06
D-14

ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени В. И. ЛЕНИНА

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

Том V.

МАХАЧКАЛА · 1960

ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени В. И. ЛЕНИНА

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

Том V.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ, ХИМИЧЕСКИЕ
И ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

ДАГЕСТАНСКОЕ КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МАХАЧКАЛА 1960

06:5
Д-14

Печатается по решению Совета Дагестанского государственного университета имени В. И. Ленина.

Ответственный редактор — М. С. Бежаев.
Редколлегия — П. Л. Львов
(зам. редактора), Х. И. Таймуразов, А. З. Эфендиев.
Редактор выпуска Д. П. Рухлядев.

175511

им. В. И. Ленина
БИБЛИОТЕКА

ПРЕДИСЛОВИЕ

В канун 40-й годовщины Великой Октябрьской социалистической революции по решению ЦК КПСС и Совета Министров СССР в гор. Махачкале открыт Дагестанский государственный университет имени В. И. Ленина.

Открытие университета способствовало оживлению научно-исследовательской работы кафедр. Многие работники университета ведут научные исследования по различным областям наук. Результаты этих исследований будут публиковаться в Ученых записках университета и трудах кафедр.

В настоящий V том Ученых записок, серия биологических, химических и физико-математических наук, вошли 12 статей; 4 статьи по ботанике и физиологии растений, 3 статьи по зоологии и физиологии животных, 3 статьи по химии, 1 статья по физике и 1 статья по математике.

Статья П. Л. Львова посвящена итогам изучения древесной и кустарниковой растительности приморских низменностей Дагестана. Одна статья М. Г. Агаева содержит результаты работы автора по изучению изменений морфобиологических особенностей сортов яровой пшеницы под влиянием новых условий выращивания, другая по изучению реакции растений на длительную темноту. И. М. Азизов изучал реакцию окислительной системы яблок на поранение.

С. В. Пигулевский исследовал филогению крови с точки зрения сравнительно-морфологических изменений ее форменных элементов в процессе эволюции животного мира.

О некоторых данных по питанию лисицы в районе Кумторкалы сообщает З. П. Хонякина. В статье А. А. Аливердиева изложены результаты исследования пульса, дыхания и температуры вымени у коров в связи с актом доения.

Работа М. А. Клочко, С. М. Тавкешовой и М. С. Бежаева освещает исследование системы хлористый кальций — вода методами физико-химического анализа.

А. А. Магомаев изучал вопрос зависимости вязкости жиров от температуры и степени насыщения.

В статье Ф. М. Алибековой излагаются опыт и предложения автора

о связи с производством в лекционном курсе неорганической химии в вузе.

Статья А. А. Бабаева содержит результаты его исследований по радиоактивности минеральных вод в окрестностях г. Махачкалы и курорта Талги. Б. А. Зайналов исследовал критерий разрешимости произвольной системы линейных уравнений в целых числах.

Ученые записки Дагестанского государственного университета, том V, рассчитаны на профессорско-преподавательский состав, аспирантов и студентов университетов и педагогических институтов, научных сотрудников биологических и сельскохозяйственных научно-исследовательских институтов и опытных станций, а также педагогов соответствующих техникумов, средних школ, агрономов, зоотехников и инженеров производства.

Редколлегия Ученых записок будет весьма признательна читателям за присылку критических замечаний и предложений по существу публикуемых материалов в целях улучшения в дальнейшем их содержания и повышения научного уровня.

ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени В. И. ЛЕНИНА

1959 УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ Том V.

Биологические, химические
и физико-математические науки

ДЕНДРОФЛОРА РАВНИННОГО ДАГЕСТАНА

П. Л. ЛЬВОВ,
доцент, кандидат биологических наук.

Леса и другие насаждения в равнинном Дагестане составляют незначительный процент от общей площади территории. На низменности леса сохранились небольшими островками или пятнами, например, в дельте реки Самура, в районе Берикея, Чонт-аульского заказника, в окрестностях города Хасавюрта, а также в поймах рек Терека, Таловки, Сулака и др. Так, по данным Управления лесного хозяйства Министерства сельского хозяйства ДАССР, в Кизлярском лесхозе занято под лесом 9608 га, Хасавюртовском — 21 466 га, Чирюртовском — 11 648 га, Махачкалинском — 14 679 га, Сергокалинском — 11 831 га, Дербентском — 20 013 га и в дельте Самура около 9000 гектаров.

В связи с неравномерным расположением лесных островков на значительной территории равнинного Дагестана, усиливается отрицательная роль довольно сильных и сухих прикаспийских ветров. В целях повышения урожайности, борьбы с эрозией почв, с засухами и суховеями, нужно сохранить и восстановить леса, создать полезащитные лесные полосы, облесить пески и склоны гор. Плохо еще озеленены города и села, каналы и дороги, мало парков, однообразен ассортимент красивых деревьев и кустарников.

Поэтому возникает необходимость изучения дендрофлоры равнинного Дагестана. Это тем более необходимо, что многие местные и интродуцированные породы очень декоративны и должны получить широкое распространение.

Дендрофлора республики и плоскостная часть в частности изучена пока что слабо. В обширной ботанической литературе, посвященной растительному покрову края, недостаточно уделено внимания видовому составу деревьев и кустарников. Так, например, в работах Н. А. Буш (1935), А. А. Гроссгейма (1948), С. И. Виноградова и Г. А. Толчаина (1932), Б. Ф. Добрынина (1927), А. А. Майорова (1928),

И. Ф. Мусаева (1956), Е. В. Шифферс (1953), П. Г. Язан (1955) и др. обычно приводятся наиболее часто встречающиеся деревья и кустарники лесов.

По существу отсутствуют специальные статьи о декоративной, в том числе и интродуцированной в Дагестан, дендрофлоре. Лишь в статье П. Л. Львова (1955) опубликованы наиболее полные списки декоративных деревьев и кустарников Махачкалы.

В то же время, выявление видового разнообразия, экологии и географического распространения дикорастущих и интродуцированных деревьев и кустарников равнинного Дагестана имеет важное значение, тем более, что специальных исследований в этом направлении до сих пор никем не проводилось.

Работы по созданию защитных лесных полос, закреплению песков, склонов гор, оврагов, обсадки каналов, прудов, дорог, по озеленению городов, сельских местностей и т. п., требуют конкретных данных и в частности нужно знать: какие декоративные растения могут быть использованы в разнообразных физико-географических условиях республики.

Нельзя забывать также, что многие деревья и кустарники, кроме своей декоративности, имеют различное хозяйственное применение. Так, например, нельзя развивать шелководство без выращивания шелковицы, айланта и прочих кормовых растений для шелкопрядов. Дуб пробковый и бархат амурский дают дефицитную пробку; эвкоммия, бересклет — источник гуттаперчи. Некоторые древесно-кустарниковые породы являются хорошими медоносами (липа, акация белая, бархат амурский), или дают пищевые продукты (орех грецкий, лещина, облепиха и ряд представителей из семейства розоцветных).

Растущий на равнинах Дагестана вечнозеленый кустарник — хвойник или эфедра содержит ценные лекарственные вещества, применяемые при астме и других болезнях. «Плоды» его успешно используются жителями Крайновского района ДАССР для приготовления варенья, кваса, чая и начинки пирогов.

В заключение укажем на полезные свойства конского каштана. Всем известны красивые цветы и пальчато-сложные листья этого тенистого растения. В коре и оболочке плодов содержатся дубильные и красящие вещества. Семена используются на корм свиней и овец, а мука из семян — лекарство для лошадей и сырье для спирта. Древесина

идет на различные изделия. Цветы применяются от ревматизма. Конский каштан — хороший медонос. В связи с этим проф. Б. М. Козо-Полянский писал «...Каждый экземпляр таких ценных видов древесных растений должен быть разыскан и взят на учет, а затем размножен для распространения». (Разрядка наша — **П. Л.**)

Изучение дендрофлоры позволяет выяснить места произрастания полезных растений, их фенологию, воспитание и состояние. Опыт учит, что для озеленения лучше брать семена, черенки и другой посадочный материал растений, произрастающих в данных естественно-исторических условиях, т. е. использовать местные фонды, тем более, что они находятся под руками. Инвентаризация дендрофлоры и ознакомление с ней работников зеленого строительства, краеведов, учащихся школ и вузов, участников охраны природы и всех трудящихся будет способствовать лучшему использованию и сохранению растительных богатств Дагестана (Львов, 1957).

В целях более полного выявления видового состава дендрофлоры равнинного Дагестана нами были обследованы сохранившиеся леса в дельте Самура, в районе Берикея, Нечаевки и Чонт-аульского заказника, в окрестностях Хасавюрта, а также в поймах рек Терека, Таловки и Сулака. Одновременно изучались зеленые насаждения парков и скверов, улиц и железнодорожных станций Самура, Дербента, Каспийска, Махачкалы, Кумторкалы, Чирюрта, Хасавюрта, Кизляра и Терекли-Мектеб (Кизилюртовский район). При выявлении интродуцированных пород особое внимание уделялось субтропическим растениям.

Не имея возможности в кратком сообщении всесторонне осветить тему нашей статьи, ниже остановимся лишь на видовом составе деревьев и кустарников, на географическом распространении главнейших видов по естественным районам равнинного Дагестана и наметим в общем виде пути хозяйственного использования некоторых участков территории под зеленые насаждения.

Краткая физико-географическая характеристика равнинного Дагестана

Плоскостная или низменная часть республики протягивается полосой вдоль Каспийского моря у подножия гор и в свою очередь делится на 2 части: северную и южную

(Солдатов, 1957). Северная часть или Сулако-Терско-Кумская низменность характеризуется засушливым климатом. Здесь отмечаются весенние суховеи и зимние метели. В холодные зимы морозы достигают 20—30° и дуют сильные ветры. Осадки выпадают в пределах 356—480 мм. Средняя годовая температура 10—11° тепла. Распространены почвы каштанового типа и отчасти лугово-болотные. Большие территории заняты песками, а в понижениях и котловинах встречаются солончаки, солонцы и болота.

Южная часть или Приморская низменность тянется вдоль моря узкой полосой от Махачкалы до границы с Азербайджанской ССР. Она характеризуется теплым и мягким климатом; средняя годовая температура 12,6° тепла. Продолжительность безморозного периода 234—248 дней. Осадков выпадает 382—430 мм. Зимы теплые и малоснежные. Число дней со снежным покровом 16—25. Абсолютные минимумы —17°. Почвы каштанового и темно-каштанового типа, лесные и аллювиальные.

Видовой состав

В результате проведенных обследований было выявлено 184 вида дикорастущих и интродуцированных древесно-кустарниковых растений (Таблица 1).

В таблице 1 приняты следующие обозначения:

\+ — Растение встречается в данном пункте.

— — Растение не встречается.

О — Растение встречается в окрестностях данного географического пункта.

\+ — Плюс в начале названия растения указывает на то, что данный вид местного происхождения, а без плюса — интродуцированный.

Таблица 1

Местные	Название растений	Самур	Дербент	Берикей	Каспийск	Махачкала	Кумторкала	Чонт-Аул (заказник)	Хасавюрт	Кизляр	Карантай
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Абрикос обыкновенный (Armeniaca vulgaris Lam.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	Айва продолговатая (Cydonia vulgaris Mill.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Айлант высокий (Ailanthus altissima Swingle	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—
	Акация белая (Robinia pseudacacia L.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Акация желтая (Caragana arborescens Lam.)	—	+	—	+	+	—	—	—	+	—
	Акация шелковая (Albizzia julibrissin Dur.)	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
+	Алыча растопыренная (Prunus divaricata Ldb.)	+	+	+	—	+	+	+	+	O	—
	Аморфа кустарниковая (Amorpha fruticosa L.)	+	+	—	+	+	+	—	+	+	+
+	Астрагал гирканский (Astragalus hyrcanus Pall.)	—	—	—	O	O	—	—	—	—	—
+	Астрагал каракугинский (Astragalus karakugensis Bge.)	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—
+	Астрагал короткобобовый (Astragalus brachylobus D. C.)	—	—	—	O	O	+	—	—	—	—
+	Барбарис обыкновенный (Berberis vulgaris L.)	—	—	—	—	—	—	—	O	—	—
	Бархат амурский (Phellodendron amurense Rupr.)	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+	Берёза бородавчатая (Betula verrucosa Ehrh.)	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
+	Берёза Радде (Betula Raddeana Trautv.)	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
+	Бересклет бородавчатый (Euonymus verrucosus Scop.)	+	O	+	—	—	—	+	O	O	—
+	Бересклет европейский (Euonymus europaeus L.)	+	—	+	—	—	—	+	O	—	—
+	Берест листоватый (Ulmus laevis Pall.)	+	—	+	+	—	—	—	—	—	—
+	Берест пробковый (Ulmus suberosa Moench.)	+	+	+	+	+	+	+	+	O	—
+	Бирючина обыкновенная (Ligustrum vulgare L.)	+	+	+	+	+	—	+	+	+	—
	Бирючина японская (Ligustrum japonicum Thunb.)	—	+	—	—	+	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
+	Боярышник восточный (Crataegus orientalis Pall.)	—	О	—	—	О	—	—	—	—	—
+	Боярышник ложноразнолистный (Crataegus pseudoheterophylla Pojark.)	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
+	Боярышник однопестичный (Crataegus monogyna Icaq.)	+	+	+	+	—	—	—	О	+	+
+	Боярышник пятипестичный (Crataegus pentagina W. et K.)	+	—	+	—	—	—	+	О	—	—
	Бумажное дерево (Broussonetia papyrifera Went.)	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
+	Бузина черная (Sambucus nigra L.)	—	—	—	—	—	—	—	О	—	—
	Бузина красная (Sambucus racemosa L.)	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
	Виноград культурный (Vitis vinifera L.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	Виноград лесной (Vitis silvestris Gmel.)	+	+	+	—	—	—	+	О	О	—
	Виноград пятилисточковый (Vitis hederacea Ehrh.)	—	+	—	+	+	—	—	+	—	+
+	Вишня магалебская (Cerasus mahaleb (L.) Mill.)	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—
	Вишня обыкновенная (Cerasus vulgaris Mill.)	+	+	+	+	+	+	—	+	+	—
+	Вишня седая (Cerasus incana (Pall.) Spach.)	—	О	—	—	+	—	—	—	—	—
+	Вяз горный (Ulmus montana With.)	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
+	Вяз обыкновенный (Ulmus laevis Pall.)	+	—	+	+	—	+	—	+	+	—
	Вяз перистоветвистый (Ulmus pinnato-ramosa Dieck.)	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
	Вязовик трёхлистный (Ptelea trifoliata L.)	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
	Гледичия трёхколючая (Gleditschia triacanthos L.)	+	+	+	+	+	+	—	+	+	+
+	Глоговина (Sorbus torminalis (L.) Cr.)	—	—	—	—	—	—	—	О	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
+	Гордовина (Viburnum lantana L.)	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
+	Граб кавказский (Carpinus caucasica A. Grossh.)	+	—	+	—	+	—	+	O	O	—
	Гранатник (Punica granatum L.)	+	+	+	—	+	—	—	—	—	—
+	Груша иволистная (Pyrus salicifolia Pall.)	+	+	+	—	+	+	+	+	—	—
+	Груша кавказская (Pyrus caucasica An. Fed.)	+	—	+	—	+	—	+	O	O	—
	Груша обыкновенная (Pyrus communis L.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	Джузгун безлистный (Calligonum aphyllum Gurke.)	—	—	—	—	+	+	—	—	—	O
+	Держи-дерево (Paliurus spina christi Mill.)	+	+	+	—	O	+	+	O	—	O
+	Дуб длинноножковый Quercus longipes Stev.)	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Дуб пробковый (Quercus suber L.)	O	O	—	—	—	—	—	—	—	—
+	Дуб пушистый (Quercus pubescens W.)	+	O	—	—	O	—	—	O	—	—
+	Дуб черешчатый (Quercus robur L.)	+	—	+	—	+	—	+	+	O	—
	Дрок красильный (Genista tinctoria L.)	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
+	Ежевика кровавая (Rubus sanquineus Friv.)	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+	Ежевика сизая (Rubus caesius L.)	+	+	+	+	+	+	+	+	O	—
	Жасмин обыкновенный (Jasminum officinale L.)	—	+	—	+	+	—	—	+	+	—
+	Жимолость грузинская (Lonicera iberica M. B,)	—	O	—	—	+	—	—	—	—	—
+	Жимолость каприфоль (Lonicera caprifolium L.)	+	—	+	—	O	—	+	+	O	—
	Жимолость татарская (Lonicera tatarica L.)	+	+	—	+	+	—	—	+	+	+
	Жимолость японская (Lonicera japonica Andrew.)	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
+	Ива белая (Salix alba L.)	—	—	+	—	+	—	—	—	—	—
+	Ива каспийская (Salix caspica Pall.)	—	—	—	—	+	+	—	—	—	О
+	Ива ломкая (Salix fragilis L.)	+	+	—	+	—	—	+	О	+	+
+	Ива пепельная (Salix cinerea L.)	—	—	—	—	—	—	—	О	—	—
	Ива плакучая (Salix alba var. vitellina Sering)	—	+	—	+	+	—	—	+	—	—
+	Ива пурпурная (Salix purpurea L.)	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—
+	Ива серая (Salix cinerea L.)	—	—	—	—	—	—	—	О	—	—
+	Ива трёхтычинковая (Salix triandra L.)	—	—	+	—	—	—	—	О	—	—
+	Ива южная (Salix australior Anderss.)	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—
	Инжир обыкновенный (Ficus carica L.)	+	+	+	—	+	—	—	—	—	—
	Иудино дерево, багрянник (Cercis siliquastrum L.)	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
+	Калина обыкновенная (Viburnum opulus L.)	+	—	+	—	+	—	+	О	О	—
+	Каркас кавказский (Celtis caucasica Willd.)	—	+	—	—	+	—	—	—	—	—
	Катальпа обыкновенная (Catalpa bignonioides Walt.)	+	+	—	+	+	—	—	+	+	—
	Каштан конский (Aesculus hippocastanum L.)	—	+	—	—	+	—	—	—	—	+
	Каштан посевной (Castanea sativa Mill.)	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+	Кизил обыкновенный (Cornus mas L.)	+	—	+	—	+	—	+	О	О	—
+	Кизильник (Cotoneaster multiflora Bge.)	—	О	—	—	+	О	—	—	—	—
	Кипарис пирамидальный (Cupressus sempervirens L.)	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
+	Клён красивый (Acer laetum C. A. M.)	+	—	—	—	О	—	—	—	—	—
+	Клён остролистный (Acer platanoides L.)	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
+	Клён полевой (Acer campestre L.)	+	+	+	—	+	—	+	+	O	—
+	Клён татарский (Acer tataricum L.)	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
	Клён серебристый (Acer dasycarpum Ehrh.)	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
	Клён ясенелистный (Acer negundo L.)	+	+	+	+	+	+	—	+	+	+
+	Крушина ломкая (Frangula alnus Mill.)	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
+	Крушина Палласа (Rhamnus Pallasii F. et M.)	—	O	—	—	O	+	—	O	—	O
+	Крушина слабительная (Rhamnus cathartica L.)	+	—	+	—	+	—	+	O	—	—
+	Курчавка колючая (Atraphaxis spinosa L.)	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
+	Крыжовник (Grossularia reclinata Mill.)	—	+	—	+	+	—	—	+	—	—
+	Лещина, фундук (Corylus avellana L.)	+	+	+	+	+	—	—	+	—	—
+	Липа кавказская (Tilia caucasica Rupr.)	—	+	—	—	+	—	—	+	—	—
+	Липа мелколистная (Tilia cordata Mill.)	—	—	—	—	+	—	—	O	—	—
+	Липа широколистная (Tilia platyphyllos Scop.)	+	—	—	—	+	—	—	O	—	—
	Лициум, дереза (Lycium ruthenicum Murr.)	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—
+	Ломонос восточный (Clematis orientalis L.)	+	—	+	—	+	—	—	O	O	—
+	Ломонос лозный (Clematis vitalba L.)	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—
+	Лох каспийский (Elaeagnus caspica A. Grossh.)	+	—	—	—	—	+	—	—	—	—
+	Лох узколистный (Elaeagnus angustifolia L.)	+	+	+	+	+	+	+	O	+	+
	Лох узколистный, ф. культурная (Elaeagnus angustifolia v. culta D. Sosn.)	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—
	Магония (Mahonia aquifolium Nutt.)	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Маклюра оранжевая (Maclura aurantiaca Nutt.)	—	+	+	+	+	—	—	—	+	—
+	Малина (Rubus idaeus L.)	—	—	—	+	+	—	—	+	—	+
	Миндаль обыкновенный (Amygdalus communis L.)	+	+	+	—	+	+	—	—	—	—
+	Можжевельник продолговатый (Iuniperus oblonga M. B.)	—	—	—	—	O	O	—	—	O	—
+	Мушмула германская (Mespilus germanica L.)	+	+	+	—	—	—	+	O	O	—
	Мыльное дерево (Koelreuteria paniculata Laxm.)	—	+	—	+	+	—	—	—	—	—
+	Обвойник греческий (Periploca graeca L.)	+	—	+	—	—	+	+	O	O	—
+	Облепиха крушиновая (Hippophaë rhamnoides L.)	+	—	+	—	+	—	+	O	—	—
+	Ольха бородатая (Alnus barbata C. A. M.)	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—
+	Ольха черная (Alnus glutinosa Gaertn.)	+	—	—	—	—	—	—	O	O	—
+	Ольха серая (Alnus incana (L) Moench.)	+	—	—	—	—	—	—	+	—	—
+	Омела белая (Viscum album L.)	+	—	—	—	—	—	—	+	—	—
	Орех грецкий (Juglans regia L.)	+	+	+	+	+	—	+	+	O	—
	Орех черный (Juglans nigra L.)	+	O	—	—	—	—	—	—	—	—
+	Павой, сассапариль (Smilax excelsa L.)	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—
	Пекан (Carya pecan Endl. et Graebn.)	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Персик обыкновенный (Persica vulgaris Mill.)	+	+	+	+	+	—	—	+	+	+
	Платан восточный (Platanus orientalis L.)	+	+	—	—	+	—	—	—	—	—
+	Плющ Пастухова (Hedera pastuchowii G. Wor.)	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—
+	Полынь Чернева (Artemisia Tschernieviana)	—	—	—	O	+	+	—	—	O	O

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Роза вьющаяся (Rosa multiflora Thunb.)	—	+	—	+	+	—	—	+	+	—
	Роза (Rosa rugosa Thunb.)	—	+	—	+	+	—	—	—	—	—
	Самшит вечнозеленый (Buxus sempervirens L.)	—	—	—	+	+	—	—	+	—	—
	Свидина кровавокрасная (Cornus sanquinea L.)	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—
+	Свидина южная (Svida australis (C. A. M.) Pojark)	+	—	+	—	+	—	+	+	+	+
+	Селитрянка, нитрария (Nitraria Komarovii Iljin et Lava)	—	—	—	—	—	O	—	O	—	O
	Сирень обыкновенная (Syringa vulgaris L.)	+	+	+	+	+	—	—	+	+	+
	Сирень персидская (Syringa persica L.)	—	+	—	—	+	—	—	—	—	—
	Сирийская роза (Hibiscus syriacus L.)	+	+	—	+	+	—	—	+	—	—
+	Скумпия (Cotinus coggygria Scop.)	—	—	—	+	+	—	—	—	O	—
	Слива домашняя (Prunus domestica L.)	+	+	+	+	+	+	—	+	+	—
	Смородина золотистая (Ribes aureum Pursch.)	—	+	—	+	+	—	—	—	+	+
	Смородина обыкновенная (Ribes vulgare Lam.)	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
	Смородина черная (Ribes nigrum L.)	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
	Снежноягодник белый (Symphoricarpos albus (L) Blake)	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
+	Соляноколосник (Halostachys caspica (Pall) C. A. M.)	—	—	—	—	—	O	+	—	O	O
	Сосна австрийская (Pinus austriaca Häss.)	—	—	—	—	—	—	—	—	O	—
	Сосна крымская (Pinus pallasiana Lamb.)	—	+	—	—	+	—	—	—	O	—
	Сосна крючковатая (Pinus hamata (Stev.) D. Sosn.)	—	—	—	—	O	O	—	—	O	—
	Софора японская (Sophora japonica L.)	+	+	—	+	+	+	—	+	+	+

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
+	Сумах (Rhus coriaria L.)	—	—	—	—	+	—	—	—	О	—
+	Таволга городчатая (Spiraea crenata)	—	—	—	—	+	О	—	—	—	—
+	Таволга зверобоелистная (Spiraea hypericifolia L.)	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
+	Таволга средняя (Spiraea media Schm.)	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
+	Тамариск Гогенаккера (Tamarix Hohenackeri Bge.)	—	—	+	—	—	—	+	—	О	—
+	Тамариск Мейера (Tamarix Meyeri Boiss.)	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—
+	Тамариск многоветвистый (Tamarix ramosissima Led.)	+	—	+	+	+	+	+	О	О	+
+	Тамариск рыхлый (Tamarix laxa W.)	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
	Текома (Tecoma radicans Iuss.)	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
+	Терн дикий (Prunus spinosa L.)	+	+	+	—	+	+	+	+	О	—
	Тополь бальзамический (Populus balsamifera L.)	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—
+	Тополь-белолистка (Populus alba L.)	+	—	+	—	+	+	+	+	+	+
	Тополь Болле (Populus Bolleana Lauche.)	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—
+	Тополь гибридный (Populus hybrida M. B.)	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+
	Тополь канадский (Populus canadensis Moench.)	—	+	+	+	+	—	—	+	+	—
	Тополь пирамидальный (Populus nigra piramidalis Spach.)	+	+	+	+	+	+	—	+	+	+
+	Тополь черный (Populus nigra L.)	+	—	—	—	+	+	+	+	О	+
	Туя восточная (Biota orientalis Endl.)	+	+	—	+	+	—	—	+	+	—
	Унаби, китайский финик (Ziziphus jujuba Mill.)	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
	Фонтанезия (Fontanesia Fortunei Carr.)	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
	Фисташка настоящая (Pistacia vera L.)	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
+	Хвойник двухколосковый (Ephedra distachya L.)	—	—	—	—	О	+	—	—	О	О
	Хеномелис (айва) китайская (Chaenomeles sinensis Kochne)	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
+	Хмель (Humulus lupulus L.)	+	+	+	—	+	—	+	+	О	—
	Хурма кавказская (Diospyros lotus L.)	+	+	—	+	—	—	—	—	—	—
	Хурма японская (Diospyros kaki L.)	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
+	Черёмуха обыкновенная (Padus racemosa (Lam) Gilib.)	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
+	Черешня (Cerasus avium (L) Moench.)	+	+	+	+	+	—	—	+	+	—
	Чингиль серебристый (Halimodendron halodendron (Pall) Voss.)	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
+	Чубушник кавказский (Philadelphus caucasicus Koehne)	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
+	Шелковица белая (Morus alba L.)	+	+	+	+	+	+	—	+	+	—
	Шелковица черная (Morus nigra L.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	Шиповник колючейший (Rosa spinosissima L.)	—	—	—	—	О	—	—	—	—	—
+	Шиповник щитконосный (Rosa corymbifera Borkh.)	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+	Шиповник собачий (Rosa canina L.)	—	—	+	+	+	+	+	О	—	—
	Эвкоммия (Eucommia ulmoides Oliv.)	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+	Эремоспартон безлистный (Eremosparton aphyllum (Pall F et M.)	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—
+	Яблоня восточная (Malus orientalis Ugl.)	+	—	+	—	—	—	+	О	—	—
	Яблоня домашняя (Malus domestica Borkh.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

175571

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Ясень зеленый (Fraxinus viridis Michx.)	+	+	—	+	+	+	—	+	+	+
+	Ясень обыкновенный (Fraxinus excelsior L.)	+	+	+	—	+	+	—	+	—	—
+	Ясень остроплодный (Fraxinus oxycarpa W.)	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
	Ясень пушистый (Fraxinus pubescens Lam.)	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—

Распределение по семействам

Приведенные выше в таблице 1-й виды деревьев и кустарников входят в состав 46 семейств (таблица 2).

Таблица 2

Семейство	Количество видов		Всего
	деревьев	кустарников	
1. Розанные	18	18	36
2. Ивовые	11	5	16
3. Кленовые	7	—	7
4. Ильмовые	6	—	6
5. Березовые	6	1	7
6. Бобовые	5	8	13
7. Буковые	5	—	5
8. Маслинные	4	5	9
9. Тутовые	4	1	5
10. Лоховые	4	—	4
11. Сосновые	3	—	3
12. Липовые	3	—	3
13. Ореховые	3	—	3
14. Эбеновые	2	—	2
15. Кипарисовые	1	2	3
16. Бигнониевые	1	1	2
17. Рутовые	1	1	2
18. Конскокаштановые	1	—	1
19. Сапиндовые	1	—	1
20. Симарубовые	1	—	1
21. Платановые	1	—	1
22. Жимолостные	—	8	8
23. Камнеломковые	—	6	6
24. Крушиновые	—	5	5
25. Тамарисковые	—	4	4

Семейство	Количество видов		Всего
	деревьев	кустарников	
26. Виноградовые	—	3	3
27. Кизиловые	—	3	3
28. Сумаховые	—	3	3
29. Бересклетовые	—	2	2
30. Барбарисовые	—	2	2
31. Гречишные	—	2	2
32. Лютиковые	—	2	2
33. Аралиевые	—	1	1
34. Гранатниковые	—	1	1
35. Коноплевые	—	1	1
36. Ласточниковые	—	1	1
37. Лилейные	—	1	1
38. Пасленовые	—	1	1
39. Парнолистниковые	—	1	1
40. Ремнецветные	—	1	1
41. Самшитовые	—	1	1
42. Сложноцветные	—	1	1
43. Мальвовые	—	1	1
44. Маревые	—	1	1
45. Эвкоммиевые	—	1	1
46. Хвойниковые	—	1	1
Всего:	88	96	184

Анализируя видовой состав древесно-кустарниковых растений таблицы 1 можно видеть, что 106 видов, т. е. больше половины учтенных видов, относится к флоре Кавказа и Закавказья (отмечены плюсом). Большое число видов кавказского происхождения указывает на обособленность дендрофлоры равнинного Дагестана. Остальные 78 видов происходят из Сибири, Китая, Восточной Азии, Южной Европы и Северной Америки. Интродуцированные породы, как правило, нормально растут и развиваются в условиях засушливого Дагестана. Из этого следует, что опытными учреждениями и местным населением накоплен опыт выращивания ценных пород плодовых и некоторых декоративных растений. Этот опыт должен быть учтен при защитном лесоразведении и озеленении населенных пунктов.

