

БУЛЕТИНУЛ

АКАДЕМИЕЙ ДЕ ШТИИНЦЕ А РСС МОЛДОВЕНЕШТЬ

ИЗВЕСТИЯ

АКАДЕМИИ НАУК МОЛДАВСКОЙ ССР

2

1958

ISSN 0568-5192



Серия
биологических
и химических наук

БУЛЕТИНУЛ

АКАДЕМИЕЙ ДЕ ШТИНЦЕ А РСС МОЛДОВЕНЕШТЬ

ИЗВЕСТИЯ

АКАДЕМИИ НАУК МОЛДАВСКОЙ ССР

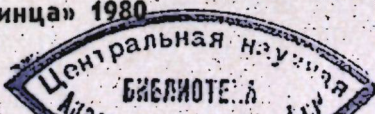
2 1980

Журнал основан в 1951 году. Выходит 6 раз в год.



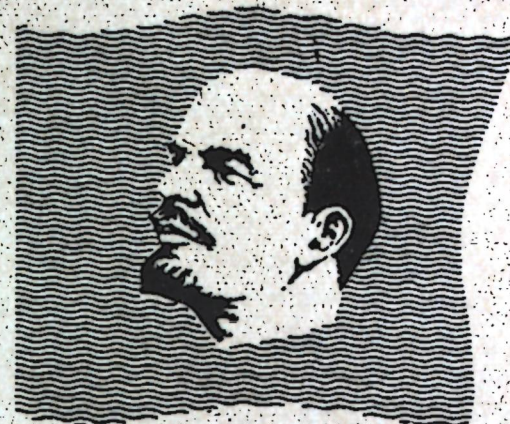
Серия
биологических
и химических наук

Кишинев «Штинца» 1980



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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



1870  1980

В научных открытиях своего времени Ленин увидел начало глубокой революции в естествознании, получившей столь бурное развитие в наши дни.

Л. И. Брежнев

ГЕНЕТИКА

Т. С. ЧАЛЫК

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ЗАДАЧИ ПО СЕЛЕКЦИИ КУКУРУЗЫ

Кукуруза — основная зернофуражная культура. По урожаю зерна с единицы площади среди главных зерновых культур она занимает первое место в мире. Средний урожай зерна кукурузы в целом по стране повысился, однако еще имеются большие резервы дальнейшего увеличения урожайности. Это подтверждает средняя урожайность зерна на сортоучастках и в научно-исследовательских учреждениях, занимающихся кукурузой, а также в ряде передовых колхозов и совхозов.

В постановлении июльского (1978 г.) Пленума ЦК КПСС подчеркивалась необходимость внедрения перспективных высокоурожайных сортов и новой технологии возделывания кукурузы. Для резкого повышения урожайности этой культуры разработана и успешно внедряется в производство новая индустриальная технология возделывания. Она включает: комплексную механизацию всех работ с применением современных машин, внесение высокоэффективных гербицидов и больших доз минеральных и органических удобрений, расширение площадей на орошаемых землях, борьбу с вредителями и болезнями, строжайшее соблюдение всех мероприятий, предусмотренных технологическими картами и использование на посев высокоурожайных гибридов кукурузы.

Современное производство резко повысило требования к возделываемым гибридам. Можно применять самую лучшую агротехнику, но если не будут использоваться для посева хорошо приспособленные гибриды, высокий урожай получить невозможно.

Основной задачей по селекции кукурузы является создание новых, более урожайных гибридов, полнее отвечающих современным требованиям ведения интенсивного земледелия. Внедрение в сельскохозяйственное производство новых, более продуктивных гибридов кукурузы дает около 25% ежегодного прироста урожая зерна. Эти гибриды должны отличаться продуктивностью, устойчивостью к полеганию, к вредителям и болезням, жаро- и засухоустойчивостью, высоким качеством продукции, положительной реакцией на улучшение агротехники, стабильным урожаем по годам в различных почвенно-климатических условиях. Широкое внедрение новых гибридов в производство определяется еще и их надежностью и удобством в семеноводстве.

В настоящее время селекционной работе по кукурузе присущи следующие черты.

Во-первых, работа по созданию новых гибридов кукурузы, как и других культур, бурно развивается на основе последних достижений генетики — теоретической основы селекции, а также других наук. В селекционной работе вместе с селекционерами активно участвуют

генетики, цитологи, биохимики, агрохимики, фитопатологи, энтомологи, математики, физиологи, механизаторы и другие специалисты.

Во-вторых, этой работой занимаются ведущие институты страны (селекционные центры), оснащенные новейшим лабораторным оборудованием, теплицами, селекционными сушилками, разборочными складами, малогабаритной техникой (специальные селекционные сеялки, комбайны для уборки мелкоделяночных опытных участков, влагомеры, счетчики для семян) и материалами (гербициды, фунгициды, удобрения и т. д.).

В-третьих, кроме собственного селекционного материала широко привлекаются для селекционной работы самоопыленные линии, синтетика и генетические образцы (доноры различных хозяйственно-полезных признаков), созданные в других селекционных учреждениях страны, а также приобретенные за рубежом (использование зарубежного исходного материала не мыслится без наличия интродукционно-карантинного питомника).

В Молдавии выведением новых высокоурожайных гибридов кукурузы и сорго на основе использования достижений современной науки занимается Молдавский научно-исследовательский институт кукурузы и сорго научно-производственного объединения «Гибрид». Коллектив института борется за повышение эффективности селекционной работы и ускорение внедрения в производство новых высокоурожайных гибридов, реализуя тем самым задачи, отраженные Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по дальнейшему улучшению селекции и семеноводства зерновых, масличных культур и трав»*. Главные направления и задачи института по селекции кукурузы следующие.

I. Создание новых, более урожайных гибридов обычного использования на зерно и силос

Селекция на гетерозис

Основным направлением в селекции кукурузы было и остается получение гибридов с максимальным урожаем зерна и зеленой массы на основе использования явления гетерозиса. Для синтеза таких гибридов широко применяется метод гибридизации самоопыленных линий с высокой комбинационной способностью, различающихся по своим морфологическим и биологическим признакам, а также отдаленных по происхождению. При подборе пар, как правило, скрещиваются две линии: одна — местной, другая — зарубежной селекции. Соблюдается принцип взаимодополняющих линий по хозяйственно-биологическим признакам.

Для селекции на гетерозис большое значение имеют исследования по генетике количественных признаков, от которых зависит урожай кукурузы. Это длина початка, число рядов зерен и число зерен в початке, масса 1000 зерен, процент выхода зерна и число початков на растении, а также коэффициент наследования этих признаков.

Отдел селекции кукурузы МНИИКС работает над созданием новых гибридов кукурузы с потенциальной урожайностью 90—100 ц/га зерна без орошения и 120—130 ц/га в условиях орошения.

Самый высокий урожай зерна кукурузы в нашей стране был получен на Джамбульском сортоучастке Казахской ССР в 1972 г. Здесь

в условиях орошения гибрид Краснодарский 201 дал 156 ц/га зерна, Краснодарский 303ТВ — 153 и гибрид Кишиневский 190М — 132 ц/га.

Согласно зарубежным данным [7], рекордный урожай зерна кукурузы в 1974 г. — 212 ц/га — был получен на орошаемом участке в штате Иллинойс (США). В штате Небраска в 1976 г. рекордный урожай составил 201,7 ц/га зерна. На этом участке (1 га) за вегетационный период было проведено 20 поливов по 32 мм каждый. На лучших фермах штата Айова получают около 60% фактического урожая зерна кукурузы от уровня потенциальной урожайности.

Внедрение простых гибридов. Наиболее эффективным способом повышения урожайности кукурузы как в нашей стране, так и за рубежом при высокой агротехнике выращивания оказалась работа по созданию, испытанию и внедрению в производство высокопродуктивных простых и тройных гибридов. Они на 15—20 и более процентов превышают по уровню лучшие двойные межлинейные гибриды. У них отсутствуют беспочатковые растения, отмечается хорошая выравненность по морфологическим и хозяйственно-полезным признакам растения, початков и зерна.

Однако простые гибриды имеют и недостатки, связанные с их семеноводством. Выход гибридных семян с участков гибридизации составляет только 6—10 ц семян с гектара. Кроме того, в большинстве случаев для совпадения цветения початков и метелок родительские формы на участках гибридизации высеваются в разные сроки. Для нашей республики, расположенной в зоне недостаточного увлажнения, посев в разные сроки связан с большим риском. В отдельные годы из-за отсутствия влаги в верхних слоях почвы трудно получить ровные всходы посева второго срока.

Только после создания ряда линий с высокой комбинационной способностью и хорошей семенной продуктивностью, перевода семеноводства гибридов на стерильную основу стало возможным создание и внедрение простых гибридов в производство.

Первые простые гибриды кукурузы появились на полях Молдавии в 1971 г., а уже в 1974 г. их площадь достигла 50%, в 1975 г. — 61,5% от площади, отведенной под кукурузу на зерно. В годы с более благоприятными климатическими условиями (1971—1973) средняя прибавка урожая зерна простых гибридов по сравнению с двойным гибридом ВИР 42 составила 7,8—13,2 ц/га, а в годы с менее благоприятными условиями (1974—1976) — всего лишь 1,5—4,5 ц/га.

В первые годы внедрения простых гибридов отечественной селекции (особенно скороспелых) их семеноводство еще не было налажено, поэтому ежегодно завозились для посева семена гибридов зарубежной селекции. Некоторые из них (ЗПСК 1, ЗПСК 4, ЗПСК 48А, ЗПСК 58С, ЗПСК 74/4, БЦСК 5АМ, Добрыч 18, ГС 400, НССК 70 и др.) были позднеспелыми и недостаточно засухоустойчивыми.

Стало очевидным, что для повышения урожайности и обеспечения ее стабильности в республике необходимо усилить работу по созданию собственных простых и тройных гибридов.

Раннеспелые и среднераннеспелые гибриды должны быть, как правило, тройными и двойными, среднеспелые — модифицированными простыми или тройными и среднепозднеспелые — простыми гибридами. На силос и зеленый корм необходимо использовать более дешевые семена двойных или тройных гибридов.

* «Известия», 1976, 21 ноября.

Селекция кукурузы на скороспелость

Селекционная работа по созданию скороспелых гибридов имеет большое значение для Молдавии в связи с тем, что она позволяет:

— ежегодно получать хорошо созревшее зерно кукурузы, которое не нуждалось бы в огневой сушке даже в годы с недостаточной суммой эффективных температур, периодически повторяющихся в республике;

— лучше использовать зимние запасы влаги, а также осадки, выпадающие в первую половину вегетации кукурузы;

— использовать скороспелые гибриды кукурузы как сравнительно хороший предшественник для озимой пшеницы и сахарной свеклы, особенно в северных районах республики;

— более равномерно загружать уборочную технику и автотранспорт.

Критерием для классификации форм кукурузы по скороспелости является главным образом число дней от появления всходов до полного созревания зерна. Физиологически созревшим считается зерно, содержащее не более 32—35% влаги. По [1], зерно созревшее, если у его основания, прикрепленного к стержню початка, появится черный слой.

Государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур вегетационным периодом сортов и гибридов кукурузы считает число дней от посева до полного созревания. Очень часто из-за засухи и высокой температуры листья на растениях, а также обертки початков преждевременно высыхают и в результате длина вегетационного периода сильно варьирует по годам. Установлена высокая корреляционная связь между длиной вегетационного периода и числом дней от появления всходов до цветения метелок и початков у 50% растений. Поэтому данный показатель наряду с учетом суммы эффективных температур является надежным критерием для классификации кукурузы по скороспелости. Учитывается также влажность зерна при уборке.

В нашей стране кукурузу принято делить по скороспелости на шесть групп (табл. 1).

Известно, что позднеспелые гибриды потенциально урожайнее скороспелых. Удлиненный период вегетации в благоприятных почвенно-климатических условиях позволяет получать более высокий урожай. Однако, анализируя урожайность гибридов различных групп

Таблица 1

Группы спелости кукурузы

Группы	Группы по FAO	Вегетационный период, дни*	Стандартные гибриды группы
Очень ранние	100—150	до 100	КВС 701
Ранние	151—250	101—105	Анжу 210, КВС 713
Среднеранние	251—350	106—111	П 3978, Молдавский 102МВ
Среднеспелые	351—450	112—118	ВИР 42, Молдавский 385МВ
Среднепозднеспелые	451—550	119—126	Краснодарский 303 ТВ, ДПГ 201
Позднеспелые	551—650	более 127	ГС 400, НССК 70

* Считается от появления всходов.

спелости в нашей республике за несколько лет, а также данные по другим странам с аналогичными почвенно-климатическими условиями, можно констатировать, что в среднем более высокий урожай зерна дают группы среднеранних (FAO 300), среднеспелых (FAO 400) и среднепозднеспелых гибридов (FAO 500).

Для получения высоких и стабильных урожаев кукурузы по годам необходимо возделывать в каждом хозяйстве не менее трех-четырех различающихся по длине периода вегетации гибридов.

Соотношение гибридов по группам скороспелости (в %) и их размещение в зонах Молдавии следующие: ранние и среднеранние в Южной зоне 10—15, Центральной — 15—20, Северной — 40—60; среднеспелые — соответственно 50—60, 50—60 и 35—40; среднепоздние — во второй и третьей зоне соответственно 25—30 и 20—30. Эти соотношения разрабатываются и постоянно уточняются в отделе промышленной технологии МНИИКС путем анализа урожайности по годам различных по созреванию групп гибридов. Они учитываются при планировании производства гибридных семян в республике, а также при распределении семян хозяйствам на посев.

В настоящее время в Молдавии целесообразно иметь в районировании три ранних и среднеранних, три среднеспелых и три среднепозднеспелых гибридов кукурузы. Кроме того, необходимо иметь один гибрид для выращивания на орошение, один высоколизиновый и два на силос. Всего 13 гибридов. За каждым заводом по сушке и переработке гибридных семян в республике нужно закрепить не более двух гибридов.

Семеноводство гибридов рекомендуется организовать так, чтобы в Южной зоне выращивать гибриды для Центральной и Южной зон, а в Центральной — для Северной зоны.

Как же обстоит дело с районированием гибридов кукурузы в настоящее время? В группе раннеспелых нет ни одного районированного гибрида. В группе среднеранних районирован только для Северной зоны двойной межлинейный гибрид Молдавский 102МВ. Он созревает за 110—115 дней, однако склонен к полеганию. В группе среднеспелых районирован двойной межлинейный гибрид Кишиневский 161МВ для Центральной и Северной зон.

Благополучно с районированием только в группе среднепозднеспелых гибридов. Для нее районированы два простых гибрида — Краснодарский 303ТВ и Днепровский 201, а также двойной межлинейный гибрид Кишиневский 167МВ, районированный по республике на зерно и силос.

Итак, перед селекционерами МНИИКС стоит важная задача: в кратчайшие сроки создать новые высокоурожайные ранние, среднеранние и среднеспелые гибриды кукурузы.

Создать ранние гибриды сложнее, чем среднепоздние или позднеспелые. За последние годы в МНИИКС были созданы раннеспелые гибриды Молдавский 250, 251 и 252 (рис. 1). Созревают они за 98—108 дней. Растения среднерослые, с тонким прочным стеблем, устойчивы к полеганию, не кустятся. Зерно мелкое, желтое, полукремнистой консистенции. Хорошо переносят похолодание. Формируют высокий урожай зерна в основном за счет большего количества растений на гектаре. Рекомендуется выращивать их при густоте стояния 50—55 тыс. растений на гектар в Северной зоне и 45—50 тыс. — в Центральной.

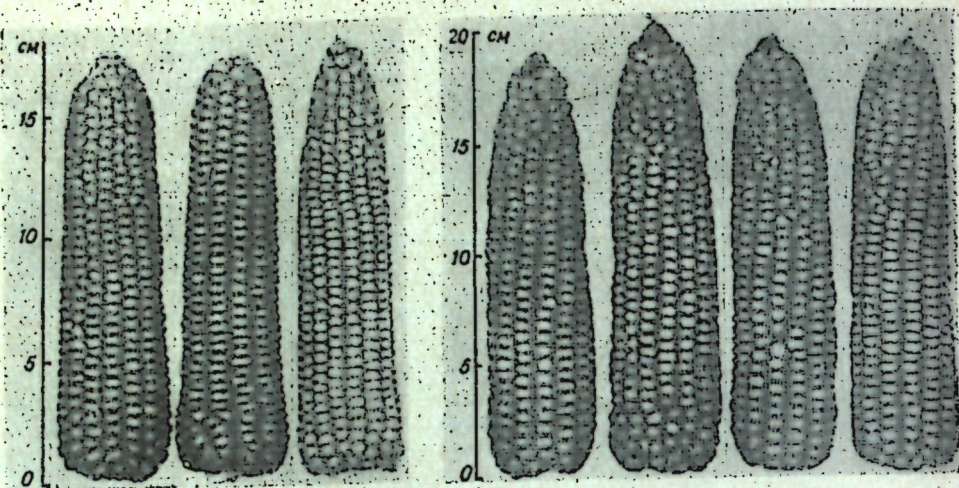


Рис. 1. Початки гибрида Молдавский 251

Рис. 2. Початки гибрида Молдавский 270

Среднеранний простой гибрид Молдавский 270 созревает за 105—110 дней, исключительно выравненный, с желтым, полукремнистым зерном, устойчивый к полеганию (рис. 2).

Среднеспелый простой модифицированный гибрид Молдавский, 385МВ созревает за 112—116 дней. Растение высокорослое, мощное, не кустится, засухоустойчивое. Облиственность средняя. Зерно зубовидное, темно-желтое, сравнительно крупное (рис. 3). Рекомендуется выращивать его во всех зонах Молдавии: в Северной — 45—50, Центральной — 40—45 и Южной — 40 тыс. растений на гектар.

Молдавский 420МВ — модифицированный простой межлинейный гибрид созревает за 118—120 дней. Растения сравнительно высокорослые с высоким расположением початков, устойчивы к полеганию. Зерно зубовидное (на верхушке и у основания початка с красноватым

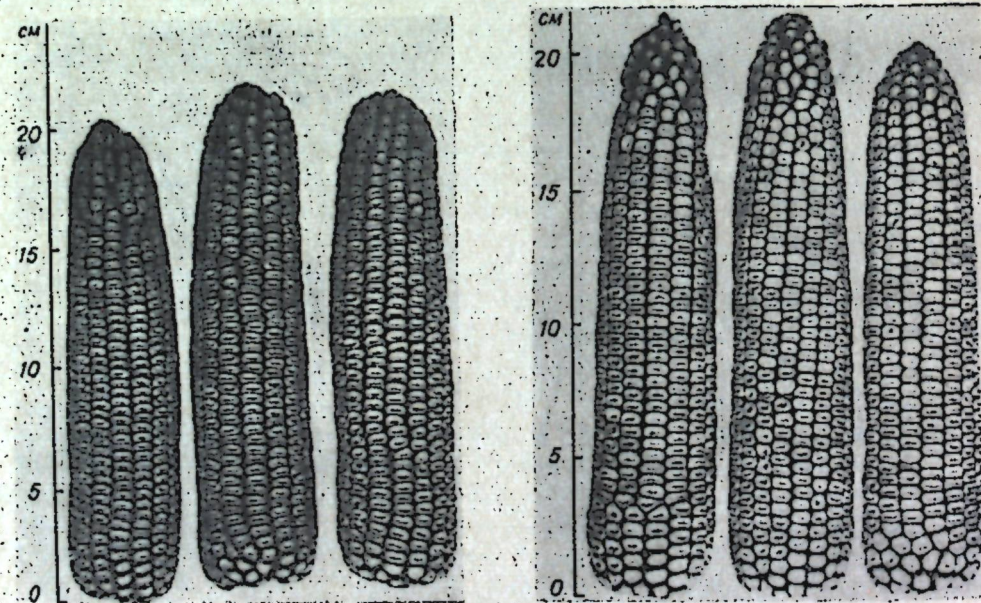


Рис. 3. Початки гибрида Молдавский 385 МВ

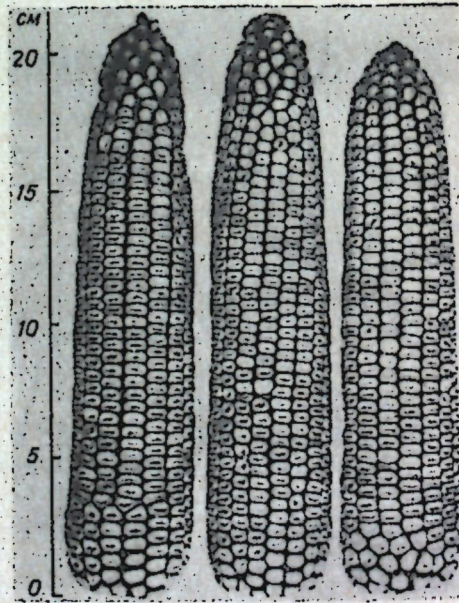


Рис. 4. Початки гибрида Молдавский 420 МВ

Таблица 2

Урожайность молдавских гибридов по сравнению со стандартами
в конкурсном испытании МНИИКС

Гибрид	Урожай зерна при 14% влажности, ц/га					± к стандарту	Число дней от всходов до цветения початков	Вегетационный период, дни
	1975 г.	1976 г.	1977 г.	1978 г.	средний			
<i>Раннеспелая и среднераннеспелая группа</i>								
Молдавский 102МВ (стандарт)	63,8	61,9	43,6	75,3	61,1	—	66	110—115
Молдавский 250	63,8	52,3	39,3	72,0	56,8	-4,3	61	98—103
Молдавский 251	—	—	51,6	78,6	65,1	+5,6	62	102—108
Молдавский 252	—	—	45,1	84,0	64,5	+5,0	62	100—105
Молдавский 270	—	—	53,7	79,4	66,5	+7,0	61	105—110
Пионер 3978	81,6	47,3	56,2	94,6	69,9	+8,8	66	106—110
Пионер 3975А	73,3	36,9	51,0	95,9	64,3	+3,2	67	110—114
НСР, ц/га	5,7	5,06	3,66	3,47				
Р, %	3,6	2,97	2,62	1,49				
<i>Среднеспелая группа</i>								
Кишиневский 161МВ (стандарт)	63,1	59,0	45,8	81,5	62,3	—	68	115—117
Молдавский 385МВ	71,4	61,5	61,2	81,3	68,8	+6,5	68	112—116
НСР, ц/га	5,0	5,94	3,66	3,07				
Р, %	2,6	3,39	2,62	1,55				
<i>Среднепозднеспелая группа</i>								
Краснодарский 303ТВ (стандарт)	70,5	62,6	49,2	89,3	67,9	—	74	120—125
Молдавский 420МВ	67,5	67,1	62,6	91,1	72,1	+4,2	72	118—120
Кишиневский 167МВ	72,3	60,5	48,9	86,5	67,0	-0,9	73	118—123
Днепропетровский 201	71,1	71,8	45,0	88,8	69,2	+1,3	75	122—127
НСР, ц/га	5,7	7,06	1,41	4,17				
Р, %	2,9	4,07	1,04	1,70				

оттенком), сравнительно крупное, быстро теряет влагу при созревании (рис. 4). Гибрид выравненный, склонен к образованию двух початков на растении. Пригоден для механизированной уборки. Рекомендуется его выращивать при 45—50 тыс. растений на гектар в Северной зоне и 40—42 тыс. в Центральной и Южной.

Простой гибрид Днепропетровский 201 (ДПГ 201) создан совместно МНИИКС и ВНИИК (г. Днепропетровск). Относится к группе среднепозднеспелых гибридов. Районирован для выращивания на зерно в республике (табл. 2).

Молдавские гибриды изучались в конкурсном испытании в институте в сравнении с лучшими гибридами отечественной и зарубежной селекции. Согласно полученным данным, гибриды молдавской селекции не уступают по урожайности зерна и другим качествам иностранным гибридам.

Селекция на устойчивость к полеганию

Подсчитано, что потери от полегания кукурузы в США составляют ежегодно от 5 до 25 и более процентов урожая [8]. Они могут увеличиваться по мере создания более высокоурожайных гибридов, применения высоких доз удобрений и увеличения густоты стояния растений на гектар.

Различается стеблевое и корневое полегание растений кукурузы. Обе формы обуславливаются действием нескольких факторов: особенностью структуры стебля, степенью развитости корневой системы, поражением фузариозом, кукурузным мотыльком, стеблевой бактериальной гнилью, сильными дождями, сопровождающимися ветром и др.

Селекционеры могут увеличить устойчивость гибридов к полеганию путем создания и использования устойчивых самоопыленных линий. Разработаны разные схемы насыщения ценных линий признаком устойчивости к полеганию. В качестве доноров этого признака мы используем линии А 632, В 14, П 343 и др., устойчивые и к корневому и к стеблевому полеганию. Другие линии, как, например, П 354, В 37, устойчивы к стеблевому и не устойчивы к корневому полеганию.

Для оценки устойчивости к полеганию используют различные методы: 1 — полевые оценки; 2 — изучение определенного сектора созревшего стебля на раздавливание и измерение веса груза, необходимого для этого; 3 — отношение толщины коры к сердцевине стебля растения; 4 — определения прочности стебля заключаются в измерении с помощью прибора пенетрометра усилия, необходимого для прокола коры у основания стебля. Эта работа проводится обычно в полевых условиях. Прочность коры стебля является главным фактором определения общей его прочности (60%), остальное обуславливается строительно-механическими особенностями сердцевины стебля. Обнаружено, что устойчивые к полеганию стебли образуют при сгорании меньше золы, чем неустойчивые. Имеется отрицательная корреляция между полеганием стебля и количеством опорных корней, мощностью корневой системы.

В наших исследованиях оценка самоопыленных линий и гибридов на устойчивость к полеганию проводится несколькими методами. Селекционный материал — линии и гибриды — оцениваются путем посева их при высокой густоте стояния растений, а также внесением больших доз удобрений. Оценка дается после перестоя созревших растений с початками на корню в течение одного месяца. Высокой устойчивостью к полеганию отличаются гибриды Молдавский 270, Молдавский 420, Молдавский 462, П 3978 и др.

Селекция на устойчивость к засухе

Молдавия расположена в зоне неустойчивого и недостаточного увлажнения и поэтому селекция на устойчивость к засухе имеет здесь большое значение. Кукуруза по сравнению с другими злаковыми культурами очень экономно использует влагу на образование единицы сухого вещества.

Для создания засухоустойчивых гибридов необходимо иметь засухоустойчивые родительские самоопыленные линии, отобранные по данным полевых оценок, а также в результате лабораторных полевых методов диагностики по этому признаку. Засухоустойчивость проявляется во взаимодействии генотипов линии и гибридов с внешней средой в полевых условиях.

Одним из методов изучения селекционного материала на засухоустойчивость является посев одного и того же материала в условиях орошения и на богаре. Сопоставляя урожайность линий и гибридов в этих условиях, можно судить о степени засухоустойчивости материала. Засухоустойчивые гибриды не должны резко снижать урожайность на богаре по сравнению с орошаемым, особенно в засушливые годы.

Отличающиеся по засухоустойчивости гибриды [4] в засушливые годы имеют низкий процент бесплодных растений, меньше снижают длину початка и количество зерен в ряду. В условиях засухи, как известно, увеличивается разрыв во времени между цветением метелки и появлением рылец на початках. Если в нормальных условиях этот разрыв составляет два-три дня, то в условиях засухи у засухоустойчивых форм он может длиться 10—15 дней. У таких форм метелка отцветает, а рыльца на початке еще не появляются.

При селекции устойчивых к засухе линий и гибридов в МНИИКС учитывается целый комплекс признаков и свойств растений: устойчивость к увяданию, число беспочатковых растений, озерненность початков, масса 1000 зерен и др. Для оценки засухоустойчивости используются различные лабораторные методы ранней диагностики, из которых наиболее распространен метод прорастания семян кукурузы на растворах с высокой концентрацией различных солей.

Селекция кукурузы на устойчивость к вредителям и болезням

Как в нашей стране, так и за рубежом, ведутся интенсивные работы по селекции на устойчивость к поражению стеблевым мотыльком, озимой совкой, шведской мухой, тлей. Создание устойчивых к поражению мотыльком гибридов оказалось более эффективным по сравнению с химическим методом борьбы с этим вредителем. Устойчивые гибриды создаются на основе скрещивания устойчивого исходного селекционного материала.

В Аргентине путем использования в селекции сорта Амарго удалось выделить линии с горькой листвой для предохранения кукурузы от саранчи. Такая же кукуруза используется в селекции для создания форм, устойчивых к кукурузному мотыльку. Эти растения обычно недоступны и для тли.

В МНИИКС проводится оценка устойчивости гибридов и самоопыленных линий к пузырчатой и пыльной головне на естественном и искусственном фонах (М. А. Родзинский, Г. В. Лыскова).

II. Создание гибридов специфического использования

Селекция кукурузы на качество

До недавнего времени ученые, занимающиеся вопросами улучшения качества зерна кукурузы, вели селекционную работу по увеличению содержания белка. Только с выявлением биохимического действия генов opak-2 (тусклый) и флаури-2 (мучнистый), вызывающих изменение фракционного состава белка кукурузы и, как следствие, резкое увеличение содержания лизина (на 50—70%), триптофана (на 60—70%) и других ценных незаменимых аминокислот, появилась возможность разработки селекционной программы по созданию высокогетерозисных гибридов, сбалансированных по аминокислотному составу белка [6].

Высоколизиновая кукуруза способствует увеличению яйценосности птиц, удоев молока и суточных привесов у животных с однокамерным желудком.

В опытах по кормлению свиней, проведенных в Молдавии в колхозе «40 лет Октября» Котовского района, в учхозе «Костюжены» и в Чимишлийском «Колхозживпроме», установлено значительное преимущество по кормовым достоинствам высоколизиновой кукурузы пе-

ред обычной (роговидной). При этом среднесуточные привесы у свиней были на 14,4% выше, а затраты кормов на 13,4—14,6% ниже. К концу мясного откорма свиньи, получавшие высоколизинную кукурузу, были на 10,7 кг тяжелее своих аналогов, потреблявших роговидное зерно гибрида ВР 42 (В. А. Коварский).

В МНИИКС селекционная работа по улучшению кукурузы проводится в следующих направлениях.

Использование генов o_2 и fl_2 для создания высоколизинных гибридов. Лаборатория селекции кукурузы на качество (МНИИКС) создала свыше 100 высоколизинных аналогов и около 200 новых опакных линий. Только за последние два года в лаборатории (Г. П. Карайванов) создано и изучено около 1200 гибридов высоколизинной кукурузы, восемь гибридов находится в государственном и шесть в экологическом межстанционном испытании. На 1980 г. в республике районирован гибрид Молдавский 423Л (табл. 3). К концу десятой пятилетки в республике высоколизинная кукуруза будет выращиваться на площади около 70 тыс. га.

Создание различными методами высокобелковых форм кукурузы, которые в сочетании с генами o_2 , fl_2 и др. способствуют получению новых гибридов кукурузы с содержанием протеина 14—15% и лизина в протеине 5,0—8,0% (в % на 100 г протеина) и не уступают по урожаю зерна роговидным аналогам.

Создание гибридов с кремнистой консистенцией зерна желто-оранжевой окраски с высоким содержанием протеина, жира и каротина в зерне для пищевых целей, а также для кормления птиц.

На основе генов bm^1 , bm^2 , bm^3 , bm^4 создаются гибриды с коричневой жилкой листа. Известно, что формы кукурузы, гомозиготные по рецессивным аллелям генов bm (*brain midrib*), коррелируют со снижением содержания лигнина в листьях и стеблях. Создание таких гибридов имеет большое значение для улучшения кормового достоинства кукурузы на силос и зеленый корм.

По данным Мику [2], в фазе молочно-восковой спелости простые рецессивные гомозиготы bm содержат меньше лигнина в листьях на 12—13% и в стеблях на 16% по сравнению с аналогичными формами без генов bm . Автор [2] создал низколигниновый аналог районированного в Молдавской ССР гибрида для силоса Кишиневский 167, который проходит испытание в сравнении с обычным гибридом.

Таблица 3
Урожай новых экспериментальных гибридов кукурузы с высоким качеством зерна (по данным Г. П. Карайванова, МНИИКС, 1978 г.)

Гибриды	ц/га зерна	Период всходы—цветение, дни	Содержание, %		
			протеина	лизина	лизина к протеину
<i>Среднеранние гибриды</i>					
Молдавский 102 (стандарт)	77	66	9,6	0,25	2,6
Гибрид 48 Л	72	67	13,3	0,53	4,0
Гибрид 49 Л	72	67	13,8	0,79	5,75
<i>Среднеспелые гибриды</i>					
Кишиневский 161 (стандарт, роговидный)	61	69	9,1	0,26	2,86
Молдавский 423Л	64	71	10,0	0,42	4,20

Селекция кукурузы на многопочатковость

Некоторые гибриды кукурузы способны образовывать на растении более одного нормально развитого початка. Опытным путем установлена прямая корреляция урожая зерна кукурузы и числа початков на растении. Как правило, признак многопочатковости связан с позднеспелостью. У ранних гибридов это свойство встречается значительно реже. Большой интерес к многопочатковой кукурузе вызван более стабильной по годам урожайностью этих гибридов по сравнению с однопочатковой. Многопочатковые гибриды пригодны для интенсивного земледелия, поскольку при больших густотах они не образуют бесплодных растений. Проявление признака многопочатковости тесно связано с густотой стояния растения на единицу площади, а также с внешними условиями.

В стрессовых условиях (засуха, высокая или, наоборот, низкая температура) однопочатковые, особенно простые гибриды, резко снижают урожайность зерна из-за увеличения в посеве процента бесплодных растений.

Многопочатковые формы в годы с благоприятными условиями образуют, как правило, по два-три початка на растении. В неблагоприятных условиях у многопочатковых гибридов уменьшается число початков на растении, но все же они обязательно образуют по одному початку. Беспочатковые растения не встречаются.

Некоторые многопочатковые гибриды склонны к образованию пасынков. В хороших для произрастания кукурузы условиях каждый пасынок образует початок. Такие гибриды образуют один-два початка на основном стебле и, кроме того, могут образовывать до пяти початков на пасынках. Специальные опыты по удалению верхнего по-



Рис. 5. Початки многопочаткового гибрида ММ-1

Таблица 4
Характеристика некоторых экспериментальных многопочатковых гибридов кукурузы (по данным Л. П. Нужной, МНИИКС, 1977 г.)

Гибридная комбинация	Фактическая густота стояния, тыс./га	Вегетационный период, дни	Число початков на 100 растений	Урожай при 14 % влажности, ц/га	±к стандарту	
					число початков	ц/га
<i>Предварительное испытание</i>						
Краснодарский 303ТВ	40,5	117	94	47,4	—	—
457×421	40,0	115	109	67,2	+15,0	+19,8*
463×427	39,0	112	105	57,3	+11,0	+9,9*
5509×5302	40,5	121	117	52,1	+25,0	+6,0*
<i>Контрольное испытание</i>						
ММ-1 (Молдавский многопочатковый 1)	45,0	118	188	91,9	+73	+6,4
Однопочатковый гибрид (контроль)	45,0	118	115	85,5	—	—
МКМ-31 (многопочатковая линия)	56,0	120	203	25,8	—	—

* Разность статистически достоверна при уровне вероятности 0,95%.

чатка или предотвращению его опылением при помощи изоляторов показали, что развитие второго и третьего початков подавляется растительными гормонами, выделяемыми первым початком во время цветения.

Некоторые исследователи [5] считают, что многопочатковые гибриды по сравнению с однопочатковыми обладают более мощной корневой системой и продуктивным фотосинтетическим аппаратом. Они более устойчивы к повреждению мотыльком.

Данные Пономаренко [3] показывают, что многопочатковые гибриды при густоте 20 тыс. растений на гектар дают такой же урожай, как однопочатковые при густоте 40 тыс.

В качестве исходного материала в наших опытах используются многопочатковые формы, полученные на основе отдаленной гибридизации линий кукурузы с теосинте и трипсакум в опытах М. И. Боровского. Кроме того, в коллекциях образцов МНИИКС Л. П. Нужной отобрала около 50 линий, постоянно формирующих в среднем 1,5—2 початка на растении.

От скрещивания многопочатковых линий получен ряд экспериментальных гибридов, превышающих по урожайности простые гибриды Краснодарского 303ТВ (табл. 4; рис. 5).

Приведенные в табл. 4 данные показывают, что многопочатковые гибриды по урожаю зерна превышают стандарт на 6—19,8 ц/га и созревают одновременно с ним или даже несколько раньше.

