пыльца кукурузы может терять до 80% воды от исходного количества и это существенно не сказывается на ее жизнеспособности. Выше этого предела зерна претерпевают необратимые изменения.

При хранении пыльцы кукурузы в ней обнаружены значительные изменения в содержании различных аминокислот [19]. Как отмечено в [17], эти исследования подтверждают ранее высказанное предположение [12], что при высыпании из пыльников пыльцевые зерна кукурузы находятся в высокоактивном метаболическом состоянии.

Помимо полученных нами сведений о различиях между генотипами кукурузы по устойчивости зрелой пыльцы к высокой температуре в литературе имеются аналогичные данные по некоторым другим культурам.

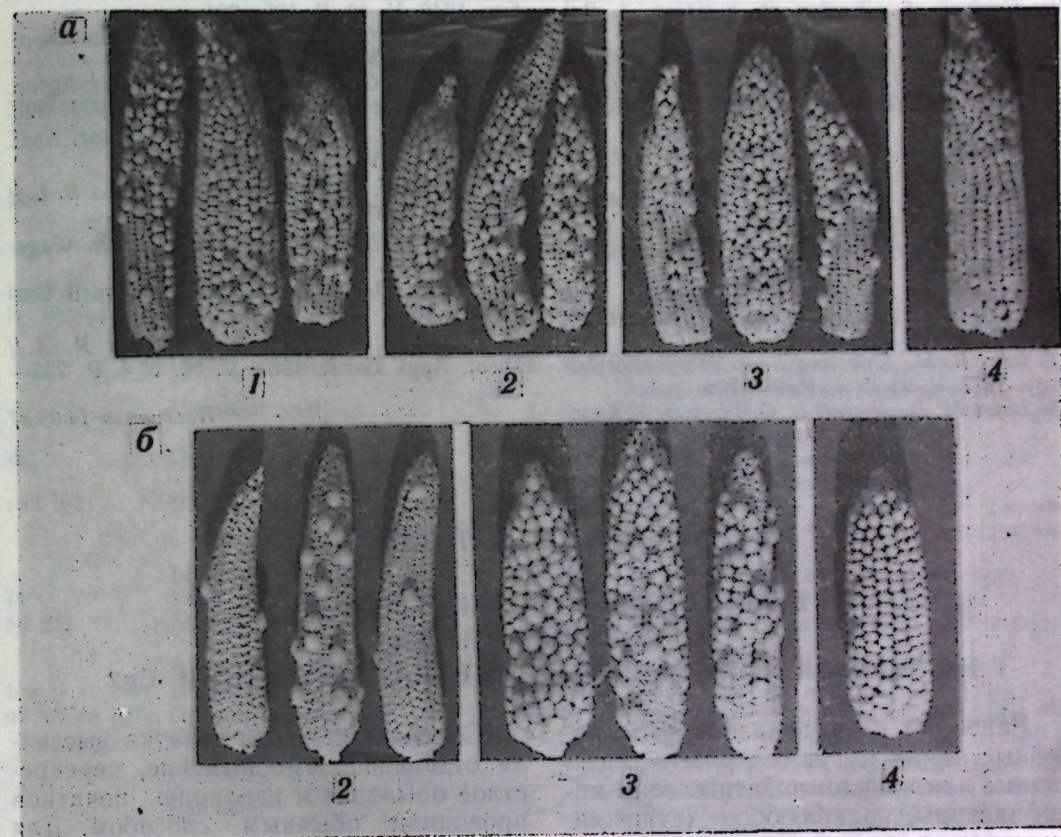


Рис. 2. Влияние термообработки пыльцы на озерненность початков линий кукурузы:  
а — НМV 404, б — П 101; 1 — прогревание пыльцы при 35°C 10 мин; 2 — прогревание пыльцы при 35°C 5 мин; 3 — контроль, 26°C, 5 мин; 4 — опыление свежей пыльцой

Наиболее обширные исследования проведены на томатах. Так, выявлены генетические различия пыльцевых зерен томатов по чувствительности к высокой и пониженной температурам, засолению, солям тяжелых металлов [3—5, 25 и др.]. При изучении радиочувствительности пыльцы кукурузы [21] выявлены генетические различия по этому признаку. Авторы полагают, что отбор пыльцы по радиочувствительности может быть успешным и непосредственно использоваться в селекции. Учитывая обнаруженные различия по устойчивости пыльцы к высокой температуре, можно предположить, что отбор на гаметном уровне будет эффективным. При этом на данной культуре гаметы являются не только средством селекции (повышение устойчивости спорифита), но и целью селекции (повышение устойчивости мужского гаметофита).

Предложенный в эксперименте методический подход может быть использован как в пыльцевой селекции,

так и для скрининга геонисточников по теплоустойчивости пыльцы, что найдет успешное применение в селекционной практике.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Диакону П. И. // Изв. ТСХА. 1961. № 4. С. 18—34.
2. Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений. Кишинев, 1980.
3. Калягина Л. Г., Пугачев И. И. // Мир. раст. ресурсы в Средней Азии. 1981. № 4. С. 156—159.
4. Лях В. А. // Изв. АН МССР. Сер. биол. и хим. наук. 1986. № 4. С. 38—42.
5. Лях В. А., Жученко А. А., Кравченко А. И. // Физиолого-генетические проблемы интенсификации селекционного процесса. Материалы Всесоюз. конф. Саратов, 1984. С. 158—160.
6. Чалык Т. С. Кукуруза в Молдавии. Кишинев, 1985. С. 15.
7. Чеботарь А. А., Челак В. Р., Мошковиц А. М., Архипенко М. Г. Эмбриология зерновых, бобовых и овощебахчевых возделываемых растений. Кишинев, 1987. С. 18.
8. Barnabás V. // Annals of Botany. 1985. V. 55. P. 201—204.
9. Buddenhagen I. // Annu. Rev. Phytopathol. 1983. V. 21. P. 385—409.

10. Cook F. S., Walden D. B. // Can. J. Bot. 1965. V. 43. P. 779—786.  
11. Gardner B. R., Blad B. L., Maurer R. E. et al. // Agron. J. 1982. V. 73. P. 743—747.  
12. Goss J. A. // Bot. Rev. 1968. V. 34. P. 333—358.  
13. Herrero M. P., Johnson R. R. // Crop Sci. 1980. V. 20. P. 796—800.  
14. Hoekstra F. A., Bruinsma J. // Physiologia. 1975. V. 34. P. 221—225.  
15. Jensen S. D. // Proc. Ann. Corn Sorghum Res. Conf. 1971. V. 25. P. 198—208.  
16. Johnson R. R., Herrero M. P. // Proc. 36th Annu. Corn and Sorghum Industry Res. Conf. 1981. P. 66—77.  
17. Johri B. M., Shivanna K. R. // Phytomorphology. 1977. V. 27. N 1. P. 98—106.  
18. Jones M. D., Newell L. C. // Agron. J. Amer.

Soc. 1948. V. 40. P. 195—204.  
19. Linskens H. F., Pfahler P. L. // Theor. Appl. Genet. 1973. V. 43. P. 49—53.  
20. Lonquist G. H., Jugenheimer R. W. // Agron. J. Amer. Soc. 1943. V. 35. N 11. P. 923—933.  
21. Pfahler P. L., Linskens H. F. // Theor. Appl. Genet. 1977. V. 49. N 6. P. 253—258.  
22. Schoper J. B., Lambert R. J., Vasilas B. L. // Crop Sci. 1987. V. 27. P. 27—31.  
23. Visser T. // Med. Landbouwhogesch. Wageningen. 1955. V. 55. P. 1—68.  
24. Walden D. B. // Ph. D. Thesis. Cornell University. 1959.  
25. Zamir D., Tanksley S. D., Jones R. A. // Theor. Appl. Genet. 1981. V. 59. N 4. P. 235—238.

Поступила 14.09.87

Н. В. КРИВОВ, В. Н. ЛЫСИКОВ

### ВЛИЯНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ФОНА МАРКЕРНЫХ ЛИНИЙ

#### НА ПРОЯВЛЕНИЕ И ВЫРАЖЕНИЕ МАКРОМУТАЦИИ Cg2

Ранее [6] было показано, что маркерные линии могут содержать рецессивные или полудоминантные гены-модификаторы, подавляющие (супрессирующие) проявление макромутации Cg2 [5,6]. Такие гены-модификаторы известны и для Cg 3-23 [8,9]. Известно также, что макромутация Cg2 вызывает резкие комплексные изменения кукурузного растения. При этом мутантные растения в сильной степени проявляют признаки предков кукурузы — теосинте, трипсакума и других сородичей из трибы *Maydeae* [4, 5]. Поэтому гены-модификаторы, присутствием которых устраняется отрицательное действие Cg2 на растения кукурузы (прежде всего редукция мужского и женского соцветий), представляют интерес для селекции на продуктивность.

#### Материал и методы

Все опыты проводили в полевых условиях на научно-экспериментальной базе Института экологической генетики АН МССР (Кишинев) с 1982 по 1984 гг. В качестве исходного материала были взяты две сублинии, несущие ген Cg2 в гомозиготе, — 220-214, 220-569-205-315 и 12 маркерных линий (табл. 1).

Семена с каждого початка высевали отдельно. Самоопыление, перекрестное опыление и изоляцию початков проводили обычным способом. Для более полного представления о плейотропном действии Cg2 было измерено по 20 типичных растений с обеих мутантных сублиний, маркерных линий и гибридов между ними. У каждого растения определяли высоту, длину метелки, кустистость (количество стеблей), количество початков и узлов. В ряде подлиний измеряли длину и ширину листьев, отходящих от самого верхнего продуктивного початка центрального побега. Для обработки материала использовались общепринятые статистические методы.

О проявлении и выражении Cg2 в F<sub>1</sub> и F<sub>2</sub> судили по фенотипу. Дискретность в фенотипической экспрессии макромутации Cg2 ранее была представлена в основном двумя фенами Cg2<sup>m</sup> (moderate — умеренный) и Cg2<sup>s</sup> (strong — сильный) [8]. Для более полного отображения чувствительности Cg2 к генетическому фону целесообразно ввести еще один фен Cg2<sup>w</sup> (weak — слабый). Растения с фенотипом Cg2<sup>w</sup> похожи на нормальную кукурузу. Их единственное отличие — это метелка, которая состоит только из центральной оси. Боковые веточки отсутствуют.

Таблица 1. Фенотипическое проявление маркерных генов

| Линия       | Название             | Локализация | Фенотип  |
|-------------|----------------------|-------------|--|
| sr          | Striate 1            | 1—0         | Листья с тонкими продольными белыми полосами, сохраняются на протяжении всей жизни растения                |
| br f        | Brachytic 1          | 1—81        | Стебель значительно укорочен в результате уменьшения длины междоузлий                                      |
|             | Fine stripe 1        | 1—86        | Растения с тонкими белыми полосами по краям листьев  |
| bm2         | Brawn midrib 2       | 1—161       | Коричневая средняя жилка листа   |
| lg gl2 v4   | Liguleless leaf 1    | 2—11        | Лист обычно без лигулы, поэтому расположение листьев вертикальное  |
|             | Glossy seedling      | 2—30        | Глянцевые всходы. Восковой налет на поверхности листьев отсутствует  |
|             | Virescent seedling   | 2—83        | Всходы желтовато-зеленые. Растения зеленеют медленно   |
| d           | Dwarf 1              | 3—18        | Карликовые компактные растения с широкими плотными листьями  |
| ra2 lg2     | Ramosa 2             | 3—23        | Початок сильно разветвлен и фасцирован. Метелка ветвится и имеет коническую форму                          |
| la          | Liguleless leaf 2    | 3—79        | Ген похож по проявлению на lg  |
| su gl3      | Lazy plant 1         | 4—55        | Стелющиеся (ленивые) растения  |
|             | Sugary endosperm     | 4—66        | Эндосперм морщинистый просвечивающийся   |
|             | Glossy seedling 3    | 4—112       | Ген похож по проявлению на gl2   |
| bm          | Brown midrib 1       | 5—41        | Ген похож по проявлению на bm2   |
| o2 v5 ra gl | Opaque endosperm 2   | 7—16        | Эндосперм мучнистый непрозрачный   |
|             | Virescent seedling 5 | 7—24        | Ген похож по проявлению на v4, но у основания листьев взрослых растений образуются белые продольные полосы |
|             | Ramosa               | 7—32        | Початок разветвлен у основания, метелка ветвистая в форме елочки   |
|             | Glossy seedling 1    | 7—36        | Ген похож по проявлению на gl2, gl3  |
| bm4         | Brown midrib 4       | 9—141       | Ген похож по проявлению на bm1, bm2  |
| g           | Golden 1             | 10—47       | Золотистый. Растения имеют желтовато-зеленую окраску   |

Таблица 2. Проявление рецессивных маркерных генов на генетическом фоне Cg2

| № линии | Локализация маркерного гена | Соотношения фенотипических классов |        |               |        | Σ    | χ <sup>2</sup> |
|---------|-----------------------------|------------------------------------|--------|---------------|--------|------|----------------|
|         |                             | фактические                        |        | теоретические |        |      |                |
|         |                             | норма                              | мутант | норма         | мутант |      |                |
| 2003    | sr 1—0                      | 950                                | 287    | 929,25        | 309,75 | 1239 | 1,9            |
| 2004    | br 1—81                     | 403                                | 113    | 387           | 129    | 516  | 2,6            |
|         | f 1—86                      | 389                                | 127    | 387           | 129    | 516  | 0,004          |
| 2005    | lg 2—11                     | 744                                | 224    | 726           | 242    | 968  | 2,8            |
|         | gl2 2—30                    | 740                                | 228    | 726           | 242    | 968  | 1,1            |
|         | v4 2—83                     | 709                                | 219    | 726           | 242    | 968  | 2,9            |
| 2006    | la 4—55                     | 253                                | 92     | 258,75        | 86,25  | 345  | 0,5            |
| 2007    | su 4—66                     | 335                                | 79     | 310,5         | 103,5  | 414  | 7,5*           |
|         | gl3 4—112                   | 303                                | 111    | 310,5         | 103,5  | 414  | 0,7            |
| 2008    | o2 7—16                     | 1498                               | 505    | 1502,25       | 500,75 | 2003 | 0,05           |
|         | v5 7—24                     | 1502                               | 501    | 1502,25       | 500,75 | 2003 | 0,002          |
|         | ra 7—32                     | 1536                               | 469    | 1502,25       | 500,75 | 2003 | 2,8            |
|         | gl 7—36                     | 1500                               | 503    | 1502,25       | 500,75 | 2003 | 0,1            |
| 2009    | bm4 9—141                   | 582                                | 195    | 582,75        | 194,25 | 777  | 0,004          |
| 2010    | bm2 1—162                   | 189                                | 160    | 174,5         | 174,5  | 349  | 2,4            |
| 2011    | d 3—18                      | 77                                 | 104    | 90,5          | 90,5   | 181  | 4,0*           |
| 2012    | ra2 3—23                    | 243                                | 251    | 247           | 247    | 494  | 0,1            |
|         | lg2 3—79                    | 230                                | 264    | 247           | 247    | 494  | 2,3            |
| 2013    | bm 5—41                     | 113                                | 97     | 105           | 105    | 210  | 1,2            |
| 2014    | g 10—47                     | 105                                | 96     | 100,5         | 100,5  | 201  | 0,4            |

\* Отклонения достоверны на 0,05 уровне значимости.



Рис. 1. Варьирование в выражении макромутации Cg2 в гетерозиготах:  
а — генетический фон маркерной линии o2 v5 ga gl полностью супрессировал Cg2, фенотип растений нормальный; б — генетический фон маркерной линии ga 2 lg2, только ослабляет выражение Cg2, фенотип растений Cg2<sup>w</sup>

### Экспериментальная часть

При гибридизации Cg2 с маркерными линиями соблюдается первый закон Менделя о единообразии F<sub>1</sub>. Так, Cg2 в гетерозиготе с o2 v5 ga gl и sg вел себя как рецессивный ген (все растения кукурузы в F<sub>1</sub> были фенотипически нормальны). Показателем в

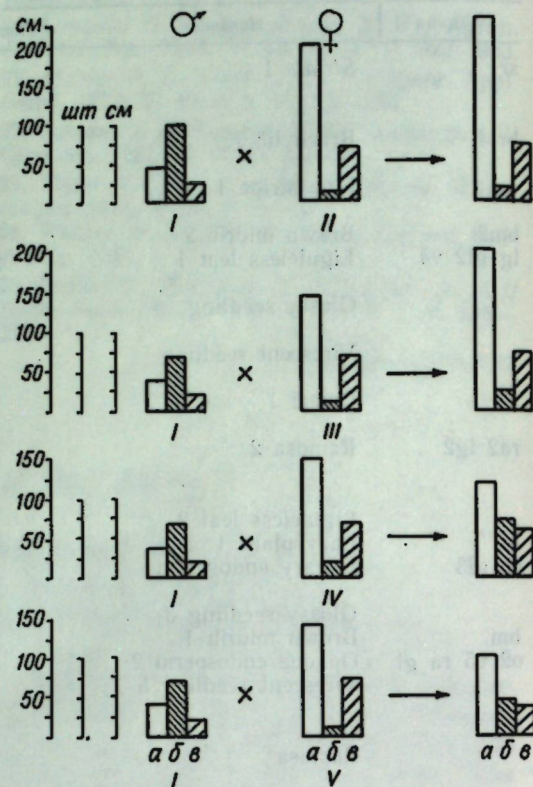


Рис. 2. Степень экспрессии Cg2 в гетерозиготах от скрещивания:  
I — 220-214 с маркерными линиями; II — o2 v5 ga gl; III — lg2 ga 2; IV — bm; V — gs bm2. Варьирование признаков: а — высота, б — количество стеблей; в — ширина листовой пластинки

этом отношении и гибрид Cg2 × ga2 lg2 — он не намного уступает Cg2 × o2 v5 ga gl, хотя в F<sub>2</sub> имел слабое мутантное выражение Cg2<sup>w</sup> (рис. 1). Выражение макромутации Cg2 в F<sub>1</sub> на генетическом фоне маркерных линий bm2, d, bm, g было умеренным. Что касается других маркерных линий, которые были использованы в этих скрещиваниях, то их генотип нормализовал мутантный фенотип Cg2 не пол-

Таблица 3. Влияние генетического фона на проявление Cg2 при беккроссировании

| Локализация маркерного гена | Фенотипические классы |       |     |     | Σ   | χ <sup>2</sup> | p         |
|-----------------------------|-----------------------|-------|-----|-----|-----|----------------|-----------|
|                             | Cg2+                  | Cg2 x | ++  | + x |     |                |           |
| bm2 1—162                   | 107                   | 83    | 82  | 77  | 349 | 6,2            | 0,10—0,25 |
| d 3—18                      | 40                    | 61    | 37  | 43  | 181 | 1,3            | 0,50—0,75 |
| ga2 3—23                    | 61                    | 17    | 182 | 234 | 494 | 250,0*         |           |
| lg2 3—79                    | 32                    | 46    | 198 | 218 | 494 | 233,6*         |           |
| bm 5—41                     | 45                    | 4     | 68  | 93  | 210 | 81,7*          |           |
| g 10—47                     | 33                    | 29    | 72  | 67  | 201 | 29,9*          |           |

\* Достоверно значимые отклонения от теоретически ожидаемого соотношения 1:1:1

Таблица 4. Влияние генетического фона на проявление Cg2 у гибридов F<sub>2</sub>

| Локализация маркерного гена | Самоопыленная гетерозигота | Фенотипические классы |       |      |     | Σ    | χ <sup>2</sup> |
|-----------------------------|----------------------------|-----------------------|-------|------|-----|------|----------------|
|                             |                            | Cg2+                  | Cg2 x | ++   | + x |      |                |
| 1—0                         | Cg2 + sr                   | 260                   | 82    | 690  | 207 | 1239 | 1489,7*        |
| 1—81                        | Cg2 + br                   | 214                   | 30    | 189  | 83  | 516  | 233,9*         |
| 1—86                        | Cg2 + f                    | 197                   | 47    | 192  | 80  | 516  | 221,4*         |
| 2—11                        | Cg2 + lg                   | 462                   | 141   | 282  | 83  | 968  | 85,5*          |
| 2—30                        | Cg2 + gl2                  | 456                   | 147   | 284  | 81  | 968  | 85,8*          |
| 2—83                        | Cg2 + v4                   | 464                   | 139   | 285  | 80  | 968  | 87,2*          |
| 4—55                        | Cg2 + la                   | 63                    | 16    | 190  | 76  | 345  | 505,3*         |
| 4—66                        | Cg2 + su                   | 154                   | 39    | 181  | 40  | 414  | 191,3*         |
| 4—112                       | Cg2 + gl3                  | 142                   | 51    | 161  | 60  | 414  | 179,2*         |
| 7—16                        | Cg2 + o2                   | 102                   | 32    | 1396 | 473 | 2003 | 4985,1*        |
| 7—24                        | Cg2 + v5                   | 107                   | 27    | 1395 | 474 | 2003 | 4985,5*        |
| 7—32                        | Cg2 + ra                   | 111                   | 23    | 1423 | 446 | 2003 | 5001,2*        |
| 7—36                        | Cg2 + gl                   | 102                   | 32    | 1398 | 471 | 2003 | 4985,0*        |
| 9—141                       | Cg2 + bm4                  | 308                   | 66    | 274  | 129 | 777  | 327,9*         |

\* Достоверно значимые отклонения от теоретически ожидаемого соотношения 9:3:3:1.

ностью (выражение мутантного фенотипа Cg2<sup>w</sup>).

У всех полученных гибридов наблюдается одна и та же закономерность: с увеличением высоты растения количество стеблей уменьшается. Исключением является гибрид Cg2 × bm, по-видимому, потому, что маркерная линия bm имеет склонность к образованию боковых побегов (2,5 ± 0,5) в отличие от трех других, представленных на рис. 2.

Необходимо сразу отметить, что рецессивные маркерные гены имеют 100% проявление на генетическом фоне Cg2, поэтому отклонения от теоретически ожидаемых соотношений не существенны (табл. 2). Достоверно

значимым отклонением от теоретически ожидаемого соотношения 3:1 характеризуется мутация sugary. Такое отклонение вызвано низкой жизнеспособностью семян, которые несут su 4-66 в двух дозах, что подтверждает соотношение норма : мутант по гену gl3 4-112. Избыток растений с геном d может быть как случайным, так и связанным с трудностью классификации носителей гена d на фоне Cg2. Обе эти мутации реагируют на экзогенное введение гиббереллина. Вероятно, поэтому наблюдается достоверно значимый избыток растений — носителей гена d. Та же трудность в классификации генов br и ga на генетическом фоне Cg2 приводит к незначительным от-

клонениям от теоретически ожидаемого соотношения. Присутствие в этих маркерных линиях других генов позволяет проконтролировать справедливость этого утверждения. Отклонение в соотношении норма: мутант по генам *lg*, *lg2*, *v4* и *bm2* носит скорее всего случайный характер.

Анализ беккроссного потомства и дигибридного расщепления демонстрирует достоверно значимые отклонения от теоретически ожидаемых соотношений 1:1:1:1 и 9:3:3:1 (табл. 3 и 4). Умеренное выражение *Cg2* в  $F_1$  на генетическом фоне маркерных линий *bm2* 1-162 и *d* 3-18 обеспечило в беккроссном потомстве теоретически ожидаемое соотношение 1:1:1:1 (табл.3). Такое расщепление свидетельствует о том, что ген *Cg* все-таки доминантный, но в гетерозиготах с другими маркерными генами он ведет себя как полудоминантный или даже как рецессивный.

Отклонение от теоретически ожидаемого соотношения зависит от степени выражения *Cg2* в первом поколении. Полная нормализация фена *Cg2* в первом поколении при скрещивании с маркерными линиями 2003 и 2008 во втором поколении выразилась в максимальном нарушении ожидаемого соотношения 3:1. Пенетрантность *Cg2* зависит от генотипа маркерных линий в целом или отдельных генов-модификаторов.

Анализ неполного проявления генов впервые был проведен Тимофеевым-Ресовским [7]. Им были введены понятия пенетрантности и экспрессивности гена [1,2,3]. Представленные здесь данные показывают, что *Cg2* не только нестабилен, но и чувствителен к генетическому фону. Второе не менее важно, чем нестабильность, так как подавление проявления и ослабление выражения *Cg2* затрагивает весь комплекс признаков макромутации *Cg2*, в том числе и цветения, от величины которых зависит урожайность кукурузы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Астауров В. Л. // Наследственность и развитие. М., 1974. С. 9—110.
2. Голубовский М. Д. // Проблемы генетики в исследованиях на дрозофиле. Новосибирск, 1977. С. 191—195.
3. Клименко В. В., Воробьева Л. И., Шахбазов В. Г. // ДАН СССР. 1980. Т. 252. № 3. С. 732—735.
4. Кривов Н. В., Лыиков В. Н. // Геном растений: Тез. докл. Черновцы. 1983.
5. Кривов Н. В. Генетический анализ нестабильной макромутации корнграсс у кукурузы. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1986.
6. Лыиков В. Н., Кривов Н. В., Голубовский М. Д. // Генетика. 1984. Т. 20. № 1. С. 90—99.
7. Тимофеев-Ресовский Н. В. // Журнал эксп. биол. 1925. Серия А. 1. № 3—4. С. 93—142.
8. Galinat W. C. // Amer. Nat. 1954. Т. 138. N839. p. 101—104.
9. Singleton W. R. // Amer. Nat. 1951. Т. 85. P. 88—96.

Поступила 01.04.1987

## МИКРОБИОЛОГИЯ

А. С. УСАТАЯ, Э. А. КАТРУК

### РЕГЛАМЕНТИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СИММ-ТРИАЗИНОВЫХ ГЕРБИЦИДОВ В ПОЧВЕ ПО МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Исследования ряда авторов [3, 6] позволили усовершенствовать схему гигиенического нормирования пестицидов в почве. Однако остаются малоизученными вопросы нормирования препаратов по общесанитарному показателю вредности, характеризующему микробиологическую активность почвы. Не выявлены особенности действия экзогенных химических веществ на микробиоценоз, связанные с основными экологическими факторами, физико-химическими свойствами препаратов, нет единого мнения относительно набора микробиологических показателей для обоснования пороговых и недействующих доз пестицидов.

Настоящая работа посвящена определению характера и установлению закономерностей влияния гербицидов симм-триазиновой группы на почвенный микробиоценоз с целью уточнения схемы и сокращения объема исследований при гигиеническом нормировании экзогенных химических веществ в почве по общесанитарному показателю вредности.

#### Материалы и методы

В качестве объектов для непосредственного изучения закономерностей влияния гербицидов на почвенную микрофлору были выбраны как хорошо, так и мало изученные, но широко применяемые в сельском хозяйстве препараты: атразин, прометрин, ателон, мезоранил, семерон, пропазин, политриазин.

Действие гербицидов на почвенный микробиоценоз и самоочищающую способность почвы оценивали по численности бактерий на мясопептонном и крахмало-аммиачном агаре, споро-

образующих бактерий на среде Сабуро, актиномицетов на крахмало-аммиачном агаре, микроскопических грибов на среде Чапека. Общее число микроорганизмов определяли как сумму учтенных на этих средах микробов. Исследование всех групп проводили по общепринятым методикам [1]. Изучали также ферментативную активность почвы: дегидрогеназы — по Ленарду [7], инвертазы, уреазы — по Чундеровой [8]. Почвенно-микробиологические процессы, протекающие в почве, характеризовали интенсивностью выделения углекислоты методом Галстяна [2], аммонифицирующей (аммиачный азот определяли колориметрически с реактивом Несслера) и нитрифицирующей способностью (нитратную форму азота учитывали дисульфифеноловым методом [5]). Полученные данные подвергнуты статистической обработке [4].

#### Результаты и их обсуждение

Нами установлено, что характер и сила влияния гербицидов на почвенный микробиоценоз зависят от почвенно-климатических условий: гранулометрического состава почвы, содержания гумуса, влажности, температуры. В частности, анализ данных численности микрофлоры черноземов обыкновенного и карбонатного, содержащих практически одинаковое количество гумуса (0,71 и 0,97% соответственно), но различающихся по гранулометрическому составу, показал, что в черноземе с низким процентом физической глины (17,2%) реакция почвенной микрофлоры на гербициды проявляется сильнее по сравнению с черноземом, содержащим 39,4% фи-

зической глины (табл. 1). При этом реакция микрофлоры на гербициды проявляется сильнее в первые 14 суток после их применения. Аналогичное действие отмечено и в отношении других препаратов симм-триазиновой группы. Анализ корреляционной зависимости действия гербицидов на микрофлору от процента физической глины выявил наличие тесной положительной связи ( $r = +0,78$ ).

Различное по силе и длительности действие симм-триазиновых гербицидов наблюдалось и в зависимости от содержания гумуса в почве. При увеличении количества органического вещества сила действия гербицида снижается (табл. 2). Так, в течение первых 7 суток после внесения препарата в черноземе обыкновенном, содержащем 0,18% гумуса, достоверно уменьшается численность бактерий. В параллельном варианте, с 0,87% гумуса, агелон либо не изменяет, либо увеличивает их численность до 188%. Подобные изменения численности микрофлоры наблюдались и в черноземе карбонатном.

Значительная роль при действии гербицидов на почвенный микробиоценоз и самоочищающую способность почвы принадлежит гидротермическому фактору. Результаты исследования действия атразина при влажностях 40, 60, 80% полной влагоемкости (ПВ) и температурах 10, 20, 30°C отражены на рис. Минимальная активность большинства изученных микробиологических показателей проявляется в интервале 30—40% ПВ и только аммонифицирующая способность и уреазная активность — при 60 и 80% ПВ. Зависимость действия атразина на численность и активность почвенной

Таблица 1. Действие агелона на микробиоценоз черноземов с различным гранулометрическим составом

| Сутки                         | Фракция физической глины |                       |              |                       |
|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------|-----------------------|
|                               | 17,2%                    |                       | 39,4%        |                       |
|                               | % к контролю             | достоверность разницы | % к контролю | достоверность разницы |
| <b>Актиномицеты</b>           |                          |                       |              |                       |
| 1                             | 53                       | 29,3                  | 43           | 1,5                   |
| 7                             | 65                       | 4,0                   | 63           | 0,6                   |
| 14                            | 60                       | 3,2                   | 29           | 11,2                  |
| 30                            | 128                      | 16,3                  | 27           | 1,8                   |
| 90                            | 92                       | 5,8                   | 41           | 1,0                   |
| <b>Микроскопические грибы</b> |                          |                       |              |                       |
| 1                             | 8                        | 15,5                  | 85           | 7,6                   |
| 7                             | 127                      | 11,6                  | 222          | 17,9                  |
| 14                            | 37                       | 5,1                   | 16           | 11,3                  |
| 30                            | 158                      | 19,8                  | 97           | 14,2                  |
| 90                            | 340                      | 11,1                  | 33           | 42,6                  |

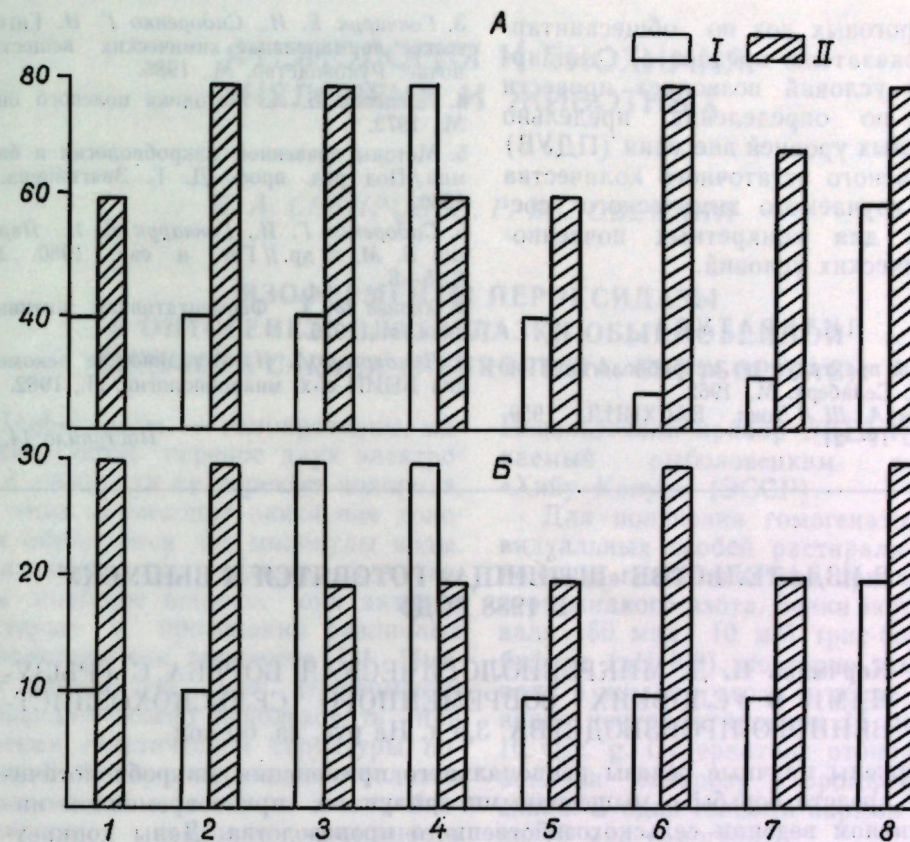
Примечание: Здесь и в табл. 2 теоретическое значение критерия достоверности  $T_{95\%} = 3,18$ .