Из таблицы 2 видно, что наиболее богаты видами древесных растений семейства розанных, ивовых, кленовых, ильмовых, березовых, буковых и бобовых. Кустарниками богаты семейства розанных, бобовых, жимолостных, ивовых, камнеломковых, крушиновых. Целый ряд семейств и видов изве-

стен у нас лишь в культуре. Сюда могут быть отнесены сосновые, бигнониевые, конскокаштановые, платановые, сапиндовые, симарубовые и др. Эти семейства представлены чаще всего одним видом. Из 46 семейств — 25 представлены 1—2 видами. Как видно из таблицы, из 184 видов на долю деревьев приходится 88 и на долю кустарников 96 видов. Таким образом деревьев всего на 8 видов меньше, чем кустарников.

Географическое распространение дендрофлоры по равнинному Дагестану.

На территории равнинного Дагестана деревья и кустарники распространены неравномерно. Дендрофлора южной части отличается от дендрофлоры северной, что определяется различием условий географической среды.

Просматривая списки растений таблицы 1, можно видеть, что южная и северная части насчитывают примерно одинаковое количество дикорастущих деревьев и кустарников, хотя территория первой во много раз меньше территории второй. Наблюдается различие и в видовом составе, что вытекает из таблицы 3.

Таблица 3

Название видов	Южная часть равнины	Северная часть равнины
Дуб длинноножковый	В дельте Самура	—
Клён красивый	,, ,,	—
Ежевика кровавая	,, ,,	—
Ломонос лозный	,, ,,	—
Ольха бородатая	,, ,,	—
Сассапариль или павой	,, ,,	—
Плющ Пастухова	,, ,,	—
Астрагал каракугинский	—	Кумторкала и Терско-Кумские пески.
Бузина черная	—	В лесу Хасавюрта
Глоговина	—	,, ,,
Гордовина	—	,, ,,
Джузгун безлистный	—	Кумторкалинские и Терско-Кумские пески.
Ива каспийская	—	,, ,,
Курчавка колючая	—	Кумторкала
Липа мелколистная	—	Хасавюртовский лес.
Можжевельник	—	Терско-Кумские пески.
Хвойник двухколосковый	—	,, ,,
Эремоспартон безлистный	—	Кумторкала

Отличается также южная часть или Приморская низменность от северной своим количественным и видовым составом разводимых деревьев и кустарников (таблица 4).

Таблица 4

Название видов	Южная часть	Северная часть
Бархат амурский	Дельта Самура, Дербентский и Буйнакский районы	—
Гранатник	В дельте Самура и сады Дербента	—
Дуб пробковый	Белиджи	—
Жимолость японская	Дербент, Белиджи	—
Инжир	Дербент, Самур	—
Иудино дерево	Дербент	—
Каштан посевной	Самур, Касумкент	—
Кипарис	Самур, Дербент	—
Орех черный	Самур, Белиджи	—
Пекан	Дербент, Самур	—
Унаби	Дербент	—
Фисташка	Дербент	—
Хурма кавказская	Самур, Дербент	—
Хурма японская	Дербент	—
Эвкоммия	Дельта Самура	—
	Каякент	Хасавюрт
Клён серебристый	—	Кизляр
Сосна австрийская	—	Терско-Кумские пески.

Дельта рек Самура и Гюргенчая в флористическом отношении выделяется в самостоятельный район — низовых лесов, приближающихся к зональным типам, хотя лесной массив развивается в условиях незначительных осадков (около 300 мм). Эти лесные островки в условиях сухого климата полупустыни обязаны своим существованием локальным условиям — грунтовому увлажнению почвы подземными водами. (Гроссгейм, 1948, Прилипко, 1954). Благодаря обилию тепла, длительному безморозному периоду и близости к поверхности грунтовых вод, дельта Самура покрыта лиановыми лесами.

Основу леса составляют дуб черешчатый и граб кавказский, затем ольха бородатая, осокорь, белолистка и берест. Из других местных пород встречаются: ясень обыкновенный, клён полевой, клён красивый, орех грецкий, яблоня, груша кавказская, а по берегу большого Самура — ольха серая. Кроме дуба черешчатого местами (ближе к берегу моря)

встречается дуб пушистый и дуб длинноножковый. В подлеске — разнообразные кустарники: айва, алыча, бирючина, боярышник, кизил, лещина, мушмула, свидина, терн.

Для Самурского леса весьма характерны лианы. Местами здесь обнаруживаются недоступные заросли из шиповатых длинных стеблей павоя или сассапарили (Smilax excelsa L.), ежевики кровавой (Rubus sanquineus Friv.) и ежевики сизой (R. caesius L.). По стволам и сучьям деревьев высоко взбираются канатовидные стебли винограда лесного (Vitis silvestris Gmel.) и обвойника (Periplosa graeca L.). В других участках леса стволы дуба, граба и прочих деревьев снизу доверху увиты плющем Пастухова (Hedera pastuchowii G. Wor) с вечнозелеными листьями. К плющу присоединяются тонкие, но длинные и высоко взбирающиеся стебли ломоноса восточного и лозного (Clematis orientalis, C. vitalba L.).

Кроме названных лиан в лесу можно встретить каприфоль (Lonicera caprifolium L.), хмель, спаржу мутовчатую (Asparagus verticillatus L.), повой (Calystegia sepium (L) R. Br.), паслен персидский (Solanum persicum W.) и изредка — марену (Rubia petiolaris (S. et L.) G. Wor.). Сходные лески можно видеть в районе Берикея. Обилие лиан, и прежде всего плюща Пастухова и сассапарили, сближает частично Самурский лес с сходными лесами низменности Закавказья, но, конечно, Самурский лес более беден редкими растениями. Среди леса встречаются поляны, занятые луговой, кустарниковой растительностью, сельскохозяйственными культурами, а также орехом грецким, айвой, бархатом амурским, эвкоммией и другими полезными растениями.

Из таблицы 3 видно также, что и северная часть плоскости отличается от южной прежде всего такими характерными псаммофитами, как астрагал каракугинский, эремоспартон безлистный, джузгун и др. Низовые леса этой зоны отличаются от лиановых лесов дельты Самура отсутствием плюща Пастухова, ежевики кровавой, ломоноса лозного; другие лианы не типичны, и их можно встретить лишь по берегам рек. Отсутствует в Хасавюртовском лесу ольха серая, но встречаются липа мелколистная и широколистная, глоговина, гордовина. Перечисленные лианы и псаммофиты, а также некоторые другие растения, например, селитрянка, астрагал короткобобовый, астрагал гирканский, встречаются, как правило, лишь в плоскостном Дагестане.

Если проанализировать список культивируемых плодовых и декоративных древесно-кустарниковых пород таблицы 4,

то не трудно видеть, что на юге равнины с теплым и мягким климатом, возделываются ценные плодовые и декоративные растения, в том числе и субтропические.

Пути хозяйственного использования некоторых участков территории плоскостного Дагестана под зеленые насаждения

Как мы уже видели, обширная территория равнинного Дагестана характеризуется пестрым составом почв, разным режимом грунтовых вод, неодинаковым климатом и возможностями орошения. В связи с этим освоение, например, дельты Самура потребует значительно меньше затрат, чем освоение песков и особенно засоленных почв, преобладающих на севере равнины. Солончаковые и болотные почвы требуют сложных и дорогостоящих мелиоративных работ (промывка почвы, отвод болотных вод, орошение). Ниже приведем некоторые примеры. Одновременно дадим краткую характеристику наиболее ценным древесным субтропическим породам.

а) Дельта реки Самура

Советский человек стремится использовать благоприятные климатические условия дельты Самура для разведения ценных растений. На отдельных участках леса, где были заросли лиан, теперь растут деревья ореха грецкого. Делянки ореховых деревьев можно видеть, например, недалеко от рыбоводной станции. Поляны, расположенные вблизи селения Пиперкент-Казмаляр, засажены эвкоммией. В других участках леса посажены и хорошо развиваются бархат амурский, айва, абрикос, хурма кавказская, ясень зеленый. Бархат амурский родом с Дальнего Востока, хорошо растет в условиях Самура. Впервые его начали разводить здесь в 1953 году. Уже в 1956 году наблюдалось цветение отдельных деревьев бархата. Кроме дельты Самура, это растение разводят в Дербентском и в Буйнакском лесхозах (в Буйнакском лесхозе с 1936—38 годов). Разводят бархат из-за пробки. Кора дает пробку около 6 см толщиной, пригодную для спасательных кругов, понтонов и изоляционных плит. Ценна у бархата и древесина. Она применяется в авиастроении, в изготовлении мебели, фанеры, лыж и т. п. Мед амурского бархата считается лекарством от туберкулеза. Бархат амурский достигает 15—27 м высоты и 300-летнего возраста, размножается семенами, черенками и корневой порослью.

Из-за ценной пробки в районе Белиджи начали культивировать дуб пробковый. С 1954—55 годов выращивается на Самуре, в Каякенте и в Хасавюрте еще одно важное техническое растение — эвкоммия. Её родина Китай. Дерево, достигающее до 20—30 м высоты, содержит гуттаперчу — ценнное сырье для народного хозяйства. Растение выдерживает до 15—20° мороза. Безусловно, эвкоммия должна получить широкое распространение в дельте Самура.

Благоприятна по своим почвенно-климатическим условиям дельта Самура для разведения плодовых субтропических пород: инжира, граната, каштана посевного, хурмы кавказской и японской, миндаля, унаби.

Инжир издавна разводится в Дербенте. Известен он также в совхозе им. Герейханова, в Касумкентском, Каякентском, Кахибском районах, а также в Махачкале. Разводится инжир и в садах Тагиркент-Казмаляр на Самуре и сохранился в одичалом саду, в 2 км от селения Пиперкент-Казмаляр. Плодоносить растение начинает с трехлетнего возраста, страдает от мороза, обмерзая до корня при —16°С. Хорошо растет на влажных почвах.

Плантация плодоносящего граната на площади 1,5 га имеется в Тагиркент-Казмалярском колхозе. Плоды граната содержат витамин С, а сок заменяет лимон и применяется как приправа к кушаньям. Плодоносить начинает с 3—4 года.

Каштан посевной приносит съедобные плоды. Крупные деревья каштана культурного растут в садах аула Орта-Стал Касумкентского района. Два плодоносящих деревца этого растения отмечены нами в Тагиркент-Казмаляре Магарамкентского района.

Деревья плодоносящей хурмы кавказской растут на приусадебных участках в Пиперкент-Казмаляре и Тагиркент-Казмаляре в дельте Самура. Несколько экземпляров одичавшей хурмы можно видеть на окраине леса у самурского рыбоводного завода. Возможно разводить в условиях дельты реки Самура и хурму японскую.

Унаби или китайский финик мало кто знает. В Дербенте известны очень старые деревья, достигающие 6—7 м высоты и столетнего возраста. Плоды напоминают сливу с косточкой красновато-коричневой окраски, очень вкусны, так как в сухом виде содержат около 71,8% сахара; к почвам неприхотлив. Это растение с успехом может культивироваться в дельте Самура. То же можно сказать и о фисташке, кото-

рая встречается среди виноградников Дербента. Фисташка очень выносliва к засухе и низким температурам.

Более широкое распространение должны получить на юге другие плодовые, технические и декоративные растения. Здесь возможно создание «лесосадов», состоящих из абрикоса, персика, миндаля, фундука, гранатника, мушмулы культурной, тутовника.

Перспективно начатое в дельте Самура постепенное изменение лесных сообществ путем посадки бархата амурского, эвкоммии, пробкового дуба, ореха грецкого, айвы, ясеня и других ценных пород. Более интенсивно должны вестись работы по испытанию различных иноземных деревьев и кустарников, имеющих техническое, промышленное и декоративное значение. Заслуживают широкого производственного испытания тунг, пекан, оливковое дерево, самшит, лапина, гледичия каспийская, тисс, дзельква, кипарис и др.

В районе Белиджи в 1957 году произведена посадка лавровишни, бересклета японского, дуба пробкового, лавра благородного, пекана и граната. В течение лета саженцы вполне удовлетворительно росли и развивались.

В южной части, в ряде мест (особенно вблизи рек) возможно создание лесных массивов из быстро растущих пород для местного использования древесины. Для этого пригодны: тополь гибридный, тополь пирамидальный, тополь черный, ива южная, липа широколистная, ольха черная. Эти же породы пригодны для озеленения и укрепления берегов каналов. Кроме того, вдоль каналов хорошо растут шелковица, лох узколистный, карагач, маклюра.

В районе Берикея из технических растений можно разводить, например, бархат амурский и эвкоммию. Большое внимание должно быть уделено ореху грецкому, лучшим сортам абрикоса, яблони, алычи, шелковицы, мушмулы культурной.

Необходимо также обратить внимание на озеленение железнодорожных станций и создание лесных насаждений вдоль линии железных дорог. В качестве примера можно указать на красивые 4—5-летние лесные полосы, тянущиеся вдоль железной дороги в районе станции Манас. В указанных насаждениях хорошо прижились акация белая, клён ясенелистный, лох узколистный, тамариск, а также жостер Палласа и держи-дерево. В мае месяце полосы привлекают взоры людей красиво цветущими кустами айвы, алычи и груши иволистной.

В заключение нужно подчеркнуть, что леса предохраняют от усыхания родники, ручьи и реки, смягчают на побережье Каспия жаркий климат и являются ветрозащитными для прилегающих полей. Для озеленения беседок, павильонов, мостиков, стен, населенных пунктов южного Дагестана очень эффективны и заслуживают внимания лианы: плющ Пастухова, обвойник, сассапариль, ломонос восточный и лозный, каприфоль. Из сказанного вытекает необходимость сохранения, расширения и рационального использования богатств самурского леса. В связи с назревшей необходимостью организации в республике заповедников, было бы целесообразно выделить в дельте Самура участок под заповедник в качестве памятника природы.

На севере Дагестана большие площади заняты песками. Песчаные и супесчаные разновидности почв преобладают в районе г. Махачкалы; отсюда они простираются вдоль шоссейной дороги в сторону г. Хасавюрта и, наконец, огромные территории заняты Терско-Кумскими песками.

Песчаные почвы предстоит закрепить и сделать их полезными для хозяйственного использования. Уже накоплен опыт по закреплению и облесению Терско-Кумских, Кумторкалинских и других песков Дагестана. Этот опыт дает материал для разведения некоторых плодовых, кормовых и декоративных растений на песках других территорий.

б) Кумторкалинские пески

Весьма интересным и уникальным памятником природы Дагестана является Кумторкалинская песчаная гряда в виде целой системы барханов. Эта «громада песков имеет подобие высокой горы или точнее, высокого барханного хребта, который тянется версты на три», — пишет в своей монографии А. А. Майоров. — Поражает, — восклицает тот же автор, — не только чудовищное скопление летучего песка, но и существование бок о бок с грозной массой песков виноградников, а на песках оазиса песколюбивых растений. Кумторкалинский оазис Майоров называет «подлинным, в живом виде, музеем дикорастущей специально приспособленной и древней флоры».

Здесь встречается большое разнообразие видов растений, начиная от однолетних и многолетних трав до кустарников и деревьев. Наличие деревьев и кустарников на песках объясняется тем, что водоудерживающая сила песка ничтожна и поэтому атмосферная влага легко проникает в песок и

усваивается корнями. Влажностью песков объясняется существование на них оазиса виноградников.

Работы по закреплению кумторкалинских песков ведутся с 1913—1915 годов, когда впервые были посажены черенки ивы и посеяны семена колосняка. Продолжались посадки деревьев и кустарников в последующие годы, особенно после 1948 г. (см. таблицу 1). Кроме того, применяется также механическая защита с использованием рядовых торчковых заборчиков из тростника.

Наиболее благоприятны условия для произрастания большинства разводимых деревьев и кустарников у подножия хребта — вдоль полотна железной дороги. Здесь хорошо растут деревца акации белой и айланта, тополя, одиночные деревца шелковицы, гледичии, клёна ясенелистного, груши иволистной, айвы. По бугристым пескам растут кусты аморфы. По мере продвижения к вершине песчаного гребня, от задернованных песков к подвижным, состояние некоторых пород, например, акации белой, гледичии, шелковицы, клёна, заметно ухудшается. На подвижных песках акация растет в виде приземистого куста; у основания ствола гледичии формируются длинные боковые ветви. Шелковица, тополь черный, акация образуют длинные придаточные канатовидные корни. Эти небольшие, обычно карликовые и корявые деревца, иногда в виде кустов, рано начинают цвести и плодоносить. Так, например, на подвижном песке напротив водокачки, растет несколько кустиков белой акации. 6-го мая 1957 г. на одном из них, состоящем из 3-х побегов до 70 см длины, имелось 2 цветущих кисти; на другом кустике, ветви которого достигали 115 см длины, подсчитано 40 кистей с цветками.

Цветки и плоды можно также видеть на низкорослых растениях гледичии, айланта, клёна и др. Многие кустики аморфы достигают всего лишь 20—30 см высоты, однако они обильно цветут и плодоносят.

По более подвижным и сыпучим пескам местами растут, чаще всего группами и в форме кустов, тополь черный и ива пурпурная. Реже встречаются одиночными экземплярами деревца шелковицы и лоха. Почти до вершины бархана поднимаются кусты джузгуна и полыни Чернева (Artemisia tschernieviana Bess.), а также метелковидные стволики эремоспартона безлистного (Eremosparton aphyllum (Pall) F. et. M.).

Приведенные примеры древесно-кустарниковых пород,

произрастающих на песках, а также существование бок о бок с песками виноградников, указывают на перспективность развития в данных условиях ценных плодовых и декоративных растений.

В 1949—50 гг. на песках Ленинского района (в 8 км от Махачкалы) было положено начало лесным полосам из акации белой. Высаживались двулетние саженцы осенью. Приживаемость составила 90,8%. В 1956 г. деревья достигали свыше 3 м высоты. В районе Шамхала неплохо растут вяз пробковый, акация белая, лох узколистный, клён ясенелистный, тамариск, абрикос. Начаты работы по закреплению прикаспийских песков. Весной 1956 г. в районе Махачкалы первой произведены посадки черенков тополя, тамариска, сеянцев шелковицы, абрикоса и айвы на площади 47 гектаров. 23 гектара песков закреплено путем посадки полыни песчаной и тамариска. Приживаемость, по данным инвентаризации 1956 г. составила 64,3%. Весной 1957 г. произведена посадка и посев на площади 209 га, в том числе на 64 га были высажены тополь и акация белая, а на 145 га — полыни песчаной и черенки тамариска.

На 88 гектарах посадки погибли в результате весенних бурь и засушливого лета, а на остальной территории приживаемость составляет 50,8%. Кроме того производились работы по облесению и закреплению песков в районе Крайновки на площади 134 гектаров. На приморских песках можно высаживать также акацию желтую, скумпию, софору, астрагал короткобобовый. Пески в районе Махачкалы первой с высоким уровнем пресных грунтовых вод пригодны под виноградники.

в) Терско-Кумские пески

На песках преобладают представители степной флоры, но можно встретить и представителей сыпучих песков среднеазиатской пустыни: эремоспартон, астрагал каракугинский и Лемана, джузгун. Со склонов гор сюда проникли терн, скумпия, крушина Палласа. Характерна для песков полынь Чернева, довольно много тамариска ветвистого, встречается лох узколистный и селитрянка.

С 1895 г. и по настоящее время ведутся работы по закреплению, облесению и хозяйственному использованию Терско-Кумских песков. Более чем на 11 тысячах гектаров были посажены ивы, тополя, акация белая, плодовые, а на 14 тысячах гектаров посеяны песколюбивые травы. На Терских

песках, как отмечает П. Г. Язан, продолжают произрастать и плодоносить сосна крымская, австрийская и крючковатая (посадки 1915 г.), а на Терских и Бажиганских песках шелковица, яблоня, абрикос, айва, алыча. На Бажиганских песках с 1906 года плодоносят виноградники; созданы здесь и плодовые сады. Из плодовых пород высаживались яблоня, груша, абрикос, алыча, шелковица.

В заключение остановимся на краткой характеристике зеленых насаждений селения Терекли-Мектеб Караногайского района, расположенного на Терско-Кумском песчаном массиве.

Селение уже издали (за 5—6 км) привлекает внимание. Оно зеленым оазисом резко выделяется на тусклом фоне пустынной растительности бугристых песков. Не меньше удивление человека, впервые вступившего на тенистые аллеи парка: поражают высокие с густой кроной стволы ряда деревьев и разнообразные кустарники. Вдоль аллей и дорожек по неглубоким канавкам струится вода. Она и является главным источником жизни зеленых насаждений. Вода поступает в парк из артезианского колодца, который был пробурен в 1912 году.

В 1912 году был заложен парк на площади менее 4 гектаров. В последующие годы площадь под зелеными насаждениями увеличилась, в частности, за счет создания Пионерского парка. В 1955 и 1956 гг. пробурили еще 3 колодца, и это дало возможность обеспечить водой насаждения парка и приусадебных участков, а также озеленить главную улицу селения.

В зеленых насаждениях произрастает около 30 видов декоративных деревьев и кустарников, что для небольшого населения, расположенного в специфических климатических условиях, не так уж мало. Из древесных пород наиболее распространены акация белая, клён ясенелистный, тополь черный и абрикос, а из кустарников — аморфа, жимолость татарская и свидина. В составе насаждений полностью отсутствуют хвойные и вечнозеленые растения, а между тем, туя восточная, например, могла бы украшать центр Караногая весь год.

Древесные породы Терекли-Мектебского парка имеют разный возраст. Так, например, наиболее старым деревьям, как тополь черный, клён ясенелистный, ива ломкая, около 50 лет. Стволы тополя черного достигают до 25—27 м высоты и 105 см в диаметре. Примерно такой же высоты стебли

у ивы при 85 см в диаметре. Очень хорошо растут деревья акации белой, гледичии и софоры японской; их стволы достигают 25 м высоты и 40 см в диаметре. Несколько моложе деревца тополя гибридного, растущие группой вдоль главной аллеи парка.

В средине парка вдоль главной аллеи растет всего два молодых деревца каштана конского, высотою 8 м, а диаметром 14 см. В конце сентября на ветвях каштана еще удерживались красивые пальчатосложные желтые листья, но не было замечено плодов. В виде деревца до 10 м высоты и 20 см в диаметре растет лох узколистный и несколько молодых экземпляров тополя-белолистки.

Из плодовых в парке можно видеть грушу, персик, тутовник, яблоню. Особенно прекрасно растут, цветут и плодоносят абрикосовые деревья. Они высажены вдали от арыков и отдельно от других древесно-кустарниковых пород. Высота стволов абрикоса около 12 м, а диаметр — свыше 20 см.

Под пологом высоких с густыми кронами древесных пород растут в парке следующие кустарники: аморфа, боярышник, виноград культурный, виноград пятилисточковый, жимолость татарская, малина, свидина южная, сирень и смородина золотистая. Из перечисленных кустарников особенно хорошо развивается свидина южная. Она образует высокие, ветвящиеся и густо облиственные побеги; также хорошо растут и плодоносят кусты аморфы и смородины золотистой. Виноград пятилисточковый обнаружен лишь у стены одного домика; всего одним экземпляром представлен боярышник.

Центр селения Терекли-Мектеб прорезает широкая улица длиной свыше полкилометра. Весной 1956 года на улице были высажены декоративные деревья и кустарники. Они высаживались почти по дну прорытых канавок. Арыки ежедневно наполнялись водой из артезианских колодцев. В сентябре 1957 года улица имела привлекательный зеленый вид. Почти полностью принялись высаженные древесно-кустарниковые породы и дали свыше метра, а некоторые и более 2 метров прироста. К ним относятся: тополь-белолистка, тополь пирамидальный, ясень зеленый, гледичия, клён ясенелистный, софора японская, аморфа и тамариск раскидистый.

Интересно упомянуть об освоении новой земельной территории, выделенной для пришкольного опытного участка. Осенью 1956 г. и весной 1957 г. учащимися Терекли-Мектебской школы на новом участке были посажены плодовые де-

ревца: абрикосы, вишни, груши, яблони, тутовник, а из декоративных — гледичия, тополь пирамидальный, клён ясенелистный и аморфа.

Нужно заметить, что на песчаной почве пришкольного участка в 1957 г. нами были отмечены такие песколюбы, как кумарчик (Agriophyllum arenarium M. B.), верблюдка (Corispermum caucasicum (Bge) A. Grossh.), сирения (Syrenia siliculosa (M. B.) Andrz.), верблюжья колючка (Alhagi pseudoalhagi M. B.) и др. Сильными ветрами на участке местами выдуло песок, а вдоль забора за одно лето образовались бугры песка свыше метра высотой.

Несмотря на это, почти все посаженные на участке растения прижились, а тополь пирамидальный, клён ясенелистный и аморфа дали хороший прирост. Более чем на метр выросла аморфа в виде живой изгороди; в конце сентября ветви клёна были еще покрыты зелеными листьями. За посаженными растениями велся уход: они регулярно поливались.

И, наконец, в полутора-двух километрах от селения Терекли-Мектеб выделяется зеленым островком лесная полоса. В составе насаждения находим деревца абрикоса, акации белой, гледичии, клёна ясенелистного; лох узколистный образует красивую аллею. Местами здесь встречаются кустики плодоносящей крушины Палласа. Самым замечательным является то, что перечисленные деревья и кустарники, посаженные в 1928—1929 годах, растут в знойной пустыне без полива.

Приведенные примеры древесно-кустарниковых пород, растущих в пустынных условиях Терекли-Мектебского парка и лесной полосы, свидетельствуют о возможности разведения на обширной территории Ногайской степи ценных плодовых и декоративных растений, а также и лесных насаждений. Это приобретает особо важное значение в наше время в связи с заложением все новых и новых артезианских колодцев и строительством оросительных каналов.

Сбываются слова великого Ленина, который еще в 1921 году писал коммунистам Кавказа, что... «орошение больше всего нужно и больше всего пересоздаст край, возродит его, похоронит прошлое, укрепит переход к социализму». (В. И. Ленин, Сочинения, т. 32, стр. 296—297).

Выполняя указания В. И. Ленина, трудящиеся нашей республики развернули большие водохозяйственные работы. Орошаемые площади возросли с 28 тысяч гектаров в 1923 го-

ду до 266 тысяч в 1957 году. За последние годы построено около 180 артезианских колодцев, что позволяет обводнить свыше 700 тысяч гектаров.

ВЫВОДЫ.

1. Вопросы изучения и внедрения декоративной дендрофлоры представляют определенный научный и практический интерес, тем более, что подобная работа в условиях Дагестана до сих пор никем не проводилась. В результате исследования выявлен и впервые приводится наиболее полный список дикорастущих и интродуцированных древесно-кустарниковых видов растений равнинного Дагестана (таблица 1).

2. Южная часть равнинного Дагестана отличается от северной количественным и видовым составом как дикорастущих, так и интродуцированных пород (таблица 3 и 4), что определяется различием условий географической среды.

3. В ряде мест юга с теплым и мягим климатом возможно разведение ценных плодовых (инжир, миндаль, гранат, унаби, каштан посевной, пекан, фисташка, хурма кавказская), технических (эвкоммия, бархат амурский, дуб пробковый) и субтропических декоративных растений (кипарис, иудино дерево, лапина, дзелькова, гледичия каспийская). Здесь могут быть созданы «лесосады», лесные массивы из быстро растущих пород для местного использования древесины.

4. Многие дикорастущие деревья и кустарники должны быть введены в культуру в связи с созданием полезащитных лесных полос и озеленением населенных пунктов. В качестве примера назовем: клён красивый, граб кавказский, дуб пушистый, грушу иволистную, кизил, свидину южную, скумпию, джузгун безлистный, полынь Чернева, эремоспартон безлистный, таволгу городчатую, таволгу зверобоелистную, ивы, боярышники, тамариски. Для озеленения беседок, павильонов, мостиков, стен следует шире разводить обвойник, плющ, каприфоль, сассапариль, ломонос, хмель.

Более широкое распространение должны получить такие интродуцированные растения, пока представленные единичными или немногими экземплярами, как кипарис, акация шелковая, платан, каштан конский, каштан посевной, фонтанезия, вязовик, мыльное дерево, жимолость японская, самшит.

5. Приведенные виды древесно-кустарниковых пород, растущих на песках Терско-Сулакской и Терско-Кумской низменностей, свидетельствуют о необходимости разведения на указанных массивах многих плодовых и декоративных растений, а также и лесных насаждений. Это приобретает особо важное значение в наше время в связи с заложением новых артезианских колодцев и строительством оросительных каналов.

6. В интересах науки целесообразно выделить участок лианового леса в дельте Самура и Кумторкалинский бархан с своеобразными псаммофитами под заповедники.