III. Селекция кукурузы для использования на силос

Основное требование к кукурузе, используемой на силос, это высокий урожай зеленой массы. Растения должны быть мощные, высокорослые, хорошо облиственные, кустящиеся, содержащие початки с зерном молочно-восковой и восковой спелости с быстрым темпом раз-

Таблица 5

Урожай зерна и силосной массы гибридов кукурузы в 1978 г. в МНИИКС

Гибрид	Количество		Урожай зерна при 14 % влажности, ц/га	Отклонение от стандарта, ц/га	Кормовые единицы при уборке на зерно	Вес силосной массы, ц/га		В том числе вес сухих		Вегетационный период, дни	Кормовые единицы	
	пасынков на 100 растений	початков на 100 растений				сырой	сухой	початков	стеблей		зерна	всего
Кишиневский 167МВ (стандарт)	33,9	103,2	79,7	—	11,955	526	163,6	27,2	130	8970	7266	16236
ВІР 156	30,2	116,4	84,3	+4,6	12,645	560	155,4	31,8	134	7372	7441	14813
Молдавский 385МВ	12,1	105,6	72,7	-7,0	10,905	411	133,9	16,4	121	9135	5110	14245
Кишиневский 161МВ	37,1	111,4	73,9	-5,8	11,085	404	140,4	19,9	123	7529	6321	13850
Молдавский 420МВ	26,9	146,2	88,5	+8,8	13,275	457	153,6	27,9	130	9202	6461	15669
Молдавский 87	41,7	118,3	86,3	+6,6	12,945	508	161,0	28,6	130	9828	6685	16513
Молдавский 156	25,4	121,4	106,5	+26,8	15,975	579	190,0	36,6	130	9873	8694	18567
Молдавский 450МВ	52,4	138,7	105,0	+25,3	15,750	551	173,2	30,7	132	10181	7378	17559
Днепропетровский 201	70,9	133,3	91,0	+11,3	13,650	527	163,7	27,7	134	8310	6981	15191
Молдавский 462	68,5	123,3	99,8	+20,1	14,970	614	217,5	56,3	138	8910	11067	19977
В среднем	—	—	88,7	—	13,315	513,7	164,2	30,3	—	8931	7330	16261

вития и накопления питательных веществ. От силосной кукурузы требуется максимальный урожай кормовых единиц с гектара в фазе молочно-восковой спелости. В этой фазе в растении содержится обычно 22—28% сухого вещества, а в початках — 28—35%.

Для Молдавской ССР необходимо иметь два гибрида силосной кукурузы. Среднеспелый, который убирается в конце августа и служит предшественником для озимой пшеницы, и среднепоздний, способный давать максимальный урожай зерна и зеленой массы для силоса.

С одного гектара можно получать 600—800 и более центнеров зеленой массы для силоса. Качество его зависит от содержания сухого вещества в силосной массе ко времени уборки и от количества початков молочно-восковой спелости в силосной массе, которых должно быть не менее 40—50%.

В последние годы во Франции, ФРГ и других странах используются на силос ранние гибриды, например, Силор НК 214, Каргил 233, Лимагрэн 7, Урхо 183 и др., отличающиеся обильностью и высоким содержанием протеина в зеленой массе.

В табл. 5 приводится урожай зерна и силосной массы по десяти среднеспелым и среднепоздним гибридам в сравнении со стандартом Кишиневский 167МВ. Уборка на силос проводилась в фазе молочно-восковой спелости, когда сухое вещество в зеленой массе достигло более 30%.

Сбор кормовых единиц в среднем при уборке на силос на 22% выше, чем при уборке на зерно. По урожайности кормовых единиц и сухого вещества выделяются гибриды Молдавский 462, Молдавский 156 и Молдавский 450МВ.

Для ускорения селекционной работы необходимо организовать в различных экологических условиях испытание новых экспериментальных гибридов в разных зонах. Сопоставление результатов экологического испытания, полученных во многих пунктах, позволяет значительно сократить период испытания и внедрения новых гибридов.

* * *

Цель выполнения перечисленных задач — резкое повышение урожайности кукурузы и увеличения валового сбора зерна. Необходимые предпосылки для осуществления этих мероприятий имеются. Большая работа предстоит по ликвидации пестроты урожая между хозяйствами и районами. Необходимо уменьшить разрыв между потенциальными возможностями этой высокоурожайной культуры и фактическим урожаем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гурьев Б. П., Мовчан Д. С., Гурьева И. А. Методика определения спелости зерна кукурузы.— Кукуруза, 1976, № 7.
2. Мику В. Е. Генетическое изучение спонтанных мутаций кукурузы с целью повышения эффективности селекции. Автореф. докт. дис. Харьков, 1979.
3. Пономаренко Л. А. Из опыта создания многопочатковых линий и гибридов.— Тез. докл. II Всесоюз. науч.-техн. конф. молодых ученых по проблемам кукурузы (21—23.XI 1978). Днепропетровск, 1979.
4. Скляр Ю. В. Особенности диагностики засухоустойчивости селекционного материала кукурузы в условиях степной зоны Украины. Автореф. канд. дис. Л., 1979.

5. Brian Fay. New enthusiasm for protilics.— World Farming, 1975, 17, N 11, p. 16—17.
6. Mertz E. T., Bates J. S. a Nelson O. E. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm.— Science, 1964, 145, p. 279—280.
7. Strauss J. Shoot for the Stars.— Fertilizer Solutions, 1978, 22, N 1, p. 66—78.
8. Zuber M. S. Evolution of progress in selection for stalk quality. Proceedings of the twenty-eighth annual corn and sorghum research conference. Washington D. C., 1973, 20005, p. 110—122.

Поступила 2.VII 1979

А. Ф. ПАЛИЙ, В. И. ЦЫГАНШ

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕНА ОПАК-2 НА ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ КУКУРУЗЫ

Среди зерновых культур важное место в объеме производства зерна и общем балансе растительного белка принадлежит кукурузе [3, 7, 12].

Белок кукурузы, подобно белкам других злаковых культур, состоит из четырех основных фракций — альбуминов, глобулинов, глютелинов и проламинов (зеина). Так как фракции белка различаются по аминокислотному составу, то пищевое и кормовое значение белка определяется процентным содержанием и соотношением аминокислот [4, 5]. Кормовое достоинство зерна кукурузы ограничивается сравнительно низким содержанием протеина (8—12%) и его недостаточной сбалансированностью по таким незаменимым аминокислотам, как лизин и триптофан. Следовательно, одной из актуальных задач в селекции этой культуры является повышение содержания белка в зерне и улучшение его качества.

Многолетняя селекционная работа, проведенная традиционными методами отбора на Иллинойской опытной станции (США), по повышению кормовой ценности зерна позволила создать формы кукурузы с содержанием протеина 25% и более [9]. Однако повышение содержания протеина не привело к улучшению биологической ценности зерна. Оказалось, что повышение содержания белка в зерне обычными методами селекции происходит в основном за счет фракции зеина, практически не содержащей лизина и триптофана. Значительные изменения в селекции на повышение качества протеина стали возможны после открытия американскими учеными Мертцем, Бейтсом и Нельсоном биохимического действия генов opak-2 (тусклый) и флаури-2 (мучнистый), обуславливающих перераспределение белковых фракций, за счет чего повышается содержание лизина (в 1,5—2 раза) и понижается содержание зеина [10, 11].

В последние годы эти рецессивные мутации как в нашей стране, так и за рубежом широко включены в селекционные программы по улучшению качества белка кукурузы. В настоящее время в нашей стране на основе мутации opak-2 создаются высоколизинные аналоги районированных и перспективных гибридов кукурузы, синтезируются также новые высокоурожайные гибриды с улучшенным качеством белка в зерне [1, 2, 6, 8].

В данной статье обсуждаются результаты сравнительного исследования ряда новых гибридов opak-2 и их аналогов с роговидным типом зерна.

Материалы и методы

В отличие от других исследований, проведенных в указанном направлении, нами изучались опакосые гибриды в сравнении с двумя роговидными аналогами. Один из них получен на основе оригинальных линий (+/+), другой представлен роговидной фракцией зерна, выщипавшейся при самоопылении продуктов насыщения (в наших опытах после пятого беккросса). На наш взгляд, второй вариант (BC₅+/+) является истинным нормальным аналогом опакосой формы. Для синтеза гибридов были использованы 10 линий, представленных в трех вариантах +/+ (оригинальные), +/+ (после BC₅) и o₂o₂ (после BC₅). Каждую линию в разные годы скрещивали с двумя или тремя тестерами.

Обычные гибриды и их опакосые аналоги высевались рядом на двухрядковых делянках площадью 10 м² в четырех повторностях. Для предотвращения опыления опакосых форм пылью обычных растений на последних обрывались метелки до цветения. Урожай учитывали при 14% влажности, согласно методике Госкомиссии по сортоиспытанию. Общий азот определяли по Кьельдалю с последующим переводом на сырой белок (N×6,25), содержание лизина — на аминокислотном анализаторе (типа 6020 А и Hd-1200E, ЧССР) в лаборатории биохимии и физиологии кукурузы Молдавского научно-исследовательского института кукурузы и сорго НПО «Гибрид». Статистическую обработку проводили разностным методом по Доспехову (1979).

Результаты и их обсуждение

В табл. 1 представлены данные урожайности ряда гибридов за два года испытания. В среднем урожайность опакосых гибридов за период сравнительного испытания ниже обычных аналогов типа +/+ и «истинных» типа BC₅+/+ на 6,6 и 8,9% соответственно. Наименьшая урожайность отмечена у комбинации ВИР 43×К 199, МК 309×К 215, МК 159×К 199. В то же время у отдельных опакосых гибридов урожайность выше, чем у их обычных аналогов, хотя это превышение несущественно. Эти данные указывают на значительное влияние конкретного генотипа исходных форм на продуктивность растений. В сравнении с аналогами типа BC₅+/+ некоторое превышение отмечено только у двух опакосых комбинаций МК 326А×Oh 43 и ВИР 40×К 199.

Полученный в большинстве случаев практически одинаковый урожай одноименных роговидных гибридов типа +/+ и BC₅+/+ свидетельствует о том, что проведение пяти беккроссов при создании опакосых аналогов линий позволяет в общих чертах восстановить рекуррентную линию. Вместе с тем среди обычных гибридов типа BC₅+/+ встречаются комбинации, значительно превышающие по урожайности одноименные гибриды типа +/+. Пять комбинаций — МК 302 BC₅+/+×К 199, МК 109 BC₅+/+×К 199; МК 159 BC₅+/+×К 199; МК 131А BC₅+/+×К 199 и ВИР 40 BC₅+/+×К 199 — устойчиво превышали гибриды обычного типа +/+ как в 1977 г., так и в 1978 г. Этот факт, по-видимому, можно объяснить тем, что в процессе беккроссирования отдельные линии могли быть несколько улучшены по комбинационной способности.

Наряду с изучением влияния гена opak-2 на урожайность гибридов большое влияние в наших опытах уделяли исследованию плейо-

Таблица 1

Урожайность опакосых гибридов в сравнении с обычными аналогами, ц/га

Гибрид	1977 г.			1978 г.			Среднее за два года о ₂ /о ₂ , % к	
	+/+	BC ₅ +/+	o ₂ /o ₂	+/+	BC ₅ +/+	o ₂ /o ₂	+/+	BC ₅ +/+
Краснодарский 303	65,8	...	58,2	79,2	...	75,0	92,1	...
МК 309×К 199	65,8	75,8	59,9	60,2	72,3	60,7	95,7	81,5*
ВИР 43×К 199	53,7	55,6	46,2	74,2	81,0	57,6	81,1*	76,0*
МК 302×К 199	50,9	66,7	47,9	80,1	68,7	76,3	94,8*	91,7*
МК 109×К 199	67,3	74,2	75,3	72,1	81,1	65,8	101,3	91,0*
МК 326 А×К 199	53,3	59,7	62,7	82,4	76,8	73,6	100,4	99,8*
МК 131 А×К 199	42,9	56,2	39,7	52,5	66,3	60,0	104,4	81,4*
МК 159×К 199	68,8	71,3	53,4	81,7	84,8	71,2	82,8*	79,9*
ВИР 40×К 199	60,6	57,2	54,3	65,8	63,6	76,8	103,8	108,6
ВИР 116×К 199	67,7	55,2	71,6	68,3	81,5	59,8	96,6	96,2
МК 304×К 199	59,1	53,2	45,9	81,4	68,6	73,4	84,9*	97,9
МК 326 А×Oh 43	66,0	63,2	65,5	62,8	60,6	64,2	100,6	104,7
ВИР 40×Oh 43	58,2	63,9	45,2	64,6	65,5	71,2	94,8*	90,0*
ВИР 116×К 215	60,6	56,2	56,7	75,6	69,0	67,1	90,9*	98,9
МК 309×К 215	63,2	71,4	47,5	77,5	65,5	68,8	82,6*	84,9*
Среднее	59,9	62,8	55,1	71,4	71,8	67,6	93,4*	91,1*

НСР₀₅ для о₂/о₂ к +/+ 4,7 ц/гаНСР₀₅ для о₂/о₂ к BC₅ +/+ 6,4 ц/га

4,0 ц/га

4,9 ц/га

* Разница достоверна при P=0,05

тропного эффекта этого гена на ряд хозяйственно-ценных признаков растений. Поскольку мутация opak-2 превращает роговидную часть эндосперма в мучнистую, то особый интерес представляет изучение влияния аллеля opak-2 на массу 1000 зерен. Было установлено, что в среднем за два года у опакосых гибридов масса 1000 зерен существенно ниже, чем у обычных аналогов типа +/+ на 4,2% и типа BC₅+/+

Таблица 2

Масса 1000 зерен опакосых гибридов и их роговидных аналогов, г

Гибрид	1977 г.			1978 г.			Средняя за два года о ₂ /о ₂ , % к	
	+/+	BC ₅ +/+	o ₂ /o ₂	+/+	BC ₅ +/+	o ₂ /o ₂	+/+	BC ₅ +/+
Краснодарский 303	275,2	...	270,8	245,5	...	242,5	98,3	...
МК 309×К 199	260,8	272,6	259,1	226,0	250,5	227,4	99,9	92,8*
ВИР 43×К 199	253,5	253,3	234,3	251,7	241,2	245,3	95,0*	97,1
МК 302×К 199	270,8	287,5	240,8	265,4	278,8	286,3	98,5	93,2*
МК 109×К 199	290,9	300,8	281,8	274,8	286,8	278,7	99,1	95,3*
МК 326А×К 199	297,8	287,7	263,9	274,0	273,1	237,7	87,8*	89,5*
МК 131А×К 199	295,8	296,7	254,7	252,5	268,5	232,7	88,9*	86,1*
МК 159×К 199	300,3	312,1	266,0	273,8	245,7	227,7	86,1*	88,5*
ВИР 40×К 199	287,5	285,9	284,0	241,5	251,7	248,5	100,6	99,0
ВИР 116×К 199	284,7	292,9	275,0	211,2	243,5	244,6	104,8*	96,9
МК 304×К 199	266,7	257,9	260,9	238,2	233,5	219,7	95,2*	97,7
МК 326А×Oh 43	251,8	265,0	264,8	244,7	233,5	236,0	100,9	100,5
ВИР 40×Oh 43	279,4	264,3	260,0	257,2	265,2	245,4	94,2*	95,4*
ВИР 116×К 215	291,7	243,2	298,6	255,5	242,7	266,7	101,5	114,2*
МК 309×К 215	271,8	261,0	262,6	248,3	221,2	208,3	90,5*	97,6
Среднее	278,8	277,2	265,9	251,0	252,6	243,2	95,8*	95,7*

НСР₀₅ для о₂/о₂ к +/+ 9,2 гНСР₀₅ для о₂/о₂ к BC₅ +/+ 10,15 г

* Разница достоверна при P=0,05

Таблица 3

Сравнительная характеристика опакowych гибридов и их обычных аналогов по некоторым количественным признакам растений и початка*

Признак	1977 г.			1978 г.		
	+/+	BC ₅ +/+	o ₂ /o ₂	+/+	BC ₅ +/+	o ₂ /o ₂
Высота растения, см			211,5			205,9
Высота прикрепления основного початка, см	78,5	75,4	74,7	63,8	66,3	61,7
Количество листьев, шт.	16,5	16,4	16,7	16,2	16,2	16,5
Длина листа, см	76,3	77,4	76,4	72,6	72,3	72,0
Ширина листа, см	10,0	10,1	9,7	9,7	9,5	9,8
Длина початка, см	16,8	17,5	17,0	17,9	17,6	17,9
Нижний диаметр початка, см	4,7	4,7	4,6	4,4	4,4	4,5
Верхний диаметр початка, см	4,0	4,1	4,1	3,1	3,3	3,2
Число рядков зерен, шт.	17,2	17,2	16,9	17,3	17,8	17,9
Число зерен в рядке, шт.	36,2	37,5	37,4	41,8	41,0	41,8
Влажность зерна при уборке, %	39,7	36,4	40,6	38,0	39,8	39,6
Выход зерна, %	85,0	84,0	84,0	85,6	85,5	85,1
Длина вегетационного периода, дни	120	120	122	133	136	137

* Среднее по 15 одноименным гибридам в 1977 г. и по 22 гибридам в 1978 г.

на 4,3% и составляет 253,7 г против 264,9 и 265 г соответственно (табл. 2). У семи из 14 изученных аналогов масса 1000 зерен достоверно ниже, шесть гибридов практически не отличались по этому признаку от обычных аналогов и только в одном случае опакowych гибридов ВИР 116×К 215 превысил роговидный аналог типа BC₅+/+.

Анализ данных, представленных в табл. 3, показывает, что в среднем опакowych гибриды по таким признакам, как высота прикрепления основного початка, количество листьев, длина и ширина листа, длина початка, нижний и верхний диаметр початка, число рядков на початке, число зерен в ряду и выход зерна, не отличались от их обычных роговидных аналогов обоих вариантов. В то же время наблюдается тенденция к увеличению нижнего диаметра початка, числа рядков зерен на початке и снижению высоты прикрепления основного початка. Однако эти различия статистически недостоверны. У опакowych гибридов обнаружена также повышенная влажность зерна при уборке.

Однако выявлены случаи, когда опакowych гибриды имеют меньшую влажность зерна, чем свои аналоги обоих типов. Так, в 1978 г. у комбинации (МК 302×К 199)_{o₂} влажность составила 27%, а у обычного аналога +/+ 36,2, у одноименной комбинации типа BC₅+/+ 35,5%. Подобную тенденцию заметили и у гибридов (МК 326А×К 199)_{o₂} (МК 304×К 215)_{o₂} и (ВИР 116×К 199)_{o₂} в период их изучения.

Мучнистая консистенция зерна опакowych гибридов в сочетании с высоким процентом влаги способствует развитию на початках различных болезней, в частности кукурузной бели (табл. 4). В зависимости от условий года степень поражения зерна белью варьирует. Так, в 1977 г. опакowych гибриды были поражены белью больше, чем в 1978 г. Кроме того, наблюдали неодинаковую степень поражения в зависимости от генотипа гибрида. Например, у гибрида МК 131А×К 199 поражаемость достигает 48,3%, тогда как комбинация ВИР 40×Оh 43 практически обладает полным иммунитетом к этой болезни.

По нашим данным, у опакowych гибридов несколько более продолжительным, чем у роговидных, оказался период от цветения до созре-

Таблица 4

Поражаемость початков белью у опакowych гибридов, %

Гибрид	1977 г.		1978 г.		Среднее за два года
	+/+	BC ₅ +/+	+/+	BC ₅ +/+	
Краснодарский 303					22,0
МК 309×К 199	25,9		18,9		22,6
ВИР 43×К 199	26,4		18,6		22,0
МК 302×К 199	27,9		12,5		12,4
МК 109×К 199	14,8		—		33,1
МК 326×К 199	34,0		14,9		15,9
МК 131А×К 199	21,4		10,2		25,6
МК 159×К 199	48,3		9,8		7,7
ВИР 40×К 199	14,4		0,9		12,2
ВИР 116×К 199	23,8		2,1		16,7
МК 304×К 199	21,2		2,3		7,6
МК 326А×Оh 43	14,8		1,6		4,3
ВИР 40×Оh 43	9,7		1,4		0,5
ВИР 116×К 215	1,5		—		14,1
МК 309×К 215	25,0		1,00		1,5
Среднее	5,8		0		13,7
	22,2		7,6		

вания, вследствие чего в целом наблюдается и некоторое удлинение периода вегетации. У ряда гибридных комбинаций, переведенных на опакowych состояние, замечено неодновременное созревание зерен на початке. Наряду с созревшими встречаются и зерна в молочно-восковой спелости. Неоднородность зерен по созреванию сказывается в значительной мере на общем увеличении содержания влаги при уборке.

Приведенные данные в табл. 5 показывают, что по среднему содержанию протеина в зерне опакowych гибриды и их обычные аналоги за годы испытания оказались практически на одинаковом уровне. Некоторые различия наблюдаются только по годам, однако характер изменения количества протеина как для опакowych, так и для обычных гибридов является общим.

Таблица 5

Содержание протеина в зерне опакowych гибридов и их обычных аналогов, % на абсолютно сухое вещество

Гибрид	1977 г.			1978 г.			Среднее за два года		
	+/+	BC ₅ +/+	o ₂ /o ₂	+/+	BC ₅ +/+	o ₂ /o ₂	+/+	BC ₅ +/+	o ₂ /o ₂
Краснодарский 303	9,62		9,00	10,33		9,69	9,98		9,35
МК 309×К 199	11,37	10,16	11,68	9,76	9,48	9,55	10,56	9,82	10,61
ВИР 43×К 199	10,25	10,68	10,95	9,83	9,58	10,55	10,04	10,13	10,75
МК 302×К 199	9,64	10,87	10,95	9,86	9,48	11,04	9,65	10,18	11,00
МК 109×К 199	10,10	9,63	10,29	9,48	8,98	9,76	9,79	9,30	10,02
МК 326А×К 199	12,75	11,05	10,12	11,00	10,50	9,48	11,88	10,78	9,80
МК 131А×К 199	9,87	11,06	11,22	9,04	10,98	10,83	9,46	11,02	11,02
МК 159×К 199	10,40	11,56	10,20	9,55	9,83	9,19	9,98	10,70	9,70
ВИР 40×К 199	10,31	10,31	11,31	9,33	9,54	10,47	9,82	9,92	10,89
ВИР 116×К 199	10,12	9,43	10,02	10,40	10,82	10,47	10,26	10,12	10,24
МК 304×К 199	12,62	11,68	10,25	9,55	9,83	10,80	11,08	10,76	10,52
МК 326А×Оh 43	11,20	11,20	9,93	9,93	10,19	9,55	10,26	10,70	9,74
ВИР 40×Оh 43	9,36	9,16	10,30	8,83	8,55	9,86	9,10	8,86	10,08
ВИР 116×К 215	9,12	8,76	8,88	9,69	10,33	10,47	9,40	9,54	9,68
МК 309×К 215	10,89	9,81	9,69	10,83	9,98	8,55	10,86	9,90	9,12
Среднее	10,56	10,38	10,41	9,75	9,86	10,04	10,15	10,12	10,22

Результаты проведенных исследований позволяют заключить, что ген opak-2 не влияет на накопление протейна в зерне гибридов.

По содержанию лизина в целом зерне opakовые гибриды существенно превышали свои обычные аналоги обоих типов (табл. 6).

Содержание лизина в зерне opakовых гибридов в среднем за два года испытания по 42 комбинациям было на 57,0 и 53,4% выше, чем в соответствующих обычных аналогах типа +/+ и BC₅+/. Необходимо отметить, что уровень лизина в зерне opakовых гибридов определяется генотипом. Так, содержание лизина у комбинации (МК 109×К 199)_{o₂} и (МК 304×К 199)_{o₂} в среднем за два года по отношению к +/+ и BC₅+/ аналогам составило 47,4, 38,5 и 44,5, 35,2% соответственно; в то время как у гибрида (МК 326А×Oh 43)_{o₂} составило 102,0 и 58,0%. Аналогичные случаи наблюдаются и по другим комбинациям. Между роговидными аналогами +/+ и BC₅+/ по содержанию лизина существенной разницы не наблюдали. Однако как в 1977 г., так и в 1978 г. в зерне обычных гибридов типа BC₅+/ наблюдается некоторая тенденция к повышению количества лизина по сравнению с гибридами типа +/+. Очевидно, этот факт можно объяснить наличием других генов, захваченных в процессе беккроссирования линий от донора opak-2, действие которых сказывается на повышении содержания лизина.

По сбору протейна в среднем за два года между opakовыми гибридами и обычными аналогами +/+ различия статистически недостоверны (табл. 7). Выявленное существенное различие в сборе протейна между opakовыми гибридами и обычными аналогами типа BC₅+/, очевидно, можно объяснить за счет их более высокой урожайности и более высокого содержания белка в зерне отдельных комбинаций. По выходу лизина с 1 га opakовые гибриды все без исключе-

Таблица 6

Содержание лизина в зерне opakовых гибридов и их обычных аналогов,
г/100 г белка

Гибрид	1977 г.			1978 г.			Среднее за два года			o ₂ /o ₂ , % к	
	+/+	BC ₅ +/	o ₂ /o ₂	+/+	BC ₅ +/	o ₂ /o ₂	+/+	BC ₅ +/	o ₂ /o ₂	+/+	
										+/+	BC ₅ +/
Краснодарский 303	2,7		4,00	2,71		3,82	2,7		3,91	144,8	
МК 309×К 199	2,72	2,66	3,94	2,78	2,84	3,98	2,75	2,75	3,96	144	144
ВИР 43×К 199	3,02	2,71	4,02	2,64	2,81	4,07	2,83	2,76	4,04	143	146,4
МК 302×К 199	2,75	2,48	4,38	2,94	2,85	3,98	2,84	2,66	4,18	147,2	157,1
МК 109×К 199	2,83	2,91	3,60	2,74	3,01	4,61	2,78	2,96	4,10	146,4	138,5
МК 326А×К 199	2,12	2,80	4,84	2,91	2,67	4,01	2,52	2,74	4,42	175,4	161,3
МК 131А×К 199	2,94	2,44	5,08	2,87	2,82	4,06	2,90	2,63	4,57	158,0	174,0
МК 159×К 199	2,50	2,51	3,63	2,62	2,85	4,35	2,56	2,63	4,00	156,2	149,2
ВИР 40×К 199	2,70	2,39	4,33	3,00	2,93	3,82	2,85	2,66	4,07	143,0	153,0
ВИР 116×К 199	2,75	2,65	3,89	2,98	2,86	4,49	2,78	2,76	4,19	151,0	152,0
МК 304×К 199	2,85	3,25	4,58	2,93	2,95	3,80	2,90	3,10	4,19	144,5	135,2
МК 326А×Oh 43	1,96	2,68	4,23	2,36	2,84	4,50	2,16	2,76	4,36	202,0	158,0
ВИР 40×К 199	2,53	2,80	4,68	3,17	2,86	3,85	2,85	2,88	4,26	149,5	143,0
ВИР 116×К 215	2,96	3,08	5,18	2,68	2,68	3,52	2,82	2,80	4,50	161,0	161,0
МК 309×К 215	2,75	2,96	4,95	2,68	2,80	5,26	2,72	2,88	5,10	188,0	177,0
Среднее	2,67	2,74	4,38	2,81	2,85	4,18	2,73	2,79	4,28	157,0	153,4

НСР₀₅ для o₂/o₂ к +/+ 0,22 г
НСР₀₅ для o₂/o₂ к BC₅+/ 0,18 г

Таблица 7

Средний сбор протейна и лизина у opakовых гибридов и их обычных аналогов за 1977—1978 гг., кг/га

Гибрид	Протейн			Лизин		
	+/+	BC ₅ +/	o ₂ /o ₂	+/+	BC ₅ +/	o ₂ /o ₂
Краснодарский 303	624,0		555,2	16,8		21,6
МК 309×К 199	574,4	626,0	559,1	15,2	17,1	21,8
ВИР 43×К 199	550,4	589,0	479,0	15,4	16,3	19,4
МК 302×К 199	546,2	592,0	588,0	15,6	15,5	24,3
МК 109×К 199	587,6	620,4	609,4	16,3	18,3	24,8
МК 326А×К 199	682,2	630,6	573,0	17,3	17,2	25,2
МК 131А×К 199	386,2	580,3	471,0	11,2	15,3	21,1
МК 159×К 199	643,2	713,0	515,7	15,8	19,1	20,8
ВИР 40×К 199	532,6	514,6	610,0	15,1	13,7	24,6
ВИР 116×К 199	600,1	603,0	578,0	16,6	16,8	24,1
МК 304×К 199	657,2	557,2	544,0	19,0	17,2	22,2
МК 326А×Oh 43	570,0	570,0	543,3	12,1	15,7	23,6
ВИР 40×Oh 43	480,0	493,0	502,2	13,6	14,6	21,0
ВИР 116×К 215	552,6	518,2	518,6	15,5	14,2	22,8
МК 309×К 215	657,0	582,3	451,0	17,8	18,3	23,1
Среднее	573,0	585,0	538,1	15,5	16,3	22,8

ния существенно превышают свои роговидные аналоги. Даже при снижении урожая на 24%, как отмечено по гибриду (ВИР 43×К 199)_{o₂}, сбор лизина с 1 га был выше, чем у обычного аналога типа BC₅+/ на 3,1 кг, или на 19%. В среднем выход лизина с 1 га у высоколизинных гибридов на 7,3 и 6,5 кг, или на 47,1 и 39,9% выше, чем у обычных аналогов типа +/+ и BC₅+/ соответственно. Следует также отметить, что на фоне стандарта Краснодарский 303 o₂ среди испытываемых гибридов выделяются комбинации (МК 302×К 199)_{o₂} и (МК 326А×К 199)_{o₂} и (ВИР 116×К 199)_{o₂}, которые превышают его по сбору протейна и лизина с 1 га.

Таким образом, наши результаты показывают, что создание высоколизинных гибридов, равных по продуктивности или даже превышающих по этому показателю лучшие районированные +/+ гибриды, является реальной задачей. Вместе с тем следует отметить, что для создания высокогетерозисных гибридов, сбалансированных по аминокислотному составу, необходимо расширить объем селекционно-генетических исследований по использованию мутации opak-2 и целесообразно продолжить поиск и изучение новых путей улучшения качества зерна кукурузы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галеев Г. С., Таова Л. А. Селекция высоколизинной кукурузы на Кубанской опытной станции ВИР.— В сб.: Селекция высоколизинной кукурузы, вып. XI. Краснодар, 1976, с. 50—61.
2. Ключко П. Ф., Загорий Н. П., Белоусов А. А., Маматов Н. А. Создание форм кукурузы с повышенным содержанием в зерне протейна и лизина на основе высокобелковых линий и высоколизинных мутантов opak-2 и флаури-2.— В сб.: Селекция высоколизинной кукурузы, вып. XI. Краснодар, 1976, с. 37—45.
3. Лобанов П. П. Задачи сельскохозяйственной науки в решении проблемы белка в СССР.— В кн.: Проблемы белка в сельском хозяйстве. М., «Колос», 1975.
4. Павлов А. Н. Накопление белка в зерне пшеницы и кукурузы. М., «Наука», 1967.

5. Рядчиков В. Г. Улучшение зерновых белков и их оценка. М., «Колос», 1978.
6. Сусидко П. И., Домашнев П. П., Дзюбецкий Б. В. Современные проблемы и перспективы селекции кукурузы.—С.-х. биол., 1979, 14, № 3, с. 337—344.
7. Хаджинов М. И., Зима К. И., Рядчиков В. Г., Нормов А. А. Проблема белка — забота века.—Кукуруза, 1974, № 4, с. 26—28.
8. Хаджинов М. И., Зима К. И., Нормов А. А., Радочинская Л. В. Высоколизиновые гибриды Краснодарского НИИСХ.—В сб.: Селекция высоколизиновой кукурузы, вып. XI. Краснодар, 1976, с. 3—15.
9. Dudley J. W., Lambert R. J. Genetic variability 65 generations of selection in Illinois high oil, high protein and low protein of *Zea mays* L.—Crop Science, 1969, 9, N 2, p. 179—181.
10. Mertz E. T., Bates L. S., Nelson O. E. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm.—Science, 1964, 145, 3629, p. 279—280.
11. Nelson O. E., Mertz E. T., Bates L. S. Second mutant gene affecting the amino acid pattern of maize endosperm proteins.—Science, 1965, 150, p. 1469.
12. Villegas E. Genetic improvement of the nutritional quality of cereal protein.—Nutrition, Proc. 9th Internat. Congr. on Nutrit. Mexico (1972), 1975, 3, p. 44.

Поступила 21.IX 1979

**В издательстве «Штиинца»
готовится к выпуску в 1980 году**

А. А. Жучепко. Экологическая генетика культурных растений (адаптация, рекомбинагенез, агробиоценоз). На русском языке. 50 л., 6 р. 40 к.

В монографии экологическая генетика культурных растений рассматривается как самостоятельная дисциплина, изучающая генетические основы адаптивных реакций растений, происходящих на разных уровнях и ступенях (от молекулярного до биоценологического) и обусловленных разными механизмами. Анализируются методы эндогенного и экзогенного управления генотипической и модификационной изменчивостью культурных растений с целью повышения продуктивности последних. Ведущее место отводится проблеме индуцирования генетических рекомбинаций с целью расширения спектра адаптивных норм реакций. Интегрированный экологогенетический подход к системе «растение—среда» позволяет установить взаимосвязь между адаптацией культурных растений, процессом рекомбинаций, особенностями агробиоценозов и на этой основе широко использовать достижения смежных дисциплин для решения актуальных задач современного сельскохозяйственного производства.

Книга рассчитана на специалистов, работающих в области генетики, экологии, агрофитоценологии, селекции и агротехники растений.

Предварительные заказы просим направлять по адресам:
277001. Кишинев,
ул. Пирогова, 28,
«Академкнига».
277041. Кишинев,
ул. Мунчештская, 173,
база «Молдкниготорга»
(отдел местных изданий)

БОТАНИКА

И. Г. КОМАНИЧ

КОРРЕЛЯЦИЯ ПРИЗНАКОВ ПЛОДА ГРЕЦКОГО ОРЕХА В СЕМЕННОЙ ПОПУЛЯЦИИ

Длительное семенное размножение и отсутствие сильного давления отбора, наблюдаемое в условиях полукультуры, определили большой размах изменчивости признаков грецкого ореха. Образовавшаяся на протяжении столетий местная молдавская популяция представляет большой интерес для науки и селекционной практики как ценный генофонд. Поэтому изучению разнообразия грецкого ореха в Молдавии и отбору ценных форм посвящен ряд работ [3, 4, 10].

В последние годы мы изучали местную семенную популяцию грецкого ореха с применением методов биологической статистики. Общие замечания и методика даны в нашей предыдущей статье [5], посвященной особенностям варьирования признаков в популяции. В исследование были включены три выборки. В настоящей статье приводим данные корреляционного анализа признаков плода по одной, наиболее многочисленной выборке ($n=286$).

Корреляция признаков грецкого ореха еще мало изучена. Имеются лишь немногочисленные сведения [1, 3, 6, 11]. Однако не подлежит сомнению необходимость данных о корреляционной связи тех или иных признаков в селекционной практике.

Нами изучались следующие признаки: масса плода (г), форма плода (отношение длины к диаметру от ребра к ребру, или коэффициент формы K_1), толщина стенки эндокарпия — скорлупы (мм), диаметр педункулярного отверстия (мм), характер внутреннего вторичного слоя эндокарпия (баллы, по пятибалльной системе: внутренний слой пленчатый — 1 балл; внутренний слой деревянистый, местами отслаивающийся от наружного с образованием небольших лакун — 3 балла; внутренний слой деревянистый, отслаивающийся с образованием больших лакун — 5 баллов), масса ядра (г), выход ядра (% от массы плода), содержание сырого жира (% от массы ядра), объем плода (см^3). Показатели этих признаков обработаны статистически. Все девять признаков сопоставлялись между собой по круговой системе — каждый с каждым, составлялись корреляционные решетки, эмпирические линии регрессии, высчитывался коэффициент корреляции по формуле Бравэ [8] $r = \frac{\sum f a_x a_y - n b_x b_y}{n \sigma_x \sigma_y}$, оценку достоверности определяли по формуле $t_r = r \sqrt{n/1-r^2}$. Полученные значения, а также среднее арифметическое (\bar{x}) и коэффициент вариации (V) приведены в таблице.

Масса плода — форма плода. Не обнаружено корреляционной связи. Хотя размах изменчивости по массе плода велик — в пределах от 4 до 16 г, по коэффициенту формы — от 0,9 до 1,55 — основная масса индивидуумов (73%) сконцентрирована в пределах 6—10 г и 1,1—1,3 (по K_1). Остальные экземпляры, встречающиеся с почти одинаково-

Статистические показатели признаков плода грецкого ореха

Признак	Форма плода	Толщина стенки эндокарпия	Диаметр педункулярного отверстия	Характер внутреннего слоя эндокарпия	Масса ядра	Выход ядра	Содержание сырого жира	Объем плода	Среднее арифметическое \bar{x}	Коэффициент вариации V
Масса плода, г	r -0,01 t 0,1	+0,33 6,26	+0,20 3,52	+0,20 3,52	+0,78 33,79	-0,12 2,00	-0,03 0,26	+0,81 22,79	8,7 ± 0,1	19,1 ± 0,80
Форма плода, K_1	r -0,01 t 0,16	-0,10 1,70	—	—	-0,31 5,77	-0,18 3,14	—	—	—	—
Толщина стенки эндокарпия, мм	r t	+0,09 1,53	+0,30 3,30	-0,14 2,41	-0,60 15,84	-0,04 0,34	+0,50 6,18	1,5 ± 0,02	23,6 ± 0,98	
Диаметр педункулярного отверстия, мм	r t	—	—	+0,17 2,95	-0,10 1,71	+0,10 0,87	—	2,3 ± 0,03	27,5 ± 1,10	
Характер внутреннего слоя эндокарпия, баллы	r t	—	—	-0,15 2,59	-0,34 6,49	—	—	—	—	—
Масса ядра, г	r t	—	—	—	+0,55 13,28	+0,29 2,74	+0,39 4,26	3,6 ± 0,04	20,6 ± 0,80	
Выход ядра, %	r t	—	—	—	—	+0,01 0,08	-0,25 2,42	41,0 ± 0,3	12,0 ± 0,50	
Содержание сырого жира, %	r t	—	—	—	—	—	+0,09 0,78	—	—	

вой частотой, следующие: крупноплодные — округлые (№ 165, 612); крупноплодные — продолговатые (№ 131, 182, 462); мелкоплодные — продолговатые (№ 456, 523); мелкоплодные — округлые (№ 571, 858).