микрофлоры от температурного фактора переменна. Токсический эффект препарата в основном усиливается при 10°C (количество бактерий, общая численность микроорганизмов, инвертазная активность) и 30°C (интенсивность выделения CO<sub>2</sub>, аммонифицирующая способность почвы). Сравнительный анализ уровней регрессии позволил выбрать параметры гидротермического режима, при которых действие атразина на биологическую активность почвы проявляется сильнее: токсический эффект усиливается при 40% ПВ и 10, 30°C, стимулирующий — при 60—80% ПВ и 20, 30°C (рис.).

При изучении направленности, силы и времени-эффекта действия 7 препаратов симм-триазиновой группы на почвенный микробиоценоз в зависимос-

Таблица 2. Действие гербицидов на микробиоценоз черноземов с разным количеством гумуса

| Сутки  | Чернозем обыкновенный |                       |              |                       | Чернозем карбонатный |                       |              |                       |
|--|-----------------------|-----------------------|--------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|--------------|-----------------------|
|  | 0,18% гумуса          |                       | 0,87% гумуса |                       | 0,71% гумуса         |                       | 2,84% гумуса |                       |
|  | % к контролю          | достоверность разницы | % к контролю | достоверность разницы | % к контролю         | достоверность разницы | % к контролю | достоверность разницы |
| <b>Действие агелона на бактерии</b>                                  |                       |                       |              |                       |                      |                       |              |                       |
| 1  | 55                    | 11,6                  | 95           | 1,3                   | 52                   | 2,3                   | 111          | 11,5                  |
| 7  | 37                    | 24,3                  | 188          | 15,2                  | 60                   | 27,3                  | 77           | 1,9                   |
| 14   | 99                    | 0,1                   | 111          | 1,8                   | 66                   | 6,1                   | 213          | 3,1                   |
| 30   | 199                   | 2,4                   | 97           | 0,1                   | 80                   | 4,9                   | 77           | 2,2                   |
| 90   | 57                    | 1,4                   | 33           | 5,4                   | 103                  | 0,8                   | 342          | 4,4                   |
| <b>Действие прометрина на бактерии, усваивающие минеральный азот</b> |                       |                       |              |                       |                      |                       |              |                       |
| 1  | 55                    | 11,6                  | 95           | 1,3                   | 52                   | 2,3                   | 111          | 11,5                  |
| 7  | 37                    | 24,3                  | 188          | 15,2                  | 60                   | 27,3                  | 77           | 1,9                   |
| 14   | 99                    | 0,1                   | 111          | 1,8                   | 66                   | 6,1                   | 213          | 3,1                   |
| 30   | 199                   | 2,4                   | 97           | 0,1                   | 80                   | 4,9                   | 77           | 2,2                   |
| 90   | 57                    | 1,4                   | 33           | 5,4                   | 103                  | 0,8                   | 342          | 4,4                   |



Действие атразина на самоочищающую способность почвы при различных гидротермических режимах:

А — уровень влажности, Б — температура; 1 — бактерии, 2 — общая численность микроорганизмов, 3 — интенсивность выделения CO<sub>2</sub>, 4 — аммонифицирующая способность, 5 — дегидрогеназная активность, 6 — инвертазная активность, 7 — каталазная активность, 8 — уреазная активность; I — максимальный и II — минимальный токсический эффект

ти от их физико-химических свойств выявлено, что практически все соединения снижают численность грибов (на 21-е и 60-е сутки), нитрифицирующих (на 14-е и 60-е сутки) и спорообразующих (на 90-е сутки) бактерий, протеазную (на 7-е сутки) и инвертазную (на 21-е сутки) активность, аммонифицирующую способность почвы (на 7—14-е сутки). Проведенный математический анализ показал наличие тесной коррелятивной связи между действием всех гербицидов. Это указывает на их общий характер по направленности действия на почвенный микробиоценоз.

Таким образом, установлены закономерности действия гербицидов симм-триазиновой группы на самоочищающую способность почвы в зависимости от почвенно-климатических факторов, которые позволяют стандартизировать условия проведения исследований по обоснованию пороговых

доз экзогенных химических веществ по общесанитарному показателю вредности и предложить параметры экстремальных условий. В их числе можно выделить: 1) почву — чернозем с низким процентом физической глины (до 17%) и гумуса (до 1%); 2) гидротермический режим — 40% ПВ и 10 или 30°C; 3) продолжительность эксперимента — 1 месяц. Идентичный по направленности характер действия соединений дает возможность на одном-двух наиболее изученных препаратах одной химической группы выявить чувствительные микробиологические показатели и время-эффект их действия, что сократит объем исследований при обосновании пороговых доз по общесанитарному показателю вредности. Проведение исследований в конкретных экстремальных почвенно-климатических условиях создает значительный коэффициент гигиенической прочности установлен-

ных пороговых доз по общесанитарному показателю вредности. Стандартизация условий позволяет провести расчеты по определению предельно допустимых уровней внесения (ПДУВ) и безопасного остаточного количества (БОК) изучаемого химического соединения для конкретных почвенно-климатических условий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Большой практикум по микробиологии / Под ред. Г. Д. Селибера. М., 1962.
2. Галстян А. Ш. // Докл. ВАСХНИЛ. 1959. Вып. 2. С. 19—21.

3. Гончарук Е. И., Сидоренко Г. И. Гигиеническое нормирование химических веществ в почве: Руководство. М., 1986.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М., 1973.
5. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. проф. Д. Г. Звягинцева. М., 1980.
6. Сидоренко Г. И., Гончарук Е. И., Перельгин В. М. и др. // Гиг. и сан. 1980. № 7. С. 5—8.
7. Хазиев Ф. Х. Ферментативная активность почв. М., 1976.
8. Чундерова А. И. Методические рекомендации ВНИИ с.-х. микробиологии. Л., 1982.

Поступила 14.10.87

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ШТИНЦА» ГОТОВЯТСЯ К ВЫПУСКУ  
В 1988 ГОДУ

**Корчмарь Н. Д. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ БОРЬБА С ГРЫЗУНАМИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА.** 3,5 л. На рус. яз. 60 коп.

Изложены научные основы рационального применения микробиологических средств борьбы с мышевидными грызунами при современном интенсивном ведении сельскохозяйственного производства. Даны конкретные рекомендации по рациональному применению микробиологических препаратов для дератизации.

Для специалистов по защите растений.

**Макаренко П. П. ОЧЕРКИ ИСТОРИИ ВИНОГРАДАРСТВА БЕССАРАБИИ И ЛЕВОБЕРЕЖНОГО ПРИДНЕСТРОВЬЯ.** 20 л. На рус. яз. 3 р. 20 к.

В монографии раскрыты основные этапы развития виноградарства в Бессарабии с древнейших времен до 1812 г. и после присоединения ее к России. Основное внимание уделено истории развития, размещения и специализации виноградарства в отдельных зонах, селах, а также крупных хозяйствах, на базе которых созданы многие виноградарские совхозы, совхозы-техникумы, колхозы. Обобщен наиболее важный исторический опыт ведения виноградарства, знание которого необходимо для правильного решения современных задач развития отрасли. Представленный малоизвестный материал будет интересен научным работникам, руководителям и специалистам виноградарских хозяйств, краеведам.

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

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ  
ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

И. А. СЕКИРОВ, И. Г. ЯЗЛОВЕЦКИЙ

ИЗОФЕРМЕНТЫ ПЕРОКСИДАЗЫ  
В ОНТОГЕНЕЗЕ ЗЛАТОГЛАЗКИ ОБЫКНОВЕННОЙ  
*CHRYSOPA CARNEA* (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE)

Пероксидазы — гемопротенны, катализирующие перенос двух электронов с субстрата на перекись водорода, при этом происходит окисление донора и образуются две молекулы воды. У насекомых пероксидазы представлены довольно широко, они активно участвуют в протекании различных физиологических процессов [3]. Имеются данные [4], что изоферменты пероксидаз можно использовать при изучении генетической структуры популяций. О пероксидазах златоглазки обыкновенной — важного агента биологического контроля численности вредных насекомых — нет никаких сведений.

Целью нашей работы было изучение состава изоферментов пероксидазы златоглазки обыкновенной и оценка их как маркеров генной активности в популяционно-генетических исследованиях этого насекомого. Необходимым этапом подобных исследований является изучение проявления множественных форм фермента в онтогенезе изучаемого вида.

## Материалы и методы

Исследования были выполнены на насекомых 10-го поколения лабораторной культуры златоглазки обыкновенной, разводимой во ВНИИБМЗР на яйцах зерновой моли *Sitotroga cerealella* (Oliv). Электрофорез проводили в однородной трис-боратной буферной системе (0,1М; рН 8,3). Рабочий режим 50 В, 4 мА на одну пластину при вхождении образца в гель (около 30 мин), затем — 150 В, 20 мА до достижения лидирующим красителем (бромфеноловым синим) нижней границы геля (около часа).

Использовали прибор ЭВГА-1, выпускаемый рыболовецким колхозом «Хийу Қалур» (ЭССР).

Для получения гомогенатов индивидуальной особи растирали в тефлоновом гомогенизаторе при температуре жидкого азота. Белки экстрагировали 150 мкл 10 мМ трис-боратного буфера (рН 8,3), повторно замораживали в жидком азоте и после оттаивания центрифугировали 15 мин при 16 тыс. г. Супернатант отбирали, добавляли сахарозу и бромфеноловый синий. В один гелевый карман вносили 15 мкл гомогената.

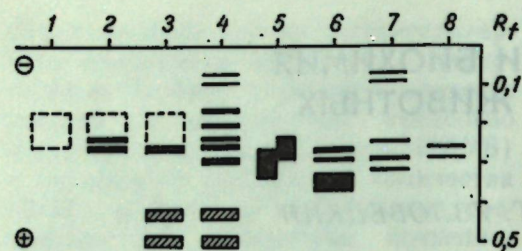
Для обнаружения полос пероксидазной активности гели после проведения электрофореза инкубировали в растворе, содержащем 200 мг бензидина, 0,5 мл  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (конц.), 200 мкл перекиси водорода (30%) и 100 мл воды в течение 30—40 мин, после чего промывали водой и немедленно фиксировали полосы пероксидазной активности [1].

## Результаты и их обсуждение

Изучаемая культура златоглазки характеризуется следующими параметрами развития: средняя продолжительность прохождения 1-го, 2-го и 3-го личиночных возрастов — 3, 2 и 3 дня соответственно; средняя продолжительность кукольного развития — 9 дней; имаго после вылета питаются раствором меда с дрожжевым автолизатом и на 5—6-й день начинают откладывать яйца. Продолжительность жизни взрослых насекомых — до 1,5 месяца.

Для исследования пероксидаз были взяты насекомые в следующих стадиях развития: 1—личинки середины





Изменения спектра пероксидаз в онтогенезе златоглазки обыкновенной. Цифрами обозначены различные стадии онтогенеза насекомого. Объяснение см. в тексте.

третьего возраста (2-й день после личинки); 2 — личинки конца третьего возраста (3-й день после личинки); 3 — куколки первого дня развития; 4 — куколки третьего дня развития; 5 — куколки девятого дня развития; 6 — имаго в 1-й день после вылета; 7 — имаго на 3—5-й день после вылета; 8 — имаго на 14-й день после вылета. В каждой из перечисленных стадий анализировали не менее 26 насекомых. Проявляющаяся пероксидазная активность в исследованных точках онтогенеза с учетом всех полос, обнаруженных даже у одной особи, представлена на рисунке.

Необходимо отметить, что состав изоферментов не был одинаков для всех особей в каждой из исследованных стадий онтогенеза. Это может быть объяснено, на наш взгляд, различиями в скорости развития индивидуальных насекомых. Ниже приводим описание вариаций состава изоформ пероксидаз в соответствующих точках онтогенеза златоглазки:

1. Слабые диффузные полосы с  $Rf=0,16-0,25$ .

2. Часть насекомых имеет картину, как в вариации 1. У одних особей появляются яркие четкие зоны с  $Rf=0,23$  и  $0,25$ , у других — только одна полоса с  $Rf=0,23$ .

3. Яркие четкие полосы исчезли у всех, кроме одной куколки, у которой осталась полоса с  $Rf=0,25$ . Появились две широкие, хорошо заметные полосы с  $Rf=0,41-0,43$  и  $0,48-0,51$ , которые отсутствуют у куколки, имеющей полосу с  $Rf=0,25$ .

4. У некоторых насекомых появляются слабые четкие полосы с  $Rf=0,07$  и  $0,09$ , а также с  $Rf=0,17, 0,20, 0,24$ . У одной куколки яркие четкие полосы с  $Rf=0,25$  и  $0,29$ . Полосы с  $Rf=$

$=0,41-0,43$  и  $0,48-0,51$ , появившиеся в предыдущей точке, у части куколок исчезли.

5. Особи двух типов: один имеет яркие размытые полосы с  $Rf=0,26-0,33$  (широкий спектр), другой — более узкий спектр ярких размытых полос с  $Rf=0,23-0,29$ .

6. Вылетевшие некормленные имаго имеют 2 группы полос: первая группа состоит из ярких одной или двух полос с  $Rf=0,27$  и  $0,29$ , причем если полоса одна, то ее  $Rf=0,29$ . Вторая группа состоит из ярких размытых полос с  $Rf=0,32-0,37$ , точное количество которых трудно установить.

7. Как и в вариации 4, появились четкие полосы с  $Rf=0,07$  и  $0,09$ . Кроме того, у разных насекомых имеются 1—3 четких полосы различной интенсивности с  $Rf=0,24-0,32$ .

8. Значительно ослабевают все полосы, многие вообще исчезают. В основном остаются 1—2 полосы разной интенсивности с  $Rf=0,25-0,30$ . У некоторых насекомых пероксидазная активность вообще не обнаруживается.

Анализируя полученные данные, можно отметить, что спектр изоформ пероксидаз подвержен значительным изменениям в течение онтогенеза златоглазки, что вполне согласуется с данными об их полифункциональной роли [3]. К примеру, обращает на себя внимание кратковременная индукция двух молекулярных форм пероксидазы ( $Rf=0,23$  и  $0,25$ ) при подготовке личинки к окукливанию, что, по-видимому, связано с построением златоглазкой кокона из белка шелководительного резервуара. Известно [5], что этот белок синтезируется в мальпигиевых сосудах и в течение личиночного развития служит клеящим средством для дополнительного закрепления личинок на поверхности, а также меткой при исследовании жизненного пространства. Изменение его свойства при построении кокона (утрата клейкости и быстрое затвердевание) можно, на наш взгляд, объяснить продуцированием при помощи пероксидаз высокоактивных соединений хинондного типа, секретней их вместе с белком и последующим образованием прочных ковалентных связей между белковыми молекулами по

аналогии с процессами, происходящими при склеротизации кутикулы насекомых. Имеются данные [3] о хромогенном окислении 2-амино-3-оксibenзойной и 2,5-диоксибензойной кислот при завивке кокона у чешуекрылых, что вполне согласуется с выдвигаемым предположением.

Индукция различных форм пероксидазы в течение куколичного развития златоглазки может быть связана с образованием зеленого пигмента имаго, так как известно, что триптофаноксидаза, катализирующая первую стадию в кинурениновом пути — начальном этапе в биосинтезе хромогенных соединений насекомых, является гемопротенином [3]. Предполагается, что в результате снижения интенсивности дыхания на куколичной стадии развития [2] часть биохимических процессов переключается с аэробного на анаэробный путь. В этом случае возможен синтез пероксидаз для использования эндогенной перекиси водорода в анаэробном окислении.

Интересно также отметить постепенное угасание пероксидазной активности в течение жизни имаго, когда не только уменьшается количество множественных форм, но и снижается интенсивность их окрашивания. Известно, что пероксидазы могут играть важную роль при окислении флавопротеидов, разлагая перекись водорода, присутствующую в высокой концентрации в летательной мускулатуре насекомых [3]. Таким образом, снижение активности пероксидаз отражает уменьшение двигательной активности имаго после оплодотворения

самок. Мы отметили высокую пероксидазную активность в гомогенатах природных насекомых, отловленных во время лета, что также служит косвенным подтверждением участия пероксидаз златоглазки в окислительных процессах, происходящих в летательных мышцах. Однако в данном случае можно также предположить, что изменения в активности пероксидаз отражают не изученные пока процессы, происходящие при введении златоглазки в лабораторную культуру. Однозначный ответ на этот вопрос требует проведения дополнительных исследований.

Обобщая полученные данные, можно сделать вывод, что изменения в составе изоформ пероксидазы златоглазки обыкновенной в значительной степени обусловлены физиологическим состоянием насекомого. Эти изменения могут проявляться в относительно короткие промежутки времени, в связи с чем исследования пероксидаз перспективно проводить для оценки физиологического состояния культур при разведении златоглазки и неперспективно при изучении структуры природных популяций хищника.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Маурер Г. Диск-электрофорез. М., 1971.
2. Тыщенко В. П. Физиология насекомых. М., 1986.
3. Biochemistry of Insects. Ed. by M. Rockstein. Academic Press, 1978.
4. Ritzengruber O., Führer E. // Z. angew. Entomol. 1986. Т. 101. N 2. P. 187—194.
5. Spiegler P. E. // Ann. Entomol. Soc. Amer. 1962. Т. 55. P. 69—77.

Поступила 06.02.1987

#### В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ШТИНЦА» ГОТОВИТСЯ К ВЫПУСКУ В 1989 ГОДУ

Хайдарлиу С. Х. НЕЙРОМЕДИАТОРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ. 12 л. Рус. яз. 2 р. 60 к.

В монографии обобщаются данные литературы и результаты собственных исследований автора, посвященные раскрытию механизмов формирования приспособительных реакций организма при действии стресс-факторов. Раскрыта роль медиаторных систем и межмедиаторных взаимодействий в активации специфических и неспецифических механизмов адаптации. Рассмотрены способы повышения адаптивных возможностей организма и профилактики вредных последствий стресса путем воздействия на медиаторные системы разной ергичности. Для биохимиков, физиологов, патофизиологов и специалистов в области практической медицины, спорта, животноводства.

Оформление заказа см. на с. 28.

## ХИМИЯ

ХОАНГ КИМ БОНГ, А. Н. ПУШНЯК, М. М. ЧОБАНУ

### ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ АКТИВНЫХ УГЛЕЙ МЕТОДОМ СОРБЦИИ

В настоящей работе сделана попытка применения улучшенного метода вычисления оптимальных параметров к стадии активации угля, полученного парогазовой активацией из скорлупы произрастающих в СРВ кокосовых орехов. Его сущность заключается в том, чтобы априорно получать информацию о тех процессах (достаточно сложных), без которых невозможно составление детерминированной модели.

Процесс оптимизации условий приготовления активных углей рассматривался нами как «черный ящик». Понятие «черного ящика» как принципа известно в кибернетике и заключается в том, что, не имея информации о внутренней структуре процесса, для его математического описания используют лишь зависимость выходных величин от входных [3]. При обработке экспериментальных данных получили «выборочные коэффициенты» регрессии  $b_0, b_1, b_{ij}, b_{jj}$ , оценивающие теоре-

тические коэффициенты  $\beta_0, \beta_1, \beta_{ij}, \beta_{jj}$ . Уравнение регрессии в общем виде можно записать следующим образом [3, 7]:

$$\hat{y} = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j x_j + \sum_{u,j=1}^k b_{uj} x_u x_j + \sum_{j=1}^k b_{jj} x_j^2 + \dots$$

где  $b_0$  — свободный член уравнения регрессии,  $b_{jj}$  — член, учитывающий квадратичные эффекты,  $b_{ij}$  — эффекты взаимодействия,  $b_j$  — линейные эффекты.

Задача определения параметров уравнения регрессии сводилась практически к определению минимума функции многих переменных. Необходимым условием минимума  $\Phi(b_0, b_1, b_2, \dots)$  является выполнение равенств [3, 4]:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial b_0} = 0, \quad \frac{\partial \Phi}{\partial b_1} = 0, \quad \frac{\partial \Phi}{\partial b_2} = 0, \dots$$

Матрица планирования

| $Z_1$ | $Z_2$ | $Z_3$ | $Z_4$ | $x_0$ | $x_1$  | $x_2$  | $x_3$  | $x_4$  |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 800   | 3,0   | 2,5   | 25    | +     | —      | —      | —      | —      |
| 900   | 3,0   | 3,5   | 30    | +     | +      | —      | —      | +      |
| 800   | 4,0   | 2,5   | 30    | +     | —      | +      | —      | +      |
| 900   | 4,0   | 2,5   | 25    | +     | +      | +      | —      | —      |
| 800   | 3,0   | 3,5   | 30    | +     | —      | —      | +      | +      |
| 900   | 3,0   | 3,5   | 25    | +     | +      | —      | +      | —      |
| 800   | 4,0   | 3,5   | 25    | +     | —      | +      | +      | —      |
| 900   | 4,0   | 3,5   | 30    | +     | +      | +      | +      | +      |
| 920,7 | 3,5   | 3,0   | 27,5  | +     | 1,414  | 0      | 0      | 0      |
| 779,3 | 3,5   | 3,0   | 27,5  | +     | -1,414 | 0      | 0      | 0      |
| 850   | 4,2   | 3,0   | 27,5  | +     | +      | 1,414  | 0      | 0      |
| 850   | 2,79  | 3,0   | 27,5  | +     | 0      | -1,414 | 0      | 0      |
| 850   | 3,50  | 3,71  | 27,5  | +     | 0      | 0      | 1,414  | 0      |
| 850   | 3,50  | 2,29  | 27,5  | +     | 0      | 0      | -1,414 | 0      |
| 850   | 3,5   | 3,0   | 31    | +     | 0      | 0      | 0      | 1,414  |
| 850   | 3,5   | 3,0   | 23,97 | +     | 0      | 0      | 0      | -1,414 |
| 850   | 3,5   | 3,0   | 27,5  | +     | 0      | 0      | 0      | 0      |

Все расчеты, начиная с вычисления коэффициентов регрессии и кончая исследованием уравнений, проводились в безразмерной системе координат (кодированной системе). При составлении плана первого порядка факторы варьировали в двух уровнях (план  $2^k$ ), а композиционные планы второго порядка — это достройка планов первого порядка и выполнены таким образом, чтобы по ним можно было получать уравнение второй степени, т. е. привести неортогональную матрицу к матрице ортогонального вида [1, 2, 5, 8]. Матрица планирования приведена в табл.

Значение  $\hat{y}$  (выход) для полученных углей вычислили по сорбции паров бензола при температуре 25°C. С помощью плана (табл.) по формуле [3, 7]

$$b_j = \frac{\sum_{i=1}^N x_{ji} y_i}{\sum_{i=1}^N x_{ji}^2}$$

были найдены коэффициенты регрессии нелинейного уравнения:  $b_0 = 0,0762, b_1 = 0,0046, b_2 = 0,0036, b_3 = 0,003, b_{1,3} = 0,00184, b_{2,3} = 0,00169, b_{1,1} = -0,0027, b_{2,2} = -0,00389, b_{3,3} = -0,00244$ . Дисперсия коэффициентов равна:

$$S_{b_j}^2 = \frac{S_{\text{носпр}}^2}{\sum_{i=1}^N x_{ji}^2}$$

После оценки значимости коэффици-

$2^k$  ( $k=4$ )

| $x_1^2$ | $x_2^2$ | $x_3^2$ | $x_4^2$ | $x_1^1$ | $x_2^1$ | $x_3^1$ | $x_4^1$ | $\hat{y}$ |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| 1       | 1       | 1       | 1       | 5/17    | 5/17    | 5/17    | 5/17    | 0,051     |
| 1       | 1       | 1       | 1       | 5/17    | 5/17    | 5/17    | 5/17    | 0,059     |
| 1       | 1       | 1       | 1       | 5/17    | 5/17    | 5/17    | 5/17    | 0,056     |
| 1       | 1       | 1       | 1       | 5/17    | 5/17    | 5/17    | 5/17    | 0,057     |
| 1       | 1       | 1       | 1       | 5/17    | 5/17    | 5/17    | 5/17    | 0,055     |
| 1       | 1       | 1       | 1       | 5/17    | 5/17    | 5/17    | 5/17    | 0,065     |
| 1       | 1       | 1       | 1       | 5/17    | 5/17    | 5/17    | 5/17    | 0,062     |
| 1       | 1       | 1       | 1       | 5/17    | 5/17    | 5/17    | 5/17    | 0,075     |
| 2       | 0       | 0       | 0       | 22/17   | -12/17  | -12/17  | -12/17  | 0,081     |
| 2       | 0       | 0       | 0       | 22/17   | -12/17  | -12/17  | -12/17  | 0,065     |
| 0       | 2       | 0       | 0       | -12/17  | 22/17   | -12/17  | -12/17  | 0,076     |
| 0       | 2       | 0       | 0       | -12/17  | 22/17   | -12/17  | -12/17  | 0,060     |
| 0       | 0       | 2       | 0       | -12/17  | -12/17  | 22/17   | -12/17  | 0,072     |
| 0       | 0       | 2       | 0       | -12/17  | -12/17  | 22/17   | -12/17  | 0,069     |
| 0       | 0       | 0       | 2       | -12/17  | -12/17  | -12/17  | 22/17   | 0,073     |
| 0       | 0       | 0       | 2       | -12/17  | -12/17  | -12/17  | 22/17   | 0,074     |
| 0       | 0       | 0       | 0       | -12/17  | -12/17  | -12/17  | -12/17  | 0,072     |

ентов по критерию Стьюдента и исключения незначимых коэффициентов ( $b_4$  и  $b_{1,2}$ ) уравнение регрессии приняло вид:

$$\hat{y} = 0,0762 + 0,0046x_1 + 0,0036x_2 + 0,003x_3 + 0,00184x_1x_3 + 0,00169x_2x_3 - 0,0027x_1^2 - 0,0053x_2^2 - 0,0039x_3^2 - 0,00244x_4^2$$

Его адекватность проверялась по критерию Фишера [3]:

$$F = \frac{S_{\text{ост}}^2}{S_{\text{воспр}}^2}, \quad \text{где } S_{\text{ост}}^2 = \frac{1}{N-L} \sum_{i=1}^N (\hat{y}_i - \bar{y}_i)^2,$$

$L$  — количество значимых коэффициентов,  $N$  — число опытов. Так как  $F_{\text{выч}}$  равно 11,622, а  $F_{\text{табулр}}$  — 19,3, уравнение регрессии второго порядка адекватно описывает эксперимент. Дальнейшее преобразование этого уравнения к каноническому виду проводилось в два этапа [6, 10]: путем параллельного переноса начала координат в точку  $S$  освобождались от линейных членов; при помощи поворота осей координат на некоторый угол снимали эффект взаимодействия.

$$\text{При } \frac{\partial y}{\partial x_1} = 0, \quad \frac{\partial y}{\partial x_2} = 0, \dots, \quad \frac{\partial y}{\partial x_n} = 0$$

получили значение выхода в точке  $S$ ,  $(y_s) = 0,080685$ :

$$\hat{y} = 9,080685 = -0,0027x_1^2 - 0,0053x_2^2 - 0,0039x_3^2 - 0,00244x_4^2 + 0,00184x_1x_3 + 0,00169x_2x_3,$$

где  $x_1', x_2', x_3', x_4', x_1, x_2, x_3$  находили при условии, что  $x_i' = x_i - x_{i5}$ . Преобразовав матрицу В, получили:

$$B = \begin{vmatrix} -0,0027 & 0 & 0,0002 & 0 \\ 0 & -0,0053 & 0,00845 & 0 \\ 0,0032 & 0,00345 & -0,0039 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0,00244 \end{vmatrix}$$

Уравнение регрессии второго порядка, адекватно описывающее «почти стационарную» область, исследовали с целью определения координат оптимума, переходя при этом от полинома второго порядка к стационарному каноническому уравнению [6]:

$$\varphi(x) = \frac{1}{D_1} x_1^2 + \frac{D_1}{D_2} x_2^2 + \frac{D_2}{D_3} x_3^2 + \frac{D_3}{D_4} x_4^2 + \dots$$

где  $D_1, D_2, D_3, D_4$  — детерминанты. Коэффициенты канонического уравнения находили из:

$$a_j = \frac{D_{j-1}}{D_j} \text{ и } D_0=1, D_{j-1}=b_{1,1} \neq 0,$$

$$D_{j=2} = \begin{vmatrix} b_{11} & 0,5b_{12} \\ 0,5b_{21} & b_{22} \end{vmatrix} \neq 0,$$

$$D_{j=5} = |B| \neq 0.$$

Тогда уравнение приняло вид:

$$\varphi(x) = -370,37 X_1^2 + (-188,81) X_2^2 + 23,83 X_3^2 - 409,836 X_4^2.$$

Используя матрицу А, получили безразмерные переменные [6, 9]

$$A = \begin{vmatrix} a_{11} & & & \\ a_{21} & a_{22} & & 0 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{vmatrix}$$

и  $X_1 = -0,00382, X_2 = -0,00749, X_3 = -0,8728, X_4 = -0,00345$ . Перевод к натуральным переменным осуществлялся по

$$x_j = \frac{z_j - z_j^0}{\Delta z_j^0}$$

со звездным плечом  $\alpha = \pm 1,414$  из уравнения  $\alpha^4 + 2^k \alpha^2 - 2^{k-1} (k+0,5 m_0) = 0$ :

$$Z_1 = (779,3 - 920,7), Z_2 = (2,79 - 4,207), \\ Z_3 = (2,243 - 3,707), \\ Z_4 = (23,965 - 31,035).$$

Эти данные вполне соответствуют априорным предположениям.

Таким образом, оптимальные двухуровневые планы ( $2^k$ ) имеют следующие преимущества перед классическим способом оптимизации: планы ортогональны, и поэтому вычисления просты; все коэффициенты определяются независимо друг от друга, причем каждый из них — по результатам всех опытов; коэффициенты регрессии определяются с одинаковой и минимальной дисперсией (линейные планы  $2^k$  обладают свойством ротатальности).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ахназарова С. Л., Кафаров В. В. Статистич. методы планирования и обработки экспериментов. М., 1972.
2. Боларинов А. И., Кафаров В. В. Методы оптимизации в хим. технологии. М., 1975.
3. Кафаров В. В. Методы кибернетики в химии и хим. технологии. М., 1976.
4. Кафаров В. В., Ветохин В. Н., Боларинов А. И. Программирование и вычислит. методы в химии и хим. технологии. М., 1972.
5. Кафаров В. В., Перов В. Л., Мешалкин В. П. Принципы матем. моделирования химико-технолог. систем. Введение в систем. технику. М., 1974.
6. Крамер Г. Матем. методы статистики. М., 1975.
7. Рузинов Л. П., Слободчикова Р. И. Планирование эксперимента в химии и хим. технологии. М., 1980.
8. Островский Г. М., Бережинский Т. А. Оптимизация химико-технолог. процессов. Теория и практика. М., 1984.
9. Фадеев Д. К., Фадеева В. Н. Вычислит. методы линейной алгебры. М., 1960.
10. Box G. E. P., Wilson K. B. // J. Roy Stat. Soc. Ser. 1951. V. 13. N 1. P. 1-4.

Поступила 02.10.87

А. Я. СЫЧЕВ, В. Г. ИСАК, Ч. Т. Т. ФЫОНГ

#### МЕХАНИЗМ КАТАЛИТИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛЮМОГАЛЛИОНА

Известно, что на основе реакции каталитического окисления люмогаллиона (ЛГ) пероксидом водорода разработан высокочувствительный метод определения микроколичеств  $Mn^{2+}$  ( $1 \times 10^{-2}$  мкг/мл [4]). Для выяснения факторов, обуславливающих высокую пероксидазную активность  $Mn^{2+}$  в данном процессе, в настоящей работе изучены кинетические закономерности и механизм окисления ЛГ в системе  $Mn(II) - H_2O_2 - ЛГ - H_3BO_3$ . При проведении исследований применен системный подход, включающий термодинамическое и кинетическое исследование, установление принципиального механизма и обоснование схемы его протекания.

Термодинамическое исследование. Учитывая результаты исследования процесса окисления люмогаллиона в системе  $Mn^{2+} - H_2O_2 - ЛМ$  [6] и тот факт, что ЛГ также обладает хелатообразующей способностью, можно предположить, что катализируют рассматриваемый процесс не акваоны  $Mn^{2+}$ , а координационное соединение  $Mn^{2+}$  с ЛГ (т. е. в данном случае ЛГ одновременно является и субстратом и лигандом).

Экспериментально установлено, что при добавлении  $Mn^{2+}$  к водному раствору ЛГ электронный спектр поглощения последнего сильно изменяется (рис.). Это указывает на наличие взаимодействия ЛГ с  $Mn^{2+}$  и образование соответствующих координационных соединений. Из рис. видно, что комплексобразование ЛГ с  $Mn^{2+}$  характеризуется сдвигом максимума светопоглощения ЛГ ( $\lambda_{max} = 445$  нм при рН 7,3) в длинноволновую область ( $\lambda_{max} = 515$  нм) с одной изобестической точкой при  $\lambda = 500$  нм. Следовательно, состав и устойчивость комплексов  $Mn(II)$  с ЛГ могут быть определены методом изобестической точки (рис.) и методом сдвига равновесия [2]. Результаты свидетельствуют о том, что в рассматриваемой системе образуется комплекс состава 1:1,

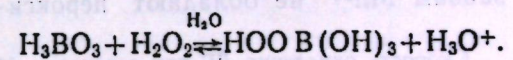
соответствующий составу изомольного раствора, электронный спектр поглощения которого проходит через изобестическую точку и имеет наибольшую величину максимума поглощения образующегося комплекса. Для расчета константы устойчивости комплекса  $Mn(II)$  с ЛГ пользовались формулой, аналогичной формуле из [2]:

$$\lg \frac{[MnЛГ]}{[Mn^{2+}]} = \lg \frac{\Delta D}{\Delta D_{max} - \Delta D} = \lg K_y + n \lg [ЛГ],$$

где  $\Delta D$  — текущее значение разницы оптической плотности комплекса и ЛГ при  $\lambda = 500$  нм,  $\Delta D_{max}$  — максимальное значение  $\Delta D$  (когда все  $Mn^{2+}$  комплексно связаны),  $n$  — число координированных лигандов.