ЛИТЕРАТУРА:

Буш Н. А. 1935. Ботанико-географический очерк Кавказа. М.-Л

Виноградов С. И. и **Толчаин Г. А.** 1932. Очерк растительности Дагестана, Махачкала.

Гроссгейм А. А. 1948. Растительный покров Кавказа, изд. МОИП.

Добрынин Б. Ф. 1927. Ландшафтные (естественные) районы и растительность Дагестана. Махачкала, в. 1.

Козо-Полянский Б. М. 1952. О направлении работ ботанического сада Воронежского государственного университета и его участии в освоении древесных пород Центрально-Черноземной полосы, в книге «Деревья и кустарники Воронежской области», Воронеж.

Львов П. Л. 1955. Важнейшие декоративные деревья и кустарники Махачкалы. Бюллетень главного Бот. сада АН СССР, в. 20.

Львов П. Л. 1957. Охрана природы Дагестана и школа, в сборнике «Материалы II-й научно-методической конференции бывших выпускников ДГПИ, Махачкала.

Майоров А. А. 1928. Эоловая пустыня у подножия Дагестана, Махачкала.

Мусаев И. Ф. 1956. Растительность кормовых угодий Присулакской низменности «Тр. инст-та животноводства Дагфилиала АН СССР»; т. IV.

Прилипко Л. И. 1954. Лесная растительность Азербайджана. Баку.

Солдатов А. С. 1957. Почвенно-климатический обзор Дагестанской АССР. Система агротехнических, зоотехнических и организац. мероприятий по увеличению производства с-х продукции со 100 га, Махачкала.

Шифферс Е. В. 1953. Растительность Северного Кавказа и его природные кормовые угодия М-Л.

Язан П. Г. 1955. Терско-Кумские пески, их закрепление и использование в сельском и лесном хозяйстве, Грозный.

ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени В. И. ЛЕНИНА

1959 УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ Том V.

Биологические, химические
и физико-математические науки

ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ НОВЫХ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ*)

М. Г. АГАЕВ,
старший преподаватель

Как показывают многочисленные литературные данные, морфобиологические особенности сортов культурных растений приспособлены к почвенно-климатическим условиям места их происхождения и возделывания. Эта приспособленность, т. е. соответствие морфобиологической характеристики сортов к окружающей среде, выработалась в результате действия закона отбора и приспособляемости растений к условиям жизни.

Однако ареалы возделывания культурных растений и их сортов постоянно меняются. В процессе расселения культурных растений далеко за пределы их ареалов возделывания часто нарушается соответствие морфобиологической характеристики сортов к условиям среды. Восстановление данного соответствия происходит путём приспособления растений к новым условиям среды, при этом изменяются и некоторые морфобиологические особенности сортов. Поэтому одним из элементов характеристики сортов должна быть специфика изменения их морфобиологических особенностей под влиянием новых экологических факторов. Этот элемент при характеристике сортов культурных растений пока совсем не учитывается даже в руководствах по апробации сельскохозяйствен-

*) В статье рассматривается изменение морфобиологической характеристики сортов пшеницы только в пределах их качественной определённости, т. е. без их переделки. Работа выполнена на кафедре дарвинизма Ленинградского Государственного университета им. А. А. Жданова и на кафедре ботаники Дагестанского Государственного университета им. В. И. Ленина.

ных культур, что объясняется неисследованностью изменчивости культурных растений под влиянием экологических факторов (исключение составляет изменчивость озимости и яровости мягкой пшеницы). Знание закономерностей изменения морфобиологической характеристики необходимо и для направленного изменения тех или иных стадий развития и других особенностей растений при выведении новых сортов.

По вопросу об изменении морфобиологической характеристики сортов яровых злаков под влиянием условий возделывания растений имеется крайне ограниченная литература (В. И. Разумов, 1939; П. А. Баранов, 1939; К. И. Кириллова, 1954; Т. В. Олейникова, 1954; Н. Д. Феофанова, 1954; А. К. Федоров, 1955, 1955а, 1956; Д. П. Степаненко, 1955; Д. С. Омаров, 1956, 1956а), а многие исследователи (А. Шайбе, 1934, 1951; Х. К. Форстер и А. И. Вэзи, 1935; Т. Е. Даньшин, 1952; и другие) только констатируют отдельные факты изменения длины вегетационного периода и других особенностей растений без раскрытия его причин и закономерностей, без стадийного анализа развития растений изменившихся сортов.

Учитывая указанные соображения, автором этих строк изучалось изменение морфобиологической характеристики некоторых сортов яровой пшеницы под влиянием новых условий выращивания их растений.

Материал и методика

Объектами исследования служили следующие мономодальные*) чистолинейные сорта яровой пшеницы: Диамант, Лютесценс 062, Мильтурум 0321 (Triticum vulgare Host.) и Кахетинская ветвистая (Triticum turgidum L.). Семенной материал первоначально был получен из ВИР'а, а затем подготовлялся автором. В целях повышения точности опытов растения, как правило, выращивались в вазонах.

Методика исследования заключалась в следующем: во-первых, испытывались в одинаковых условиях потомства растений подопытных сортов, многократно высевавшихся в различных условиях среды; во-вторых, чтобы экспериментально воспроизводить обнаруживаемые изменения, возникшие в ре-

*) Мономодальный чистолинейный сорт, согласно В. Иогансену (1908), состоит из одного биотипа (чистой линии), поэтому его иначе можно назвать монобиотипным сортом.

зультате расселения сортов за пределы их первичных ареалов, растения подопытных сортов в течение одного—двух поколений выращивались в необычных для них условиях среды, а затем их потомства сравнивались с контрольными растениями. При этом учитывались: даты колошения всех растений, их выживаемость, форма куста, число листьев на главном стебле и т. п. особенности.

Исследовалось изменение следующих физиологических особенностей подопытных сортов: реакция на яровизацию, длину дня и засуху, интенсивность дыхания растений и содержание сахаров в листьях. Кроме того, изучалось изменение морфологических признаков, связанных с ритмом (быстротой) развития растений: число листьев и узлов на главном стебле, форма куста и т. п.

Опыты в 1955—1956 гг. проводились в г. Пушкине Ленинградской области, а в 1957 г. в г. Махачкале Дагестанской АССР. В опытах как 1955—1956 гг., так и 1957 г. получены одинаковые данные, поэтому, чтобы не загромождать статью идентичным фактическим материалом, в ней приводятся в основном результаты опытов одного какого-либо года.

Опыты ставились в двух—пяти повторностях, в связи с этим в таблицах приводятся средние данные.

Результаты опытов и их обсуждение

Установлено (Е. Ф. Пальмова, 1935; В. И. Разумов, 1954; и другие), что наибольшее количество скороспелых сортов яровых злаков с слабо выраженной длиннодневной фотопериодической реакцией, как правило, имеются в странах с коротким днём (Аравия, Египет, Сирия, Индия и другие). В пределах СССР они сосредоточены в основном в республиках Закавказья и Средней Азии. Исходя из этого факта можно было ожидать изменение сортов яровой пшеницы при их возделывании на юге СССР в сторону местных скороспелых сортов. Поэтому в 1955—1956 гг. при весеннем (15—20 май) и летнем (18—20 июль) посеве изучалось поведение сортов яровой пшеницы Диамант, Лютесценс 062 и Кахетинская ветвистая, многократно репродуцировавшихся на севере и юге Советского Союза.

Результаты весеннего посева таковы: растения указанных сортов из северных и южных репродукций семян выколашивались почти одновременно: вторые по сравнению с первыми

начали колоситься с небольшим опозданием — от 0 до 2 дней. Следовательно, при весеннем посеве в опыте не получилось то, что ожидалось, картина была даже обратной: растения из семян южных репродукций или не отличались от растений северных репродукций, или они были более позднеспелы, чем растения из семян северных репродукций. Данные этого опыта объясняются тем, что для проявления изменения, возникшего в результате репродукции на юге, необходимы особые условия: укороченный день, высокая температура и низкая влажность почвы и воздуха. Это объяснение полностью подтверждается результатами летнего посева.

При летнем посеве растения из семян южных репродукций оказались более скороспелыми, чем из северных. Кроме того, первые до конца опыта (15 октябрь) дали больше выколосившихся растений, чем вторые (табл. 1). Указанные особенности более четко проявились в 1955 г., чем в 1956 г., что стоит в прямой зависимости от климатических условий: лето 1955 г. в Ленинградской области было очень засушливым и жарким, а в 1956 году оно было прохладным и дождливым.

Таблица 1

Изменение быстроты развития яровой пшеницы под влиянием места репродукции семян
(данные 1955 г.)

Сорт и место репродукции	Число растений	Число дней от всходов до колошения первого растения	% выколосившихся растений
Диамант			
Ленинградская область	252	44	29
Дагестанская АССР	238	40	49
Лютесценс 062			
Ленинградская область	194	37	62
Актюбинская область	204	35	81
Кахетинская ветвистая			
Ленинградская область	220	60	8
Дагестанская АССР	248	55	22

Отмеченные изменения сортов яровой пшеницы в сторону скороспелости является следствием изменения нормы их реакции на длину дня. Изменение нормы реакции является также

причиной некоторого повышения интенсивности обмена веществ растений. Об этом свидетельствуют следующие данные: 1) в фазе выхода в трубку определялась интенсивность дыхания растений сорта Диамант и она оказалась значительно выше у растений южной репродукции (табл. 2); 2) содержание сахаров в листьях также было выше у растений южной репродукции этого сорта.

Таблица 2

Изменение интенсивности дыхания растений яровой пшеницы Диамант под влиянием места репродукции семян
(данные 1955 г.) *)

Место репродукции семян	Количество CO_2 в мг, выделенного за 1 час на 100 г. сухого вещества
Ленинградская область	280
Дагестанская АССР	386

По данным ряда исследователей (Г. Молиш, 1929; Б. А. Рубин и Л. И. Наумова, 1934; Н. П. Кренке, 1940; А. В. Благовещенский и Р. Камилова, 1954; Л. Г. Добрунов, 1956) повышенной интенсивностью процессов обмена веществ, как правило, характеризуются именно скороспелые формы растений.

Известно (Н. В. Цингер, 1928; Н. Н. Кулешов, 1931; О. Н. Первис, 1934; О. Н. Первис и Ф. Г. Грегори, 1937; А. Ланг и Г. Мельхерс, 1943; Г. А. Дарбинян, 1954; 1954а и другие), что скороспелые растения в отличие от позднеспелых образуют небольшое количество листьев и узлов на главном стебле до первого соцветия. Чтобы учесть изменение данного признака наших подопытных сортов, растения выращивались в теплице в вазонах (посев был произведён 20 мая), так как здесь у пшеницы не происходит кущение и поэтому легко можно подсчитать число листьев на главном стебле. Данные и этого опыта говорят об изменении сортов яровой пшеницы под влиянием условий юга в сторону скороспелости (таб. 3).

*) В таблице приведены средние данные от двух определений. Для исследования изменчивости интенсивности дыхания брались растения летнего (20 июль) срока посева в полевых условиях.

Таблица 3

Изменение состава элементарных популяций *) яровой пшеницы под влиянием места репродукции семян
(данные 1956 г.)

Сорт и место репродукции семян	Число растений	% растений с числом листьев на стебле			
		6	7	8	9
Диамант					
Ленинградская область	62	2	95	3	0
Дагестанская АССР	50	33	67	0	0
Лютесценс 062					
Ленинградская область	30	7	90	5	0
Актюбинская область	57	40	60	0	0
Кахетинская ветвистая					
Ленинградская область	27	0	0	63	37
Дагестанская АССР	32	0	41	59	0

Следовательно, данные описанных опытов показывают, что в результате многократной репродукции сортов яровой пшеницы на юге СССР они постепенно приобретают черты южных сортов (повышенная интенсивность процессов обмена веществ, слабо выраженная длиннодневная фотопериодическая реакция, скороспелость и т. п.).

Отдельные факты изменения сортов длиннодневных растений в сторону скороспелости под влиянием условий юга имеются и в литературе (А. Шайбе, 1934; Х. К. Форстер и А. И. Вези, 1935; Е. П. Пухальская, 1941; О. М. Гладышева, 1950).

Однако, в опытах Т. В. Олейниковой (1954), проводившихся в Ленинградской области, яровая пшеница Диамант и пшеница из Финляндии (кат. 1913) репродукции Приаральской опытной станции и г. Пушкина в условиях длинного дня вели себя одинаково, а на 13-часовом дне южные репродукции отставали в развитии. Такой результат опыта, на наш взгляд, зависит или от срока посева (автор не отмечает его) на Приаральской опытной станции указанных сортов, или от того, что условия опыта в г. Пушкине (низкая температура и

*) Мономодальные (монобиотипные) чистолинейные сорта самоопылителей в необычных условиях среды ведут себя как популяции, поэтому мы их называем элементарными популяциями (М. Г. Агаев, 1957).

высокая влажность) не способствовали проявлению скороспелости южных репродукций этих сортов.

Вторым этапом исследования было выяснение роли важнейших экологических факторов в изменении сортов яровой пшеницы в сторону скороспелости при их возделывании на юге. Для решения этого вопроса изучали роль высокой температуры, короткого дня и водного дефицита в формировании свойства скороспелости. При этом на материнские растения в течение одного—двух поколений воздействовали указанными факторами, а затем их потомства и контрольные растения (репродукция Ленинградской области) выращивались в одинаковых условиях.

Так, в целях выяснения роли высокой температуры в изменении скороспелости яровой пшеницы брались семена Кахетинской ветвистой пшеницы, выращенных в полевых условиях в г. Пушкине и в течение двух поколений в условиях теплицы*) с постоянной высокой температурой (23—25°С). Растения из этих семян выращивались в вазонах в теплице лаборатории физиологии ВИР-а. Результаты этого опыта таковы: растения из семян репродукции теплицы оказались значительно позднеспелыми, а растения из семян открытого грунта — скороспелыми (табл. 4.).

Таблица 4

Изменение быстроты развития Кахетинской ветвистой пшеницы в результате выращивания растений в течение двух поколений в условиях высокой температуры
(данные 1956 г.)

Варианты опыта	Число растений	Число дней от всходов до колошения		Продолжительность колошения
		первого растения	50% растений	
Семена репродукции грунта	27	41	46	16
Семена репродукции теплицы	18	65	75	20

С обоих вариантов этого опыта были отдельно собраны семена и они высевались в 1957 г. в г. Махачкале. Колоше-

*) Семена растений, выращенных в течение двух поколений при высокой температуре в лаборатории светофизиологии Агрофизического института ВАСХНИЛ, любезно предоставил нам проф. Б. С. Мошков, которому автор выражает благодарность.

ние растений этих вариантов проходило одновременно. Это говорит о том, что изменение (последствие), возникшее под влиянием высокой температуры после однократной репродукции в одинаковых с контролем условиях исчезло. Отсюда можно предположить, что отмеченная позднеспелость растений из семян репродукции теплицы (табл. 4) была вызвана не преобразованием физиологических особенностей зародышей, а изменением особенностей эндосперма семян.

Из данных описанного опыта следует, что скороспелость яровой пшеницы, возникшая в результате репродукции на юге, по-видимому, не может быть объяснена действием высокой температуры*). Этот вывод подтверждают и данные опытов А. Г. Ломагина (1955, 1957, 1957а), который при весеннем посеве недояровизированного материала обнаружил позднеспелость у растений озимой пшеницы из семян репродукции Заволжья**) по сравнению с растениями из пушкинской репродукции семян.

Как показали наши опыты, при выращивании растений яровой пшеницы на коротком дне у дочернего поколения частично снижается резкость выражения длиннодневной фотопериодической реакции и поэтому оно становится более скороспелым, чем контроль (табл. 5).

Таблица 5

Изменение быстроты развития пшеницы Диамант под влиянием фотопериодического режима выращивания растений в предшествовавшем поколении
(данные 1956 г.)

Условия испытания в 1956 г. потомства растений, выращенных на различной длине дня	Число растений в варианте		Число дней от всходов до колошения первого растения		% выколосившихся растений	
	семена с естеств. дня	семена с 12-час. дня	семена с естеств. дня	семена с 12-час. дня	семена с естеств. дня	семена с 12-час. дня
Естественный день	55	65	42	39	100	100
12-часовой день	66	62	133	118	11	35

*) Данный вывод ещё нуждается в экспериментальной проверке и его нельзя распространить на другие растения, так как по некоторым из них в литературе имеются противоположные данные (М. Лесаж, 1926 и другие).

**) Как известно, летом температура в Заволжье гораздо выше, чем в Ленинградской области.

Данные таблицы показывают, что изменение скороспелости растений яровой пшеницы Диамант, возникшее под влиянием короткого дня, более четко проявляется в условиях неоптимальной длины дня. Аналогичные данные получены нами и в опытах с сортом Лютесценс 062. Описанное изменение, т. е. уменьшение продолжительности вегетативной фазы развития растений, является результатом специфического влияния короткого дня на конституцию длиннодневного растения пшеницы. Это положение подтверждают и отдельные литературные данные (В. И. Разумов, 1939; В. Е. Майорова, 1953; М. Строун, 1955). По-видимому, путем многократного воздействия коротким днем можно получить и более глубокое изменение фотопериодической реакции пшеницы (М. Г. Агаев, 1958).

Данные опытов по изменению скороспелости пшеницы под влиянием 12-часового дня позволяют считать, что в условиях юга у яровой пшеницы, а может быть и у других яровых злаков, скороспелость формируется в основном под влиянием короткого дня. Некоторое значение имеет и низкая влажность (М. Г. Агаев, 1958а).

Из опытов следует, что под влиянием условий выращивания растений чистолинейные сорта яровой пшеницы изменяются и в сторону повышения резкости реакции на длину дня и на яровизацию, следствием чего является позднеспелость.

Особенно интересно то, что можно получить довольно четкое изменение реакции яровой пшеницы на длину дня даже в результате однократного выращивания растений в необычных условиях.

Так, в 1954—1955 гг. яровая пшеница Мильтурум 0321 высевалась в г. Пушкине осенью, а потомство растений, перенесших одну зиму, выращивалось в различных условиях (длинный и короткий день, весенний и летний сроки посева). При этом оказалось, что потомство перезимовавших растений отличалось от контроля позднеспелостью, которая, однако, четко проявилась только в условиях короткого дня и летнего (июльского) посева (табл. 6 и 7).

Данные таблиц 6 и 7 свидетельствуют об изменении реакции яровой пшеницы Мильтурум 0321 на длину дня под влиянием осенне-зимних условий. Аналогичные результаты с этим сортом получены А. К. Федоровым (1955, 1955а, 1956) и Д. С. Омаровым (1956, 1956а). Указанное изменение сорта Мильтурум 0321 не может быть объяснено только отбором

Таблица 6

Изменение быстроты развития яровой пшеницы Мильтурум 0321 в результате однократного осеннего посева в г. Пушкине
(условия испытания потомства: 14-часовой день)

Варианты	Число растений	Число дней от всходов до колошения		Продолжительность колошения
		первого растения	50% растений	
Данные 1955 г.				
Посев семенами от весеннего посева	50	70	77	18
Посев семенами от осеннего посева	52	76	88	26
Данные 1956 г.				
Посев семенами от весеннего посева	68	87	99	32
Посев семенами от осеннего посева	70	97	115	45

Таблица 7

Изменение быстроты развития яровой пшеницы Мильтурум 0321 в результате однократного осеннего посева в г. Пушкине
(условия испытания потомства в 1956 г.: разные сроки посева)

Варианты	Число растений	Число дней от всходов до колошения		% растений, выколосившихся до конца опыта
		первого растения	50% растений	
Посев 22 мая 1956 г.				
Семенами от весеннего посева	164	40	48	100
Семенами от осеннего посева	176	42	51	100
Посев 9 июля 1956 г.				
Семенами от весеннего посева	156	70	—	36
Семенами от осеннего посева	164	90	—	4

растений по зимостойкости-позднеспелости, так как однократным отбором на быстроту развития растений нам удалось изменить начало колошения данного сорта всего на 2—3 дня.

Данное нами объяснение изменения резкости реакции сорта Мильтурум 0321 на длину дня подтверждают и результаты другого опыта, который заключался в следующем.

Чтобы исключить действие отбора, производились осенние (2 октября и 4 ноября 1954 года) посевы сорта Диамант в г. Махачкале, где зимой 1954—1955 гг. в фазе кущения перезимовали почти все растения. В осенне-зимних условиях 1954—1955 гг. отбор в посевах данного сорта почти не происходил, но тем не менее потомство растений осенних сроков посева на коротком дне отличалось от контроля значительной позднеспелостью (табл. 8).

Таблица 8

Изменение быстроты развития яровой пшеницы Диамант под влиянием осеннего посева в г. Махачкале
(данные 1956 года)

Условия испытания в 1956 г. в г. Пушкине потомства растений различных сроков посева в г. Махачкале	Число растений в варианте			Число дней от всходов до колошения первого растения			% растений, выколосившихся до конца опыта		
	семена от посева 2|X-1954 г.	семена от посева 4.XI-54 г.	семена от посева 2|IV-55 г.	семена от посева 2|X-54 г.	семена от посева 4|XI-54 г.	семена от посева 2|IV-55 г.	семена от посева 2|X-54 г.	семена от посева 4|XI-54 г.	семена от посева 2|IV-55 г.
Естественный день	61	63	60	41	43	43	100	100	100
12-часовой день	57	63	62	—	123	101	0	6	20

Как видно из таблицы 8, потомства растений от различных сроков посева в г. Махачкале, на естественном дне в г. Пушкине не отличались друг от друга по развитию, а на 12-часовом дне потомство растений ноябрьского срока посева начало выколашиваться с большим опозданием по сравнению с контролем. Кроме того, до конца опыта (30/XI) выколосилась лишь небольшая часть растений этого варианта, хотя растения в начале октября были перенесены в теплицу, где они находились на осеннем укороченном (естественном) дне. В данном опыте потомство растений от октябрьского

срока посева вовсе не колосилось. Это можно объяснить только изменением резкости фотопериодической реакции растений яровой пшеницы под влиянием осенне-зимних условий, а именно повышением резкости выражения этой реакции.

В результате многократного осеннего посева сортов яровой пшеницы в условиях юга СССР они постепенно становятся или более позднеспелыми (оставаясь яровыми), чем исходные (Н. П. Глиняный, К. Р. Рамазанов, 1956; Н. П. Глиняный, 1956), или приобретают черты полуозимой пшеницы, в частности изменяется реакция на яровизацию, которая у яровых пшениц очень слабо выражена или вовсе не выражена.

Для изучения изменения требований растений по стадии яровизации брались семена растений Кахетинской ветвистой пшеницы, многократно высевавшейся в г. Пушкине весной и в г. Ташкенте поздней осенью. Данные семена были посеяны в два срока в вазонах, которые ставились в теплицу. Такой же опыт проводился и на вегетационной площадке. Во втором сроке посева семена были яровизированы в течение 20 суток. В теплице и на площадке получены одинаковые результаты. В таблице 9 представлены только данные, полученные в условиях теплицы, из-за их большей четкости.

Таблица 9

Изменение быстроты развития Кахетинской ветвистой пшеницы под влиянием осеннего посева
(данные 1956 г.)

Сроки посева в гор. Пушкине в 1956 г.	Число растений в варианте		Число дней от всходов до колошения 50% растений		Продолжительность колошения	
	репродукция г. Пушкина	репродукция г. Ташкента	репродукция г. Пушкина	репродукция г. Ташкента	репродукция г. Пушкина	репродукция г. Ташкента
10/VI, неяровизированные семена	27	30	46	60	16	18
2/VII, неяровизированные семена	32	31	52	73	12	21
2/VII, яровизированные семена	29	29	46	55	10	15

Из таблицы 9 видно, что в одинаковых условиях среды растения из семян от осеннего посева в г. Ташкенте значительно отставали по развитию от растений из семян весенней репродукции в г. Пушкине, а после яровизации разница между вариантами сгладилась. Это свидетельствует об изменении реакции растений Кахетинской ветвистой пшеницы на яровизацию в результате многократного осеннего посева. Причем, это изменение сохранилось и во втором поколении, т. е. и после однократного выращивания растений обеих репродукций в условиях теплицы.

Аналогичные данные получены и в опытах с сортом Мильтурум 0321, проводившихся в полевых условиях в г. Махачкале.

Для этих опытов использовались семена растений данного сорта, многократно высевавшегося в г. Пушкине весной и в г. Дербенте осенью (табл. 10.)

Таблица 10

Сроки посева в г. Махачкале в 1957 г.	Число растений в варианте		Число дней от всходов до колошения 50% растений		Продолжительность колошения	
	репродукция г. Пушкина	Репродукция г. Дербента	репродукция г. Пушкина	репродукция г. Дербента	репродукция г. Пушкина	репродукция г. Дербента
31/III, неяровизированные семена	124	140	61	78	10	13
16/IV, неяровизированные семена	120	136	54	76	8	15
16/IV, яровизированные семена	138	154	51	54	7	10

Растения Кахетинской ветвистой пшеницы и пшеницы Мильтурум 0321 из семян от весеннего и осеннего посевов отличаются не только по быстроте развития, но и по морфологическим признакам и другим особенностям, связанным с ритмом развития (табл. 11 и 12).

Таблица 11

Изменение состава элементарной популяции Кахетинской ветвистой пшеницы под влиянием осеннего посева
(данные 1956 г.)

Варианты	Число растений	% растений с числом листьев на стебле		
		8	9	10
Семена от весеннего посева	27	63	37	0
Семена от осеннего посева	30	0	37	63

Таблица 12

Изменение состава элементарной популяции яровой пшеницы Мильтурум 0321 под влиянием осеннего посева
(данные 1957 г.)

Варианты	Число растений	% растений по форме куста		
		прямостоячий	полуразвалистый	развалистый
Семена от весеннего посева	124	19	73	8
Семена от осеннего посева	140	0	4	96

Таким образом, под влиянием новых, необычных условий выращивания изменяется норма реакции растений на факторы среды, следствием чего является изменение морфобиологической характеристики чистолинейных сортов яровой пшеницы в пределах их качественной (сортовой) определенности.

Однако изменение нормы реакции до его прочного фиксирования четко проявляется только при определенных условиях среды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые факты изменения длины вегетационного периода хлебных злаков под влиянием условий (места) возделывания растений описал еще в XIX столетии Ф. К. Шюбелер (1875).

В настоящее время в литературе имеется некоторый фактический материал об изменчивости морфобиологических особенностей отдельных культурных растений под влиянием новых, необычных экологических условий среды. Однако этот материал в значительной степени обесценивается вследствие того, что авторы: 1) как правило, ограничиваются только констатацией отдельных фактов изменчивости без раскрытия ее источников, причин и закономерностей и 2) часто не учитывают роль отбора, гибридизации, расщепления, проявления латентных возможностей и мутационной изменчивости, а поэтому всю изменчивость рассматривают только как результат новообразования под влиянием условий среды (Г. И. Попов, 1957; Ф. А. Пономаренко, 1957 и другие).

Многие исследователи (генетики школы Моргана) вообще недооценивают роль многих экологических факторов в изменчивости.

В связи с таким положением необходимо проводить широкие и всесторонние исследования на различных объектах для познания закономерностей изменчивости растений под влиянием новых, необычных экологических факторов среды.

Результаты описанных здесь опытов, проведенных с учетом роли отбора, гибридизации, расщепления и мутационной изменчивости, свидетельствуют об изменении морфобиологической характеристики чистолинейных сортов яровой пшеницы без нарушения их качественной (сортовой) определенности под влиянием новых экологических условий выращивания их растений.

Глубокое преобразование сортов и формирование новых форм растений обычно происходят: 1) в случае резкого несоответствия условий среды норме требований сорта или вида, 2) под влиянием мутагенных факторов и 3) в результате гибридизации, особенно отдаленной.

ЛИТЕРАТУРА

Агаев М. Г., 1957, Биотип у самоопылителей как элементарная популяция. Ученые записки Дагестанского государственного университета, вып. 1.

Агаев М. Г., 1958. Изменение реакции сортов яровой пшеницы под влиянием условий развития растений. Доклады Академии наук СССР, т. 118, №. 6.

Агаев М. Г., 1958а. О неоднородности растений яровой пшеницы внутри сорта. Агробиология, № 2.

Баранов П. А., 1939. О формообразовательной роли среды. Яровизация, № 4—5.

Благовещенский А. В. и **Камилова Р.**, 1954. О биохимических признаках скороспелости. Доклады Академии наук СССР, т. 95, № 2.

Гладышева О. М., 1950. Физиологические особенности яровых пшениц, приобретенные в условиях пустыни Джезказкана. Вестник Академии наук Казахской ССР, № 12.

Глиняный Н. П., 1956. Наследственное изменение ярового сорта пшеницы Маркиз в озимую форму. Агробиология, № 4.

Глиняный Н. П. и **Рамазанов К. Р.**, 1956. Изменчивость ярового сорта пшеницы Псевдотурцикум 2115, вызванная условиями воспитания. Известия Академии наук Казахской ССР, серия биологическая, вып 11.

Даньшин Т. Е., 1952. Изменение длины вегетационного периода пшениц в зависимости от условий выращивания. Агробиология, № 1.

Дарбинян Г. А., 1954. О структурных внешненроявляемых показателях второй стадии развития однолетних растений. Известия Академии наук Армянской ССР. Биологические и сельскохозяйственные науки, т. VII, № 6.

Дарбинян Г. А., 1954а. Влияние среды на структурные показатели второй (световой) стадии развития однолетних растений. Известия Академии наук Армянской ССР. Биологические и сельскохозяйственные науки, т. VII, № 12.