Масса плода — толщина стенки эндокарпия. Слабая положительная корреляционная связь. С увеличением толщины скорлупы увеличивается и масса плода. Поскольку связь слабая, по периферии корреляционной решетки эта закономерность нарушается и встречаются следующие формы: крупноплодные — толстокорые (№ 462, 727, 563); крупноплодные — тонкокорые (№ 33, 612); мелкоплодные — толстокорые (№ 456, 571); мелкоплодные — тонкокорые (№ 115, 244, 858).

Масса плода — диаметр педункулярного отверстия. Диаметр педункулярного отверстия должен учитываться в селекционной работе, так как ореховая плодоярка поражает именно орехи с широким педункулярным отверстием. В орехи же с узким отверстием она, видимо, не может проникнуть. Между названными признаками установлена слабая положительная связь.

Масса плода — характер внутреннего слоя эндокарпия. На строение внутреннего вторичного слоя эндокарпия впервые обратил внимание Дод [цит. по 7]. По степени выраженности этого признака Печни-

кова в Таджикистане [7] и Соколов в Южной Киргизии [9] разделили вид *Juglans regia* L. на пять форм: *f. typica*, *f. lignosa*, *f. plicata*, *f. lacunosa*, *f. macro-lacunosa*. У первых трех форм вторичный слой и перегородки эндокарпия пленчатые или одеревенелые. Из таких орехов ядро извлекается легко или с небольшим трудом целиком. У *f. lacunosa* и особенно у *f. macro-lacunosa* внутренний слой эндокарпия сильно развит, деревянистый, крепкий, местами отслаивающийся от собственно эндокарпия с образованием лакун, как у других дикорастущих видов рода *Juglans*. Ядро извлекается с большим трудом мелкими кусочками, вследствие чего последние две формы для возделывания не пригодны. Поскольку среди молдавских орехов первые три формы трудно отличимы, мы объединили их в одну форму — *f. euregia* (термин Соколова [9]). Доля форм *f. lacunosa* и *f. macro-lacunosa* в молдавской семенной популяции составляет соответственно 8,4 и 1,1%, в то время как в среднеазиатской естественной популяции — 20,2 и 6,8% [7]. Масса плода и степень выраженности внутреннего слоя эндокарпия находятся в слабой положительной корреляции. Масса ореха увеличивается в направлении от *f. euregia* к *f. macro-lacunosa*.

Между массой плода и массой ядра (семени) имеется сильная положительная корреляция. Естественно, что абсолютная масса ядра увеличивается в направлении от мелких орехов к крупным.

Масса плода — выход ядра. Эти два признака наряду с урожайностью являются наиболее важными для производства. По коэффициенту корреляции (-0,12) между ними обнаружена очень слабая отрицательная связь, достоверная только для 0,05 уровня значимости, а для 0,01 недостоверная. Низкий выход ядра отмечается в классе не только крупных, но и мелких орехов. Наибольший процент выхода ядра отмечен в классе средних по величине орехов. Нужно учесть, что масса плода, как и выход ядра связаны и с толщиной скорлупы: иногда встречаются довольно крупные тонкокорые формы с высоким выходом ядра (№ 177, 343, 612), что ценно для производства.

Масса ядра — содержание сырого жира. Содержание жира было определено у 75 деревьев. Наши данные не подтверждают мнения о том, что мелкоплодные формы более маслянисты, чем крупноплодные. Как видно из таблицы, $r = -0,03$ при $t = 0,26$, т. е. недостоверны. Дорофеев [3] также считает, что между данными признаками нет ни положительной, ни отрицательной корреляционной связи.

Масса плода — объем плода. Здесь имеется сильная положительная связь. Понятно, что в целом крупные по объему орехи имеют и большую массу. Однако немало случаев, когда дерево с более мелкими по объему плодами превосходит по массе плода экземпляры с плодами более крупными по объему. Это экземпляры, имеющие орехи с плотными скорлупой и ядром.

Форма плода (K_1) была сопоставлена с такими признаками, как масса плода, толщина скорлупы, диаметр педункулярного отверстия, масса ядра, выход ядра. Ни в одном случае не обнаружено достоверной корреляционной связи. Корреляционный анализ признаков „форма плода“ и „содержание жира“, проведенный Викторовским [2] в Таджикистане, не выявил связи между ними.

Не имеется корреляционной связи между толщиной скорлупы и каждым из следующих признаков: массой ядра, содержанием жира, диаметром педункулярного отверстия. Между толщиной скорлупы и степенью развития внутреннего слоя эндокарпия имеется слабая положительная связь. Толщина скорлупы плавно увеличивается в направлении от *f. euregia* к *f. macro-lacunosa*. Развитие внутреннего слоя

и сращение его с собственно эндокарпием, вероятно, приводит к утолщению стенки последнего. Однако встречаются формы с очень толстой скорлупой и слабо выраженным внутренним слоем эндокарпия (№ 383, 455, 565). Такие орехи разбиваются с трудом, но ядро легко извлекается целиком. Между толщиной скорлупы и выходом ядра существует значительная отрицательная, а между толщиной скорлупы и объемом плода — положительная корреляция.

Масса ядра имеет положительную корреляцию с объемом плода и выходом ядра. Положительная связь между массой ядра и содержанием жира хотя и слабая, но достоверная при 0,01 уровне значимости. Орехи с крупным, плотным ядром имеют более высокое содержание жира, чем с мелким, иногда шуплым ядром.

Выход ядра характеризуется отрицательной сопряженной вариацией с объемом плода и степенью выраженности внутреннего слоя эндокарпия. При увеличении объема плода, а также степени развития вторичного слоя эндокарпия относительный выход ядра уменьшается. Поэтому крупноплодные формы типа «молдавская бомба» мало пригодны для широкого производства. Они представляют некоторый интерес для селекции, а также для раннего потребления в свежем виде.

Содержание сырого жира и объем плода, судя по коэффициенту корреляции, варьируют независимо, однако эмпирические линии регрессии показывают, что между этими признаками существует криволинейная корреляция. Мелкие орехи имеют невысокое содержание жира, с увеличением объема ореха до средних размеров, увеличивается и процент жира, однако у крупных орехов его содержание снижается.

Таким образом, в результате изучения и корреляционного анализа девяти признаков плода грецкого ореха из 29 случаев сопоставления признаков в 12 случаях не обнаружена достоверная корреляция; в 13 случаях установлена слабая положительная или отрицательная связь и в четырех — значительная корреляция.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев А. В. Дикорастущие плодовые и пищевые древесные породы Абхазии. — Тр. Ин-та абхазской культуры им. Марра, 1938, вып. V. Сухуми, изд. ИАК АН СССР, с. 42—47.
2. Викторский Г. П. Грецкий орех (*Juglans regia* ssp. *fallax* Dode). В кн.: Плодовые Среднего Таджикистана. Л., Изд-во АН СССР, 1935.
3. Дорофеев П. П. Грецкий орех (*Juglans regia*) в Молдавии. — Сб. работ Респ. плодово-виноградной опытной станции МСХ МССР, вып. 2. 1950, с. 33—174.
4. Жадан В. М. и Струков М. В. О селекции грецкого ореха по величине плода. — В сб.: Лесомелиорация и защитное лесоразведение в Молдавии, вып. IX. Кишинев, «Карта Молдовеняскэ», 1975, с. 31—35.
5. Команич Н. Г. Амплитуда изменчивости признаков грецкого ореха (*Juglans regia* L.) в Молдавии в условиях полукультуры. — Изв. АН МССР, Сер. биол. и хим. наук, 1974, № 4, с. 14—20.
6. Никитинский Ю. И. Биологические и экологические основы хозяйства в лесах грецкого ореха. Фрунзе, «Илим», 1975.
7. Печникова С. С. Внутривидовая изменчивость таджикских орехов *Juglans regia* L. в ущелье р. Кондара. — Тр. Таджикстанской базы АН СССР, 1938, вып. VIII, с. 307—358.
8. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск, «Высшая школа», 1967.
9. Соколов С. Я. Грецкий орех Южной Киргизии и изменчивость его плодов. — Тр. южнокиргизской эксп. «Плодовые леса Южной Киргизии и их использование», 1949, вып. 1. М.—Л., Изд-во АН СССР.
10. Цуркан И. П. Грецкий орех в Молдавии. Кишинев, «Карта Молдовеняскэ», 1968.
11. Sociu V. Nucul. București, 1958.

Поступила 25.V. 1979

В. А. КИРТОКА

ХОД РОСТА И ШИРИНА ГОДИЧНОГО КОЛЬЦА ДЕРЕВЬЕВ В СКУМПИЕВОЙ ДУБРАВЕ

При изучении биологической продуктивности лесов Молдавии исследовали ход роста и ширину годичных колец дуба скального и некоторых сопутствующих пород. Ход роста дуба и других пород в лесах республики изучали авторы [5, 6]. Карпенко установил оптимальные возрасты рубок порослевых дубовых лесов Молдавии, не выделяя дуб по видам [6]. Нами показано, что ход роста и ширина годичных колец дуба скального в разных типах леса существенно различаются. Интересно было проследить влияние внешних факторов на рост деревьев. Из работ по дендроклиматологии [10, 13] известно, что на ширину годичного кольца влияет комплекс факторов. В холодном климате — прежде всего, температура воздуха, а в теплом — количество атмосферных осадков. В засушливом климате Молдавии лимитирующим фактором является влажность почвы.

Скумпиевая дубрава, как особый тип леса, была выделена при типологических исследованиях лесов Молдавии [3]. Фитоценотическая и флористическая характеристики ее даны в [3, 8, 11]. Распространение фитоценозов этого типа леса выявлено при геоботаническом картировании центральной части республики.

Водный режим растений и почвы, микроклимат под пологом леса и на лесосеках, естественное лесовозобновление, биологическая продуктивность и лесная подстилка изучались стационарным методом [2, 8].

Исследования проводили на пробной площади 0,3 га, расположенной на водораздельной возвышенности на высоте 225 м над уровнем моря между реками Бык и Ишновец в квартале 21 Кожушнянского лесничества Страшенского мехлесхоза. Она заложена в фитоценозе ассоциации *Quercetum petraeae colinosum*. Почвообразующая порода — супесь. Почва серая лесная. Увлажнение атмосферное. Грунтовые воды залегают на глубине ниже 20 м и недоступны корням древесных пород. Подробная характеристика пробной площади приведена нами ранее [7].

Для анализа хода роста были взяты два средних модельных дерева дуба скального порослевого происхождения IV бонитета и по одному модельному дереву березы и клена полевого. Модельные деревья выбирали на основе предварительных таксационных измерений. Выпилы для анализа брали на высоте 1, 1,3, 3 м и выше через каждые два метра до верхушки дерева [12]. Мерной лупой измеряли ширину годичных колец по радиусу в двух направлениях С—Ю и З—В и из двух диаметров вычисляли средний. Точность измерения 0,1 мм. Результаты измерений записывали в ведомость [9]. Обработку измерений и дальнейший анализ хода роста проводили по Захарову [4].

Ширину годичного кольца изучали по методикам [1, 10]. Буравом Преслера брали образцы с 35 учетных деревьев дуба скального и с пяти учетных деревьев березы и клена полевого. За исследуемый период ширину годичных колец сглаживали по 11-летним скользящим средним. Затем вычисляли индексы ширины годичного кольца по календарным годам.

Ширину годичного кольца сопоставляли с суммой осадков за гидрологический год, т. е. за период с 1 октября предыдущего года

до 1 октября данного года. Иванов [5] указывает, что сумма осадков в период с 1 августа предыдущего года до 1 августа данного года больше влияет на ширину годичного кольца, чем сумма осадков астрономического года. Ширину годичного кольца сопоставляли с суммой осадков, записанной Кишиневской метеостанцией, наиболее близкой к объекту исследования.

Таксационная характеристика модельного дерева М 1: возраст 52 года; высота 13,3; диаметр на высоте 1,3 м 16,2 см; площадь поперечного сечения 206,1 см²; модельного дерева М 2: соответственно 50; 13,0; 20,7; 336,5 (см. таблицу).

В первые годы жизни до трех-пяти лет дуб скальный растет медленно, затем рост более интенсивен до 10 лет у М 1 и до 20 лет у М 2. В последующие периоды прирост по высоте уменьшается в два-четыре раза. Средний прирост дуба по высоте 0,2 м в год. Средний текущий прирост равен 0,4 м в год за период 1—10 лет у М 1, за период 10—20 лет у М 2.

Особенности роста каждой модели выявляются при анализе среднего текущего минимального прироста. Для М 1 он равен 0,1 м в год за период 20—40 лет; для М 2 — 0,2 м в год за периоды 30—40 и 40—50 лет. Модельное дерево М 2 отличается лучшим ростом. Ход роста изученных деревьев близок к ходу роста порослевых дубовых лесов Молдавии IV бонитета, установленному Карпенко [6]. Рост дуба скального порослевого происхождения в указанном районе хуже, чем сред-

Ход роста модельных деревьев

Возраст	Ход роста по				Объем, м ³	Прирост по объему, м ³	
	высоте, м		диаметру, см			средний	текущий, 10 лет
	высота	прирост	диаметр на высоте 1,3 м	прирост			
Дуб скальный М 1							
10	4,3	—	5,1	—	0,0062	0,0006	—
20	7,2	0,20	7,0	0,19	0,0174	0,0009	0,0011
30	8,3	0,11	9,5	0,25	0,0354	0,0012	0,0018
40	9,9	0,16	13,1	0,36	0,0750	0,0019	0,0040
50	12,7	0,28	15,7	0,26	0,1190	0,0023	0,0044
52	13,3	0,30	16,2	0,25	0,1322	0,0026	0,0066
Дуб скальный М 2							
10	3,0	—	3,5	—	0,0024	0,0002	—
20	6,6	0,36	7,9	0,44	0,0218	0,0011	0,0019
30	9,0	0,24	13,2	0,53	0,0672	0,0022	0,0045
40	11,0	0,20	17,5	0,43	0,1322	0,0033	0,0065
50	13,0	0,20	20,7	0,32	0,2250	0,0045	0,0093
Берека М 3							
10	3,1	—	2,7	—	0,0014	0,0001	—
20	4,2	0,11	4,1	0,14	0,0040	0,0002	0,0003
30	5,2	0,10	6,0	0,19	0,0084	0,0003	0,0004
40	6,3	0,11	7,5	0,15	0,0136	0,0003	0,0005
50	7,3	0,10	8,8	0,13	0,0194	0,0004	0,0006
Клен полевой М 4							
10	7,0	—	5,0	—	0,0064	0,0006	—
20	8,6	0,16	9,0	0,40	0,0286	0,0014	0,0022
22	9,0	0,20	9,4	0,20	0,0330	0,0015	0,0022

ний ход роста порослевых дубовых насаждений Молдавии, что можно объяснить неблагоприятными условиями микроклимата [7].

Средний прирост по диаметру за период исследования равен 0,3 см в год у М 1 и 0,4 см в год у М 2. Средний текущий максимальный прирост равен 0,5 см в год за период 1—10 лет у М 1 и 20—30 лет у М 2. Средний текущий минимальный прирост равен 0,2 см в год за периоды 10—20 лет у М 1 и 0,3 см в 40—50 лет у М 2.

Накопление массы древесины по объему у дуба скального в молодом возрасте незначительно и почти одинаково у обеих моделей. До 10 лет масса больше у М 1, в 20 лет и позже — у М 2 (см. таблицу, рис. 1).

Во втором разреженном ярусе растут клен полевой и берека. Таксационная характеристика береки М 3: возраст 50 лет; высота

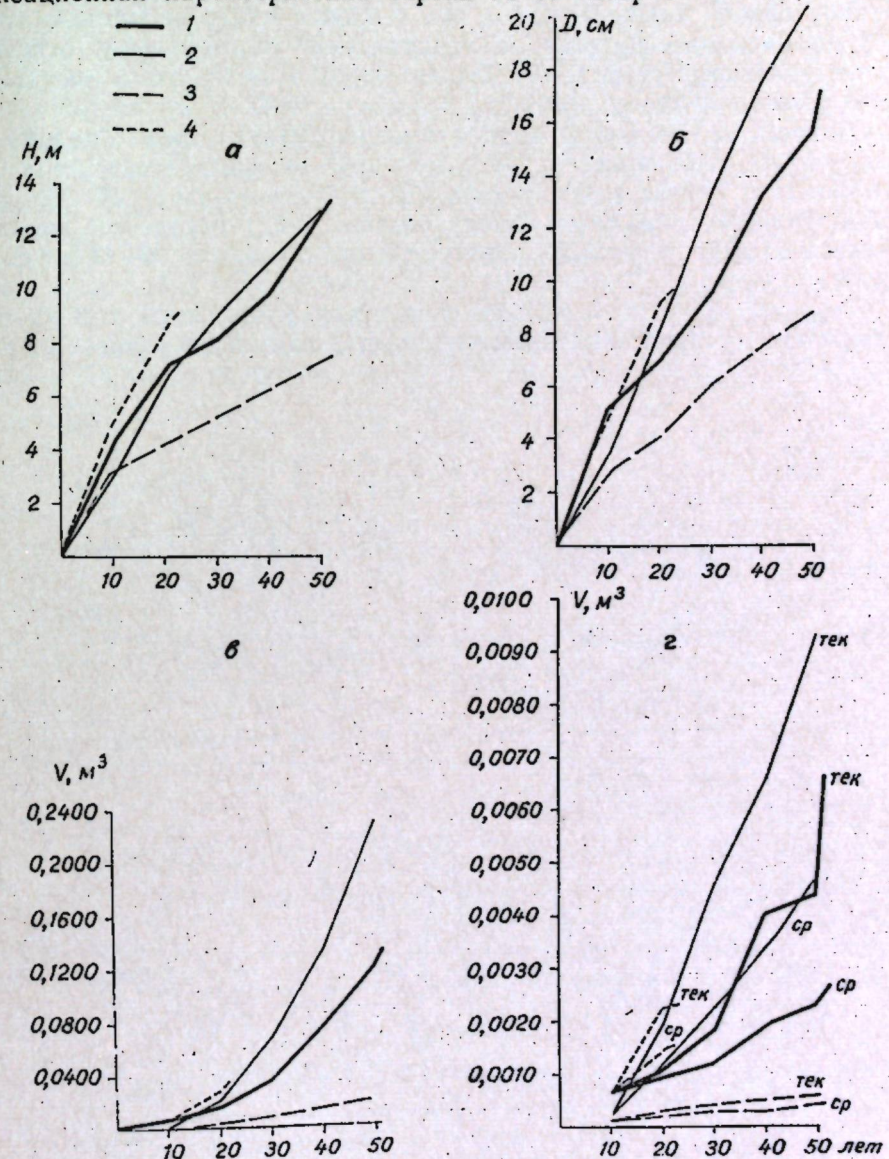


Рис. 1. Графики хода роста модельных деревьев дуба скального (1,2), береки (3), клена полевого (4) по высоте (а); диаметру (б); объему (в); соотношению среднего (ср) и текущего (тек) приростов (г).

7,3 м; диаметр 8,8 см; площадь поперечного сечения ствола 60,8 см²; клена полевого М 4: соответственно 22; 9,0; 9,4; 69,4. Обе древесные породы второго яруса отличаются интенсивным ростом до 10 лет, после чего рост постепенно замедляется. Средний прирост за исследуемый период равен 0,1 в год у березки и 0,4 м у клена. Средний текущий максимальный прирост за период 1—10 лет равен 0,3 м в год у березки и 0,7 м у клена полевого.

Средний текущий минимальный прирост равен 0,1 м за период 20—50 лет у березки и 0,2 м за период 10—20 лет у клена полевого. В молодом возрасте клен опережает в росте дуб скальный и березку в два раза (см. таблицу, рис. 1).

По диаметру прирост более равномерный. Березка отстает от дуба скального, а клен опережает дуб и березку. Средний прирост по диаметру у березки равен 0,2 см в год, у клена — 0,4 см. Средний текущий минимальный прирост за период 1—10 лет 0,3 см у березки и 0,5 см у клена. По диаметру березка уступает дубу скальному почти в два раза (см. таблицу, рис. 1).

Прирост по объему у березки и клена незначителен. Средний текущий прирост по массе древесины у них немного выше среднего (см. рис. 1). Тем не менее у клена полевого в возрасте 22 лет средний и текущий прирост по объему больше, чем у остальных пород. У березки масса древесины в возрасте 50 лет меньше в 5—11 раз, чем у дуба.

Текущий прирост по объему модельных деревьев в 1,5—2 раза больше, чем средний. Это свидетельствует о том, что в возрасте 50 лет

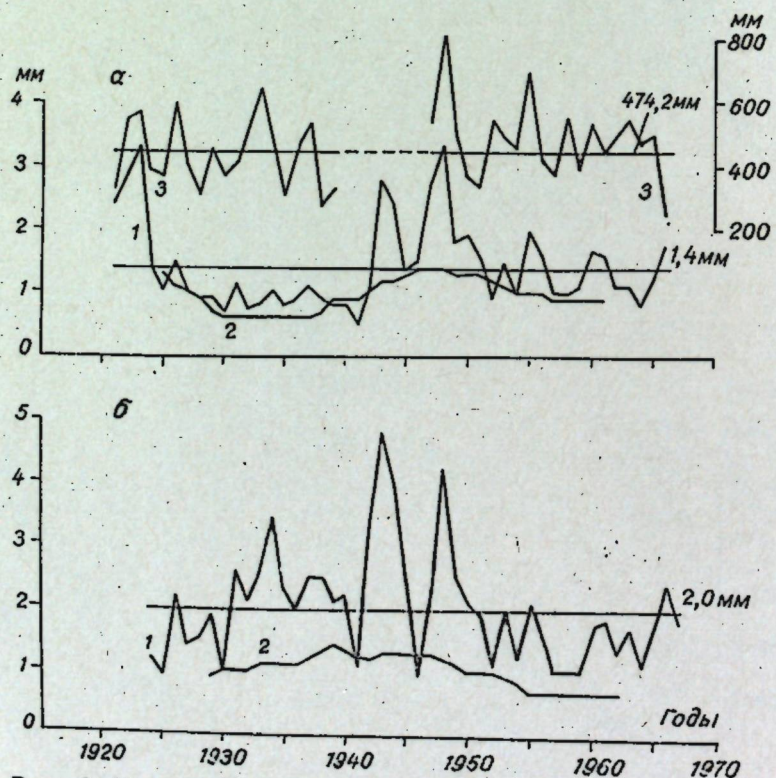


Рис. 2. Изменение ширины годичного кольца у модельных деревьев М 1 (а) и М 2 (б) дуба скального: 1 — ширина годичного кольца, среднее арифметическое; 2 — индекс ширины годичного кольца по 11-летним скользящим средним; 3 — осадки, мм

дуб скальный хорошо растет и аккумулирует массу, так что оптимальный возраст рубки еще не наступил. Это подтверждает выводы Карпенко [5] о том, что период спелости древесины для дубовых порослевых насаждений IV бонитета наступает в 61—70 лет.

Средняя ширина годичного кольца дуба М 1 и М 2 неодинакова. За период исследования она составляет 1,4 мм у М 1 и 2,0 мм у М 2 (рис. 2). В некоторые годы синхронно у обеих моделей наблюдаются то узкие (ниже средних показателей) годичные кольца за 1925, 1930, 1941, 1946, 1952, 1954, 1959, 1962, 1964 годы, то широкие (выше средних показателей), отмеченные за 1927, 1943, 1948, 1955, 1967 годы. Иногда наблюдается зависимость между шириной годичных колец и количеством атмосферных осадков за гидрологический год. Так, при средней многолетней сумме осадков 474,2 мм в 1948 и 1955 годах (осадков соответственно 818,3 и 700,3 мм) годичные кольца широкие. Узкие кольца и малое количество осадков совпадают в 1930 г. — 364,4 мм; в 1957 г. — 374,7 мм. В другие годы такой зависимости не прослеживается. В 1952 г. выпало 560,7 мм, а кольца уже среднего арифметического. В 1966 г. кольцо шире среднего показателя, однако осадков выпало только 245,5 мм. Более тесная связь ширины годичных колец с количеством осадков прослеживается при сглаживании ширины колец по 11-летним скользящим средним (см. рис. 2). Эта связь наблюдается за период 1943—1952 гг. В общих чертах она подтвердилась и при обработке большого числа образцов, взятых с 35 учетных деревьев дуба скального (рис. 3).

Узкие кольца наблюдаются в 1941, 1946, 1952, 1954, 1957, 1964, 1968, 1976 годы, широкие — в 1943, 1948, 1955, 1960, 1966, 1970 годы.

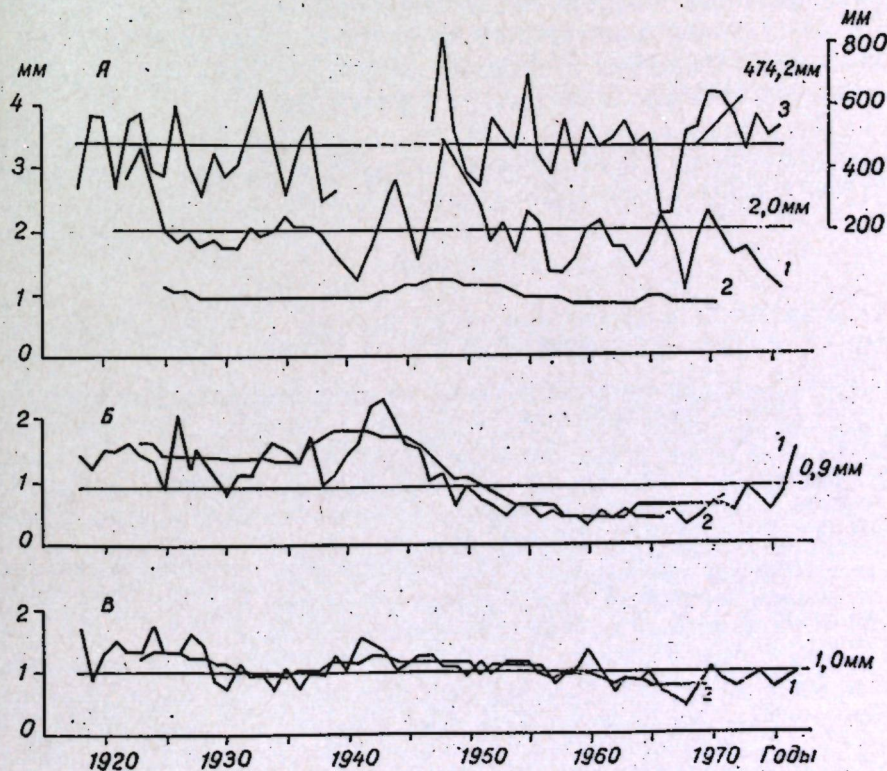


Рис. 3. Изменение ширины годичного кольца деревьев в скумпшевой дубраве: А — дуб скальный; Б — клен полевой; В — березка. Остальные обозначения, как на рис. 2

Узкие кольца и малое количество осадков совпадают в 1954 г.— 461,7 мм и в 1957 г.— 374,7 мм. Широкие кольца и большое количество осадков совпадают в 1948 г.— 818,3 мм, в 1955 г.— 700,3 мм, в 1960 г.— 541,1 мм и в 1970 г.— 639,0 мм. В 1966 г. ширина годичного кольца больше среднего арифметического, а осадков выпало лишь 245,5 мм. В 1968 г. при количестве осадков 502,4 мм ширина годичного кольца — 1,0 мм, что в два раза меньше среднего арифметического. Ширина годичного кольца всех изученных пород в этом году оказалась наименьшей за весь исследуемый период. Этот факт можно объяснить тем, что в указанном году на пробной площади листья деревьев уничтожены листогрызущими насекомыми.

У пород второго яруса берек и клена полевого связь между шириной годичного кольца и количеством выпадающих осадков почти не выражена (см. рис. 3).

Выводы. 1. Ход роста дуба скального порослевого происхождения IV класса бонитета на пробной площади в сухой скумпиевой дубраве по высоте интенсивен до 10—20 лет, по объему — после 40 лет. В 50 лет деревья еще хорошо растут и не достигают возраста рубки. В исследуемом районе ход роста дуба скального аналогичен ходу роста дуба в сухих дубравах Молдавии, приведенному в литературе, но протекает менее интенсивно. Деревья второго яруса: берек и клен полевой растут интенсивно до 10 лет.

2. Между шириной годичного кольца дуба скального и количеством выпадающих за год осадков обнаружена некоторая зависимость. В некоторые годы наблюдаются отклонения. При сглаживании ширины годичных колец по 11-летним скользящим средним выявлен период максимальных величин, что совпадает с наиболее влажным периодом (1943—1952). У деревьев второго яруса такой зависимости нет.

3. В годы объедания листьев насекомыми ширина годичных колец деревьев уже среднеарифметических показателей.

4. Дендроклиматический метод дает возможность выявить отрицательное влияние климатических (осадки) и биологических (листогрызущие вредители) факторов на рост деревьев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Битвинкас Т. Т. Дендроклиматические исследования. Л., Гидрометеонздат, 1974.
2. Витко К. Р. Экология скумпиевой дубравы в Молдавии. Кишинев, «Штиинца», 1972.
3. Гейдман Т. С., Остапенко Б. Ф. Типы леса и лесные ассоциации Молдавской ССР. Кишинев, «Карта Молдовеняскэ», 1964.
4. Захаров В. К. Лесная таксация. М., «Лесная промышленность», 1967.
5. Иванов Г. С. Исследования состояния и роста лесных культур.— В сб.: Гербовецкий лес, вып. IV. Кишинев, «Карта Молдовеняскэ», 1970, с. 85—129.
6. Карпенко Г. Ф.— Сб. работ по лесному хозяйству Молдавии, вып. II. Кишинев, «Карта Молдовеняскэ», 1965, с. 17—31.
7. Куртока В. А. Надземная фитомасса подлеска и подрост в свежей липово-ясенево и сухой скумпиевой дубравах.— В сб.: Биологическая продуктивность и экология лесов Кодр. Кишинев, РИО АН МССР, 1970, с. 30—62.
8. Куртока В. А.— Изв. АН МССР, Сер. биол. и хим. наук, 1971, № 5, с. 3—11.
9. Молчанов А. А., Смирнов В. В. Методика изучения прироста древесных пород. М., «Наука», 1967.
10. Молчанов А. А. Дендроклиматические основы прогнозов погоды. М., «Наука», 1976.
11. Постолаке Г. Г. Лесная подстилка в круговороте веществ. Кишинев, «Штиинца», 1976.
12. Сергеев П. Н. Лесная таксация. М.—Л., 1953.
13. Fritts H. C.— Science, 1966, 154, 3752, p. 973—979.

Поступила 1.VI 1979

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

В. Г. КЛИМЕНКО, Т. С. ЧАПКА

БЕЛКИ АЛЕЙРОНОВЫХ ЗЕРЕН СЕМЯН ФАСОЛИ

Установлено, что основное количество запасных белков семян сосредоточено в алейроновых зернах, в зависимости от природы растений, обладающих сложной или простой структурой [1, 3, 7, 9]. Строение алейроновых зерен бобовых растений просто. Возникает вопрос о том, все ли белковые компоненты суммарных белков семян находятся в алейроновых зернах или часть их сосредоточена в других субклеточных образованиях? Например, при исследовании фракционного состава белков семян нута оказалось, что кривая растворимости белковых фракций из алейроновых зерен представлена четырьмя-пятью фракциями, тогда как кривая растворимости суммарного белкового экстракта муки семян нута состояла, по меньшей мере, из шести фракций [1]. При этом отмечалось различие в количественных соотношениях белков отдельных фракций. Были получены некоторые данные по алейроновым зернам семян и других видов, относящихся к трибе викковых [7, 3]. К сожалению, не изучены соотношения белков, нуклеиновых кислот (НК) и углеводов отдельных хроматографических фракций.

В настоящей работе представлены аналитические данные по суммарным: белковым экстрактам, альбуминам и глобулинам муки и алейроновых зерен семян фасоли (*Phaseolus vulgaris*), относящейся к трибе фасоловых.

Материалы и методы

Для исследования белков алейроновых зерен были взяты семена фасоли сорта Молдавская белая улучшенная урожая 1975 г. Количественное извлечение суммарных солерастворимых белков, суммарных альбуминов проводили как описано ранее [6]. Для выделения очищенных алейроновых зерен навеску муки суспендировали четыреххлористым углеродом (CCl₄) в соотношении 1:10. После тщательного перемешивания суспензию переносили в делительную воронку и отстаивали 10 раз по одной минуте. При этом нижний слой раствора собирали, а верхний отбрасывали. Нижний слой, освобожденный от обломков клеточных стенок и сосудистых тканей, переносили в делительную воронку и оставляли на 12 часов. За это время алейроновые зерна перемещались в верхний слой. Нижний слой удаляли, а верхний смешивали с раствором CCl₄ (1:5) и отстаивали в делительной воронке 10 раз по одной минуте. Верхние слои отбрасывали, а нижний слой с алейроновыми зернами отстаивали 12 часов с CCl₄. Нижний слой отбрасывали, а верхний слой с алейроновыми зернами, крахма-

лом и, возможно, другими примесями центрифугировали в смеси CCl_4 и гексана $\rho = 1,41$ при 5000 об/мин в течение 15 минут. В верхнем слое центрифугата в виде пленки локализовались алейроновые зерна, в среднем — часть алейроновых зерен, их обломки и некоторая часть крахмальных зерен, в осадке находился крахмал. Из среднего слоя центрифугата после дополнительной обработки можно получить часть чистых алейроновых зерен. Верхний слой центрифугата собирали и настаивали 14 часов в CCl_4 . За это время алейроновые зерна, освобожденные от крахмала и других примесей, перемещались в верхний слой. Собранные чистые зерна хранились на холоду в специальных бюксах.

Белки суммарных солерастворимых экстрактов муки и алейроновых зерен семян фасоли, выделенные из них суммарные альбумины и глобулины исследовали методами градиентной экстракции на колонке, хроматографией на ДЭАЭ-целлюлозе (ДЭАЭ-Ц) [2], гидроксилапатите (ГА) [10] и гельфильтрацией на сефадексах Г-200 и Г-75 [5]. Белки кривых растворимости и хроматографических фракций исследовали электрофорезом в ПАГ [4], определяли количественное содержание белков, НК и углеводов [8, 11, 12], а также отношение экстинкций E_{260}/E_{280} .

Результаты и их обсуждение

При электрофорезе суммарных белковых экстрактов, суммарных альбуминов и суммарных глобулинов муки и алейроновых зерен семян фасоли не обнаружено существенных различий как по количеству компонентов, так и по их подвижности между суммарными белками муки и алейроновых зерен (рис. 1). Не обнаружено достаточно выраженных различий и между суммарными белковыми экстрактами и суммарными глобулинами. Следовательно, суммарный белковый экстракт представлен в основном глобулинами, сопровождаемыми незначительными количествами альбуминов, наличие которых на электрофореграммах выявить не удастся.

Интересные данные получены по электрофоретическому поведению суммарных альбуминов муки и алейроновых зерен семян фасоли. По количеству электрофоретических компонентов между альбуминами муки и алейроновых зерен различий нет, но содержание некоторых компонентов неодинаково. Так, в альбуминах муки в отличие от алейроновых зерен обнаружен второй количественно основной компонент, обладающий ограниченной электрофоретической подвижностью, обусловленной, по всей вероятности, его более высоким по сравнению с другими компонентами молекулярным весом.

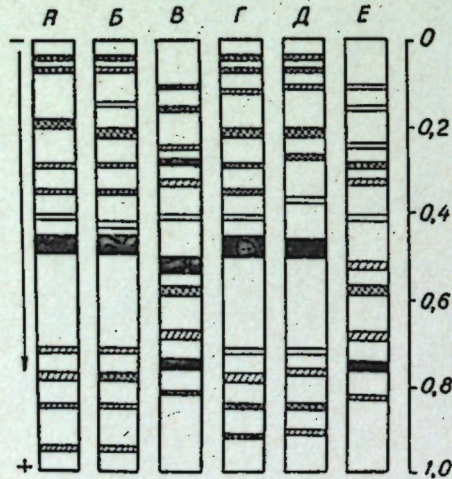


Рис. 1. Электрофореграммы белков суммарных солевых экстрактов и алейроновых зерен муки семян фасоли:

А — суммарный солевой белковый экстракт семян фасоли; Б — суммарный глобулин муки семян фасоли; В — суммарный альбумин муки семян фасоли; Г — суммарный солевой белковый экстракт алейроновых зерен; Д — суммарный глобулин алейроновых зерен; Е — суммарный альбумин алейроновых зерен

Суммарные белки муки и алейроновых зерен

Градиентная экстракция на колонке. Суммарный белок муки семян фасоли разделился на шесть фракций, а алейроновых зерен — только на четыре фракции. В алейроновых зернах не выявлены фракции 18 и 50. Остальные фракции являются общими для белков муки и алейроновых зерен (рис. 2, а; 4, а). При электрофорезе белков фракции 82 муки и алейроновых зерен обнаружены различия по количеству электрофоретических компонентов. Эта фракция алейроновых зерен оказалась менее гетерогенной по сравнению с фракцией, выделенной из муки семян фасоли. Аналогичные данные получены и по фракциям 60 и 64. Фракция 40 белкового экстракта муки и фракция 41 алейроновых зерен представлены одинаковым количеством электрофоретических компонентов, различающихся по подвижности (рис. 3, А; 5, А).