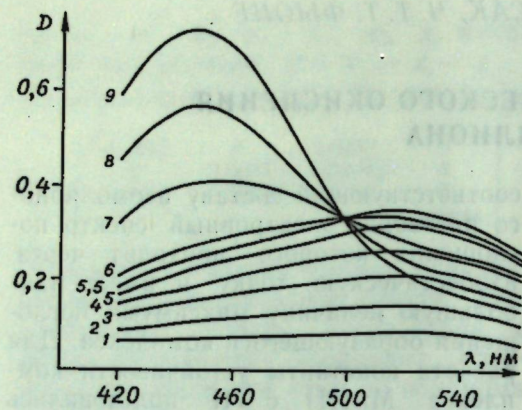
Полученное таким образом (рис.) значение  $\lg K_y = 3,97 \pm 0,22$  (данные обчитывались методом наименьших квадратов [1]). Подобная численная величина  $K_y$  получается и в результате обработки данных, определенных методом сдвига равновесия.

Следует отметить, что рассматриваемый процесс протекает только в боратных буферных растворах. Активирующее действие последних на каталитические и пероксидазные свойства координационных соединений  $Mn(II)$  рассмотрено в [3] и связано с образованием в реагирующей смеси пероксборатов по реакции [7]



Последние разлагаются под действием катализатора легче, чем свободный пероксид водорода. Следовательно, в рассматриваемой системе с катализатором реагирует не  $H_2O_2$ , а соответствующий пероксборат.

Кинетическое исследование. За скоростью реакции следили по изменению в начале реакции концентрации ЛГ, которую определяли спектрофотометрически при  $\lambda_{max} = 450$  нм ( $\epsilon_{450} = 2,86 \cdot 10^4$  л/моль см). Скорость окис-



Электронный спектр поглощения изомолярных растворов  $C = [Mn^{2+}] + [LIG] = 1 \cdot 10^{-4} M$  при pH 7,3. 1—9:  $[LIG]/C = 0,1-0,9$

ления ЛГ рассчитывали по формуле:  $W^{ЛГ} = \frac{\Delta D}{\Delta t \cdot l}$ , где  $\Delta D$  — изменение оптической плотности реагирующей смеси за время  $\Delta t$  (с),  $\epsilon$  — коэффициент светопоглощения ЛГ и  $l$  — толщина слоя (см).

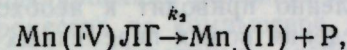
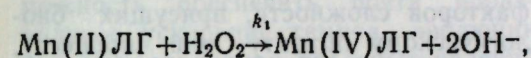
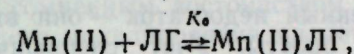
В ходе кинетического исследования изучена  $W^{ЛГ}$  при варьировании концентраций компонентов смеси в следующих пределах:  $[LIG] = (1-10) \times 10^{-5} M$ ;  $[Mn^{2+}] = (2-6) \cdot 10^{-6} M$ ;  $[H_2O_2] = (0,5-8) \cdot 10^{-3} M$ ; pH 6,8—7,6. Представленные в табл. данные свидетельствуют о том, что  $W^{ЛГ}$  растет с увеличением  $[LIG]$ , а симбатное изменение  $[MnЛГ]$  и  $W^{ЛГ}$  позволяет заключить, что рассматриваемый процесс катализирует координационное соединение  $Mn^{2+}$  с ЛГ (таким образом, становится понятным, почему в системе  $Mn(II) - LIG - H_2O_2$  в боратных буферных растворах имеет место эффективное окисление ЛГ, хотя акваоны  $Mn^{2+}$  не обладают перокси-

дазной активностью). В таком случае следовало бы ожидать наличия прямо пропорциональной зависимости  $W^{ЛГ}$  от  $[Mn^{2+}]$ , что подтверждено экспериментально (табл.). Из этих данных следует, что порядок реакции по  $[Mn^{2+}]$  равен единице, а также видна корреляция между  $W^{ЛГ}$  и  $[MnЛГ]$ . Зависимость  $W^{ЛГ}$  от  $[H_2O_2]$  имеет вид кривой насыщения. При относительно низких концентрациях  $H_2O_2$  порядок реакции по пероксиду равен единице, а с ростом  $[H_2O_2]$  он стремится к нулю (табл.).  $W^{ЛГ}$  изменяется незначительно с уменьшением  $[H^+]$  (порядок реакции по  $[H^+]$  близок к нулю). Таким образом, общее кинетическое выражение для  $W^{ЛГ}$  можно представить в следующем виде:

$$W^{ЛГ} = k [MnЛГ] [H_2O_2]^{1 \rightarrow 0}$$

Установление принципиального механизма. Для этих целей наиболее широко используется метод ингибиторов [5]. Найдено, что при введении в реакционную среду специфического акцептора  $\dot{O}H$ -радикалов — паранитрозодиметиланилина (ПНДМА) скорость процесса не изменяется, а ПНДМА не расходуется в ходе реакции. Эти данные свидетельствуют о том, что в рассматриваемой системе не генерируются  $\dot{O}H$ -радикалы. Опыты с применением в качестве ингибитора тетранитрометана (реагирующего с  $\dot{O}_2^-$  не дают свидетельств образования в реакционной среде радикалов  $\dot{O}_2^-$ . Отсутствие свободных радикалов в реакционном объеме позволяет полагать, что окисление ЛГ реализуется ионами  $Mn$  в высоких степенях окисления внутри координационной сферы катализатора.

Обоснование схемы механизма. Известно, что нерадикальный каталитический процесс диспропорционирования  $H_2O_2$  возможен лишь в результате переноса кратного числа электронов в один акт от катализатора к субстрату. Приведенные выше экспериментальные данные и учет результатов работы [2] по установлению механизма в системе  $Mn(II)$ -люмомагнезон- $H_2O_2$  позволяют представить схему механизма окисления ЛГ пероксидом водорода в присутствии  $Mn^{2+}$  (в боратных буферных растворах) в следующем виде:



где  $P$  — продукт окисления ЛГ, а под  $H_2O_2$  подразумевается соответствующий пероксидорат.

Согласно схеме методом стационарных концентраций получаем следующее кинетическое выражение для скорости:

$$W_{схем}^{ЛГ} = \frac{k_2 [MnЛГ] [H_2O_2]}{1 + k_2/k_1 [H_2O_2]},$$

которое хорошо согласуется с экспериментально установленным, чем и подтверждается реальность предложенного механизма. Реализация тако-

го механизма обусловлена тем, что ЛГ, окисление которого протекает по внутрисферному механизму, переводит окисленную форму катализатора в  $Mn(II)$ , а следовательно, роль  $H_2O_2$  (пероксидората) сводится к окислению  $Mn(II)$  в  $Mn(IV)$ . Высокая пероксидазная активность рассматриваемой системы связана с тем, что процесс катализирует комплекс  $MnЛГ$ , который эффективнее реагирует с пероксидоратом, чем с  $H_2O_2$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Берштейн И. Я., Каминский Ю. Л. Спектрофотометрический анализ в органической химии. Л., 1975.
2. Булатов М. И., Калинин И. Л. Практическое руководство по фотоколориметрическим и спектрофотометрическим методам анализа. Л., 1976.
3. Исак В. Г., Сычев А. Я. Пероксидазные свойства координац. соединений марганца (II) VII. Активирующее действие боратных буферных растворов. Кишинев, 1987. Деп. в МолдНИИТИ. 30.01.87, № 37.
4. Крейнгольд С. У. Каталиметрия в анализе реактивов и веществ особой чистоты. М., 1983.
5. Сычев А. Я. Окислительно-восстановительный катализ комплексами металлов. Кишинев, 1976.
6. Фьонг Ч. Т. Т. Каталитические свойства координац. соединений марганца (II) с ацетилацетоном и гистидином: Автореф. дис. ... канд. хим. наук. Кишинев, 1984.
7. Wilson I. R. // Austral J. chem. 1960. V. 13. N 4. P. 582—584.

Поступила 10.01.1986

Скорость окисления ЛГ при различных  $[Mn^{2+}]$ ,  $[LIG]$  и  $[H_2O_2]$  (pH 7,3;  $[H_3BO_3] = 0,2M$ )

|  |     |     |     |     |      |   |
|--|-----|-----|-----|-----|------|---|
| $10^5 [Mn^{2+}]$ , M                           | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0  | $[H_2O_2] = 1 \cdot 10^{-3} M$<br>$[LIG] = 1 \cdot 10^{-4} M$     |
| $10^5 [MnЛГ]$ , M                              | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0  |   |
| $10^3 \cdot w^{ЛГ}$ , $\frac{моль}{л \cdot с}$ | 0,9 | 1,4 | 1,8 | 2,4 | 2,8  |   |
| $10^5 [LIG]$ , M                               | 1,0 | 2,5 | 5,0 | 7,5 | 10,0 | $[Mn^{2+}] = 5 \cdot 10^{-6} M$<br>$[H_2O_2] = 1 \cdot 10^{-3} M$ |
| $10^5 [MnЛГ]$ , M                              | 0,4 | 1,0 | 1,6 | 2,0 | 2,5  |   |
| $10^3 \cdot w^{ЛГ}$ , $\frac{моль}{л \cdot с}$ | 0,4 | 0,7 | 1,2 | 1,7 | 2,4  |   |
| $10^3 [H_2O_2]$ , M                            | 0,5 | 0,7 | 1,0 | 2,0 | 4,0  | $[Mn^{2+}] = 5 \cdot 10^{-6} M$<br>$[LIG] = 1 \cdot 10^{-4} M$    |
| $10^3 \cdot w^{ЛГ}$ , $\frac{моль}{л \cdot с}$ | 1,2 | 1,9 | 2,4 | 4,2 | 5,0  |   |
|  |     |     |     | 5,6 | 6,1  |   |

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ю. Н. ПЕЧЕРСКИЙ

### Диалоговые экспертные системы и их применение в биологии\*

Биология в целом — традиционно сложная, неудобная и плохо освоенная область с точки зрения применения в ней математических методов. Д. Джинс и А. Эддингтон считали, что природа по самому своему существу «математична», но это взгляд физиков. С. Лем в одном из своих философских произведений [1] называет немногочисленные математические победы в биологии «партизанскими налетами». Трудно дать однозначный ответ на вопрос: насколько эффективно существующее применение математических методов в биологических исследованиях? Эта оценка в сильной степени определяется оптимизмом конкретного биолога или математика.

Хорошо известны удачные попытки использования результатов теории дифференциальных уравнений для решения конкретных биологических задач. На языке дифференциальных уравнений построена модель полового размножения у бактерий, позволяющая анализировать результаты скрещивания бактерий с различными наследственными свойствами, предсказывая при этом вероятность появления организма с тем или иным сочетанием признаков [2]. На основе моделей регуляторных процессов, сопутствующих фотосинтезу в растительных клетках, удалось описать закономерности биосинтеза хлорофилла. Группой под руководством акад. Н. Н. Моисеева разработаны крупноблочные модели эволюционных и экологических процессов. Есть и другие позитивные примеры.

Однако для всех моделей, базирующихся на дифференциальных уравнениях, можно указать один существенный недостаток — они вынужденно просты. Учет специфических факторов сложности, присущих биологическому объекту или процессу, немедленно приводит к необходимости введения новых переменных и увеличения числа дифференциальных уравнений. В худшем случае формирование модели становится вообще невозможным, а в лучшем — исследование модели сталкивается с чрезвычайными вычислительными трудностями. Указанный недостаток присущ всем типам моделей, основанных на привлечении классических математических аппаратов: неизбежно проявляется пресловутое «проклятие размерности».

В последнее время развивается так называемое эволюционное моделирование, использующее, в частности, эвристики. Рассмотрим в качестве примера простой дискретный автомат (или моделирующую его компьютерную программу), который непрерывно решает задачу своего «выживания» во внешней среде. Свойства внешней среды могут меняться и тоже моделируются — сигналами или символами, поступающими на вход автомата. Выживаемость автомата определяется тем, насколько точно он предсказывает значение этих сигналов, пользуясь введенным в него алгоритмом. Возможная эволюция автомата состоит в изменении алгоритма предсказания под действием «мутаций». В результате появляется «автомат-потомок», решающий задачу лучше или хуже родителя. Если лучше, то свойства потомка закрепляются. В противном случае «мутант» может не выжить.

Таким образом, моделируется своеобразная эволюция, в процессе которой поведение автомата по отношению к изменяющейся внешней среде может стабилизироваться.

Имеется немало примеров различных эволюционных моделей. Одним из них служит известная компьютерная игра «Жизнь» Конвея, в которой взаимодействие динамических объектов, регламентируемое достаточно сложными правилами, определяет их эволюцию. Более серьезное приложение эволюционный подход получил в уже упоминавшихся моделях Н. Н. Моисеева [4].

Несомненным достоинством эволюционного моделирования является возможность обеспечить почти произвольное ускорение темпов эволюции при моделировании реальных явлений или процессов на компьютере. Так, в достаточно абстрактных экспериментах А. А. Ляпунова и О. С. Кулагиной (60-е годы) эволюция популяций численностью 120—150 особей прослеживалась на протяжении 40—45 поколений. Эксперимент иллюстрировал доминирующую роль наследственности в образовании и закреплении новых форм.

В одной из работ В. В. Меншуткина и Б. М. Медникова описана модель эволюции членистоногих, основанная на трех принципах: а) равновероятности прогрессивных и регрессивных изменений видов; б) постепенности эволюции; в) ограниченности биосферы. Модель включала 100 видов, характеризующихся 24 важными для существования признаками, при этом критерии «совершенства» соотносились с каждой из экологических ниш. Прослеженная на временном отрезке около одного миллиарда «компьютерных» лет эволюция членистоногих не только подтвердила многие известные факты, но позволила также выдвинуть новые гипотезы [3].

Анализ этих и им подобных моделей показал, что имитация таких свойств живых организмов, как адаптация, самоорганизация, целесообразное поведение в условиях неполной информации и т. п., может быть реализована сравнительно простыми алгоритмическими средствами. Результат этот был довольно неожиданным.

С точки зрения математика, почти все разделы биологии относятся к типу описательных наук (это в гораздо меньшей степени касается генетики). Биологические знания записываются на языке, весьма далеком от языков математики, а сами методы исследования в высшей степени эвристичны и интуитивны. В этой связи возникает методологически важный вопрос о содержательности математических моделей. Следуя Н. Н. Моисееву [4], можно выделить два основных направления в математическом моделировании биологических явлений. Первое связано с попытками построить детальную модель исследуемого процесса, обосновать ее адекватность биологической реальности и затем использовать эту модель для получения количественных заключений, которые можно было бы применить на практике. Второе направление нацелено на малопараметрическое описание процесса, которое в конечном счете приводит к качественному представлению о нем.

По Н. Н. Моисееву, роль формальных конструкций в биологии (в частности, в экологии и эволюции) трудно переоценить, поскольку они являются основным источником новых содержательных идей для биолога. Наверное, это так, но надо учесть, что разработка нетривиальных формальных конструкций в биологии наталкивается на серьезные препятствия методологического характера. Прежде всего сами по себе биологические объекты и процессы являются носителями крайне неудобных для моделирования свойств. Среди них — нелинейность, нечеткость, сложная изменчивость, неаддитивность, нерегулярность, плохая структурируемость и т. п.

Стоит указать также на трудность перенесения хорошо разработанных «математических образов» в биологию. Так, при построении некоторых математических моделей в экологии обнаруживаются определенные противоречия в гипотезе о том, что наиболее разнообразные сообщества и наиболее устойчивы [5]. Источник этих противоречий состоит в том, что понятие бальцмановской энтропии (или информационной энтропии) на самом

\* Доклад на I Республиканской школе-семинаре «Физические, химические и математические методы в современной биологии».

деле нельзя применять к биологическим системам, элементы которых сильно взаимодействуют между собой. Подобные примеры нарушения корректности в процессе формализации биологических задач довольно многочисленны.

В последнее время интенсивно развивается концепция человеко-машинных систем обработки данных и принятия решений, с помощью которых можно эффективно распределить роли исследователя и компьютера в процессе решения задач. Важную компоненту таких систем составляет человеко-машинный диалог, позволяющий в принципе организовать взаимодействие с компьютером в режиме, максимально удобном для пользователя. В разрабатываемых проектах ЭВМ пятого поколения одна из ключевых проблем состоит в создании интеллектуального интерфейса между пользователем-непрограммистом и компьютером.

Начиная с 70-х годов успешно разрабатываются и применяются диалоговые системы, основанные на человеческих знаниях. Среди них наибольшую известность получили так называемые экспертные системы (ЭС), которые способны усваивать профессиональные знания специалиста-эксперта в конкретной проблемной области. ЭС отличаются именно такими способами представления знаний и именно такими способами логического вывода, которые максимально близки к естественным способам представления знаний и рассуждений человека. Экспертные системы способны в данной предметной области достаточно эффективно заменить эксперта либо помочь специалисту в его рассуждениях, причем так, что все действия системы могут быть проверены и объяснены.

В состав типичной ЭС входят следующие блоки.

1. База знаний, которая содержит связанную совокупность модулей знаний, представленных в той или иной канонической форме, зависящей, в частности, от свойств проблемной области и типа решаемых задач.

2. Лингвистический процессор, обеспечивающий активный диалог эксперта или пользователя с базой знаний на урезанном профессиональ-

ном языке. При этом соответствующие программные средства реализуют перевод знаний из внешнего во внутреннее представление и обратно.

3. Блок логического вывода, работающий с базой знаний и реализующий процесс решения задач, эффективно использует хранящиеся в ЭС знания и правила вывода.

4. Система управления базой знаний, обеспечивающая пополнение знаний, их коррекцию, а также формирование самой базы знаний.

5. Система объяснения, позволяющая по требованию пользователя выдавать на его профессиональном языке цепочку логических рассуждений, на основе которой ЭС приняла конкретное решение.

Интересно отметить, что первые ЭС разрабатывались для решения задач в таких слабо формализованных предметных областях, как биология, химия, медицина, геология, общественные науки и т. п. Аккумулируя знания ведущих профессионалов, эти системы затем использовались в качестве консультантов менее опытными специалистами. Впервые появилась возможность не только хранить в памяти компьютера знания, но и поддерживать их в актуальном состоянии.

В экспертных системах одной из ключевых является задача представления знаний о конкретной проблемной области. Разумеется, между данными, с которыми привык работать программист, и знаниями не всегда легко провести четкую границу. Тем не менее знания все же отличаются их внутренней (с точки зрения компьютера) интерпретируемостью, структурированностью, связанностью входящих в них единиц информации, а также активностью. Эти характеристики в той или иной степени удается реализовать в ЭС.

К настоящему времени разработано несколько способов представления знаний [6, 7].

1. Семантические сети, состоящие из узлов и связывающих их дуг, для которых указывается ориентация. Узлам сети ставятся в соответствие понятия, а дугам — отношения между ними. В таких сетях представляются закономерности, характерные для рас-

сматриваемой проблемной области и отражающие причинно-следственные связи, взаимооценки, принадлежность к определенным классам и т. д.

2. Фреймы — весьма простые, но достаточно универсальные конструкции для представления единиц знаний. Фрейм формируется из частей-слотов, которые можно заполнять значениями выбранных признаков понятия. Структура фрейма представляется следующим несложным образом: (имя фрейма (<имя слота> <значение слота>, <имя слота> <значение слота>, ..., <имя слота> <значение слота>)).

В качестве иллюстрации приведем фрагмент фрейма «лист растения»: (Лист растения (<окраска> <светло-зеленая>, <состояние поверхности> <морщинистая>, <размер> <средний>, ..., <жилкование> <явно выраженное>)).

3. Продукции — правила, состоящие из двух частей: условия и действия. Типичная продукция выглядит так: «Если А, то В с вероятностью Р», причем условие А может выражаться сложными логическими формулами. Продукционные ЭС содержат до нескольких сотен подобных правил, находящихся во взаимодействии друг с другом.

Примером продукции может служить одно из правил, содержащихся в базе знаний известной ЭС MYCIN, разработанной для диагностики и назначения лечения при инфекционных заболеваниях.

ЕСЛИ 1) Неизвестно, может ли организм развиваться аэробно

И 2) Средой для культуры служит кровь

ИЛИ Лаборатория пыталась выращивать организм анаэробно

И 3) Организм в состоянии расти анаэробно

ТО Есть показания, что аэробность организма неопределенная (0,5) или он анаэробен (0,2).

Таких правил в системе MYCIN несколько сот, каждое из них формируется в диалоге с экспертом.

Из приведенных примеров видно,

что внешнее представление знаний выражается текстами, привычными для пользователя и эксперта.

Методы принятия решений в ЭС в большой степени опираются на свойства предметной области и характер решаемых задач. В основном используются специальные стратегии, записываемые в метазнаниях системы, логические методы (в частности, исчисление предикатов первого порядка), а также эвристические процедуры, позволяющие осуществлять направленный перебор вариантов в базе знаний.

В настоящее время в мире насчитывается несколько сотен экспертных систем, которые особенно эффективно работают в таких проблемных областях, где практически единственным источником успешных действий специалиста являются его знания и личный опыт. В их числе экспертные системы ATTENDING (анестезиология), IN ATE (диагностика электронных устройств), АВТАНТЕСТ (психологическая оценка личности), ONCOCIN (онкология), KNOESPHERE (обработка энциклопедических знаний), DIPMETER ADV (геология), DENDRAL (химия), SPERIL (оценка сейсмоустойчивости зданий) и др.

Экспертные системы довольно активно используются в биологических исследованиях. Широко известны MOLGEN (структурный анализ и синтез ДНК), PLANT/ds (диагностика заболеваний соевых), BION (генная инженерия), SPEX (планирование эксперимента в молекулярной генетике), GRYALIS (кристаллография белков). В Институте математики с ВЦ АН МССР разработана инструментальная система ФИАКР [8], которая способна создавать экспертные системы в области диагностики. С ее помощью силами математиков и сотрудников Института экологической генетики АН МССР разрабатывается ЭС ФИАКР-Т, предназначенная для качественного прогноза гормонального баланса томатов. К настоящему времени в базе знаний этой системы накоплено более 600 модулей знаний о проблемной области.

Интересно, что в самих экспертных системах начинают успешно использоваться некоторые биологичес-

кие концепции. Так, в обучающейся ЭС LS-1 [9] применяются так называемые «генетические алгоритмы», основанные на стандартных моделях наследственности и эволюции из области популяционной генетики. Обрабатывая содержащиеся в базе знаний структуры, эти алгоритмы обеспечивают селективное смещение в пользу тех структур, которые ведут себя лучше по сравнению с остальными из базы знаний. Генетические алгоритмы используют три специфических оператора.

Основным инструментом создания новых структур является оператор кроссинговера. Он рассматривает две структуры, выбирает на них случайным образом точку разрыва и затем меняет местами последовательности компонент, находящиеся справа от точки разрыва. Для принятия решения о том, стоит ли полученные структуры включать в базу знаний, оператор использует лишь имеющуюся в текущей базе знаний информацию. Для внесения новой информации в базу знаний (и, следовательно, улучшения условий работы оператора кроссинговера) применяется оператор мутации — он произвольным образом изменяет одну или несколько компонент выбранной структуры. Заметим, что он действует как фоновый оператор, вероятность применения которого очень мала. Наконец, третий оператор — инверсия — изменяет характер отношений между компонентами структуры. В выбранной структуре он случайным образом определяет две точки разрыва и располагает в обратном порядке компоненты, вошедшие в промежуток между этими двумя точками. В конечном счете генетические алгоритмы позволяют построить проблемно-независимую стратегию поиска решений в экспертной системе.

Естественно, в самой теории экспертных систем и ее прикладных аспектах существует немало нерешенных проблем. В частности, трудной и малонисследованной является задача извлечения знаний из экспертов, формирование и отладка базы знаний. Несмотря на это, экспертные системы уже сейчас уверенно завоевывают признание в самых разнообразных

проблемных областях, так как позволяют подключать к решению конкретных задач знания и логику рассуждений специалистов высокого класса.

Экспертные системы представляют собой новый и нетривиальный инструмент, пригодный для биологических исследований. Кроме того, они являются многообещающим полем для совместной работы биологов и математиков.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лем С. Сумма технологий. М., 1968.
2. Дромашко С. Е. Биология и математика. Минск, 1986.
3. Медников Б. // Знание—сила. 1979. № 1. С. 21—24.
4. Моисеев Н. Н. Алгоритмы развития. М., 1987.
5. Логофет Д. О. // Труды междунар. симпозиума по проблемам математ. моделирования процессов взаимодействия человеческой активности и окружающей среды. Тбилиси, 1978. Т. II.
6. Поспелов Г. С., Поспелов Д. А. Искусственный интеллект — прикладные системы. М., 1985.
7. Найденова К. А., Печерский Ю. Н. Экспертные системы: состояние и проблематика. Препринт ИМ с ВЦ АН МССР, 1987.
8. Соловьев С. Ю., Соловьева Г. М. Инструментальная экспертная система для мини-ЭВМ. Препринт ИМ с ВЦ АН МССР, 1986.
9. Экспертные системы: Принципы работы и примеры / Пер. с англ. М., 1987.

Поступила 14.10.87

#### ПРИЛОЖЕНИЕ

Поясним работу типичной экспертной системы в режиме консультации на примере, взятом из [9]. В качестве консультанта выступает ЭС MYCIN, созданная для помощи при диагностике и лечении инфекционных заболеваний. В приводимом фрагменте диалога ЭС и врача вопросы задает экспертная система.

- \* Назовите имя пациента.  
Джон Доу.
- \* Мужчина или женщина?  
Мужчина.
- \* Возраст?  
Ему 55.
- \* Были ли выделены культуры с положительными реакциями, указывающие на общий класс инфекции?  
Да.
- \* Каков тип этой инфекции?  
Первичная бактериемия.
- \* Когда были отмечены первые симптомы?  
5 мая 1975.
- \* Давайте назовем самую последнюю культуру, дающую положительную реакцию. КУЛЬТУРА-1. Откуда была взята КУЛЬТУРА-1?  
Из крови.
- \* Когда?  
9 мая 1975.

\* Давайте назовем первый значительный микроорганизм из культуры крови МИКРООРГАНИЗМ-1. Знаете ли вы, что представляет собой МИКРООРГАНИЗМ-1?  
Нет.

\* Является ли МИКРООРГАНИЗМ-1 палочкой, колбачкой или чем-то еще?  
Палочкой.

\* Какова окраска по Граму микроорганизма МИКРООРГАНИЗМ-1?  
Грамотрицательная.

\* Давал ли рост МИКРООРГАНИЗМ-1 в аэробных условиях?  
Да.

\* Давал ли рост МИКРООРГАНИЗМ-1 в анаэробных условиях?  
Да.

\* Каков предполагаемый путь проникновения микроорганизма?  
Желудочно-кишечный тракт.

(Как только в системе MYCIN после целенаправленного задания этих и других не приведенных здесь вопросов складывается ощущение достаточно хорошего понимания ситуации, врачу задается короткая последовательность вопросов, подготавливающих к рекомендациям по курсу лечения.)

\* Моя рекомендация будет основана на убеждении, что ОРГАНИЗМ-1 может представлять собой: 1 — *Pseudomonas-aeruginosa*,

2 — *Klebsiella pneumoniae*, 3 — *E. Coli*, 4 — *Bacteroides-fragilis*, 5 — *Enterobacter*, 6 — *Proteus — non — mirabilis*.

Пользуясь шкалой от 0 до 4, где большие числа соответствуют большей тяжести заболевания, как бы вы оценили степень заболевания больного?  
3.

\* Имеется ли у больного клинически заметная аллергическая реакция на какой-нибудь противобактериальный препарат?  
Нет.

\* Какова масса больного?  
70 кг.

\* В первую очередь я рекомендовала бы следующее: чтобы охватить случаи 1, 2, 3, 5 и 6, давайте больному в течение 10 дней гентамицин дозами по 119 мг (1,7 мг/кг). Измените дозировку в случае заболевания почек. А чтобы охватить случай 4, давайте больному в течение 14 дней клиндамицин дозами по 595 мг (8,5 мг/кг). Если обнаружатся симптомы диареи или других желудочно-кишечных заболеваний, сделайте проверку на *pseudo-membranous colitis*.

\* Хотите ли вы знать, что я рекомендовала бы в качестве второго варианта?  
(На этом диалог может быть прерван по желанию врача или продолжен.)

Л. М. ПОЛЕССКАЯ, А. Г. ЖАКОТЭ

### ПОСТРОЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ БИОПРОЦЕССОВ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ СБОРЕ ИНФОРМАЦИИ

Построение динамических регрессионных моделей позволяет с помощью одного сравнительно простого аналитического выражения проследить во времени ход изменения параметров продукционных процессов в зависимости от совокупности факторов внешней среды. Предлагаются два подхода к построению такого рода моделей на основе данных автоматизированного съема параметров растений в камерах искусственного климата в дискретные моменты времени с любым заданным периодом (АСНИ Биотрон ИЭГ АН МССР).

Первый подход. Биопроцессы, протекающие в отрезок времени  $\tau$  онтогенеза растений, можно описать непрерывной функцией  $f$ , непрерывно зависящей от времени. Такая функция на основании теоремы Котельникова [6] может быть представлена отрезком ряда Фурье, если спектр соответствующих

частот ограничить интервалом  $(0, \omega_c)$ , вне которого спектральная плотность меньше заданной величины:

$$f = \sum_{k=-N}^N C_k \exp i \frac{2\pi}{\tau} \cdot k \cdot t = \sum_{k=-N}^N C_k \exp i \omega_k \cdot t, \quad (1)$$

где  $t$  — текущее время в интервале  $(0, \tau)$ ;  $|C_k|$  — составляющая амплитудно-частотного спектра;

$$C_k = \frac{1}{\tau} \sum_{l=0}^{2N} f(l\Delta t) \exp(-i\omega_k l\Delta t); \quad (2)$$

$$\omega_k = \frac{2\pi}{\tau} \cdot k,$$

$\Delta t = \tau/2N$  — интервал дискретизации по времени.

Число членов  $n$  ряда (1) определяется по формуле:  $n = 2N + 1$ ,  $N = \frac{\omega_c \cdot \tau}{2\pi}$ .

где  $\omega_c$  — частота среза;  $\tau$  — период наблюдения исследуемого выходного параметра биопроцесса.

Величина  $n=2N+1$  совпадает с числом регистраций (за период  $\tau$ ) измеряемого выходного параметра.

Исходя из априорной информации или из данных предварительного эксперимента, выявляем общий вид зависимости исследуемого параметра от совокупности факторов среды. В каждый момент времени  $\Delta t$  осуществляем съем его значений в камере искусственного климата, условия в которой задаются в соответствии с планом эксперимента, составленным на основе математических методов планирования с учетом общего вида зависимости параметра от факторов среды [4, 5]. По результатам планированного эксперимента получаем для  $f(\Delta t)$  ( $l=0 \div 2N$ ) модели, описывающие в каждый момент  $\Delta t$  конкретную зависимость исследуемого параметра от совокупности факторов среды.

Проанализировав далее поведение амплитудно-частотного спектра [6] функции  $f$  для числа регистраций, соответствующих  $N, N/2, N/4$ , делаем заключение о выборе оптимального числа интервалов дискретизации по времени, которому соответствует диапазон  $(0, \omega_c)$ , включающий в себя основную часть энергии спектра. Точность  $\epsilon$  воспроизведения функции  $f$  связана с частотой среза  $\omega_c$  соотношением:

$$\epsilon = \int_{\omega_c}^{\infty} S(\omega)^2 d\omega / \int_0^{\infty} S(\omega)^2 d\omega,$$

где  $S(\omega)$  — спектральная плотность, дискретные составляющие которой определяются по формуле (2).

Подставив в формулу (2) вместо  $f(\Delta t)$  полученные зависимости от факторов среды и далее подставив (2) в (1), получим окончательно, что функция (1) описывает зависимость исследуемого выходного параметра биопроцесса от текущего времени и от совокупности факторов внешней среды.

Второй подход к построению регрессионных моделей, описывающих динамику изменения выходных параметров биопроцессов, основан на введении некоторого параметра, обобщен-

но характеризующего состояние внешней среды. В этом случае многофакторная модель зависимости отклика  $y$  от факторов среды превращается в модель однофакторную. В качестве такого обобщенного параметра  $H$  предлагается принять величину энергопотерь с поверхности зеленых листьев растений. Изменение величины энергопотерь во времени описывается уравнением энергетического баланса [2]. Тогда, например, квадратичную модель зависимости исследуемого отклика от обобщенного параметра среды можно представить следующими двумя уравнениями:

$$y = b_0(t) + b_1(t) \cdot H(t) + b_2(t) \cdot H^2(t); \quad (3)$$

$$\mu_L C_{LN} \frac{dT}{dt} = I_{\Pi} - H(t) + E_A, \quad (4)$$

где  $T$  — разность температур лист—воздух, °K;  $\mu_L$  — поверхностная плотность сырой фитомассы листа, г/см<sup>2</sup>;  $C_{LN}$  — удельная теплоемкость листа, Вт·с·г<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>;  $I_{\Pi}$  — поглощенная световая энергия, Вт/см<sup>2</sup>;  $E_A$  — противозлучение атмосферы, Вт/см<sup>2</sup>;

$$E_A = \sigma \cdot T_A^4 (0,526 + 0,065\sqrt{T});$$

$$l = 4,58 \cdot h_A \exp \frac{7,54(T_A - 273)}{239 + T_A - 273};$$

$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-12}$  Вт·см<sup>-2</sup>·K<sup>-4</sup> (постоянная Больцмана);  $T_A$  — температура воздуха, °K;  $h_A$  — относительная влажность воздуха (безразмерная величина).