Добрунов Л. Г., 1956. Физиологические изменения в онтогенезе растений. Изд. АН Казахской ССР, Алма-Ата.

Кренке Н. П., 1940. Теория циклического старения и омоложение растений. М. Сельхозгиз.

Кулешов Н. Н., 1931. Число листьев, как показатель длины вегетационного периода у кукурузы. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, т. XXVII, № 2.

Кириллова К. И., 1954. Влияние условий выращивания на длину вегетационного периода и ход морфогенеза ветвистой пшеницы Кахетинской. Кандидатская диссертация, Л., ВИР.

Ломагин А. Г., 1955. Изменение стадийной характеристики озимых злаков под влиянием различных факторов. Доклады Академии наук СССР, т. 104, № 1.

Ломагин А. Г., 1957. Влияние особенностей посевного материала на скорость яровизации. Вестник Ленинградского университета, серия биологии, № 3, вып. 1.

Ломагин А. Г., 1957а. Влияние температуры и особенностей посевного материала на скорость яровизации. Автореферат кандидатской диссертации, Л., ЛГУ.

Майорова В. Е., 1953. Изменение строения колоса ячменя в зависимости от условий прохождения световой стадии развития растений в нескольких поколениях. Кандидатская диссертация, Л. ЛГУ.

Олейникова Т. В., 1954. О влиянии условий репродукции семян на изменение стадийных особенностей растений. Доклады Академии наук СССР, т. XCIX, № 3.

Омаров Д. С., 1956. Изменение яровых мягких пшениц в озимые в условиях Ленинградской области. Кандидатская диссертация, Л., ВИР.

Омаров Д. С., 1956. О природе единичных растений яровой пшеницы, перенесших первую зимовку. Агробиология, № 3.

Пальмова Е. Ф., 1935. Введение в экологию пшеницы. Сельхозгиз.

Пономаренко Ф. А., 1957. Вопросы видообразования пшениц в предгорьях и нагорьях Дагестана. Агробиология, № 3.

Попов Г. И., 1957. Изменение кукурузного растения. Агробиология, № 3.

Пухальская Е. П., 1941. Наследование сортом гороха «Ирландец» приобретенных свойств, полученных в результате выращивания сорта в различных географических пунктах. Яровизация, № 2.

Разумов В. И., 1939. Об изменении природы растений по световой стадии. Яровизация, № 4.

Разумов В. И., 1954. Среда и особенности развития растений. Сельхозгиз.

Рубин Б. А. и **Наумова Л. И.**, 1934. Активность энзимов как признак сорта. Доклады Академии наук СССР, т. 4, № 8—9.

Степаненко Д. П., 1955. Опыт направленного воспитания ячменя в подзимном и озимом посевах. Ученые записки биолого-почвенного факультета Киргизского университета, вып. 5.

Феофанова Н. Д., 1954. Зависимость интенсивности дыхания и всхожести семян от условий их репродукции. Доклады Академии наук СССР, т. 96, № 4.

Федоров А. К., 1955. Биология развития некоторых зимующих растений и их экспериментальное получение. Автореферат кандидатской диссертации, М.

Федоров А. К., 1955а. Анализ изменений в потомстве растений от вторичного осеннего посева при превращении яровой пшеницы в озимую. Доклады Академии наук СССР, т. 104, № 4.

Федоров А. К., 1956. О биологии развития двуручек и их экспериментальном получении. Журнал общей биологии, т. XVII, № 6.

Цингер Н. В., 1928. О подвидах большого погремка. Вологда.

Forster H. C. and **Vasey A. J.**, 1935. The response of Englisch and Australian wheats to length of day and temperature. Journal of the Department of Agriculture of Victoria, vol. 33, № 7.

Johannsen W., 1908. Does Hybridisation increase fluctuating variability. Report of the third International Conference on Genetics.

Lang A., **Melchers G.**, 1943. Die photoperiodische Reaction von Hyoscyamus niger L., Planta, Bd. 33, h. 5.

Lesage M., 1926. Sur la pzécocité pzovoguée et héritée dans le Lepidium sativum apres la vie sous châssis. Rev. gén. de Bot., 38.

Purvis O. N., 1934. An analysis of the influence of temperature during germination on the subsequent development of certain winter cereals and its relation to the effect of length of day. Ann. of. Bot., vol. 48.

Purvis O. N. and **Gregory F. G.**, 1937. A comparative study of vernalisation of winter rye by low temperature and short days. Ann. of Bot., N. S. 1.

Stroun Maurice, 1955. Rapidité de développement et résistance a l'oidium des hybrides de première génération de blé «Mahmoudi 552» cultives en jours courts. Cahiers naturalistes, 11, № 3.

Scheibe A., 1934. Die Schoss — und Reifeperiode des Hafers in ihrer Abhängigkeit von der physiologischen Konstitution des Saatgutes. Angewandte Botanik, Bd. 16, S. 58, 108.

Scheibe A., 1951. Einführung in die allgemeine Pflanzenzüchtung. Eugen Ulmer, Stuttgart—Lugwigsburg.

Schübeler F. C., 1875. Die Pflanzenwelt Norwegens. Chistiania.

ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени В. И. ЛЕНИНА

1959 УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ Том V.

Биологические, химические
и физико-математические науки

К ИЗУЧЕНИЮ РЕАКЦИИ РАСТЕНИЙ НА ДЛИТЕЛЬНУЮ ТЕМНОТУ

М. Г. АГАЕВ,
старший преподаватель

Успехи физиологии растений по проблеме онтогенеза за последние 50 лет обусловлены разработкой и применением новых методов и приемов исследования в этой области. На наш взгляд, наиболее перспективными методами оказались те, которые основаны на использовании реакции растений на различные экологические факторы среды (на длину дня, температуру и т. п.). Так, теория стадийного развития растений создана Т. Д. Лысенко путем обобщения данных экспериментальных работ по изучению реакций растений на сроки посева, холодное проращивание, яровизацию и длину дня.

При разработке отдельных вопросов проблемы физиологии онтогенеза ценным оказался и метод трансплантации (прививок), который успешно применил М. Х. Чайлахян при обосновании им «гормональной теории развития растений». Фактически и этот метод основан на использовании реакции растений на среду, правда, на биотическую (на пластические и прочие вещества растений других форм, видов и родов).

Для дальнейшего более глубокого изучения проблемы физиологии онтогенеза растений необходимо создавать новые методы и приемы исследования, основанные на использовании реакции растений на самые различные экологические и другие факторы среды.

С целью разработки одного из таких методов исследования проблемы физиологии онтогенеза автором этих строк, начиная с 1954 г., изучается реакция различных растений на

длительную темноту. Некоторые предварительные результаты опытов по этому вопросу и приводятся в данном сообщении.

Начиная с работ В. В. Гарнера и Х. А. Алларда (1920, 1923), основательно исследовалась реакция сотни различных видов растений на недлительную темноту. Эта работа дала исключительно интересные и ценные данные о фотопериодической природе и других особенностях развития растений. По вопросу о реакции растений на недлительную темноту в настоящее время уже имеется огромная литература, состоящая из более тысячи источников.

Прямых и сравнительных исследований реакции растений различных видов и сортов на длительную темноту до сих пор совсем не проводилось, если не считать единственную работу И. М. Толмачева (1946), в которой приводятся данные по выживаемости растений озимой пшеницы, сахарной, полусахарной и кормовой свеклы после длительной темноты, а также исследований В. В. Гарнера и Х. А. Алларда (1931, 1941), К. Ц. Гамнера (1940), Х. Клаэса и А. Ланга (1947), В. Е. Снайдера (1948), В. И. Разумова (1951), П. Ф. Уорига (1953) и некоторых других авторов, посвященных изучению значения фотопериодических циклов различной продолжительности для выращивания растений в условиях светокультуры. В работах указанных авторов выявлено влияние на развитие короткодневных и длиннодневных растений сочетаний света и темноты в пределах фотопериодических циклов продолжительностью от 1 до 72 часов. Растения естественного 24-часового цикла развивались быстро, а растения, находившиеся в условиях фотопериодических циклов большей продолжительности, резко задержали свое развитие.

Следует отметить, что методика исследования, примененная в работах по изучению значения фотопериодических циклов, очень сложная и трудоемкая, так как в течение всего опыта приходится выращивать растения в условиях регулярной смены света и темноты в пределах определенных циклов. Именно поэтому, по-видимому, она не получила распространения для изучения проблемы физиологии онтогенеза высших растений. Кроме того, с помощью этой методики нельзя получить прямых данных о реакции растений на действительно длительную темноту, получаемую растениями однократно.

Материал и методика

Объектами исследования служили растения различных сельскохозяйственных культур (пшеница, кукуруза, подсолнечник, рапс, редис, клещевина и т. п.). Опыты в 1954—1956 гг. проводились в г. Пушкине Ленинградской области, а в 1957 году — в г. Махачкале Дагестанской АССР.

Растения выращивались в вазонах. Количество растений в вариантах опытов 50—100.

Нами опыты по исследованию реакции растений на длительную темноту проводятся по иной, более простой методике. Растениям через 10—12 дней после появления всходов создается темнота при помощи светонепроницаемых кабин в поле или в темном помещении в течение 2, 4, 6, 8, 10 и более суток. После темноты растения находятся в естественных условиях. Через несколько дней учитывается количество здоровых, поврежденных и погибших растений. Далее до конца опыта проводятся фенологические наблюдения, обращается особое внимание на сроки колошения (цветения) опытных и контрольных растений. Для выяснения зависимости реакции растений на длительную темноту от температуры, опыты ставятся в весенний, летний и осенний периоды.

Результаты исследований

Ниже приводятся результаты лишь некоторых опытов, повторенных многократно. Первые опыты ставились летом 1954 г. с сортом яровой мягкой пшеницы Диамант в целях выявления физиологической неоднородности растений внутри этого сорта (таблица 1).

Таблица 1

Реакция растений яровой пшеницы Диамант на длительную темноту

Варианты	% живых растений после темноты	Число дней от всходов до колошения 50% растений	Задержка колошения в днях под влиянием темноты
Контроль	—	45	—
Темнота в течение 2 суток	72	52	7
Темнота в течение 4 суток	58	60	15
Темнота в течение 6 суток	0	—	—

Из данных таблицы 1 видно, что 1) растения внутри монобиотипного чистолинейного сорта Диамант неоднородны по темнотоустойчивости, 2) темнота в течение 6 суток является летальной и 3) после темноты в течение 2—4 суток развитие длиннодневных растений, в частности пшеницы, резко задерживается. Аналогичные результаты получены в опытах с этим сортом и в 1955—1957 гг.

Для выяснения причин неоднородности растений сорта Диамант по темнотоустойчивости ставились опыты с растениями данного сорта, выращенными до темноты в различных фотопериодических условиях (таблица 2), а также с сортом Мильтурум 321 (таблица 3).

Таблица 2

Зависимость реакции яровой пшеницы сорта Диамант на длительную темноту от условий выращивания растений
(данные 1955 г.)

Варианты	% живых растений после темноты	Число дней от всходов до начала колошения	Задержка колошения в днях под влиянием темноты
Контроль	—	38	—
Естественный день +3 суток темноты + естественный день	36	50	12
10-часовой день +3 суток темноты + естественный день	12	—	—
Естественный день +6 суток темноты + естественный день	0	—	—
10-часовой день +6 суток темноты + естественный день	0	—	—

Данные таблицы свидетельствуют о том, что реакция растений яровой пшеницы на длительную темноту зависит от условий их выращивания до опыта. Это позволяет считать, что неоднородность растений чистолинейного сорта Диамант

по темнотоустойчивости обусловлена их различиями по физиологическому состоянию в момент получения темноты.

Таблица 3

Зависимость реакции растений яровой пшеницы на длительную темноту от сорта
(данные 1956 г.)

Варианты	% живых растений после темноты	Число дней от всходов до начала колошения	Задержка колошения в днях под влиянием темноты
Диамант			
Контроль	—	37	—
Темнота в течение 4 суток	45	52	15
Мильтурум 321			
Контроль	—	44	—
Темнота в течение 4 суток	66	50	6

Как показывают данные таблицы 3, сорта яровой мягкой пшеницы сильно отличаются по темнотоустойчивости.

Диамант — среднеспелый сорт шведской селекции, Мильтурум 321 — позднеспелый сорт селекции Сибирского института зернового хозяйства; первый из них обладает относительно слабой, а второй резко выраженной длиннодневной фотопериодической реакцией.

На основании данных о различиях растений внутри чистолинейных сортов яровой мягкой пшеницы по резкости выражения фотопериодической реакции (М. Г. Агаев, 1957) была высказана гипотеза о том, что многообразие растений по норме реакции на длину дня является физиологической основой неоднородности по темнотоустойчивости. Для экспериментальной проверки этой гипотезы летом 1957 г. изучалась реакция различных по фотопериодической природе растений на длительную темноту (таблица 4).

Таблица 4

Зависимость реакции растений на длительную темноту от их фотопериодической природы

Варианты	% живых растений после темноты в течение:		
	3 суток	5 суток	7 суток
Пшеница Диамант	90	22	0
Кукуруза ВИР 42	100	96	90

Данные, представленные в таблице 4, полностью подтверждают нашу гипотезу о зависимости неоднородности растений внутри чистолинейных сортов пшеницы от различий растений по фотопериодической реакции, так как длиннодневные виды гораздо менее выносливы к длительной темноте, чем короткодневные. Это можно объяснить различиями никтихимических (темновых) реакций длиннодневных и короткодневных растений (И. Грэнгер, 1938; Ф. Лайбах, 1943; Р. Лангстон, 1954; М. Х. Чайлахян, 1956, 1958).

Результаты других наших опытов свидетельствуют и о том, что реакция различных видов на длительную темноту зависит от температурного режима темнового периода, возрастного и стадийного состояния растений в момент получения темноты.

ВЫВОДЫ

1. Внутри монобиотипных чистолинейных и селекционных сортов существует неоднородность растений по реакции на длительную темноту.

2. Реакция растений на длительную темноту зависит от фотопериодической природы вида, а в его пределах от сорта, условий выращивания растений до темноты и других причин.

3. Развитие длиннодневных растений (пшеница и т. п.) под влиянием длительной темноты резко задерживается.

4. Путём исследования задержки цветения длиннодневных видов под влиянием длительной темноты, по-видимому, можно успешно разрабатывать проблему обратимости онтогенетического (стадийного) развития растений.

ЛИТЕРАТУРА

Агаев М. Г., 1957. Биотип у самоопылителей как элементарная популяция. Учёные записки Дагестанского государственного университета, вып. 1.

Разумов В. И. 1951. Значение длительных периодов темноты в развитии растений. Доклады Академии наук СССР, т. LXXX, № 2.

Толмачев И. М. 1946. Реакция растений на длительное лишение света. Доклады Академии наук СССР, т. LI, № 1.

Чайлахян М. Х., 1956. Фотопериодизм и основные физиологические процессы растений. Журнал общей биологии, т. XVII, № 2.

Чайлахян М. Х., 1958. Основные закономерности онтогенеза высших растений. Изд. АН СССР, М.

Allard H. A. and **Garner W. W.**, 1941. Responses of some plants to equal and unaqual raties of light and darkness in cicles ranging from 1 hour to 72 hours. Jour. Agric. Research, vol. 63, № 6.

Claes H. und **Lang A.**, 1947. Die Blutenbildung von Hyoscuamus niger in 48 — stundigem Licht — Dunkelcyklen. Zeitschr. f. Naturforsch., vol. 26, № 1—2.

Garner W. W. and **Allard H. A.**, 1920. Effect of relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants Jour. Agric. Research, vol. 18, № 11.

Garner W. W. and **Allard H. A.**, 1931. Effect of abnormally long and short alternations of light and darkness on growth and development of plants. Journ, Agric. Research, vol. 42, № 10.

Grainger J., 1938. Studies upon the time of flowering of nocturnal translocation to the time of flowering. Annals of applied Biology, vol. 25.

Hammer K. C., 1940. Interelation of light and darkness in photoperiodic induction Bot. gaz. vol. 101, № 3.

Langston R. and **Leopold A. C.** 1954. The dark fixation of carbon dioxide as a factor in photoperiodism. Plant Physiology, vol. 29, № 5.

Leibach F., 1943. Zur Ätiologie der Blütenbildung. Naturwissensch., Bd. 31, h. 21/22.

Snyder W. E., 1948. Mechanism of the photoperiodic response of Plantago lanceolatus. Amer. Jour. Bot., vol. 35, № 8.

Wareing P. F., 1953. A. new photoperiodic phenomenen in short day plants. Nature, vol. 171, № 4353.

ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени В. И. ЛЕНИНА

1959 УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ Том V.

Биологические, химические
и физико-математические науки

РЕАКЦИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЯБЛОК НА ПОРАНЕНИЕ

И. М. АЗИЗОВ
кандидат биологических наук

Изучение реакции окислительной системы яблок на поранение имеет большое практическое значение. Достаточно сказать, например, что наиболее распространенным местом проникновения микроорганизмов вглубь тканей являются повреждения на поверхности плодов, что в свою очередь, приводит к порче и гибели последних, а, следовательно, к большим потерям урожая. Вместе с тем реакция растительной ткани на поранение, вызванная механическим повреждением, является весьма сложным физиологическим процессом, изучение которого представляет несомненный теоретический интерес.

В настоящее время известно, что в зоне повреждения происходит усиление всего комплекса физиолого-биохимических процессов, свойственных живой растительной ткани. Причем, ряд реакций приобретает специфический характер, направленный на заживление раны. (Курсанов А. Л., 1943, Кренке Н. П., 1950).

Наибольшим изменениям подвергаются окислительные процессы. Исследователи, работавшие в этом направлении, наблюдали значительное усиление дыхания при поранении (Курсанов А. Л., 1943, Прокошев С. М., 1943). В ряде работ, посвященных изучению газообмена яблок, также отмечается явление актирования их дыхания при разрезании и ушибах (Hackney F. M. V., 1945; Kidd F., 1932; Shaw S. G., 1942). Очень важно то, что обнаруженная способность плодов к актированию дыхания под воздействием механических повреждений оказалась тесно связанной с их устойчивостью к различным неблагоприятным условиям и в том числе с их лежкостью при хранении. Это установлено при изучении плодов цитрусовых (Рубин Б. А., Арциховская Е. В. и Иванова Т. М., 1949).

В связи с этим представляет интерес изучение реакции окислительной системы яблок на поранение в онтогенезе плода, а также обнаружение возможных сортовых различий по указанному признаку.

Объектом исследования в данной работе служили плоды трех сортов яблок, выращенных на опытно-селекционной станции в г. Буйнакске: сорт «Араканское красное» (позднезимний), сорт «Наполеон» (зимний) и сорт «Малиновка» (летний). Опыты проводились в 1949—1951 гг. Наблюдения были начаты спустя 15—16 дней после массового цветения яблони и продолжались до конца хранения плодов. Для сравниваемых сортов одновременная проба бралась из приблизительно однотипных плодов, одинаково удаленных от центра кроны, с ветвей одинаковой экспозиции и порядка ветвления. Средняя проба составлялась из 5—6 плодов. Анализы зеленых плодов проводились в день съема их с дерева. Для изучения реакции на поранение плодов в период хранения с тех же деревьев снимался урожай и закладывался на хранение.

Опыты проводились следующим образом: с плодов, составлявших среднюю пробу, тонким слоем срезались кусочки кожицы размером приблизительно 6 мм^2, и кусочки мякоти 5—6 мм^3. Составленная таким образом средняя проба из отдельных тканей помещалась во влажную камеру. Определение интенсивности газообмена производилось в аппарате Варбурга (Умбрейт В. В. и др., 1951) через 3, 24 и 48 часов. За исходную активность дыхания приняты данные, полученные через 3 часа после разрезания. Раздельное определение окислительных ферментов осуществлялось методом вакуум-инфильтрации (Курсанов А. Л., 1936) в живую ткань М 250 раствора азида натрия. Повторность определений двухкратная, ряд данных является средним из многочисленных определений.

Из данных табл. 1 видно, что различные ткани плода неодинаково реагируют на поранение и аэрацию. Кожица увеличивает кислородное дыхание на 28,0%, мякоть на 15,2%. Дыхание ткани сердечко заметно не меняется. Несколько иной характер носит дыхание, определяемое по выделению углекислого газа. Количество выделяемого кожицей углекислого газа в этих условиях практически остается постоянным. Указанные различия приводят к серьезным изменениям дыхательного коэффициента (ДК). Последний, например, у мякоти от 3,49 падает до 1,38. Несколько меньший

сдвиг ДК наблюдается у ткани сердечко плода, и наконец, весьма незначительный у кожицы.

Таблица 1

Активность дыхания различных тканей плода после разрезания (в мл газа на 2 г ткани за 90 мин.; сорт — «Араканское красное»). Опыт проведен в январе.

Ткань	Контроль экспозиция 3 часа			Опыт экспозиция 24 часа		
	поглощено O_2	выделено CO_2	$\frac{CO_2}{O_2}$	поглощено O_2	выделено CO_2	$\frac{CO_2}{O_2}$
Кожица	0,444	0,723	1,62	0,568	0,727	1,28
Мякоть у чашечки	0,134	0,468	3,49	0,158	0,218	1,38
Мякоть у плодоножки	0,122	0,498	4,08	0,152	0,198	1,30
Сердечко	0,157	0,422	2,68	0,161	0,217	1,34

Наблюдаемые различия в степени смещения ДК в сторону аэробности под влиянием контакта с наружным воздухом отражают условия газового режима, в котором протекают процессы обмена веществ в клетках различных тканей яблок (Иванова Т. М., 1955).

Таблица 2

Активность дыхания мякоти плода после разрезания в процессе развития. (в мл газа на 2 г ткани за 90 мин.; сорт «Наполеон»)

Дата анализа	Экспозиция в часах	Поглощено O_2	Активирование в %	Выделено CO_2	Активирование в %	$\frac{CO_2}{O_2}$
23.V—	3	0,908	—	0,831	—	0,91
	24	1,264	39,2	1,357	63,4	1,07
26.VII—	3	0,121	—	0,170	—	1,43
	24	0,729	502,4	0,865	408,8	1,18
24.VIII—	3	0,059	—	0,127	—	2,15
	24	0,311	427,1	0,282	122,0	0,91
10.IX—	3	0,060	—	0,122	—	2,00
	24	0,151	151,7	0,191	56,5	1,32
20.X—	3	0,093	—	0,214	—	2,29
	24	0,119	27,9	0,128	—	1,07

Более подробное изучение характера реакции окислительной системы яблок на поранение показывает, что это свойство не постоянно, а закономерно изменяется в связи с ходом развития плодов (табл. 2). Так, например, дыхание сорта «Наполеон» в начале развития плодов активируется при разрезании ткани на 39,2%, а ко времени приближения к съемочной спелости на 502,4%. Затем, к концу хранения, происходит постепенное снижение реакции на поранение. Заслуживает внимания характер изменения ДК в ходе роста и развития плода. В начале онтогенеза плода, когда по сути дела еще нет разросшейся паренхимной ткани, дыхание полностью представлено аэробным типом и соответственно этому при разрезании ткани ДК существенно не меняется. С развитием перикарпия плода поранение всегда приводит к смещению ДК в сторону аэробности.

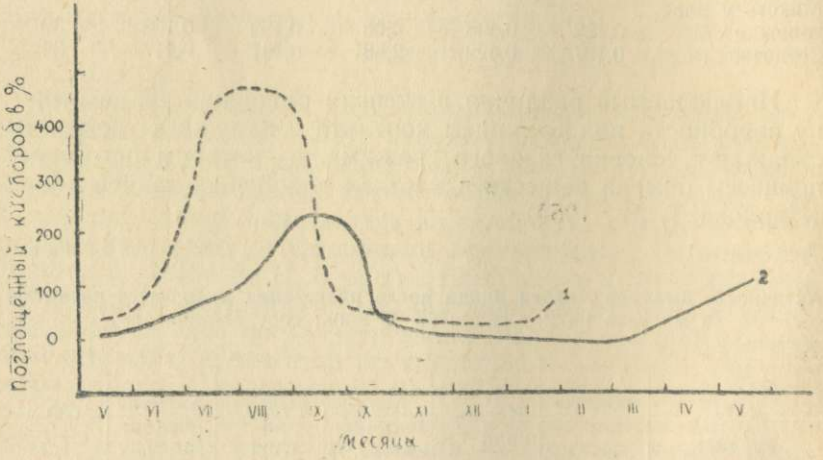


Рис. № 1. Изменение интенсивности дыхания мякоти яблок в результате разрезания ткани и аэрации (разность в процентах между дыханием проб через 24 часа после разрезания и дыханием исходных проб.) I сорт «Наполеон», II — «Араканское красное».

Характер реакции окислительной системы яблок на поранение является также сортовым признаком. Плоды сорта «Араканское красное» созревают несколько позже, чем плоды сорта «Наполеон». Соответственно сдвинута и кривая реакции на поранение (рис.).

Особенно четко различия в энергии активирования дыхания поранением выступают при сравнении сортов, резко от-

личающихся по длине периода вегетации. Данные, приведенные в табл. 3, показывают, что плоды сорта «Малиновка» (летний) даже в момент приближения их к съемочной спелости не показывают сколько-нибудь заметного увеличения дыхания при разрезании ткани. Зрелые плоды этого сорта при поранении вообще не способны к активированию дыхания. Иначе говоря, устойчивые к длительному хранению сорта плодов при поранении значительно превышают фактически свойственный им уровень дыхания. Это явление имеет большое защитное значение, так как заживление раны связано с усилением синтеза ряда жизненно важных веществ ферментов, аскорбиновой кислоты, суберина и др.

Таблица 3

Изменение интенсивности дыхания мякоти плодов в первые часы после разрезания
(Поглощение 02 в % от начала опыта; средние данные из ряда определений)

Сорт	Состояние	1	2	3
«Малиновка» (летний)	В фазе приближения к съемочной спелости.	100	104	102
«Наполеон» (зимний)		100	285	268
«Араканское красное (позднезимний)		100	220	212
«Малиновка»	Зрелые	100	86	83
«Наполеон»		100	141	126
«Араканское красное»		100	151	129

Таким образом, наши опыты показали, что поранение яблок сопровождается усилением дыхания, т. е. притока кислорода для обеспечения эндотермических реакций синтеза. Однако, усиленное дыхание при поранении не всегда может соответствовать действительной потребности клеток в кислороде. Более того, среда с повышенным парциальным давлением кислорода, в котором оказываются клетки ткани при их обнажении (вследствие повреждения), может оказать определенное влияние на всю окислительную систему

Таблица 4

Влияние кислорода и углекислого газа на окислительную систему яблок

Условия опыта	Длительность воздействия часы	„Наполеон"						„Араканское красное"					
		общее дыхание мкл O_2		в % от общего дыхания				общее дыхание мкл O_2		в % от общего дыхания			
				остаточное		лабильное к азиду				остаточное		лабильное к азиду	
		контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт
Помещение в атмосферу O_2	48	90,4	52,8	32,8	47,5	67,2	52,5	84,5	59,6	41,3	57,7	58,7	42,3
Инфильтрация O_2	48	55,3	41,2	49,1	57,7	50,9	42,3	118,0	105,3	56,7	59,8	43,3	40,2
Помещение в атмосферу CO_2	24	—	—	—	—	—	—	96,0	82,8	41,0	44,4	59,0	55,6
Тоже	48	70,1	66,4	67,4	79,9	32,6	20,1	84,6	60,2	41,3	62,7	58,7	37,3
Тоже	72							98,2	129,6	53,6	93,8	46,4	6,2
Инфильтрация N_2	48	67,1	56,2	45,1	61,5	54,9	38,5	117,7	86,1	56,7	59,1	43,3	40,9
Действия поранения и аэрации	24	70,4	147,3	67,9	29,8	32,1	70,2	—	—	—	—	—	—
	48	70,4	173,2	67,9	24,4	31,1	75,6	72,3	149,1	71,4	42,7	28,6	57,3

или на отдельные окислительные ферменты. Небезразлично для хода окислительных процессов и изменение в количестве углекислого газа, вызванного поранением. Поэтому, наряду с исследованием дыхания мы произвели серию опытов для выяснения изменения соотношений отдельных групп окислительных ферментов под влиянием кислорода и углекислого газа.

Из приведенных в таблице 4 данных видно, что под влиянием указанных факторов происходит изменение роли отдельных групп окислительных ферментов. Характер воздействия изучавшихся факторов зависит, повидимому, от того, какое влияние они оказывают на общую интенсивность дыхания плодов. Данные, полученные на яблоках, подтверждают установленное Б. А. Рубиным (1951, 1955) положение, заключающееся в том, что, как правило, при усилении общей интенсивности дыхания ткани, связанной с определенным внешним воздействием, имеет место активирование процессов, катализируемых металлосодержащими ферментами. Дыхание, катализируемое флавиновыми ферментами, в этих условиях ослабляется. Например, поранение и аэрация увеличивают общую интенсивность дыхания мякоти «Араканского красного» на 105,9%, в результате чего доля участия металлосодержащих ферментов возрастает с 28,6 до 57,3%; у сорта «Наполеон» через 48 часов после разрезания интенсивность общего дыхания возрастает на 146,0%, дыхание лабильное к действию азида натрия с 32,1 до 75,6%. В тех случаях, когда в результате внешнего воздействия уровень дыхательного газообмена ткани понижается, мы наблюдаем подавление деятельности ферментов, содержащих тяжелые металлы, при одновременном усилении остаточного дыхания. В силу этого соотношение между активностью этих двух групп ферментов нарушается. Степень этих нарушений в общем пропорциональна изменениям общей интенсивности дыхания. Так, например, пребывание яблок в атмосфере CO_2 в течение 24 часов привело к снижению интенсивности общего дыхания на 13,8%. «Остаточное» дыхание возросло при этом с 41,0 до 44,4%. Дальнейшее воздействие CO_2 (48 часов) привело к еще большему снижению уровня дыхания.