Хроматография на ДЭАЭ-целлюлозе. Суммарные белки муки и алейроновых зерен разделились на одинаковое количество фракций, элюирующихся как исходным буфером, так и после наложения градиента (рис. 2, б; 4, б). При этом количественно основными хроматографическими фракциями, судя по E_{278} , оказались первые фракции, элюирующиеся исходным буфером, и фракции 27. Во фракциях 27 сосредоточены вицилиноподобные глобулины, являющиеся количественно основными запасными белками семян. Фракции 0,68 не будем принимать во внимание, так как в них содержатся только нуклеиновые кислоты.

По электрофоретическому поведению первых фракций, элюирующихся исходным буфером, между белками муки и алейроновых зерен качественных и количественных различий не обнаружено, кроме того, эти белки представлены второстепенными компонентами. Также вто-

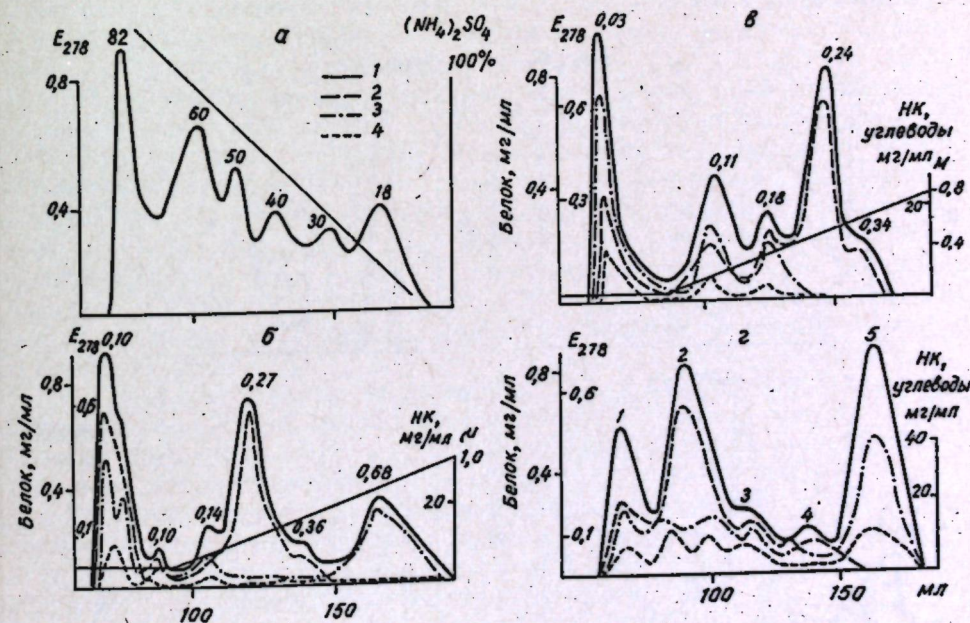


Рис. 2. Разделение на фракции суммарного солерастворимого белкового экстракта семян фасоли:

а — градиентная экстракция на колонке; б — хроматография на ДЭАЭ-целлюлозе, исходный буфер $\mu 0,10$, pH 7,89; в — хроматография на гидроксилапатите, исходный буфер 0,03 M, pH 7,60; г — гельфильтрация на сефадексе Г-200; 1 — экстинкция при 278 nm; 2 — содержание белка; 3 — содержание нуклеиновых кислот; 4 — содержание углеводов

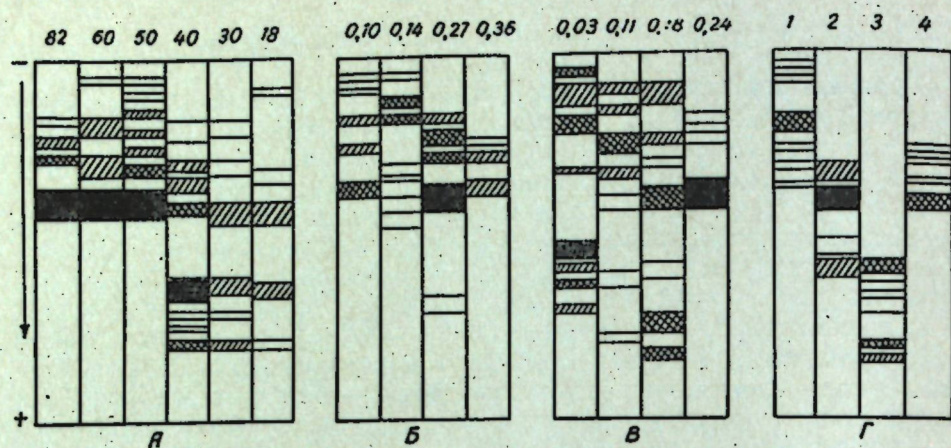


Рис. 3. Электрофореграммы белков хроматографических фракций суммарных белковых экстрактов муки семян фасоли, элюирующихся при различных концентрациях сульфата аммония (А), ионных силах буфера (Б), концентрациях буфера (В) и гелилтрацией на сефадексе Г-200 (Г)

Над электрофореграммами обозначены концентрации СА, ионные силы, концентрации буферов и последовательность фракций, которые элюируются с Г-200

ростепенными компонентами представлены белки муки и алейроновых зерен фракций 0,14. Основное количество белков сосредоточено во фракциях 0,27. Однако по количеству электрофоретических компонентов и их подвижности между белками муки и алейроновых зерен различий не обнаружено. Белки фракций 0,36 представлены минимальным количеством электрофоретических компонентов. Следовательно, по электрофоретическому поведению белков хроматографических фракций муки и алейроновых зерен семян фасоли различий не обнаружено (рис. 3, Б; 5, Б).

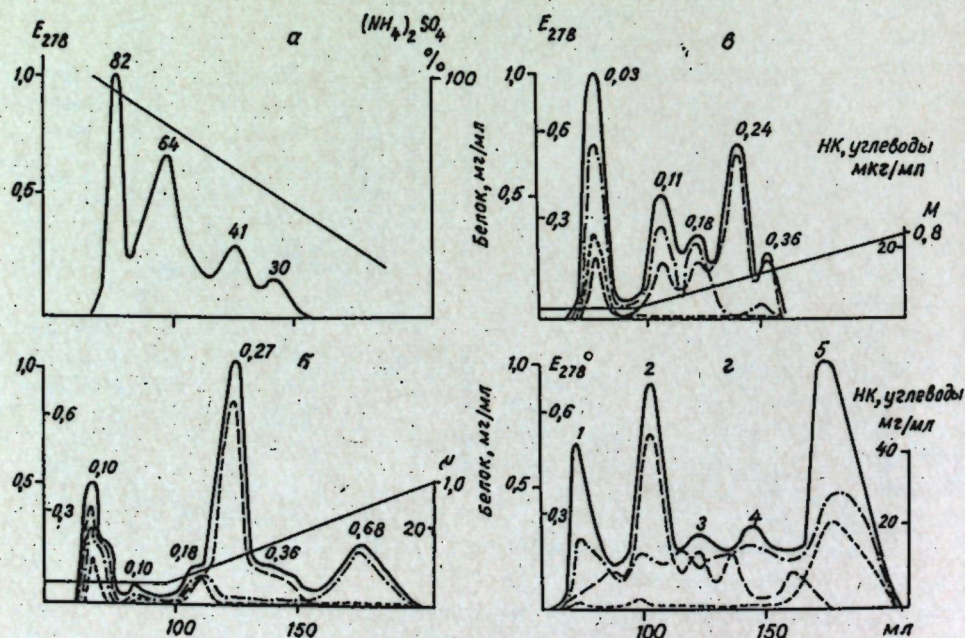


Рис. 4. Разделение на хроматографические фракции суммарного солерастворимого белкового экстракта алейроновых зерен семян фасоли

Обозначения, как на рис. 2

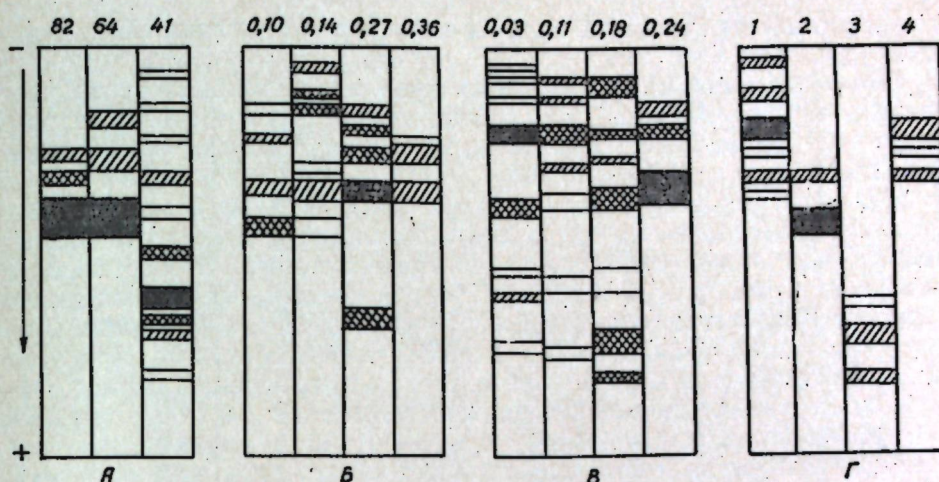


Рис. 5. Электрофореграммы белков хроматографических фракций суммарных солевых экстрактов алейроновых зерен семян фасоли

Обозначения, как на рис. 3

Заслуживающие внимания данные получены по количественному определению белков, НК и углеводов по хроматографическим фракциям белков муки и алейроновых зерен. Так, значительные количества НК и углеводов муки и алейроновых зерен содержатся в первых фракциях, элюирующихся исходным буфером. В остальных фракциях, также элюирующихся исходным буфером, и в первых фракциях, элюирующихся после наложения градиента, обнаружено незначительное количество этих веществ. Во фракции 0,27 практически отсутствуют НК и углеводы. В этой фракции находятся запасные белки, сопровождаемые, как правило, минимальными количествами небелковых веществ. Во фракциях 0,68 отсутствуют не только белки, но и углеводы, так как в ней сосредоточены только НК.

Хроматография на гидроксилатапите. Белки муки и алейроновых зерен разделились на пять фракций, количественно основными, судя по E_{278} , оказались фракции, элюирующиеся исходным буфером, и фракции 0,24. В последних сосредоточены запасные глобулины как муки, так и алейроновых зерен, тогда как во фракциях, элюирующихся исходным буфером и при минимальных концентрациях буфера, сосредоточены второстепенные белковые компоненты, не входящие в состав запасных белков. Однако во фракциях, элюирующихся исходным буфером, кроме второстепенных компонентов выявлена часть и основных белков (рис. 2, в; 4, в).

При электрофорезе белков фракций, элюирующихся исходным буфером, обнаружено восемь компонентов. Различия между белками муки и алейроновых зерен можно установить только по подвижности количественно основного компонента. Аналогичные данные получены и по белкам остальных хроматографических фракций. Можно только заметить, что запасные белки муки и алейроновых зерен сосредоточены во фракциях 0,24 и они сопровождаются незначительными количествами второстепенных белковых компонентов. Белки этих фракций содержат минимальное количество НК и углеводов (рис. 3, В; 5, В).

В хроматографических фракциях, элюирующихся исходным буфером из муки и алейроновых зерен, сосредоточено основное количество НК и углеводов, сопровождающих основные и второстепенные белковые компоненты. По мере увеличения концентрации буфера происхо-

дит нарастание во фракциях белка и снижение содержания НК и углеводов (рис. 2, в; 4, в).

Гельфильтрация на Г-200. Белки муки и алейроновых зерен разделились на пять фракций, из которых первые четыре содержат различное количество белка, а в пятых фракциях белки не обнаружены (рис. 2, г; 4, г).

При электрофорезе белков первых фракций муки и алейроновых зерен они разделились на шесть компонентов, но в муке в отличие от алейроновых зерен обнаружены преимущественно второстепенные компоненты (рис. 3, Г; 5, Г). Белок второй фракции муки разделился на четыре компонента, а белки алейроновых зерен только на два компонента, из которых один является количественно основным. При этом основные компоненты белков муки и алейроновых зерен обладают одинаковой электрофоретической подвижностью. Белки 3-й и 4-й фракций представлены второстепенными компонентами и по их количеству между белками муки и алейроновых зерен обнаружены некоторые различия (рис. 3, Г; 5, Г).

Из определения содержания белка, НК и углеводов фракций кривых элюирования видно, что основное количество белка в муке и алейроновых зернах сосредоточено во фракциях 2, во фракциях 5 он отсутствует полностью, но в них выявлены небелковые вещества. Таким образом, небелковые вещества элюируются во всех фракциях кривой элюирования, чего нельзя сказать о белке (рис. 2, Г; 4, Г).

Суммарные альбумины

Градиентная экстракция на колонке. Суммарные альбумины муки и алейроновых зерен разделились на три фракции, элюирующиеся при одинаковых концентрациях сульфата аммония. Кривые раствори-

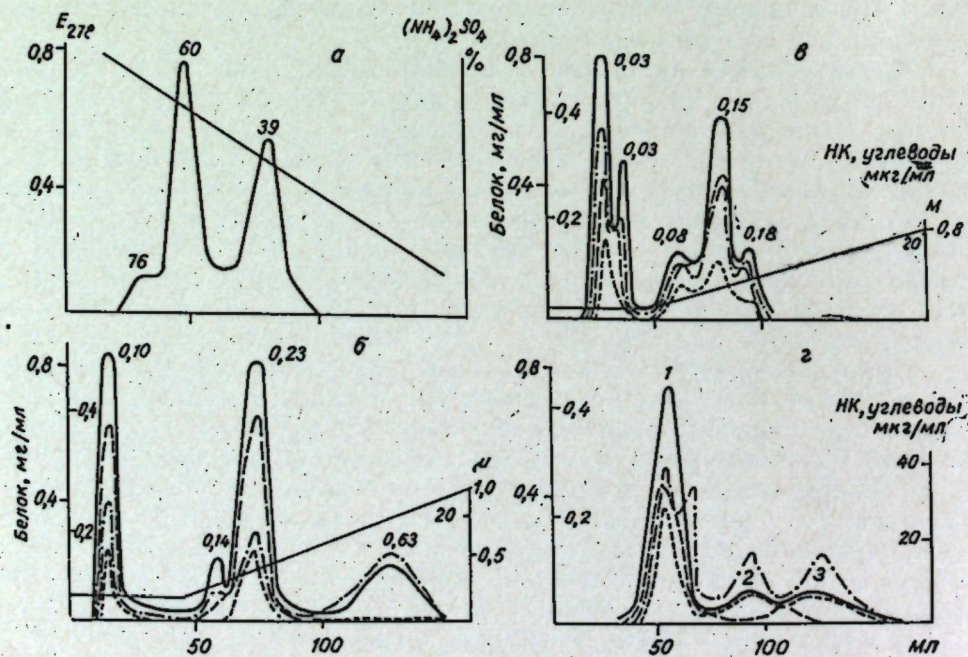


Рис. 6. Разделение на chromatографические фракции суммарного альбумина, выделенного из муки семян. Обозначения, как на рис. 2

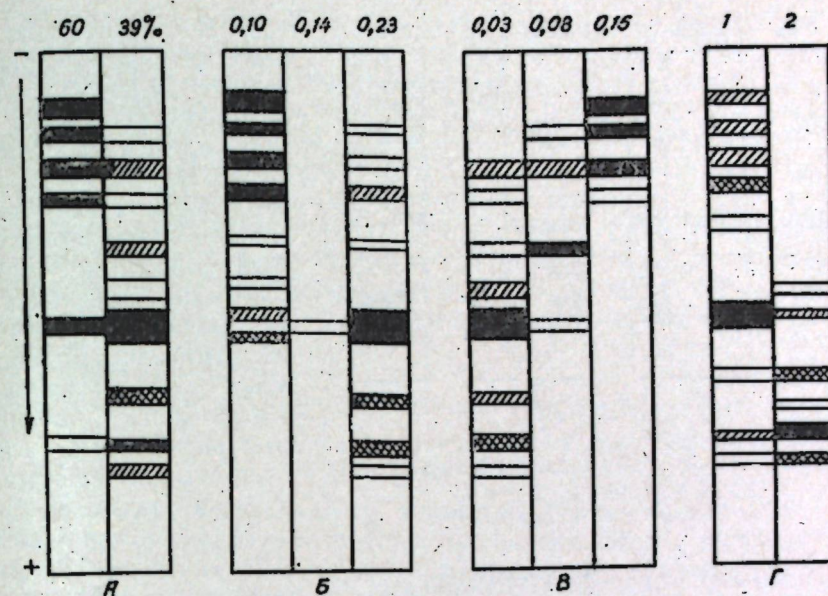


Рис. 7. Электрофореграммы белков chromatографических фракций суммарных альбуминов, выделенных из муки семян. Обозначения, как на рис. 3

мости альбуминов муки отличаются от алейроновых зерен по соотношению отдельных пиков (рис. 6, а; 8, а). Белки фракции 60 муки при электрофорезе в ПАГ разделились на шесть компонентов, из которых только один второстепенный, тогда как все шесть компонентов белков той же фракции алейроновых зерен содержат меньшее количество белка. Альбумины фракции 39 муки разделились на девять компонен-

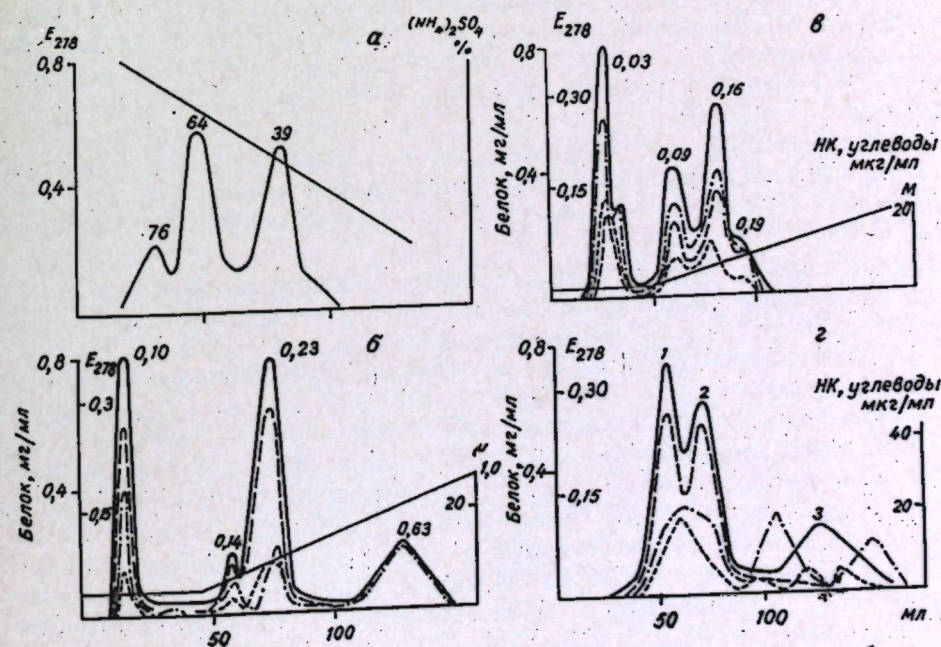


Рис. 8. Разделение на chromatографические фракции суммарных альбуминов, выделенных из алейроновых зерен. Обозначения, как на рис. 2

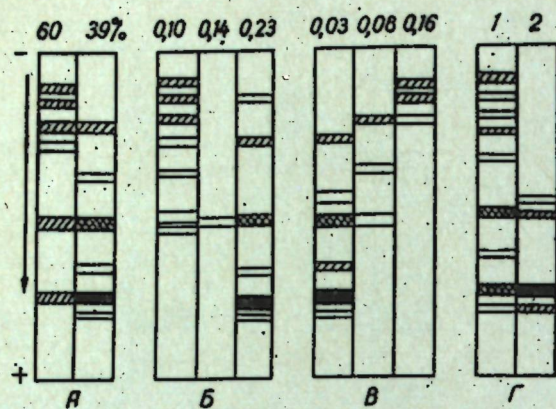


Рис. 9. Электрофореграммы белков хроматографических фракций суммарного альбумина, выделенного из алейроновых зерен
Обозначения, как на рис. 3

Хроматография на ДЭАЭ-целлюлозе. Суммарные альбумины на этом носителе разделились на четыре фракции, из которых количественно доминирующими оказались фракции, элюирующиеся исходным буфером, и 0,23. Во фракции 0,14 количество белка минимально, а во фракциях 0,63 белки отсутствуют. Следовательно, альбумины муки и алейроновых зерен представлены двумя белковыми фракциями 0,10 и 0,23 (рис. 6, б; 8, б). Белки фракций 0,10 оказались неоднородными и состояли по меньшей мере из восьми электрофоретических компонентов. Различаются альбумины муки и алейроновых зерен тем, что последние представлены второстепенными компонентами, а альбумины муки содержат и основные компоненты. Причины такого рода разделения альбуминов фракций приведены выше. Белки фракций 0,14 содержат по одному второстепенному компоненту. Белки фракции 0,23 муки разделились на восемь, а алейроновых зерен — на шесть электрофоретических компонентов, из которых выявлено по одному основному (рис. 7, Б; 9, Б).

Белки фракций 0,10 сопровождаются небелковыми веществами, а во фракции 0,23 количественно доминирующими оказались белки, хотя им также сопутствуют незначительные количества НК и углеводов (рис. 6, б; 8, б).

Хроматография на гидроксилпатите. Суммарные альбумины муки и алейроновых зерен разделились на пять хроматографических фракций, из которых по две элюируются исходным буфером. Количественно доминирующими оказались фракции, элюирующиеся исходным буфером и фракции 0,15—0,16 (рис. 6, в; 8, в). Белки 1-й фракции 0,03 муки разделились на восемь электрофоретических компонентов, среди которых один основной, а белки этой же фракции алейроновых зерен разделились только на шесть компонентов, среди которых выявлен также один основной. Белки фракции 0,08 муки разделились на четыре компонента, а алейроновых зерен — на три. Белок фракции 0,15 муки представлен тремя основными и одним второстепенным компонентами, а фракции 0,16 алейроновых зерен — тремя и только второстепенными (рис. 7, В; 9, В).

Белки, НК и углеводы обнаружены во всех хроматографических фракциях альбуминов муки и алейроновых зерен (рис. 6, в; 8, в).

тов, а алейроновых зерен той же фракции только на шесть, среди которых лишь один оказался основным (рис. 7, А; 9, А). Это можно объяснить тем, что в алейроновых зернах находятся запасные белки — глобулины, сопровождаемые минимальными количествами альбуминов, а в муке кроме запасных белков альбуминов значительно больше. Кроме алейроновых зерен альбумины, вероятно, находятся и в других субклеточных образованиях.

Гельфильтрация на Г-75. Альбумины муки и алейроновых зерен на этом носителе разделились на три фракции, из которых количественно доминирующими оказались первые фракции (рис. 6, г; 8, г). В первых двух фракциях элюируются белки, сопровождаемые небелковыми веществами — НК и углеводами. В третьих фракциях белков нет, но выявлены НК и углеводы.

При электрофорезе альбумины первых фракций разделились на девять компонентов, из которых в альбуминах муки обнаружен один основной, тогда как в альбуминах алейроновых зерен выявлены только второстепенные электрофоретические компоненты. Белки фракции 2 альбуминов муки разделились на шесть компонентов, а алейроновых зерен на четыре (рис. 7, Г; 9, Г).

На основании приведенных данных показано, что суммарные альбумины алейроновых зерен составляют часть альбуминов муки.

Суммарные глобулины

Градиентная экстракция на колонке. Суммарные глобулины разделились на три фракции, элюирующиеся при 82, 64, 41% насыщения сульфатом аммония. В отличие от суммарного белкового экстракта в нем отсутствуют фракции 50, 30 и 18 (рис. 2, а), так как при низких концентрациях сульфата аммония элюируются альбумины и второстепенные глобулиновые компоненты. Белки фракции 82 представлены одним основным и двумя второстепенными электрофоретическими компонентами, а белки фракции 64 разделились на один основной и три второстепенных компонента. Наиболее гетерогенной оказалась фракция 41, белки которой разделились на девять компонентов, некоторые из них представлены следовыми количествами (рис. 11, А). При этом основной компонент обладает сравнительно большой подвижностью.

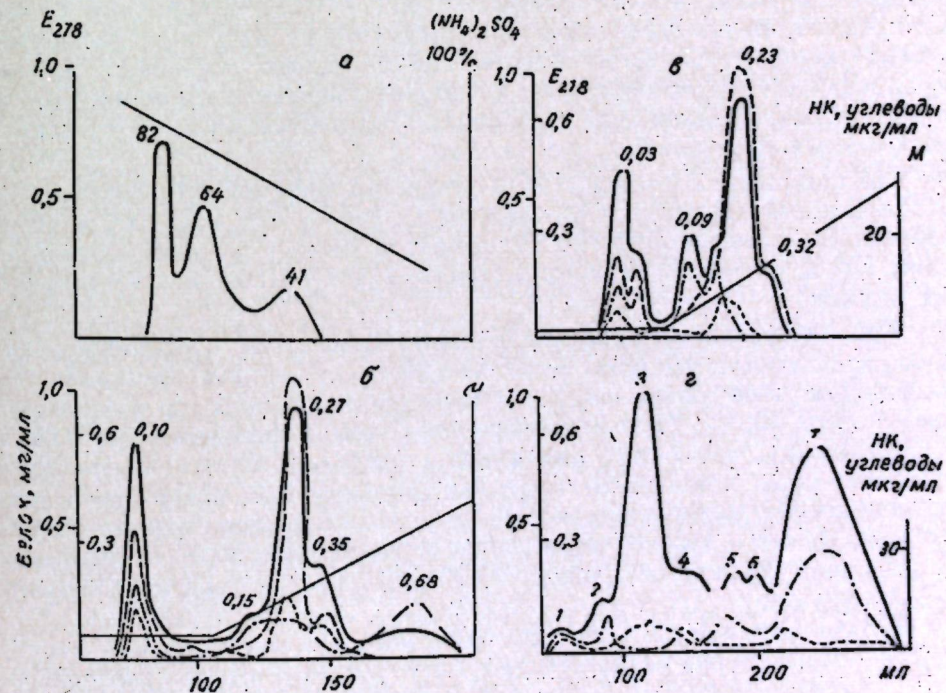


Рис. 10. Разделение на хроматографические фракции суммарных глобулинов, выделенных из алейроновых зерен
Обозначения, как на рис. 2

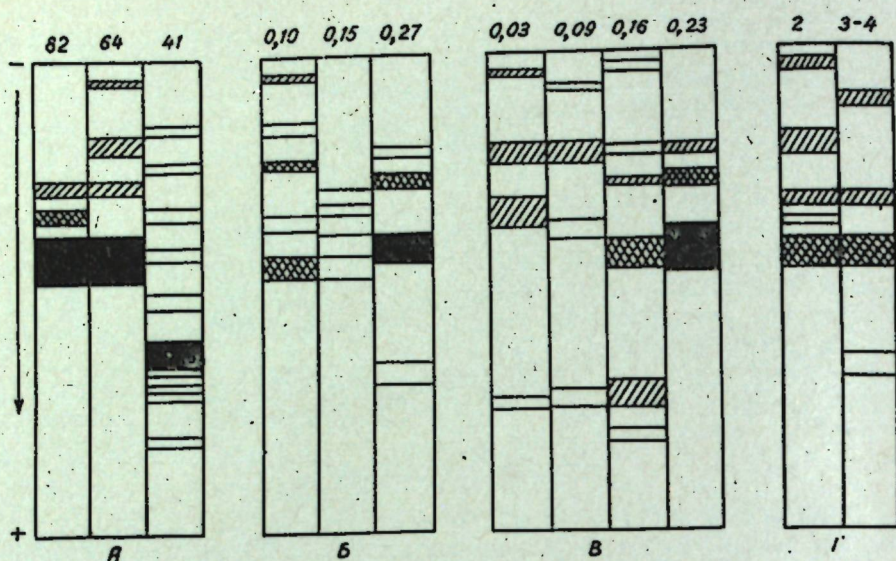


Рис. 11. Электрофореграммы белков хроматографических фракций суммарных глобулинов, выделенных из алейроновых зерен
Обозначения, как на рис. 3

Глобулины по электрофоретическому поведению напоминают белки суммарного солевого экстракта.

Хроматография на ДЭАЭ-целлюлозе. Суммарные глобулины разделились на пять фракций, из которых количественно основными оказались фракции 0,10 и 0,27. Во фракции 0,10 находятся второстепенные, обладающие сравнительно низким молекулярным весом белковые компоненты, тогда как во фракциях 0,27 и 0,35 — запасные белки (рис. 10, б). Белки фракции 0,10 разделились на пять электрофоретических компонентов, среди которых не оказалось основных. Белки фракции 0,15 представлены двумя второстепенными компонентами и только белки фракции 0,27 состояли из одного основного и трех второстепенных компонентов (рис. 11, Б).

По содержанию белков, НК и углеводов фракция 0,10 носит сугубо смешанный характер, в которой белки сопровождаются НК и углеводами. Во фракции 0,27 и 0,35 находятся белки с малыми количествами НК и углеводов, а во фракции 0,68 нет белков, но содержание НК велико.

Хроматография на гидроксилпатите. Суммарные глобулины разделились, как и суммарный белковый экстракт, на пять фракций, две из которых элюируются исходным буфером и низкими его концентрациями (рис. 10, б). При электрофорезе белков фракций 0,03; 0,09 и 0,16 оказалось, что в них находятся в ничтожно малых количествах второстепенные компоненты и только фракция 0,23 содержит основной компонент, сопровождаемый двумя второстепенными компонентами (рис. 11, В). Это подтверждается и количественным содержанием белка в этой фракции. Фракции 0,32 и 0,23 практически не содержат НК и углеводов.

Гельфильтрация на Г-200. На этом носителе глобулин, как и суммарный белок муки, разделился на пять фракций, из которых только во 2, 3 и 4-й обнаружен белок, а в 5-й фракции обнаружены только небелковые вещества (рис. 10, г). Белки фракции 2 разделились на пять электрофоретических компонентов, один из которых можно отне-

Отношение экстинкций E_{260}/E_{278} фракций суммарных солерастворимых белков муки и алейроновых зерен семян фасоли, элюирующихся при градиентной экстракции на колонке, хроматографии на ДЭАЭ-целлюлозе, гидроксилпатите и гельфильтрации на сефадексе Г-200

Градиентная экстракция на колонке	ДЭАЭ-Ц		ГА		Сефадекс Г-200	
	фракция	$\frac{E_{260}}{E_{278}}$	фракция	$\frac{E_{260}}{E_{278}}$	фракция	$\frac{E_{260}}{E_{278}}$

Суммарные солерастворимые белки муки семян фасоли

82	0,59	0,10	0,97	0,03	1,20	1	1,00
60	0,75	0,10	1,20	0,11	1,13	2	0,77
50	0,86	0,14	1,13	0,18	0,83	3	0,85
40	0,88	0,27	0,68	0,27	0,64	4	1,20
30	1,00	0,36	0,83	0,36	0,72	5	1,20
18	1,20	0,68	1,40	—	—	—	—

Суммарные солерастворимые белки алейроновых зерен семян фасоли

82	0,59	0,10	0,89	0,03	1,10	1	1,00
64	0,60	0,10	1,10	0,11	1,04	2	0,62
41	0,75	0,16	1,10	0,18	0,74	3	0,70
—	—	0,27	0,68	0,27	0,64	4	1,20
—	—	0,36	0,84	0,36	0,63	5	1,00
—	—	0,68	1,40	—	—	—	—

сти к основному. Белки объединенных 3-й и 4-й фракций также оказались неоднородными и состояли из четырех компонентов (рис. 11, Г).

Большинство фракций, элюирующихся при различных концентрациях СА, ионных силах и концентрациях буфера, а также при гельфильтрации на Г-200 носят смешанный характер при разделении суммарных белковых экстрактов, суммарных альбуминов и суммарных глобулинов муки и алейроновых зерен семян фасоли. Обнаруженный смешанный характер хроматографических фракций подтверждается не столько прямым определением содержания белков, НК и углеводов, но и отношениями экстинкций E_{260}/E_{278} хроматографических фракций (см. таблицу).

На основании полученных аналитических данных можно заключить, что в алейроновых зернах кроме запасных белков обнаружен гетерогенный набор прочих глобулинов, альбуминов, НК и углеводов. Суммарные глобулины, как и суммарные белки алейроновых зерен, сопровождаются минимальными количествами НК и углеводов. Белки алейроновых зерен менее гетерогенны по сравнению с суммарными солерастворимыми белками муки семян фасоли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева М. В. Белки алейроновых зерен семян некоторых бобовых и тыквенных. — В кн.: Растительные белки и их биосинтез. М., 1975.
2. Вайнтрауб И. А., Шугов А. Д. Хроматография белков семян вики на ДЭАЭ-целлюлозе. — Биохимия, 1964, 29, с. 863.
3. Гумилевская Н. А. Синтез белка в прорастающих и созревающих семенах. — В кн.: Растительные белки и их биосинтез. М., 1975.
4. Григорча П. Д. Прибор для диск-электрофореза белков в блоке. — Изв. АН МССР, Сер. биол. и хим. наук, 1976, № 4, с. 90.
5. Ибрагимов Т. Т., Алиев Д. А., Клименко В. Г. Разделение суммарных белковых комплексов семян некоторых бобовых, выращенных в различных экологических условиях, гельфильтрацией на сефадексе Г-200. — ДАН АзССР, 1977, № 6, с. 586.

6. Муравицкая Т. С., Станков Ф. С., Клименко В. Г. Влияние удобрений, сроков посева и уборки на хромато-электрофоретическое поведение белковых комплексов семян фасоли. — Изв. АН МССР, Сер. биол. и хим. наук, 1976, № 6, с. 31.
7. Соболев А. М., Суворов В. И. О некоторых особенностях белков алейроновых зерен. — В кн.: Растительные белки и их биосинтез. М., 1975.
8. Спириг А. С. Спектрофотометрическое определение суммарного количества нуклеиновых кислот. — Биохимия, 1958, 23, с. 265.
9. Прокофьев А. А. Формирование семян как органов запаса. Тимирязевские чтения. XXVII. М., «Наука», 1968.
10. Шутов А. Д., Вайнтрауб И. А. Хроматографическое выделение и некоторые свойства леумина и вицилина вики. — Биохимия, 1965, 31, с. 726.
11. Dubois M., Gilles K., Hamilton J. a. o. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. — Analyt. Chem., 1956, 28, p. 350.
12. Lowry F., Koschronph N., Farry A., Rondall R. Protein measurement with the Folin-phenol reagent. — J. Biol. Chem., 1951, 193, p. 265.

Поступила 5.VII 1978

С. В. ДЮКЯНДЖИЕВ,
О. В. САЯНОВА, И. А. ВАЙНТРАУБ, А. Д. ШУТОВ

РАСПАД ЗАПАСНЫХ БЕЛКОВ И ПРОТЕОЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ В ПРОРАСТАЮЩИХ СЕМЕНАХ ФАСОЛИ

Для прорастающих семян фасоли показано уменьшение содержания белкового и рост небелкового азота [12, 13]. Однако данные этих же авторов об изменении протеолитической активности при прорастании противоречивы.

В настоящей работе исследована протеолитическая активность в семенах фасоли и ее динамика при прорастании с применением классического белкового субстрата казеина, а также собственных запасных белков фасоли, выделенных как из покоящихся, так и из прорастающих семян.

Материалы и методы

Исследовали семена фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.). Семена стерилизовали обработкой этанолом или 10% H_2O_2 , замачивали и выращивали в темноте на фильтровальной бумаге, смоченной дистиллированной водой. Общий и небелковый (растворимый в 5% ТХУ) азот определяли по Кьельдалю, белковый азот — по их разности.

Ферментный раствор получали, как описано ранее [4], а в некоторых случаях — экстракцией растертых семядолей 0,5% раствором NaCl.

В качестве субстратов применяли казеин и 7S белок, основной запасной белок семян фасоли. Последний получали из покоящихся или прорастающих семян экстракцией раствором $(NH_4)_2SO_4$ 75% насыщения [1]. Протеолитическую активность по казеину определяли при pH 5,6 (два часа инкубации при 50°) по методу Кунитца, а по эндогенному субстрату — при pH 5,2 (два часа инкубации при 40°) по приросту аминокислотного азота в неосаждаемой ТХУ фракции. Аминокислотный азот определяли при помощи 2,4,6-тринитробензолсульфокислоты [10].

Изменение электрофоретической подвижности (ΔU) 7S белка определяли, как описано ранее [3]. Седиментационные исследования проводили в ультрацентрифуге MOM Г-120 (Венгрия).

Результаты и их обсуждение

Кривые изменения общего, белкового и небелкового азота в семенах (рис. 1) показывают, что снижение содержания общего азота происходит за счет белкового, тогда как количество небелкового азота мало изменяется при прорастании.

При использовании казеина в качестве субстрата на кривой протеолитической активности — pH как в покоящихся, так и в прорастающих семенах наблюдаются два максимума: основной при pH 5,6 и меньший при pH 6,8 (рис. 2). По-видимому, это указывает на наличие, по крайней мере, двух белогидролизующих систем. Другими авторами был обнаружен только один оптимум pH [12]. Однако в семенах гороха найдено два оптимума активности при pH 5,5 и 7,0 [8, 9], а в семенах вики — четыре [2]. При прорастании казеиназная активность при pH 5,6 практически не изменяется (рис. 3).