Для величины энергопотерь  $H$  имеют место расчетные формулы [2], включающие значения ряда параметров внешней среды. Однако эти формулы не учитывают физиологические особенности различных генотипов растений, а также специфические условия среды, в которой находятся растения (например, особенности условий камер искусственного климата). Поэтому вначале предполагается осуществить идентификацию параметров модели (4). Взяв за основу имеющиеся теоретические формулы для величин транспирации, конвекции, излучения, получим далее на их основе полуэмпирические формулы связи между экспериментальными значениями энергопотерь для данного биообъекта и значениями энергопотерь  $H_{\text{теор}}$ , рас-

считанными по теоретическим формулам. Коэффициенты полуэмпирических формул определяются методом наименьших квадратов.

Экспериментальные значения величины энергопотерь  $H_{\text{экс}}$  получаем в камерах искусственного климата на основе планированного эксперимента при варьировании на различных уровнях ряда существенных факторов среды с целью выявления широкого диапазона изменения величины  $H$ :

$$H_{\text{экс}}(t) = E_L^{\text{экс}}(t) + H_L^{\text{экс}}(t),$$

где  $E_L$  — расход энергии на транспирацию, Вт/см<sup>2</sup>;

$H_L$  — энергопотери конвекцией и излучением, Вт/см<sup>2</sup>.

На первом этапе предположим, что вода не является лимитирующим фактором для растения. Поскольку величина  $H_L$  незначительно зависит от физиологического состояния растения, в отличие от величины транспирации  $E_L$ , полуэмпирические зависимости будем искать в виде:

$$H_L^{\text{экс}} = a_1 \cdot H_L^{\text{теор}} + \bar{b}_1; \quad (5)$$

$$E_L^{\text{экс}} = a \cdot E_L^{\text{теор}} + b \cdot I_{\Phi} + \frac{C}{I_{\Phi}} + D \cdot h_A + \frac{E}{h_A} + F \cdot T_A + \frac{M}{T_A} + G, \quad (6)$$

где  $I_{\Phi}$  — интенсивность энергетической освещенности, Вт/см<sup>2</sup>.

Для осуществления возможности простого решения дифференциального уравнения (4) либо в явном методе, либо методом Рунге—Кутты на ЭВМ произведем его линеаризацию, отбросив ряд членов, значения которых значительно меньше оставшихся, учитывая при этом диапазоны варьирования входящих в уравнение факторов. В результате получим

$$H_L^{\text{теор}} = 2\sigma_L \cdot \sigma T_A^4 + T \left( 8\sigma_L \cdot \sigma \cdot T_A^3 + \frac{2\rho_a \cdot C_p}{3(b_L/u)^{1/2}} \right); \quad (7)$$

$$E_L^{\text{теор}} = \xi(1 - h_A) + \eta \cdot T,$$

$$\text{где } \xi = \frac{(3243 - 2,72 \cdot T_A) \cdot 3,39}{3(b_L/u)^{1/2} + r_w} \times \exp \frac{7,54(T_A - 273)}{239 + T_A - 273};$$

$$\eta = \xi \cdot \frac{1802}{(239 + T_A - 273)^2};$$

$\sigma_L$  — коэффициент серости листа;

$\rho_a = 1,19 \cdot 10^{-3}$  г·см<sup>-3</sup> — плотность воздуха;

$C_p = 1,014$  Дж·г<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup> — изобарическая удельная теплоемкость воздуха [2];  $b_L$  — ширина листа, см;  $u$  — скорость движения воздуха, см/с;  $r_w = 40$  с/см — устьично-кутикулярное сопротивление зеленого листа в нормальных условиях.

Для нахождения коэффициентов в формулах (3), (5) и (6) можно воспользоваться, например, результатами 3-факторного эксперимента, варианты которого задаются следующим композиционным симметричным планом Хартли [4]:

| № варианта | $T_A$ | $h_A$ | $I_{\Phi}$ |
|------------|-------|-------|------------|
| 1          | -1    | -1    | +1         |
| 2          | +1    | -1    | -1         |
| 3          | -1    | +1    | -1         |
| 4          | +1    | +1    | +1         |
| 5          | -1    | 0     | 0          |
| 6          | +1    | 0     | 0          |
| 7          | 0     | -1    | 0          |
| 8          | 0     | +1    | 0          |
| 9          | 0     | 0     | -1         |
| 10         | 0     | 0     | +1         |
| 11         | 0     | 0     | 0          |

Поместив растения в камеры искусственного климата в соответствии с условиями вариантов, задаваемых планом, проводим измерения интенсивности транспирации, конвекции, излучения зеленых листьев, а также измерение других интересующих исследователя выходных параметров биопроцессов.

В начальный период, когда имеет место быстрый переходный процесс, шаг измерения, а также шаг интегрирования уравнения (4) должны быть выбраны достаточно малыми, затем величина шага может быть увеличена.

Величины  $H_L^{\text{теор}}$  и  $E_L^{\text{теор}}$ , зависящие от разности температур лист—воздух  $T$ , определяются как функции от текущего времени из дифференциального уравнения (4).  $H_L^{\text{теор}} = H_L^{\text{теор}} + E_L^{\text{теор}}$ . Поскольку величины коэффициентов в формулах (3), (5), (6) могут изменяться, то полученные



в отдельные дискретные моменты времени наборы значений коэффициентов  $b_0, b_1, b_2, a_1, a, b, C, D, E, F, M, G$  можно использовать для построения зависимостей коэффициентов от текущего времени с помощью интерполяционных многочленов или сплайн-функций.

При построении моделей (3), (5), (6) нужно учитывать, что времена регистрации значений отклика  $y$ , а также величины транспирации, излучения и конвекции должны быть сопряжены с временами фиксации значений  $H_L^{теор}, E_L^{теор}$  (в целом  $H^{теор}$ ) из дифференциального уравнения (4). Таким образом, коэффициенты уравнений (3), (5), (6) становятся функциями от текущего времени.

Адекватность полученных моделей (3), (5), (6) проверяется, например, путем исследования поведения разностей между предсказанными моделью и полученными экспериментально результатами [1] в каждый фиксированный момент дискретизации по времени. Значимость моделей и их точность определяются соответственно с помощью критерия Фишера и коэффициента детерминации [3].

Убедившись в адекватности моделей (3), (5), (6), подставляем в уравнения (3) и (4) вместо  $H(t)$  величину  $H_{экс} = H_L^{экс} + E_L^{экс}$ , где  $H_L^{экс}$  и  $E_L^{экс}$  определяются соответственно формулами (5), (6). Полученная таким образом совокупность уравнений (3), (4) позволит проследить изменение исследуемого параметра  $y$  биопроцесса в течение заданного отрезка времени при любом интересующем исследователя сочетании значений факторов внешней среды, к которым относятся: температура воздуха ( $T_A$ ), его влажность ( $h_A$ ), интенсивность освещения ( $I_\Phi$ ), величина поглощаемой листьями энергии ( $I_n$ ), скорость движения воздуха ( $u$ ), его плотность ( $\rho_a$ ) и изобарическая удельная теплоемкость ( $C_p$ ).

#### Выводы

1. Предложены 2 методики построения простого, доступного для анализа уравнения, выражающего зависимость параметров биообъекта, под-

лежащих регистрации в дискретные моменты времени в камерах искусственного климата с запланированными условиями среды, от совокупности факторов внешней среды и от текущего времени.

2. При введении аппарата дискретного преобразования Фурье предложено использовать математические методы планирования эксперимента и регрессионный анализ для представления коэффициентов ряда Фурье в виде функций от факторов внешней среды.

3. В одном из подходов для построения динамических моделей параметров биопроцессов предложено, используя модель теплообмена зеленого листа, осуществлять, наряду с ее линеаризацией, также идентификацию параметров с целью настройки модели на конкретно исследуемые генотипы растений и специфические условия камер искусственного климата.

4. Предложено ввести единый параметр, комплексно характеризующий состояние среды обитания растения, что позволяет сократить стоимость эксперимента при определении коэффициентов модели исследуемого отклика, так как в этом случае многофакторная модель зависимости отклика от  $n$  факторов среды по сути становится однофакторной.

5. Сжатие большого числа экспериментальных данных, получаемых в камерах искусственного климата, в одно простое уравнение позволит значительно упростить задачу идентификации генотипов по их реакции на совокупность факторов внешней среды в течение заданного периода онтогенеза.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Афифи А., Эйзен С. Статистический анализ. Подход с использованием ЭВМ. М., 1982.
2. Бихеле З. Н., Молдау Х. А., Росс Ю. К. Математическое моделирование транспирации и фотосинтеза растений при недостатке почвенной влаги. Л., 1980.
3. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М., 1973.
4. Красовский Г. И., Филаретов Г. Ф. Планирование эксперимента. Минск, 1982.
5. Максимов В. Н. Многофакторный эксперимент в биологии. М., 1980.
6. Солодов А. В. Теория информации и ее применение к задачам автоматического управления и контроля. М., 1973. С. 28—41.

Поступила 28.04.87

Л. Т. БЕХ, О. А. ВОИНОВ, О. И. ВОИНОВА,  
Р. М. КОРОБОВ, Г. И. МУЗЫКА

### К МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ ПРОДУКТИВНОСТИ ПОСЕВОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И КУКУРУЗЫ ПО ФИТОМЕТРИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ

Интенсификация сельскохозяйственного производства и переход к адаптивному земледелию, основанному на глубоком сопряженном изучении генетического потенциала растений и экологических характеристик природной среды, немислимы без обеспечения планирующих и руководящих органов, а также специалистов сельского хозяйства оперативной и в то же время полной информацией о состоянии и продуктивности посевов. Масштабы этой задачи таковы, что традиционные методы обследования полей становятся уже недостаточными как по качеству, так и, что более важно, по объему и срокам получения требуемой информации. Поэтому в последнее время все настойчивее заявляют о себе дистанционные методы мониторинга сложного и труднопрогнозируемого процесса выращивания урожая, основанные на получении необходимой информации современными методами фотометрической и спектротрической съемки с борта различного рода летательных аппаратов (вертолетов, самолетов, спутников).

Широкие исследования в этом направлении ведутся в лаборатории дистанционных методов Института экологической генетики АН МССР. Суть этих исследований, помимо чисто методологических проблем, относящихся непосредственно к дистанционному зондированию, во многом состоит в том, чтобы увязать спектральные и фотооптические характеристики посевов сельскохозяйственных культур с определенными фитометрическими параметрами растительного покрова, служащими индикаторами состояния культуры и предикторами в различных моделях прогноза урожая. Некоторые результаты, полученные в ходе этой работы, представляют, на наш взгляд,

самостоятельный интерес и излагаются в настоящей статье.

#### Материал и методы

Среди фитометрических параметров, определяющих продуктивность фотосинтеза, а следовательно, и урожайность, наибольший интерес представляют объем растительной массы ( $M$ ), густота стояния ( $G$ ), площадь ( $S_n$ ) листовой поверхности и высота ( $H$ ) растений. Получение исходного материала по перечисленным параметрам и методику исследования удобно проследить на примере одного из сезонов. Так, в 1986 г. в условиях природно-хозяйственного полигона АН МССР было проведено четыре обследования посевов трех сортов озимой пшеницы (Одесская 51, Обрий, Лан) на 18 полях и одно обследование трех сортов кукурузы (Молдавский 420, Молдавский 385, Пионер 3978) на 26 полях Чадыр-Лунгского и Тараклийского районов. Каждое наземное обследование, строго сопряженное по месту и времени с широкомасштабными дистанционными измерениями (аэрофотосъемка на различные виды пленок, ИК-съемка сканером ИКРС-6, аэровизуальная оценка массивов), приурочено к определенной фазе развития культур и включало взятие на каждом поле четырех проб (по 10 растений в пробе) кукурузы в фазе выметывания метелки и 10—30 (в зависимости от состояния посева и фазы развития) проб пшеницы. Каждую пробу пшеницы брали с площадки 0,25 м<sup>2</sup> (в рамке 50×50 см); точки измерения располагались по диагоналям поля случайным образом, с интервалом не менее 50—60 м. Обследования пшеницы вели в фазы: первое — конец кущения — трубкование (24—

26.04), второе — трубкование (11—12.05), третье — колошение — начало цветения (20—22.05), четвертое — молочная спелость (11—12.06). Фитометрические параметры измерялись в соответствии с общепринятыми требованиями и рекомендациями [1, 3]. Средние значения параметров для каждой пробы брали в качестве исходных данных; параметр поля определялся как среднее из всех проб, что обеспечивало необходимый уровень точности. Урожайность полей учитывалась по сведениям хозяйств.

Статистический анализ в целом за культуру проводился для групп полей, объединенных по определенным признакам (сорт, состояние поля, при необходимости — урожай), а также по всей выборке. Рассчитывались функциональные зависимости урожая зерна от фитометрических параметров посевов, а также взаимосвязи некоторых параметров между собой при 5% уровне значимости (табл. 1 и 2).

Опираясь на выполненные ранее исследования [1, 2, 5], мы априори приняли, что рассматриваемые биологические признаки подчиняются закону нормального распределения вариант. Исходя из этого, при проверке статистических гипотез, выборе статистических критериев и установлении статистической достоверности результатов измерений мы основывались на этом распределении.

### Результаты и их обсуждение

Надземная масса растительного покрова. Биомасса является достаточно простым, а поэтому широко распространенным показателем продуктивности растения. Закономерности нарастания ее изучались неоднократно, получен ряд математических моделей роста. Проверка некоторых из этих моделей, имеющих наибольшее распространение на практике, выполнена во ВНИИ сельскохозяйственной метеорологии Клещенко [2]. При исследовании динамики накопления надземной растительной массы мы воспользовались некоторыми элементами его методики. В частности, для получения большей однородности данных и их сравнимости выполнено нормиро-

вание сухой растительной массы пшеницы ( $M_t$ ) на ее максимальное значение ( $M_{\max}$ ), которое, как правило, наблюдалось при четвертом обследовании в фазе молочной спелости:

$$\mu = M_t / M_{\max} \quad (1)$$

В то же время мы отказались от нормирования сроков измерения биомассы на общую продолжительность роста растения, так как в условиях природно-хозяйственного полигона практически невозможно точно зафиксировать момент прекращения роста на каждом поле. Поэтому, в отличие от А. Д. Клещенко, интервал времени измерялся в абсолютных величинах, как число дней ( $t$ ), отделяющих дату обследования от даты сева на каждом поле.

Полученные зависимости динамики накопления сухой надземной растительной массы озимой пшеницы показаны на рис. 1. Сортные различия не сказываются существенно на параметрах кривой, что позволило построить для пшеницы единую осредненную кривую. Разброс точек в большей степени вызывается состоянием полей, особенно тех, которые при аэровизуальном обследовании были оценены как плохие или очень плохие. Об этом также свидетельствуют результаты для Калужской и Херсонской областей [2]. Подтверждается и профиль логической кривой, хорошо описываемый в данном случае уравнением:

$$\mu_t = \frac{1}{1 + e^{a+bt}} \quad (2)$$

где  $\mu_t$  — относительный прирост сухой растительной массы озимой пшеницы на момент времени  $t$  (число дней от даты сева);  $a$  и  $b$  — параметры уравнения, характеризующие наклон и изгиб логической кривой.

Точка перегиба кривой, определяемая приравниванием выражения  $(a+bt)$  нулю, показывает переход от вегетативного развития к репродуктивному. Она приходится на 225—235-й день развития (начало фазы трубкования), что согласуется с биологическими характеристиками и этапами органогенеза озимой пшеницы [4].

Рассмотренные закономерности и математические зависимости, помимо

чисто теоретического значения, имеют и определенный практический смысл, так как позволяют переходить от промежуточных количественных оценок состояния посевов к прогнозу их конечной продуктивности, т. е. к урожаю. Для этого обычно сравнивают динамику нарастания биомассы текущего года с ее максимальными значениями в многолетнем разрезе [2]. Однако нам представляется, что более удобно напрямую увязывать объем фитомассы с хозяйственным урожаем и полученные по определенной выборке зависимости рассматривать как прогностические для последующих лет.

На всех фазах развития пшеницы наблюдалась тесная связь между сухой растительной массой и хозяйственным урожаем (коэффициент корреляции  $r$  в среднем для культуры в пределах 0,73—0,94). Эта связь носит четко выраженный линейный характер, без каких-либо систематических различий в характере зависимостей для отдельных сортов (рис. 2). Наименьший разброс точек наблюдался в фазе молочной спелости, наибольший — в фазе колошение—цветение.

Для описания полученных зависимостей мы воспользовались уравнением линейной регрессии вида:

$$y = a + bx \quad (3)$$

где  $y$  — хозяйственный урожай, ц/га;  $x$  — в общем случае какой-либо независимый аргумент (фитометрический параметр), в данном случае — количество сухой растительной массы, г/м<sup>2</sup>;  $a$  и  $b$  — эмпирические коэффициенты. Значения  $r$ ,  $a$ ,  $b$ , а также стандартной

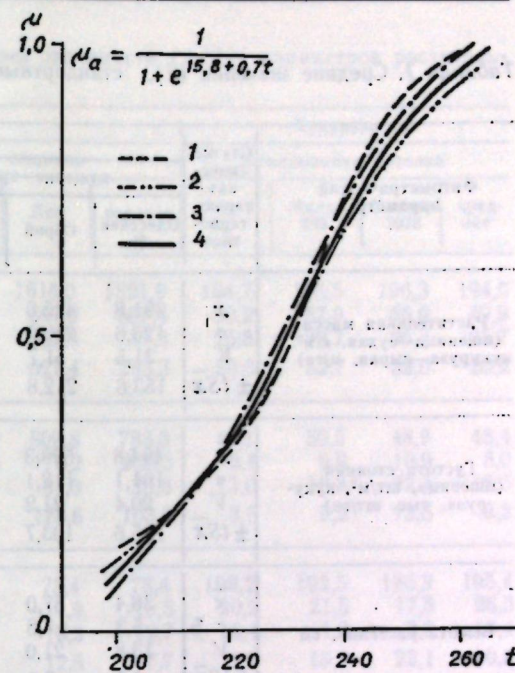


Рис. 1. Динамика накопления сухой надземной растительной массы озимой пшеницы в относительных единицах  $\mu$ :

1 — Одесская 51, 2 — Обрий, 3 — Лан, 4 — среднее значение

ошибки уравнений регрессии  $S$  приведены в табл. 2.

При анализе аналогичной зависимости для кукурузы прежде всего отмечаются высокие сортные различия в тесноте корреляционной связи: если для сорта Молдавский 385 коэффициент корреляции растительной массы с урожаем составил 0,91, то для сорта Молдавский 420 — лишь 0,23 и наблюдаемый ареал точек для этого сорта (табл. 2) не описывается какой-либо статистически обоснованной математической зависимостью.

Однако следует заметить, что если растительная масса пшеницы изме-

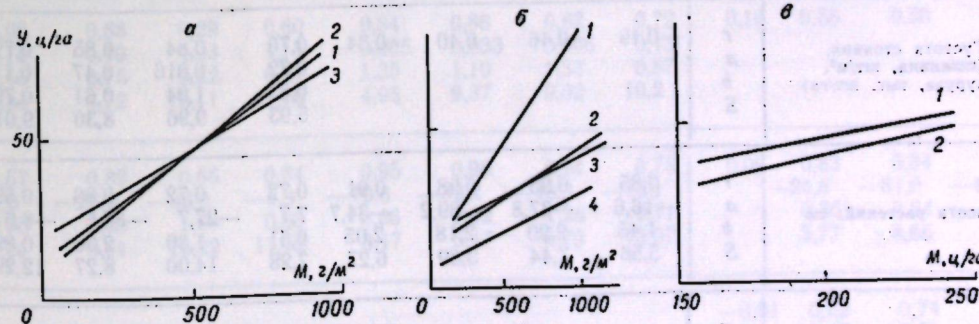


Рис. 2. Связь хозяйственного урожая зерна ( $Y$ ) с растительной массой ( $M$ ):

$a$  — сортов озимой пшеницы в фазе конец кущения—трубкование (1 — Одесская 51, 2 — Обрий, 3 — Лан; сухая фитомасса);  $б$  — озимой пшеницы в различные фазы вегетации (1 — конец кущения, 2 — трубкование, 3 — колошение—цветение, 4 — молочная спелость; сухая фитомасса);  $в$  — сортов кукурузы в фазе выметывания метелки (1 — Молдавский 385, 2 — Пионер 3978; сырая фитомасса)

Таблица 1. Средние значения ( $\bar{x}$ ), стандартные отклонения ( $\sigma$ ), коэффициенты вариации ( $V$ ) и доверительные интервалы для ( $\pm tS\bar{x}$ ) при 5% уровне значимости ( $\pm tS\bar{x}$ ) параметров раститель-

| Фитометрический параметр  | Статистическая характеристика | Озимая              |       |       |         |             |        |        |         |
|---|-------------------------------|---------------------|-------|-------|---------|-------------|--------|--------|---------|
|   |                               | кущенье—трубкование |       |       |         | трубкование |        |        |         |
|   |                               | Одесская 51         | Обрий | Лан   | среднее | Одесская 51 | Обрий  | Лан    | среднее |
| Растительная масса (пшеница—сухая, г/м <sup>2</sup> , кукуруза—сырая, ц/га) | $\bar{x}$                     | 391,8               | 445,0 | 436,7 | 427,4   | 955,8       | 933,0  | 939,3  | 941,4   |
|   | $\sigma$                      | 123,6               | 230,0 | 261,2 | 207,0   | 394,9       | 450,4  | 466,5  | 415,2   |
|   | $V$                           | 31,5                | 51,7  | 59,8  | 48,4    | 41,3        | 45,1   | 49,6   | 44,1    |
|   | $\pm tS\bar{x}$               | 153,6               | 212,8 | 274,1 | 103,0   | 490,5       | 416,7  | 489,7  | 206,5   |
| Густота стояния (пшеница, шт/м <sup>2</sup> , кукуруза, тыс. шт/га)         | $\bar{x}$                     | 494,8               | 529,3 | 521,0 | 516,9   | 1915,4      | 1947,0 | 1722,8 | 1863,5  |
|   | $\sigma$                      | 101,1               | 112,1 | 73,7  | 93,0    | 380,7       | 619,3  | 759,5  | 591,4   |
|   | $V$                           | 20,4                | 21,2  | 14,1  | 18,0    | 19,9        | 31,8   | 44,1   | 31,7    |
|   | $\pm tS\bar{x}$               | 125,6               | 103,7 | 77,4  | 46,2    | 472,9       | 572,9  | 797,3  | 294,2   |
| Высота растений, см   | $\bar{x}$                     | 38,4                | 37,0  | 38,3  | 37,8    | 61,7        | 55,2   | 55,5   | 57,1    |
|   | $\sigma$                      | 5,3                 | 7,8   | 7,0   | 6,6     | 12,9        | 10,2   | 5,9    | 9,7     |
|   | $V$                           | 13,6                | 21,0  | 18,2  | 17,5    | 20,9        | 18,5   | 10,6   | 17,0    |
|   | $\pm tS\bar{x}$               | 6,7                 | 7,1   | 7,4   | 3,3     | 16,1        | 9,6    | 6,2    | 4,8     |
| Листовая поверхность, тыс. м <sup>2</sup> /га                               | $\bar{x}$                     |                     |       |       |         |             |        |        |         |
|   | $\sigma$                      |                     |       |       |         |             |        |        |         |
|   | $V$                           |                     |       |       |         |             |        |        |         |
|   | $\pm tS\bar{x}$               |                     |       |       |         |             |        |        |         |

Таблица 2. Коэффициенты корреляции ( $r$ ), значения коэффициентов регрессии ( $a$  и  $b$ ) и стандартные ошибки ( $S$ ) уравнений регрессии между хозяйственным урожаем (ц/га) и некоторыми фитометрическими параметрами посева

| Параметр  | Статистический | Озимая              |       |       |         |             |       |       |         |
|---|----------------|---------------------|-------|-------|---------|-------------|-------|-------|---------|
|   |                | кущенье—трубкование |       |       |         | трубкование |       |       |         |
|   |                | Одесская 51         | Обрий | Лан   | среднее | Одесская 51 | Обрий | Лан   | среднее |
| Растительная масса (пшеница—сухая, г/м <sup>2</sup> , кукуруза—сырая, ц/га) | $r$            | 0,94                | 0,97  | 0,93  | 0,94    | 0,96        | 0,98  | 0,76  | 0,87    |
|   | $a$            | 11,90               | 9,41  | 19,90 | 14,09   | 18,04       | 6,36  | 20,47 | 13,79   |
|   | $b$            | 0,070               | 0,077 | 0,056 | 0,067   | 0,022       | 0,040 | 0,026 | 0,031   |
|   | $S$            | 3,54                | 5,16  | 6,26  | 5,09    | 3,11        | 3,68  | 11,46 | 7,57    |
| Густота стояния (пшеница, шт/м <sup>2</sup> , кукуруза, тыс. шт/га)         | $r$            | -0,19               | 0,46  | 0,40  | 0,34    | 0,76        | 0,84  | 0,85  | 0,79    |
|   | $a$            |                     |       |       |         | 0,72        | 0,016 | 0,47  | 0,11    |
|   | $b$            |                     |       |       |         | 0,83        | 1,04  | 0,61  | 0,79    |
|   | $S$            |                     |       |       |         | 5,93        | 9,96  | 8,30  | 9,01    |
| Высота растений, см   | $r$            | 0,85                | 0,93  | 0,98  | 0,91    | 0,72        | 0,72  | 0,88  | 0,59    |
|   | $a$            | -16,6               | -37,8 | -39,2 | -34,7   | 7,7         | -27,7 | -85,5 | -8,0    |
|   | $b$            | 1,45                | 2,20  | 2,18  | 2,05    | 0,51        | 1,30  | 2,36  | 0,89    |
|   | $S$            | 5,56                | 7,44  | 3,89  | 6,27    | 7,28        | 14,00 | 8,27  | 12,29   |
| Листовая поверхность, тыс. м <sup>2</sup> /га                               | $r$            |                     |       |       |         |             |       |       |         |
|   | $a$            |                     |       |       |         |             |       |       |         |
|   | $b$            |                     |       |       |         |             |       |       |         |
|   | $S$            |                     |       |       |         |             |       |       |         |

и доверительные интервалы для ( $\bar{x}$ ) при 5% уровне значимости ( $\pm tS\bar{x}$ ) параметров раститель-

| пшеница            |        |        |         |                   |        |        |         | Кукуруза            |           |             |         |
|--------------------|--------|--------|---------|-------------------|--------|--------|---------|---------------------|-----------|-------------|---------|
| колошение—цветение |        |        |         | молочная спелость |        |        |         | выметывание метелки |           |             |         |
| Одесская 51        | Обрий  | Лан    | среднее | Одесская 51       | Обрий  | Лан    | среднее | Мола. 420           | Мола. 385 | Пионер 3978 | среднее |
| 1115,0             | 1119,3 | 840,8  | 1025,3  | 1520,6            | 1442,1 | 1616,0 | 1521,9  | 194,7               | 195,5     | 190,3       | 194,0   |
| 348,5              | 500,9  | 386,4  | 423,2   | 511,0             | 656,3  | 597,3  | 569,4   | 50,2                | 57,0      | 50,0        | 49,9    |
| 31,3               | 44,8   | 50,0   | 41,3    | 33,6              | 45,5   | 37,0   | 37,4    | 25,8                | 29,7      | 26,3        | 25,7    |
| 432,9              | 463,4  | 405,1  | 210,5   | 634,7             | 607,1  | 627,4  | 283,3   | 29,0                | 52,7      | 62,0        | 20,2    |
| 1389,2             | 1448,6 | 1030,2 | 1292,6  | 860,0             | 705,9  | 809,8  | 783,3   | 47,1                | 50,5      | 48,9        | 48,4    |
| 361,3              | 657,3  | 426,9  | 523,3   | 240,5             | 218,3  | 170,2  | 208,3   | 6,1                 | 9,9       | 10,9        | 8,0     |
| 26,0               | 45,4   | 41,4   | 40,4    | 28,0              | 30,9   | 21,0   | 26,6    | 13,0                | 19,6      | 22,3        | 16,5    |
| 448,8              | 608,1  | 448,1  | 260,3   | 298,8             | 202,0  | 178,6  | 103,6   | 3,5                 | 9,2       | 13,5        | 3,2     |
| 75,7               | 68,2   | 66,9   | 69,9    | 89,5              | 74,6   | 73,4   | 78,4    | 198,2               | 192,5     | 185,9       | 195,4   |
| 17,7               | 15,9   | 6,6    | 13,8    | 13,3              | 17,4   | 11,9   | 15,5    | 20,2                | 21,5      | 17,8        | 26,3    |
| 23,4               | 23,3   | 9,8    | 19,7    | 14,9              | 23,3   | 16,2   | 19,7    | 10,4                | 11,2      | 9,6         | 13,4    |
| 22,0               | 14,7   | 6,8    | 6,8     | 16,5              | 16,1   | 12,5   | 7,7     | 11,7                | 19,9      | 22,1        | 10,6    |
|                    |        |        |         |                   |        |        |         | 19,1                | 21,3      | 19,6        | 19,8    |
|                    |        |        |         |                   |        |        |         | 2,4                 | 4,0       | 4,1         | 3,2     |
|                    |        |        |         |                   |        |        |         | 12,7                | 18,8      | 20,9        | 16,2    |
|                    |        |        |         |                   |        |        |         | 1,4                 | 3,7       | 5,1         | 1,3     |

данные ошибки ( $S$ ) уравнений регрессии между хозяйственным урожаем (ц/га) и некоторыми

| пшеница            |       |       |         |                   |       |       |         | Кукуруза            |           |             |         |
|--------------------|-------|-------|---------|-------------------|-------|-------|---------|---------------------|-----------|-------------|---------|
| колошение—цветение |       |       |         | молочная спелость |       |       |         | выметывание метелки |           |             |         |
| Одесская 51        | Обрий | Лан   | среднее | Одесская 51       | Обрий | Лан   | среднее | Мола. 420           | Мола. 385 | Пионер 3978 | среднее |
| 0,93               | 0,95  | 0,53  | 0,73    | 0,82              | 0,93  | 0,98  | 0,90    | 0,23                | 0,91      | 0,70        | 0,77    |
| 11,87              | 4,88  | 26,39 | 16,69   | 16,79             | 6,40  | 2,92  | 7,19    |                     | 14,96     | 1,33        | 9,28    |
| 0,024              | 0,035 | 0,022 | 0,025   | 0,015             | 0,026 | 0,026 | 0,023   |                     | 0,150     | 0,191       | 0,167   |
| 3,77               | 6,44  | 14,94 | 10,38   | 5,99              | 7,61  | 3,74  | 6,52    |                     | 4,14      | 11,24       | 7,56    |
| 0,66               | 0,88  | 0,29  | 0,60    | 0,84              | 0,86  | 0,82  | 0,72    | 0,16                | 0,55      | 0,50        | 0,52    |
| 0,72               | 0,19  | 4,93  | 1,13    | 0,005             | 0,033 | 0,006 | 0,13    |                     |           |             |         |
| 0,55               | 0,75  | 0,32  | 0,51    | 1,35              | 1,10  | 1,33  | 0,87    |                     |           |             |         |
| 8,34               | 8,72  | 15,11 | 11,76   | 4,95              | 9,37  | 9,02  | 10,2    |                     |           |             |         |
| 0,67               | 0,89  | 0,66  | 0,64    | 0,95              | 0,96  | 0,94  | 0,75    | 0,09                | 0,83      | 0,84        | 0,80    |
| 13,0               | -26,8 | -62,6 | -4,8    | -19,6             | -32,2 | -48,3 | -13,1   |                     | -24,8     | -81,0       | -46,5   |
| 0,35               | 1,03  | 1,60  | 0,68    | 0,66              | 1,02  | 1,26  | 0,71    |                     | 0,36      | 0,64        | 0,46    |
| 7,81               | 9,01  | 13,22 | 11,72   | 3,17              | 5,47  | 5,79  | 10,07   |                     | 5,77      | 8,65        | 7,04    |
|                    |       |       |         |                   |       |       |         | -0,01               | 0,62      | 0,74        | 0,69    |
|                    |       |       |         |                   |       |       |         |                     | 13,57     | -10,61      | 1,29    |
|                    |       |       |         |                   |       |       |         |                     | 1,44      | 2,46        | 1,96    |
|                    |       |       |         |                   |       |       |         |                     | 8,01      | 10,65       | 8,58    |

рялась непосредственно, весовым методом, то для кукурузы она рассчитывалась косвенно, через высоту и диаметр стебля (метод Чиркова [6]). Возможно, это послужило одной из причин такого характера корреляционной связи. Учитывая, что и другие фитометрические параметры сорта Молдавский 420 слабо коррелируют с хозяйственным урожаем, мы исключили этот сорт из суммарного осреднения и данные по кукурузе в целом рассчитаны по двум остальным сортам.

Относительным показателем изменчивости признака является коэффициент вариации —  $V$ , определяемый как отношение стандартного отклонения  $\sigma$  к средней арифметической данной совокупности  $\bar{x}$ , выраженное в процентах:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} 100. \quad (4)$$

Рассчитанные значения  $V$  приведены в табл. 1. Для всех сортов озимой пшеницы и кукурузы коэффициент вариации сухой растительной массы превышает 20%, что свидетельствует о значительной изменчивости данного параметра.

**Высота растений.** Показана тесная корреляционная связь между ростом стебля и прохождением растением этапов органогенеза [4], что, естественно, ведет к определенному прогностическому потенциалу высоты растения. Теоретические выводы подтверждены рядом исследований. В частности, согласно Улановой [5], высота озимой пшеницы является надежным показателем будущего урожая начиная с фазы колошения ( $r=0,63$ , в период налива зерна — 0,67). Клещенко [2] для

Безостой 1 и Мироновской 808 получил значения  $r$  в фазах трубкования и колошения соответственно 0,48 и 0,42; 0,72 и 0,68. Ими же построены уравнения линейной регрессии между этими параметрами.