Соответственно значение остаточного дыхания поднялось с 41,3% до 62,7%. Интересно, что более длительное воздействие углекислого газа (72 часа) приводит к столь резкому

активированию остаточного дыхания, в результате которого наблюдается даже усиление общего дыхания. И другие данные, приведенные в таблице, показывают, что во всех случаях, вызывающих угнетение дыхания, основную роль в усвоении молекулярного кислорода принимают на себя ферменты флавопротеинового комплекса. Можно считать, что группа ферментов остаточного дыхания более устойчива к воздействиям, неблагоприятным для течения окислительных процессов. Металлосодержащие ферменты при помещении тканей в условия, затрудняющие нормальный ход дыхательного газообмена, наоборот, быстро теряют активность, а при поранении, т. е. при усилении притока кислорода, активируются.

ВЫВОДЫ

1. Поранение вызывает усиление деятельности окислительной системы яблок, причем на разных этапах развития плода в различной степени. Наиболее высокий уровень активирования реакции на поранение приурочен к моменту приближения плодов к съемочной спелости.

2. Обнаружены сортовые различия в реакции плодов на поранение. Устойчивые к длительному хранению сорта плодов при поранении активируют дыхание значительно больше, чем неустойчивые.

3. Поранение вызывает определенные сдвиги в соотношении отдельных групп окислительных ферментов, в частности, усиливается деятельность металлосодержащих ферментов.

ЛИТЕРАТУРА:

Арциховская Е. В., Рубин Б. А. и **Иванова Т. М.** 1951. Окислительные процессы и их роль в биологии различных органов растений. Сообщение III. Биохимия плодов и овощей, сб. 3.

Арциховская Е. В. и **Рубин Б. А.** 1955. Окислительные процессы и их роль в биологии различных органов растений. Сообщение V. Биохимия плодов и овощей. Сб. 3.

Иванова Т. М. 1955. Некоторые особенности дыхания плодов. Автореферат диссертации. М.

Кренке Н. П. 1950. Регенерация растений. М.-Л.

Курсанов А. Л. 1936. Применение метода вакуумнифильтрации для количественного определения синтезирующего и гидролизирующего действия инвертазы в живых растительных тканях. Биохимия, т. 5, вып. 3.

Курсанов А. Л. 1943. Значение окислительных процессов в заживлении срезов у картофеля. Биохимия, т. 8, вып. 2—3.

Опарин А. И., Дьячков Н. И. и **Глазунов И. П.** 1930. Сборник по хранению свеклы. Труды ЦИНС, вып. 5.

Прокошев С. **М.** 1943. О раневых реакциях клубней картофеля. Биохимия, т. 8, вып. 2—3.

Рубин **Б. А., Арциховская Е. В.** и **Иванова Т. М.** 1949. Окислительные процессы и их роль в биологии различных органов растений. Сообщение I. Биохимия плодов и овощей. Сб. 1.

Умбрейт В. В. и др. 1951. Манометрические методы изучения тканевого обмена. М., ИЛ.

Наскпеу, Р. М. V. 1945. ЗНкНев **ш** lЬе те1аЪоНзт о? арр1ез. VI. Кезр|**га!юп** оГ зПсес! арр1е Нззие. Ргос 2тп. 5ос. N. 5. 70, 333—345.

КМй, Р. 1932. 1пПиепсе оГ Гип§а1 туазюп агк! тесйашса! 1гуигу ироп lЬе га4е о! сагЬоп (Иохгйе ргойисИоп о! арПез. 8о АГпса Бер1. Авт., 2о\у Тетр. Кез., Кер. 1931, 111—114.

5На\у, 8. **Т.** 1942. Кезр1га1юп зкнНез о[деуе1ортд ЛопаШап арр1ез. Р1ап1 РЬузюЬ 17, 80—91.

ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени В. И. ЛЕНИНА

1959 УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ Том V.

Биологические, химические
и физико-математические науки

ЭВОЛЮЦИЯ КРОВИ

С. В. ПИГУЛЕВСКИЙ
доктор биологических наук

Кровь в процессе эволюции животных подверглась значительным изменениям. Изменялась не только плазма, но и форменные элементы крови. С другой стороны та роль, которую приобрела кровь, как ткань, способствующая окислению и защите организма от инфекций, естественно должна была привлечь пристальное внимание исследователей.

Действительно, на русском и иностранных языках имеется огромная литература, посвященная физиологии и патологии крови человека и некоторых домашних животных. Но изучению крови низших позвоночных, а тем более — беспозвоночных, уделялось очень мало внимания. Еще слабее изучалась эволюция самой крови. Вследствие этого и до настоящего времени оставалась совершенно не ясной причина возникновения у первых краниат эритроцитов. Точно также и постепенная изменчивость формы, величины и структуры эритроцитов в процессе филогении позвоночных оказалась еще далеко не изученной. Наконец, взаимосвязь между кровью, кроветворными и дыхательными органами позвоночных почти совсем не затрагивалась в филогенетическом аспекте. Даже такой вопрос, как появление теплокровности едва ли можно считать окончательно разрешенным.

Лишь совсем недавно появились солидные исследования, посвященные сравнительной физиологии и сравнительной морфологии крови. Нужно однако отметить, что вопросы сравнительной физиологии, наиболее полно разработанные Х. С. Коштоянцем (1940), П. А. Коржуевым (1949) и др. затрагиваются в настоящей статье только вскользь. Морфологические же изменения форменных элементов крови позвоночных, обстоятельно изученные Л. П. Костюковым (ру-

копись), а также эволюция дыхательной и кровеносной систем для нашей работы представляет наибольший интерес.

Нельзя обойти молчанием также и эволюцию органов эритро- и лимфопоэза.

Изменения форменных элементов крови.

Многие беспозвоночные и немногие хордовые снабжены кровью, лишенной специфических форменных элементов. Окислительные процессы у них осуществляются плазмой, содержащей железо, медь и другие вещества, поглощающие кислород из внешней среды. Только у позвоночных в состав красной крови входят особые форменные элементы — эритроциты, заключающие железо. Эритроциты в процессе эволюции позвоночных возникли из недифференцированных клеток крови бесчерепных. Эти последние (недифференцированные клетки), встречающиеся также и у беспозвоночных, были описаны многими исследователями (Ньюпорт, 1845; Кено, 1896; Кольман, 1908; Голлянд, 1909, 1910, 1929, Поярков, 1910 и другие). В спокойном состоянии эти клетки крови беспозвоночных и бесчерепных круглые. Ядро у них также круглое с четко выступающим лининовым остовым и глыбками хроматина. Цитоплазма с более или менее выраженной зернистостью. В функциональном отношении вышеназванные клетки безпозвоночных аналогичны лейкоцитам позвоночных, с тем однако различием, что гемопоэз у них происходит в самой гемолимфе (Богоявленский, 1932). Специальных органов лимфопоэза у беспозвоночных нет. Каким образом протекала дальнейшая эволюция форменных элементов крови, дает представление эритропоэз у позвоночных. Изучение его показало, что ранние стадии развития красной крови — эритробласты имеют более или менее округлую форму, у всех позвоночных как и гемоциты беспозвоночных и бесчерепных. И подобно последним ядро эритробластов хорошо структурировано. У нормобластов же оно компактно, лининовый остов и глыбки хроматина едва различимы. Цитоплазма эритробластов бледная, полихроматофильная, тогда как у нормобластов окрашена более интенсивно — оксифильная. Характерно далее, что почти все ядерные эритроциты позвоночных овальные. Только у круглоротых они имеют округлую форму, сохраняя внешнее сходство с теми клетками, которые находятся в крови бесчерепных и беспозвоночных. Форма овоида, столь характерная для ядерных эритроцитов, у млекопитающих, за исключением

ламы и верблюда, становится круглой, ядро утрачивается. В процессе эритропоэза у позвоночных происходит пикнотизация ядра клетки и постепенный переход цитоплазмы от нейтрофилии к оксифилии. Подобное явление имеет место благодаря накоплению развивающимися клетками красной крови гемоглобина и происпособлению их к окислительной функции (Л. П. Костюков).

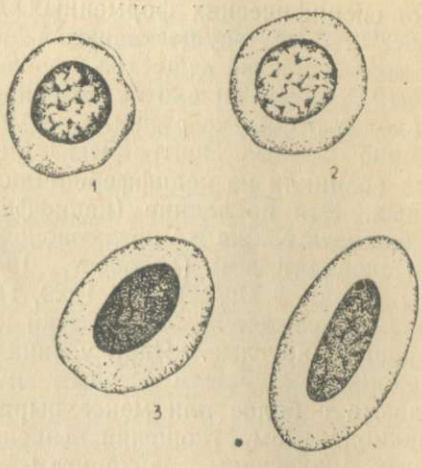


Рис. № 1. Эволюция крови (ориг. схема).
1. Гемоцит бесчерепных — ядро хорошо структурировано.
2. Эритробласт — ядро хорошо структурировано.
3. Нормобласт — ядро пикнотизировано.
4. Зрелый эритроцит рыбы.

Таким образом изменение клеток эритроидного ряда в процессе их развития указывает на основное направление филогении красной крови у позвоночных. Действительно, если сравнить клетки крови беспозвоночных и бесчерепных с клетками эритроидного ряда позвоночных, то по форме и строению ядра наиболее близки к первым только эритробласты. Чем далее подвигалось развитие клеток красной крови позвоночных, тем менее становилось их сходство с клетками крови беспозвоночных и бесчерепных. Наконец у эритроцитов это сходство полностью утратилось. Следовательно в эритропоэзе возможно найти те звенья, которые связывают филогенетическими узами кровь позвоночных с безпозвоночными. Однако,

нет никаких оснований непосредственно производить эритробласты от форменных элементов крови беспозвоночных.

Даже у бесчерепных форменные элементы крови еще не были дифференцированы. И только у предков современных краниат (их первых представителей) наконец произошло разделение на красную и белую кровь с определенным разграничением функций. Но, как указывалось и выше, филогенетическое родство эритробластов и клеток крови беспозвоночных подчеркивалось их морфологическим сходством, каковое удержалось только на ранних стадиях эритропоэза. В последующих этапах филогенетического развития позвоночных, начиная от круглоротых и кончая млекопитающими происходило постепенное изменение формы, величины и структуры самих эритроцитов. У первых двух классов водных позвоночных — эритроциты различались только по форме — круглые у круглоротых и овальные у рыб, но по величине они мало разнились у представителей обоих названных классов. При этом круглая форма эритроцитов у первых позвоночных являлась еще той характерной чертой, которая сохранилась от форменных элементов крови бесчерепных. С переходом водных животных к наземному существованию (и формированию двух последующих классов — амфибий и рептилий), эритроциты претерпели еще более заметные изменения. Под влиянием нового фактора в процессе окисления — кислорода, содержащегося не в воде, а в атмосферном воздухе и большей потребности такового для организма—эритроциты резко увеличились в величине. Однако у рептилий эритроциты снова заметно уменьшаются в размерах, но увеличиваются в числе. Наконец, самые мелкие из ядерных эритроцитов у птиц, а у млекопитающих они еще мельче и лишены ядра. Таким образом общее направление эволюционного процесса крови было ориентировано на увеличение количества форменных элементов с постепенным уменьшением их размера. При этом первоначально недифференцированные и немногочисленные гемоциты беспозвоночных и первых хордовых не нуждались в специальных органах гемопоэза. Этого никак нельзя сказать про элементы красной крови позвоночных.

Изменение сосудистой системы.

Все вышеприведенные изменения форменных элементов крови бесчерепных и позвоночных однако не происходили автономно, но были связаны с филогенией как кровеносной, так

и дыхательной систем. До тех пор, пока кровеносная система была незамкнутой (беспозвоночные и первые хордовые), окисление тканей тела происходило диффузно. Кислород, растворенный в плазме крови животных с незамкнутой кровеносной системой, из сосудов попадал в лакуны, где в промежутках между тканями и происходило окисление тела. Но с переходом хордовых к замкнутому кровообращению и, следовательно, развитию капиллярной сети, такой тип газообмена становился чрезвычайно затруднительным. В капиллярах кровь, еще не снабженная большим количеством эритроцитов, протекала значительно быстрее, чем это требовалось для полного газообмена. Вместе с тем переход от незамкнутого к замкнутому кровообращению и возникновение эритроцитов с их специфической окислительной функцией произошли не вдруг, но были подготовлены всем историческим ходом эволюционного процесса хордовых животных. И, хотя еще у отдельных беспозвоночных (кольчатые черви) уже возникает первая замкнутая кровеносная система, тем не менее она далеко не приобретает того всеобщего значения, которое на более поздних этапах эволюционного развития отмечается у хордовых. Осевой скелет хордовых изменил все взаимоотношения внутренних органов, в том числе и кровеносной системы. У хордовых сердце, или орган его заменяющий, перемещается на брюшную сторону. Сосуды разделяются на артериальные и венозные, между которыми формируется связывающая их капиллярная сеть. Пока кровеносная система была не замкнутая, не дифференцированные и не многочисленные клетки крови в лучшем случае наравне с плазмой участвовали в аэрации тканей. Но, поскольку в капиллярах плазма крови продвигалась быстрее клеток, последние более полно участвовали в газообмене. Это обстоятельство в значительной мере определило и будущее клеток крови у хордовых животных.

В процессе эволюции первоначально не дифференцированные клетки крови большей частью превращаются в эритроциты, но небольшая часть тех же первичных гемоцитов сохраняет свои прежние функции и впоследствии дает начало новым элементам крови — лейкоцитам.

Изменение дыхательной системы и сердца.

Наряду с эволюцией форменных элементов крови изменялись также дыхательные органы и сердце. Дыхание у хордовых осуществлялось либо с помощью жабер, либо при по-

средстве легких. Жаберному дыханию соответствовал более простой тип строения сердца, легочному — более сложный. Еще у рыб жаберные листки приобрели перистосложное строение, что в свою очередь привело к увеличению капилляров в аспираторном органе. Однако сердце у первых двух классов позвоночных еще двухкамерное и кровь в сосудах смешанная. Подобное обстоятельство говорило о том, что окислительные процессы у первых водных-позвоночных были недостаточные и эритроциты не достигли столь высокой спецификации, как у наземных позвоночных. Но с переходом от водного к наземному существованию—у амфибий и, особенно, рептилий сильно изменяются органы дыхания, кровообращения и, наконец, сама кровь. Первые легкие наземных позвоночных, представляющие собою простые мешки, располагали небольшой площадью, вполне естественно не обеспечивающей окислительные процессы. Вместе с тем потребность в кислороде у амфибий сильно возросла по сравнению с рыбами. У первых наземных мозг снабжался уже не смешанной кровью, как у рыб, а чистой артериальной. Все эти обстоятельства вместе взятые привели к тому, что сердце приобрело новую — третью камеру, а эритроциты резко увеличились в размерах по сравнению с таковыми же у рыб. Наконец, у рептилий, как типично наземных животных легкие приобретают губчатое строение, во много раз увеличив таким образом дыхательную поверхность. Сердце становится четырехкамерным и венозная кровь, наконец, отделяется от артериальной.

Все перечисленные изменения дыхательной, кровеносной системы и самой крови естественно были взаимообусловлены. Мало того, они явились следствием эволюционных изменений самого организма и окружающей его среды.

Эволюция органов эритропоэза.

Выше нами уже отмечалось, что недифференцированные и немногочисленные клетки крови беспозвоночных и бесчерепных не имели специального органа эритро- и лимфопоэза. И только после того, как форменные элементы крови позвоночных приобрели специфическую функцию окисления или защиты организма от инвазий, количество их резко возросло. Вследствие этого у позвоночных возникла необходимость в специальном органе, продуцирующем клетки крови. Таким органом у первых позвоночных явилась селезенка, принявшая

на себя функцию эритропоэза. Однако после перехода водных животных к наземному существованию, еще у амфибий функция эритропоэза частично перешла к костному мозгу — новому образованию, связанному с возникновением трубчатых костей. Тем не менее селезенка у амфибий все еще сохраняла значение кроветворного органа. Филогенетический переход эритропоэза от селезенки к красному костному мозгу у позвоночных отчетливо можно проследить в онтогенезе птиц (курица). На тех этапах эмбрионального развития цыпленка, где еще отсутствует костный мозг, кроветворение осуществляется селезенкой. С развитием же красного костного мозга функцию эритропоэза принимает на себя этот последний.

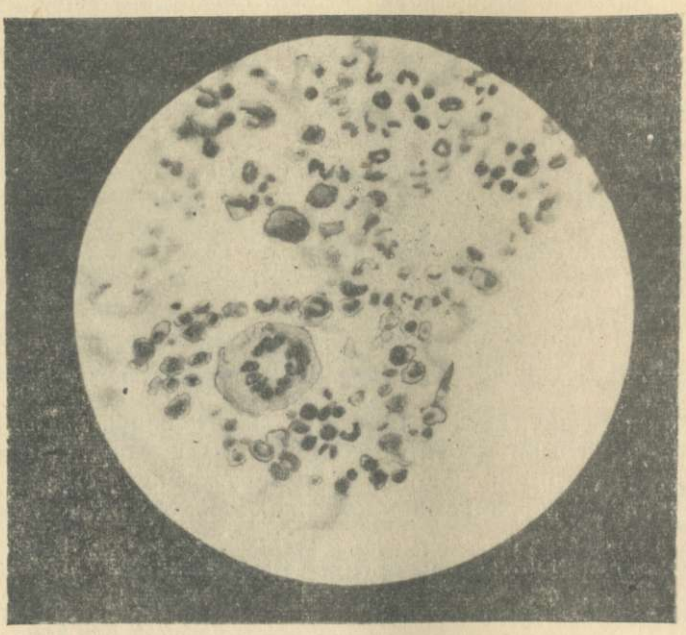


Рис. № 2. Поперечный срез красного костного мозга кролика. В строме мозга мегакариоцит (крупная клетка) и вокруг эритробластические клетки (микрофото Л. П. Костюкова).

В архитектонике красного костного мозга, как это видно на прилагаемом фотоснимке, эволюция крови также оставила свои следы. На срезах костного мозга без особого труда можно обнаружить крупные клетки — мегакариоциты. Роль этих

образований до сих пор недостаточно изучена, но судя по общей топографии эритробластических клеток в костном мозгу, мегакариоциты являются той базой, от которой начинается эритропоэз и при посредстве коей осуществляется вероятно питание развивающихся клеток крови. На снимке хорошо видны цепочки клеток эритробластической ткани, идущей в сторону от мегакариоцитов. В костном мозгу легко проследить и процесс эритропоэза. При этом более ранние стадии его — эритробласты имеют типичную форму, описанную выше, и обычно связаны со стромой костного мозга. Чем дальше идет эритропоэз, тем слабее эта связь. Нормобласты лежат более свободно, а молодые эритроциты полностью отделяются от стромы мозга и выходят в сосуды.

Переход от холоднокровности к теплокровности.

Так постепенно складывалась в процессе эволюции у позвоночных не только новая по форме, но и по содержанию кровь, как ткань. Наконец важным этапом в филогении крови явилась гомойотермия. Совершенно очевидно, что возникновение теплокровности имело место отнюдь не у птиц или млекопитающих, а у каких-то общих для того и другого класса предков-рептилий. Однако первые «теплокровные» еще не обладали теми свойствами терморегуляции, которые так отчетливо выражены у современных гомойотермных животных. Существует несколько гипотез о возникновении теплокровности; из них наибольшего внимания заслуживает мысль, высказанная Коржуевым (1949). Согласно этому автору, гомойотермия возникла у амфибий еще в мезозойскую эру под влиянием длительного воздействия высоких температур на организм животных. Дожив до более холодных геологических периодов такие относительно гомойотермные животные превратились затем в настоящих теплокровных. Превращение это произошло благодаря способности условно-гомойотермных рептилий удерживать «внешнее» тепло.

Действительно в пользу такой мысли говорит как будто бы и черный пигмент брюшины современных амфибий и рептилий, как экран, способствующий задержанию внешнего солнечного тепла. От подобной механической задержки тепла животные казалось могли затем перейти к внутренней химической выработке тепла. Разделяя в известной мере точку зрения Коржуева, в нее, однако, следует внести некоторые коррективы. В самом деле, если принять за исходные

позиции, на что ссылаются почти все эволюционисты, ледниковые периоды, как фактор возникновения теплокровности, то сразу же всплывает и возражение. Так, одними из первых теплокровных млекопитающих, несомненно должны быть сумчатые. Почти все главнейшие виды их населяют Австралию, но для этой страны с достоверностью неизвестны ледниковые периоды. По всей видимости не только смена тропического климата холодным периодом могла сыграть роль в появлении теплокровности. Длительные воздействия сезонных явлений, а именно: летняя жара и зимние дожди и холод несомненно должны были вызвать приспособительные изменения в организмах. В такой же мере к холоду, как и жаре животные приспосабливались переходя к анабиозу, либо к примитивной терморегуляции. Последняя осуществлялась сокращением просвета сосудов, развитием черного пигмента в коже, деятельностью эпителиальных желез и другими, пока еще несовершенными механизмами теплозадержки и теплоотдачи. Под влиянием сезонных колебаний температуры холоднокровные позвоночные вначале впадали в анабиоз. Многие из них сохранили этот приспособительный фактор к перегреву или переохлаждению тела и до настоящего времени. Но, пока кожа холоднокровных оставалась голой и потовые железы не получили должного развития, о настоящей терморегуляции не могло быть и речи. Только после того, как у некоторых амфибий и рептилий появился небольшой волосяной покров, дальнейшее приспособление к теплорегуляции пошло значительно энергичнее. Подобные «волосатые» амфибии встречаются в жарких странах и теперь. Но, раз появившись они сыграли крупную прогрессивную роль в возникновении гомойотермии. В жаркие сезоны года волосяной покров защищал от прямых солнечных лучей, в дождливую холодную пору зимы предохранял от переохлаждения. Дальнейшая эволюция теплорегуляции пошла по пути развития потовых желез и сокращения либо расширения просвета кровеносных сосудов. Таким образом для теплокровности вовсе не обязательно было появление холодных ледниковых периодов или длительный перегрев животных (рептилий) в прошедшие жаркие эпохи. С нашей точки зрения наибольшее значение в появлении теплокровных животных сыграло возникновение обширных пустынь. Такие древние пустыни, например, сохранились в центральной Азии.

Климат этих пустынь — сухой и знойный летом, влажный и холодный зимой, заставил древних рептилий приспособляться к сезонам года, постепенно превращаясь в гомойотермных животных.

Высказывая некоторые положения по вопросу о происхождении форменных элементов крови и теплокровности, представляющие несомненный интерес для филогении позвоночных, следует также уделить внимание и характеристике общего направления эволюционного процесса.

Действительно, наблюдая те или иные изменения, наступающие в процессе эволюции, обращает на себя внимание исключительная адаптационная способность животных организмов к новым условиям среды. Подобная «подготовленность» организма к изменчивости происходит потому, что в процессе эволюции накапливаются многие признаки, которые в любой момент могут оказаться нужными при попадании животного в новую среду обитания. Причем такими «резервными» с точки зрения эволюции органами очень часто бывают действующие в том же направлении, в котором они будут призваны функционировать и после эволюционного изменения животного. Сюда могут быть отнесены, например, передние плавники рыб, превращающиеся в передние конечности амфибий. Но значимость таких «резервных» органов может изменяться, принимая на себя то более, то менее отличительные функции, как например плавательный пузырь рыб и примитивные легкие амфибий, плакоидная чешуя селяхий и зубы наземных позвоночных и т. д. Наконец, некоторые органы или ткани эволюционирующих животных могут изменяться не только в каком-либо одном направлении, но их функции после наступивших эволюционных изменений животного раздваиваются. Сюда как раз и относятся гемоциты беспозвоночных и бесчерепных, функции которых после превращения их в лейкоциты и эритроциты обособились.

Всем перечисленным эволюционным изменениям функций тех или иных органов и тканей животного организма предшествуют, как правило, морфологические изменения вначале возможно ненаправленного, а позже безусловно направленного характера.

Изучение этих направленных изменений в процессе эволюции тех или иных тканей, органов или частей тела животного дает возможность таким образом восстановить исторический путь филогенетического развития организмов.

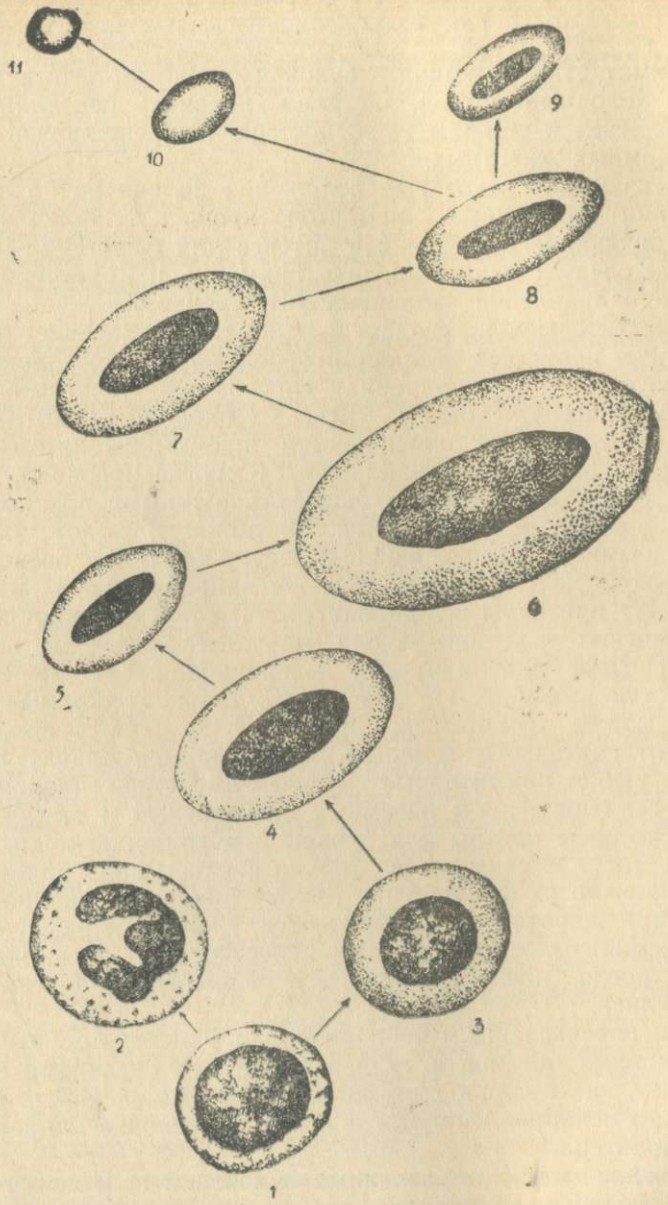


Рис. № 3. Эволюция крови (ориг. схема). 1. Гемоцит беспозвоночных и бесчерепных. 2. Лейкоцит. Эритроциты позвоночных: 3. Круглоротых. 4—5. Рыб. 6—7. Амфибий. 8. Рептилий. 9. Птиц. 10—11. Млекопитающих.

ЛИТЕРАТУРА

Адрианов В. Б. 1937. Учен. Зап. Московск. гос. ун-та. Т. 9.

Баркрофт Дж. 1929. Успехи экспер. биологии. Т. 2.

Богоявленский К. С. 1932. Архив анатомии, гистол. и эмбриол. Т. XI. № 2.

Заварзин А. А. 1947. Очерки по эволюции соединительной ткани и крови. Т. 1, 2. Изд. АН СССР.

Коржуев П. А. 1940. Успехи совр. биологии. XII, № 3.

Коржуев П. А. 1949. Эволюция дыхательной функции крови. Изд. АН СССР.

Коштоянц Х. С. 1940. Основы сравнительн. физиологии. Изд. АН СССР. Т. 1.

Эбергардт И. И. 1907. О клеточных формах крови и соединительной ткани у черепахи в нормальном состоянии и при воспалении. Диссертация.

Ясвоин Г. К. 1937. Архив анатом., гистол. и эмбриол. Т. XVI, № 1.

АсИег. А. ипс1 **НиЬпег. Е.** 1923. РоИа Наето1о1о§. Вс1. 29.

Ва1сЬІп апё **Кап**^е^**й.** 5. 1932 5а. РиЫ. С1еу1апс1 Миз. Иа1. Шз1. Уо1. 3.

Сиепо!. 1895. АгсЬ. Вю1. Vo1. 14.

Сиепо(. 1897. АгсЬ. апа1. гтсгозсор Vo1. 1.

Но11апс1е. 1909. АгсЬ. 2оо1. ехрег. Уо1. 2(5).

НоНапйе. 1910—11. АгсЬ. 2оо1. ехрег УоЬ 6(5).

Но11апс!е. 1929. АгсЬ. 2оо1. ехрег.

КоПтапп. 1908. Апп. 5с. 2оо1. 8.

Мапаззеш. 1872. ОЬег (1|е 0|шепз10пеп с!ег Ко1еп В1й1кбгрегсЬеп ип1ег уегзсЫейепеп ЕтПйззеп ГйЬІп^еп.

ЬІе\урог*. 1845. Апп. оГ ЬІа{. 2оо1. Уо1. 8.

\УоК1. Ш. 1884. АгсЬ. Гиг Апа4. ипс1 РЬузю1. АЫ.

ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени В. И. ЛЕНИНА

1959 УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ Том V.