Применение в качестве субстрата 7S белка, выделенного из покоящихся семян, показало, что в области pH 3,8—7,1 он не гидролизуете протеазами покоящихся семян. Наблюдаемые отклонения от нуля находятся в пределах ошибки определения. В то же время белок прорастающих семян интенсивно гидролизуете этими ферментами при оптимальном pH 5,2 (рис. 4).

Гидролизуемость наблюдается уже у 7S белка, выделенного из семян на 3-й день прорастания, и возрастает до 5-го дня (рис. 5). Скорость гидролиза 7S белка, выделенного из семян на более поздних стадиях прорастания, несколько снижается.

Таким образом, при прорастании происходит модификация 7S белка, в результате которой он становится доступным действию про-

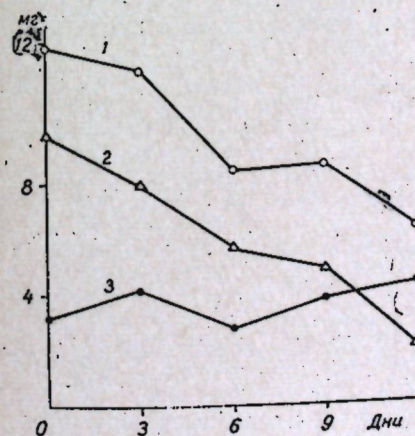


Рис. 1. Изменение общего (1), белкового (2) и небелкового (3) азота при прорастании (в расчете на 1 семя)

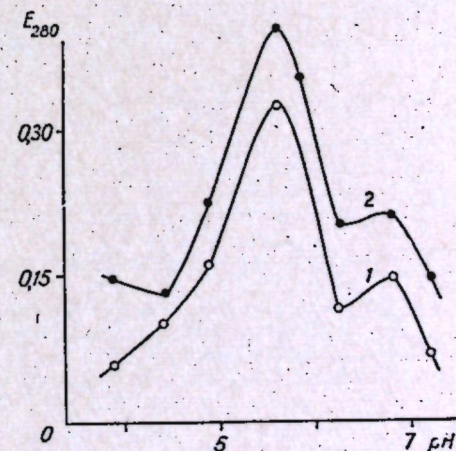


Рис. 2. Активность протеолитических ферментов покоящихся (1) и прорастающих (2) семян в зависимости от pH (субстрат — казеин)

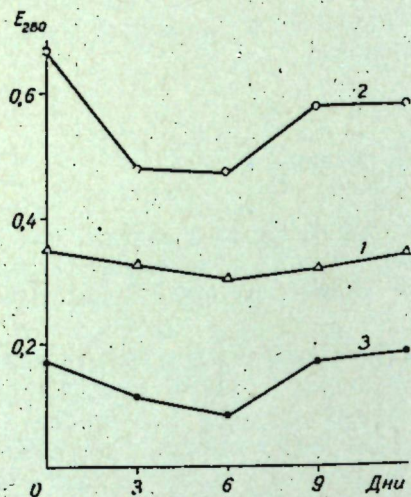


Рис. 3. Изменение протеолитической активности при прорастании семян (в расчете на 1 семя): экстракты без добавления эффекторов (1); в присутствии цистеина (2) и *p*-хлормеркурибензоата (3)

мыми [4]. В связи с этим, хотя гидролиз 7S белка протеазами прорастающих семян не вызывает сомнений, наличие двух оптимумов pH и их значения ненадежны.

Таким образом, протеазы семян фасоли обладают определенной специфичностью по отношению к различным белковым субстратам. Протеазы покоящихся семян гидролизуют казеин и 7S белок из прорастающих семян, но не действуют на 7S белок покоящихся семян. При прорастании появляется протеаза (протеазы), гидролизующая последний.

Протеолитическая активность как в покоящихся, так и в прорастающих семенах значительно возрастает при добавлении цистеина и более чем наполовину ингибируется *p*-хлормеркурибензоатом (см. рис. 3). Следовательно, значительная часть протеаз семян фасоли от-

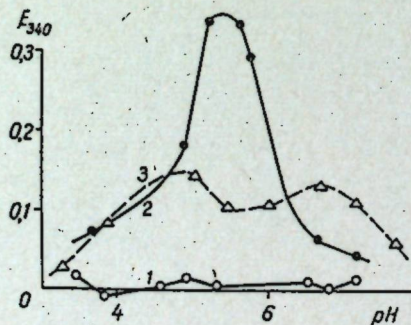


Рис. 4. Активность протеолитических ферментов покоящихся (1, 2) и прорастающих (3) семян в зависимости от pH (субстраты — 7S белок из покоящихся (1, 3) и прорастающих (2) семян; фосфатно-цитратные буферные растворы)

теаз, содержащихся в покоящихся семенах фасоли. Модификация сопровождается изменением электрофоретической подвижности 7S белка (см. рис. 5) и некоторым снижением его коэффициента седиментации (6,96S у 7S белка покоящихся семян и 6,13S с 3-го по 9-й день прорастания).

Протеолитическая активность по отношению к немодифицированному 7S белку покоящихся семян обнаруживается в прорастающих семенах в широком интервале pH от 4 до 7,5 (см. рис. 4). Необходимо отметить, что примененный в качестве ферментного препарата экстракт из прорастающих семян содержит значительные количества гидролизующихся балластных белков. Вследствие этого наблюдается высокий автолиз и результаты определения активности получают заниженными и плохо воспроизводи-

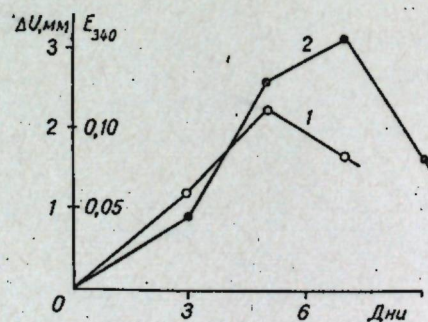


Рис. 5. Гидролизруемость протеазы покоящихся семян (1) 7S белка и его ΔU (2) в зависимости от времени прорастания

носятся к SH-ферментам. По-видимому, SH-ферментом является и протеаза, гидролизующая 7S белок покоящихся семян, поскольку она полностью адсорбируется на Hg-сефарозе (ртуть-органическое производное агарозы, специфически сорбирующее белки со свободными SH-группами). Сульфгидрильными являются также аналогичные ферменты в семенах вики [4], маша [7], кукурузы [6], гидролизующие запасные белки покоящихся семян.

Ранее нами был более подробно изучен распад запасных белков при прорастании семян вики [2—5, 10]. Полученные в настоящей работе результаты указывают на принципиальное сходство процессов, происходящих при распаде запасных белков в прорастающих семенах исследованных видов. В обоих случаях фермент, гидролизующий нативные запасные белки, обнаруживается лишь в прорастающих семенах, и наблюдается модификация запасных белков, делающая их доступными действию протеаз покоящихся семян. Все это дает основание предполагать, что гидролиз запасных белков семян фасоли и, вероятно, других видов бобовых протекает по тому же механизму, что и у семян вики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дюканджиев С. В. Сравнительное исследование белков семян некоторых сортов фасоли. Автореф. канд. дис. Кишинев, 1975.
2. Королева Т. Н., Алексеева М. В., Шутов А. Д., Вайнтрауб И. А. О локализации протеолитических ферментов в алейроновых зернах семян вики.— Физиол. раст., 1973, 20, с. 769.
3. Шутов А. Д. О модификации запасных белков при прорастании семян вики.— Изв. АН МССР, Сер. биол. и хим. наук, 1976, № 5, с. 20.
4. Шутов А. Д., Королева Т. Н., Нгуен Тхи Хонг Хань, Вайнтрауб И. А. Протеаза прорастающих семян вики, гидролизующая нативные запасные белки.— ДАН СССР, 1976, 231, с. 1010.
5. Шутов А. Д., Королева Т. Н., Вайнтрауб И. А. Об участии протеаз покоящихся семян вики в распаде запасных белков при прорастании.— Физиол. раст., 1978, 25, с. 735.
6. Abe M., Arai S., Fujimaki M. Purification and characterization of a protease occurring in endosperm of germinating corn.— Agric. Biol. Chem., 1977, 41, p. 893.
7. Baumgartner B., Chrispeels M. J. Purification and characterization of vicilin peptidohydrolase, the major endopeptidase in the cotyledons of mung-bean seedlings.— Europ. J. Biochem., 1977, 77, p. 223.
8. Beevers L. Protein degradation and proteolytic activity in the cotyledons of germinating pea seeds (*P. sativum*).— Phytochem., 1968, 7, p. 1857.
9. Guardiola J. L., Sutcliffe J. F. Control of protein hydrolysis in the cotyledons of germinating pea seeds (*P. sativum* L.).— Annals Botany, 1971, 35, p. 791.
10. Korolyova T. N., Shulov A. D., Vaintraub I. A. The action of the proteolytic enzymes of dry vetch seeds on their own reserve proteins.— Plant Sci. Letters, 1975, 4, p. 309.
11. Kunitz M. J. Crystalline soybean trypsin inhibitor. II, General properties.— J. Gen. Physiol., 1941, 30, p. 291.
12. Pusztai A., Duncan J. Changes in proteolytic enzyme activities and transformation of nitrogenous compounds in the germinating seeds of kidney bean (*Ph. vulgaris* L.).— Planta, 1971, 96, p. 317.
13. Yomo H., Varner J. E. Control of the formation of amylases and proteases in the cotyledons of germinating peas — Plant Physiol., 1973, 51, p. 708.

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

С. Х. ХАЙДАРЛИУ,
Л. М. МАМАЛЫГА, В. И. МАКОВЕЕВ

О ВЗАИМООТНОШЕНИЯХ МЕЖДУ ПЕРИНЕЙРОНАЛЬНЫМ ВНЕКЛЕТОЧНЫМ ПРОСТРАНСТВОМ И ЦИТОПЛАЗМОЙ НЕЙРОНОВ

Нервная ткань по сравнению с другими тканями организма обладает наиболее сложным строением, значительным разнообразием и высокой лабильностью функциональных и метаболических отношений между составляющими ее структурами. Морфологическими исследованиями давно установлено, что изменение уровня функциональной активности различных образований нервной системы вызывает увеличение или уменьшение объема входящих в их состав нейронов. Однако попытки установить общие закономерности изменения объема нервных клеток не увенчались успехом: полученные данные противоречивы [8, 10, 18].

За последние два десятилетия интерес к изучению изменений объема нейронов и стремление к точному учету величины этих изменений сильно возросли в связи с развитием методов количественной цитохимии (цитоспектрофотометрии, ультрамикрочимии и др.), позволяющих определить концентрацию различных химических компонентов в отдельных нейронах (количество этих веществ обычно рассчитывают как произведение их концентрации и объема клетки).

Несмотря на то, что функциональные сдвиги объема тела нейронов могут достигать 50—100% и более от исходного уровня [9, 14], механизм этих изменений до сих пор не подвергнут достаточно глубокому анализу. Этот вопрос представляет существенный интерес, если учесть, что головной и спинной мозг находятся в костных «футлярах» и их объем отличается относительным постоянством. В таких условиях значительное увеличение объема какой-либо структуры может немедленно привести к серьезным последствиям: нарушению структурных взаимоотношений, кровоснабжения, увеличению внутричерепного давления и т. д.

Поскольку клетка представляет собой динамическую систему, находящуюся в неустойчивом равновесии и реагирующую на все изменения во внешней и внутренней среде [7], мы предположили, что действие экстремальных факторов окажет выраженное влияние на величину объема тела нейронов и позволит изучить механизм возникающих сдвигов. Наблюдаемое при этом повышение функциональной активности нейронов ведет к возрастанию диффузионных токов в цитоплазме, усиливая деформирующее влияние на периферические слои цитоплазмы.

Данные литературы и результаты проведенных нами морфологических и цитохимических определений показывают, что вокруг тела нейронов имеется небольшое пространство, отделяющее его от окружающих тканевых элементов и не окрашивающееся большинством красителей.

Определяли объемы тела мотонейронов (исходя из их линейных размеров) и перинейронального пространства у крыс, находящихся в условиях иммобилизации и гипертермии, а также плавающих в условиях умеренной гипоксии. Контролем служили результаты, полученные на животных, находящихся в условиях относительного физиологического покоя. Оказалось, что во всех случаях изменения объемов тела нейронов и перинейронального пространства были противоположно направлены. При иммобилизации объем тела мотонейронов увеличивался на 25% ($P < 0,05$), объем перинейронального пространства уменьшался примерно в той же степени. При гипертермии объем тела мотонейронов увеличивался на 48—52% ($P < 0,01$). Перинейрональное пространство у большинства мотонейронов почти не определялось.

Плавание животных в условиях гипоксической гипоксии (температура воды 33°C, «высота» 5000 м) сопровождалось уменьшением объема тела мотонейронов вентролатерального ядра спинного мозга в области шейного утолщения на 38% ($P < 0,01$). В этих условиях объем перинейронального пространства увеличивался на 23% ($P < 0,05$).

Учитывая, что во всех случаях была применена стандартная гистологическая обработка ткани, мы не можем согласиться с мнением о том, что появление перинейрональных пространств является результатом посмертных изменений [11]. Любой метод гистологической обработки ткани приводит к уменьшению ее объема, но при этом, как правило, происходит равномерное сжатие всего тканевого блока. Биохимическими методами определения (с помощью инсулина, сахаридов, сульфатов) было установлено, что на долю межклеточного пространства в головном мозге приходится около 30—40% объема. Результаты электронной микроскопии дали более низкие величины (на 5—7%), однако это не отражает реально существующих отношений, так как фиксация материала значительно уменьшает размеры межклеточных щелей [6]. Последние данные свидетельствуют о том, что объем межклеточного пространства в различных образованиях мозга варьирует, составляя в среднем 6—8%, доходя, однако, в некоторых отделах головного мозга до 25% [12].

Сопоставление выявленных нами изменений объема нейронов и содержания в них белков или РНК показывает, что между ними не всегда наблюдается корреляционная зависимость. Данные литературы по этому вопросу также противоречивы. Так, одни исследователи [15] наблюдали корреляционную зависимость между изменениями размеров тела нейронов и интенсивностью их окраски, в то время как другие такой зависимости выявить не смогли [2]. Анализ данных литературы и наших экспериментов показывает, что в быстро протекающих изменениях объема тела нейронов решающее значение имеет поступление в клетки или выход из них воды [10, 14]. Есть также сведения о том, что уменьшение объема тела нейронов может происходить за счет снижения осмотического давления цитоплазмы, которое обуславливает выход воды из клетки [3].

Методами поляризационной микроскопии и иммунофлуоресценции установлено, что вокруг клеток всегда имеется богатая водой перинейрональная зона, в которой обнаруживаются углеводы, мукопротеиды, холин, инсулин, некоторые аминокислоты, ионы [6, 7]. В регулировании состава внеклеточной жидкости важная роль принадлежит глияльным клеткам [6]. Определенную роль в этом процессе может играть и спинномозговая жидкость, так как установлено, что ее химический состав практически идентичен составу омывающей нейроны межклеточной жидкости [19]. На основании вышесказанного можно

предположить, что нейроны располагаются в своеобразном клеточном «ложе», ограниченном различными структурами (телами глиальных клеток и их отростками, аксонами, дендритами, сосудами и т. д.). Тело нейрона в обычных условиях функционирования заполняет не все пространство клеточного ложа, причем наружная поверхность клеточной оболочки, как правило, не контактирует непосредственно с окружающими ее структурами. Остающаяся по периферии нейрона щель, достигающая в поперечнике 200—300 Å и более, не содержит определяемых обычными методами количеств белка и нуклеиновых кислот. При увеличении объема тела нейрона часть содержимого этой щели (главным образом вода) может довольно быстро перейти в нейроны. Таким образом этот механизм может обеспечить в определенной мере увеличение объема тела нейрона без сдавления или заметного смещения окружающих тканей.

Поскольку тела нейронов в общем объеме мозга занимают 3—5%, а внеклеточное пространство 6—8% и более, то можно предположить, что быстро протекающие изменения объема тела нейронов могут быть в значительной мере обеспечены за счет этого пространства.

Объем тела нейронов может измениться также вследствие интенсификации процессов анаболизма (накопление белков и других соединений) и распада внутриклеточных химических компонентов. Эти процессы сопровождаются усиленным поступлением в клетки воды, что способствует предотвращению смещения внутриклеточного гомеостаза (поддержание на оптимальном уровне осмотического давления, рН, концентрации отдельных химических соединений, ионов и др.).

Наличие богатой водой перичеселлюлярной зоны создает весьма благоприятные условия для взаимодействия между нервными и глиальными клетками, в которых значительное место принадлежит электролитам [16, 17, 20, 21]. Такие же отношения наблюдаются и между аксонами и окружающим их межклеточным пространством [23]. Есть сообщения о том, что транспорт воды, электролитов и метаболитов к нейронам осуществляется посредством астроглиальных клеток [13]. Однако другие исследователи считают, что главный путь движения многих веществ между кровью и нейронами — межклеточное пространство [24].

Представления о варьирующем в объеме и лишенном жестких связей перинейрональном пространстве способствуют пониманию одного из механизмов открытого [22] и подтвержденного в других работах [1, 4] изменения числа глиальных клеток-сателлитов, окружающих нейроны. Применяя средства, предупреждающие пролиферацию глиальных клеток, мы установили, что такое изменение может произойти вследствие приближения или удаления глиоцитов от тела нейрона, а не за счет их размножения [4].

Таким образом, перинейрональное пространство отличается непостоянством объема, а его содержимое обладает своеобразным химическим составом, что способствует изменению объема тела нейронов, осуществлению взаимодействия с глиальными клетками и сосудами и обеспечению нейронам оптимальных условий функционирования. Вместе с тем особенности строения мембран клеточной оболочки и эндоплазматического ретикулюма нейронов и тесное прилегание к ним в отдельных местах глиальных клеток предполагает и другие формы взаимодействия, в частности и взаимный обмен веществами и даже органоидами между нервными и глиальными клетками по типу эндцитоза [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Александровская М. М., Гейнисман Ю. Я., Мац В. Н. Глио-нейрональные соотношения при усиленном функционировании нейронов по данным морфологического исследования.— Журн. невропатол. психиатрии, 1965, 65, № 2, с. 161—167.
2. Казахавили М. Р., Зурабашивили Г. А. Влияние триацетамида на содержание РНК в ядрах клеток Пуркинье.— В кн.: Клеточное ядро и его ультраструктуры. Матер. Всесоюз. симпозиума «Структура и функции клеточного ядра». М., «Наука», 1970, с. 356—359.
3. Корнеева Т. Е., Даринский Ю. А. Темный нейрон как результат функциональной активности.— Цитология, 1973, 15, № 8, с. 1051—1055.
4. Маковеев В. И., Хайдарлиу С. Х. Нейроно-глиальные соотношения в передне-латеральном ядре спинного мозга при воздействии различных стрессоров.— В кн.: Электрофизиологические и биохимические характеристики нейронов и ядер мозга. Кишинев, «Штиинца», 1975, с. 149—161.
5. Милохин А. А., Лекарь П. Г., Решетников С. С., Халкузица Т. М. Об особом механизме взаимного обмена нервной и нейроглиальной клетками макромолекулярными структурами и некоторыми органоидами (рибосомами) и о значении его как фактора высокой надежности в системе нейрон-нейроглия.— Тр. Ленингр. сан.-гигиен. мед. ин-та, 1977, т. 118, с. 5—19.
6. Немечек С., Лодин З., Вольфф И. Р., Высокочил Ф., Байгар П. Введение в нейробиологию. Прага, Изд-во мед. лит-ры, 1978.
7. Поликар А. Элементы физиологии клетки. Л., «Наука», 1977.
8. Садовников М. М. О зависимости между величиной ядра нервной клетки и ее физиологическим состоянием.— Арх. анат., 1938, 19, № 3, с. 446—455.
9. Струков А. И., Ланин С. К. Морфология компенсаторно-приспособительных процессов в нервной системе.— Арх. патологии, 18, № 8, с. 21—30.
10. Хайдарлиу С. Х. Об изменении объема тел чувствительных и двигательных нейронов спинного мозга при различных состояниях нервной системы.— Цитология, 1967, 9, № 6, с. 644—651.
11. Cammermeyer J. The post-mortem origin and mechanism of neuronal hyperchromatosis and nuclear pyknosis.— Exp. Neurol., 1960, 2, N 4, p. 379—405.
12. Cheek D. B., Holt A. B. A review: extracellular volume in the brain—the relevance of the chloride space.— Pediatr. Res., 1978, 12, N 5, p. 635—645.
13. De Robertis E., Gershenfeld H. M., Wald F. Ultrastructure and function of glial cells.— In: Structure and function of the cerebral cortex. Elsevier, Amsterdam, 1960, p. 69—80.
14. Edström J. E. Effects of increased motor activity on the dimensions and staining properties of neuron soma.— J. Compar. Neurol., 1957, 107, N 2, p. 295—304.
15. Fisher R., Zeman W. Neuronal dye-sorption as a histochemical indicator of nervous activity.— Nature, 1959, 183, N 4671, p. 1337—1338.
16. Giacobini E., Hovmark S., Komellani Z. Intracellular variation of Na and K in isolated nerve cells.— Acta Physiol. Scand., 1967, 71, N 4, p. 391—400.
17. Himwich H. E. Effect of shock therapies on the brain.— In: The biology of mental health and disease. N. Y., 1952, p. 548—560.
18. Hydén H. The neuron.— In: The cell, v. 4. N. Y., 1960, p. 215—323.
19. Katzman R. Blood-brain—CSF barriers. Boston, 1976.
20. Kuffler S. W. Neuroglial cells: physiological properties and a potassium mediated effect of neuronal activity on the glial membrane potential.— Proc. Roy. Soc., B, 1967, 168, N 1010, p. 1—21.
21. Kuffler S. W., Nicholls J. G. How do materials exchange between blood and nerve cells in the brain?— Prospect. Biol. Med., 1965, 9, N 1, p. 69—76.
22. Kulenkampff H. Das Verhalten der Neuroglia in den Vorderhörnern des Rückenmarks des weissen Maus unter dem Reiz physiologischer Tätigkeit.— Z. Anat. u. Entwickl., B, 1952, 116, S. 304—312.
23. Villegas G. M., Villegas R. Extracellular pathways in the peripheral nerve fibres: Schwann-cell-layer permeability to thorium dioxide.— Biochim. Biophys. Acta, 1964, 88, N 1, p. 231—233.
24. Wolfe D. E., Nicholls J. G. Uptake of radioactive glucose and its conversion to glycogen by neurons and glial cells in the leech central nervous system.— J. Neurophysiol., 1967, 30, N 6, p. 1593—1609.

ПАРАЗИТОЛОГИЯ

Н. С. ОКОПНЫХ

МЕТАБОЛИЗМ АЗОТА И АМИНОКИСЛОТ В ОПУХОЛЕВЫХ ТКАНЯХ КОРНЕЙ ОВОЩНЫХ РАСТЕНИЙ, ПОРАЖЕННЫХ ГАЛЛОВОЙ НЕМАТОДОЙ

Воздействие корневых нематод рода *Meloidogyne* (Kofoid et White, 1919) Chitwood, 1949 на растения и происходящие при этом в растительной ткани изменения в обмене азота и аминокислот привлекают внимание исследователей по двум причинам. Во-первых, с азотистыми соединениями связаны такие метаболические процессы растительных клеток как биосинтез и обмен биополимеров: ДНК и РНК, белков, ферментов и др., а также процессы обеспечения питательными веществами паразитов. Во-вторых, изучение обмена названных соединений позволит выяснить некоторые звенья в цепи патологического процесса растительных тканей при мелойдогнозе. Последнее необходимо как для диагностики заболевания, так и для изыскания путей направленного повышения резистентности растительных организмов к этим патогенам.

«Недооценка роли вещества как посредника биологических систем (паразит—растение—хозяин) в биохимических процессах, определяющих их взаимоотношение, может увести исследователя от познания природы фитоиммунитета и решения на этой основе ряда практических задач по защите урожая от инфекционных болезней» [8].

В большинстве случаев в ответ на поражение каким-либо патогеном у растений возникают биохимические реакции, основное содержание которых сводится к синтезу новых или уже имеющихся в интактной ткани соединений, обладающих антибиотическими свойствами против патогена. В литературе недостаточно сведений о биохимических изменениях азотсодержащих веществ в пораженных галловыми нематодами тканях растений [1, 7, 9, 13, 14]. Эти работы затрагивают только отдельные вопросы проблемы и не дают полного представления о последовательности происходящих изменений в обмене азотистых соединений. В настоящем сообщении излагаются результаты исследования влияния мелойдогнии на обмен азотистых соединений в пораженных тканях овощных растений и роли аминокислот в патогенезе мелойдогноза.

Материалы и методы

Объект исследования — южная галловая нематода *Meloidogyne incognita* и растения-хозяева — огурцы, дыня и томаты. Растения выращивали в открытом грунте и заражали личинками *M. incognita* контактным способом. Для анализа отбирали материал через 65 дней после заражения. Условия выращивания опытных и контрольных растений были одинаковы. Общий азот определяли по микрометоду

Кьельдаля, белковый — по Барнштейну [2], аминокислоты — по [3], триптофан дополнительно — по [15]. Водорастворимую фракцию белков выделяли по методу [11], содерастворимую фракцию экстрагировали 1 М NaCl. В основу определения молекулярной массы белков положен метод Детермана. Чистоту получаемых белков для расчета молекулярной массы определяли по следующим критериям: на последних стадиях очистки в элюционных диаграммах при гельфильтрации обнаруживался один пик, полученные препараты имели одну полосу при электрофорезе в акриламидном геле, при снятии спектров в УФ-области выходные кривые имели максимум поглощения в области 278 нм.

Результаты и их обсуждение

Данные определения форм азота, извлекающегося различными растворителями из тканей растений, пораженных галловыми нематодами (табл. 1), показывают, что больше половины азота в этих тканях приходится на долю азота легкорастворимой фракции. При этом в опухоловой ткани исследуемых растений белкового азота больше по сравнению с нормальной тканью на 9—12%. Содержание белкового азота во фракциях, извлекающегося 1 М NaCl или тритон-Х-100 из таких тканей меньше. Повышенное количество азота в легкорастворимой фракции из опухоловых тканей можно отчасти объяснить связыванием кетокислотами аммиака, выделяемого нематодами, или более интенсивным биосинтезом легкорастворимых белков в интенсивно растущей ткани-галле. Нами было также определено содержание белкового азота различных фракций из больных тканей мелойдогнозных растений.

Данные табл. 2 показывают, что содержание белкового азота в пораженных тканях выше по сравнению с контролем только в легкорастворимой фракции. Полученные результаты согласуются с работами [4, 9], показавшими, что повышенное содержание азота легкорастворимой фракции белков связано с изменением функциональной активности механизмов синтеза цитоплазматических белков в пора-

Таблица 1

Количество азота, извлекающегося различными растворителями из галлов растений, пораженных *M. incognita*, % к белковому азоту

Растения	Азот		
	Вода	1 М NaCl	Тритон-Х-100
Огурцы корни	49	26	25
галлы	59	23	18
Дыня корни	53	18	29
галлы	62	16	22
Томаты корни	53	21	26
галлы	65	18	17

Таблица 2

Содержание форм азота в галлах растений, пораженных *M. incognita*, % к азоту каждой фракции

Растения	Азот					
	Вода		1 М NaCl		Тритон-Х-100	
	белко-вый	небел-ковый	белко-вый	небел-ковый	белко-вый	небел-ковый
Огурцы корни	57	43	88	12	79	21
галлы	68	32	74	26	61	39
Дыня корни	52	48	80	20	80	20
галлы	63	37	73	27	69	31
Томаты корни	54	46	75	25	73	23
галлы	69	31	70	30	74	26

Таблица 3

Содержание азота в листьях мелойдогинозных растений,
% на сухое вещество

Растения	Фон	Азот			Отношение белкового N к небел- ковому
		общий	белковый	небелковый	
Огурцы	Инвазионный	3,11	1,98	1,13	1,6
	Обыкновенный	4,08	2,99	1,09	2,3
Дыня	Инвазионный	4,78	2,88	1,90	1,5
	Обыкновенный	5,89	3,91	1,98	1,9
Томаты	Инвазионный	4,68	3,11	1,57	1,9
	Обыкновенный	5,28	4,00	1,28	3,3
	Отклонения м±	0,13	0,06	0,04	—

женной ткани. Ранее нами было показано, что в этих процессах принимает участие рибонуклеаза личинок нематод [9]. Снижение количества азота соле- и труднорастворимой фракций (при большем количестве митохондрий в гигантских клетках [14] мелойдогинозных растений), можно объяснить ингибированием биосинтеза белков этих фракций.

Известно, что галловые нематоды, локализуясь вокруг проводящих пучков корней, вызывают отток питательных веществ из близлежащих тканей и других органов растения [1]. Мы изучали содержание азота в листьях больных растений. Данные табл. 3 показывают, что в таких листьях снижается содержание белкового азота. Подобные явления в листьях мелойдогинозных растений огурцов были отмечены и в работе [9]. Эти данные указывают на связь между поражением корней галловыми нематодами и метаболизмом азота не только в пораженных тканях, но и в листьях больных растений, что не может не отразиться на продуктивности больных растений.

Нами изучалась роль аминокислот в проявлении заболевания при мелойдогинозе. Изучение метаболизма аминокислот в пораженных клетках существенно с той точки зрения, что с ними связаны процессы как обеспечения патогенов питательными компонентами, так и с возможностью участия аминокислот в биосинтезе алкалоидов корней, большей частью токсичных для нематод.

Данные табл. 4 показывают, что в опухолевой ткани томатов повышается содержание аланина в 4, лейцина в 2,7, лизина в 2,5 и валина в 2,2 раза. Содержание в опухолевой ткани таких аминокислот, как цистин+цистеин, триптофан, гистидин+аргинин, серин и пролин, снижается. Повышение содержания аминокислот в плотных галлах, т. е. не подверженных воздействию микроорганизмов, по всей вероятности, может происходить за счет аминирования кетокислот аммиаком, выделяемым личинками галловых нематод [1].

Поскольку галл не без оснований рассматривается многими авторами как ростовой центр, то особо необходимо остановиться на роли триптофана. Эта аминокислота обладает морфогенным эффектом. Известно также, что вполне возможно его превращение в индольные соединения в растительной ткани. На это указывают данные о том, что в тканях патологических новообразований более высокая активность ферментной системы превращения триптофана в β-индолилуксусную кислоту [10].

Содержание триптофана в корнях растений при мелойдогинозе меньше не только в галлах, но и в прилегающей к нему ткани. Поскольку это характерно для всех исследуемых нами растений (см. рисунок), то можно предположить, что в местах внедрения нематод триптофан даже из соседних клеток может вовлекаться в метаболизм по схеме: триптофан → триптамин → индол [6]. Возможно, что превращение триптофана характерно для всех растений, способных к галлообразованию, и лежит в основе образования ростовых веществ при мелойдогинозе.

Индол и его производные играют определенную роль при местном накоплении и перераспределении пластических веществ, необходимых при интенсивном нарастании ткани при галлогенезе [10]. Сами же галловые нематоды не выделяют ростовых веществ (типа ауксина и кинетина), необходимых для выполнения соответствующих функций при образовании галлов [13].

В разрушающихся галлах (табл. 4), когда отчетливо проявляется снижение активности фотосинтеза и наступает углеводное голодание, заметно возрастает содержание аспарагина — в 6,4 раза. В таких галлах повышается содержание тирозина в 4,8, глутамина в 2,1 раза, а также лизина, глицина и аланина.

Повышенное накопление аминокислот в галлах при мелойдогинозе растений некоторые авторы связывают с наступлением неблагоприятных условий в разрушающихся галлах, в результате чего происходит расщепление белков [1]. С этим можно согласиться, поскольку в этот период процессы фотосинтеза угасают и растения находятся на грани гибели.

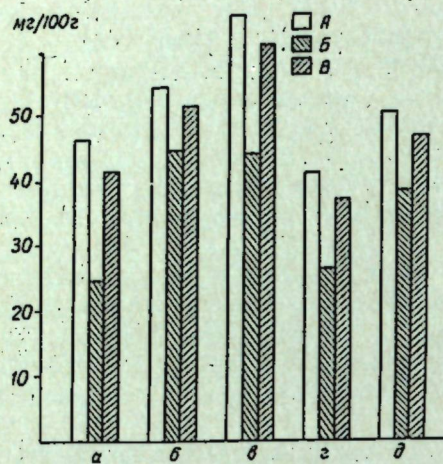
Роль аминокислот в питании патогенов и биосинтезе не только белков, но и других продуктов метаболизма клеток при поражении растительных тканей различными возбудителями значительна. В этой

Таблица 4

Содержание аминокислот в корневых галлах томатов
при мелойдогинозе

Аминокислота	Контроль*, %	Галлы			
		плотные		разрушающиеся	
		% на сухое вещество	% к контролю	% на сухое вещество	% к контролю
Аспарагин	0,039	0,024	60	0,185	640
Лейцин	0,123	0,340	270	0,180	140
Лизин	0,028	0,070	250	0,060	210
Триптофан	0,056	0,039	69	0,046	82
Цистин+цистеин	0,032	—	—	0,040	120
Валин	0,186	0,426	220	0,319	170
Гистидин+аргинин	0,632	0,432	60	0,218	30
Глицин	0,263	0,325	120	0,450	190
Аланин	0,032	0,128	400	0,063	195
Аспарагиновая	0,380	0,226	50	0,495	130
Глутаминовая	0,332	0,450	130	0,120	30
Серин	0,029	—	—	0,013	40
Глутамин	0,098	0,670	680	0,218	210
Метионин	0,314	0,280	90	0,090	28
Тирозин	0,486	0,682	120	0,100	480
Пролин	0,009	—	—	0,009	100
Фенилаланин	0,206	0,190	90	0,286	130

* Контроль — содержание аминокислот в корнях здоровых растений.



Содержание триптофана в корнях растений, пораженных галловой нематодой:

A — здоровая ткань; B — галл; B — близлежащая к галлу ткань; а — дыня; б — огурца; в — тыква, г — огурцы, д — томаты

яляющегося токсичным как для растения, так и для нематод [1]

Другие аминокислоты, как например, лизин, пролин и триптофан, занимающие центральное место в биосинтезе алкалоидов, в корнях устойчивых форм томатов содержатся в следовых количествах, а в толерантных формах томатов в очень незначительном количестве. Мы полагаем, что после оттока из листьев в корни эти аминокислоты вовлекаются в биосинтез гликоалкалоидов и других аналогичных

связи мы исследовали количественный и качественный состав аминокислот в корнях томатов, различных по устойчивости к галловой нематод. Установлено (табл. 5), что общее содержание аминокислот в корнях исследуемых форм томатов составило возрастающий ряд: устойчивые <толерантные> <восприимчивые>. Содержание аспарагиновой и глутаминовой кислот, способных участвовать в реакциях аминирования и переаминирования, в корнях устойчивых форм томатов значительно ниже по отношению к восприимчивым формам. Возможно, это является одной из причин плохого приживания личинок галловых нематод в корнях устойчивых форм томатов из-за медленного связывания аммиака, выделяемого личинками и являющегося токсичным как для растения, так и для нематод [1]

Таблица 5

Содержание аминокислот в корнях томатов, различных по устойчивости к южной галловой нематод

Аминокислота	Томаты				
	устойчивые		толерантные		восприимчивые
	% на сухое вещество	% к контролю	% на сухое вещество	% к контролю	
Аспарагин	0,048	130	0,045	110	0,039
Лейцин	0,405	320	0,321	260	0,123
Лизин	—	—	0,009	30	0,028
Триптофан	следы	—	0,025	40	0,056
Цистин+цистеин	0,004	8	0,014	40	0,032
Валин	0,326	170	0,243	150	0,186
Гистидин+аргинин	0,218	30	0,426	60	0,632
Глицин	0,098	30	0,148	50	0,363
Аланин	—	—	0,009	70	0,032
Аспарагиновая	0,205	60	0,196	50	0,380
Глутаминовая	0,186	50	0,265	70	0,332
Серин	0,082	280	0,036	120	0,029
Глутамин	0,028	20	0,049	50	0,098
Метионин	0,208	60	0,217	61	0,314
Тирозин	0,190	30	0,218	40	0,486
Пролин	следы	—	—	—	0,009
Фенилаланин	0,086	40	0,128	60	0,206

Примечание. Контроль — содержание аминокислот в корнях восприимчивых растений.

Таблица 6

Изменение молекулярной массы белков из опухолевых тканей корней растений, пораженных галловыми нематодами

Растения	Белки	
	подрастворимые	солерастворимые
Огурцы		
корни	95 470	131 200
галлы	154 200	82 400
Дыни		
корни	45 470	176 840
галлы	92 900	94 887
Томаты		
корни	53 700	288 400
галлы	146 200	255 900

соединений. Это подтверждается наличием в корнях устойчивых форм томатов повышенного количества соединений токсичных для нематод и способных участвовать в реакциях некрозообразования [5].

Таким образом, можно заключить, что ферменты нематод в пораженных тканях растений воздействуют на более ранние механизмы биосинтеза белков и других метаболитов пораженных клеток и могут оказывать влияние как на состав, так и на структуру их белков. Мы определяли молекулярные массы белков из опухолевой ткани мелодогинозных растений. Данные табл. 6 показывают, что водорастворимые белки из опухолевой ткани имеют больший молекулярный вес, чем белки солерастворимой фракции. Последние являются сложными белками и участвуют в структурных образованиях клеток. Их изменения связаны с более ранними периодами биосинтеза белков, так как для подобных белков нами показано, что их изменения зависят от тех онтогенетических стадий, на которых находится пораженное растение [9].