Наши результаты в целом подтверждают предшествующие выводы, причем указанные связи хорошо прослеживаются на всем протяжении вегетации, особенно в фазы кущение—трубкование и молочная спелость, когда  $r$ , как правило, превышает 0,9. Несколько больший разброс точек при сохранении линейной зависимости наблюдался и в остальные фазы. Достаточно отчетливо различаются сорта, особенно Одесская 51 (рис. 3); значительно меньшая по сравнению с сухой растительной массой величина изменчивости высоты стебля ( $V$  в среднем не превышает 20%). Аналогичная картина получена и для кукурузы, за исключением сорта Молдавской 420, где корреляция практически отсутствует. Значения коэффициентов корреляции, а также параметры уравнений линейной регрессии (3) высоты растений с хозяйственным урожаем приведены в табл. 2.

Показанная на рис. 4 динамика роста пшеницы интересна тем, что хорошо иллюстрирует «вклад» различных фаз вегетации в общую высоту стебля. У более ранних сортов (Одесская 51, Обрий) отчетливо просматривается крутой участок кривой, приходящийся примерно на период колошения, когда в течение двух декад стебель удлиняется на 35—40% своей максимальной длины. У позднего сорта Лан рост стебля значительно равномернее. Как и в случае нарастания

фитомассы, зависимости динамики роста озимой пшеницы хорошо аппроксимируются логическим уравнением вида (2).

**Густота стояния.** Густота стояния представляет особый интерес в дистанционном зондировании, так как во многом определяет спектральный образ посева. В это понятие обычно входит число растений или число стеблей на 1 м<sup>2</sup>. Впервые на ценность густоты стояния как прогностического показателя урожайности указано Улановой [5] и к настоящему времени в оперативную практику внедрены достаточно надежные методики прогноза, опирающиеся на этот параметр. Динамика формирования густоты посева озимой пшеницы показана на рис. 5. Зависимость числа стеблей от времени имеет форму кривой оптимума, несколько отличаясь для различных сортов лишь величиной амплитуды: после возобновления вегетации в течение 2—3 декад резко нарастает число стеблей, достигая максимального значения к началу трубкования, после чего наступает их более плавное уменьшение вследствие известного явления самоизреживания, а также влияния природных и агротехнических факторов. На рис. 5, 6 показан вид кривой для полей, состояние которых оценено как плохое или очень плохое.

Такое своеобразие формирования густоты посева во многом сказывается на характере ее связи с урожаем (рис. 5, в):

1. Хозяйственный урожай практически не зависит от количества растений на единицу площади в фазе кущения, которое было взято в качестве параметра густоты стояния при первом обследовании, и при одной и той же густоте величина урожая может изменяться от 17 до 50 ц/га.

2. В последующие фазы кривая зависимости урожая озимой пшеницы от густоты посева описывается степенной функцией вида

$$Y = ax^b, \quad (5)$$

где  $Y$  — хозяйственный урожай, ц/га;  $x$  — количество стеблей на 1 га посева, шт.;  $a$  и  $b$  — эмпирические параметры, различные для каждого сорта и фазы развития (табл. 2).

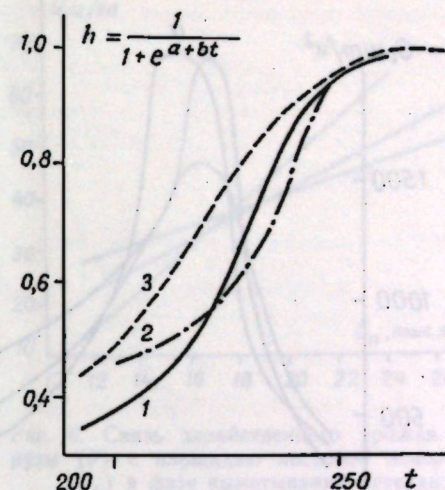


Рис. 4. Динамика роста озимой пшеницы в относительных единицах  $h$ :  
1 — Одесская 51,  $a=59,5$ ;  $b=0,255$ ; 2 — Обрий;  $a=21,1$ ,  $b=0,096$ ; 3 — Лан,  $a=16,2$ ,  $b=0,077$

3. Густота сформировавшихся стеблей сказывается на продуктивности озимой пшеницы до урожая 45—50 ц/га; в дальнейшем эта зависимость менее существенна, что и определяет профиль кривой. Таким образом, в целом подтверждаются общие качественные выводы (2, 5) о необходимости учета густоты стояния в моделях прогноза урожая и в то же время о недостаточности учета только этого параметра. Нетрудно заметить, что диапазон возможных урожаев при одной и той же густоте в отдельные моменты развития, даже когда эта связь наиболее высокая, достигает 15—20 ц/га. Не установлена также четкая функциональная связь между урожаем и густотой стояния кукурузы в фазе выметывания метелки, что вполне объяснимо: при максимальном  $r$  порядка 0,5 коэффициент детерминации  $d_{yx}=r^2$  показывает, что лишь 25% общей изменчивости урожая кукурузы зависит от густоты ее стояния в этой фазе.

**Листовая поверхность.** Так как листья являются основными органами растений, поглощающими энергию света для фотосинтеза, следует ожидать, что интенсивность развития листового покрова может служить определенным прогностическим показателем будущего урожая. Установлено также, что листовая поверхность является интегральным показателем степени обеспеченности посевов влагой, удоб-

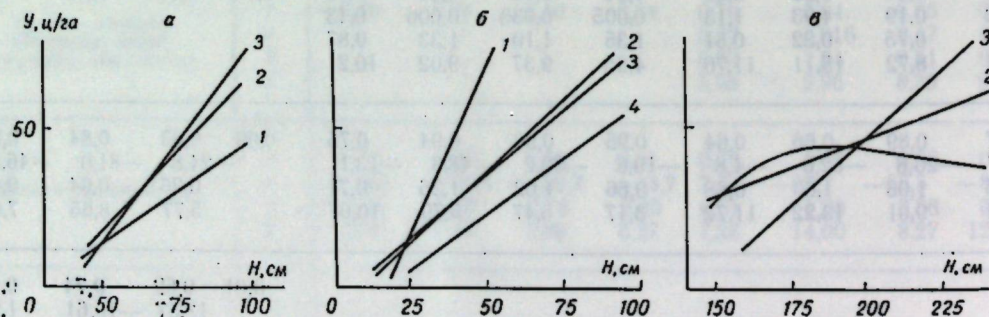


Рис. 3. Связь хозяйственного урожая зерна ( $Y$ ) с высотой растений ( $H$ ):  
а — сорт озимой пшеницы в фазе молочной спелости; б — озимой пшеницы в среднем в различные фазы вегетации; в — сорта кукурузы в фазе выметывания метелки (1 — Молдавский 420, 2 — Молдавский 385, 3 — Пионер 3978). Остальные обозначения те же, что на рис. 2.

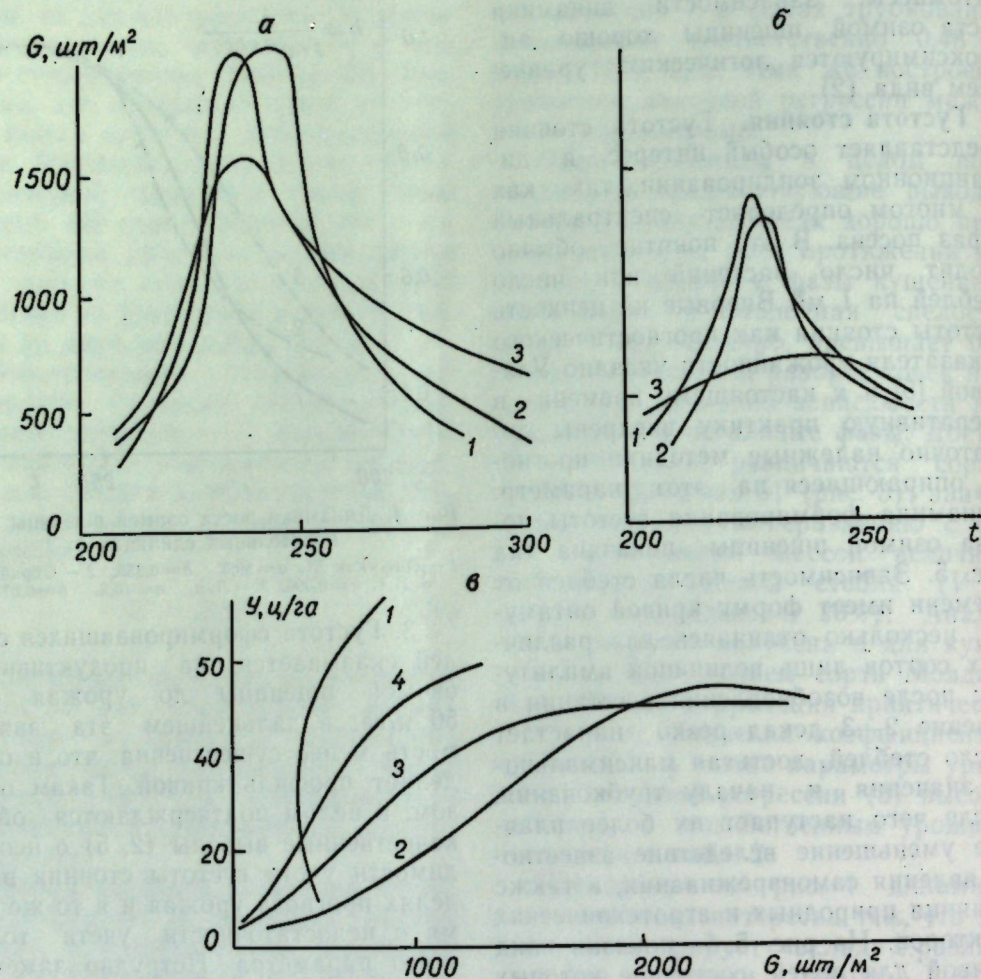


Рис. 5. Динамика формирования густоты стояния озимой пшеницы: а — в среднем по всей выборке; б — для плохих и очень плохих полей; в — ее связь с хозяйственным урожаем в различные фазы вегетации. Остальные обозначения — см. рис. 2

рениями, соблюдения агротехнических норм и т. п. Так, в наших опытах площадь листовой поверхности кукурузы в фазе выметывания метелки при отличном состоянии посевов в среднем составляла 23,3 тыс. м<sup>2</sup>/га, при хорошем — 20,2, удовлетворительном — 18,3, плохом — 16,2 тыс. м<sup>2</sup>/га. В качестве параметра интенсивности развития листового покрова взята предложенная Чирковым [6] величина площади листовой поверхности, определяемая расчетным методом как произведение площади листьев одного растения на количество растений на 1 га. Состояние посевов оценивалось аэровизуально, с борта вертолета КА-26, по методике, разработанной в лаборатории дистанционных методов ИЭГ. Непосредственно сама зависимость между площадью листовой поверхнос-

ти и хозяйственным урожаем кукурузы в наблюдавшемся диапазоне изменения этих параметров носит линейный характер (рис. 6) с коэффициентом корреляции в среднем 0,69.

**Проективное покрытие.** В последние годы для количественной оценки изреженности посевов все чаще прибегают к использованию такого параметра, как проективное покрытие (ПП), под которым понимается относительная площадь вертикальной проекции всех элементов растительного покрова на горизонтальную плоскость. Ценность этого параметра состоит в том, что он может определяться аэрокосмическими методами без сложной наземной фитометрии.

Нашими исследованиями подтверждена хорошая корреляционная связь ПП с конечным урожаем ( $r=0,8-$

0,9). Однако графически и математически эта зависимость выражается без должной четкости, полученный эллипс рассеивания почти круговой. Очевидно, что модели прогноза урожая, использующие ПП, должны включать и другие параметры, например влажность почвы. Необходимы дополнительные исследования.

Таким образом, несмотря на то, что в течение периода вегетации наблюдаются естественные колебания отдельных значений фитометрических параметров посевов от многолетних норм и оптимальных значений, их схемы взаимодействия с конечной продуктивностью подчиняются определенным закономерностям, что позволяет использовать эти зависимости как составные элементы многофакторных моделей оценки состояния и продуктивности фитоценозов. Указанные взаимосвязи достаточно надежно оцениваются количественно и описываются различного рода математическими функциями. Среди исследованных параметров наибольшей относительной изменчивостью обладает количество сухой растительной массы, наименьшей — высота растений; наиболее тесную корреляционную связь с хозяйственным урожаем имеет растительная масса.

Так как исследования продолжаются, представленные результаты следует рассматривать лишь как определенный промежуточный итог выполненной работы. Окончательные, прак-

З. А. МИЩЕНКО, Г. В. ЛЯШЕНКО

### МЕТОДИКА АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ ПАРАМЕТРОВ ЗАМОРОЗКООПАСНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ВИНОГРАДА

На территории Молдавии в период активной вегетации сельскохозяйственных культур почти ежегодно наблюдаются заморозки слабой и средней интенсивности, создающие неблагоприятные условия для роста и развития овощных, технических, плодовых культур и винограда.

Целью наших исследований была

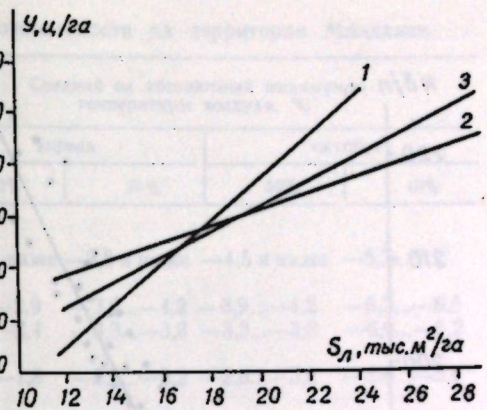


Рис. 6. Связь хозяйственного урожая кукурузы (Y) с площадью листовой поверхности (S<sub>л</sub>) в фазе выметывания метелки: 1 — Молдавский 420, 2 — Молдавский 385, 3 — Пионер 3978

тически приемлемые для прогноза урожая зависимости более целесообразно предложить по завершении исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М., 1983.
2. Клещенко А. Д. Оценка состояния зерновых культур с применением дистанционных методов. Л., 1986.
3. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. М., 1977.
4. Куперман Ф. М. Морфофизиология растений. М., 1977.
5. Уланова Е. С. Агрометеорологические условия и урожайность озимой пшеницы. Л., 1975.
6. Чирков Ю. И. Агрометеорологические условия и продуктивность кукурузы. Л., 1969.

Поступила 15.09.87

разработка методики агроклиматических расчетов показателей заморозкоопасности на примере Молдавии. Новизна ее заключается в комплексном подходе, основанном на установлении количественных зависимостей между показателями заморозкоопасности в биологически активном слое воздуха (0—200 см от поверхности почвы),

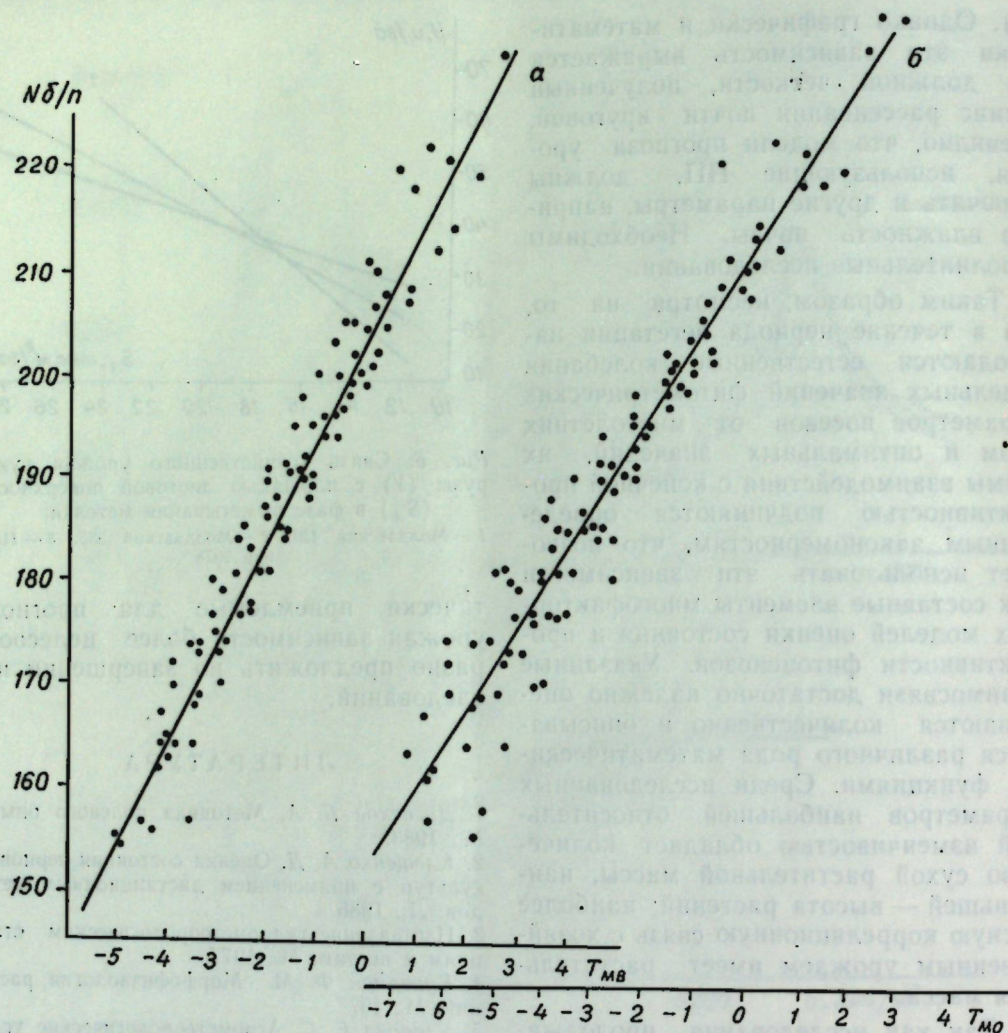


Рис. 1. Связь продолжительности безморозкового периода ( $N\delta/n$ ) и интенсивности заморозков весной ( $T_{мв}$ ) и осенью ( $T_{мо}$ )

вероятностной оценке опасных заморозков различной интенсивности и построении кривых обеспеченности для определения повторяемости повреждения заморозками винограда в период его активной вегетации.

Наиболее часто в агроклиматологии для оценки заморозкоопасности используют следующие показатели: средние многолетние, самые ранние и самые поздние даты прекращения заморозков весной и наступления их осенью, продолжительность безморозкового периода, суммы температур воздуха за безморозковый период и др. [1, 2, 4, 6, 8]. Более надежными показателями опасных для сельского хозяйства заморозков являются минимальные температуры воздуха в слое 2—200 см от поверхности почвы. Поэтому целесообразно было для терри-

тории Молдавии составить уравнение связи между минимальными температурами на различных уровнях, в частности 0—200 и 2—200 см от поверхности почвы. Расчеты производили по минимальным температурам воздуха и на поверхности почвы в период заморозков раздельно весной (апрель—май) и осенью (сентябрь—октябрь) по данным наблюдений на 11 метеостанциях за 1951—1980 гг. на ЭВМ по программе BMDPIR пакета прикладных программ США. Различия минимальных температур в отдельных случаях на уровне поверхности почвы и на высоте 200 см составляли 3—5°C, на уровне 2 и 200 см от поверхности почвы — соответственно 4—5°C.

Для уплотнения информации и последующего агроклиматического районирования условий заморозкоопас-

Таблица 1. Изменчивость параметров заморозкоопасности на территории Молдавии

| Макрорайон                    | Продолжительность безморозкового периода, дней |           | Средний из абсолютных минимумов температуры воздуха, °C |             |             |             |
|-------------------------------|--|-----------|---|-------------|-------------|-------------|
|                               |  |           | апрель  |             | октябрь     |             |
|                               | 50%  | 10%       | 50%   | 20%         | 50%         | 10%         |
| Высокой заморозкоопасности    | 175  | 145...155 | -3,0 и ниже   | -3,8 и ниже | -4,5 и ниже | -6,7...7,2  |
| Повышенной заморозкоопасности | 176...180                                      | 156...160 | -2,5...-2,9   | -3,9...-4,2 | -3,9...-4,2 | -6,3...-6,6 |
| Заморозкоопасный              | 181...185                                      | 161...165 | -1,9...-2,4   | -3,3...-3,8 | -3,3...-3,8 | -6,0...-6,2 |
| Относительно заморозкоопасный | 186...190                                      | 166...170 | -1,4...-1,8   | -2,8...-3,2 | -2,6...-3,2 | -5,6...-5,9 |
| Слабой заморозкоопасности     | 191...200                                      | 171...180 | -0,4...-1,3   | -1,8...-3,1 | -1,3...-2,5 | -5,2...-5,5 |
| Наименее заморозкоопасный     | 200  | 180       | -0,3 и выше   | -1,7 и выше | -1,2 и выше | -4,7 и выше |

ности с учетом микроклимата на территории Молдавии важно было установить зависимости между отдельными показателями опасных заморозков. Наиболее подходящими для этой цели являются продолжительность безморозкового периода ( $N\delta/n$ ) и интенсивность заморозков весной и осенью ( $T_{мв}$ ,  $T_{мо}$ ). Расчет производили по программе MNKCOL на ЭВМ. Связь прямолинейная и тесная (рис. 1). Коэффициенты корреляции соответственно составили 0,94 и 0,96. Наглядно видна неравнозначность интенсивности заморозков в весенний и осенний периоды при одинаковых значениях  $N\delta/n$ , именно интенсивность осенних заморозков выражена значительнее, чем весенних. В табл. 1 представлены макрорайоны на территории Молдавии, различающиеся по  $N\delta/n$  и соответственно по интенсивности заморозков весной и осенью с вероятностью 50 и 20%.

Наибольшую опасность представляют заморозки, наблюдающиеся в период активной вегетации растений [5], поэтому для получения дополнительной информации выполнена вероятностная оценка их появления в период с температурами воздуха выше 10°C. Расчеты проведены отдельно для заморозков в воздухе в весенний и осенний периоды. Выявлена большая повторяемость опасных заморозков в осенний период по сравнению с весенним. Например, повторяемость заморозков интенсивностью выше -2°C весной в период с температурами выше 10°C составляет 5—10%, а осенью возрастает до 20—30%.

Степень опасности заморозков для сельскохозяйственных культур сильно колеблется по территории и зависит не только от вида и сорта культур, но и от их состояния, времени наступления заморозков, их интенсивности и продолжительности. Оценке степени опасности заморозков должно предшествовать определение чувствительности конкретных растений к отрицательным температурам воздуха в различные периоды онтогенеза. Методика расчетов вероятности повреждения заморозками различных сельскохозяйственных культур представлена в работах [2, 8]. Однако полученные вероятности повреждения растений заморозками занижены, поскольку расчеты произведены по средним многолетним датам фенофаз. В данном же случае необходимо использовать методы получения комплексных характеристик в климатологии.

Обычно при расчете комплексных показателей используют метеорологические элементы, тесно связанные между собой (с высоким коэффициентом автокорреляции). Задача решается путем построения матрицы двумерного распределения [3]. Чтобы определить, как часто наблюдаются значения одного элемента при заданных значениях другого, рассчитывают условные частоты, обозначаемые  $p(x_i/y_j)$  и  $p(y_j/x_i)$ .

$$p\left(\frac{x_i}{y_j}\right) = \frac{p(x_i, y_j)}{p(y_j)}$$

$$p\left(\frac{y_j}{x_i}\right) = \frac{p(x_i, y_j)}{p(x_i)}$$

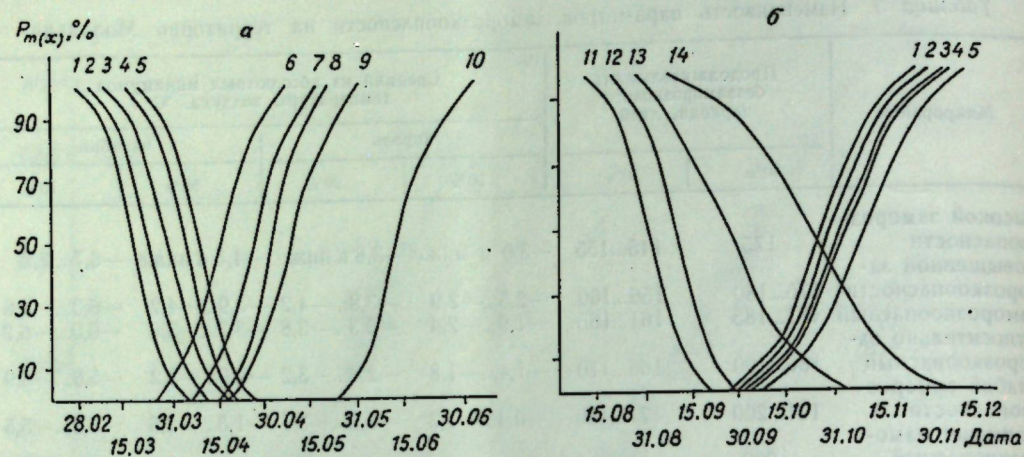


Рис. 2. Номограмма обеспеченности (комплексная) для расчета повреждения винограда весенними (а) и осенними (б) заморозками на территории метеостанции Оланешты: 1—5 — кривые обеспеченности наступления (б) и прекращения (а) заморозков соответственно интенсивностью —5, —3, —2, —1, 0°C; 6—10 — кривые обеспеченности наступления фаз развития винограда (набухание почек, распускание почек, образование первого листа, образование первого соцветия, цветение); 11—14 — кривые обеспеченности наступления фаз развития винограда (начало созревания, полная зрелость, уборка, вызревание лозы)

где  $x_i$  — фаза развития конкретной культуры,  $y_i$  — интенсивность заморозка, соответствующая критической температуре повреждения. Фактически получаемые величины являются вероятностями. Для расчета частоты наступления фазы развития конкретной культуры и заморозка интенсивностью, соответствующей критической температуре повреждения в одно и то же время, характеризующей вероятность повреждения культуры, в принципе можно использовать методику расчета частот  $p(x_i/y_i)$  и  $p(y_i/x_i)$ . Другим подходом при решении аналогичной задачи является построение совмещенных графиков обеспеченности наступления фаз развития растений и заморозков. Графики необходимо строить отдельно для весны и осени, поскольку ставятся различные задачи. По оси ординат откладываются вероятности снизу вверх от 0 до 100%, на оси абсцисс — даты (от самой ранней до самой поздней) заморозков различной интенсивности и всех фаз развития культур, возможных в период заморозков. В поле графика показаны кривые обеспеченности: 1) заморозков различной обеспеченности, возможных позже заданной даты в весенний и ранее — в осенний периоды; 2) фаз развития культуры, возможных ранее заданной даты весной и позже — осенью. Из точ-

ки пересечения кривых обеспеченности каждой из фаз культуры и кривой, соответствующей интенсивности заморозка, равной температуре повреждения, проводится горизонтальная линия до оси ординат и снимается величина вероятности повреждения культуры.

Реализация предлагаемой методики выполнена на примере культуры винограда сортов Фетяска, Алиготе, Шасла, относящихся к третьей и четвертой группам зимостойкости, среднераннего и среднепозднего сроков созревания. Информация о критических температурах повреждения винограда заморозками получена из литературных источников [1, 2, 8]. Всего для территории Молдавии построено 22 графика. Номограмма обеспеченности для расчета вероятности повреждения винограда заморозками в весенний и осенний периоды по данным метеостанции Оланешты МССР приведена на рис. 2. Несмотря на различный сортимент винограда, возделываемого на севере и юге МССР, отмечается увеличение вероятности повреждения винограда заморозками в осенний период по сравнению с весенним, большее повреждение винограда первыми осенними заморозками происходит из-за несвоевременной его уборки. Но, очевидно, сказываются преобладание в осенний период заморозков большой интенсивности (по

Таблица 2. Повторяемость опасных заморозков (в период с температурой выше 10°C) разной интенсивности на территории Молдавии

| Метеостанции | Интенсивность заморозков |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|              | -0°C                     |       | -1°C  |       | -2°C  |       | -3°C  |       | -5°C  |       |
|              | весна                    | осень | весна | осень | весна | осень | весна | осень | весна | осень |
| Бричаны      | 20                       | 40    | 5     | 30    | 5     | 30    | —     | 20    | —     | 5     |
| Сороки       | 20                       | 40    | 5     | 40    | 5     | 30    | —     | 20    | —     | 20    |
| Каменка      | 35                       | 50    | 20    | 50    | 15    | 40    | —     | 30    | —     | 20    |
| Бельцы       | 25                       | 55    | 15    | 45    | 10    | 40    | 10    | 25    | —     | 15    |
| Бравича      | 45                       | 50    | 30    | 50    | 5     | 50    | —     | 40    | —     | 5     |
| Корнешты     | 10                       | 35    | 10    | 35    | 5     | 10    | —     | 10    | —     | —     |
| Кишинев      | 5                        | 40    | —     | 25    | —     | 20    | —     | 5     | —     | —     |
| Карпинены    | 10                       | 55    | 10    | 35    | —     | 30    | —     | 10    | —     | —     |
| Оланешты     | 10                       | 40    | 5     | 35    | 5     | 20    | —     | 10    | —     | 5     |
| Комрат       | 10                       | 40    | —     | 30    | —     | 30    | —     | 15    | —     | 10    |
| Кагул        | 15                       | 40    | —     | 20    | —     | 20    | —     | 10    | —     | 5     |

сравнению с весенним), их большая повторяемость в период с температурой выше 10°C (табл. 2).

В результате выполненных исследований установлены зависимости между температурами в период заморозков, характеризующими их интенсивность на различных уровнях, и составлены уравнения регрессии раздельно для весеннего и осеннего периодов заморозков: получены уравнения связи между показателями заморозкоопасности ( $N$  б/п,  $T_{мв}$ ,  $T_{мо}$ ); рассчитана повторяемость заморозков различной интенсивности в период с температурами выше 10°C раздельно в весенний и осенний периоды; предложена методика расчета вероятности повреждения сельскохозяйственных культур заморозками различной интенсивности с использованием методов математической статистики и графоаналитического метода.

Результаты научных разработок найдут применение при агро- и микроклиматическом районировании усло-

вий заморозкоопасности на территории Молдавии, а также в оперативных целях для прогноза вероятности повреждения заморозками сельскохозяйственных культур в любые фазы их развития.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агроклиматические ресурсы Молдавской ССР. Л., 1982. С. 16, 124—127.
2. Гольцберг И. А. Агроклиматическая характеристика заморозков на территории СССР и методы борьбы с ними. Л., 1962.
3. Кобышева Н. В. Косвенные расчеты климатических характеристик. Л., 1971. С. 10—18.
4. Копачевская Н. И. // Тр. Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института. 1957. Вып. 8. С. 37—46.
5. Коровин А. И. Растения и экстремальные температуры. Л., 1984.
6. Лассе Г. Ф. Климат Молдавии. Л., 1978.
7. Мкртчян Р. С. Агроклиматическая характеристика заморозков в горных условиях Армянской ССР. Л., 1973.
8. Сеницына Н. И., Гольцберг И. А., Струнников Э. А. Агроклиматология. Л., 1973. С. 108—136.

Поступила 26.10.87

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Л. В. КОТОВА, Г. П. СЕЛЕЗНЕВА

### ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПЛОДОВ ЯБЛОНИ МЕТОДОМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НИТРАТОВ

Увеличение урожая при обильном азотном питании у большинства сельскохозяйственных растений сопровождается накоплением в запасных тканях токсических продуктов азотного обмена — нитратов, нитритов, нитрозаминов [3, 5, 6]. Несмотря на то, что яблоня относится к культурам, наиболее полно восстанавливающим поступающие в растение нитраты [7], уровень содержания их в плодах значительно отражается на качестве и лежкоспособности. Исследование последних показало, что большие дозы азотных удобрений (N 180) снижают сохранность и вкусовые качества плодов при длительном хранении.

Согласно существующим нормам допустимое содержание нитратов составляет 300 мг  $-\text{NO}_3^-$  на 1 кг продукта [3, 5]. При исследовании материала, полученного нами из МППП «Памяти Ильича» и НПО «Кодру», выявлено, что к концу хранения содержание нитратов возрастает в плодах зимних сортов до 150 мг на 1 кг продукта и сопровождается особенно значительным снижением выхода стандартной продукции у плодов, получивших повышенные дозы минеральных удобрений [4]. Важным показателем при оценке качества в этом случае может служить уровень содержания в них нитратов. Однако определение нитратов в плодах яблони обычными методами осложняется особенностями химического состава плодов (присутствие значительного количества фенольных соединений). Мы предлагаем оценивать уровень содержания нитратов в яблоках путем определения нитратного азота в неводной среде с использованием салициловой кислоты [1]. Основой послужил метод [2].

Подготовка растительного материала. Нитраты извлекают из свежего материала 1% раствором уксусной кислоты. Навеску свежего материала (плоды, разрезанные на дольки размером 1×1 см) заливают 1% раствором уксусной кислоты в соотношении 1:10 и измельчают в гомогенизаторе типа РТ-2 в те-

чение 15—20 мин при 6000 об/мин. Гомогенат количественно переносят тем же раствором в мерную колбу на 250 мл, доводят до метки и после 1 ч настаивания центрифугируют (ЦВР-1) при 20 000 об/мин в течение 15 мин. Осадок отбрасывают. В полученном экстракте определяют содержание нитратов.