Биологические, химические и
физико-математические науки

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О ПИТАНИИ ЛИСИЦЫ В РАЙОНЕ КУМТОРКАЛЫ ДАГЕСТАНСКОЙ АССР

З. П. ХОНЯКИНА
преподаватель.

Сбор материала по питанию лисицы производился нами в 1956—1957 г. г. в Кизилюртовском, ныне Ленинском районе Дагестанской АССР на песчаной горе Сары-кум (на кумыкском языке Сары-кум — жёлтые пески). Всего собрано 108 экскрементов лисицы. При этом сбор производился только в тёплое время года (с марта до ноября). Кроме того, некоторые наблюдения по питанию лисицы (по остаткам пищи у нор) проведены в районе Турали I, (примерно в 7 км от гор. Махачкалы). В связи с этим наш материал даёт лишь общее представление о питании лисицы в районе наших работ. Несмотря на это публикуемые данные имеют известный интерес, так как до нас в Дагестане никто не занимался специально вопросом изучения питания лисицы.

Песчаная гора Сары-кум (или как её часто называют — кумторкалинский бархан) в виде огромного жёлтого хребта с отрогами и впадинами тянется вдоль полотна железнодорожной ветки ст. Шамхал—гор. Буйнакск. Сары-кум достигает 3—4 км длины, 2 км ширины и 213 м высоты над уровнем моря. Жёлтая гора летучих песков величественно возвышается среди степной зелёной (особенно в весенний период) равнины. У подножия Сары-кума расположена железнодорожная станция Кумторкала (от гор. Махачкалы до ст. Кумторкала один час езды по железной дороге), около которой раскинулись большие виноградники; имеются посадки деревьев, протекает река Шура-озень. Сары-кум находится по левую сторону р. Шура-озень, а по правую её сторону на выступе речной террасы расположен аул. Позади аула тянется цепь кумторкалинского горного хребта, которым начинается предгорный Дагестан.

Сары-кум сложена из кварцевого песка, состоящего из песчинок различной величины, и образовалась, по данным современной геологии, в результате выветривания окружающих гор. Сары-кум всё время меняет свою форму. Кумторкалинский бархан в миниатюре представляет из себя своеобразную среднеазиатскую песчаную пустыню.

На горе Сары-кум встречается ряд видов растений и животных, характерных для песчаной пустыни Средней Азии. Подробное описание происхождения кумторкалинского бархана и произрастающих на нём растений даёт А. А. Майоров (1928).

Из среднеазиатских пустынных животных на кумторкалинском бархане нами встречены мохноногий тушканчик, гребенчуковая песчанка, ушастый ёж, ушастая круглоголовка, быстрая ящурка, песчаный удав и другие.

Наряду с типичными среднеазиатскими пустынными формами здесь встречаются животные, характерные для окружающих кумторкалинских биотопов, а именно: степей, гор и древесно-кустарниковых посадок. Нас интересовал вопрос, какие животные, обитающие в этом своеобразном уголке пустыни, наиболее часто поедаются лисицами, и как меняется питание лисицы в связи с характером её местообитания.

Кормовая база лисицы на кумторкалинском бархане.

Кормовая база лисицы в Кумторкале характеризуется:

1. Относительной бедностью видового состава млекопитающих. Здесь из грызунов встречаются в сравнительно ограниченном количестве и главным образом у основания бархана тушканчики, гребенчуковые песчанки, серые хомячки, курганчиковые и лесные мыши, обыкновенные и общественные полевки, зайцы; из насекомоядных — ушастые и обыкновенные ежи. Тушканчики, ежи и отчасти серые хомячки могут служить пищей только в теплый период года.

2. Доступностью птиц, гнездящихся на бархане. Из птиц, гнездящихся на земле, здесь встречаются полевые и хохлатые жаворонки, коньки, козодои. Весной и осенью у подножия бархана можно встретить на кормежке каменных и серых куропаток. Последние являются сравнительно плохими летунами и иногда могут служить пищей для лисицы.

3. Обилием и доступностью рептилий. На бархане из рептилий на незакрепленных или слабо закрепленных песках

встречаются ушастые круглоголовки, быстрые ящурки, удавы, а у подножия бархана на почти закрепленных песках — полосатые и прыткие ящерицы, оливковые и желтобрюхие полозы, обыкновенные ужи. При этом ушастые круглоголовки и быстрые ящурки встречаются в большом количестве и легко доступны в теплый период в связи с тем, что они роют очень неглубокие норы, (кроме того, норы легко могут быть раскопаны лисицей из-за слабого сцепления частиц песка). Рептилии могут служить пищей только в теплый период года (с апреля до октября, а в теплую осень даже до середины ноября).

4. Почти полным отсутствием рыб и сравнительно небольшим количеством амфибий. На самом бархане встречается зеленая жаба, которая из-за ядовитых кожных желёз не может служить пищей для лисицы. Озерная лягушка встречается только в реке Шура-озень и в оросительных канавах виноградников.

5. Обилием и доступностью насекомых в теплое время года. На кумторкалинском бархане весной и осенью на поверхности песка в дневные часы можно встретить значительное количество разнообразных жуков. Летом же, в связи с жарой, в дневные часы насекомые на поверхности песка почти отсутствуют, но зато имеется много крупных жуков, ведущих ночной образ жизни. Из насекомых здесь наиболее часто встречаются представители сем. жужелиц, чернотелок, навозников и хрущей.

6. Бедностью видового состава растительных кормов. Из плодовых и ягодных растений можно встретить в значительном количестве виноград, изредка тутовник, лох, боярышник, ежевику.

Таблица 1

Общая характеристика питания лисицы в Кумторкале Дагестанской АССР

Группы и виды пищи	Количество экскрементов, в которых найдена данная пища	То же, в %% от общего количества исследованных (108)
Позвоночные Vertebrata	97	89,8
Млекопитающие Mammalia	67	62,0
Грызуны Rodentia	63	58,3

Группы и виды пищи	Количество экскрементов, в которых найдена данная пища	То же, в %% от общего количества исследован. данных (108)
Мохноногий тушканчик Dipus sagitta Pall	3	2,8
Заяц русак Lepus europaeus Pall	6	5,5
Мышевидные Muridae	54	50,0
Мышевидные, ближе не определ.	16	14,8
Курганчиковая мышь Mus musculus hortulanus Nord	3	2,8
Полевки серые (обыкновенные и общественные полевки)	24	22,2
Гребенчуковая песчанка Meriones tamariscinus Pall	12	11,1
Серый хомячок Cricetulus migratorius Pall	1	0,9
Насекомоядные Insectivora	6	5,5
Ёж ушастый Erinaceus auritus Gmel.	4	3,7
Ёж обыкновенный Erinaceus europaeus L.	2	1,8
Птицы Aves	35	32,4
Мелкие птицы, ближе не опред.	30	27,8
Птицы средней величины*	2	1,8
Домашняя курица	3	2,8
Рептилии Reptilia	38	35,2
Ящерицы Lacerta sp. и Eremias Velox Pall.	23	21,3
Ушастая круглоголовка Phrynocephalus mystaceus Pall.	15	13,9
Змея, ближе не опред.	2	1,8
Насекомые Insecta	41	37,9
Жуки Coleoptera	39	36,1
Жуки, ближе не определен.	28	25,9
Чернотелки Tenebrionidae	1	0,9
Навозники и хрущи Scarabaeidae	8	7,4
Жужелицы Carabidae	9	8,3
Божья коровка Coccinellidae	1	0,9
Уховёртки Dermaptera		
Уховёртка прибрежная Labidura riparia Pall.	7	6,4
Растительные корма	25	23,1
Растительные корма, ближе не определенные	8	7,4
Арбузы	6	5,5
Виноград	11	10,1
Каперсы	2	1,8
Лох	2	1,8

* Повидимому серая куропатка.

Из приведенной таблицы 1 видно, что основной кормовой группой лисицы на кумторкалинском бархане являются позвоночные животные, встреченные в 97 экскрементах из 108 исследованных, что составляет 89,8%. Второе место занимают беспозвоночные животные, представленные исключительно насекомыми. Последние встречены в 41 экскременте (37,9%). На третьем месте находятся растительные корма, обнаруженные всего лишь в 25 экскрементах (23,1%). Растительные корма в питании лисицы представлены главным образом плодами.

Обзор пищи лисицы по отдельным группам.

Из позвоночных животных чаще всего лисицей поедаются млекопитающие, остатки которых обнаружены в 67 данных (62,0%), в количестве 86 экземпляров (табл. 2).

Млекопитающие в питании лисицы представлены почти исключительно отрядом грызунов. Остатки грызунов встречены в 63 экскрементах (58,3%) в количестве 80 штук и лишь в шести данных обнаружены животные из отряда насекомоядных (5,5%). Из грызунов лисица чаще всего ловит полевок, главным образом потому, что они менее проворны, более доступны по сравнению с другими представителями данного отряда и в частности с мышами. Полевки обнаружены в 24 экскрементах лисицы (22,2%), в то время как мыши всего в трех (2,8%). Второе место из грызунов по количеству встреч занимает гребенчуковая песчанка, затем заяц-русак и на последнем — тушканчик. Заяц-русак встречен в экскрементах лисицы, собранных в ранне-весенний период.

Из насекомоядных лисица на Сары-куме поедает ушастого и обыкновенного ежа. Помимо остатков ушастого ежа, обнаруженных в экскременте хищника, мы нашли на песке его шкуру, а рядом следы лисицы.

Представители других отрядов млекопитающих в питании лисицы нами не найдены.

Птицы встречены в 35 данных (32,4). Остатки птиц в экскрементах хищника сильно деформированы, поэтому затруднено определение видового состава поедаемых птиц. Но все же, судя по остаткам птиц, можно предположить, что поедаются главным образом полевые жаворонки. Изредка лисицы нападают на домашних кур.

Рептилии в питании лисицы, в связи с обилием и доступ-

ностью их на Сары-куме, играют значительную роль. Из позвоночных животных по количеству встреч они занимают второе место после млекопитающих. Рептилии встречены в 38 экскрементах (35,2), в количестве 53 экземпляров.

Чаще всего лисица поедает быстрых ящурок, ящериц (повидимому полосатых) и ушастых круглоголовок. Ею съедено 31 экземпляр ящериц и 20 штук круглоголовок (табл. 2).

Змея встречена лишь в двух экскрементах.

Амфибии и рыбы в питании лисицы данного района совершенно отсутствуют.

Вообще лисицами других районов страны амфибии поедаются очень редко.

Беспозвоночные в питании лисицы представлены исключительно насекомыми и главным образом жуками (чаще всего крупными жужелицами, навозниками и хрущами).

Растительные корма в питании лисицы играют второстепенную роль.

Из растений чаще всего лисицей поедается виноград, реже арбузы и каперсы.

В Кумторкале в экскрементах лисицы нами пока не найдены остатки тутовника, но мы находили его в экскрементах лисицы, собранных в других районах Дагестана.

Таблица 2

Соотношение отдельных групп и видов позвоночных животных в питании лисицы Кумторкалы

Группы и виды пищи	Число съеденных экземпляров	То же, в % % от общего числа съеден. позвоночн. животн. (174 экз.)
Млекопитающие Mammalia	86	49,4
Грызуны Rodentia	80	46,0
Мохноногий тушканчик Dipus sagitta Pall.	3	1,7
Заяц русак Lepus europaeus Pall.	6	3,4
Мышиные Muridae.	71	40,8
Мышевидные (ближе не определен.)	17	9,7
Курганчиковая мышь Mus musculus hortulanus Nord.	3	1,7
Полевки серые (обществ. и обыкновенные)	38	21,8
Гребенчуковая песчанка Meriones tamariscinus Pall.	12	6,8

Группы и виды пищи	Число съеденных экземпляров	То же в % % от общего числа съеден. позвоночн. животн. (174 экз.)
Хомячок серый Cricetulus migratorius Pall.	1	0,6
Насекомоядные Insectivora	6	3,4
Птицы Aves	35	20,1
Рептилии Reptilia	53	30,5
Ящерицы (ближе не определенные)	31	17,8
Ушастая круглоголовка Phrynocephalus mystaceus Pall.	20	11,5
Змея (ближе не определен.)	2	1,8

Сезонные изменения в питании лисицы.

Для характеристики питания лисицы по сезонам мы разделили имеющийся материал по трем периодам: весенний (март—май), летний (июнь—август) и осенний (сентябрь—ноябрь). Материал по зимнему питанию у нас отсутствует.

Таблица 3

Сезонные изменения в питании лисицы Кумторкалы

Общее число исследованных экскрементов	Млекопитающие		Птицы		Рептилии		Амфибии и рыбы		Насекомые		Плоды и ягоды	
	№	M	№	M	№	M	№	M	№	M	№	M
Весенний (III—V) 57	43	75,4	22	38,6	6	10,5	—	—	13	22,8	—	—
Летний (VI—VIII) 17	8	47,0	5	29,4	9	52,9	—	—	11	64,7	7	41,2
Осенний (IX—XI) 34	16	47,1	8	23,5	23	67,6	—	—	17	50,0	18	52,9

Примечание: N — число встреч данной группы пищи. M — то же в процентах от общего количества исследованных экскрементов.

Из таблицы 3 и рисунка 1 видно, что позвоночные животные играют в питании лисицы большую роль в течение всех периодов года. Только в августе месяце и в начале осени их значение несколько падает, повидимому, в связи с тем, что лисица в этот период в значительной мере поедает

созревшие плоды. Плодами лисица питается только в летне-осенний период, т. е. в период их созревания. Беспозвоночные поедаются лисицей в течение всего теплого периода года, но чаще всего летом и в начале осени. В это время жуки из-за сильной жары деятельны ночью или в утренние и вечерние часы, т. е. в часы, когда лисица обычно отыскивает себе корм.



Рис. № 1. Сезонная встречаемость главнейших кормовых групп в питании лисицы Кумторкала.

В некоторые дни лисица охотится и днем. Так, например, 22 апреля, 1956 года в Кумторкале во время очень сильного ветра, между 9—11 часами нами были замечены две лисицы, отыскивающие себе корм недалеко от вершины бархана на восточном его склоне. При каждом сильном порыве западного ветра лисицы устремлялись навстречу движущемуся песку, что-то в нем отыскивая и схватывая. Повидимому это были насекомые, так как других животных на вершине бархана нет. Так лисицы охотились в течение двух часов.

Из таблицы 3 и рисунка 2 видно, что млекопитающие поедаются лисицей главным образом весной и вероятно зимой.

В связи с отсутствием постоянного снегового покрова песчанки, полевки, мыши вполне доступны для лисицы в этот период.

Птицы в питании лисицы чаще всего встречаются в весенне-летний период, т. е. в период насиживания и вылета птенцов.

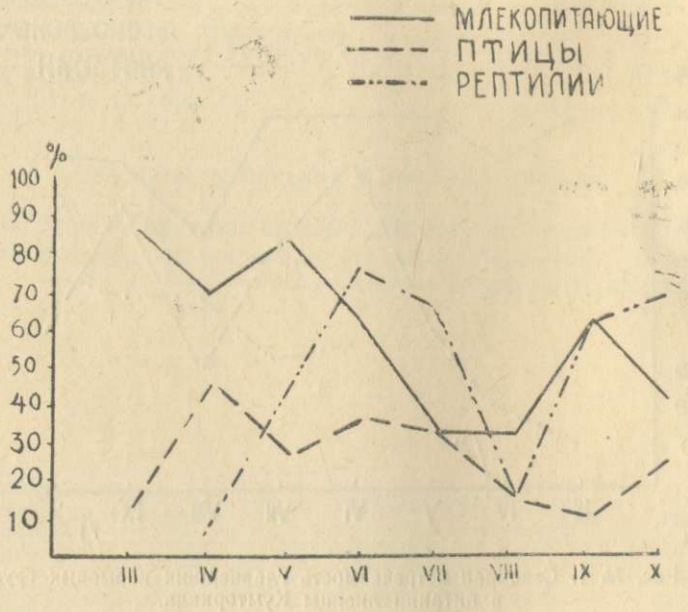


Рис. № 2. Сезонная встречаемость млекопитающих, птиц и рептилий в питании лисицы Кумторкала.

Рептилии, а именно ящерицы, становятся частой добычей лисицы летом, а в теплую погоду и осенью в связи с их многочисленностью и легкой доступностью. Так, например, быстрые ящурки и ушастые круглоголовки летом, а также в сентябре месяце роют в песке норы глубиной только 10—20 см. при длине 15—30 см. Некоторые же круглоголовки в этот период на ночь зарываются в поверхностный слой песка на глубину 1—2 см. В октябре месяце взрослые круглоголовки в отличие от молодых особей делают довольно глубокие и длинные норы.

В сентябре и в октябре месяце 1957 года мы довольно часто встречали мертвых круглоголовок со следами зубов лисицы (чаще всего повреждалась голова). 3 ноября 1957 года на кумторкалинском бархане около нескольких нор молодых круглоголовок видели следы лисицы и ее покопы (лисица усиленно охотилась за ящерицами). В зимнюю спячку быстрые ящурки залегают в самом конце октября, а круглоголовки в середине ноября месяца (в теплую осень).

Итак, состав кормов и удельный вес различных кормовых групп в питании лисицы изменяется в течение года по периодам. В зависимости от периода года лисицей поедаются чаще всего те корма, которые в данное время более обильны или доступны.

Сравнение питания лисицы Кумторкалы (Vulpes vulpes L.) с питанием лисиц этого же вида в других районах Советского Союза.

Из таблицы 4 видно, что во всех пунктах Советского Союза основной кормовой группой лисицы являются позвоночные животные. Беспозвоночные животные и растения относятся к группе второстепенных кормов. Особенно малую роль играют растительные корма в пустынных и во многих степных стациях.

Насекомые в степных стациях реже поедаются лисицами, чем в лесных и в особенности песчано-пустынной стации Кумторкалы.

Из позвоночных животных лисицей во всех стациях чаще всего поедаются грызуны. Это связано с тем, что грызуны имеют широкое распространение, богаты видами, особями и более доступны для хищников. Удельный вес отдельных видов грызунов в питании лисицы различных географических районов различен. Во всех стациях (за исключением пустынных стаций Казахстана) главной кормовой группой являются полевки. По сравнению с полевками мыши поедаются лисицами значительно реже. Хомяки занимают видное место только в питании степных лисиц Волжско-Камского края, Татарской республики (47,3%). В пустынях лисицы ловят песчанок и тушканчиков. Зайцы почти во всех районах являются довольно редкой добычей хищника. Суслики в степях и полупустынях в питании лисицы играют большую роль чем зайцы. Насекомоядных животных лисица поедает

Таблица 4.

Сравнение летнего питания лисицы в различных районах СССР (по данным различных авторов и собственным наблюдениям).

	Зайцы	Мышиные	Тушканчики	Суслики	Ежи	Птицы	Падаль	Рептилии	Рыбы	Насекомые	Растения
Лесные и луговые стации Волжско-Камского края, 325 данных (Григорьев и Теплов, 1939)	12,3	74,9	—	14,4	—	30,3	2,1	2,4	0,3	28,4	7,0
Степные стации Волжско-Камского края, Татарск. респ., 294 данных (Жарков, Теплов и Тихвинский, 1932)	10,5	28,6	—	29,6	0,7	8,2	0,7	0,3	0,3	10,0	2,4
Московск. обл. 712 данных (Барановская и Колосов, 1935)	2.0	74,4	—	—	0,1	34,3	5,5	4,0	—	20,3	54,5
ЦЧО, Каменная степь, 1007 данных (Барановская и Колосов, 1935)	7,9	61,9	0,6	18,2	—	22,3	0,9	0,1	—	10,9	22,0
Пустынные стации, 955 данных (Колосов, 1935)	3,4	26,0	12,5	20,9	5,1	13,4	3,4	0,8	—	6,8	4,6
Кумторкалинск. барханы Дагестан. АССР, 108 данных	5,5	50,0	2,8	—	5,5	32,4	—	35,2	—	37,9	23,1
Взморье Каспия, 215 данных (Колосов, 1935)	—	40,0	5,6	—	—	11,2	3,9	1,5	4,5	10,2	2,4
Кавказский заповедник (горно-лесная стация), 140 данных (Хонякина, 1938)	3,6	85,0	—	—	—	10,7	0,7	1,4	—	25,0	30,3

очень редко. Во многих стациях насекомоядные в ее питании представлены главным образом ежами, а в лесных и луговых стациях Волжско-Камского края — землеройками.

Второе место среди позвоночных животных в питании лисицы (за исключением Кумторкалы) занимают птицы.

Добычей лисицы чаще всего являются птицы из отряда воробьиных, куриных, а местами и гусиных, гнездящихся на земле.

В питании лисицы рептилии видную роль играют лишь на кумторкалинском бархане. Они составляют здесь 35,2% встреч.

Рыбы добываются лисицами очень редко и то только теми хищниками, которые поселяются около рыбных мест. Сама лисица, повидимому, редко входит в воду за рыбой — она чаще пользуется трупами рыб, выбрасываемых на берег волнами или рыбаками.

Итак, в питании лисицы кумторкалинского бархана имеется некоторое сходство с питанием лисиц, обитающих в каменной степи Воронежской области и в пустынных стациях СССР. В то же время, ни в каком другом районе СССР насекомые и особенно рептилии не играют такой существенной роли в питании лисицы как в Кумторкале. Эти особенности в питании лисицы в Кумторкале обусловлены спецификой её местообитания.

Для лисицы характерна большая приспособляемость к различным кормам (с этим в значительной мере связано её широкое распространение). Она чаще всего поедает те корма, которые в данной стации, в данный год и сезон наиболее обильны и доступны. В случае резко выраженного недостатка пищи, лисица мигрирует в места более обильные кормами.

Если мы сравним питание лисицы Кумторкалы и других ближайших районов Дагестана, то заметим значительную разницу. Так, например, лисица, обитающая в Кумторкале, часто поедает грызунов, рептилий, насекомых и совсем не употребляет в пищу рыб. Лисица же, обитающая в полупустыне поблизости от берега Каспийского моря в районе Турали I часто поедает рыбу.

Так, например, 24 июля 1955 года около норы лисицы в районе посёлка Турали I мы нашли остатки сазана средней величины, голову воблы, крылья четырёх каменок, ноги зайца, а 28 июля там же обнаружили крылья домашней курицы. В 1957 году 27 мая в том же районе около лисьей норы обнару-

жены остатки ягненка, котенка, пузанка, крупного сазана, осетра, каменки, а 27 июля — остатки взрослой кошки *) и жаворонка.

Следовательно, выясняя роль того или иного животного (например лисицы и т. д.) в сельском, лесном, охотничьем хозяйстве и т. д. необходимо исходить из его конкретного местообитания.

ВЫВОДЫ:

На основе собранного материала по питанию лисицы на кумторкалинском бархане можно сделать следующие выводы:

1. Главным видом корма лисицы являются грызуны, представленные в основном семейством мышиных.

2. Второе место в пищевом рационе лисицы занимают насекомые и рептилии. Рептилии представлены почти исключительно отрядом ящериц, а насекомые главным образом жуками.

3. Третье место в питании лисицы занимают птицы, представляемые почти исключительно воробьиными.

4. Четвёртое место занимают растительные корма.

5. Удельный вес кормовых групп в течение года изменяется в зависимости от сезона.

6. Из анализа питания лисицы видно, что она приносит не только вред поеданием сельскохозяйственных культур (виноград, арбузы и т. д.), а также домашних птиц, но и пользу, уничтожая вредных животных (мышей, полевок, песчанок, тушканчиков и др.)

ЛИТЕРАТУРА:

Барановская Т. Н. и Колосов А. М. 1935. Питание лисицы. Зоологический журнал, том XIV, вып. 3.

Григорьев Н. Д. и Теплов В. П. 1939. Результаты исследования питания пушных зверей в Волжско-Камском крае. Труды об-ва естествоиспытателей КГУ, т. LVI, в. 1—2.

*) В Московской области в зимнем питании лисицы зарегистрировано 15 встреч кошек из 382 собранных данных (Барановская, Колосов, 1935 г.).

Донауров С. С., Теплов В. П., Шикина П. А. 1938. Питание лесной куницы в условиях Кавказского заповедника. Труды Кавказского государственного заповедника, в. I.

Жарков И. В., Теплов В. П., Тихвинский В. И. 1932. Материалы по питанию лисицы (V. vulpes Z) в Татарской республике. Ученые записки Каз. гос. университета, книга 7—8. Работы В. К. Охот. Биостанции, вып. 2, Казань.

Колосов А. М. 1935. К биологии корсака и степной лисицы, Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел Биологический, т. XLIV, вып. IV.

Майоров А. А. 1928. Эоловая пустыня у подножия Дагестана. Издание Дагестанского научно-исследовательского института. Махачкала.

Соколов Е. А. 1949. Охотничьи животные. Главное управление по делам охотничьего хозяйства при Совете Министров РСФСР. Выпуск первый. Москва.

Хонякина З. П. 1938. Материалы по питанию лисицы в Кавказском заповеднике. Труды Кавказского государственного заповедника, в. I.

ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени В. И. ЛЕНИНА

1959 УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ Том V.

Биологические, химические
и физико-математические науки

ИССЛЕДОВАНИЕ ПУЛЬСА, ДЫХАНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ ВЫМЕНИ У КОРОВ В СВЯЗИ С АКТОМ ДОЕНИЯ

А. А. АЛИВЕРДИЕВ
кандидат биологических наук

В литературе имеется ряд экспериментальных данных по изучению таких показателей физиологического состояния животных, как температура тела, пульс и дыхание. Так, например, профессор Е. А. Арзуманян (1957) указывает, что «Частота пульсовых ударов и дыхательных движений в значительной мере зависит от возраста животного. У молодых животных сердцебиение и дыхание интенсивнее, чем у животных старшего возраста. Температура тела животного по сравнению с его пульсом и дыханием относительно постоянна. Она мало изменяется под влиянием факторов внешней среды и состояния самого организма (за исключением периодов его заболеваний)».

На увеличение частоты пульса и дыхания у коров влияет уровень суточных удоев и фактор стельности. Профессор Н. М. Комаров (1957) провел изучение клинического состояния животных в летних лагерях различных типов и пришел к выводу, что «В закрытом типе летнего лагеря у высокопродуктивных коров частота дыхания устанавливается на пределе физиологического уровня, пульс замедляется, а температура тела поднимается за пределы нормы, что показывает явное нарушение теплообмена и расстройство сердечной деятельности».

Однако, следует отметить, что нам нигде не удалось встретить экспериментальных данных, которые бы показали влияние акта доения на состояние пульса, дыхания и температуры вымени у молочных коров различных типов высшей нервной деятельности.

Между тем, изучение пульса, дыхания и температуры вымени в связи с актом доения имеет немаловажное значение при установлении состояния здоровья, при характеристике продуктивности и приспособляемости коров к условиям внешней среды.

Таким образом, настоящая работа проводилась с целью выяснения влияния акта доения на частоту пульса, дыхания и на температуру вымени у молочных коров различных типов высшей нервной деятельности.

Материал и методика

Характеристика типологических особенностей высшей нервной деятельности у подопытных коров нами ранее была установлена с помощью методики двигательно-оборонительных условных рефлексов и обыденными наблюдениями за поведением молочных коров в условиях стойлового и пастбищного содержания.

Для разрешения этой задачи было проведено 80 опытов. Под опытом были 10 голов молочных коров. По характеристике условнорефлекторной деятельности с помощью метода условных рефлексов все подопытные животные нами были отнесены к следующим типам высшей нервной деятельности:

1. Подопытная корова «Зима» была отнесена к сильному, неуравновешенному, возбудимому (безудержному) типу высшей нервной деятельности. У этой коровы процессы возбуждения превалируют над процессами торможения;

2. Подопытные коровы «Диана», «Славная», «Калина», «Брусника» и «Феза» были отнесены к сильному, уравновешенному, подвижному (живому) типу высшей нервной деятельности. Эти животные обладают сильными и подвижными процессами возбуждения и торможения, стойкостью и четкостью условных рефлексов;

3. Подопытные коровы «Сосна», «Чернушка» и «Флора» были отнесены к сильному, уравновешенному, малоподвижному (спокойному типу) высшей нервной деятельности. У животных этого типа процессы возбуждения и торможения уравновешены, но малоподвижны;

4. Подопытная корова «Вишня-86» была отнесена к слабому типу высшей нервной деятельности. Этот тип характеризуется слабыми процессами возбуждения и торможения, частой бессистемной сменой их.

В наших исследованиях во время доения пульс определялся по толчкам, ощущаемым на наружной лицевой артерии. Кроме того, деятельность сердца прослушивалась с помощью стетофонендоскопа.

Подсчет дыхательных движений производился тотчас за определением пульса. Температура вымени в связи с актом доения определялась с помощью — термопары. Все подопытные животные находились в одинаковых условиях содержания. Опыты были проведены весной после отела.

Исследования проводились в строго установленное время в одинаковых условиях за 30 минут до дойки, в течение дойки и через 30 минут после дойки утром и вечером.

Результаты исследований

Приводим результаты опытов в таблицах 1 и 2 по определению пульса, дыхания и температуры вымени у молочных коров в связи с актом доения.

Из приведенной таблицы (1) видно, что показатели пульса и температуры вымени у молочных коров в связи с актом доения подвержены большим изменениям, чем дыхание. Так, например, у коровы Диана пульс за 30 минут до дойки равен 68, а во время дойки 72, т. е. в связи с дойкой пульс участился на 4 пульсовых удара.

Температура вымени у этой коровы в связи с актом доения повысилась на 0,4°С, тогда как в дыхательных движениях не наблюдалось каких-либо изменений.

У коровы Вишня-86 пульс за 30 минут до дойки равен 70, а во время дойки — 74, т. е. во время дойки пульс участился на 4 пульсовых удара.