Следовательно, в рассматриваемой системе паразит—хозяин при мелодогинозе обмен азотистых соединений связан с основными звеньями метаболических процессов: биосинтезом аминокислот, белков и других жизненно важных биополимеров.

Выводы. 1. В опухолевых тканях огурцов, томатов и дынь, пораженных южной галловой нематодой, количество азота легкорастворимой фракции белков выше по сравнению со здоровой тканью. В листьях мелодогинозных растений значительно снижается содержание белкового азота.

2. Количество аминокислот в пораженной ткани корней томатов на различных стадиях развития галлов неодинаково и является следствием сложных процессов их синтеза и распада. Количество триптофана и других аминокислот, служащих предшественниками ростовых соединений, указывает на способность тканей к активному или пассивному галлообразованию при поражении их галловыми нематодами.

3. Содержание аминокислот, участвующих в процессах аминирования и переаминирования, а также аминокислот — предшественников алкалоидов ниже в устойчивых и толерантных формах, чем в восприимчивых. Последнее указывает на активную роль аминокислот в патогенезе мелодогиноза исследуемых растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бумбу Н. В. Патогенез дитилленхоза и мелойдогноза растений.— В сб.: Паразиты животных и растений, вып. VI. Кишинев, «Штиинца», 1971, с. 109—116.
2. Ермаков А. И. и др. Методы биохимического исследования растений. М., «Колос», 1972.
3. Зайцева Т. И., Тюленева Н. Т. Количественное определение аминокислот на хроматограммах посредством образования медных производных с нингидрином.— Лабораторное дело, 1958, № 3, с. 18—20.
4. Ибрагимов А. П., Сафаров Ш. Влияние заражения *Verticillium dahliae* на белоксинтезирующую активность рибосом хлоропластов и цитоплазмы хлопчатника сорта 108-Ф.— Физиол. раст., 1973, 20, № 6, с. 18—24.
5. Жученко А. А. Генетика томатов. Кишинев, «Штиинца», 1973, с. 663.
6. Кефели В. И. Взаимодействие фитогормонов и природных ингибиторов при росте растений.— Физиол. раст., 1971, 18, № 3, с. 3—9.
7. Клышев Л. К. Проблема биосинтеза алкалоидов.— Тр. I конф. биохимиков республик Средней Азии и Казахстана. Ташкент, «Фан», 1967, с. 14—15.
8. Метлицкий Л. В. и Озерцовская О. Л. Фитонимунитет, М., «Наука», 1968, с. 8—9.
9. Окопный Н. С. Физиолого-биохимическое исследование патогенеза и устойчивости овощных растений к мелойдогнозу. Автореф. канд. дис. Кишинев, 1976, с. 1—28.
10. Слепян Э. И. Патологические новообразования и их возбудители у растений. Л., «Наука», 1973, с. 1—512.
11. Сафонов В. И., Сафонова М. Н. Усовершенствованный метод электрофореза белков растений в полиакриламидном геле.— Физиол. растений, 1964, 11, № 6, с. 21—26.
12. Турлыгина Е. С. Влияние микроэлементов и антибиотиков на галлообразование и половую продуктивность нематод *M. incognita*.— Тр. Гельминтол. лаб. АН СССР, 1968, т. 19, с. 201—207.
13. Balasubramanian M. a. o. Presence of indole compound in nematode galls.— Nature, 1962, 194, N 4830, p. 774—775.
14. Bird A. F. Cell wall breakdown during the formation of gneytia induced in plants by root knot nematodes.— Internat. J. Parasitol., 1972, 2, N 4, 431—432.
15. Lorezo-Andrev K.—Fransen. Acta agriculture Scandinaviara, 1960, 10, N 2—3, p. 135—152.

Поступила 11.III 1979

ХИМИЯ

Б. Я. КУЯВСКАЯ

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ ПАРАМАГНЕТИЗМ
ТЕТРАЯДЕРНЫХ СПИН-СПАРЕННЫХ КЛАСТЕРОВ МЕДИ(II)

В настоящее время изучена структура ряда тетрамерных соединений меди(II), таких как $K_4[Cu_4OCl_{10}]$ [4], $[Cu_4OBr_6 \cdot (C_5H_5N)_4]$ [5], $[Cu_4OCl_6\{OP(C_6H_5)_3\}_4]$ [7], $[(C_6H_5NH_2)_4Cu_4Cl_6O]$ [6], $[N(CH_3)_4]_4[Cu_4OCl_{10}]$ [3], в которых ионы металла связаны антиферромагнитным обменным взаимодействием. Традиционной исходной точкой теории таких обменных систем служит гамильтониан Гайзенберга—Дирака—Ван Флека (ГДВФ)

$$H = - \sum_{ij} J_{ij} \hat{s}_i \hat{s}_j, \quad (1)$$

где J_{ij} — обменные интегралы, \hat{s}_i — спиновые операторы. Суммирование проводится по всем парамагнитным ионам, каждый из которых находится в орбитально невырожденном состоянии. Как было показано для тримерных кластеров хрома(III) $[Cr_3O(CH_3CO_2)_6(H_2O)_3]X \times nH_2O$, гамильтониан (1) не может описать анизотропию магнитного момента, g -факторов, сверхтонкой структуры спектров ЭПР, а также наблюдаемые аномалии магнитной теплоемкости. Оказывается, что общая причина неадекватности модели ГДВФ состоит в том, что гамильтониан (1) не учитывает орбитальной компоненты магнитного момента, которая может возникнуть в системе обменносвязанных ионов даже тогда, когда вырождение основного состояния каждого из них снято действием локального кристаллического поля [2].

Для выяснения роли орбитального момента представляло особый интерес изучение тетрамерных кластеров меди(II), у которых основным является состояние с полным спином $S=0$. Если у таких систем, которые мы будем называть спин-спаренными, основное состояние орбитально вырождено, то система может оказаться парамагнитной в этом состоянии. Низкотемпературный парамагнетизм в данном случае имеет орбитальную природу. Таким образом, важным здесь оказывается, во-первых, сам факт наличия нового типа парамагнетизма, а во-вторых, то, что, в отличие от спинового, орбитальный магнитный момент является существенно анизотропным. Эта анизотропия магнитного момента должна проявляться в магнитных и термодинамических свойствах спин-спаренных систем, когда заселено преимущественно основное состояние. Рассмотрим два типа тетрамерных кластеров: тетраэдрические и тригональные.

Тетраэдрические тетрамерные кластеры

Для тетраэдрических систем гамильтониан (1) записывается в виде

$$H = -J_0(\hat{s}_1\hat{s}_2 + \hat{s}_1\hat{s}_3 + \hat{s}_1\hat{s}_4 + \hat{s}_2\hat{s}_3 + \hat{s}_2\hat{s}_4 + \hat{s}_3\hat{s}_4) \quad (2)$$

($J_{12}=J_{23}=J_{34}=J_{14}=J_{24}=J_{13}=J_{0}$, $s_i=s=1/2$) и имеет собственные значения $E(S)=-J_0[S(S+1)-4s(s+1)]$, $S=0,1,2$, (3) которые вырождены по промежуточному спину S_{12} , S_{34} . Таким образом, в системе спиновых состояний

$$D^{(1/2)} \times D^{(1/2)} \times D^{(1/2)} \times D^{(1/2)} = 2D^{(0)} + 3D^{(1)} + D^{(2)} \quad (4)$$

имеется вырождение в пределах повторяющихся значений полного спина, причем основным состоянием является состояние $2D^{(0)}$. Такая схема уровней не объясняет, однако, наблюдаемой для тетраэдрических систем зависимости магнитного момента от температуры [7], которые в основном состоянии должны быть диамагнитными, в то время как экспериментально найдено [7], что магнитный момент имеет ненулевой предел при $T \rightarrow 0$ и зависит от приложенного поля.

Как было показано ранее [1], подход к проблеме состоит в теоретико-групповой классификации состояний кластера, т. е. в установлении взаимнооднозначного соответствия между спиновыми состояниями (4) и орбитальными компонентами волновых функций, преобразующихся по неприводимым представлениям точечной группы симметрии кластера. Пользуясь методикой классификации состояний [1], находим, что для четырех частиц с $s_i=1/2$ неприводимые представления унитарной унимодулярной группы SU_2 являются одновременно неприводимыми представлениями симметрической группы Π_4 . Для спиновых функций допустимы представления

$$\begin{array}{ccc} \lambda & [4] & [31] & [2^2] \\ f_\lambda & 1 & 3 & 2 \end{array} \quad (5)$$

Ввиду изоморфизма SU_2 и D_3 , каждое состояние с полным спином S характеризуется своим неприводимым представлением группы SU_2 , т. е. $SU_2^{[4]}=D^{(2)}$; $SU_2^{[31]}=3D^{(1)}$; $SU_2^{[2^2]}=2D^{(0)}$ и спиновым функциям, преобразующимся по представлениям $[\lambda]$, соответствуют координатные волновые функции, преобразующиеся по дуальным схемам Юнга:

спиновые функции [4] [31] [2²]
координатные функции [1⁴] [21²] [2²].

Поскольку группа T_d изоморфна симметрической группе перестановок Π_4 , можно, пользуясь таблицей характеров, установить взаимнооднозначное соответствие между классами этих групп:

неприводимые представления Π_4 [4] [1⁴] [2²] [21²] [31]
неприводимые представления T_d A_1 A_2 E T_1 T_2

и найти следующие обменные мультиплеты тетраэдрических тетрамерных кластеров меди (II) 5A_2 , 3T_1 , 1E , и прийти к схеме уровней, изображенной на рис. 1. Следовательно, основным состоянием кластера является некрамерсов дублет 1E и вырождение по промежуточному спину в модели ГДВФ связано с орбитальным вырождением основного состояния кластера. Этот вывод позволяет, не анализируя конкретную природу волновых функций кластера, использовать феноменологический подход и записать матричный гамильтониан зеемановского взаимодействия, исходя только из соображений симметрии.

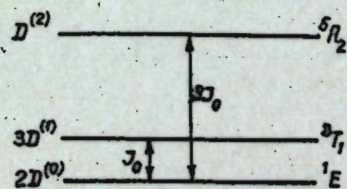


Рис. 1. Схема уровней тетраэдрических тетрамерных кластеров меди (II)

является некрамерсов дублет 1E и вырождение по промежуточному спину в модели ГДВФ связано с орбитальным вырождением основного состояния кластера. Этот вывод позволяет, не анализируя конкретную природу волновых функций кластера, использовать феноменологический подход и записать матричный гамильтониан зеемановского взаимодействия, исходя только из соображений симметрии.

Эффективный гамильтониан зеемановского взаимодействия для 1E состояния группы T_d имеет вид [9]:

$$H = G \left[\frac{1}{\sqrt{3}} (H_x^2 + H_y^2 - 2H_z^2) \sigma_x + (H_x^2 - H_y^2) \sigma_y \right], \quad (6)$$

где σ_x и σ_y — матрицы Паули, определенные в базисе u, u кубического E дублета. Диагонализация (6) приводит к следующему выражению для энергии магнитных подуровней орбитального дублета:

$$\epsilon_{\pm} = \pm \frac{2\sqrt{3}}{3} G \sqrt{H_x^4 + H_y^4 + H_z^4 - H_x^2 H_y^2 - H_x^2 H_z^2 - H_y^2 H_z^2}. \quad (7)$$

Учитывая расщепление основного состояния при составлении статистической суммы Z , получаем следующую формулу для $\mu(T)$ кластера при $H \parallel C_2(z)$

$$\mu_z(T) = \{2(C/K) \operatorname{sh}(C/B) + 2 \exp(-1/B) \operatorname{sh}(K/B) [1 + 4ch - K/B]\} \times \\ \times \{ [2ch(C/B) + 2ch(K/B) + 1] \times (1 + \exp(-2/B)) + \\ + 2 \exp(-3/B) \operatorname{ch}(2K/B) \}^{-1}, \quad (8)$$

где $B = kT/J_0$, $C = 2GH^2/\sqrt{3}J_0$, $K = g\beta H/J_0$, g — фактор возбужденных состояний, который для простоты положен изотропным (поскольку для возбужденных состояний $S \neq 0$ и вклад орбитального момента может быть опущен). μ_x и μ_y получают циклической перестановкой индексов x, y, z . На рис. 2 представлена зависимость $\mu_z(T)$, из которой видно, что при учете расщепления основного состояния $\mu_z(0) \neq 0$ и растет с увеличением нулевого расщепления:

$$\mu_z(0) = \frac{2\sqrt{3}G}{3} \frac{(2H_z^2 - H_x^2 - H_y^2)H_z}{\sqrt{H_x^4 + H_y^4 + H_z^4 - H_x^2 H_y^2 - H_x^2 H_z^2 - H_y^2 H_z^2}} \quad (9)$$

и остаточный магнетизм линеен по полю, т. е. является наведенным.

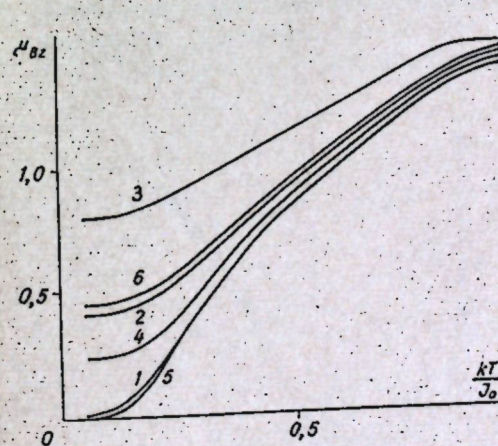


Рис. 2. Магнитные моменты $\mu_z(T)$ (на один атом меди в М.Б.) тетраэдрических тетрамерных спин-спаренных систем:

1 — $K=0.04$, $C=0$; 2 — $K=0.04$, $C=5 \cdot 10^{-2}$;
3 — $K=0.04$, $C=10^{-2}$; 4 — $K=0.07$, $C=5 \cdot 10^{-2}$;
5 — $K=0.07$, $C=0$; 6 — $K=0.07$, $C=10^{-2}$; $C = 2\sqrt{3}GH^2/\beta J_0$; $K = g\beta H/J_0$.

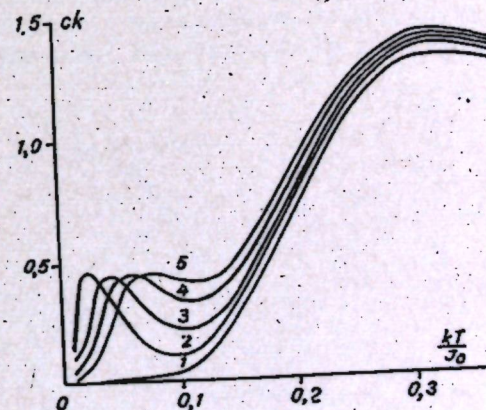


Рис. 3. Магнитная теплоемкость $c(T)$ тетраэдрических тетрамерных кластеров меди (II):

1 — $C=0$; 2 — $C=10^{-2}$; 3 — $C=5 \cdot 10^{-2}$; 4 — $C=7 \cdot 10^{-2}$;
5 — $C=9 \cdot 10^{-2}$

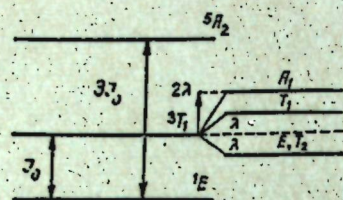


Рис. 4. Схема энергетических уровней тетраэдрических тетрамерных систем с учетом расщепления 3T_1 уровня

$$c(T) = \{4C^2 + 2ch(C/B) \exp(-1/B) [(m - 2An_1 + A^2q) + 45 \exp(-2/B) + C^2(m + 5 \exp(-2/B))] + 4Csh(C/B) \exp(-1/B) (m - An_1) + 15 \exp(-2/B) + A^2 \exp(-2/B) (mq - n^2) + 5 \exp(-4/B) (4m + A^2q + 4An_1)\} \times \{B^2/k \times [4ch^2(C/B) + 4ch(C/B) \exp(-1/B) \cdot (m + 5 \exp(-2/B)) + \exp(-2/B) \times (m^2 + 10m \exp(-2/B) + 25 \exp(-4/B))]\}^{-1}, \quad (10)$$

где $A = \lambda/J_0$, λ — константа спин-орбитального взаимодействия, $m = 5 \exp(A/B) + 3 \exp(-A/B) + \exp(-2A/B)$; $n_1 = 5 \exp(A/B) - 3 \exp(-A/B) - \exp(-2A/B)$; $q = 5 \exp(A/B) + 3 \exp(-A/B) + 4 \exp(-2A/B)$ (11)

Тригональные тетрамерные кластеры

Для тригональных тетрамерных спин-спаренных систем гамильтониан (1) имеет вид:

$$H = -J'[\hat{s}_1\hat{s}_2 + \hat{s}_1\hat{s}_3 + \hat{s}_2\hat{s}_3] - J[\hat{s}_1\hat{s}_4 + \hat{s}_2\hat{s}_4 + \hat{s}_3\hat{s}_4], \quad (12)$$

где J' — параметр обмена между ионами в вершинах треугольника, J — обмен с центральным атомом, в скобках указаны значения спина, полученного при сложении спинов ионов в вершинах треугольника. Собственные значения гамильтониана (12)

$$E(S, S') = -J[S(S+1) - S'(S'+1) - s(s+1)] - J'[S'(S'+1) - 3s(s+1)]; S = 0(1/2), 1(1/2), 1(3/2), 2(3/2) \quad (13)$$

дают схему уровней (рис. 6). Воспользовавшись методикой теоретико-групповой классификации, находим орбитально-спиновые состояния кластера, соответствующие спиновым состояниям (13) модели ГДВФ.

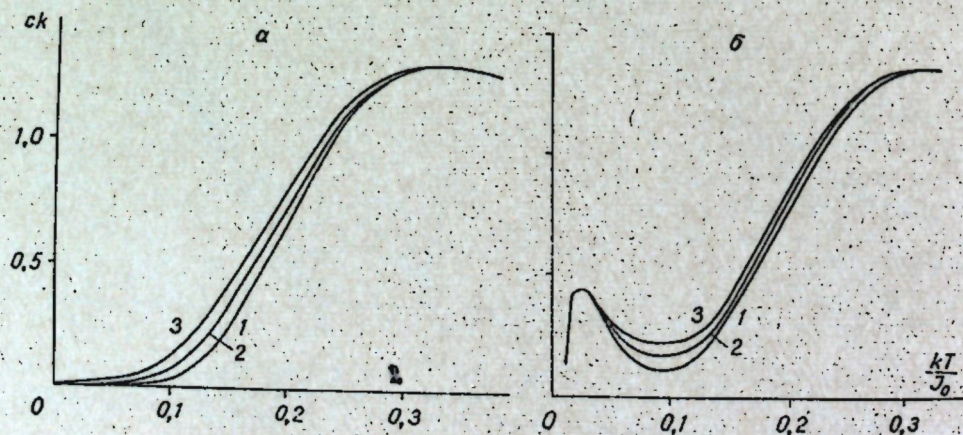


Рис. 5. Магнитная теплоемкость $c(T)$ тетраэдрических тетрамерных кластеров меди(II) с учетом спин-орбитального расщепления 3T_1 уровня $A = \lambda/J_0$:
а — $C=0$; 1 — $A=0$; 2 — $A=5 \cdot 10^{-2}$; 3 — $A=10^{-2}$; б — $C=10^{-2}$; 1 — $A=0$; 2 — $A=5 \cdot 10^{-2}$; 3 — $A=10^{-2}$

Поскольку тетрамерный тригональный кластер принадлежит точечной группе D_3 , то редукция происходит по схеме $SU_2 \rightarrow R_3 \rightarrow T_d \rightarrow D_3$, т. е. от стандартной группы Π_4 на ее нестандартную подгруппу $\Pi^{1,2,3} \times \times \Pi^4$. Представления [4], [31], [2] редуцируются следующим образом: [4] \rightarrow [3]; [31] \rightarrow [3] + [3] + [21] + [21]; [2²] \rightarrow [21] + [21]. Состояния системы, преобразующиеся по неприводимому представлению $[\lambda] = [3]$, характеризуются промежуточным спином $S' = 3/2$, а состояния с $[\lambda] = [21]$ — промежуточным спином $S' = 1/2$. Соответствующие координатные функции образуют представления A_1, A_2, E и таким образом мы получаем следующие орбитально-спиновые мультиплеты тетрамерного тригонального кластера ${}^5A_2, {}^3A_1, {}^3E, {}^1E$. Видно, что как и в случае тетраэдрических спин-спаренных систем, основным состоянием является некрайневый дублет 1E . Эффективный гамильтониан зеемановского взаимодействия орбитального дублета [9] (в пространстве базисных функций u, u тригонального дублета) имеет вид:

$$H = g' \beta H_z \sigma_z, \quad (14)$$

где g' — орбитальный g -фактор, σ_z — матрица Паули. Таким образом, диамагнитное с точки зрения модели ГДВФ основное состояние испытывает зеемановское расщепление

$$e_{\pm} = g' \beta H_z. \quad (15)$$

Подставляя (15) в выражение для $\mu_z(T)$ получаем

$$\mu_z(T) = \{2(P/K) \operatorname{sh}(P/B) + 2 \operatorname{sh}(K/B) \cdot [2 \exp(-1/B) + \exp(-(3a-1)/2B) + \exp(-(3a+1)/2B)] + 4 \exp(-3(a+1)/2B) \times \times \operatorname{sh}(2K/B)\} \cdot \{2ch(P/K) + [2ch(K/B) + 1] \cdot [2 \exp(-1/B) + \exp(-(3a-1)/2B) + \exp(-(3a+1)/2B)] + 2 \exp(-3(a+1)/2B) \times \times \operatorname{sh}(2K/B)\}^{-1}, \quad (16)$$

где B и K те же, что и в (8), $a = J'/J$, $P = g' \beta H/J$, $g = 2$. На рис. 7 представлена зависимость $\mu_z(T)$. В низкотемпературном пределе получаем

$$\mu_z(0) = g' \beta; \mu_z(0) = \mu_v(0) = 0, \quad (17)$$

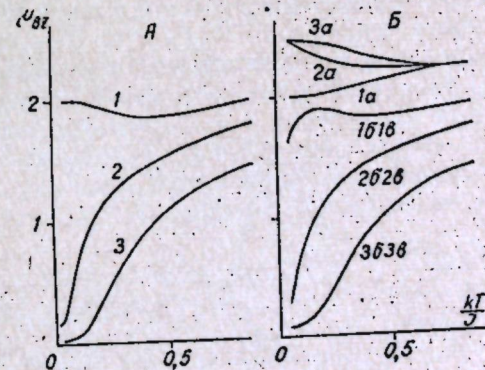


Рис. 7. Магнитные моменты $\mu_z(T)$ (на один атом меди в М.Б.) тригональных тетрамерных кластеров меди(II):
1 — $J'/J=0$; 2 — $J'/J=0.5$; 3 — $J'/J=2$; А: $K=5 \cdot 10^{-2}$; $P=5 \cdot 10^{-2}$; Б: $a=K=5 \cdot 10^{-2}$; $P=5 \cdot 10^{-2}$; $a=K=5 \cdot 10^{-3}$; $P=5 \cdot 10^{-3}$; $a=K=0.105$; $P=0.105$; $a=K=10^{-3}$; $P=10^{-3}$

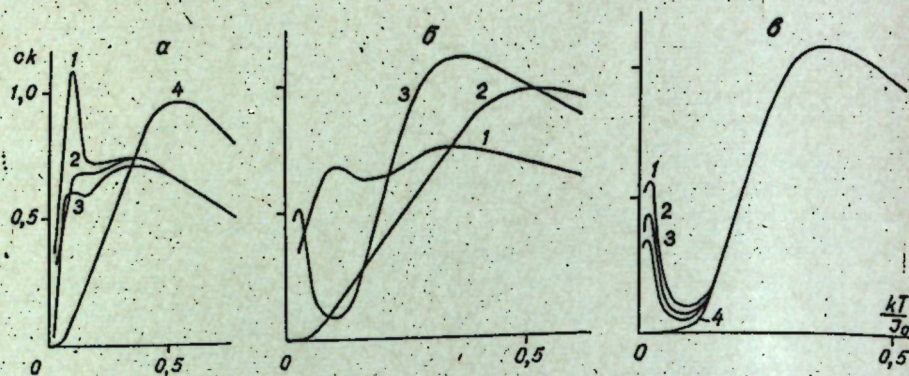


Рис. 8. Магнитная теплоемкость $c(T)$ тригональных тетрамерных кластеров меди(II):

$a - J'/J=0,5; 1 - P=5 \cdot 10^{-2}; 2 - P=3 \cdot 10^{-2}; 3 - P=10^{-2}; 4 - P=0; б - P=2,5 \cdot 10^{-2}; 1 - J'/J=0, 2 - J'/J=0; 3 - J'/J=2; в - J'/J=2; 1 - P=2,5 \cdot 10^{-2}; 2 - P=2 \cdot 10^{-2}; 3 - P=1,5 \cdot 10^{-2}; 4 - P=0.$

$\mu_z(0)$ растет с уменьшением параметра J'/J . Отметим, что в отличие от тетраэдрических, $\mu_z(0)$ тригональных систем не зависит от приложенного поля.

Теплоемкость тригональных спин-спаренных систем имеет вид:

$$c(T) = \{4P^2 + 2sh(P/B)P \cdot [12\exp(-1/B) + (9a-3)\exp(-(3a-1)/2B) + 15(a+1)\exp(-3(a+1)/2B)] + 2ch(P/B) [6\exp(-1/B) + 3/4(3a-1)^2 \times \exp(-(3a-1)/2B) + P^2[6\exp(-1/B) + 3\exp(-(3a-1)/2B) + 5\exp(-3(a+1)/2B)] + 45(a+1)^2 \exp(-3(a+1)/2B) + 81/2(a-1)^2 \times \exp(-(3a+1)/2B) + 15/2(3a+1)^2 \exp(-(3a+5)/2B) + 60\exp(-(3a+1)) \times \{P^2/k \cdot [4ch^2(P/B) + 2ch(P/B) (12\exp(-1/B) + 6\exp(-(3a-1)/2B) + 10\exp(-3(a+1)/2B)) + 36\exp(-2/B) + 9\exp(-(3a-1)/B) + 25\exp(-3(a+1)/B) + 36\exp(-(3a+1)/2B) + 60\exp(-(3a+5)/2B) + 30\exp(-(3a+1)/B)]\}^{-1}, \quad (18)$$

где сохранены обозначения формулы (16).

На рис. 8 показана зависимость $c(T)$ при $H \parallel C_3(z)$. Учет нулевого расщепления приводит к низкотемпературному пику в теплоемкости, величина и положение которого зависят от приложенного поля и соотношения обменных параметров J и J' . Отметим, что с понижением симметрии системы орбитальное вырождение может быть снято, и если при этом расщепление основного состояния больше $g'\beta H$, то низкотемпературные особенности магнитного момента и теплоемкости исчезают.

Сравнение магнитных и термодинамических свойств тетраэдрических и тригональных тетрамерных спин-спаренных систем показывает, что магнитный момент последних существенно анизотропен: так, для тригональных систем магнитный момент максимален при $H \parallel C_3$ и не обладает поперечной компонентой, тогда как для тетраэдрических систем магнитный момент максимален при $H \parallel C_2$.

Рассмотренные выше особенности низкотемпературного поведения магнитного момента и теплоемкости тетраэдрических спин-спаренных систем могут быть использованы для их идентификации.

ЛИТЕРАТУРА

- Белинский М. И., Цукерблат Б. С., Аблов А. В. Обменные мультиплеты многоядерных кластеров переходных металлов.— ДАН СССР, 1972, 207, с. 125—128.
- Цукерблат Б. С., Белинский М. И., Аблов А. В. Гайзенберговская модель спинового обмена и теория парамагнитного резонанса тримерных кластеров.— ДАН СССР, 1971, 201, с. 1409—1413.
- Bertrand J. A., Kelley J. A. Preparation, Structure and Properties of the Tetramethylammonium Salt of μ_4 -oxo-hexa- μ -chloro-tetra(chlorocuprate(II)).— Inorg. Chem., 1969, 6, p. 1982—1985.
- De Boer J., Bright B. D., Helle J. N. The Structure of the Potassium Salt of μ_4 -oxo-hexa- μ -chloro-tetra [chlorocuprate(II)].— Acta Cryst., 1972, B 28, p. 3436—3437.
- Bock V. H., Dieck H. T., Pytlík H., Schnöller M. Über Kupfer-Komplexe $Cu_4O(Amin)_4(Hal)_4$ mit tetraedrisch Koordiniertem Sauerstoff.— Zeitsch. für Anorg. Allgem. Chemia, 1968, 357, S. 54—61.
- Carr B., Harrod J. E. A Curious Synthesis of Some μ_4 -oxo-hexa- μ -halotetra-copper(II) Complexes.— Canad. J. Chem. 1972, 50, p. 2792—2798.
- Lines M. E., Ginsberg A. P., Martin R. L., Sherwood R. C. Magnetic Exchange in Transition Metal Complexes. VII Spin Coupling in μ_4 -oxo-hexa- μ -halotetrakis [(triphenylphosphine oxide or pyridine) copper(II)]: Evidence for Antisymmetric Exchange.— J. Chem. Phys., 1972, 57, p. 1—19.
- Sugano S., Tanabe Y., Kamimura H. Multiplets of Transition Metal Ions on Crystals.— Acad. Press, N. Y.— London, 1970.
- Washimiya S., Shinagawa K., Sugano S. Effective Hamiltonian for Non-Kramers Doublets.— Phys. Rev. Solid. State, 1970, B1, p. 2976—2985.

Поступила 18.I 1979

Ж. Ю. ВАЙСБЕИН

МАСС-СПЕКТРЫ ХЕЛАТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НИКЕЛЯ(II), ПАЛЛАДИЯ(II) И МЕДИ(II) С ШИФФОВЫМИ ОСНОВАНИЯМИ САЛИЦИЛОВОГО АЛЬДЕГИДА И АЛИФАТИЧЕСКИХ АМИНОВ

Масс-спектрометрическое исследование хелатов никеля, палладия и меди с шиффовыми основаниями (ШО) салицилового альдегида и алифатических аминов явилось продолжением изучения комплексных соединений с ближайшим окружением центральных атомов двумя атомами азота и двумя атомами кислорода, подобно салицилальдоксиматам [1, 3—5].

Для масс-спектрометрического исследования были синтезированы известные хелатные соединения общей формулы М (табл. 1).

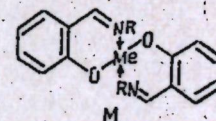


Таблица 1

Отдельно были сняты и интерпретированы масс-спектры соответствующих шиффовых оснований салицилового альдегида с аммиаком (XIII), метиламином (XIV), этиламинном (XV), изопропиламинном (XVI). Масс-спектры всех изученных хелатов характеризуются наличием интенсивных пиков как металлосодержащих, так и органических фрагментов.

Нумерация соединений и расшифровка значений R			
Ni	Pd	Cu	$L = OHC_6H_4 - CH = NR$, где R
I	II	II	H
IV	V	VI	CH ₃
VII	VIII	IX	C ₂ H ₅
X	XI	XII	изо-C ₃ H ₇

Таблица 2

Значения долей суммарного ионного тока, приходящихся
на металлосодержащие и органические фрагменты

Металл	Лиганд							
	XIII		XIV		XV		XVI	
	Me	Org	Me	Org	Me	Org	Me	Org
Никель	74,06	10,60	61,50	28,01	28,01	53,06	19,60	68,00
Палладий	—	—	68,30	21,00	39,40	49,20	24,06	62,70
Медь	—	—	17,50	65,03	17,01	69,50	14,84	61,40

Следует отметить, что соединения II и III при нагревании подвергаются частичному термическому разложению, из-за чего не удалось получить воспроизводимых масс-спектров. Однако и для этих соединений (II, III) зарегистрированы молекулярные ионы, отвечающие мономерной структуре.

Значения долей суммарного ионного тока, приходящиеся на металлосодержащие (Me) и органические (Org) фрагменты приведены в табл. 2. Остальные 15—20% суммарного ионного тока приходятся на малоинтенсивные и слабовыразительные пики. Удельное содержание металлосодержащих фрагментов уменьшается в ряду никелевых и палладиевых соединений от $R=H$ до $R=изо-C_3H_7$ в последовательности: $NH > NCH_3 > NC_2H_5 > N-изо-C_3H_7$. Суммы интенсивностей металлосодержащих фрагментов в масс-спектрах медных хелатов выражаются близкими величинами. Своеобразие в поведении хелатов меди отмечено многими авторами при изучении самых различных классов соединений [6, 8]. Вероятно, это объясняется наличием неспаренного электрона у атома меди.

В масс-спектрах всех соединений зарегистрированы пики молекулярных ионов, отвечающих только мономерной структуре. В области масс-спектров выше соответствующих молекулярных ионов не обнаружены пики.

Таким образом, изучаемые хелатные соединения отличаются от некоторых описанных в литературе, в частности от хелатов никеля с шиффовыми основаниями $C_6H_4-CH=N-(CH_2)_2NRR_1$, в масс-спектрах которых были зарегистрированы фрагменты $[Ni_2L_2]^+$ [7].

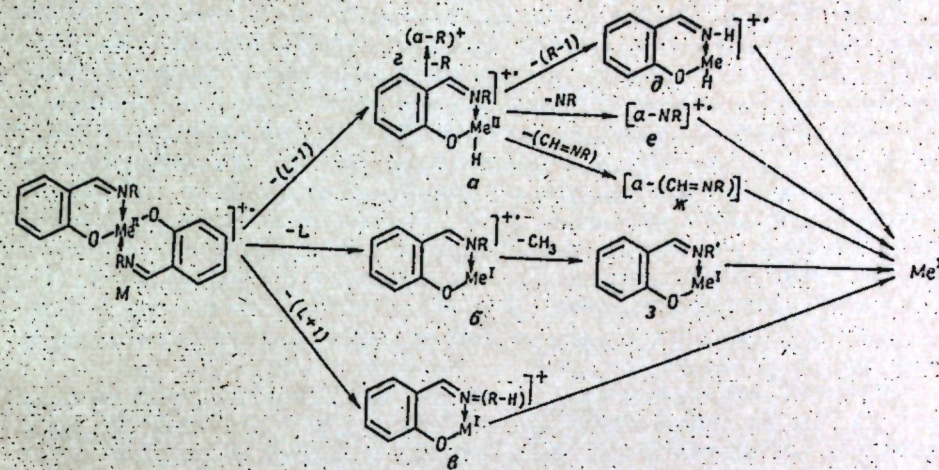
Молекулярные ионы изученных хелатов шиффовых оснований характеризуются различной стабильностью (W_M), численные значения которой сведены в табл. 3. С увеличением длины углеводородной цепи радикала устойчивость молекулярных ионов (W_M) уменьшается для соединений никеля и палладия. В том же направлении уменьшается удельное содержание металлосодержащих фрагментов. W_M соединений меди на порядок ниже W_M хелатов никеля и палладия и практически не зависит от радикала у атома азота.

В масс-спектрах соединений никеля и палладия зарегистрированы пики (10—20%) двухзарядных молекулярных ионов (M^{2+}). В масс-спектрах соединений меди пики, соответствующие M^{2+} , не обнаружены.

Анализ масс-спектров хелатов шиффовых оснований позволил при-

Таблица 3
Стабильность молекулярных ионов
хелатов шиффовых оснований

Металл	Лиганд, W_M			
	XIII	XIV	XV	XVI
Никель	0,3	0,22	0,07	0,05
Палладий	—	0,20	0,12	0,079
Медь	—	0,03	0,04	0,04

Схема фрагментации некоторых хелатов никеля(II), палладия(II) и меди(II)
под действием электронного удара

ти к выводу, что основное направление распада изученных соединений подчиняется общей закономерности (см. схему).

В масс-спектрах всех изученных соединений имеются интенсивные пики, отвечающие выбросу из молекулярных ионов 119 (I), 133 (IV—VI), 147 (VII—IX), 161 а. е. м. (X—XII), что соответствует отрыву одного лиганда без атома водорода ($L-1$). Последний мигрирует к заряженной части молекулы с образованием фрагмента a.

Аналогичные выбросы ($L-1$) зарегистрированы и в масс-спектрах изученных нами диоксиминов и салицилальдоксиматов. Как отмечалось нами ранее, для этих соединений выбросы ($L-1$) осуществляются из «перегруппированных» молекулярных ионов, что, на наш взгляд, становилось возможным благодаря наличию прочных внутримолекулярных водородных связей.

В случае же хелатов шиффовых оснований, у которых внутримолекулярные водородные связи отсутствуют, отрыв ($L-1$), вероятнее всего, осуществляется с миграцией атома водорода либо к атому кислорода (если заряд преимущественно локализован на атоме кислорода), либо к атому металла с образованием гидроксида (переход $M \rightarrow a$; см. схему). В этом случае степень окисления центрального атома не меняется.

Во всех масс-спектрах изученных хелатных соединений зарегистрированы пики, соответствующие Me^{1+} (Ni^{1+} , Pd^{1+} , Cu^{1+}). Интересно отметить, что интенсивность ионов Me^{1+} (в долях суммарного ионного тока) больше в масс-спектрах медных соединений по сравнению с никелевыми и палладиевыми хелатами, что, по мнению авторов [6, 8], связано со склонностью меди к образованию одновалентного состояния. Как уже отмечалось, в масс-спектрах всех изученных хелатных соединений шиффовых оснований зарегистрировано наличие металлосодержащих и органических фрагментов.