Метод определения основан на образовании комплекса нитрата с салициловой кислотой в кислой среде и растворении его добавлением 2 н раствора NaOH до pH 12. Чтобы исключить неспецифическое окрашивание, мешающее определению нитратов в экстрактах яблок, используют 2 н раствор NaOH в этиленгликоле. Интенсивность образующейся окраски линейно зависит от количества нитратов.

Реактивы. 1. 5% (масса/объем) раствор салициловой кислоты ( $\text{C}_7\text{O}_2\text{H}_7$ ) в концентрированной серной кислоте ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ , х.ч.). 5 г х.ч. салициловой кислоты растворяют в 95 мл серной кислоты (плотность 1,83).

2. 2 н раствор едкого натра (NaOH) в этиленгликоле готовят раствором навески сухого NaOH (80 г) в минимальном количестве дистиллированной воды (25—50 мл), переносят в мерную колбу на 1 л и доводят до метки этиленгликолем. Последний также должен быть химически чистым.

3. 1% раствор уксусной кислоты.  
Ход анализа. К 0,2 мл экстракта из плодов в конической колбе емкостью 50 мл добавляют 0,8 мл 5% раствора (г/мл) салициловой кислоты в концентрированной серной кислоте. После 20 мин встраивания при комнатной температуре медленно прибавляют 19 мл 2 н раствора едкого натра в этиленгликоле, доводя pH до 12. Раствору дают отстояться. При добавлении щелочного раствора для стандартизации условий колбы с пробамии помещают в водяную баню, охлаждаемую льдом. Для осветления раствора его центрифугируют при 6000 об/мин в течение 15 мин. В надосадочной жидкости измеряют оптическую плотность при длине волны 410 нм, используя спектрофотометр СФ-16. Измерение проводят против контроля: к 0,2 мл экстракта из яблок (того же, что и в опытных образцах) приливают 0,8 мл концентрированной серной кислоты (плотность 1,83), сразу же добавляют 2 н раствор NaOH в этиленгликоле до pH 12. Для определения концентрации азота нитратов в экстрактах строят калибровочную кривую определением оптической плотности растворов, содержащих известные концентрации нитратов. Растворы известной концентра-

ции готовят из 1 М раствора  $\text{KNO}_3$  (101,1 г соли х.ч. на 1 л дистиллированной воды). Предварительно берут объемы 0,1, 1, 2, 3, 4 и 5 мл, каждый доводят до 1 л дистиллированной водой в мерной колбе (табл.).

Из каждого стандартного раствора берут аликвотную часть по 0,2 мл и анализируют согласно прописи. По полученным результатам строят калибровочный график зависимости оптической плотности растворов от концентрации и используют его для вычисления концентрации азота нитратов в исследуемых экстрактах.

Оценка качества плодов яблони с учетом определения нитратов в хранящихся плодах была проведена по урожаю трех лет у сортов Джонатан и Мантуанское [4]. Анализ плодов, выращенных с применением высоких доз минеральных удобрений, показал значительное снижение их качества и лежкоспособности. Метод может быть применен для оценки качества овощей и кормов.

И. Ф. МИГОЛАТЬЕВА, А. Н. КРАВЧЕНКО

### АКТИВНОСТЬ КИСЛОЙ ФОСФАТАЗЫ В РЫЛЬЦЕ ТОМАТА

Структурно-функциональные особенности тканей пестика играют большую роль в обеспечении процессов опыления и оплодотворения растений. В первую очередь это относится к рыльцу и столбику, секреторная ткань которых хорошо приспособлена к взаимодействию с мужским гаметофитом. Важное значение при этом приобретает метаболизм взаимодействующих клеток, который зависит от характера экспрессии их генов, а также факторов среды. Выявление закономерностей этих процессов — необходимый этап в разработке методов гаметной селекции. Поэтому нами изучались ультраструктурные особенности клеток рыльца у гибрида  $\text{Mo 628} \times \text{Lycopersicon hirsutum var. glabratum}$ . Материал фиксировали на последовательных этапах развития: за два дня до раскрытия (бутона), в день раскрытия цветка и через два дня после раскрытия цветка и через два дня после раскрытия цветка. Электронно-цитохимическая активность кислой фосфатазы выявлена с помощью теста Гомори. Исследование активности кислой фосфатазы, которая считается маркерным ферментом лизосом [1, 9, 10], позволяет идентифицировать структурные аспекты катаболических реакций, протекающих весьма интенсивно, параллельно с анаболическими процессами. Метод маркерных ферментов, характерных только для определенных клеточных органелл и их субструктур, используется давно. В том случае, когда концентрация маркерных ферментов в органеллах сравнительно постоянна, возникающие изменения в содержании ферментов-маркеров могут служить надежным количественным показателем формирования и дифференцировки клеточных компонентов.

В результате проведенных исследований установлено, что на этапе бутона клетки рыльца имеют четко выраженную центральную вакуоль и много мелких вакуолей, рас-

## ЛИТЕРАТУРА

1. А.с.1160302 (СССР). МКИ<sup>3</sup> 4 (51) 01 № 31/04. Котова Л. В., Селезнева Г. П. Публ. 7.06.85. Бюл. № 21.
2. Бобков Л. П. // Сельское хозяйство за рубежом. 1978. № 6. С. 14—16.
3. Жученко А. А., Андрищенко А. К. // Вестник с.-х. наук. 1980. № 12. С. 62—71.
4. Котова Л. В., Селезнева Г. П., Арасимович В. В. // Урожай и продуктивность. Кишинев, 1985. С. 35—42.
5. Петербургский А. В. // Сельское хозяйство за рубежом. 1979. № 3. С. 17—19.
6. Попович П. Д., Мовчан Н. Ф. // Бюл. ВНИИ удобрений и агропочвоведения им. Д. Н. Прянишникова. 1982. № 60. С. 42—44.
7. Церлинг В. В. // Агрехимия. 1979. № 1. С. 30—42.

Поступила 21.09.87

положенных в цитоплазме. Продукт реакции Гомори отмечался на нитравакуолярном мембранном материале, в ядре, пластидах, периплазматическом и экстрацеллюлярном пространствах.

Пластиды содержат строму, слабо развитую мембранную систему и крахмал, который занимает иногда большую часть органеллы. Продукт реакции локализован либо в виде тонкодисперсных гранул на тилакоидах, либо хлопьями в строме. Ядро имеет структуру, характерную для интерфазной клетки. Преципитат тонкогранулярный и разбросан по всему ядру, но более обилен в гетерохроматинных участках и ядрышках. В центральной вакуоли продукт реакции локализован на тонопласте в виде нежного преципитата и на нитравакуолярных включениях в виде грубых гранул.

На стадии раскрытого цветка в клетках рыльца происходят изменения, которые затрагивают почти все органеллы. Количество крахмала в пластидах уменьшается, а строма уплотняется. Хорошо развит шероховатый эндоплазматический ретикулум. Активность кислой фосфатазы отмечалась в ядре, пластидах, вакуолях. В последних преципитат локализован в виде гранул на тонопласте.

В клетках рыльца пестика через 2 дня посл раскрытия цветка осадок фосфата свинца обнаружен в тех же структурах. В пластидах крахмал отсутствует, увеличивается количество мембран и появляется больше осмиофильных глобул. Продукт реакции расположен в строме (рис. 1). Ядро имеет нерегулярный извилистый контур. Распределение преципитата идентично его распределению в ядрах клеток бутона (рис. 2). На этой стадии возрастает вакуолизация клеток. Вакуоли выполняют аутофагическую функцию [1, 3]. Отмечена обильная элиминация в них липидных глобул,

Содержание нитратов в стандартных растворах, мкг

| Концентрация | $\text{KNO}_3$ | $-\text{NO}_3$ | $-\text{N}$ |
|--------------|----------------|----------------|-------------|
| 0,0001       | 2,02           | 1,24           | 0,28        |
| 0,001        | 20,22          | 12,40          | 2,80        |
| 0,002        | 40,44          | 24,80          | 5,60        |
| 0,003        | 60,66          | 37,20          | 8,40        |
| 0,004        | 80,88          | 49,60          | 11,20       |
| 0,005        | 101,00         | 62,00          | 14,00       |



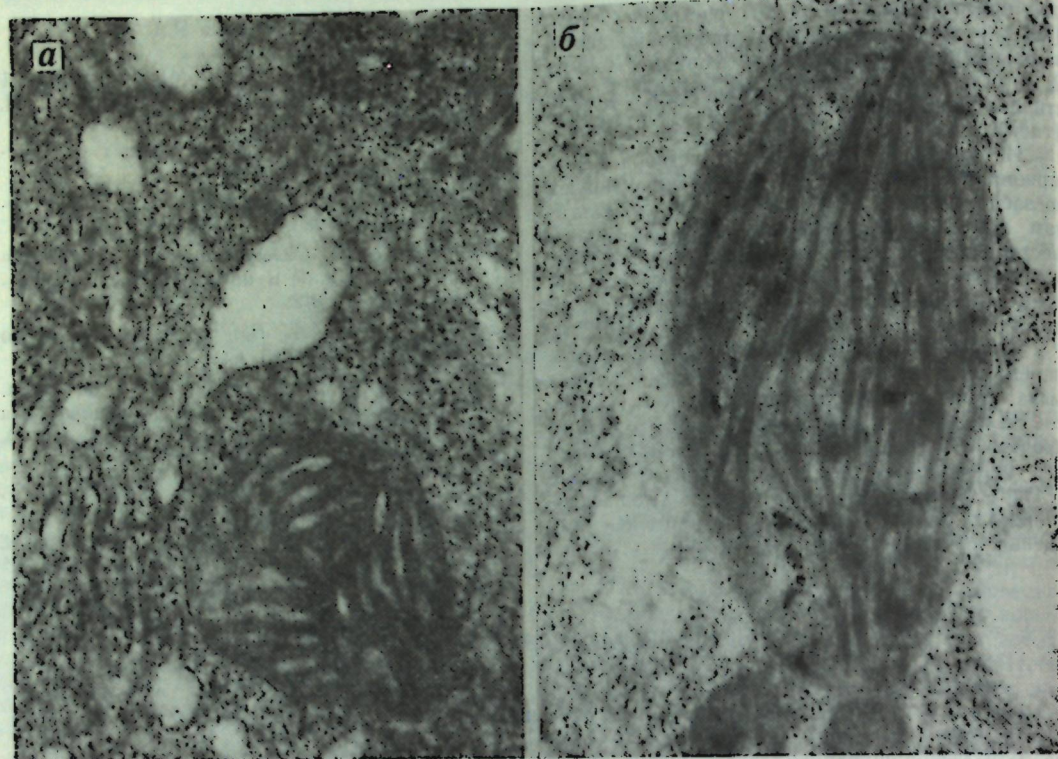


Рис. 1. Субмикроскопическая идентификация активности кислой фосфатазы в клетках рыльца гибрида томата через два дня после цветения:  
а — контроль с добавлением NaF в инкубационную среду Гомори, активности фермента не отмечается;  
б — строма хлоропласта с продуктом реакции

но их накопления не происходит. Они, видимо, подвергаются лизису, и продукты распада мобилизуются на метаболические нужды клеток.

На всех исследованных этапах в вакуолях видны электронно-плотные округлые включения. Предположительно это отложения кальция, который расходуется при росте пыльцевых трубок [6]. В вакуолях также много мембранных включений.

Как явствует из работ Белицер [2], морфологическое проявление продукта реакции варьирует в зависимости от активности фермента. Как правило, при нормальной деятельности фермента продукт Гомори тонкогранулярный, при интенсивной или генерализованной активности осадок фосфата свинца грубый. Предполагают, что высокая активность кислой фосфатазы является частью механизма, способствующего мобилизации углеводов и, возможно, транспорта вообще, что некоторым образом объясняет наличие фермента в пластидах. В пластидах, лишенных крахмала, преципитат находится в виде тонкодисперсных гранул на тилакоидах, а при деполимеризации крахмала отмечен в обильном количестве в стромах вокруг крахмальных зерен. Активность кислой фосфатазы в ядре проявляется при дифференциации клеток и интенсивном метаболизме. Предполагается [4] связь между степенью транскрипции, уровнем активности кислой фосфатазы и ядерным накоплением неорганического фосфата. Кислая фосфатаза влияет на мобилизацию фосфорных запасов при росте клеток [7]. Вслед-

ствие транскрипции в ядре происходит высвобождение пирофосфата, который гидролизуется кислой фосфатазой с образованием неорганического фосфата. Он, в свою очередь, необходим для оптимального функционирования ядрышка. Содержание неорганического фосфата больше в ядрах с высоким метаболизмом, какими являются клетки рыльца и столбика. Концентрация ионов фосфата в ядрышке составляет 30—50% всего неорганического фосфата в клетке [4].

По-видимому, к моменту раскрытия цветка в пестике происходит внутриклеточное обновление путем аутофагии старых органелл и цитосегресом. Пестик становится аттрагирующим органом, в который вещества поступают из остальных частей цветка. К моменту опыления в столбиках наблюдается обильный приток аминокислот [8]. В межклеточном веществе у *Lycopersicon* цитохимическими методами были обнаружены углеводы и белки [8]. Очевидно, происходит деполимеризация крахмала и транспортировка сахаров в межклетники. Нами установлено наличие обильного продукта Гомори в межклетниках между каплями секрета (рис. 2). Наличие контактов вакуолей с плазмалеммой и присутствие продукта реакции в периплазматическом пространстве и в клеточной стенке создает единый континуум ферментов, включающих кислотную фосфатазу и другие гидролазы, которые активизируются в связи с необходимостью метаболизации ряда запасных продуктов клетки и межклеточного пространства. Такие изменения в пестике направлены на обеспечение

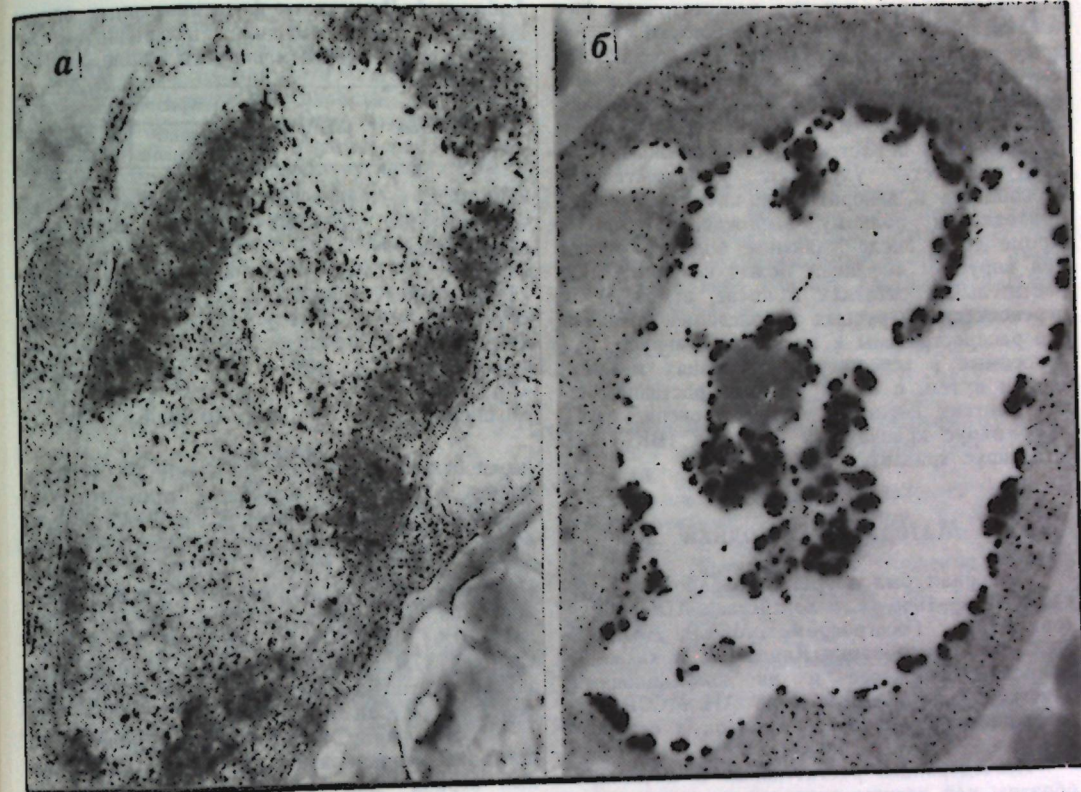


Рис. 2. Локализация продукта Гомори в ядре (а) и в центральной вакуоли на тонопласте и на нитравacuолярном материале (б)

роста пыльцевых трубок. Во многих работах [5, 8] имеются данные о том, что внеклеточные белки в столбике участвуют в реакции узнавания—отторжения, но они, видимо, играют не последнюю роль в питании пыльцевых трубок [5], для роста которых не хватает запасов пыльцевого зерна.

Таким образом, в клетках рыльца активность кислой фосфатазы проявляется дифференцированно. При подготовке рыльца к восприятию пыльцы в его клетках усиливаются процессы аутофагии с участием кислой фосфатазы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Белицер Н. В. // ДАН СССР. 1974. Т. 217. № 12. С. 453—455.
2. Белицер Н. В. // Цитология. 1972. Т. 14. № 11. С. 1309—1313.
3. Загорян Е. М. // Тез. III Респ. научно-технической конф. по электронной микроскопии. 1986. С. 19.
4. Ascher P. D. Self — incompatibility. // Petunia, Belrin e. a. 1984. P. 92—110.
5. Couot-Gastelier J., Louguet P. // Cytobios. 1985. V. 43. N 171. P. 87—95.
6. Deltour R., Fransolet S. // J. Cell. Sci. 1981. V. 47. P. 77—89.
7. Jensen W. A., Fisher D. B. // Planta. 1969. V. 84. N 2. P. 97—122.
8. Knox R. B. // Encyclopedia of plant physiology. V. 17, Berlin—New York, 1984. P. 508—608.
9. Matil P. // Planta. 1968. V. 79. P. 181—196.
10. Poux N. // J. Microscopie. 1970. V. 9. P. 407—434.

Поступила 16.09.87

Г. В. КОЕВ, Л. Г. КЛЕШНИНА, В. В. СЕЛИВАНОВА

#### ВИРУСНЫЕ БОЛЕЗНИ ЦВЕТОЧНЫХ КУЛЬТУР ЗАКРЫТОГО ГРУНТА В МОЛДАВИИ

Среди цветочно-декоративных культур, выращиваемых в условиях закрытого грунта в Молдавии, ведущие места принадлежат гвоздике ремонтантной и хризантеме. В настоящее время производство цветочного сре-

за гвоздики достигает 50—70%, хризантем — 10—15% от общего валового количества, и с каждым годом наблюдается тенденция к росту площадей под эти культуры. Интродукция новых видов и сортов, товарообмен по-

садовым материалом при недостаточном фитосанитарном контроле способствуют широкому распространению болезней и вредителей. Среди них значительное место занимают вирусные болезни. Как правило, вирусы являются патогенами хронических заболеваний; накапливаясь в растениях, они снижают их продуктивность, ухудшают репродуктивную способность и декоративные качества, иногда приводят к полному вырождению сортов. Кроме того, после удаления больных растений вирусная инфекция может сохраняться в растительных остатках в почве, а также в переносчиках вирусных заболеваний. Наиболее распространены и вредоносны вирусы, переносимые в естественных условиях механическим путем, с соком больных растений, через контакт корней и соприкосновение стеблей — вирус крапчатости гвоздики (ВКГ) [4] и В-вирус хризантем [5].

### Материал и методика

Материал был собран и обработан в течение 1981—1986 гг. в хозяйствах АПО «Виктория» при Госагропроме МССР, МЖКХ МССР, в Дендропарке Кишинева, а также в фондовой оранжерее и на коллекционных участках Ботанического сада АН МССР, занимающихся озеленением городов и сел республики.

Исследовались растительные и почвенные образцы как внешне здоровые, так и с симптомами вирусных заболеваний. Распространенность и интенсивность учитывались глазомерно, по специально разработанным шкалам, специфичным для вирусных заболеваний, с соответствующим числом баллов [2]; диагностику проводили с применением визуального, биологического (использование растений-индикаторов), электронномикроскопического и серологического методов [3]. При разработке профилактических и защитных мероприятий применяли агротехнику, отбор устойчивых сортов, борьбу с переносчиками, получение здорового посадочного материала [1].

### Результаты и их обсуждение

Повышение продуктивности посадок гвоздики и хризантем связано прежде всего со своевременной диагностикой и выбраковкой инфицированного вирусом материала. При визуальном обследовании промышленных посадок гвоздики и хризантем в закрытом грунте выявлена распространенность вирусов в хозяйствах. Первое обследование посадок хризантем проводили в феврале—апреле в период черенкования, второе — в конце сентября—октябре (период цветения раннецветущих и среднецветущих хризантем, период бутонизации поздноцветущих).

Установлен высокий процент (98,7) распространенности вирусных заболеваний (табл. 1). Это связано, по всей вероятности, с отсутствием фитовирусологического контроля в период заготовки и реализации посадочного материала, а также с несвоевременным проведением химических обработок как в открытом, так и в закрытом грунте против

Таблица 1. Результаты фитосанитарных обследований посадок гвоздики и хризантем, % распространенности вирусных болезней

| Хозяйство          | Гвоздика  | Хризантемы      |                |
|--------------------|-----------|-----------------|----------------|
|                    |           | крупноцветковая | мелкоцветковая |
| «Прогресс»         | 4,5—20,0  | 2,7—97,6        | 0—18,7         |
| «Флор»             | 4,0—16,0  | —               | 30,1—48,1      |
| «Оранжерейный»     | 15,0—35,0 | 14,9—96,7       | 30,1—48,1      |
| «Тепличный»        | 8,0—80,0  | 4,2—98,7        | 1,7—7,0        |
| «Рассвет»          | 55,5      |                 |                |
| «Первомайский»     | 34,0      | 28,7—59,7       | 0—2,5          |
| «Красная гвоздика» | —         | 0—39,4          | 0              |

переносчиков вирусных заболеваний. Наблюдалось значительное колебание процента распространенности заболеваний по сортам. Наиболее поражаемыми из крупноцветковых хризантем оказались сорта: Дипломат (98,7%), Полисаде (96,7%), Олимпиада (88,9%), Стерлинг (59,7%), наиболее устойчивыми — Весланд (0%), Парад (0%), Ярна (0%), Йеллоу Спайдер (7,4%). Среди мелкоцветковых хризантем устойчивыми были сорта Стелуца (0—2,5%) и Сан-Бим (1,7%).

Обследования гвоздики проводились на посадках неоднократно (табл. 1). Оптимальный период для обследования — февраль—апрель, когда наиболее реально применение визуального метода. Вирусные болезни определяются у пораженных растений по характерным симптомам: посветление жилок, крапчатость, хлоротичные пятна. Однако этот метод является предварительным. Более точные результаты получены нами при применении метода серологического анализа черенков гвоздики. В результате сопоставления данных визуального осмотра посадочного материала гвоздики (табл. 2) и постановки на тех же пробах серологических реакций с антисывороткой к ВКГ в каждой пробе выявлено бессимптомное вирусносительство. Процент бессимптомной вирусной инфекции связан также с индивидуальными особенностями сорта. Сортное отличие отмечается и в проценте распространенности вируса крапчатости гвоздики. Менее поражались вирусными заболеваниями

Таблица 2. Результаты обследования посадочного материала гвоздики, % распространенности вирусных заболеваний

| Сорт          | Метод      |                |
|---------------|------------|----------------|
|               | визуальный | серологический |
| Данило        | 11,0—16,0  | 29,1—66,0      |
| Скания        | 6,0—8,0    | 41,0—50,0      |
| Соана         | 20,0       | 25,0           |
| Уайт СИМ      | 15,0       | 41,6—54,1      |
| Парад         | 9,0        | 16,6           |
| Пролина       | 16,0       | 98,0           |
| Паллас Оранже | 13,0       | 48,8           |
| Танго         | 12,0       | 77,8           |
| Эмбер         | 4,0        | 16,6           |
| Вильям СИМ    | 16,0       | 29,8—88,4      |
| Сортосмесь    | 11,0—15,0  | 48,0           |

сорта Парад и Эмбер, хотя степень их устойчивости недостаточно высока.

Наши исследования показали, что в условиях промышленного цветоводства, в которых в одной теплице одновременно выращиваются устойчивые и восприимчивые сорта гвоздики и хризантем, идет быстрое нарастание процента распространенности вирусной инфекции, в частности, вируса крапчатости гвоздики (до 43,0—98,0%) и В-вируса хризантем (до 38,0—59,0%). Способствует этому то, что оба вируса передаются от растения к растению контактным способом в процессе ухода за растениями: при обломке, прищипке и срезке цветов.

### Выводы

На основании исследований, проведенных в условиях промышленного цветоводства закрытого грунта в Молдавии, установлено:

1. На гвоздике ремонтантной наиболее распространено вирусное заболевание ВКГ, на хризантеме — В-вирус хризантем.
2. Значительная часть вирусной инфекции попадает в теплицу с посадочным материалом, затем переносится от растения к растению механическим путем при контакте между

Н. А. КУНИЧЕНКО, А. Г. СИБИЛЕВА

### ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БЕЛОКОЧАННОЙ КАПУСТЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БАКТЕРИОЗАМ В УСЛОВИЯХ МОЛДАВИИ

Наиболее вредоносными заболеваниями белокочанной капусты в условиях Молдавии являются слизистый и сосудистый бактериозы. По нашим наблюдениям, эти болезни в годы эпифитотийного их развития наносят существенный ущерб, снижая урожай кочанов на 30—60, а семян — на 50—70%. В связи с такой высокой вредоносностью этих заболеваний селекция капусты на устойчивость к ним весьма актуальна.

В литературе имеется много сведений о селекции капусты на устойчивость к основным бактериальным болезням. Однако, как правило, такие исследования велись на естественном фоне заражения и по отношению к одному из этих заболеваний. Проведена оценка поражаемости слизистым и сосудистым бактериозами достаточно обширного генофонда белокочанной капусты. Выносливость к сосудистому бактериозу проявили сорта Саксеш (к-1910), Киевская 116, Харьковская зимняя, Еленовская, Лангендейкер дауер (к-2133), Пеннистей болжер (к-2102), Туркис (к-2414), Вальватевская, Минская 156, Подарок [2—4, 6, 7]. Слизистый бактериоз вызывается широкоспециализированным возбудителем, который проникает в растения в основном через раневые поверхности, что определяет слабую устойчивость подавляющего большинства сортов к этому заболеванию. Относительно устойчивы к нему сорта и гибриды Местная (к-2095), Маркет топпер А-У,

здоровыми и большими растениями, а также с помощью переносчиков.

Наиболее действенной мерой борьбы с вирусными болезнями являются отбор и выращивание устойчивых сортов гвоздики и хризантем, своевременное уничтожение переносчиков, а также строгий фитосанитарный контроль посадочного материала. Профилактические меры борьбы — соблюдение санитарно-гигиенических правил при уходе за растениями, обработка инструментов 5% раствором формалина или 5% раствором марганцевокислого калия.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Технология получения безвирусного посадочного материала хризантем. М., 1984. С. 1—15.
2. Указатель возбудителей болезней цветочно-декоративных растений. Вып. 7. Л., 1980.
3. Чумаков А. Е., Миякевич И. И., Власов Ю. И., Гаарилова Е. А. Основные методы фитопатол. исследований. М., 1974.
4. Goetals M., Weerts, Verhoyer M. // Parasitica. 1973. N 29. P. 29—34.
5. Noordam D. // Plantenziekt. 1952. N 58.

Поступила 26.10.87

Комия бансеи, Санцио F<sub>1</sub>, Харутоми и некоторые другие [8, 9]. Отмечены как относительно устойчивые к комплексу болезней сорта Киевская 116, Шахтерка, Можарская, Завадовская 257/263, Бирючекутская 138, НИИОХ 29, НИИОХ 50 [1, 5]. Однако относительная устойчивость не может гарантировать, что при благоприятных для развития болезни условиях бактериозы не нанесут урожаю этих сортов существенного ущерба.

В Молдавском НИИ орошаемого земледелия и овощеводства в 1984—1986 гг. разработана методика искусственного заражения капусты комплексом возбудителей бактериозов с целью применения ее в селекционном процессе. Она предусматривает поэтапное заражение капусты на стадии рассады патогенными штаммами возбудителя слизистого бактериоза методом уколов, в фазе 7—9 листьев — патогенными штаммами возбудителя сосудистого бактериоза по методике [6] и в фазе образования кочана — повторное заражение патогенными штаммами возбудителя слизистого бактериоза методом уколов. На всех этапах использовали суспензию патогенных штаммов возбудителей с титром 10<sup>7</sup>—10<sup>9</sup> кл/мл. Оценка проводилась по 4-балльной шкале с нулем.

За годы исследований оценено около 300 образцов селекционного и коллекционного материала на естественном фоне заражения и около 80 образцов — на искусственном фоне заражения. Развитие бактериозов на

Таблица 1. Оценка некоторых сортов капусты

| Сорт                         | Поражаемость бактериозом, баллов |           |
|------------------------------|----------------------------------|-----------|
|                              | сосудистым                       | слизистым |
| При заражении (фаза рассады) |                                  |           |
| Завадовская                  | 2,0                              | 2,0       |
| Тираспольская 130            | 2,5                              | 3,0       |
| Южанка 31                    | 4,0                              | 3,0       |
| Молдаванка                   | 4,0                              | 3,0       |

После поэтапного заражения (фаза технической спелости)

|                   |      |      |
|-------------------|------|------|
| Завадовская       | 2,0  | 3,0  |
| Тираспольская 130 | 1,0  | 2,5  |
| Южанка 31         | 1,0  | 3,0  |
| Молдаванка        | 2,0  | 4,0  |
| № 1               | 2,0  | 3,5  |
| Самур             | 3,5  | 4,0  |
| Rx%               | 7,1  | 5,5  |
| HCP <sub>95</sub> | 0,59 | 0,24 |

естественном фоне заражения в значительной степени зависит от факторов окружающей среды. При благоприятных для развития болезни условиях, сложившихся на селекционном участке в 1984 г., поражаемость слизистым бактериозом большинства сортов и семей достигла 3,5—4 баллов, причем развитие болезни началось еще до образования кочана. Слизистым и сосудистым бактериозами слабо (всего на 0,5—1 балл) были поражены сорта Invegnale L653 Z (Италия), Zele bibi prdni Trvanlive D (ЧССР), Kezöl—Vallalat (ВНР), Varajdinsko (Югославия) и голландские гибриды Slawdena, Hiden, Polinius, Veldina, Lennox. В 1983, 1985, 1986 гг. на естественном фоне заражения развитие слизистого и сосудистого бактериозов было незначительным: 5—15 и 12—35% соответственно. Устойчивость к обоим типам бактериозов постоянно проявляли сорта Kezöl—Vallalat, Varajdinsko. Из отечественных сортов относительно устойчивы Лада, Завадовская и перспективный сорт селекции МНИИОЗиО № 1.

На инфекционном фоне были получены следующие результаты: в фазе рассады относительную устойчивость к бактериозам проявил сорт Завадовская. После проведения поэтапного заражения в полевых условиях выса-

Таблица 2. Характеристика поражаемости бактериозами лучших семей перспективного сорта № 1

| № семьи                          | Поражаемость бактериозом, баллов |            |
|----------------------------------|----------------------------------|------------|
|                                  | слизистым                        | сосудистым |
| 10-я                             | 1,18                             | 1,0        |
| 17-я                             | 1,50                             | 1,5        |
| 20-я                             | 1,15                             | 1,5        |
| Сорт № 1 (усредненная популяция) | 3,51                             | 2,0        |

женных в грунт растений наиболее восприимчивым оказался сорт Самур (получен из Дагестанского НИИСХ), который полностью погиб в фазе образования кочана. Относительно устойчивыми были сорта Тираспольская 130, Южанка 31, Завадовская (табл. 1). Относительно устойчивы к обоим бактериальным заболеваниям 10-я, 17-я, 20-я семьи сорта № 1, переданного в государственное сортоиспытание (табл. 2).

## Выводы

1. При селекции капусты на устойчивость к бактериозам в условиях Молдавии целесообразно применять методику поэтапного заражения, которая позволяет провести отбор наиболее ценных генотипов, обладающих комплексной устойчивостью к болезням.

2. По относительной устойчивости к бактериозам для использования в селекционном процессе в условиях республики перспективны образцы иностранной селекции Kesöl—Vallalat, Varajdinsko.

3. Из сортов отечественной селекции относительно устойчивостью к бактериозам отличаются Тираспольская 130, Южанка 31, Завадовская.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Боос Г. В. // Всес. конф.: Проблемы и пути повышения устойчивости раст. к болезням и экстремальным условиям среды в связи с задачами селекции. Ч. 4. Л., 1981. С. 115—116.
2. Жук О. Л., Мегедь Г. К. // Там же. С. 125—126.
3. Каасников Б. В., Черемисина Е. Д., Арсеньева Н. Е. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1979. Т. 64. № 1. С. 168—169.
4. Каасников Б. В., Черемисина Е. Д., Арсеньева Н. Е. // Всес. конф.: Проблемы и пути повышения устойчивости раст. к болезням и экстремальным условиям среды в связи с задачами селекции. Ч. 4. Л., 1981. С. 116—117.
5. Каасников Б. В., Черемисина Е. Д., Арсеньева Н. Е. // VII Всес. совещание по иммунитету с.-х. раст. к болезням и вредителям. Новосибирск, 1981. С. 273—274.
6. Каасников Б. В., Черемисина Е. Д., Арсеньева Н. Е. Селекция на устойчивость к основным заболеваниям овощных культур. М., 1984. С. 54—61.
7. Нигиевская В. И. Основные болезни капусты и биол. способ борьбы с ними в условиях БССР. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Минск, 1973.
8. Пехтерева Э. Ш. // Картофель и овощи. 1980. № 10. С. 20—21.
9. Толкачева Л. И. // Бюл. ВИР. 1979. Вып. 96. С. 26—30.