Температура вымени у этой коровы в связи с актом доения повысилась на 0,9°С, а через 30 минут после дойки повысилась на 1,1°С. Что же касается дыхательных движений, то каких-либо изменений в связи с дойкой не наблюдалось.

У коровы Брусника пульс за 30 минут до дойки равен 66, а во время дойки 69, т. е. участился на 3 пульсовых удара. Температура вымени в связи с дойкой повысилась на 0,8°С, а через 30 минут после дойки на 1,2°С. У этой коровы в связи с дойкой также не наблюдалось каких-либо изменений в дыхании.

У коровы Славная пульс за 30 минут до дойки равен 72, а во время дойки — 74, т. е. во время дойки участился на

Таблица 1

Изменение пульса, дыхания и температуры вымени в связи с дойкой.
Учет произведен во время утренней дойки (8 часов утра).

Клички коров	Количество молока в литрах		Пульс			Дыхание			Температура вымени		
	за один удой	за одни сутки	за 30 минут до дойки	в течение дойки	через 30 мин. после дойки	за 30 минут до дойки	в течение дойки	через 30 мин. после дойки	за 30 минут до дойки	в течение дойки	через 30 минут после дойки
1. Диана	5,7	20,5	68	72	72	17—18	18	17—18	38,3	38,7	39,04
2. Калина	2,5	9,8	69	70	72	15	14	14—16	38,5	38,8	39,08
3. Вишня-86	5,5	15,8	70	74	72	14	14	14	37,8	38,7	38,9
4. Брусника	5,4	25,7	66	69	68	15	14—15	15	37,4	38,2	38,6
5. Зима	6,2	27,8	82	89	80	30	32	30	38,2	38,6	39,05
6. Сосна	5,2	24,3	68	74	70	18	17—18	18	38,4	38,9	39,1
7. Чернушка	4,0	24,0	69	71	70	15	14—15	15	38,0	38,2	38,5
8. Славная	7,0	28,0	72	74	72	17	17—18	17	38,5	38,6	38,8
9. Флора	4,0	15,2	66	72	70	18	17—18	17	38,1	38,2	38,2
10. Феза	3,8	12,0	69	74	72	24	24—25	25	38,0	38,1	38,2

Таблица 2

Изменение пульса, дыхания и температуры вымени в связи с дойкой
Учет произведен во время вечерней дойки (20 часов вечера)

Клички коров	Количество молока в литрах		Пульс			Дыхание			Температура вымени		
	за один удой	за одни сутки	за 30 минут до дойки	в течение дойки	через 30 минут после дойки	за 30 минут до дойки	в течение дойки	через 30 минут после дойки	за 30 минут до дойки	в течение дойки	через 30 минут после дойки
1. Диана	5,2	20,5	72	74	72	18	18—19	18	38,6	38,9	39,2
2. Калина	2,1	9,8	70	72	71	16—18	17	16—17	38,6	39,05	39,1
3. Вишня-86	4,6	15,8	70	74	72	14—16	15	15	38,2	38,9	39,05
4. Брусника	5,7	25,7	69	70	72	15	14—15	15	38,4	38,8	39,2
5. Зима	6,7	27,8	86	92	90	28	28—30	29	38,8	39,05	39,2
6. Сосна	4,7	24,3	69	72	70	17	17—18	17	38,2	38,8	39,05
7. Чернушка	4,0	24,0	70	71	72	14—16	14—16	14—16	38,2	38,4	38,8
8. Славная	7,0	28,0	74	76	78	18	18	18	38,4	38,8	39,1
9. Флора	3,5	15,2	68	74	72	17	16	16	38,2	38,4	38,4
10. Феза	3,0	12,0	68	72	70	21	20	20	38,0	38,1	38,1

2 пульсовых удара. Температура вымени в связи с дойкой повысилась на 0,1°С, а через 30 минут после дойки — на 0,3°С. Какого-либо заметного увеличения дыхательных движений у этой коровы в связи с дойкой также не наблюдалось, тогда как у коровы Зима, сильного, неуравновешенного, возбудимого (безудержного) типа высшей нервной деятельности, пульс, дыхание и температура вымени в связи с актом доения резко повышены по сравнению с коровами других типов высшей нервной деятельности. Так, например, у коровы Зима, пульс за 30 минут до дойки равен 82, а во время дойки — 89 пульсовым ударам, т. е. во время дойки пульс участился на 7 пульсовых ударов.

Как видно из приведенной таблицы только у этой коровы в связи с актом доения наблюдалось учащение дыхания на два дыхательных движения в одну минуту.

Изменения пульса, дыхания и температуры вымени у подопытных молочных коров с связи с актом доения наблюдались и во время вечерней дойки (см. таблицу 2).

Однако следует отметить, что показатели пульса, дыхания и температуры вымени у подопытных коров во время вечерней дойки несколько повышены, чем в утренние дойки.

Кроме того, на этих же подопытных коровах проводились исследования по изучению реакции секреторной деятельности молочной железы на обычные и необычные условия, сопутствующие акту доения, действующие как условные раздражители. Для этого в предварительный период устанавливалось количество молока, выделяемого в норме.

В опытный период эти коровы только на время дойки переводились в другое помещение.

Материалы, полученные в опытах, приведены в таблице 3.

Таблица 3

Клички коров	Утром		Вечером	
	к-во молока за один удой в обычной обстановке	к-во молока за один удой в измененной обстановке	к-во молока за один удой в обычной обстановке	к-во молока за один удой в измененной обстановке
	в литрах	в литрах	в литрах	в литрах
Диана	6,4	5,5	4,0	3,2
Брусника	5,2	3,9	4,5	4,3
Сосна	5,8	6,5	5,5	4,4
Калина	1,5	1,0	2,5	2,5

Клички коров	Утром		Вечером	
	к-во молока за один удой в обычной обстановке.	к-во молока за один удой в измененной обстановке.	к-во молока за один удой в обычной обстановке.	к-во молока за один удой в измененной обстановке.
	в литрах	в литрах	в литрах	в литрах
Зима	10,7	7,7	6,8	3,9
Вишня-86	3,9	3,7	4,2	4,6
Чернушка	3,1	1,9	2,0	3,3
Славная	3,0	2,9	3,0	2,8
Флора	4,0	3,9	4,2	4,3
Феза	3,8	4,0	4,0	4,2

Из приведенной таблицы видно, что у коровы «Зима», сильного, неуравновешенного, возбудимого (безудержного) типа высшей нервной деятельности, в измененной обстановке количество надоенного молока снизилось на 3 литра, тогда как у коров «Дианы», «Славной», «Калины» и «Фезы», сильного, уравновешенного, подвижного (живого) типа высшей нервной деятельности, аналогичной реакции в измененной обстановке не наблюдалось.

Таким образом, физиологический процесс лактации, как и другие секреторные процессы, представляют сложную реакцию организма коровы, которая протекает различно у разных животных в зависимости от их индивидуальных особенностей.

Анализируя полученные экспериментальные данные, можно сказать, что пульс во время дойки учащается на 4—6 пульсовых ударов в минуту. Температура вымени во время дойки повышается от 0,2°С до 1,2°С. Количество дыхательных движений в связи с актом доения в большинстве случаев не увеличивается.

При этом следует отметить, что у коровы «Зима», сильного, неуравновешенного, возбудимого (безудержного) типа высшей нервной деятельности наблюдалось учащение дыхания на два дыхательных движения.

Повышение температуры вымени, почти у всех подопытных коров, которое имеет место в наших опытах, говорит о более высоком уровне процессов обмена веществ.

Наши опыты (1957), проведенные в лаборатории физиологии сельскохозяйственных животных ВИЖа под руководством профессора А. Д. Синещекова, при изучении влияния акта доения на легочную вентиляцию и газообмен, показали

резкое повышение дыхательного коэффициента у молочных коров.

Повышение температуры вымени у молочных коров в связи с актом доения является физиологической необходимостью, которая усиливает окислительно-восстановительные процессы в молочной железе, связанные с молокообразованием и молокоотдачей, что соответствует указанию А. Д. Синещекова (1956) о том, что и во время дойки в молочной железе происходит секреция значительного количества молока и молочного жира.

Сам характер развития реакции, латентный период исчезновения ее по прекращении дойки указывает на рефлекторный характер происхождения данных изменений. Результатом такой перестройки рефлекторного происхождения является то увеличение, то уменьшение пульса, дыхания и температуры вымени у молочных коров в связи с актом доения.

ВЫВОДЫ:

1. У молочных коров во время дойки число пульсовых ударов увеличивается на 4—6 ударов в минуту.
2. Количество дыхательных движений в связи с актом доения в большинстве случаев не увеличивается, за исключением коровы «Зима», сильного, неуравновешенного, возбудимого (безудержного) типа высшей нервной деятельности.
3. Температура вымени у коров во время дойки повышается на 0,2°С—1,2°С.
4. У животных сильного, неуравновешенного, возбудимого (безудержного) типа высшей нервной деятельности пульс, дыхание и температура вымени в связи с актом доения резко повышены, по сравнению с коровами других типов высшей нервной деятельности.
5. Повышение температуры вымени у молочных коров в связи с актом доения является закономерностью, усиливающей функциональную деятельность молочной железы.
6. Реакцию секреторной деятельности молочной железы можно использовать в качестве одного из показателей для характеристики основных свойств нервных процессов у молочных коров в производственных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

Аливердиев А. А. 1957. Изучение легочной вентиляции и газообмена у лактирующих коров различных типов высшей нервной деятель-

ности в связи с актом доения. Ученые записки Дагестанского государственного университета им. В. И. Ленина. Выпуск 1. Махачкала.

Арзуманян Е. А. 1957. Основы интерьера крупного рогатого скота. Сельхозгиз. М.

Комаров Н. М. 1957. Цитировано из книги Тютюникова А. И. и Пилипенко В. А. Летнее стойлово-лагерное содержание скота. Сельхозгиз. М.

Синещеков А. Д. 1956. Физиология питания и режим дня сельскохозяйственных животных. Сельхозгиз. М.

ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени В. И. ЛЕНИНА

1959 УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ Том V.

Биологические, химические
и физико-математические науки

ИЗУЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ХЛОРИСТЫЙ КАЛЬЦИЙ—ВОДА МЕТОДАМИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

КЛОЧКО М. А., доктор химических наук,
ТАВКЕШЕВА С. М., кандидат химических наук,
БЕЖАЕВ М. С., доцент кандидат химических наук.

Существует обширная литература по изучению различных свойств водных и неводных разбавленных растворов, область же концентрированных растворов изучалась недостаточно. Особенно мало исследованы на более или менее значительном интервале концентраций системы, состоящие из солей и воды. Между тем изучение подобных систем имеет важное теоретическое и практическое значение.

В качестве объекта исследования мы выбрали систему хлористый кальций — воды. Растворимость в указанной системе детально исследована. (Seidell A. 1940 см. фиг. 1) Представляет интерес изучение ее другими методами физико-химического анализа. Мы исследовали плотность, вязкость и электропроводность этой системы с целью выяснить зависимости между изменениями свойств с одной стороны и характером химического взаимодействия между компонентами системы и строением растворов — с другой.

Основные этапы развития физико-химического анализа жидких систем

Первые систематические экспериментальные и теоретические исследования растворов в нашей стране связаны с именем создателя химической теории растворов Д. И. Менделеева (1887). Изучая удельный вес в зависимости от состава и применяя графический метод изображения. Менделеев заметил, что кривые состав-свойство не всегда обладают прямоли-

нейным ходом, а в некоторых случаях образуют максимумы, минимумы, перегибы. Все эти точки Менделеев назвал «особыми точками» и полагал, что они отвечают составам химических соединений. В случае водных растворов такими соединениями являются гидраты. Н. С. Курнаков высоко ценил исследования Менделеева в области растворов и видел в них начало физико-химического анализа.

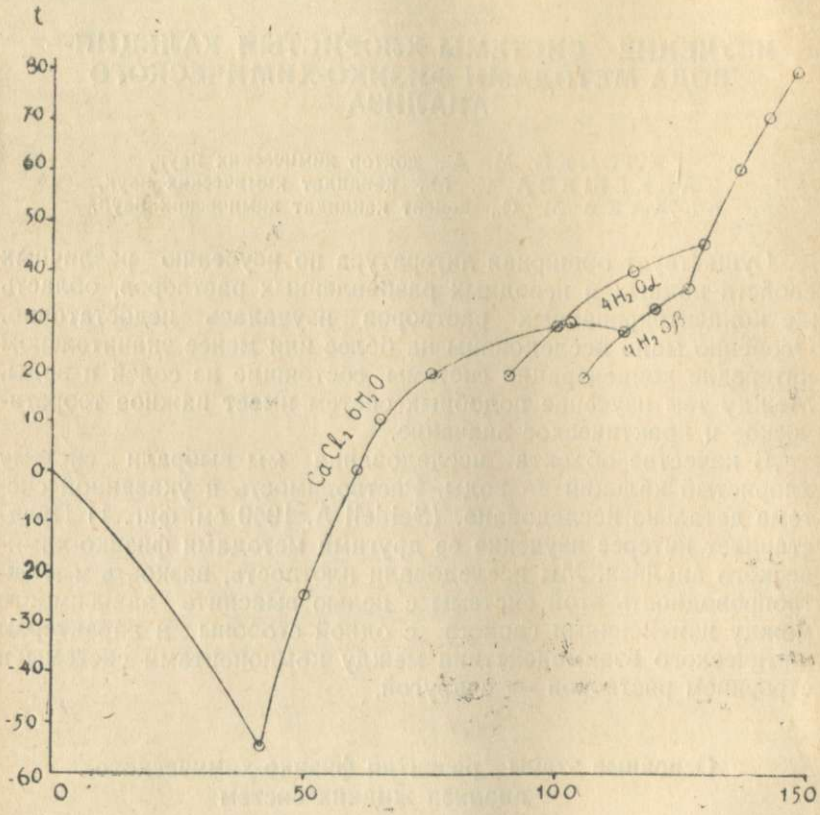


Рис. №1. Диаграмма растворимости хлорида кальция

В качестве метода изучения растворов Д. И. Менделеев пользовался удельным весом. Продолжая работы Д. И. Менделеева Н. С. Курнаков остановился на вязкости, как свойстве более чувствительном. Изучая при различных температурах

вязкость систем, образованных горчичными маслами со вторичными аминами он нашел, что на всех изотермах этого свойства при составе, отвечающем определенному химическому соединению, появляется особая точка в виде резко выраженного максимума (1912).

Особые точки, обладающие свойством сохранять неизменность отвечающего им состава, при разных условиях, например, при разных температурах, Н. С. Курнаков предложил называть сингулярными. Так было введено в химию понятие о сингулярных точках химических диаграмм. Присутствие на кривых состав-свойство сингулярной точки является, следовательно, признаком образования определенного химического соединения.

Первые систематические исследования электропроводности растворов в широком концентрационном интервале, принадлежат Д. П. Коновалову (1892, 1893).

Максимумы и изгибы на кривых электропроводности Коновалов объяснял образованием химических соединений. Н. А. Трифонов и его сотрудники экспериментально установили, что в системах без химического взаимодействия кривая удельной электропроводности проходит через максимум. В системах с химическим взаимодействием на кривых электропроводности имеется минимум, отвечающий составу определенного химического соединения (1928, 1931).

Н. С. Курнаковым и Э. Б. Штерниной была проведена работа по изучению электропроводности, вязкости и удельного веса двойных жидких систем состава: бромное олово — сложные эфиры (1936). Вывод этой работы следующий: составу химического соединения отвечает минимум на изотерме удельной электропроводности и максимум на изотерме внутреннего трения.

Исходя из наличия или отсутствия проводимости в жидком состоянии у химических индивидов входящих в системы М. А. Клочко вывел девять основных типов проводимости двойных систем (1949). Анализ типовых изотерм проводимости показывает, что образование химического соединения в двойной системе может выявиться на диаграмме электропроводности минимумом, максимумом или изломом; эти точки не смещают отвечающего им состава при изменении условий равновесия.

Изучение электропроводности водных растворов солей, в широком концентрационном интервале, представляет большой интерес и в связи с вопросом о структурных изменениях в растворах электролитов. На основе большого экспериментального материала удалось установить, что структура водных растворов электролитов не однотипна. Структурные изменения в растворах электролитов в тех случаях, когда соль образуец кристаллогидраты, могут быть пояснены схемой (фиг. 2). По оси абсцисс отложена концентрация раствора (от чистой воды до чистого кристаллогидрата). Вблизи состава, отвечающего чистой воде, структура раствора определяется структурой воды; вблизи состава, отвечающего кристаллогидрату — строением кристаллогидрата. Между указанными областями, при сравнительно низких температурах, расположены растворы с одновременным существованием двух структур, воды и кристаллогидрата (заштрихованный участок). Самойлов О. Я. (1957).

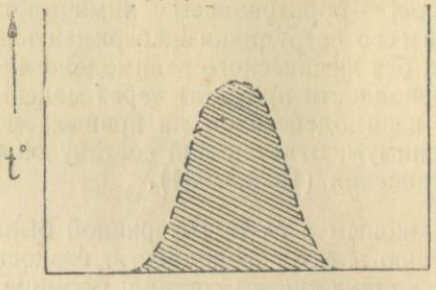


Рис. № 2. Структурные изменения в системе вода-кристаллогидрат.

При изучении электропроводности систем соль — вода, характерным оказалось совпадение состава, отвечающего максимальной проводимости с составом эвтектической точки, в пределах 1—2 мол% (М. А. Клочко 1952). М. А. Клочко считает, что связь состава максимума проводимости с составом эвтектики может быть объяснена различным строением раствора в доэвтектической и заэвтектической областях. В доэвтектической области структура растворов близка к структуре воды; а заэвтектической области концентрированные растворы солей аналогичны структуре кристаллогидратов. Начиная с эвтектического состава, происходит резкое повы-

шение вязкости, связанное с изменением структуры раствора, что и вызывает падение величин электропроводности с концентрацией и является причиной появления максимума на изотерме этого свойства. Максимум электропроводности, согласно М. А. Клочко, соответствует структурному переходу в растворе. При не слишком высоких температурах этот переход осуществляется через область наибольшей неоднородности структуры раствора. О. Я. Самойлов (1957) полагает, что максимум электропроводности соответствует квазиэвтектической, наиболее «испорченной» структуре.

Экспериментальная часть

Насыщенный раствор хлористого кальция готовился в термостате. Наступление равновесия проверялось контрольным анализом на содержание Ca и Cl′. Кальций определялся весовым путем в виде CaC_2O_4, а Cl′ — объемным методом по Мору.

Ненасыщенные растворы готовились на насыщенных прибавлением расчитанного количества воды из бюретки, затем производилось контрольное взвешивание и проводился контрольный анализ.

Плотность, вязкость и электропроводность изучались от 2% до насыщенного раствора.

Полученные нами экспериментальные данные приведены в таблице 1 и на фиг. 3 и 4.

Таблица 1

Плотность, вязкость и электропроводность водных растворов хлористого кальция при 25°

Вес % $CaCl_2$	d_1 г/см	η_1 сантипуазы	$\varkappa$ $ом^{-1}$ $см^{-1}$
2.01	1.0141	0.95	0.0329
6.02	1.0464	1.05	0.0829
10.02	1.0804	1.18	0.1243
14.01	1.1154	1.36	0.1523
16.03	1.1349	1.46	0.1656
18.01	1.1540	1.57	0.1762
20.04	1.1742	1.72	0.1889
22.01	1.1918	1.87	0.1951
24.01	1.2129	2.05	0.1974
26.01	1.2305	2.29	0.1962

Вес % $CaCl_2$	г< d_1 г/см	п<< η_1 сантипуазы	$\varkappa$ ом$^{-1}$ см$^{-1}$
27.99	1.2513	2.57	0.1945
29.18	1.2654	2.79	0.1900
30.02	1.2739	2.96	0.1873
32.05	1.2966	3.44	0.1786
34.08	1.3180	4.06	0.1673
36.00	1.3401	4.84	0.1543
38.01	1.3624	5.87	0.1325
40.10	1.3864	7.32	0.1208
41.76	1.4053	8.84	0.1099

Изотерма плотности имеет явный излом около 26% $CaCl_2$; где начинается более резкий подъем изотерм вязкости (фиг. 3). При этом же составе начинается также падение электропроводности (фиг. 4). Расхождение между составом, отвечающим максимуму электропроводности (4.87 мол%) и составом эвтектической точки системы (6.45 мол%) лежит в пределах (1—2 мол% $CaCl_2$). Как указано выше, связь состава максимума проводимости с эвтектической концентрацией, согласно М. А. Клочко, вызвана различным строением раствора в доэвтектической и заэвтектической областях.

Изотермы плотности, вязкости и электропроводности при 25° не обнаруживают сингулярных точек. В системе в пределах изученного нами интервала концентраций 2—41. 76 весовых % не происходит химического взаимодействия между составляющими систему компонентами. Излом на изотерме плотности тоже, возможно, связан с концентрацией, при которой изменяется структура растворов, указывая как и максимум проводимости на границы двух структурных областей. Мы изучали плотность, вязкость и электропроводность от 2 вес% до насыщенного раствора при 30 и 35°. Полученные нами экспериментальные данные приведены в таблице 2 и на фиг. 5 и 6.

На изотермах плотности 30° и 35° точка излома смещается в сторону разбавленных растворов (20% при 30° и около 15% — при 35°, фиг. 5 и 6).

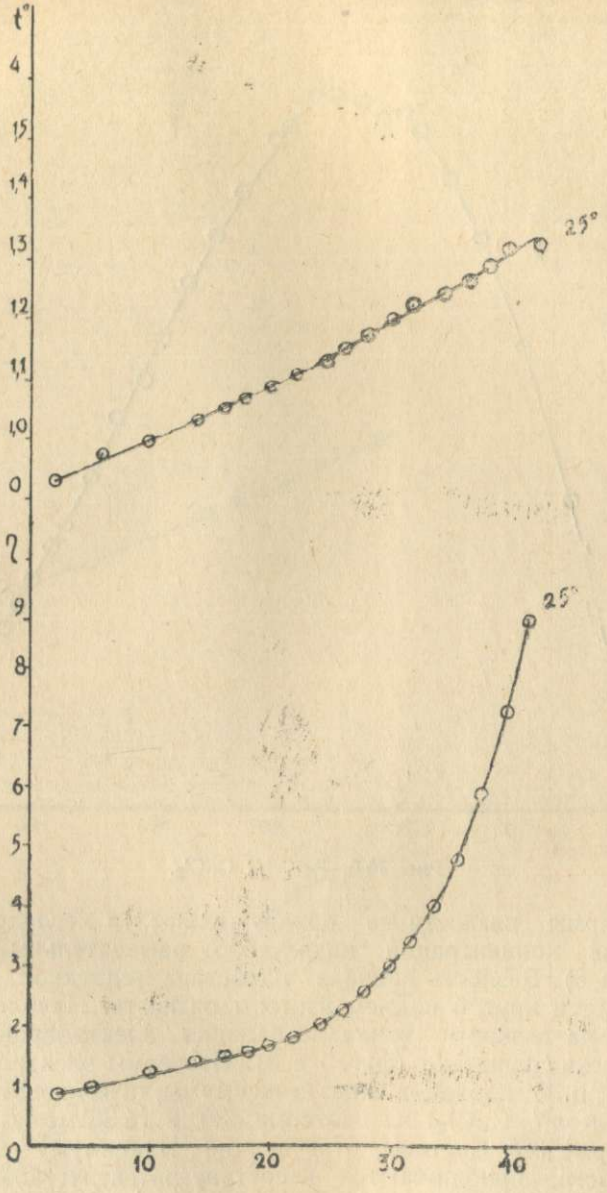


Рис. № 3. Вес. % $CaCl_2$.

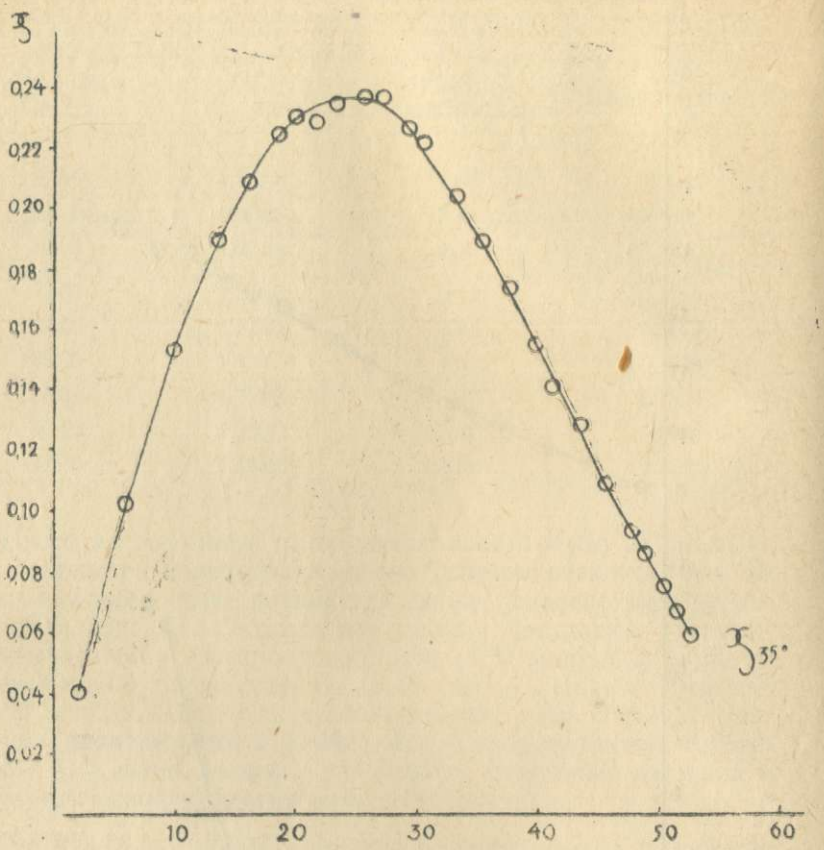
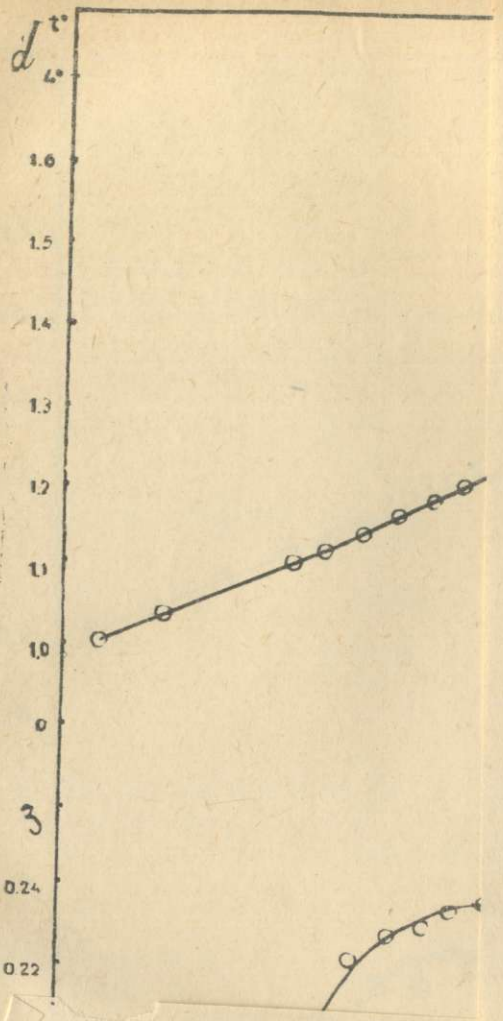


Рис. № 4. Вес. % $CaCl_2$.

Изотермы вязкости не обнаруживают в исследованном интервале концентраций каких-либо замечательных точек (фиг. 5 и 6). Вязкость вначале нарастает медленно, а затем наблюдается крутой подъем изотерм вязкости. Начало резкого подъема вязкости и начало падения электропроводности практически совпадают (фиг. 5 и 6). Изотермы электропроводности 30° и 35° проходят через максимумы, отвечающие составу (4,87 мол% $CaCl_2$) на изотерме 30° и (5,38 мол% $CaCl_2$) на изотерме 35°. Составы, отвечающие максимуму электропроводности, приближаются к составу эвтектической точки системы (6,45 мол% $CaCl_2$), что очевидно, связано с раз-


d t°
4°
1.6
1.5
1.4
1.3
1.2
1.1
1.0
0
3
0.24
0.22

личным строением раствора в доэвтектической и заэвтектической областях. При 50,47 вес% $CaCl_2$, то есть при составе, близком к составу конгруэнтно плавящегося шестиводного гидрата (50,7 вес% $CaCl_2$), на обеих изотермах электропроводности наблюдается явно выраженный минимум связанный, очевидно, с составом химического соединения.