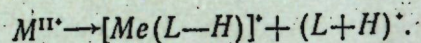
Среди органических самыми тяжелыми являются фрагменты, соответствующие значениям масс молекулярных ионов самих шиффовых оснований, т. е. ($L+1$). Помимо пиков, соответствующих ($L+1$), в масс-спектрах изученных комплексов имеются также пики других органических фрагментов, значения которых совпадают со значениями пиков в масс-спектрах отдельно изученных органических молекул шиффовых оснований.

Представлялось интересным выяснить происхождение органических фрагментов, для чего были проведены некоторые расчеты, показавшие, что относительные интенсивности отдельных ионов в масс-спектрах хелатов больше интенсивностей этих же ионов в соответствующих масс-спектрах шиффовых оснований. Это относится, например, к ионам $(M-1)^+$, $(M-R)^+$ и другим. Это позволяет предположить следующий механизм образования органических фрагментов. Псевдомолекулярные органические ионы XIII—XVI образуются в результате диссоциативной ионизации молекулярных ионов хелатов, в процессе которой имеет место миграция атома водорода с образованием $(L+1)^+$. Получающиеся частицы $(L+1)^+$ регистрируются в масс-спектрах как молекулярные ионы соответствующих органических соединений.

Происхождение других органических ионов в масс-спектрах хелатов с учетом их повышенной интенсивности по сравнению с масс-спектрами соответствующих органических соединений можно объяснить образованием за счет распада:

— органического псевдомолекулярного иона и отрыва органической части молекулы хелата с локализованным на ней зарядом, т. е. пики, соответствующие органическим фрагментам, являются суммарными;

— двухзарядных молекулярных ионов хелатов [2] на два однозарядных иона, один из которых металлсодержащий, второй — органический.



Не исключена также возможность, что соотношения интенсивностей органических фрагментов в масс-спектрах хелатов и индивидуальных шиффовых оснований различны и вследствие разных энергетических состояний органических молекулярных ионов M^+Org и псевдомолекулярных органических ионов $(L+1)^+$, образующихся при распаде молекулярных ионов хелатов.

Полученные результаты позволяют прийти к заключению, что в рассматриваемом классе соединений образование органических ионов является результатом фрагментации молекулярных ионов под действием электронного удара, а не следствием термического разложения или гидролиза хелатных молекул в условиях масс-спектрометра. Такой вывод подкрепляется и тем, что, во-первых, во всех случаях соотношение интенсивностей пиков не зависит от температуры ионизационной камеры, во-вторых, идентичностью возгонов, остатков после нагревания и первоначально полученных образцов, контроль которой всегда осуществлялся перед съемкой масс-спектров для каждого соединения.

Сопоставление масс-спектров хелатов шиффовых оснований с масс-спектрами салицилальдоксиматов [1,3—5] показывает, что несмотря на сходство в строении молекул этих двух классов соединений, их масс-спектрометрическое поведение различно. Прежде всего, для хелатов шиффовых оснований не характерна перегруппировка молекулярных ионов, описанная нами для диоксиминов и монооксиминов, что объясняется отсутствием в них внутримолекулярных водородных связей. Как следствие отсутствия «перегруппированных» молекулярных ионов в случае хелатов шиффовых оснований следует отметить бедность их масс-спектров металлсодержащими фрагментами по сравнению с салицилальдоксиматами.

Обращает на себя внимание отсутствие фрагментов в области высоких массовых чисел в масс-спектрах хелатов шиффовых оснований. Отсутствие внутримолекулярных водородных связей в этих молекулах делает невозможным выброс малых осколков из молекулярных ионов с одновременным удержанием двух ароматических ядер у атома металла, как это имело место у салицилальдоксиматов (потеря молекулярными ионами хелатов атома кислорода, группы NO, молекулы H_2O и других).

ЛИТЕРАТУРА

1. Вайсбейн Ж. Ю., Харитон Х. Ш., Аблов А. В. Особенности масс-спектров хелатов никеля и палладия с оксимами салицилового альдегида и *o*-оксиацетофенона.—Тез. докл. V Всесоюз. совещ. по применению физических и математических методов в координационной химии. Кишинев, 1974, с. 159.
2. Джонстон Р. Руководство по масс-спектрометрии для химиков-органиков. М., «Мир», 1975.
3. Харитон Х. Ш., Аблов А. В., Вайсбейн Ж. Ю. Салицилальдоксиматы никеля и палладия и их масс-спектрометрическое исследование.—Журн. неорг. хим., 1976, 21, с. 167—174.
4. Харитон Х. Ш., Аблов А. В., Вайсбейн Ж. Ю. Масс-спектры координационных соединений никеля и палладия с салицил- и 5-хлорсалицилальдоксимом.—Тез. докл. II Всесоюз. конф. по масс-спектрометрии. Л., 1974, с. 119.
5. Харитон Х. Ш., Вайсбейн Ж. Ю., Аблов А. В. Изучение строения салицилальдоксиматов никеля и палладия масс-спектрометрическим методом.—Коорд. хим., 1975, 1, с. 494—495.
6. Charalambous J., Frazer M. J. Mass spectra of the complexes of copper(II) and nickel(II) with *o*-benzoquinone monoximes.—J. Chem. Soc., 1970, A, N 16, p. 2645—2648.
7. Dudek E. P., Chaffee E., Dudek T. Abnormal Mass Spectra of Nickel Schiff Base Chelates.—Inorg. Chem., 1968, 7, N 6, p. 1257—1259.
8. Patel K. S., Rinehart K. L., Bailar J. C. Mass spectral studies of bases and their metal complexes.—Org. Mass Spectrom., 1970, 4, p. 441—450.

Поступила 16.I 1979

В. Л. ГУЦАНУ, С. А. МУНТЯН, К. И. ТУРТЭ

СОРБЦИЯ ЖЕЛЕЗА(II) ИОНАМИ ИЗ ТАРТРАТНЫХ РАСТВОРОВ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ pH

Способность многих катионов образовывать комплексы с винной кислотой нашло широкое применение в аналитической химии [7]. Возможность отделения Fe(II) и Fe(III) от других катионов с помощью высокоосновного анионита Дауэкс-2×8 в тартратных растворах исследовали в работах [11—13]. Сорбция железа(III) и других металлов из тартратных растворов исследовалась и на сульфокатионите [14—16].

Представляло интерес исследовать сорбцию железа(II) из тартратных растворов на ионитах, способных к комплексообразованию, для выявления оптимальных условий сорбции. Такие иониты обладают повышенной селективностью при сорбции тяжелых металлов, что имеет большое значение не только в аналитической химии, но и при очистке различных растворов, а также природных и сточных вод от металлов. Как известно, в железосодержащих природных водах существует сложное равновесие между простыми и комплексными

ми ионами железа(II) и железа(III) [4], причем эти комплексы образованы с органическими кислотами. Поэтому закономерности сорбции железа ионитами из тартратных растворов могут наблюдаться и при сорбции из водных растворов других органических кислот.

В данной работе приводятся результаты исследования сорбции железа(II) ионитами ЭДЭ-10П, АВ-16Г, АН-2ФН, АН-34, АВ-17×8, КВ-2, КУ-2, КУ-1 из тартратных растворов в интервале рН 1—13. Основные характеристики используемых ионитов описаны в [5, 8], а часть приводится в таблице. Выбор данных ионитов вызван способностью некоторых из них сорбировать металлы только за счет ионообменной реакции, а других — как за счет обмена, так и за счет комплексообразования. Причем их функциональные группы по-разному ведут себя в зависимости от рН раствора.

Экспериментальная часть

Для исследования использовали фракции ионитов 0,1—0,25 мм зернения. Предварительно из ионитов удаляли возможные примеси железа промывкой раствором 2 н. НСl до отрицательной реакции на Fe^{3+} (реакция с CNS^{-}). Растворы готовили из соответствующей навески соли Мора и винной кислоты. Исходные растворы содержали 5 мг-экв/л железа(II) и 10 ммоль/л винной кислоты.

Навеска смолы 0,1 г контактировала с 300 мл раствора не менее 30 суток. Соответствующее значение рН создавали и поддерживали постоянным, регулируя (ежедневная поправка) растворами H_2SO_4 и NaOH. Поскольку при $pH > 12$ в растворе через некоторое время выпадал осадок, навеску смолы помещали в пакет, пропускающий только истинный раствор [3]. После насыщения смолы железом навеску

Основные характеристики исследуемых ионитов

Ионит	Функциональные группы	Общая емкость, мг-экв/г	Форма ионита
АН-2ФН	$=NH, =N, \text{C}_6\text{H}_4-OH$	9—10,5	HOH/NO_3^-
АН-31	$=NH, =N$	≥ 9	То же
АН-34	То же	—	>
ЭДЭ-10П	$=NH, =N, (NR_3, HC-OH)$	9—10	>
АВ-16Г	$=NH, =N, \text{C}_6\text{H}_4-N^+-R, HC-OH$	9,8—10,5	>
АВ-17×8	$^+N(CH_3)_3$	3,4—4,5	Cl^-
КВ-2	$HOOC-CH-CH-COOH$	10—11	H^+
КУ-1	$\text{C}_6\text{H}_4-SO_3H, \text{C}_6\text{H}_4-OH$	4	Na^+
КУ-2	$\text{C}_6\text{H}_4-SO_3H$	4,7—5,1	H^+

переносили на фильтр и промывали ее раствором 0,1 н. NaCl до следовых количеств железа в фильтрате с целью определения сорбированного металла по ионообменному механизму. Затем оставшееся на смоле железо десорбировали раствором 2 н. НСl. Полноту десорбции определяли сжиганием навески с последующим растворением осадка в растворе НСl и определением в растворе железа(III). Результаты показали, что раствор 2 н. НСl практически десорбирует все железо с навески смолы. Некоторые серии опытов проводили повторно и результаты определения сорбированного железа совпали с точностью до ± 3 мг/г. Железо в растворах определяли фотометрически [6, 9].

Результаты и их обсуждение

Как видно, из рис. 1, сорбция железа(II) на анионите АН-2ФН протекает в интервале рН 2—9, проходя через максимум при рН 6,5. При этом в навесках ионитов обнаружено и некоторое количество железа(III). Видимо, при хранении железосодержащей навески на воздухе происходит частичное окисление железа(II). Сорбция железа(II) на анионитах АН-34 (см. рис. 1) и АН-31 (рис. 2) почти такая же, как и на АН-2ФН. Она протекает в интервале рН 3—10 с максимумом при рН 7,5. Аниониты ЭДЭ-10П и АВ-16Г (рис. 3) сорбируют железо(II) в интервале рН 2,5—10 с максимумом при рН 6,5—7. Отметим, что на анионите АН-31 наблюдается значительное окисление ионов железа(II), на ЭДЭ-10П и АВ-16Г количество железа(III) следовое, а на АН-34 трехвалентное железо не обнаружено.

С увеличением рН раствора аминогруппы рассмотренных выше анионитов депротонируются по схеме: $R_3NH^+A^- \rightleftharpoons R_3N + H^+ + A^-$, где A^- — какой-либо анион. Следовательно, при этом снижаются обменные свойства смол. С другой стороны, характер сорбции железа(II) на анионитах АН-31, АН-2ФН, АН-34 и ЭДЭ-10П, АВ-16Г практически одинаков, хотя последние в отличие от первых имеют в своем составе и высокоосновные группы. Это дает нам основание утверждать, что

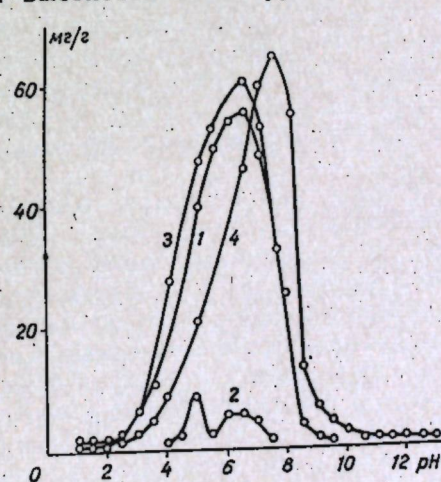


Рис. 1. Влияние рН на сорбцию железа(II) из тартратных растворов анионитами АН-2ФН (1—3) и АН-34 (4): содержание железа(II) (1, 4), окисленного (2) и общего (3) в смоле. Эти обозначения приняты для рис. 2, 4, 5

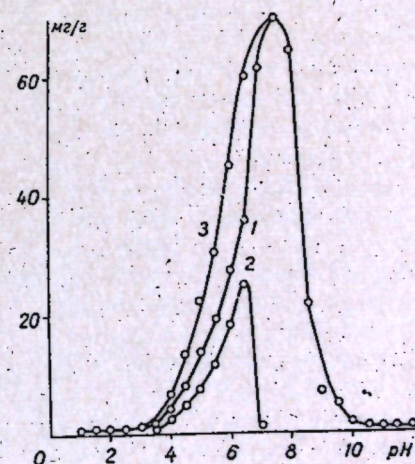


Рис. 2. Влияние рН на сорбцию железа(II) из тартратных растворов анионитом АН-31

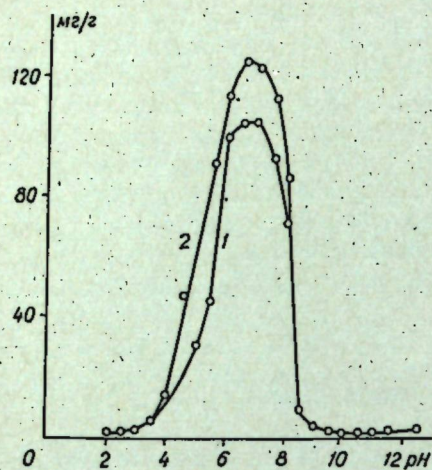


Рис. 3. Влияние рН на сорбцию железа(II) из тартратных растворов анионитами:

1 — ЭДЭ-10П; 2 — АВ-16Г

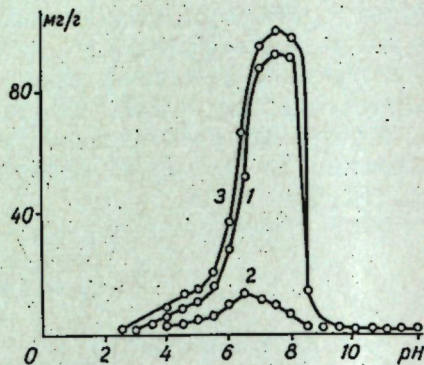


Рис. 4. Влияние рН на сорбцию железа(II) из тартратных растворов анионитом АВ-17Х8

при $\text{pH} < 3$ в растворе нет анионных тартратных комплексов железа(II). При $\text{pH} > 3$ в жидкой фазе могут находиться как анионные, так и катионные комплексы железа(II). Однако сорбция на указанных анионитах и простых, и комплексных ионов железа протекает в основном не по ионообменному механизму, а за счет комплексообразования металла с депротонированными аминогруппами полимера. Это подтверждается тем, что в нейтральной среде ионообменные свойства низкоосновных групп анионитов стремятся к нулю, а в наших системах наблюдается максимум сорбции.

С увеличением рН раствора комплексообразующие свойства анионитов, содержащих низкоосновные группы, растут. При $\text{pH} > 3$ указанные аниониты могут сорбировать как анионные, так и катионные тартратные комплексы железа(II). Причем сорбция на них может протекать и без разрушения низкомолекулярного комплекса металла. Согласно [10], в слабокислой среде железо(II) образует в растворе комплекс состава $\text{Fe} : \text{тартрат} = 1 : 1$. Тартрат-лиганд при этом не насыщает все координационные возможности железа. Поэтому железо тартратного комплекса может дополнительно координироваться также и с лигандными группами анионитов.

Нами было обнаружено, что после десорбции металла с навески смолы в фильтрате имеется и определенное количество тартрата. Это свидетельствует о сорбции не простых, а комплексных ионов железа(II). О заряде тартратного комплекса железа в растворе можно судить по результатам сорбции на анионите АВ-17Х8, который способен сорбировать металлы только в виде анионных комплексов. Как видно из рис. 4, сорбция железа(II) на этом ионите протекает в интервале рН 3—9,5 с максимумом при рН 7,5. Следовательно, в указанном интервале рН в растворе имеются отрицательно-заряженные тартратные комплексы железа(II). Наблюдаемая нами зависимость от рН сорбции тартратных комплексов железа(II) на анионите АВ-17Х8 существенно отличается от приводимой в работе [12], в которой сорбция на высокоосновном анионите протекала в интервале рН 2—12, не проходя через максимум. Это отличие, очевидно, объясняется наличием в исследуемых нами системах кроме металла и вин-

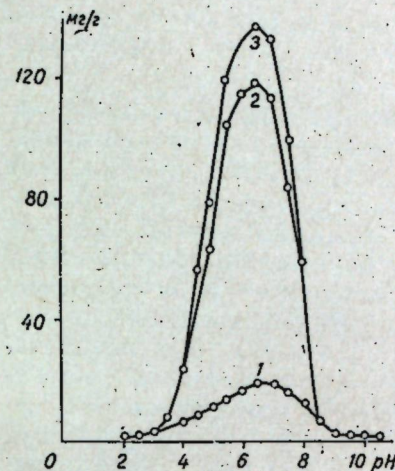


Рис. 5. Влияние рН на сорбцию железа(II) из тартратных растворов катионитом КБ-2

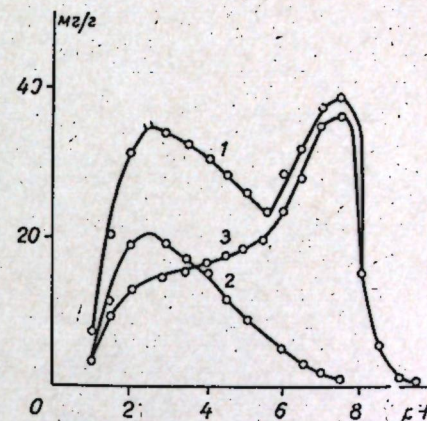


Рис. 6. Влияние рН на сорбцию железа(II) (1) из тартратных растворов катионитом КУ-1 и десорбция Fe(II) растворами NaCl (2) и HCl (3)

ной кислоты также и NH_4^+ , поскольку для приготовления растворов использовали соль Мора.

Согласно [15], в аммиачно-тартратном растворе железо(II) образует иные комплексы, чем в тартратном. При старении в составе высокоосновного анионита могут образовываться аминогруппы, способные к комплексообразованию [1]. Однако проведенные нами дополнительные опыты по сорбции катионов Cu^{2+} не подтвердили наличие таких групп в исследуемом образце АВ-17Х8.

Представляло интерес исследовать сорбцию железа(II) из тартратного раствора и на катионитах. Характер сорбции железа на катионите КБ-2 такой же, как и на анионитах (рис. 5). Сорбция протекает в интервале рН 3—9 с максимумом при рН 6,5. Как следует из рис. 5, железо(II) в фазе КБ-2 на воздухе легко окисляется. По-видимому, это связано с тем, что сорбция железа на КБ-2 протекает с разрушением тартратного комплекса. Поскольку сорбция металла на катионите КБ-2 может идти и за счет комплексообразования, то трудно сделать определенные выводы о заряде железного комплекса в растворе.

Дополнительную информацию дает исследование сорбции железа(II) из тартратных растворов на катионитах КУ-1 и КУ-2. Из рис. 6 видно, что на катионите КУ-1 железо(II) сорбируется в интервале рН 1—9. При этом наблюдаются два максимума сорбции: при рН 2,5 и рН 7,5. Первый максимум (рН 2,5) обусловлен сорбцией за счет ионного обмена на сульфогруппах. Следовательно, в растворе имеются и катионные тартратные комплексы железа(II). Однако, как было показано ранее, при $\text{pH} > 3$ в растворе образуются и анионные комплексы железа(II). С увеличением рН доля катионных комплексов в растворе уменьшается и поэтому величина сорбции металла на КУ-1 снижается, но комплексообразующие и обменные свойства фенольной группы анионита усиливаются. Это и приводит к появлению второго максимума сорбции железа (рН 7,5). Результаты десорбции железа(II) с катионита КУ-1 раствором NaCl подтверждают вышесказанное. Они также показывают, что фенольные группы КУ-1 могут

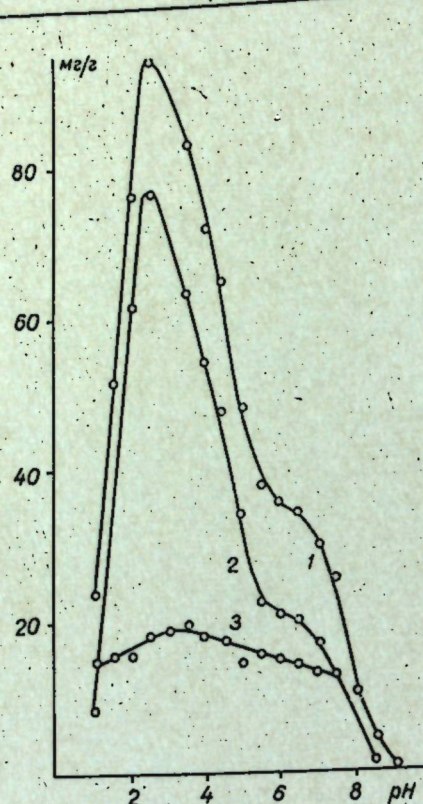


Рис. 7. Влияние pH на сорбцию железа(II) из тартратных растворов катионитом КУ-2×8

Обозначения, как на рис. 6

железа(II) на ионитах показывает, что при $\text{pH} < 3$ в жидкой фазе исследуемой системы имеются только катионные комплексы железа(II). В интервале $\text{pH} 3-9$ в растворе существует равновесие между катионными и анионными комплексами металла. При $\text{pH} > 9$ железо в растворе, вероятно, находится в виде нейтрального прочного комплекса. Поэтому и отсутствует сорбция железа(II) ионитами при $\text{pH} > 9$, хотя выпадение осадка, снижающее содержание металла в жидкой фазе, наблюдается при $\text{pH} > 12$. Как известно, с изменением pH раствора меняется не только состав, но и прочность тартратных комплексов металлов [7]. Следовательно, иониты в таких сложных системах могут работать в оптимальном режиме при определенных значениях pH раствора, что и доказывают результаты данной работы. Оптимальная сорбция ионитами в исследуемых нами системах определяется состоянием железа(II) в растворе. И хотя, по-видимому, в растворе могут образовываться аммиачно-тартратные комплексы железа(II), их заряд обусловлен, очевидно, только взаимодействием ионов железа с винной кислотой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буткуте Э. Л., Даубарас Р. Ю., Лаумянскис Г. А. Применение ионообменных смол для очистки сточных вод гальванических цехов. 3. Изменение свойств ионитов в ходе эксплуатации.—Тр. АН ЛитССР, 1976, сер. Б, № 2, с. 79.

2. Васильев А. А. Синтез полимерных нерастворимых сульфокислот. Л., «Наука», 1971.
3. Гуцану В. Л., Догару Г. Н. Сорбция металлов комплексообразующими ионитами в широком диапазоне pH растворов.—Журн. прикл. хим., 1977, 50, с. 2216.
4. Золотова Е. Ф., Асс Г. Ю. Очистка воды от железа, фтора, марганца и сероводорода. М., Стройиздат, 1975.
5. Лурье А. А. Сорбенты и хроматографические носители (справочник). М., «Химия», 1972.
6. Марченко З. Фотометрическое определение элементов. М., «Мир», 1971.
7. Пятницкий И. В. Комплексные соединения металлов с оксикислотами.—Успехи химии, 1963, 32, с. 93.
8. Салдадзе К. М., Пашков А. Б., Титов В. С. Ионообменные высокомолекулярные соединения. М., Госхимиздат, 1960.
9. Сендэл Е. Б. Колориметрическое определение следов металлов. М., Госхимиздат, 1949.
10. Топорова В. Ф. Полярографическое исследование устойчивости комплексов железа с винной кислотой.—Журн. общ. хим. 1945, 15, с. 603.
11. Dadone A., Baffi F., Frache R. Organic acid solutions in the chromatography of inorganic ions. IV. Cation-exchange of Mn(II), Cd(II), Co(II), Ni(II), Cu(II), Al(III) and Fe(III) in tartrate media.—Talanta, 1976, 23, p. 593.
12. Lingane J. J. Polarographic Investigation of Oxalate, Citrate, and Tartrate Complexes of Ferric and Ferrous Ion.—J. Am. Chem. Soc., 1946, 68, p. 2448.
13. Morie G. P., Sweet T. R. Anion exchange chromatography of transition metals in tartrate medium.—J. Chromatogr., 1964, 16, p. 201.
14. Morie G. P., Sweet T. R. Anion exchange separations of iron(II) and iron(III) in tartrate medium.—Anal. Chem., 1964, 36, p. 140.
15. Pilstick G. F., Sweet T. R., Morie G. P. Anion exchange studies in tartrate medium. The separation of manganese(II), cobalt(II), zinc(II), copper(II) and iron(III).—Anal. Chem., 1963, 35, p. 995.
16. Qureshi M., Varshney K. G., Kaushik R. C. Cation exchange studies of Ti^{4+} , V^{5+} , Fe^{3+} , Nb^{5+} , UO_2^{2+} in formic, oxalic, tartaric and citric acid media.—Anal. Chem., 1973, 45, p. 2433.

Поступила 16.1 1979

НАУКА—ПРОИЗВОДСТВУ

В. В. САЯНОВА,
В. В. ДРОЗДОВ, Н. И. ДЬЯЧЕНКО

УСКОРЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКА В СЕМЕНАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРА СЕРЕНЬЕВА

Традиционным методом определения белка в растительном материале является классический метод Кьельдаля, основанный на измерении количества аммонийного азота. В аналитической практике применяется ряд методов определения белка, являющихся модификациями метода Кьельдаля. По точности они превосходят колориметрические методы, основанные на использовании различных красителей (оранжевого Ж, бром-фенолового синего и др.), так как интенсивность развивающейся окраски для отдельных белков различна и зависит от состава входящих в них аминокислот. В связи с этим модификациям метода Кьельдаля, как правило, отдается предпочтение.

На основе метода Кьельдаля созданы высокопроизводительные автоматические анализаторы типа «Кьель-Фосс-Макро Автоматик» и др. Однако они труднодоступны и стоимость анализа высока по сравнению с анализом, проводимым общепринятым методом Кьельдаля. Кроме того, определение ведется в довольно больших навесках (500—1000 мг), что не всегда возможно при оценке селекционно-генетического материала. Поэтому и в настоящее время предпринимаются попытки модификации классического метода Кьельдаля с целью создания методик, которые, удовлетворяя требованиям точности и дешевизны анализа, были бы и в достаточной мере производительны.

Предлагаемая в настоящем сообщении модификация определения белка по Кьельдалю в значительной степени отвечает этим условиям. Навеску тонкоразмолотого зерна (0,1—0,2 г) переносят в термостойкие пробирки диаметром 2 см, высотой 20 см и заливают 3—5 мл концентрированной серной кислоты. Сжигание проводят в металлических блоках (из дюралюминия), установленных на электроплитках мощностью 600—1000 Вт. При сжигании навесок во избежание вспенивания (особенно это касается зерна сои) мощность электроплитки постепенно увеличивают.

Подготовка материала и озоление проводились нами по методике [1] с некоторыми изменениями, связанными с особенностями исследуемого материала. Эта методика позволяет определять белок в небольшой навеске с минимальным расходом реактивов при одновременном озолении большого количества образцов.

Однако рекомендуемое авторами колориметрическое окончание анализа с использованием реактива Несслера при определении белка в материале с высоким содержанием жира (соя) давало неудовлетворительные результаты. Поэтому нами применен классический прием определения аммонийного азота по Кьельдалю. Отгонку аммиака проводили на приборе Сереньева [2], отличительные особенности которого состоят в синхронности и отгонки и титрования, использовании

Таблица 1
Содержание общего азота в образцах стандартного раствора хлористого аммония (расчетное количество — мг азота в 1 мл раствора)

Содержание азота при отгоне аммиака, мг	
на приборе Сереньева	по Кьельдалю
10,0	9,73
9,91	9,66
9,94	9,80
9,87	9,66
9,87	9,94
9,87	9,73
9,73	9,66
9,87	9,80
9,87	9,66
9,94	9,73
9,94	9,80
9,94	9,94
9,87	9,94
9,94	9,87

Таблица 2
Содержание общего азота в семенах сои урожай 1977 г.

Образец сои	Содержание азота при отгоне аммиака, мг	
	на приборе Сереньева	по Кьельдалю
Norman	5,52	5,20
№ 33	5,20	5,16
ВИР 3965	4,80	4,80
Гун-чжу-линь	4,92	4,84
Trayerce	5,12	4,96
ВИР 2124	4,84	4,92
ВИР 3713 (орошение)	4,96	5,00
ISZ—12 (орошение)	3,96	4,00
Rabakccoli	4,64	4,72
ВИР 2485	5,08	5,00
ВИР 3713 (богара)	5,36	5,48
ВИР 475	5,56	5,16
Ранняя 10	5,24	5,00
ISZ—12 (богара)	4,76	4,80
Дуй-цин-шань	5,16	5,28
Никогри	5,68	5,28

экзотермического фактора, транспортировке аммиака путем разрезания.

Для сравнения двух методов (по Кьельдалю и с применением металлических блоков для сжигания образцов с последующим определением азота на приборе Сереньева для отгона аммиака) определяли содержание общего азота в стандартном растворе хлористого аммония (табл. 1) и в образцах сои (табл. 2) с последующей математической обработкой результатов [3].

Как видно из табл. 1, результаты, полученные с использованием прибора Сереньева, более точны и стабильны ($\bar{x}=9,90$; $S=0,02$; $V=0,2$; $S_{\bar{x}}\%=0,5$). Определение общего азота полумикрометодом Кьельдаля ($\bar{x}=9,79$; $S=0,04$; $V=0,4$; $S_{\bar{x}}\%=0,9$) не исключает возможности случайных потерь аммиака.

В табл. 2 приводятся данные содержания общего азота в зерне 16 различных образцов сои. При числе степеней свободы $n-1=15$, значение $t_{05}=2,1$ и $t_{01}=3,0$. В нашем опыте $t_{факт}=1,2$. Таким образом, $t_{факт} < t_{теор}$. Следовательно, на основании имеющегося экспериментального материала можно сделать вывод, что различия в содержании общего азота, полученного двумя методами, не существенны.

Определение азота на приборе Сереньева имеет ряд преимуществ по сравнению с установками аналогичного типа: повышение точности анализа, экономия электроэнергии, реактивов, посуды и др. Прибор позволяет определять азот в широком диапазоне навесок материала (30—1000 мг). При переходе от макро- к микроанализам (например, при определении содержания азота в одном зерне) достаточно изменить нормальность серной кислоты в точном растворе. Прибор компактен, прост в эксплуатации, высокопроизводителен. Один оператор за семь часов рабочего времени на двух приборах выполняет 100—110 анализов.

Таким образом, метод определения белка в семенах с комплексным использованием металлических блоков для озоления исследуемого материала и прибора Сереньева для отгона аммиака является точным и производительным и с успехом может применяться при оценке селекционно-генетического материала. Этот метод в равной степени может быть использован и для определения азота в материале животного происхождения и в микроорганизмах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тютчев С. Л., Чмелева З. В. Методы белкового и аминокислотного анализа растений. (Методические указания) Л., изд. ВИРА, 1973.
2. Сереньев В. М. Прибор Сереньева для определения аммиачного азота. Авт. свид. № 527657.— Открытия, изобретения, пром. образцы, тов. знаки, 1976, № 33, с. 130.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М., «Колос», 1968.

Поступила 16.III 1979

В издательстве «Штиинца»
готовится к выпуску в 1980 году

О. П. Стегареску. Нематоды — вирусоносители семейства Longidoridae. Род *Xiphinema*. На русском языке. 12 л., 2 руб.

В монографии приведены сведения по истории изучения, морфологии, биологии, экологии, распространению, вредности, мерам борьбы и методике обработки материала. В систематической части даны характеристика семейства Longidoridae и его подсемейств, рода *Xiphinema*, определительные таблицы родов и видов рода *Xiphinema* и описания каждого вида. Впервые в мировой литературе приведен полный обзор рода *Xiphinema*.

Работа представляет интерес для систематиков-фитогельминтологов, специалистов в области фитогельминтологии и сельского хозяйства и студентов сельскохозяйственных вузов.

Предварительные заказы просим направлять по адресам:
277001. Кишинев,
ул. Пирогова, 28,
«Академкнига».
277041. Кишинев,
ул. Мунчештская, 173,
база «Молдкниготорга»
(отдел местных изданий)

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Н. Г. СЧАСТЛИВЦЕВА, Н. И. БИЗЯЕВА, Г. П. ДУДИН

СТИМУЛИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ($\lambda=6328 \text{ \AA}$)
НА КУЛЬТУРУ ОГУРЦА В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

В овощеводстве защищенного грунта большое теоретическое и практическое значение имеет преодоление фотоэнергетического барьера при выращивании овощных культур в условиях низкой интенсивности света и короткого дня поздне-осеннего и зимнего периодов.

Исследованиями в разных зонах нашей страны доказана возможность повышения урожайности за счет предпосевного облучения семян лазерным светом. Получены интересные результаты как в теоретическом, так и в практическом направлениях [1—4].

В задачу исследования, начатого в 1975 г., входило изучение стимулирующего действия лазерного излучения на культуру огурца в защищенном грунте в условиях Кировской области и выявление оптимальных доз облучения.

Семена (районированный сорт огурца Грибовский 2) облучали на установке ОКГ-12-1. В лабораторных условиях изучали различные экспозиции воздействия — от одной до 30 минут. Лучшие результаты по стимулированию начальных этапов роста получили при экспозиции 10 и 15 минут.

Опыты продолжали в зимних теплицах совхоза «Красногорский». За сутки до посева семена обрабатывали монохроматическим когерентным излучением лазера с экспозицией 10 и 15 минут, плотность облучения $0,3 \text{ мВт/см}^2$. Контроль — посев необлученных семян. Рассаду выращивали в торфоперегнойных горшочках в течение 30 дней, высаживали ее в грунт теплицы (площадь питания $120 \times 35 \text{ см}^2$). Площадь учетных делянок $7,2 \text{ м}^2$, повторность четырехкратная. В рассадный период и после высадки агротехника в опыте и контроле была одинаковой.

Облученные семена давали всходы на один—два дня раньше контроля. На первых этапах наблюдался более интенсивный рост корневой системы. В клеточном соке растений из облученных семян отмечено повышенное содержание азота, фосфора, калия. Обработка семян лазерным излучением увеличивала содержание хлорофилла в листьях на 10—10,5%, интенсивность фотосинтеза — на 39,7—51,5%. Облучение способствовало ускоренному росту побегов, листьев, образованию мужских и женских цветков. Длина побега превышала контроль на 14,6—21,2%, количество листьев на растении — на 25,0—59,0%.

Растения из облученных семян дружнее вступали в плодоношение. Максимальный положительный эффект наблюдался в первые месяцы сборов. В 1977 г. к 20 мая было собрано огурца в вариантах с облучением по $17,0\text{—}17,5 \text{ кг с } 1 \text{ м}^2$, в контроле — 15 кг . В 1978 г. к этому времени урожайность составила соответственно $20,2\text{—}20,5$ и $18,6 \text{ кг/м}^2$. В начале и в период массового плодоношения разница в урожайности между испытываемыми вариантами и контролем была наибольшей и уменьшилась в последние полтора месяца. В конце плодоношения эффект стимуляции сглаживался. Предпосевное облучение семян увеличивало массу плода в среднем за годы испытания на $7,4\text{—}15,3\%$. Выход стандартной продукции находился в пределах $91,6\text{—}94,1\%$ к общему урожаю. По выходу товарных плодов выделялся вариант с облучением семян лазерным светом в течение 10 минут.

Дружность плодоношения, увеличение массы плода повышали продуктивность и урожайность

Влияние лазерного облучения на урожайность
огурца, кг/м^2

Экспозиция, мин	1976 г.	1977 г.	1978 г.	Среднее	% к контролю
0 (контроль)	28,7	41,5	29,6	33,3	100,0
10	30,8	44,6	32,4	35,9	107,8
15	30,1	44,0	32,1	35,4	106,3
P, %	1,7	1,07	1,9		
НСР ₀₉₅	1,78	1,45	1,84		

растений из облученных семян (см. таблицу). Это дает в первые месяцы дополнительную прибыль более 2 руб. с 1 м².

На основании выполненных исследований разработанные рекомендации по облучению семян огурца лазерным светом в 1979 г. внедрены в производство. В совхозе «Красногорский» высажено рассады огурца из облученных семян на площади 40 тыс. м², что составляет две трети площади зимних теплиц комбината.

Предпосевная обработка семян лазерным светом может стать одним из агротехнических приемов повышения урожайности огурца и получения его плодов в ранние сроки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боярских Г. В., Мокеева Н. С., Сидорова Г. А. Опыт применения гелий-неонового лазера в овощном хозяйстве.—В кн.: Проблемы фотоэнергетики растений. Киев, «Наукова думка», 1975.
2. Девятков Н. Д. и Кособоков Г. И. Использование лазерного света для повышения продуктивности овощных культур.—В кн.: Проблемы фотоэнергетики растений. Кишинев, «Штиинца», 1975.
3. Иношин В. М. и др. Лучи лазера для повышения продуктивности огурца и томата.—Картофель и овощи, 1978, № 4.
4. Лыскова Г. В. и Орлов Ю. С. Стимулирующее влияние лучей лазера на развитие тепличных огурцов.—В кн.: Молекулярная и прикладная биофизика сельскохозяйственных растений и применение новейших физико-технических методов в сельском хозяйстве. Кишинев, 1977.