Поступила 14.07.87

## О ПРИНЦИПАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПТИЦ РАДИОЛОКАТОРОМ

В последние десятилетия радиолокационные методы стали широко применяться для изучения миграций птиц и обеспечения безопасности полетов летательных аппаратов. Мощные обзорные радиолокационные станции (РЛС) позволяют наблюдать за полетом птиц на площади в сотни квадратных километров и на высотах до 6000 м независимо от погодных условий и времени суток [6]; РЛС способны проследить одиночных птиц на расстоянии более чем 100 км [2, 9]. Однако в радарной орнитологии наблюдается явный парадокс: с одной стороны, регистрируемая РЛС ночная миграция птиц не идентифицируется до их видовой принадлежности, с другой — визуально идентифицированные мигранты в большинстве случаев не прослеживаются радаром [12]. Вместе с тем проблема распознавания птиц не до конца решена в противозвушной обороне, метеорологии. Рост скоростей и интенсивности полетов самолетов привел к увеличению числа столкновений их с птицами, что вызвало необходимость своевременного обнаружения и опознавания птиц в районах интенсивного воздушного движения [7].

Радиолокационное распознавание — это получение радиолокационных характеристик объектов, выбор информативных и устойчивых признаков и принятие решения о принадлежности этих объектов к тому или иному классу (самолеты, вертолеты, искусственные отражатели, птицы, насекомые, люди и метеорообразования). Методы и техника радиолокационного распознавания подробно изложены в [4].

Нами проводилось изучение радиолокационных отражений от птиц с целью определения их видовой принадлежности, согласно методике, изложенной в работах [3, 7]. Записи эхо-сигналов птиц накапливались в банке данных на базе ЭВМ. При активной радиолокации объекты характеризуются следующими признаками: спектральными, пространственно-временными, поляризационными и эффективной поверхностью рассеяния (ЭПР).

Отражения от одиночных птиц в диапазоне, равном 7,5+15 см, соответствуют отражению от цели с ЭПР  $10^{-4}+10^{-2}$  м<sup>2</sup> [11]. Хотя в целом отражения от птичьих стай обычно малы ( $10^{-2}$  м<sup>2</sup>), «хвост» распределения может содержать отражения, соответствующие ЭПР до 10 м<sup>2</sup>. В диапазоне, равном 3,2 см, максимум распределения смещен в область с площадью порядка  $10^{-4}$  м<sup>2</sup>. При этой длине волны кривая выглядит более полого. На основании экспериментальных данных для некоторых самолетоопасных видов птиц нами рассчитано, что отражательная способность характеризуется распределением Вейбула с параметрами, равными 8,33+17,43. Для теоретической оценки флуктуаций ЭПР по времени была разработана электромагнитная модель птицы; тело птицы аппроксимировалось вытянутым сфероидом, вокруг которо-

го вращаются в разных направлениях две блестящие точки. При этом колебание ЭПР во времени имеет две составляющие: относительно медленно меняющуюся, вызванную изменением положения тела относительно падающей волны, и быстро меняющуюся, связанную со взмахами крыльев. Частота колебаний второй составляющей оказалась равной удвоенной частоте взмахов крыльев — результат, который не согласуется с интерпретацией «амплитудного почерка», предложенной в [10]. Проведенное нами сравнение сигналов с выхода амплитудного детектора РЛС и киномагнитной ленты по полету птиц показывает, что в целом модель отражает характер изменения ЭПР во времени для равного 10 см. Это, по-видимому, связано с наличием участков на теле птицы, обладающих диффузным рассеянием.

Как показали экспериментальные исследования [7, 10], спектр модуляционных частот отраженных от птиц сигналов лежит в области от единиц до десятков Гц. При прослушивании сигналов с выхода детектора РЛС можно получить информацию о частоте взмахов крыльев по частотному спектру и об изменении режима полета и числа оседей в стае. Характеристика звуковых сигналов позволяет отличать птиц от других воздушных объектов [1, 7]. В частности, звук от самолета устойчив и напоминает звук вращающихся пропеллеров, от метеорообразований он менее устойчив, а от птиц характеризуется постоянным изменением по тональности и силе.

Траекторные признаки (скорость, высота трассы полета) зависят от времени суток и года [2, 8], направления движения объекта относительно ветра, частоты биения крыльев, временных интервалов между взмахами и паузами, наличия этапов парения [5].

Скорости полета птиц при отсутствии ветра лежат в пределах 10—140 км/ч. В некоторых работах [5] встречаются явно завышенные значения скоростей, которые, с нашей точки зрения, связаны с ошибкой в методических приемах. На основании измерений скоростей полета птиц по данным радиолокатора нами было установлено, что во время гнездового периода наиболее вероятны низкие скорости (20—40 км/ч). Во время осенней миграции они выше (40—60 км/ч), а во время весенней — достигают максимума (50—90 км/ч). Распределение скоростей во все сезоны года имеет два пика, отражающие, по-видимому, способность птиц перемещаться либо с минимальными затратами энергии, либо с максимальной скоростью, разрешаемой их аэродинамическими качествами.

Диапазон частоты взмахов крыльев птиц составляет 0,5+15 Гц (исключение составляет колибри 30+80 Гц) [11]. Следует отметить, что подъем, горизонтальный полет и снижение характеризуются своими частотами взмахов, длительностью одного взмаха и паузой между ними. Если в целом во время го-

ризонального полета частота взмахов относительно стабильна, то два последних параметра у мелких воробьиных птиц сильно варьируют — до 30%.

Высота полета птиц во многом определяется изменяющимися условиями погоды и особенностями ландшафта. Миграция птиц часто идет значительно выше, чем местные перелеты. У птиц отмечается тенденция лететь на больших высотах при миграции через экологически неблагоприятные пространства. В нашем регионе высота полета, по данным РЛС, варьирует от нескольких сотен метров до нескольких километров [2].

Помимо временных характеристик отраженных от птиц сигналов весьма плодотворным для целей распознавания является использование их спектральных характеристик с выхода как амплитудного, так и фазового детектора РЛС. Анализ этих сигналов позволяет получить значения скоростей полета птиц и частоту взмахов крыла. У метеорообразований отсутствуют подобные спектральные составляющие.

Для решения проблемы видовой распознавания птиц нами предлагается использование следующих параметров: интегральный Доплеровский спектр (ширина, положение, форма, число пиков); условные плотности вероятности изменения положения, ширины Доплеровского спектра; спектры с выхода амплитудного детектора; высоты полета; распределение ЭПР. Многомерный дисперсионный и дискриминатный анализ результатов экспериментов выявил связь между параметрами оценок распределений и доказал значимость выбранных нами характеристик. Для десяти наиболее самолетопасных видов птиц на территории МССР накопленный нами материал обеспечивает радиолокационное распознавание с вероятностью 0,87.

Накопленный банк данных эхо-сигналов

ВАЛ. А. КОВАРСКИИ, Ф. И. ШАПИРО

**РОСТ, ПИТАНИЕ И ОБМЕН АМИНОКИСЛОТ ТЕПЛОКРОВНЫХ ЖИВОТНЫХ ПРИ ЩАДЯЩЕМ СТРЕССИРОВАНИИ ХОЛОДОМ**

Метод выращивания молодняка домашних животных с применением щадящего стрессирования низкими температурами воздушной среды находит широкое применение в животноводстве. В связи с этим требуют разработки вопросы рационального питания. Под влиянием холода двигательная активность животных повышается, ускоряя рост (индуцированный анаболизм — ИА) мышечной массы, особенно возрастает содержание белка и эффективность поглощения аминокислот тканями. Таким образом, увеличение двигательной активности представляет собой адаптивную реакцию, направленную на сохранение температурного гомеостаза [1].

Очевидно, для проявления ИА необходимо наличие в рационе оптимального количества и соотношения аминокислот. За эталон принимаются нормы для интактных животных. Однако недостатком этого метода является балансирование рационов по аминокислотам без учета особенностей функционального состояния организма, особенно при стрессе, когда аминокислоты (ранее лимитирующие) могут оказаться избыточными [4].

птиц может быть использован в качестве эталонного в системах оперативного радиолокационного распознавания.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Брылев Г. Б., Низдоймино Г. Л., Степаненко В. Д. Вопросы практического применения радиолокационной метеорологической информации. Обнинск, 1978.
2. Ганя И. М., Зубков Н. И., Котяцы М. И. Млекопитающие и птицы антропогенного ландшафта Молдавии и их практическое значение. Кишинев, 1986. С. 92—102.
3. Котяцы М. И., Небабин В. Г., Таныгин А. А. Изучение птиц СССР, их охрана и рациональное использование. Л., 1986. Ч. I. С. 328.
4. Небабин В. Г., Сергеев В. В. Методы и техника радиолокационного распознавания. М., 1984.
5. Шестакова Г. С. Строение крыльев и механика полета птиц. М., 1971.
6. Якоби В. Э. Защита материалов и технических устройств от птиц. М., 1984. С. 189—200.
7. Якоби В. Э., Небабин В. Г. Радиолокация птиц. Методические и практические аспекты. М., 1986.
8. Bruderer B. // Ornithol. Beob. 1969. Bd. 66. S. 70—88.
9. Eastwood E. Radar ornithology. London: Methuen and Co. Ltd. 1967.
10. Flock W. L., Green J. L. // Proc. the IEE. 1974. V. 62. N 6. P. 745—753.
11. Harby-Smith A. // J. Science and Technology. 1972. V. 39. N 4. P. 173—178.
12. Williams T. C., Williams J. M. // American Birds. 1980. V. 34. N 5. P. 738—741.

Поступила 14.10.87

Можно полагать, что явления ИА, кроме известных механизмов регулирования, коррелированы с восполнением недостатка лимитирующих аминокислот, нормализацией их потока через стенку кишечника. Иными словами, для успешного проявления ИА в организме животных необходимо особое качество питания, для чего целесообразно выявлять недостаток лимитирующих аминокислот в организмах животных.

Проверку положения мы проводили на растущих белых крысах линии Вистар. Лимитирующие аминокислоты выявляли на основе негэнтропийной ценности свободных плазменных аминокислот (СПА) крови [2]. В опыте (28 дней) использовали 4 группы по 12 животных-аналогов (по полу, возрасту,

**Динамика живой массы растущих белых крыс**

| Группа | Рацион    | % белка | Температурный режим                     | Средняя живая масса, г |               |
|--------|-----------|---------|---|------------------------|---------------|
|        |           |         |   | в начале опыта         | в конце опыта |
| I      | ОР+творог | 10      | Постоянный (+20°C)                      | 95,3±3,7               | 171,6±7,1     |
| II     | ОР+ЛПК    | 20      | Постоянный (+20°C)                      | 96,1±3,9               | 151,4±6,7     |
| III    | ОР+творог | 10      | Периодическое воздействие холода (+4°C) | 94,8±4,2               | 170,9±7,1     |
| IV     | ОР+ЛПК    | 20      | Периодическое воздействие холода (+4°C) | 94,3±4,9               | 164,6±6,4     |

энергии роста, происхождению) в каждой. Изучали эффективность двух рационов в условиях влияния на животных длительной систематической тренировки периодическими (по 5 мин 5 раз в сутки) воздушными воздействиями холодом (+4°C). Опытным животным задавали низкобелковый (10%) рацион с включением творога (ОР) или высокобелковый (20%) на основе люцерно-протеинового концентрата (ЛПК). Контрольные животные получали аналогичные рационы, но содержались при температуре +20°C. Оба рациона были сбалансированы по содержанию энергии, минеральных веществ и витаминов по нормам Института питания АМН СССР путем добавки кормов и премиксов. Состав аминокислот в белке творога соответствовал требованиям для полноценного питания растущих белых крыс; белок ЛПК оказался дефицитным по содержанию метионина в сравнении с эталоном питательности. Ежедневно учитывали расход кормов, еженедельно животных взвешивали и по окончании опыта декапитировали. Полученную цельную кровь с гепарином центрифугировали (3000 об/мин) для отделения плазмы. Белки осаждали 5%

раствором сульфосалициловой кислоты. Содержание свободных аминокислот в безбелковых супернатантах плазмы, эритроцитов, гомогенатов тонкого отдела кишечника определяли на автоматическом анализаторе ААА-881 (ЧССР).

Установлено, что при использовании рационов с 10% белка на основе молочного творога явления ИА, судя по скорости роста животных, отсутствовали (табл.). При анализе особенностей состава аминокислот плазмы и эритроцитов на основе негэнтропийной ценности СПА крови выявлено, что первыми лимитирующими аминокислотами были фенилаланин и тирозин (рис. 1). В стенке 12-перстной кишки через час после кормления отмечено увеличение содержания тирозина и фенилаланина соответственно на 0,8 и 0,9 мг на 1 г сухой ткани (P<0,05). Это указывает на увеличение их поступления из химуса в кровь животного (рис. 2). Напротив, при использовании рациона с 20% белка на основе ЛПК в организме под влиянием закаливания наблюдались явления ИА в виде ускорения роста на 9% (P<0,01). В то же

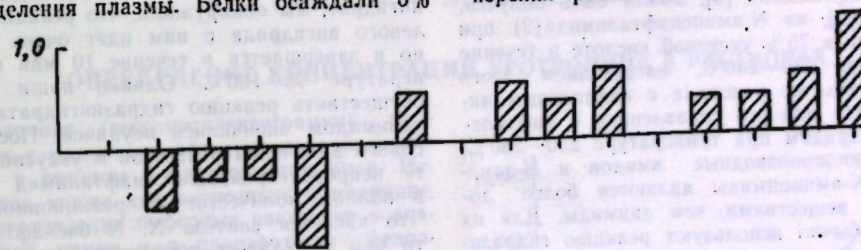


Рис. 1. Приращение негэнтропийной ценности СПА крови под влиянием периодического воздействия холода при кормлении ОР с добавкой творога (бит·моль<sup>-1</sup> ед. времени<sup>-1</sup>): 1 — триптофан, 2 — лизин, 3 — гистидин, 4 — аргинин, 5 — аспарагиновая кислота, 6 — треонин, 7 — серин, 8 — глутаминовая кислота, 9 — пролин, 10 — глицин, 11 — аланин, 12 — валин, 13 — метионин, 14 — изолейцин, 15 — лейцин, 16 — фенилаланин + тирозин

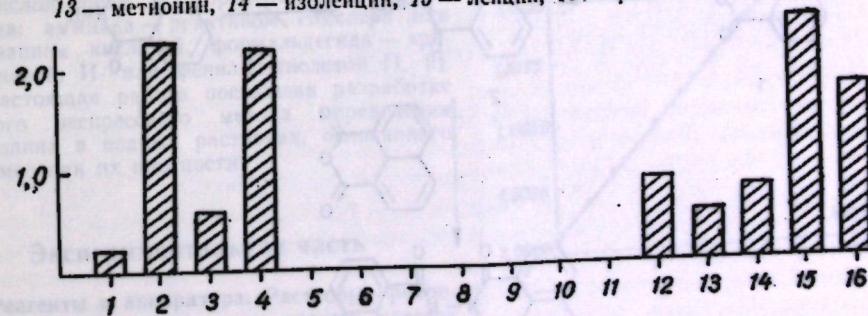


Рис. 2. Увеличение содержания свободных аминокислот в стенке кишечника крыс под влиянием периодического воздействия холода при кормлении ОР с добавкой творога (мг на 1 г сухой ткани)

время средняя негэнтропийная ценность свободных плазменных аминокислот, концентрация аминокислот в сухом веществе стенки кишечника существенно не изменились [3].

Полученные результаты позволяют утверждать, что в условиях щадящего стрессирования, вызванного периодическим воздействием холода, явления индуцированного анаболизма зависят от качества рационов. При недостатке белка и незаменимых аминокислот в рационе растущего животного, подверженного периодическим холодным воздействиям, наблюдаются адаптивные реакции обмена аминокислот в крови и тонком отделе кишечника. Сбалансирование состава аминокислот в рационе животных, подверженных щадящему стрессированию, предполагает выявление и устранение недостатка лимитирующих аминокислот, который отрицательно сказывается на продуктивности и резистентности животных.

Необходимо дальнейшие эксперименты по независимому доказательству эффектив-

ности добавок лимитирующих аминокислот в рационы растущих крыс, подвергаемых щадящему стрессированию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аршавский И. А. // Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития (основы негэнтропийной теории онтогенеза). М., 1982. С. 270.
2. Коварский Вал. А., Шапиро Ф. И. // Изв. АН МССР. Сер. биол. и хим. наук. 1985. № 4. С. 39.
3. Коварский Вал. А., Шапиро Ф. И. // Тезисы докладов XIV Всесоюзной конференции по физиологии пищеварения и всасывания. Тернополь—Львов, 1986. С. 149.
4. Фурдуй Ф. И., Хайдарлиу С. Х., Штирбу Е. И. и др. // Изв. АН МССР. Сер. биол. и хим. наук. 1982. № 6. С. 67.

Поступила 30.06.87

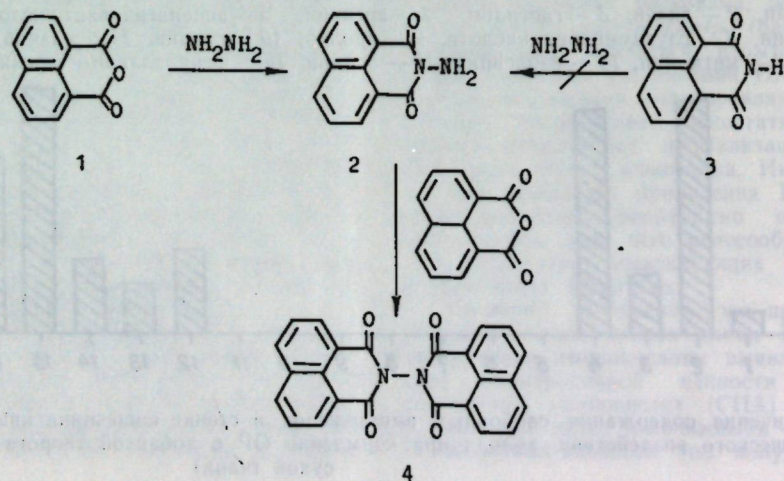
К. И. КУЧКОВА, А. Г. РУССО,  
Г. К. СЕЛИВАНОВ, Т. А. МШЕНСКАЯ

#### СИНТЕЗ N,N-БИСНАФТАЛИМИДА

N,N-Динимиды — малоизученный класс органических соединений. В литературе имеются ограниченные сведения по методам синтеза, свойствам и применению этих веществ [3—7]. N,N'-Биснафталимид (4), впервые описанный как N-нафталимиднафталимид или нафталин-N-аминонафталимид [5], может быть получен, согласно [6], из N-аминонафталимида (2) при нагревании в 75% уксусной кислоте в течение 7—8 ч при 230—240°C, нагреванием этого амина в тех же условиях с нафталевым ангидридом (1) или его сплавлением с нафталевым ангидридом при температуре 250—260°C.

N-Аминопроизводные имидов и N-замещенные N-аминоимиды являются более доступными веществами, чем динимиды. Для их синтеза обычно используют реакцию гидрази-

нов с ангидридами соответствующих кислот [1]. По данным [2], N-аминонафталимид получен из нафталевого ангидрида или нафталимида (3) при нагревании с гидразинсульфатом и ацетатом натрия в уксусной кислоте. Применяя для синтеза этого аминамида гидразингидрат, мы обнаружили, что реакция нафталевого ангидрида с ним идет очень энергично и завершается в течение 10 мин при температуре 95—100°C. Однако наши попытки осуществить реакцию гидразингидрата с нафталимидом окончились неудачей. После 6-часового кипячения реагентов в уксусной кислоте непрореагировавший нафталимид выделен в полном количестве из реакционной смеси. Что касается синтеза N, N'-биснафталимида, то нам не удалось воспроизвести литератур-



ные методики [6], так как при температуре 210°C ампулы с реагентами взрывались, а при понижении температуры нагрева до 200°C N-аминонафталимид превращался в N,N'-биснафталимид только на 20%. Синтез целевого продукта с выходом более 50% осуществлен при длительном кипячении N-аминонафталимида с нафталевым ангидридом в нитробензоле.

#### Экспериментальная часть

ИК-спектры сняты на спектрофотометре Spccord-75 в вазелиновом масле.

N-Аминонафталимид (2). К 30 г нафталевого ангидрида (1) добавили 225 мл ледяной уксусной кислоты, нагрели при перемешивании до 45°C и прикатали в течение 45 мин 30 мл гидразингидрата. При этом температура реакционной смеси постепенно поднялась до 102°C. После того как весь гидразингидрат был добавлен, продолжили нагревание при 95—100°C в течение 10 мин. Осадок, выпавший после охлаждения реакционной смеси, отфильтровали, промыли этанолом. После перекристаллизации из нитробензола получили 23,49 г желтого продукта с т.пл. 261—262°C (выход 73%).  $C_{12}H_8N_2O_2$ . Вычислено, %: С 67,92; Н 3,80; N 13,20. Найдено, %: С 67,89; Н 3,87; N 13,21. ИК-спектр,  $cm^{-1}$ : 770, 1555, 1580, 1610, 1640, 1695, 1720, 3170, 3240, 3340. По литературным данным [2]: т.пл. 262°C.

N,N'-Биснафталимид (4). Смесь 23 г N-аминонафталимида (2) и 21,48 г нафталевого ангидрида (1) в 345 мл нитробензола кипятили

15 ч под аргоном. Реакционную смесь охладили. Выпавший при этом осадок отфильтровали, добавили к нему 200 мл нитробензола, нагрели до кипения и вновь отфильтровали. Осадок промыли бензолом, петролейным эфиром. Получили 21,94 г продукта с т.пл. 480°C (выход 51,6%). После перекристаллизации из кипящего нитробензола (4 л) т.пл. 481°C, масса 19,61 г (выход 46%).  $C_{24}H_{12}N_4O_4$ . Вычислено, %: С 73,47; Н 3,08; N 7,14. Найдено, %: С 73,54; Н 3,03; N 7,35. ИК-спектр,  $cm^{-1}$ : 770, 1500, 1580, 1695, 1725. По литературным данным [6]: т.пл. 481°C.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Baddar F. G., El-Newaihy M. F., Saleem M. R. // J. Chem. Soc. (C). 1971. N 4. P. 716—721.
2. Beilsteins Handbuch der Organischen Chemie. Vierte Auflage. Berlin, 1935. Bd. 21 (I), S. 416; Bd. 21 (II). S. 389.
3. Feuer H., Rubinstein H. // J. Amer. Chem. Soc. 1958. V. 80. N 21. P. 5873—5877.
4. Hedaya E., Hinman R. L., Theodoropoulos S. // J. Amer. Chem. Soc. 1963. V. 85. N 19. P. 3052—3054.
5. Ostrogovich A., Michailescu M. // CA. 1912. V. 6. P. 995.
6. Ostrogovich A., Median V. B. // Bull. sect. sci. acad. roumaine. 1942. V. 25. P. 90—95; CA. 1944. V. 38. N 20. P. 5497.
7. Walling Ch., Naglieri A. N. // J. Amer. Chem. Soc. 1960. V. 82. N 7. P. 1820—1825.

Поступила 12.10.87

М. А. САНДУ, Р. М. ЛОЗАН, В. М. РОПОТ

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ УРОТРОПИНА В РАСТВОРАХ

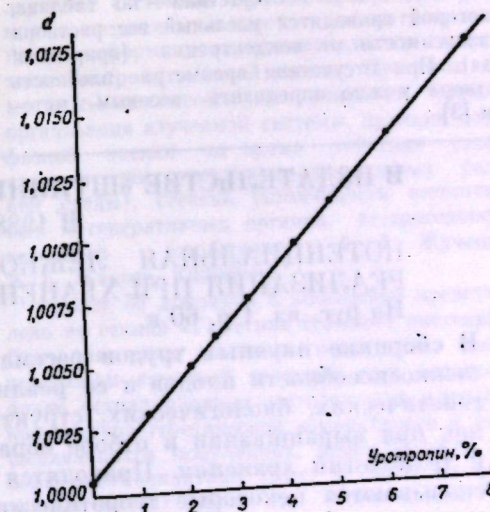
Уротропин (гексаметиленetetрамин) применяется в различных областях народного хозяйства в твердом и растворенном виде. Используется также как антисептик в медицине, для приготовления буферных растворов в аналитической химии и в производстве фенолформальдегидных смол как источник формальдегида.

Известные методы определения уротропина основаны на его расщеплении в щелочной или кислой среде и определении продуктов распада: аммиака — реактивом Несслера или титрованием кислотой, формальдегида — хромотроповой, И- или фенол-И-кислотой [1, 2].

Настоящая работа посвящена разработке простого экспрессного метода определения уротропина в водных растворах, основанного на измерении их плотности.

#### Экспериментальная часть

Реагенты и аппаратура. Растворы уротропина готовили растворением точных навесок препарата чда в дистиллированной воде (в медицинских и аналитических целях) или природной воде (в технических целях). Удель-



Калибровочный график определения уротропина в водном растворе (природная вода)

Значение удельного веса раствора в зависимости от концентрации (природная вода)

| Уд. вес | Конц. уротропина, % | Уд. вес | Конц. уротропина, % | Уд. вес | Конц. уротропина, % | Уд. вес | Конц. уротропина, % |
|---------|---------------------|---------|---------------------|---------|---------------------|---------|---------------------|
| 1,0008  | 0,1                 | 1,0064  | 2,8                 | 1,0120  | 5,5                 | 1,0175  | 8,2                 |
| 1,0010  | 0,2                 | 1,0066  | 2,9                 | 1,0122  | 5,6                 | 1,0177  | 8,3                 |
| 1,0012  | 0,3                 | 1,0068  | 3,0                 | 1,0124  | 5,7                 | 1,0180  | 8,4                 |
| 1,0014  | 0,4                 | 1,0070  | 3,1                 | 1,0126  | 5,8                 | 1,0182  | 8,5                 |
| 1,0016  | 0,5                 | 1,0072  | 3,2                 | 1,0128  | 5,9                 | 1,0184  | 8,6                 |
| 1,00185 | 0,6                 | 1,0074  | 3,3                 | 1,0130  | 6,0                 | 1,0186  | 8,7                 |
| 1,00205 | 0,7                 | 1,0076  | 3,4                 | 1,0132  | 6,1                 | 1,0188  | 8,8                 |
| 1,0023  | 0,8                 | 1,0078  | 3,5                 | 1,0134  | 6,2                 | 1,0190  | 8,9                 |
| 1,0025  | 0,9                 | 1,0080  | 3,6                 | 1,0136  | 6,3                 | 1,0192  | 9,0                 |
| 1,0027  | 1,0                 | 1,0082  | 3,7                 | 1,0138  | 6,4                 | 1,0194  | 9,1                 |
| 1,0029  | 1,1                 | 1,0085  | 3,8                 | 1,0141  | 6,5                 | 1,0196  | 9,2                 |
| 1,0030  | 1,2                 | 1,0087  | 3,9                 | 1,0143  | 6,6                 | 1,0198  | 9,3                 |
| 1,0033  | 1,3                 | 1,0089  | 4,0                 | 1,0145  | 6,7                 | 1,0200  | 9,4                 |
| 1,0035  | 1,4                 | 1,0091  | 4,1                 | 1,0147  | 6,8                 | 1,0202  | 9,5                 |
| 1,0037  | 1,5                 | 1,0093  | 4,2                 | 1,0149  | 6,9                 | 1,0204  | 9,6                 |
| 1,0039  | 1,6                 | 1,0095  | 4,3                 | 1,0151  | 7,0                 | 1,0206  | 9,7                 |
| 1,0041  | 1,7                 | 1,0097  | 4,4                 | 1,0153  | 7,1                 | 1,0208  | 9,8                 |
| 1,0043  | 1,8                 | 1,0099  | 4,5                 | 1,0155  | 7,2                 | 1,0210  | 9,9                 |
| 1,0045  | 1,9                 | 1,0101  | 4,6                 | 1,0157  | 7,3                 | 1,0213  | 10,0                |
| 1,0047  | 2,0                 | 1,0103  | 4,7                 | 1,0159  | 7,4                 | 1,0215  | 10,1                |
| 1,0049  | 2,1                 | 1,0105  | 4,8                 | 1,0161  | 7,5                 | 1,0217  | 10,2                |
| 1,0052  | 2,2                 | 1,0107  | 4,9                 | 1,0163  | 7,6                 | 1,0219  | 10,3                |
| 1,0054  | 2,3                 | 1,0110  | 5,0                 | 1,0165  | 7,7                 | 1,0221  | 10,4                |
| 1,0056  | 2,4                 | 1,0112  | 5,1                 | 1,0167  | 7,8                 | 1,0223  | 10,5                |
| 1,0058  | 2,5                 | 1,0114  | 5,2                 | 1,0169  | 7,9                 | 1,0226  | 10,6                |
| 1,0060  | 2,6                 | 1,0116  | 5,3                 | 1,0171  | 8,0                 | 1,0228  | 10,7                |
| 1,0062  | 2,7                 | 1,0118  | 5,4                 | 1,0173  | 8,1                 | 1,0230  | 10,8                |
|         |                     |         |                     |         |                     | 1,0232  | 10,9                |
|         |                     |         |                     |         |                     | 1,0235  | 11,0                |

ный вес растворов измеряли ареометром (табл.)

Ввиду того, что между удельным весом растворов и концентрацией в них уротропина наблюдается прямая зависимость, оказалось возможным определение последнего в водных растворах по их удельному весу. Концентрацию уротропина находят по калибровочному графику, построенному в координатах: удельный вес — концентрация уротропина (рис.), при его отсутствии — по таблице, в которой приводится удельный вес раствора в зависимости от концентрации (природная вода). При отсутствии ареометра плотность раствора можно определить весовым методом [3].

Определяемый минимум составляет 0,05%. Погрешность определения уротропина оценена относительным стандартным отклонением. Ошибка определения не превышает 5%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Полюдек-Фабини Р., Бейрих Т. Органический анализ. / Пер. с нем. Л., 1981. С. 121.
2. Коренман И. М. Фотометрический анализ. Методы определения органических соединений. М., 1975. С. 179, 201.
3. Коростылев П. П. Лабораторная техника химического анализа. М., 1981. С. 208.

Поступила 26.10.87

### В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ШТИНЦА» ГОТОВИТСЯ К ВЫПУСКУ В 1988 ГОДУ

**ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЛЕЖКОСПОСОБНОСТЬ ПЛОДОВ И ЕЕ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИ ХРАНЕНИИ** / Под ред. Б. Т. Матиенко. 10 л.  
На рус. яз. 1 р. 60 к.

В сборнике научных трудов рассматриваются вопросы потенциальной лежкоспособности плодов и ее реализации в условиях хранения с учетом генетических, биологических, структурных и экологических предпосылок при выращивании и отборе образцов, а также конкретных режимов и технологий хранения. Приводятся рекомендации производству и обосновываются некоторые теоретические положения по формированию лежкоспособности плодов и ее устойчивости как на материнском растении, так и после съема.

Для агрономов, плодоводов, специалистов в области хранения плодово-овощных продуктов.

Оформление заказа см. на с. 28.

## ХРОНИКА

### III ВСЕСОЮЗНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕНЕТИКА РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ»

12—14 октября 1987 г. в Кишиневе на базе Института экологической генетики АН МССР состоялась III Всесоюзная конференция «Экологическая генетика растений и животных». В ее работе приняли участие более 200 ученых и специалистов почти всех ведущих научных центров страны, относящихся к системе АН СССР, ВАСХНИЛ, Минвузу, Госагропрому СССР.

Живой интерес всех участников конференции вызвал доклад чл.-кор. АН СССР А. А. Жученко «Экологическая генетика: теория и практика», заслушанный на пленарном заседании. В докладе сформулировано новое эколого-генетическое понимание адаптивного потенциала высших эукариот как функции взаимосвязи генетических программ онтогенетической и филогенетической адаптации, показано значение такого структурно-системного подхода к анализу адаптивного потенциала для решения теоретических и практических задач эволюции и селекции.

Дальнейшая работа конференции проходила в 6 секциях. Вопросы, касающиеся предмета, задач и методов экологической генетики как науки, обсуждались на секции «Экологическая генетика: задачи и методы». Были представлены сообщения: М. М. Магомедмразаева из Ботсада Дагестанского филиала АН СССР, П. П. Литуна из УкрНИИ растениеводства, селекции и генетики им. В. Я. Юрьева, А. В. Кильчевского из Белорусской сельскохозяйственной академии, И. М. Молчана из Московского отделения ВИРа им. Н. И. Вавилова. В них рассмотрены эколого-генетические подходы к проблемам репродуктивной стратегии растений, контроля количественного признака и оценки адаптивного потенциала сорта.

В программе работы секции «Взаимосвязь генетических программ онтогенетической и филогенетической адаптации» основное место было отведено одному из важнейших направлений экологической генетики — анализу взаимосвязи генетических систем онтогенетической и филогенетической адаптации. Наряду с этим представлены также результаты исследований в области эволюционной и популяционной генетики, генетики поведения. Заинтересованно обсуждались материалы, посвященные оценке микроэволюционной роли рекомбинации и зависимости рекомбинантного действия экзогенных факторов от онтогенетической приспособленности организма (со-

общения И. Ю. Визира, Кишинев; Л. В. Высоцкой, Новосибирск; А. А. Жученко и соавт., Кишинев; В. В. Савицкого, Е. М. Лучниковой, Ленинград; И. А. Прейгеля, Кишинев; А. П. Самовола и соавт., Кишинев).