Поступила 25.V 1979

Н. И. ДЬЯЧЕНКО, Л. А. ЧИЛИКИНА

ОБЪЕМ ВЫБОРКИ ЗЕРНА ПРИ ОЦЕНКЕ СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА НА СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА

Селекция на качество урожая сельскохозяйственных растений приобретает все большее значение. В отношении зерновых культур, в частности пшеницы, на первое место ставится вопрос увеличения содержания белка, так как высокое содержание белка в зерне пшеницы является одним из признаков ценности хлеба [1—5].

При селекции на качественный состав того или иного признака в первую очередь необходимо определить объем выборки для составления средней пробы, которая обеспечит получение достоверных данных.

Цель наших исследований — установить степень варьирования содержания общего азота в отдельных зерновках в зависимости от расположения их в колосе. Это дает возможность выявить степень варьирования содержания белка и определить объем выборки при оценке селекционного материала на этот признак.

Материалы и методы

Исследовали три сорта пшеницы: Днестровская 25, Одесская 51 (районированные сорта) и Мильтурум 1 (перспективный сорт)*. Отбирали по 30 растений каждого сорта. Зерновки (каждую отдельно) анализировали в зависимости от расположения в колосе (верхние, средние, нижние) по две из каждой части колоса.

Общий азот определяли по Кьельдалю в нашей модификации: образцы сжигали в пробирках, помещенных в дюралюминиевые блоки, с последующей отгонкой аммиака в аппарате Сереньева. Точность метода $\pm 0,5\%$. Проведена математическая обработка данных.

Объем выборки (n) рассчитывали, исходя из коэффициента вариации, который дает возможность, характеризуя относительную изменчивость некоторой совокуп-

* Материал урожая 1978 г. получен из лаборатории идентифицированного генофонда полевых культур Отдела генетики растений Академии наук Молдавской ССР.

Таблица 1

Изменчивость содержания общего азота в зернах различных сортов пшеницы в зависимости от их расположения в колосе (1978 г.)

Параметры статистической обработки	Днестровская 25						Мильтурум 1						Одесская 51											
	верхние		средние		нижние		верхние		средние		нижние		верхние		средние		нижние							
	min	max	$\bar{x} \pm 2S_x$	S	$V \pm S_v$	$S_{\bar{x}}$	S_v	n	min	max	$\bar{x} \pm 2S_x$	S	$V \pm S_v$	$S_{\bar{x}}$	S_v	n	min	max	$\bar{x} \pm 2S_x$	S	$V \pm S_v$	$S_{\bar{x}}$	S_v	n
min	0,68	4,52	1,866 $\pm 0,078$	0,559	29,9 $\pm 1,611$	0,039	1,611	143,0	0,68	4,52	1,866 $\pm 0,078$	0,559	29,9 $\pm 1,611$	0,039	1,611	143,0	0,68	4,52	1,866 $\pm 0,078$	0,559	29,9 $\pm 1,611$	0,039	1,611	143,0
max	0,84	5,34	1,847 $\pm 0,068$	0,499	27,0 $\pm 1,433$	0,034	1,433	116,6	0,93	4,33	2,017 $\pm 0,088$	0,452	22,4 $\pm 1,646$	0,044	1,646	80,3	0,96	3,71	2,124 $\pm 0,072$	0,371	17,5 $\pm 1,262$	0,036	1,262	49,0
$\bar{x} \pm 2S_x$	0,73	4,11	1,891 $\pm 0,068$	0,488	25,8 $\pm 1,364$	0,034	1,364	106,5	0,73	4,11	1,891 $\pm 0,068$	0,488	25,8 $\pm 1,364$	0,034	1,364	106,5	0,73	4,11	1,891 $\pm 0,068$	0,488	25,8 $\pm 1,364$	0,034	1,364	106,5
S	0,93	4,33	2,017 $\pm 0,088$	0,452	22,4 $\pm 1,646$	0,044	1,646	80,3	0,93	4,33	2,017 $\pm 0,088$	0,452	22,4 $\pm 1,646$	0,044	1,646	80,3	0,96	3,71	2,124 $\pm 0,072$	0,371	17,5 $\pm 1,262$	0,036	1,262	49,0
$V \pm S_v$	0,93	4,33	2,017 $\pm 0,088$	0,452	22,4 $\pm 1,646$	0,044	1,646	80,3	0,93	4,33	2,017 $\pm 0,088$	0,452	22,4 $\pm 1,646$	0,044	1,646	80,3	0,96	3,71	2,124 $\pm 0,072$	0,371	17,5 $\pm 1,262$	0,036	1,262	49,0
$S_{\bar{x}}$	0,93	4,33	2,017 $\pm 0,088$	0,452	22,4 $\pm 1,646$	0,044	1,646	80,3	0,93	4,33	2,017 $\pm 0,088$	0,452	22,4 $\pm 1,646$	0,044	1,646	80,3	0,96	3,71	2,124 $\pm 0,072$	0,371	17,5 $\pm 1,262$	0,036	1,262	49,0
S_v	1,06	5,28	2,014 $\pm 0,100$	0,614	30,4 $\pm 1,917$	0,050	1,917	147,9	1,06	5,28	2,014 $\pm 0,100$	0,614	30,4 $\pm 1,917$	0,050	1,917	147,9	1,06	5,28	2,014 $\pm 0,100$	0,614	30,4 $\pm 1,917$	0,050	1,917	147,9
n	1,50	3,28	2,013 $\pm 0,072$	0,446	22,2 $\pm 1,341$	0,036	1,341	78,1	1,50	3,28	2,013 $\pm 0,072$	0,446	22,2 $\pm 1,341$	0,036	1,341	78,1	1,50	3,28	2,013 $\pm 0,072$	0,446	22,2 $\pm 1,341$	0,036	1,341	78,1

Таблица 2

Изменчивость веса семян сортов пшеницы в зависимости от расположения зерен в колосе (1978 г.)

Параметры статистической обработки	Днестровская 25			Мильтурум 1			Одесская 51		
	зерна		средние	зерна		средние	зерна		средние
	верхние	нижние		верхние	нижние		верхние	нижние	
Пределы изменчивости									
min	0,0127	0,0169	0,0102	0,0113	0,0245	0,0208	0,0104	0,0187	0,0191
max	0,0617	0,0733	0,0664	0,0519	0,0602	0,0582	0,0520	0,0622	0,0651
$\bar{x} \pm 2S_{\bar{x}}$	0,034 $\pm 0,00126$	0,048 $\pm 0,0016$	0,043 $\pm 0,00156$	0,035 $\pm 0,00152$	0,049 $\pm 0,0012$	0,046 $\pm 0,0013$	0,033 $\pm 0,0013$	0,045 $\pm 0,00148$	0,041 $\pm 0,0014$
S	0,009	0,011	0,011	0,007	0,006	0,006	0,008	0,009	0,009
$V \pm S_v$	26,6 $\pm 1,397$	23,4 $\pm 1,220$	25,7 $\pm 1,362$	21,9 $\pm 1,612$	12,4 $\pm 0,887$	14,3 $\pm 1,022$	24,2 $\pm 1,487$	19,9 $\pm 1,201$	22,0 $\pm 1,335$
$S_{\bar{x}}$	0,00063	0,00080	0,00078	0,00076	0,00060	0,00065	0,00066	0,00074	0,00074
S_v	1,397	1,220	1,362	1,612	0,887	1,022	1,487	1,201	1,335
n	113,0	87,6	105,7	76,7	24,6	32,7	93,7	63,4	77,4

ности с вероятностью не меньше заданной, правильно планировать выборку для изучаемых признаков.

Содержание общего азота больше зависит от изучаемого сорта, чем от расположения зерновок в колосе (табл. 1). Так, у сорта Днестровская 25 оно в среднем (\bar{x}) варьировало от 1,847 до 1,891%, наименьшим было в средних зерновках и наибольшим — в нижних. У сорта Мильтурум 1 среднее содержание общего азота изменялось от 2,017 до 2,204% с максимумом в нижних зернах колоса и минимумом в верхних. У сорта Одесская 51 средний процент азота в одном зерне изменялся от 1,973 до 2,014 и был почти одинаков в верхних и нижних зерновках колоса. Коэффициент вариации по азоту у всех исследуемых сортов был значительным, в средних пределах он отмечен только у сорта Мильтурум 1 в средних и нижних зернах колоса. В пределах одного сорта коэффициент вариации выше в верхних зернах.

Средний вес зерен верхних, средних, нижних у исследованных сортов изменялся незначительно (табл. 2). Более значительными были различия в пределах одного сорта в зависимости от положения зерна в колосе. Минимальный вес отмечен у верхних семян. Наблюдалась большая изменчивость вариационного ряда по весу, так же как и в содержании общего азота. Только у сорта Мильтурум 1 выровненность зерен по весу лучшая.

Коэффициент вариации V , ошибка средней арифметической $S_{\bar{x}}$, ошибка коэффициента вариации S_v статистически достоверны, что позволяет выявить степень варьирования содержания общего азота в зависимости от расположения зерен в колосе и определить количество зерен, необходимых для составления средней пробы по каждому сорту.

Объем выборки для составления средней пробы при определении содержания белка по азоту зависит от сортовых особенностей. Так, при планируемой ошибке выборочной средней 5% и при 95% уровне вероятности для составления средней пробы необходимо: 143 зерна (~ 7 г) сорта Днестровская 25; 80 зерен (~ 4 г) сорта Мильтурум 1 и 148 зерен (~ 7 г) сорта Одесская 51.

ЛИТЕРАТУРА

1. Княгиничев М. И. Биохимия пшеницы. М.—Л., Сельхозгиз, 1951, с. 177—190.
2. Созинов А. А., Попереля Ф. А. Аминокислотный состав белка пшеницы и некоторые особенности его определения.—Науч.-техн. бюл. ВСГИ, 1969, вып. XI, с. 36—40.
3. Dexter J. E., Matsuo R. R. Influence of protein content on some durum wheat quality parameters.—Can. J. Plant Sci., 1977, 58, N 3, p. 717—720.
4. Johnson V. A. a. o. Nutritional improvement of wheat by breeding.—Proc. 3rd Intern. Wheat Genetics, Symp., 1968, p. 457—461.
5. Lawrence J. Environmental influences on wheat lysins content.—J. Agr. Food Chem., 1976, 24, N 2, p. 356—358.

Поступила 25.V 1979

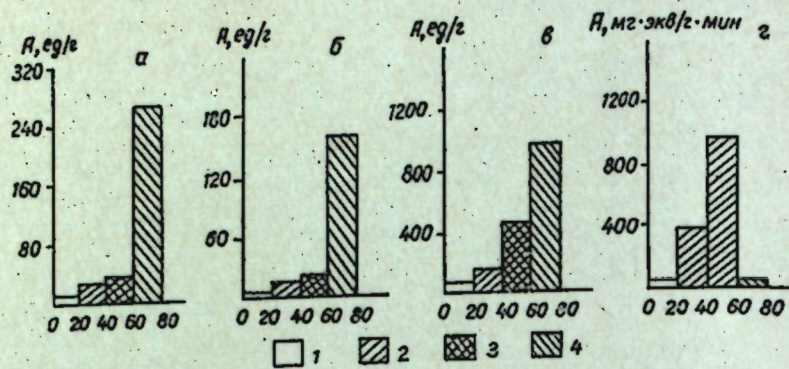
Н. М. ТРОФИМЕНКО, А. В. АЛЬМАН

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЧИСТКА ФЕРМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА ГРИБА *BOTRYTIS CINEREA* 70

Получение очищенных ферментных препаратов приобретает с каждым годом все большее значение для аналитических и практических целей. В результате открывается возможность подробного изучения индивидуальных свойств ферментов, расширяется сфера и эффективность их применения.

Для фракционирования белковых смесей и очистки их высаливанием широкое применение находит сульфат аммония. Цель работы заключалась в получении предварительных данных по очистке и концентрированию ферментов пектолитического комплекса гриба *Botrytis cinerea* 70 выращенного в полупроизводственных условиях Олайского завода «Химреактив».

В работе использовался концентрат культуральной жидкости гриба *B. cinerea* 70 с пектолитической активностью 0,7 ед/мл, плотностью 7,5 Б° и рН 3,3. Пектолитическую активность в культуральном фильтрате определяли интерферометрическим методом [1]. Для сравнения с литературными данными результаты интерферометриче-



Фракционирование ферментного комплекса сульфатом аммония.
Активность (А):

а — общая пектолитическая; б — эндополиметилгалактураназы; в — экзополигалактураназы; г — пектинметилэстеразы. 1—4 — номера фракций. По оси абсцисс — процент насыщения сульфатом аммония

ского метода приводили к условным единицам, полученным при использовании объемного медного метода (коэффициент пересчета 340). Активность пектолитических ферментов определяли по [2]; пектинметилэстеразу (ПМЭ) — методом потенциометрического титрования по приросту освобождающихся карбоксильных групп, эндополиметилгалактураназу (эндо-ПМГ) — вискозиметрическим методом; экзополигалактураназу (экзо-ПГ) — йодометрическим методом по увеличению содержания восстанавливающих альдегидных групп. Отдельные фракции получали высаливанием их из раствора сульфатом аммония при разной степени насыщения: от 20 до 80% с последующим обессоливанием методом диализа против воды через целлофан и лиофилизацией на сублимационной сушке типа «Эдвардз» с замораживанием до -40°C и высушиванием при температуре $+20^{\circ}\text{C}$. Всего получено четыре фракции, различающиеся по активности ферментов (см. рисунок).

Первая фракция, полученная при 20% насыщения, характеризуется относительно низкой пектолитической активностью, определяемой интерферометрическим методом. Аналогичные данные получены и в отношении ферментов эндополигалактураназы, экзополигалактураназы и пектинметилэстеразы. Во второй и третьей фракциях, полученных при 40 и 60% насыщения, наблюдалось последовательное возрастание активности всех исследуемых ферментов. В четвертой фракции (80% насыщения) отмечалась максимальная общая пектолитическая активность, а также высокая активность эндо- и экзополигалактураназы. Примечательным является полное отсутствие в этой фракции пектинметилэстеразы.

Таким образом, показана возможность отделения с помощью сульфата аммония ферментов полигалактураназного действия от фермента ПМЭ, что является первым шагом в осуществлении последующего, более тонкого разделения указанных ферментов.

Полученные данные даже на первой стадии представляют практический интерес, так как в отдельных случаях целесообразно использование ферментных препаратов, не содержащих пектинметилэстеразы, отщепляющей метильные группы и способствующей накоплению метанола в среде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кретинина Г. Т., Рухляева А. П. Интерферометрический метод определения пектолитической активности. — В сб.: Микроб. синтез, вып. 1, 1969, с. 23.
2. Лифшиц Д. Б., Калашников К. Я. Унифицирование методов определения пектолитической активности ферментных препаратов производственного назначения. Киев, изд. Укр. НИИТИ, 1967, с. 33—58; 79—88.

Поступила 22.XI 1978

В. Н. ФЛОРИЯ, Л. Г. КРЕЦУ

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗОНТИЧНЫХ МОЛДАВИИ ПО СОДЕРЖАНИЮ КУМАРИНОВ И ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Растения семейства Зонтичных могут служить перспективными источниками сырья для получения лечебных препаратов, обладающих широким спектром фармакологической активности [1, 3—5]. Качественный химический состав растений молдавских видов семейства Зонтичных почти не изучен. Данное сообщение является лишь начальным этапом в изучении этого семейства. Нами исследовались растения 23 видов.

Пробы для анализов были собраны во время экспедиционных выездов (1975—1977 гг.) в центральные и южные районы республики.

Количественное содержание экстрактивных веществ (водо- и спирторастворимых) веществ определяли фармакологическим методом [2]. В качестве растворителей использовали воду и 70% этанол. Качественный состав кумариновых производных на данном этапе работы определяли только в спиртовом экстракте с помощью бумажной хроматографии. Хроматограммы предварительно пропитывали 20% раствором этиленгликоля, в качестве подвижной фазы использовали петролейный эфир. При просмотре хроматограмм в УФ-свете отмечали характер свечения кумариновых производных и значения R_f . Полученные данные представлены в таблице.

Количественное содержание экстрактивных веществ (% на воздушно-сухой вес) и качественный состав кумариновых производных

Вид	Вещества экстрагированные		R_f	Свечение в УФ-свете
	водой	70 % спиртом		
1	2	3	4	5
<i>Aegopodium podagraria</i> L. надземная часть	39,48	9,84	0,00	Светло-голубое
корни	28,56	0,30	0,00	Голубое
<i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Poir. надземная часть	19,66	20,62	—	—
корни	35,92	8,04	0,00	Голубое
<i>Pastinaca sativa</i> L. надземная часть	35,98	20,32	0,00	То же
корни	34,28	12,04	0,00	Голубое
<i>Petroselinum crispum</i> (Mill) A. W. Hill. надземная часть	51,64	14,78	0,00 0,02	То же Светло-голубое
корни	42,94	3,96	0,10 0,00	То же Ярко-голубое
<i>Pimpinella saxifraga</i> L. надземная часть	39,78	11,28	0,00	Светло-голубое
корни	11,34	6,80	0,00	То же
<i>Seseli annuum</i> L. надземная часть	39,44	17,68	0,00 0,01 0,03	Фиолетовое Голубое Фиолетовое
корни	25,06	8,04	0,00	Желтое
<i>Seseli campestre</i> Bess. надземная часть	14,84	6,14	0,01 0,05 0,05 0,50 0,80 0,90	Ярко-синее Голубое Фиолетовое То же » Синее

Продолжение

1	2	3	4	5
корни	29,20	5,86	0,01 0,05 0,50 0,80 0,86	Ярко-синее Фиолетовое То же » Темно-желтое
<i>Sium sisaroides</i> DC. надземная часть	51,92	10,04	0,00	Синее
корни	20,06	8,62	0,00	Светло-голубое
<i>Torilis arvensis</i> (Huds.) Link. надземная часть	23,14	19,24	0,00	Светло-голубое
корни	13,24	0,44	—	—
<i>Anethum graveolens</i> L. надземная часть	41,70	23,64	0,00	Светло-голубое
корни	17,26	7,44	0,00	То же
<i>Aethusa cynapium</i> L. надземная часть	37,68	15,58	0,00	»
корни	2,76	24,48	0,00	Фиолетовое
<i>Angelica sylvestris</i> L. надземная часть	26,66	6,18	0,00	Светло-голубое
корни	37,96	17,72	0,01 0,01 0,03 0,00 0,50 0,80	Голубое Ярко-голубое Желто-голубое Желтое То же »
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm. надземная часть	47,90	13,92	0,00	Светло-голубое
корни	35,96	5,20	0,00 0,04 0,20	Ярко-голубое Голубое Светло-голубое
<i>Arium graveolens</i> L. надземная часть	41,78	10,80	0,00	Голубое
корни	55,92	12,02	0,00 0,01	Ярко-голубое Фиолетовое
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L. надземная часть	23,94	0,46	0,00	Желтое
корни	6,26	6,76	0,00	Голубое
<i>Caucalis platycarpus</i> L. надземная часть	11,42	3,72	0,00	Голубое
корни	4,10	3,96	0,00	То же
<i>Chaerophyllum temulum</i> L. надземная часть	29,16	3,22	0,00	Желтое
корни	19,94	0,64	—	—
<i>Daucus carota</i> L. надземная часть	2,94	13,62	0,00	Светло-голубое
корни	17,34	2,12	0,00	То же

Продолжение

1	2	3	4	5
<i>Eryngium campestre</i> L. надземная часть	24,02	23,74	0,00	Желтое
корни	49,02	6,52	0,00	Светло-голубое
<i>Eryngium planum</i> L. надземная часть	32,16	12,00	0,00	Голубое
корни	25,50	20,94	0,00	Фиолетовое
<i>Falcaria vulgaris</i> Bernh. надземная часть	36,10	1,10	0,00	Желтое
корни	3,78	6,10	0,00	Светло-голубое
<i>Heracleum sibiricum</i> L. надземная часть	28,40	4,56	0,00	Голубое
корни	19,30	6,10	0,00	Ярко-голубое
			0,20	Голубое
			0,40	То же
			0,60	.
<i>Levisticum officinale</i> Koch. надземная часть	3,22	7,94	0,00	.
корни	30,62	6,44	0,00	.

Обнаружено значительное колебание в содержании экстрактивных веществ в зависимости от применяемого растворителя, от вида растений и их органов. В большинстве случаев вода является лучшим экстрагентом. В надземной массе поручейника сизаровидного, петрушки огородной и в подземных органах сельдерея пахучего сумма полученных веществ превышает 50%, а из надземной массы моркови дикой, любистка лекарственного, корней петрушки и резака обыкновенного водой извлекается только около 3% экстрактивных веществ.

Наибольший набор кумариновых соединений обнаружен в надземных и подземных органах жабрицы равнинной, в подземных органах борщевика сибирского, дудника лесного и сельдерея пахучего.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горовой М. Г. Зонтичные Приморья и Приамурья. Л., «Наука», 1966.
2. Государственная фармакопея СССР. М., «Медицина», 1968.
3. Кузьмина Л. В. Зонтичные Советского Союза — источник соединений кумаринового ряда. — В сб.: Растения семейства зонтичных — источники биологически активных веществ. Л., 1968.
4. Кузнецова Г. А. Природные кумарины и фурукумарины. Л., 1967.
5. Пименов М. Г. Обследование дальневосточных видов порядка Umbelliflorae на содержание кумаринов. — В сб.: Терпеноиды и кумарины. М.—Л., «Наука», 1965.

Поступила 2. III 1979

РЕФЕРАТЫ

УДК 633.15:631.52

Основные направления и задачи по селекции кукурузы. *Чалык Т. С.* Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, 1980, № 2, с. 5—19.

Освещаются основные требования, предъявляемые в настоящее время к новым интенсивным гибридам кукурузы, а также особенности современной селекционной работы по ускоренному созданию, испытанию и внедрению в производство новых высокоурожайных гибридов кукурузы. Указаны основные направления в селекционной работе с кукурузой в Молдавском научно-исследовательском институте кукурузы и сорго: селекция на гетерозис, скороспелость, устойчивость к полеганию, к засухе, к вредителям и болезням; селекция на качество, многопочатковость, использование на силос. Табл. 5, библиогр. 8, ил. 5.

УДК 575.113:633.15

Изучение влияния гена *опак-2* на хозяйственно-биологические признаки кукурузы. *Палий А. Ф., Цыганаш В. И.* Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, 1980, № 2, с. 19—26.

Приводятся результаты двухлетних экспериментальных исследований по сравнительному изучению O_2 гибридов и их обычных аналогов. Установлено, что введение аллеля O_2 в различные генотипы кукурузы наряду с улучшением качества белка приводит к снижению урожайности зерна (на 6—10%), увеличению влажности зерна при уборке (на 1,5—4,5%), повышению степени поражения ботвы початков. Выявлены гибридные комбинации, в которых отрицательное влияние гена O_2 на хозяйственные биологические признаки было незначительным. Сделан вывод о возможности синтеза высокогетерозисных комбинаций с улучшенным качеством белка, не уступающих по урожайности лучшим роговидным гибридам. Табл. 7, библиогр. 12.

УДК 634.511

Корреляция признаков плода грецкого ореха в семенной популяции. *Колманч И. Г.* Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, 1980, № 2, с. 27—30.

Приведены данные корреляционного анализа девяти признаков плода грецкого ореха. Из 29 случаев сопоставления изученных признаков в 12 не обнаружено достоверной корреляции; в 13 — установлена слабая положительная или отрицательная связь; в четырех случаях (вес плода—объем плода; вес плода—вес ядра; толщина скорлупы—выход ядра; толщина скорлупы—объем плода) — значительная корреляция. Между весом плода и выходом ядра, а также между объемом плода и содержанием жира обнаружена криволинейная корреляция. Табл. 1, библиогр. 11.

УДК 634.0.4.

Ход роста и ширина годового кольца деревьев в скумпиевой дубраве. *Киртока В. А.* Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, 1980, № 2, с. 31—36.

Установлено, что максимальный рост дуба скального IV бонитета порослевого происхождения наблюдается в 10—20 лет. В 50 лет деревья не достигают возраста рубки. Ширина годового кольца зависит от количества выпадаемых осадков за год. Самые узкие кольца наблюдаются в годы нашествия листогрызущих вредителей. Дендроклиматический метод дает возможность выявить отрицательные клима-

тические и неклиматические факторы среды и может быть использован при выяснении причин усыхания дубрав в некоторых районах Молдавии. Работа представляет интерес для практики лесного хозяйства. Табл. 1, библиогр. 13, ил. 3.

УДК 581.174.4.581.134.4

Белки алейроновых зерен семян фасоли. *Клименко В. Г., Чайка Т. С.* Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, 1980, № 2, с. 37—48.

Установлено, что в алейроновых зернах кроме запасных белков — глобулинов, обнаружены суммарные альбумины, в хроматографических фракциях которых кроме значительного количества второстепенных компонентов белка выявлены также нуклеиновые кислоты и углеводы, сопровождающие эти компоненты. Суммарные глобулины алейроновых зерен, как запасные белки, сопровождаются минимальными количествами нуклеиновых кислот и углеводов. Белки алейроновых зерен менее гетерогенны по сравнению с суммарными белками муки семядолей фасоли. Табл. 1, библиогр. 12, ил. 11.

УДК 577.156:581.142

Распад запасных белков и протеолитическая активность в прорастающих семенах фасоли. *Дюкяндржиев С. В., Саянова О. В., Вайнтрауб Н. А., Шутов А. Д.* Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, 1980, № 2, с. 48—51.

Исследована протеолитическая активность в семенах фасоли и ее динамика при прорастании с применением в качестве субстратов казеина, а также собственного запасного 7S белка, выделенного из покоящихся и прорастающих семян. Показано, что протеолитические ферменты покоящихся семян не действуют на 7S белок из тех же семян, но гидролизуют 7S белок, выделенный из прорастающих семян. Протеолитические ферменты, способные гидролизовать 7S белок покоящихся семян, обнаруживаются в прорастающих семенах. Высказано предположение об общих для бобовых растений закономерностях распада запасных белков в процессе прорастания семян. Библиогр. 13, ил. 5.

УДК 611.82

О взаимоотношениях между перинеурональным внеклеточным пространством и цитоплазмой нейронов. *Хайдарлиу С. Х., Мамалыга Л. М., Маковеев В. И.* Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, 1980, № 2, с. 52—55.

На основании литературных данных и результатов собственных исследований, посвященных одновременному изучению изменения метаболизма РНК и белков в сочетании с морфологической характеристикой нервных и глиальных клеток при разных функциональных состояниях ЦНС, выдвинуто представление о своеобразном клеточном «ложе», ограниченном различными структурами, в которых располагаются нейроны. Показано, что зона непосредственного прилегания к нейрону (внеклеточное пространство) характеризуется таким химическим составом, который в наибольшей мере благоприятствует метаболическому взаимодействию между нейронами, окружающим пространством, глиальными клетками и сосудами. Библиогр. 24.

УДК 632.651.581.2

Метаболизм азота и аминокислот в опухолевых тканях корней овощных растений, пораженных галловой нематодой. *Окопный Н. С.* Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, 1980, № 2, с. 56—62.

Приводятся результаты исследований содержания различных фракций азота в опухолевых тканях корней мелойдогинозных растений. Показано, что в таких тканях содержание белкового и небелкового азота связано с изменениями, происходящими в тканях под воздействием нематод и определяются наличием в них специфических белков. Исследовано количественное и качественное содержание аминокислот из галлов корней томатов, а также из корней устойчивых, толерантных и восприимчивых форм томатов. Обсуждается роль аминокислот в процессе патогенеза мелойдогиноза и их значение для питания нематод, а также как предшественников биосинтеза алкалоидов в корнях томатов. Табл. 6, библиогр. 15, ил. 1.

УДК 538.113+541.49:541.61+541.67

Низкотемпературный парамагнетизм тетраядерных спин-спаренных кластеров меди(II). *Кужавская Б. Я.* Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, 1980, № 2, с. 63—69.

Проанализирована формула Гайзенберга—Дирака—Ван Флека для магнитной восприимчивости обменных кластеров. Выявлено, что спин-диамагнитные состояния обменных систем обнаруживают в ряде случаев орбитальный парамагнетизм, вклад которого следует учитывать при анализе магнитных и термодинамических свойств кластеров. Показано, что орбитальный парамагнетизм спин-спаренных кластеров приводит к существенным особенностям низкотемпературного поведения магнитного момента и спиновой теплоемкости. Указанные особенности могут быть использованы для идентификации симметричных спин-спаренных тетраядерных кластеров меди(II). Библиогр. 9, ил. 8.

УДК 543.51:541.49

Масс-спектры хелатных соединений никеля(II), палладия(II) и меди(II) с шиффовыми основаниями салицилового альдегида и алифатических аминов. *Вайсбейн Ж. Ю.* Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, 1980, № 2, с. 69—73.

Масс-спектрометрическим методом изучены соединения общей формулы MeL_2 , где $Me—Ni(II), Pd(II), Cu(II)$; $L—OH—C_6H_4—CH=NR$ ($R=H, CH_3, C_2H_5, \text{изо-}C_3H_7$). Отдельно были интерпретированы масс-спектры соответствующих шиффовых оснований. В масс-спектрах всех хелатных соединений зарегистрировано наличие как металлосодержащих, так и органических фрагментов. Из металлосодержащих ионов самыми тяжелыми являются молекулярные ионы $[MeL_2]^+$; отвечающие только мономерной структуре. Выяснено основное направление распада изученных соединений под действием электронного удара, предложена схема их фрагментации. Объяснен механизм образования органических фрагментов. Табл. 3, библиогр. 8, ил. 1.

УДК 541.183.2+543.544.6

Сорбция железа(II) ионитами из тартратных растворов в широком диапазоне pH. *Гуцану В. Л., Мунтян С. А., Туртэ К. И.* Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, 1980, № 2, с. 73—79.

Исследована сорбция железа(II) из растворов, содержащих соль Мора и винную кислоту в интервале pH 1—13. В качестве сорбентов использованы иониты ЭДЭ-10П, АВ-16Г, АН-2ФН, АН-31, АН-34, АВ-17, КБ-2, КУ-2, КУ-1. Найдено, что на анионитах и катионите КБ-2 железо(II) сорбируется в интервале pH 2—10 с максимумом в области pH, близкой к нейтральной. На катионитах КУ-2 и КУ-1 сорбция железа(II) протекает в интервале pH 1—9. На катионите КУ-2 наблюдается один максимум сорбции (pH 2,5), а на КУ-1 два максимума (при pH 2,5 и 7,5). Делаются выводы о том, что в исследуемых системах железо(II) в растворе при pH < 3 находится в виде катионных комплексов (в интервале pH 3—9 имеется равновесие между катионными и анионными комплексами), а при pH > 9 в виде нейтральных комплексов. Табл. 1, библиогр. 16, ил. 7.

УДК 543.865

Ускоренное определение содержания белка в семенах с использованием прибора Сереньева. *Саянова В. В., Дроздов В. В., Дьяченко Н. И.* Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, 1980, № 2, с. 80—82.

Предложена методика определения общего азота, в основе которой лежит микрометод Кьельдаля с некоторым его усовершенствованием — озоление материала проводят в специальных металлических блоках, отгон аммиака — с помощью прибора Сереньева. Комбинирование двух ускоренных приемов более чем в два раза повысило производительность проведения анализов. Табл. 2, библиогр. 3.

УДК 633.16:631.53

Стимулирующее действие лазерного излучения ($\lambda=6328 \text{ \AA}$) на культуру огурца в защищенном грунте. *Счастливецова Н. Г., Бизяева Н. И., Дудиц Г. П.* Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, 1980, № 2, с. 83—84.

Предпосевная обработка семян на установке ОКГ-12-1 лазерным излучением оказывает стимулирующее влияние на растение огурца. Облученные семена огурца сорта Грибовский 2 давали ранние всходы; на первых этапах наблюдался более интенсивный рост корневой системы. Растения из облученных семян дружнее вступали в плодоношение. Максимальный положительный эффект наблюдался в первые месяцы сборов, в конце плодоношения эффект стимуляции сглаживался. Табл. 1, библиогр. 4.

УДК 584.19:543.865

Объем выборки зерна пшеницы при оценке селекционно-генетического материала на содержание белка. *Дьяченко Н. И., Чиликина Л. А.* Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, 1980, № 2, с. 84—87.

Изучена степень варьирования общего азота в отдельных зернах колоса в зависимости от их местоположения у трех сортов пшеницы и установлен объем выборки при оценке на содержание белка. Табл. 2, библиогр. 5.

УДК 577.15.072

Предварительная очистка ферментного комплекса гриба *Botrytis cinerea* 70. *Трофименко Н. М., Альман А. В.* Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, 1980, № 2, с. 87—88.

Приводятся данные по очистке и концентрированию ферментов пектолитического комплекса гриба *Botrytis cinerea* 70, выращенного в полупроизводственных условиях. Отдельные фракции получены высаливанием из концентрата сульфатом аммония при разной степени насыщения: от 20 до 80%. В четвертой фракции (80% насыщения) отмечалась максимальная величина пектолитической активности, а также высокая активность эндополиметилгалактуроназы и экзополигалактуроназы. Примечательным является полное отсутствие пектинметилэстеразы. Предварительная очистка необходима для последующего разделения ферментов пектолитического комплекса гриба и более целенаправленного их использования при обработке виноградного сырья. Библиогр. 3, ил. 1.

УДК 581.192:615.32

Характеристика Зонтичных Молдавии по содержанию кумаринов и экстрактивных веществ. *Флоря В. Н., Крецу Л. Г.* Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, 1980, № 2, с. 89—91.

Приводятся данные предварительного изучения группы растений семейства Зонтичных, произрастающих на территории Молдавской ССР. Растения собраны в 1975—1977 гг. Путем экстракции водой или этанолом суммы экстрактивных веществ и изучения их в УФ-свете было показано, что вода является лучшим экстрагентом. Из надземной части и корней ряда растений были получены кумарины, причем наибольшее их количество обнаружено в жабрице равнинной и сельдерея пахучем. Табл. 1, библиогр. 5.

СОДЕРЖАНИЕ

Генетика

- Т. С. Чалык. Основные направления и задачи по селекции кукурузы 5
 А. Ф. Палий, В. И. Цыганиш. Изучение влияния гена opak-2 на хозяйственно-биологические признаки кукурузы 19

Ботаника

- И. Г. Команич. Корреляция признаков плода грецкого ореха в семенной популяции 27
 В. А. Киртока. Ход роста и ширина годичного кольца деревьев в скумпиевой дубраве 31

Физиология и биохимия растений

- В. Г. Клименко, Т. С. Чайка. Белки алейроновых зерен семян фасоли 37
 С. В. Дюкяндржиев, О. В. Саянова, И. А. Вайнтрауб, А. Д. Шутов. Распад запасных белков и протеолитическая активность в прорастающих семенах фасоли 48

Физиология и биохимия человека и животных

- С. Х. Хайдарлиу, Л. М. Мамалыга, В. И. Маковеев. О взаимоотношениях между перинеурональным внеклеточным пространством и цитоплазмой нейронов 52

Паразитология

- Н. С. Окопный. Метаболизм азота и аминокислот в опухолевых тканях корней овощных растений, пораженных галловой нематодой 56

Химия

- Б. Я. Куявская. Низкотемпературный парамагнетизм тетраядерных спин-спаренных кластеров меди(II) 63
 Ж. Ю. Вайсбейн. Масс-спектры хелатных соединений никеля(II), палладия(II) и меди(II) с шиффовыми основаниями салицилового альдегида и алифатических аминов 69
 В. Л. Гуцану, С. А. Мунтян, К. И. Туртэ. Сорбция железа(II) ионами из тартратных растворов в широком диапазоне рН 73

Наука — производству

- В. В. Саянова, В. В. Дроздов, Н. И. Дьяченко. Ускоренное определение содержания белка в семенах с использованием прибора Сереньева 80

Краткие сообщения

- Н. Г. Счастливецва, Н. И. Бизяева, Г. П. Дудин. Стимулирующее действие лазерного излучения ($\lambda=6328 \text{ \AA}$) на культуру огурца в защищенном грунте 83
 Н. И. Дьяченко, Л. А. Чиликина. Объем выборки зерна пшеницы при оценке селекционно-генетического материала на содержание белка 84
 Н. М. Трофименко, А. В. Альман. Предварительная очистка ферментного комплекса гриба *Botrytis cinerea* 70 87
 В. Н. Флоря, Л. Г. Крецу. Характеристика Зонтичных Молдавии по содержанию кумаринов и экстрактивных веществ 89

Рефераты

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК МОЛДАВСКОЙ ССР

Серия биологических и химических наук
 1980, № 2

Редактор С. А. Фридман
 Обложка художника Н. А. Абрамова
 Художественный редактор Э. Б. Мухина
 Технический редактор Н. В. Попеску
 Корректоры Л. В. Рачковская, Л. М. Тулум

Сдано в набор 16.01.80. Подписано к печати 21.04.80. АБ 07578. Формат 70x108¹/₁₆.
 Бумага машиномелованная. Литературная гарантия. Печать высокая. Усл. печ. л. 8,40.
 Уч.-изд. л. 8,23. Тираж 706. Заказ 37. Цена 45 коп.

Издательство «Штиница», 277028, Кишинев, ул. Академическая, 3.

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