На секции «Управление рекомбинационным процессом у высших растений» отмечена необходимость расширенного толкования задачи управления формообразовательным процессом, включая как регуляцию рекомбинаций, мутаций, так и перемещение мобильных элементов, манипуляции системами размножения. Сегодня развитие исследований в этом направлении характеризует переход от экзогенной индукции к методам генетической регуляции (сообщения И. Н. Голубовской, Ленинград; А. Б. Короля, Кишинев; Г. Я. Кирьяка, Кишинев; В. А. Коварского, Кишинев; И. Я. Беляева, Москва; Л. К. Сечняка, Одесса; Н. Б. Сухарева, Новосибирск).

Возможности различных подходов к задаче повышения экологической устойчивости сельскохозяйственных растений обсуждены на секции «Генетическая природа адаптивных реакций в онтогенезе» (сообщения А. Н. Палиловой, П. А. Орлова, Минск; Г. В. Удовенко, Ленинград; В. К. Войникова, М. В. Корытова, Иркутск). Особо было подчеркнуто значение системной оценки адаптивных реакций в онтогенезе и место автоматизированных информационно-измерительных систем типа Биотрона в такой оценке. При этом отмечалось, что необходимо учитывать уровень организации изучаемой системы, принцип двухфазной оценки во время действия стресса и при восстановлении оптимальных условий среды, степень устойчивости вегетативных и генеративных органов, гетерогенности генотипов (сообщение А. А. Жученко, А. Г. Жакотэ, Кишинев).

Более 50 докладов и сообщений представлено на секции «Гаметная селекция растений». Основная часть из них посвящена таким проблемам гаметной селекции, как использование нетрадиционных методов для расширения спектра генетической изменчивости в расщепляющихся популяциях, эффективность отбора рекомбинантных гамет и зигот на различных этапах пред- и постсингамии по устойчивости к стрессовым факторам среды, использование нередуцированных гамет для преодоления барьеров плоидности, методы гаплондии и др. Вторая группа докладов касалась изучения генетических аспектов само-

несовместимости и других видов несовместимости, выяснения роли этого феномена в формировании структуры популяции и вида. Наконец, в третьей группе докладов были проанализированы вопросы самоклональных вариаций в культуре тканей и отбора на селективных средах устойчивых к стрессовым факторам генотипов.

Наряду с вопросами отбора устойчивых к биотическим и абиотическим факторам среды форм сельскохозяйственных растений на секции «Эколого-генетические основы селекции» обсуждены возможности и перспективы использования дистанционных методов в селекции, создания селекционно-агротехнических полигонов, пути совершенствования системы сортоиспытания, повышения уровня реализации адаптивного потенциала на основе агроэкологического районирования видов и сортов.

### XV СЪЕЗД ВСЕСОЮЗНОГО ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА ИМ. И. П. ПАВЛОВА

С 28 сентября по 2 октября 1987 г. в Кишиневе на базе Института зоологии и физиологии АН МССР и Кишиневского государственного университета им. В. И. Ленина состоялся XV съезд Всесоюзного физиологического общества им. И. П. Павлова. Оргкомитет съезда возглавлял акад. О. Г. Газенко. Заместителями председателя Оргкомитета были директор Института зоологии и физиологии АН МССР Ф. И. Фурдуй и ректор Кишиневского государственного университета акад. АН МССР Б. Е. Мельник. Съезд прошел под девизом «Физиологические науки и научно-технический прогресс» и явился важным событием в научной жизни республики и страны.

В его работе приняли участие свыше 1000 ученых и специалистов, в том числе 900 из разных городов Советского Союза, представлявших 339 организаций и 95 ведомств. Более 90 делегатов — академики АН СССР, АН МССР, АП СССР, академик наук союзных республик, ВАСХНИЛ, почетные члены зарубежных академий, лауреаты Ленинской и Государственной премий, депутаты Верховного Совета СССР и Верховных Советов союзных республик. Среди них были академики АН СССР О. Г. Газенко, В. А. Говырин, Н. П. Бехтерева, П. Г. Костюк, А. М. Угров; члены-корреспонденты АН СССР П. В. Симонов, В. В. Фанарджян; академики АМН СССР К. В. Судаков, Б. И. Ткаченко, М. М. Хананашвили и др.

В работе съезда участвовали ведущие ученые страны в различных областях нормальной и патологической физиологии, биохимии, биофизики, фармакологии, морфологии, иммунологии, эндокринологии, экспериментальной и клинической кардиологии, спортивной физиологии.

На двух пленарных заседаниях были обсуждены отчеты Центрального совета и Ревизионной комиссии общества, избраны Центральный совет, Ревизионная комиссия и пре-

зидент общества (акад. О. Г. Газенко). Заслушано 6 научных докладов.

В докладе акад. П. Г. Костюка определены приоритетные направления и тенденции развития физиологических наук страны в свете ускорения социально-экономического прогресса. Отмечено, что научно-исследовательские институты, кафедры физиологии университетов, медицинских, сельскохозяйственных, педагогических институтов располагают огромным научным потенциалом, проводимые этими коллективами исследования развиваются на основе широких долгосрочных программ. В рамках программы «Мозг» выделены такие актуальные проблемы, как механизмы синаптической передачи, природа внутриклеточной сигнализации, физиология мыслительных и эмоциональных процессов человека. Эти исследования должны открыть принципиально новые возможности для управления функциями как нервных клеток, так и клеток других систем организма (сократительной, иммунной), выяснения роли различных мозговых структур в обеспечении сложных психических процессов, оптимизации диагностики и лечения патологических состояний высшей нервной деятельности. В рамках программы «Гомеостаз» подчеркнуты такие актуальные направления, как определение роли регуляторных пептидов в жизнедеятельности организма, механизмов регуляции тонуса сосудов и механизмов ассимиляции пищи у высших животных и человека.

А. Н. Кравченко, А. Б. Король,  
Т. С. Лукьянец, А. А. Чернов

зидент общества (акад. О. Г. Газенко). Заслушано 6 научных докладов.

В докладе акад. П. Г. Костюка определены приоритетные направления и тенденции развития физиологических наук страны в свете ускорения социально-экономического прогресса. Отмечено, что научно-исследовательские институты, кафедры физиологии университетов, медицинских, сельскохозяйственных, педагогических институтов располагают огромным научным потенциалом, проводимые этими коллективами исследования развиваются на основе широких долгосрочных программ. В рамках программы «Мозг» выделены такие актуальные проблемы, как механизмы синаптической передачи, природа внутриклеточной сигнализации, физиология мыслительных и эмоциональных процессов человека. Эти исследования должны открыть принципиально новые возможности для управления функциями как нервных клеток, так и клеток других систем организма (сократительной, иммунной), выяснения роли различных мозговых структур в обеспечении сложных психических процессов, оптимизации диагностики и лечения патологических состояний высшей нервной деятельности. В рамках программы «Гомеостаз» подчеркнуты такие актуальные направления, как определение роли регуляторных пептидов в жизнедеятельности организма, механизмов регуляции тонуса сосудов и механизмов ассимиляции пищи у высших животных и человека.

Доклад акад. Н. П. Бехтеревой раскрывает фундаментальные и прикладные аспекты в физиологических исследованиях мозга человека. Получены исключительно важные данные о функционировании мозга в экстремальных условиях — гипо- и гиперреактивности защитных реакций при повышенной эмоциональности информации. При исследовании мозгового обеспечения эмоций в качестве первостепенных выступают, во-первых, выяснение дина-

мики приуроченности физиологических изменений в мозге к структурам мозга в зависимости от характера, интенсивности эмоций и предшествующего функционального фона, в том числе и эмоционального состояния, и, во-вторых, изучение структурной и функциональной организации защитных реакций и возможности управления ими. В связи с исследованиями мозгового обеспечения мыслительной деятельности в качестве приоритетных рассматриваются следующие четыре научных направления: 1-е — экстенсивное изучение функциональной значимости различных зон мозга; 2-е — нейронформатика — исследование общих принципов обработки информации в головном мозге; 3-е — нейролингвистика — исследование нейронных механизмов переработки слов и принятия решения на основе словесных психологических тестов; 4-е — выяснение местных и общемозговых механизмов системобразования, динамического функционирования систем обеспечения мыслительных процессов.

В докладе акад. О. Г. Газенко определены задачи ВФО им. И. П. Павлова в свете решений июньского (1987 г.) Пленума ЦК КПСС, одна из которых связана с созданием творческой атмосферы, стимулирующей развитие приоритетных научных направлений, обеспечивающих решение задач, стоящих перед нашей страной на период до 2000 года и создающих фундамент для дальнейшего развития физиологии. За последние годы проведены важные работы по физиологии нервной системы, висцеральных систем, фундаментальным и прикладным аспектам физиологии человека. Эти исследования привели к созданию новых методов диагностики и лечения заболеваний, улучшению организации труда, повышению качества преподавания, повышению продуктивности сельскохозяйственных животных. Вместе с тем в докладе отмечены существенные недостатки в развитии физиологической науки и деятельности общества. Имеет место отставание отечественной науки в ряде новых перспективных направлений, находящихся на стыке научных исследований, по отдельным направлениям исследований, увеличивается разрыв между уровнем работ в крупных научных центрах и на периферии, имеются проблемы в подготовке кадров высокой квалификации.

Доклад акад. В. А. Говырина посвящен вопросу саморегуляции кровеносных сосудов. Приведены новые, неизвестные ранее механизмы регуляции тонуса кровеносных сосудов. Показано, что в основе этих механизмов лежат электрокинетические явления, возникающие при движении крови по сосуду и обуславливающие появление зарядов на границе раздела двух фаз. Движение крови ускоряет проникновение положительно заряженных ионов, в частности ионов кальция, из просвета сосуда в сосудистую стенку. Есть основание предполагать, что локальное увеличение скорости кровотока в месте, где просвет сосуда уменьшен (тромб, электросклеротические изменения и т. д.), будет способствовать развитию спазма сосуда именно в этой области. Обнаруженные явления указывают на тесную связь нейрогенного и миогенного компонентов в местной регуля-

ции периферического кровообращения и тонуса сосудов.

Чл.-кор. АН СССР П. В. Симонов представил теоретически обоснованный и проверенный на практике комплекс методов диагностики и прогнозирования функционального состояния мозга человека применительно к интересам психофизиологии труда и клинической медицины. В его основу положены оригинальные теоретические концепции автора, подводящие фундаментальную научную базу под каждый из предлагаемых методов. Комплекс позволяет контролировать все три ключевые этапы изменений текущего функционального состояния человека, наиболее существенные для эффективности его деятельности: 1) состояние оптимальной работоспособности с высоким уровнем бдительности и минимальным количеством допускаемых ошибок; 2) утомления с характерным для него снижением уровня бодрствования, дремотой, замедленными реакциями, пропуском значимых сигналов; 3) чрезмерное эмоциональное напряжение, ведущее к дезорганизации деятельности, к преждевременным реакциям, нарастанию ошибок по типу ложных тревог, к избыточным энергетическим травмам.

В докладе проф. В. А. Берестова освещены состояние и перспективы исследований в области физиологии продуктивных животных. Исследования в области физиологии и биохимии продуктивных животных проводятся в институтах АН СССР, ВАСХНИЛ, вузах Агрпрома и других и охватывают ряд направлений: изучение пищеварения и питания, физиологических основ адаптации и продуктивности наземных животных, экологической физиологии водных организмов, физиологии и биохимии лактации, основы репродукции. В области физиологии пищеварения и питания продуктивных животных ведется интенсивные исследования закономерностей гидролиза и транспорта питательных веществ в различных отделах пищеварительной системы. Особенно важным является изучение особенностей обмена веществ у высокопродуктивного крупного рогатого скота, его молодняка, что необходимо для разработки рекомендаций по повышению интенсивности роста продуктивных животных. Широко развернулись исследования, направленные на разработку конкретных способов стабилизации функциональной полноценности семени при его длительном хранении, работы по сравнительно-физиологическому исследованию механизмов адаптации животных на уровне целого организма и отдельных его систем.

С большим интересом делегаты съезда заслушали доклады сотрудников Института зоологии и физиологии АН МССР.

Ежедневно проводились по 27 секционных и симпозиальных заседаний. Всего на съезде работало 52 симпозиума и 42 секции, на которых заслушаны и обсуждены 680 устных и 298 стендовых докладов. Большая их часть посвящена физиологии мозга человека: высшей нервной деятельности человека и его работоспособности; медико-биологическим основам жизнедеятельности человека: эволюционной физиологии; физиологии продуктивных животных; авиационной и космической физиологии; экологической физиологии; физиологии пищеварения и питания; физиологии вегетативной

нервной системы; физиологии кровообращения и лимфообращения; стрессу и адаптации, физиологическим предпосылкам повышения эффективности труда; преподаванию физиологии; физиологии спорта; физиологии детей, подростков и студентов в свете реформы школьного и высшего образования. Ведущими учеными страны прочитаны 11 лекций для широкого круга специалистов в области биологии, медицины и животноводства.

В принятом съездом постановлении обсуждены и оценены достижения по наиболее важным направлениям физиологии, определены приоритетные направления и задачи развития физиологических наук, отмечена необходимость углубления фундаментальных исследований, ускорения внедрения достижений физиологических наук в народное хозяйство. Кроме того, намечены мероприятия по совершенствованию научно-организационной деятельности органов управления и структуры, демократизации работы ВФО им. И. П. Павлова и его отделений; усилению роли общества в планировании и координации научных исследований в стране; повышению эффективности международных связей, активизации пропаганды достижений советской физиологии.

В рамках съезда проходила выездная сессия Бюро Отделения физиологии АН СССР и Совета по координации научной деятельности, которые дали положительную оценку физиоло-

гическим исследованиям, проводимым в специализированном институте республики — Институте зоологии и физиологии АН МССР. Исследования сотрудников института по проблеме стресса и адаптации вывели это научное учреждение на одно из ведущих мест в стране, позволили активно включиться в реализацию программы исследований в этом направлении по линии СЭВ. Институт явился инициатором проведения в Молдавии трех Всесоюзных симпозиумов по стрессу, первым осуществил издание обобщающих научных сборников и монографий по этой проблеме.

Большое развитие получили в республике исследования в области физиологии эндокринной системы животных в КГУ, клинической эндокринологии и патофизиологии экстремальных состояний в КГМИ, физиологии сельскохозяйственных животных в КСХИ и МНИИ животноводства и ветеринарии, физиологических нарушений при атеросклерозе в ТГПИ, физиологии и биохимии сердца в МНИИ кардиологии и др.

По мнению Оргкомитета и Центрального совета ВФО им. И. П. Павлова, съезд прошел на высоком научном и организационном уровнях, а его работа была признана успешной и эффективной. Намеченная программа выполнена в полном объеме.

Ф. И. Фурдуй, Л. М. Мамалыга

## В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ШТИНЦА» ГОТОВИТСЯ К ВЫПУСКУ В 1988 ГОДУ

**ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЛЕКЦИИ ТОМАТОВ /**  
Н. Н. Балашова, А. Б. Король, А. Н. Кравченко и др. 20 л. На  
рус. яз. 3 р. 20 к.

В монографии представлена исчерпывающая сводка последних данных по цитогенетике томатов, генофонду рода *Lycopersicon Tomn*, новым методам индуцирования рекомбинаций при гибридизации, гаметной и клеточной селекции, оптимизации отбора. Подробно описана коллекция мутантных и многомаркерных форм томата, показаны направления ее использования в генетико-селекционных исследованиях. Рассмотрены закономерности изменчивости и наследования хозяйственно ценных признаков томатов.

Для генетиков, селекционеров, семеноводов.

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ  
ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОЙ КУЛЬ-  
ТУРЫ /** Под ред. Г. В. Шишкану. 10 л. На рус. яз. 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. 28.

## РЕФЕРАТЫ

УДК 576.895.121

О высших таксонах церкмероморфных плоских червей. Спасский А. А. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук. 1988. № 2. С. 3—6.

Рассмотрена предложенная Убелакером система ленточных гельминтов, при этом тип *Cestodea Ubelaker*, 1983, и 8 новых классов сведены в список младших синонимов класса *Cestoidea Rudolphi*, 1808, а подтип *Cotyloida* — в синонимы класса *Cestodaria*. В пределах класса *Cestoidea* выделяется два подкласса: настоящих (метамерных) цестод — *Cestoda Rudolphi*, 1808, и гвоздичников — *Archigeta subcl. nov. nov.* Восстанавливается валидность класса *Cestodaria Monticelli*, 1892, syn.: *Gyrocotyloidea Bychowsky*, 1937, *Amphilinoidea Dubinina*, 1974, который подразделяется на два подкласса: *Gyrocotyloinei* и *Amphilinoinei*. Вопрос о составе этих таксонов заслуживает специального обсуждения. Библиогр. 6.

УДК 634.22:576.3

Анатомо-цитологические особенности плодов некоторых сортов сливы. Колесникова Л. С., Белоус Т. К., Матиенко Б. Т. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук. 1988. № 2. С. 7—9.

На примере ряда сортов сливы с известными технологическими свойствами рассматривается вопрос об анатомо-цитологических параметрах с целью выяснения их связи с качеством плодов. Показано, что размер, форма и тип соединения клеток гиподермы, наличие межклетников, и, как вторичный признак, характер повреждения кожицы плодов при бланшировке определяют направление использования сорта и, в частности, способность к длительному хранению. Библиогр. 3.

УДК 577.15:633.63

Регулирование адаптивных реакций растений макро- и микроэлементами. Тома С. И., Лисник С. С. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук. 1988. № 2. С. 10—14.

Приведены закономерности в изменении активности ферментов азотного (нитратредуктазы, глутаминсинтетазы и глутаматдегидрогеназы в листьях), углеводного обменов (сахарозсинте-

тазы в корнеплодах) и АТФазы (в листьях) у сахарной свеклы в зависимости от различных доз и соотношений азота, фосфора и калия в удобрении и при применении некорневых подкормок микроэлементами (В, Мп, Zn, Мо). Показана возможность поддержания на более высоком уровне биосинтетических процессов в растениях, в том числе в стрессовых условиях температуры и влажности, регулированием минерального питания. Табл. 5. Библиогр. 16.

УДК 633.15:575.174.4

Влияние высокой температуры на жизнеспособность пыльцы кукурузы. Лях В. А., Кравченко А. Н., Сорока А. И., Дрючина Е. Н. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук. 1988. ж 2. С. 15—20.

В результате исследования теплоустойчивости зрелой, сформировавшейся пыльцы различных линий кукурузы обнаружены генотипические различия в реакции пылевых зерен на высокую температуру. При этом выявлены температура и экспозиция прогревания, дифференцирующие генотипы по теплоустойчивости пыльцы. Установлено, что образцы с устойчивой к высокой температуре пыльцой характеризуются более высоким процентом прорастания и лучшей оплодотворяющей способностью после действия температурного фактора на зрелую пыльцу. Показано, что у линий с устойчивой к высокой температуре пыльцой последняя способна дольше храниться в естественных условиях. Выполненные исследования представляют интерес как с точки зрения возможной оценки устойчивости репродуктивной системы, так и проведения гаметного отбора на этапе зрелой пыльцы у кукурузы. Табл. 2. Библиогр. 25. Ил. 2.

УДК 575.24:633.15

Влияние генетического фона маркерных линий на проявление и выражение мутации *Cg2*. Кривов Н. В., Лысков В. Н. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, 1988. № 2. С. 20—24.

Проведен анализ характера проявления мутации *Cg2* на разном генетическом фоне. Генотипы 8 из 12 линий существенно ослабляют проявление *Cg2* в  $F_1$ , а 2 из них — 2003 и 2008 — полностью нормализуют фенотип *Cg2*. В  $F_2$  при самоопылении и беккроссах наблюдается достоверно значимое отклонение от 3:1 или 1:1. Причем чем слабее



выражается фенотип  $Cg2$  в  $F_1$ , тем больше величина отклонения от теоретически ожидаемого соотношения в  $F_2$  и беккроссах. Вероятно, генотипы маркерных линий содержат гены, которые ослабляют выражение  $Cg2$  в  $F_1$  и приводят к неполной пенетрантности в  $F_2$ . Табл. 4. Библиогр. 9. Ил. 2.

УДК 614.771:632.954:579.64

Регламентирование содержания симм-триазинных гербицидов в почве по микробиологическим показателям. Усатая А. С., Катрук Э. А. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук. 1988. № 2. С. 25—28.

Представлены результаты изучения закономерностей действия симм-триазинных гербицидов на численность и активность микрофлоры почвы в зависимости от гранулометрического состава почвы, содержания гумуса, гидротермического режима, физико-химических свойств препаратов. Предложены параметры экстремальных условий, создающие значительный коэффициент прочности установленных пороговых доз препаратов по микробиологическим показателям. Табл. 2. Библиогр. 8. Ил. 1.

УДК 595.74:577.158:577.95

Изоферменты пероксидазы в онтогенезе златоглазки обыкновенной *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). Секиров И. А., Язловецкий И. Г. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук. 1988. № 2. С. 29—31.

Методом электрофореза в полиакриламидном геле изучены изоформы пероксидазы в онтогенезе златоглазки обыкновенной. Показано, что спектр пероксидаз значительно варьирует на разных стадиях развития насекомого, причем индукция и инактивация отдельных изоформ может происходить за относительно короткие периоды его жизни (менее суток). Обсуждена возможная роль некоторых изоформ в различных физиологических процессах хищника. Сделан вывод о неперспективности использования множественных форм пероксидазы в популяционно-генетических исследованиях златоглазки. Библиогр. 5. Ил. 1.

УДК 541.183.5

Оптимизация приготовления активных углей методом сорбции. Хоанг Ким Бонг, Пушняк А. Н., Чобану М. М. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук. 1988. № 2. С. 32—34.

Приведены данные по оптимизации процесса активации угля-сырца, полученного из скорлупы произрастающих в СРВ кокосовых орехов составлением плана первого порядка (варьированием факторов в двух уровнях). Композиционные планы второго порядка представляли собой дробную факторную матрицу первого порядка таким образом, чтобы по ним можно было вывести уравнение второй степени (т. е. привести ортогональную матрицу к матрице ортогонального вида). Полученные данные согласуются с априорными. Табл. 1. Библиогр. 10.

УДК 541.128+549.97

Механизм каталитического окисления люмогаллиона. Сычев А. Я., Исак В. Г., Фьонг Ч. Т. Т. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, 1988. № 2. С. 35—37.

Показано, что катализатором реакции окисления люмогаллиона в системе  $Mn(II)-H_2O_2-LiCl-NH_3BO_3$  является комплекс  $MnLiCl$ . Определена константа устойчивости последнего ( $lgK_{уст} = 3,97 \pm 0,22$ ). Установлено общее кинетическое выражение для скорости и обоснована схема процесса, реализующегося по ион-молекулярному механизму. Табл. 1. Библиогр. 7. Ил. 1.

УДК 519.68

Диалоговые экспертные системы и их применение в биологии. Печерский Ю. Н. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук. 1988. № 2. С. 38—43.

Обсуждаются трудности формализации решения биологических задач. Предлагается альтернативный подход, связанный с применением интеллектуальных экспертных систем, основанных на знаниях. Библиогр. 9.

УДК 581.01.02

Построение динамических регрессионных моделей биопроцессов при автоматизированном сборе информации. Полеская Л. М., Жакотэ А. Г. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук. 1988. № 2. С. 43—46.

Представлены 2 подхода построения динамических регрессионных моделей биопроцессов в растениях. Оба подхода предполагают получение экспериментальных данных системами автоматизированного съема информации в камерах искусственного климата с заданным интервалом дискретизации по времени. В основу первого подхода положено представление функции, описывающей биопроцесс, в виде отрезка ряда Фурье, число членов которого определяется заданной точностью воспроизведения функции, второго — представление исследуемого отклика в виде функции от некоторого параметра, обобщенно характеризующего состояние внешней среды. Таким параметром служит величина энергопотери с поверхности зеленых листьев растений, определяемая в динамике из дифференциального уравнения теплообмена зеленого листа. Для параметров последнего уравнения предлагается получить полуэмпирические зависимости, используя математические методы планирования эксперимента. Библиогр. 6.

УДК 633.11:633.15

К методике оценки продуктивности посевов озимой пшеницы и кукурузы по фитометрическим параметрам. Бех Л. Т., Войнов О. А., Войнова О. И., Коробов Р. М., Музыка Г. И. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук. 1988. № 2. С. 47—55.

Приведены результаты статистического анализа фитометрических параметров (сухая растительная масса —  $M$ , густота стояния —  $G$ , высота —  $H$ , листовая поверхность —  $S_L$ ) трех сортов озимой пшеницы и кукурузы в различные фазы вегетации. Наибольшей относительной изменчивостью (до 50%) обладает  $M$ , наименьшей (в пределах 20%) —  $H$ . Динамика относительного нарастания по времени  $M$  и  $H$  описывается логистической кривой вида  $M = \frac{1}{-1 + e^{a - bt}}$ ,  $G$  — кривой оптимума.

Схемы взаимодействия фитометрических параметров посевов с конечной продуктивностью подчиняются определенным закономерностям. Рассчитаны коэффициенты корреляции и уравнения регрессии связи исследованных параметров с хозяйственным урожаем. Наиболее высокую корреляционную связь, описываемую уравнениями линейной регрессии, имеют  $M$  и  $H$ , наиболее слабую, описываемую степенной функцией  $y = ax^b$ , — густота посева. Табл. 2. Библиогр. 6. Ил. 6.

УДК 551.524.372+551.589.5(478)

Методика агроклиматических расчетов параметров заморозкоопасности на примере винограда. Мищенко З. А., Ляшенко Г. В. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук. 1988. № 2. С. 55—59.

Рассмотрена методика агроклиматических расчетов параметров заморозкоопасности с вероятностной оценкой. Описаны количественные зависимости между продолжительностью беззаморозкового периода и интенсивностью заморозков в весенний и осенний периоды, интенсивностью заморозков на различных уровнях; рассмотрена вероятность заморозков различной интенсивности в период с температурами выше  $10^\circ C$ . Представлена комплексная номограмма для определения повреждения заморозками винограда в различные периоды развития. Табл. 2. Библиогр. 8. Ил. 2.

УДК 634.147.1

Оценка качества плодов яблони методом определения нитратов. Котова Л. В., Селезнева Г. П. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук. 1988. № 2. С. 60—61.

В работе описан метод определения нитратов в плодах яблони при помощи салицил-серной кислоты в неводной среде. Точность и быстрота позволяют использовать его для исследования растительного материала, содержащего большие количества фенольных соединений. Табл. 1. Библиогр. 7.

УДК 620.187:576.311

Активность кислой фосфатазы в рыльце томата. Мигольцева И. Ф., Кравченко А. Н. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук. 1988. № 2. С. 61—63.

Проведена электронно-цитохимическая идентификация активности кислой фосфатазы в клетках рыльца гибрида томата в  $F_1$ . На различных этапах развития рыльца кислая фосфатаза

присутствует в ядре, пластидах, вакуолях, клеточной стенке, периплазматическом и экстрацеллюлярном пространствах. Активность фермента определена по обилию продукта реакции. Выявлены его места локализации в клетке. Библиогр. 10. Ил. 2.

УДК 632.338:635.9

Вирусные болезни цветочных культур закрытого грунта в Молдавии. Ковев Г. В., Клешина Л. Г., Селиванова В. В. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук. 1988. № 2. С. 63—65.

Установлено, что выявление путей миграции, способов переноса заболеваний от растения к растению, резерваций вирусной инфекции имеет большое значение для предотвращения заноса ее с посадочным материалом, а также для целенаправленной борьбы с вирусными болезнями цветочных культур. Табл. 2. Библиогр. 5.

УДК 58:632.3/4:635.34:631.524.86:632.38

Фитопатологическая оценка белокочанной капусты на устойчивость к бактериозам в условиях Молдавии. Куниченко Н. А., Сибилева А. Г. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук. 1988. № 2. С. 65—66.

Приведены данные по оценке сортов и гибридов белокочанной капусты на устойчивость к бактериальным болезням при естественном и искусственном заражении. Выделены образцы, обладающие относительной устойчивостью к сосудистому и слизистому бактериозам в условиях Молдавии. Эти формы используются в селекционном процессе при выведении новых сортов белокочанной капусты. Табл. 2. Библиогр. 9.

УДК 598.2:621.396.969

О принципах определения птиц радиолокатором. Котляцки М. И., Журминский С. Д. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук. 1988. № 2. С. 67—68.

В результате обобщения радиолокационных наблюдений за птицами в полете выявлены параметры эхо-сигналов, необходимые для их оперативного распознавания. Наиболее значимыми признаками, определяющими птиц как класс воздушных объектов и помогающими проводить видовое определение, оказались параметры амплитудного и доплеровского спектров и высоты полета. С помощью этих факторов обеспечивается распознавание 10 наиболее самолетопасных видов птиц на территории МССР с вероятностью 0,87. Библиогр. 12.

УДК 636.591.1

Рост, питание и обмен аминокислот теплокровных животных при шадящем стрессировании холодом. Коварский Вал. А., Шапиро Ф. И. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук. 1988. № 2. С. 68—70.

Под влиянием шадящего стрессирования холодом ускоряется рост животных (индуцированный анаболизм — ИА). Для его проявления необходимо особое качество питания. При недостатке в рационе белка и незаменимых аминокислот в организме животного, подверженного воздействию холодом, наблюдаются адаптивные реакции обмена аминокислот в крови и тонком отделе кишечника. Табл. 1, Библиогр. 4. Ил. 2.

УДК 547.654.4

Синтез N, N'-биснафталимида. Кучкова К. И., Руссо А. Г., Селиванов Г. К., Мишенская Т. А. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, 1988. № 2. С. 70—71.

Реакцией нафталевого ангидрида с гидразингидратом в уксусной кислоте синтезирован N-аминонафталимид, который превращен в N, N'-биснафталимид конденсацией с нафталевым ангидридом при кипячении в нитробензоле. Библиогр. 7.

УДК 543.8

Определение концентрации уротропина в растворах. Санду М. А., Лозан Р. М., Ропот В. М. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук. 1988. № 2. С. 71—72.

Разработан экспресс-метод определения уротропина в водных растворах, основанный на измерении их плотности. Табл. 1. Библиогр. 3. Ил. 1.

### В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ШТИИЦА» ГОТОВЯТСЯ К ВЫПУСКУ В 1988 ГОДУ

Матненко Б. Т., Загоряни Е. М., Осадчий В. М. ПРИНЦИПЫ СТРУКТУРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ У РАСТЕНИЙ. 10 л. На рус. яз. 1 р. 60 к.

В монографии раскрыты теоретические и экспериментальные аспекты путей, форм и характера структурных преобразований, соответствующих частным приспособительным изменениям принципов эволюции (генезиса). Показаны структурно-функциональные перестройки в ряду дикорастущие—культурные растения и основные тенденции в структурной организации при окультуривании.

Для специалистов в области морфологии, экологической анатомии, цитологии растений, растениеводства, генетики, а также для аспирантов и преподавателей вузов.

Гулий В. В., Рыбина С. Ю. ВИРУСНЫЕ БОЛЕЗНИ НАСЕКОМЫХ И ИХ ДИАГНОСТИКА. 10 л. На рус. яз. 1 р. 60 к.

В монографии дана классификация, описаны приемы диагностики вирусных болезней насекомых, имеющих хозяйственное значение. Особое внимание уделено вредителям сельскохозяйственных и лесных культур. Для специалистов, работников сельского и лесного хозяйства.

Оформление заказа см. на с. 28.

### РЕФЕРАТ ДЕПОНИРОВАННОЙ РУКОПИСИ

УДК 547.597

Синтез и ростингибирующие свойства N-триалкил-N-(2-циннамойл-алкил)аммоний галогенидов. Рейнбольд А. М., Пльмгзу В. Я., Морарь Г. В., Пасечник Г. С., Попа Д. И. 12 с., библиогр. 6.— Рукопись депонирована в ВИНТИ 9 декабря 1987 г., № 8584—В 87

В результате последовательных реакций конденсации бензальдегида с метилалкилкетонами, аминометилированием продуктов конденсации по Манниху и обработкой полученных третичных аминов йодистым метилпневых солей — N,N,N-триметил-N-(2-циннамойл-C<sub>2</sub>-C<sub>7</sub>-алкил)аммоний бромиды и N,N-диметил-N-аллил-N-(2-циннамойлэтил)аммоний бромид. Указанные соединения ингибируют рост ячменя на уровне или сильнее эталона хлорхолинхлорида.

### В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ШТИИЦА» ГОТОВИТСЯ К ВЫПУСКУ В 1988 ГОДУ

И. И. Дубинин. Генетика — страницы истории. На рус. яз. 15 л. 80 коп.

В книге Николая Петровича Дубинина — академика АН СССР и ряда зарубежных академий, лауреата Ленинской премии, известного у нас в стране и за рубежом фундаментальными исследованиями по генетике и полемическими выступлениями против лысенковщины — дается основная канва драматических переломов в истории генетики: эпоха блестящего развития, связанная с деятельностью Н. И. Вавилова, Н. К. Колыцова, И. В. Мичурина и других выдающихся ученых; деятельность Лысенко и дискуссии 1932, 1936 и 1939 гг.; августовская сессия ВАСХНИЛ 1948 г., объявившая генетику лженаукой, затем падение Т. Д. Лысенко и, наконец, возрождение генетики. Книга основана на документах и личном опыте автора, прошедшего через все этапы развития советской генетики.

Для всех интересующихся историей советской биологии и генетики.

Оформление заказа см. на с. 28.

КИШИНЕВ «ШТИИЦА» 1988

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

---

Сдано в набор 08.02.88. Подписано к печати 18.04.88. АБ01412. Формат 70×108<sup>1/16</sup>.  
Бумага типографская № 1. Литературная гарнитура. Печать высокая. Усл. печ. л. 7,0.  
Усл. кр.-отг. 7,7. Уч.-изд. л. 7,91. Тираж 765. Заказ 174. 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.