Таблица 2

Плотность, вязкость и электропроводность водных растворов хлористого кальция при 30 и 35

Вес % $CaCl_2$	30°			5°		
	d_1 г/см.	η_1 сантипуазы	$\varkappa_1$ ом$^{-1}$ см$^{-1}$	d_1 г/см.	η_1 сантипуазы	$\varkappa_1$ ом$^{-1}$ см$^{-1}$
2.01	1.0156	0.85	0.0361	1.0088	0.76	0.0400
6.02	1.0458	0.95	0.0946	1.0414	0.85	0.1024
10.02	1.0789	1.07	0.1415	—	0.97	0.1537
14.01	1.1169	1.23	0.1773	1.1117	1.10	0.1903
16.03	1.1345	1.31	0.1931	1.1301	1.18	0.2084
18.01	1.1518	1.41	0.2072	1.1499	1.27	0.2240
20.04	1.1732	1.56	0.2127	1.1682	1.41	0.2301
22.01	1.1883	1.70	0.2137	1.1862	1,53	0.2320
24.01	1.2083	1.88	0.2222	1.2056	1.69	0.2373
26.01	1.2286	2.09	0.2190	1.2244	1.88	0.2393
27.99	1.2486	2.33	0.2172	1.2468	2.10	0.2378
30.02	1.2709	2.67	0.2101	1.2688	2.40	0.2282
32.05	1,2960	3.10	0.2037	1.2910	2.79	0.2214
34.08	1.3158	3.64	0.1896	1.3137	3.27	0.2073
36.00	1,3373	4.15	0.1738	1.3327	3.65	0.1911
38.01	1.3610	5.27	0.1568	1.3588	4.74	0.1738
40.10	1,3840	6.20	0.1408	1.3791	5.38	0.1562
41.76	1.4027	7.44	0.1230	1,3983	6.42	0.1377
44.06	1.4304	9.82	0.1043	1.4253	8.42	0.1180
46.02	1.4394	11.14	0.0405	1.4334	9.47	0.0546
48.02	1,4608	14.32	0.0231	1.4550	12.08	0.0263
49.01	1.4693	16.32	0.0184	1.4647	13.75	0.0195
50.47	1,4889	19.73	0.0132	1.4820	16.47	0.0140
51.41	1.4959	22.96	0.0154	1,4928	19.08	0.0160
52.36	1,5068	26.74	0.0227	1.5037	22.05	0.0249

На фиг. 7 изображена часть диаграммы растворимости хлористого кальция. Для удобства концентрация выражена в вес% $CaCl_2$.

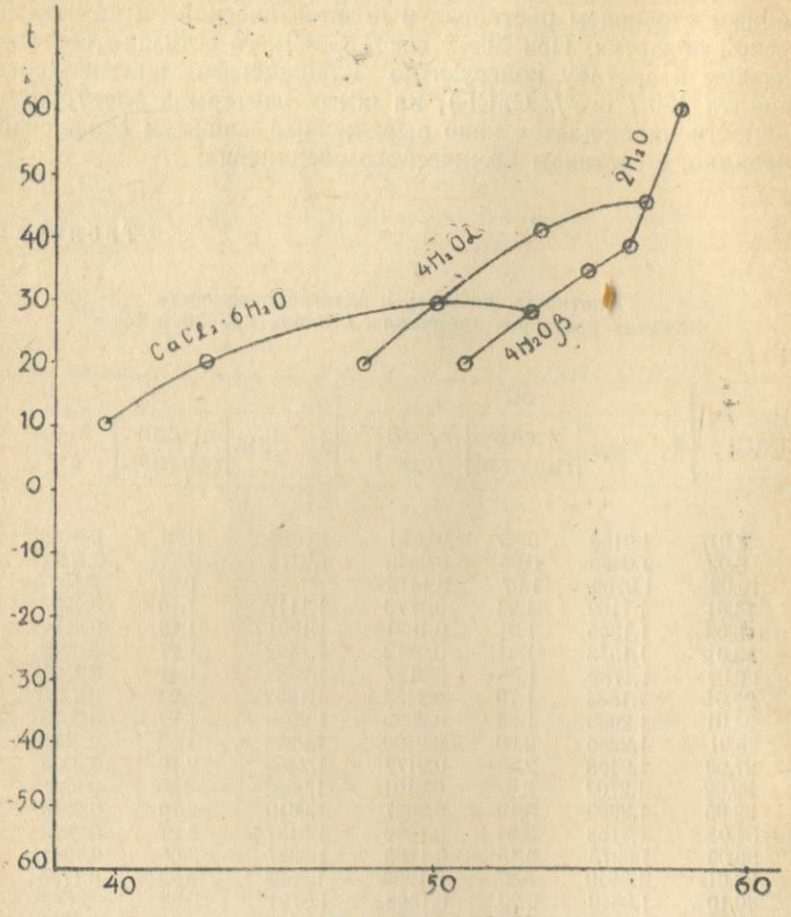


Рис. № 7. Вес. % $CaCl_2$.

Анализ диаграммы показывает, что в области температур 30°—45° и при концентрациях $CaCl_2$ превышающих 50% стабильной фазой является четырехводный гидрат хлористого кальция. Однако, на обеих изотермах проводимости 30° и 35° находит свое отражение в виде явно выраженного минимума шестиводный гидрат хлористого кальция. (фиг. 5 и 6), который, повидимому, существует в растворе в метастабильном состоянии. Известно, что часто превращение одной фазы в другую не наступает, хотя система поставлена в условия, при

которых это превращение должно произойти. Такое явление носит название задержки превращения. Для проверки наличия данного явления в исследуемой системе растворы, хранящиеся в термостате при 30°, были энергично перемешаны, и вновь замерены значения величин электропроводности. Оказалось, что до концентрации 44,06 вес% $CaCl_2$ электропроводность растворов не менялась.

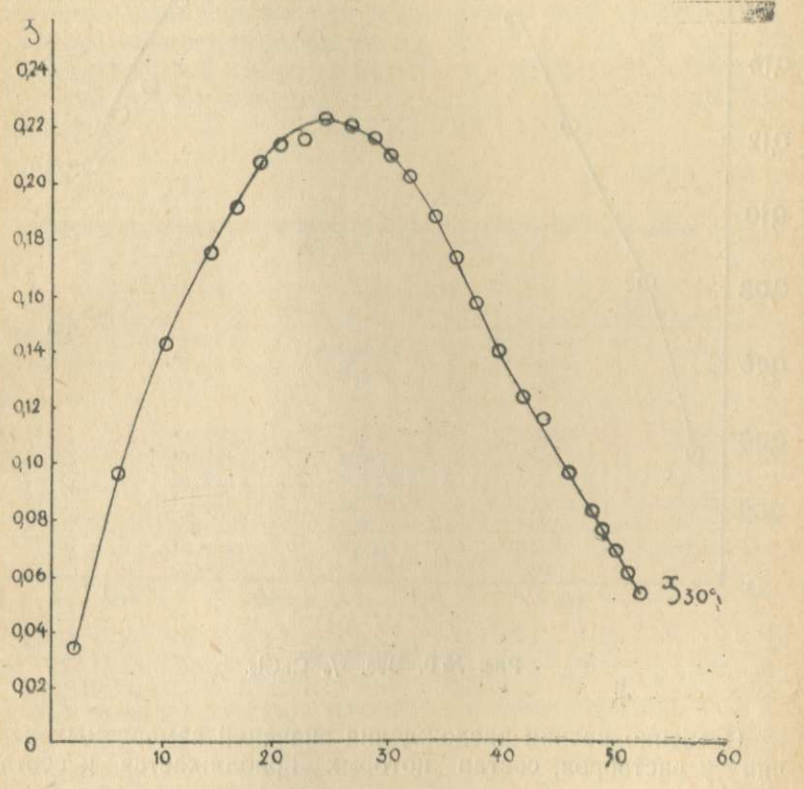


Рис. № 8. Вес. % $CaCl_2$.

Начиная с указанной концентрации, наблюдается резкое повышение численных значений величин электропроводности (таб. 3).

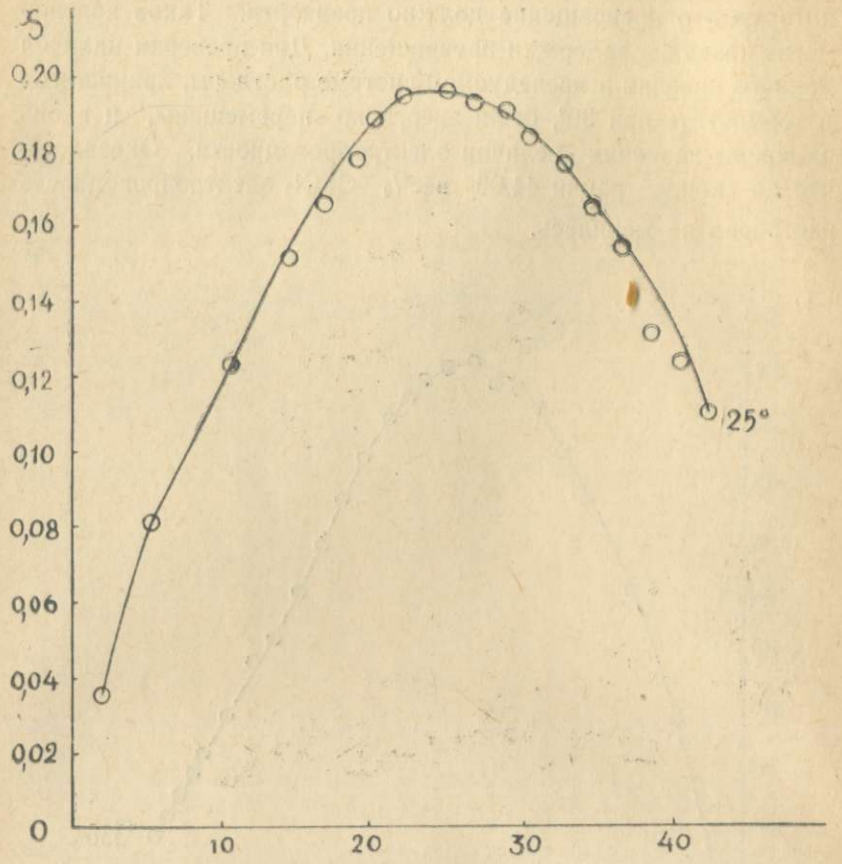


Рис. № 9. Вес. % $CaCl_2$.

Особенно велики расхождения значений замеряемых величин у растворов, состав которых приближается к составу гидрата.

Изотермы электропроводности 30° и 35° по данным вторичных замеров (фиг. 8 и 9) не обнаруживают сингулярных точек. Различный ход изотерм проводимости при 30° и 35° можно объяснить, как нам кажется, законом последовательных реакций Оствальда: если при каком-либо процессе вещество может образовываться в разных формах, то сначала образует-

ся наименее устойчивая форма, которая затем может превратиться в самую устойчивую, проходя через формы промежуточной устойчивости, если таковые существуют (В. Я. Аносов и С. А. Погодин 1947).

ческой точки системы вызвано различным строением раствора в доэвтектической и заэвтектической областях.

4. Изотермы электропроводности 30° и 35° обнаруживают явно выраженный минимум при составе, близком к составу конгруэнтно плавящегося при температуре 30,2° шестиводного гидрата хлористого кальция.

5. Шестиводный гидрат хлористого кальция при исследуемых температурах находится в растворе в метастабильном состоянии.

Таблица 3

Электропроводность водных растворов хлористого кальция при 30 и 35°.

Вес % $CaCl_2$	х 30°		х 35°	
	первоначальный замер	вторичный замер	первоначальный замер	вторичный замер
44.06	0.1043	0.1153	0.1180	0.1295
46.02	0.0405	0.0973	0.0546	0.1099
48.02	0.0231	0.0830	0.0263	0.0948
49.01	0.0184	0.0761	0.0195	0.0869
50.47	0.0132	0.0660	0.0140	0.0759
51.41	0.0154	0.0595	0.0160	0.0688
52.36	0.0227	0.0533	0.0249	0.0618

ВЫВОДЫ

1. Изучены плотность, вязкость и электропроводность в системе хлористый кальций — вода при изменении концентрации от насыщенного раствора до 2% при 25°, 30 и 35°.

2. Изотермы плотности и вязкости не обнаруживают особых точек. В доэвтектической области вязкость нарастает медленно и начинает резко возрастать в заэвтектической области.

3. Изотермы электропроводности проходят через максимум связанный с изменением хода вязкости; состав его приближается к составу эвтектической точки системы. Практическое совпадение составов максимальной проводимости и эвтекти-

ЛИТЕРАТУРА

Аносов В. Я. и **Погодин С. А.** 1947. Основные начала физико-химического анализа.

Клочко М. А. 1949. Труды второй Всесоюзной конференции по теоретической и прикладной электрохимии 320.

Клочко М. А. 1952. Доклады АН СССР, 32, №2, 261.

Коновалов Д. П. 1892. ЖРХО 24, 440.

Коновалов Д. П. 1893. ЖРХО 25, 192.

Курнаков Н. С., Жемчужный С. Ф. 1912. ЖРХО, 44, 1964.

Курнаков Н. С., Штернина Э. Б. 1936. Изв. АН СССР, сер. хим., 3. 467. хим., 3, 467.

Менделеев Д. И. 1887. Исследование водных растворов по удельному весу.

Самойлов О. Я. 1957. Структура водных растворов электролитов и гидрадация ионов

Seidell A. 1940. Solubilities. 3 ed.

Трифонов Н. А. 1928. Изв. Пермского биол. н.-и. Института 6, вып, 5 247.

Трифонов Н. А. 1931. Изв. Пермского биолог. н.-и. Института 7, вып. 7—8, 343.

ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени В. И. ЛЕНИНА

1959 УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ Том V.

Биологические, химические и
физико-математические науки

ЗАВИСИМОСТЬ ВЯЗКОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И СТЕПЕНИ НАСЫЩЕНИЯ ЖИРОВ

А. А. МАГОМАЕВ
ассистент

Технология получения медицинского жира из различного сырья, расчеты, связанные с проектированием трубопроводов для перекачки жиров в расплавленном состоянии и проектированием другой разнообразной аппаратуры, требуют знания зависимости вязкости от температуры и степени насыщения жиров.

Без знания изменений величины вязкости, при различных температурах, невозможно дать полное объяснение процессов фильтрации жиров. Особенное значение для выяснения закономерности фильтрации имеет изменение вязкости среды, в которой находятся кристаллические слитки высокоплавких глицеридов. Такой средой является жидкая фаза, т. е. отфильтрованный жир. Эта жидкая фаза меняет свою химическую природу в зависимости от температуры выкристаллизации «стеариновой» фракции, что несомненно оказывает свое влияние на величину вязкости и тем самым на скорость фильтрации жира.

Проведенные исследования по изучению зависимости вязкости от температуры и степени насыщения жиров, в основном, относятся к растительным жирам, высшим жирным кислотам и индивидуальным триглицеридам. Исследований по вязкости жиров каспийского тюленя в литературе не встречается. По наблюдениям многих авторов (1952), растительные масла и индивидуальные триглицериды сильно ассоциированы и резко уменьшают степень ассоциации в

температурном интервале 20—50°, в зависимости от этого меняется вязкость этих масел.

Исследования показывают, что зависимость вязкости от температуры для различных масел имеет одинаковый характер. Оливковое, арахисовое, кунжутное, хлопковое, подсолнечное и другие масла значительно различаются по вязкости при комнатной температуре и более низких температурах. С повышением температуры вязкости этих масел сближаются, достигая практически одинаковой величины при 100°—6,8 СП.

Характеристика исследуемого сырья.

Для исследований были взяты жиры из сала каспийского тюленя молодых и взрослых особей весеннего и осеннего промыслов 1956—1957 гг., имеющие разный химический состав.

Благодаря выкристаллизации, выдержке (30—40 ч.) и последующей фильтрации «стеариновой» фракции при различных температурах (1958) были получены жиры, имеющие одинаковое происхождение, но различную степень насыщенности.

В таблице 1 приведены основные характеристики этих жиров.

Зависимость вязкости от температуры и степени насыщения жиров

Таблица 1

Показатели / Происхождение жира	Темпер. охлажд. и фильтр.	Число иодное	Число омыления	Кол-во тверд. кислот. в % к см.	Вязкость в сантипуазах
Жир 2 нефильтр. . .	—	186,0	194,0	11,40	25,4
Жир 2 фильтр. . . .	4,0	189,1	199,3	8,71	20,8
Жир 2 фильтр. . . .	0,0	189,0	201,0	7,21	19,7
Жир 2 фильтр. . . .	—5,0	187,7	201,2	4,92	22,2
Жир 2 фильтр. . . .	—9,0	186,5	201,7	3,98	23,7
Жир 3 нефильтр. . .	—	182,0	190,0	12,20	27,1
Жир 3 фильтр. . . .	4,0	186,0	192,6	9,00	23,5
Жир 3 фильтр. . . .	0,0	186,9	193,1	8,40	22,0
Жир 3 фильтр. . . .	—5,0	186,4	196,0	5,00	22,0
Жир 3 фильтр. . . .	—9,0	184,3	197,8	4,00	25,0
Жир 5 нефильтр. . .	—	171,7	185,0	12,10	31,0
Жир 5 фильтр. . . .	4,0	177,9	186,0	9,01	26,2
Жир 5 фильтр. . . .	0,0	179,3	187,0	7,91	23,7

Происхождение жира / Показатели	Темпер. охлажд. и фильтр.	Число иодное	Число омыления	Кол-во тверд. кислот в % к см.	Вязкость в сантипуазах.
Жир 5 фильтр. . . .	—5,0	178,2	192,3	5,93	25,0
Жир 5 фильтр. . . .	—9,0	173,8	194,0	4,65	28,1
Жир 6 нефильтр. . .	—	184,2	193,2	11,00	28,0
Жир 6 фильтр. . . .	4,0	188,2	193,6	7,50	20,9
Жир 6 фильтр. . . .	0,0	188,1	199,1	6,20	21,8
Жир 6 фильтр. . . .	—5,0	187,0	202,3	4,70	23,0
Жир 6 фильтр. . . .	—9,0	185,6	203,0	4,10	25,1

Для удобства введены следующие обозначения: жиры взрослых особей весеннего промысла — 2 и 6, жиры взрослых особей осеннего промысла — 3, жиры молодых особей весеннего промысла — 5.

Несмотря на значительный перепад температур, физические и химические показатели у отфильтрованных жиров различаются на небольшую величину.

При исследовании зависимости вязкости от степени насыщения жиров уловить разницу очень трудно. Исходя из этого, нами были выбраны для исследований жиры, отфильтрованные в температурных интервалах в 3—4° (таблица 1).

Методика работы

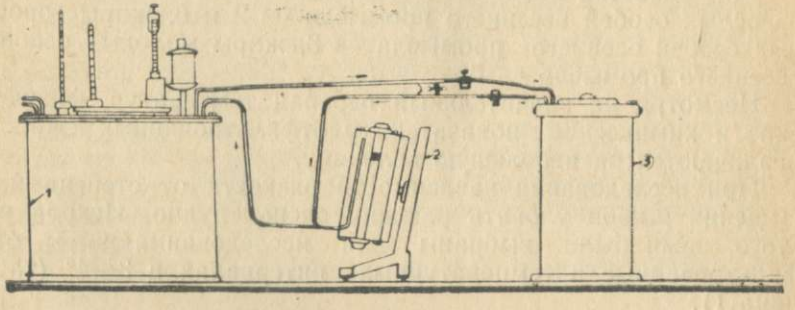
Для определения вязкости у жиров при различных температурах использовали вискозиметр Геплера (1954). Этот прибор является незаменимым и по удобству в работе, особенно при исследовании зависимости вязкости одного образца жира от температуры и по точности результатов (рис. 1). Часть определений (при комнатной температуре) была проведена как вискозиметром Геплера, так и Оствальда. Каждое определение повторялось пять раз. Результаты при работе с вискозиметром Геплера совершенно точно сходятся между собой.

При работе в интервале 80—20° постоянную температуру поддерживали контактным термометром, а при более низких температурах, 20 — —10°, регулированием количества охлажденной жидкости, поступающей через хладостат в вискозиметр (рис. 1). В качестве хладоносителя использовали толченый лед и льдосолевую смесь.

Вискозиметр Геплера (1954) дает абсолютную вязкость в сантипуазах, которая вычисляется по формуле:

$$h=F\ (S_k - S_f\ )\ k.$$

h — Абсолютная вязкость в сантипуазах
F — Время падения шарика в секундах
S_k — удельный вес шарика (таблица 2)
S_f — удельный вес жидкости при температ. опыта
k — постоянная шарика (из таблицы 2)



1. Ультратермостат Геплера
2. Вискозиметр Геплера
3. Ультростат

Рис. № 1.

В зависимости от ожидаемой вязкости для всего температурного интервала (80 — —9°) были использованы два шарика № 1 стеклянный (10—80°) и № 3 металлический (—9—10°).

Таблица 2

Характер. / Шарик	Температурн. интерв. исследования.	Диаметр в мм.	Вес шарика (гр)	Уд. вес при 20°	Постоян. данного шарика к
№ 1 стеклян. . . .	10—80°	15,805	5,0851	2,460	0,009244
№ 3 металлич. . .	—9—10°	15,560	16,0052	8,12	0,1254

Определение удельных весов при различных температурах проводилось объемным дилатометром Гольде с помощью ультратермостата Геплера. В результате этих исследований были установлены коэффициенты расширения жиров.

Результаты исследований.

Прежде чем перейти к описанию экспериментальной части работы и выводов, необходимо отметить следующее. При понижении температуры жирового расплава кристаллизуется наиболее высокоплавкая фракция глицеридов (начиная с 8,6°). Даже после трех—пяти-часовой выдержки при соответствующей температуре эта фракция представляет собой кристаллическую взвесь, распределенную по всему объему жира. Появление кристаллической взвеси зависит от температуры кристаллизации наиболее высокоплавких компонентов исследуемого жира.

Нефильтрованные жиры, а также охлажденные, выдержанные (36—40 часов) и отфильтрованные при соответствующих температурах (в интервале 4, —9°, таб. 1) будут иметь различную температуру кристаллизации высокоплавких компонентов. Эта температура находится в зависимости от предыдущей температурной обработки жира: охлаждения, выдержки и фильтрации.

Таким образом, жиры перед определением вязкости при температуре более низкой, чем температура предварительного охлаждения, выдержки и фильтрации этого жира, будут состоять из двух фаз: жидкая фаза, состоящая в основном из ненасыщенных глицеридов, и в этой среде распределена твердая фаза (из более насыщенных глицеридов), образующая кристаллическую взвесь. При определении вязкости жир выдерживался при постоянной температуре 15—20 мин. За это время кристалличееская взвесь остается совершенно равномерно распределенной по всему объему жира. Следовательно, мы имеем дело с двумя различными системами в зависимости от температуры кристаллизации высокоплавких компонентов. В системе без образовавшихся кристаллических взвесей величина вязкости при данной температуре обусловлена химической природой жидкой фазы (ненасыщенность и др.). Там же, где некоторое количество твердой фазы (более высокоплавких глицеридов) распределено в виде взвеси по всему объему жира, мы имеем дело

с системой грубо коллоидного типа. Величина вязкости в этом случае будет зависить как от химической природы жидкой фазы, так и от количества кристаллической взвеси в единице объема, их формы и размеров. Последние зависят от разностей: температуры предварительной обработки жира (охлаждения выдержки и фильтрации) и температуры, при которой ведется определение вязкости при прочих постоянных условиях.

Учитывая особенности кристаллизации жиров, все опыты проводились в одинаковых условиях. В результате полученных данных весь температурный интервал (—9÷80°) делится на три зоны. В промежутке 80° — 20 коэффициент расширения тюленьих жиров составляет 0,00058—0,00060. При температурах 6—20° этот коэффициент несколько больше и равен 0,00060—0,00065. Эти коэффициенты могут считаться точно установленными для всех жиров каспийского тюленя, независимо от степени насыщения и иодного числа. Насыщенность, хотя и в незначительной степени, но влияет на коэффициент расширения жиров. У более насыщенных жиров (3 и 5) во всем температурном интервале коэфициенты расширения на немного больше, однако, они колеблются и находятся в вышеуказанных пределах. Необходимо отметить, что коэфициенты расширения жиров для всего температурного интервала (0,00058—0,00065) несколько ниже соответствующих коэфициентов, полученных другими авторами для жиров рыб и морских животных (0,00065—0,00080). Такое отличие может быть объяснено только химическим составом данных жиров, их относительно высокими иодными числами и относительно низким (8,11%) содержанием насыщенных кислот. Это приводит к соотношению предельных и непредельных кислот, где процент последних несколько больше по сравнению с таким соотношением у других жиров рыб и морских животных.

В таблицах 3 и 4 приведены средние вычисленные результаты из трех параллельных определений вязкости у жиров (таб. 1).

Таблица 3

Происхожд. жира	Иодное число.	Температура в градусах С						
		80	70	60	50	40	30	25
Жир 2 . . .	186,0	5,8	7,0	8,5	11,0	14,2	20,0	23,4
Жир 2 . . .	189,1	4,0	5,3	6,3	8,0	11,5	16,4	19,3
Жир 2 . . .	189,0	3,9	5,2	6,0	7,7	10,9	15,6	18,1

Происхожд. жира	Иодное число	Температура в градусах С.						
		80	70	60	50	40	30	25
Жир 2 . . .	187,7	5,1	6,0	7,1	9,0	12,6	17,4	20,4
Жир 2 . . .	186,5	5,6	6,9	8,6	10,1	13,2	19,0	22,0
Жир 3 . . .	182,0	6,2	7,1	8,7	11,0	14,8	20,0	24,5
Жир 3 . . .	186,0	5,4	6,1	7,7	9,6	13,0	17,5	21,1
Жир 3 . . .	186,9	5,1	5,2	6,8	8,5	11,8	16,7	20,0
Жир 3 . . .	186,4	5,0	5,2	6,7	8,6	11,8	16,6	20,2
Жир 3 . . .	184,3	5,8	6,6	8,2	10,4	14,2	16,5	26,8
Жир 5 . . .	171,7	7,9	8,8	10,1	13,2	17,5	22,5	27,6
Жир 5 . . .	177,9	7,0	7,5	8,6	11,5	15,8	20,0	23,7
Жир 5 . . .	179,3	6,0	6,2	7,1	10,0	14,1	18,5	21,7
Жир 5 . . .	178,2	6,6	6,9	8,1	11,6	15,0	19,1	22,6
Жир 5 . . .	173,8	7,6	8,4	9,6	12,5	16,0	21,5	25,5
Жир 6 . . .	184,2	6,5	7,0	8,9	11,5	15,7	20,9	25,7
Жир 6 . . .	188,2	4,0	4,6	5,6	7,5	11,0	15,7	19,0
Жир 6 . . .	188,1	4,3	4,9	6,0	8,0	11,7	16,6	19,9
Жир 6 . . .	187,0	5,0	5,5	7,0	9,1	12,8	17,9	21,1
Жир 6 . . .	185,6	6,1	6,5	8,4	10,1	14,3	20,0	23,0

Таблица 4

Вязкость в сантипуазах (в интервале 20 ÷ —9°).

Происх. жира	Иодное число	Температура в градусах С						
		20	15	10	5	0	—5	— 9
Жир 2. . . .	186,0	26,6	31,0	36,1	44,3	55,0	67,5	80,7
Жир 2 . . .	189,1	22,7	25,9	31,0	37,3	46,1	55,1	64,7
Жир 2 . . .	189,0	21,0	25,0	29,5	35,0	44,5	51,5	60,0
Жир 2 . . .	187,7	23,5	22,4	32,1	37,6	42,4	50,5	58,5
Жир 2 . . .	186,5	25,0	28,7	33,0	38,1	42,5	49,5	53,1
Жир 3 . . .	182,0	29,5	34,6	40,0	48,2	57,5	73,0	86,5
Жир 3 . . .	186,0	25,5	29,4	34,0	40,1	46,9	55,1	50,5
Жир 3 . . .	186,9	24,5	28,0	32,7	38,6	44,5	52,5	53,0
Жир 3 . . .	186,4	24,0	27,4	31,9	37,8	43,7	52,2	60,5
Жир 3 . . .	184,3	26,6	31,5	35,7	40,8	45,6	52,0	57,5
Жир 5 . . .	171,7	33,1	39,5	48,0	57,6	72,4	87,4	99,8
Жир 5 . . .	177,9	27,6	33,5	38,8	44,5	55,9	66,4	78,5
Жир 5 . . .	179,3	25,1	30,1	34,9	41,2	50,0	60,8	71,7
Жир 5 . . .	178,2	26,5	31,5	36,0	42,3	47,5	57,6	69,5
Жир 5 . . .	173,8	30,0	35,1	40,6	46,8	52,1	59,5	67,5
Жир 6 . . .	184,2	30,5	35,4	41,9	49,5	58,0	69,0	82,1
Жир 6 . . .	188,2	22,0	26,1	30,5	37,5	46,5	55,0	65,1
Жир 6 . . .	188,1	23,1	27,2	31,6	37,0	45,4	53,5	60,4
Жир 6 . . .	187,0	24,3	28,5	32,6	37,6	44,9	51,9	56,8
Жир 6 . . .	185,6	28,0	31,0	35,0	40,0	44,9	48,8	52,5

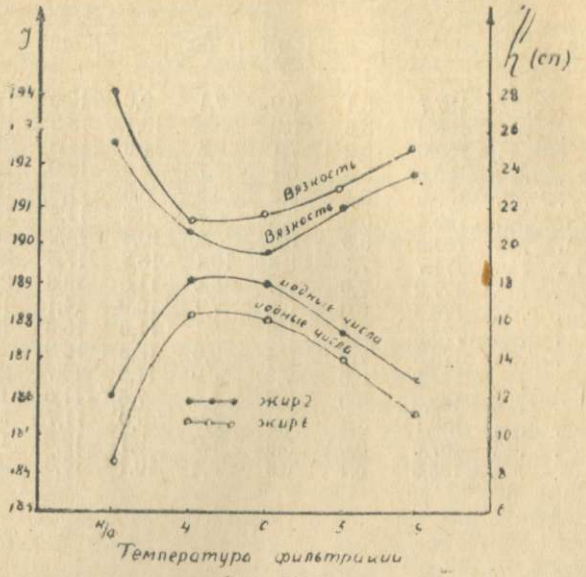

J
η (сп)
Вязкость
Вязкость
йодные числа
йодные числа
жир2
жир1
Температура фильтрации

Рис. № 2.

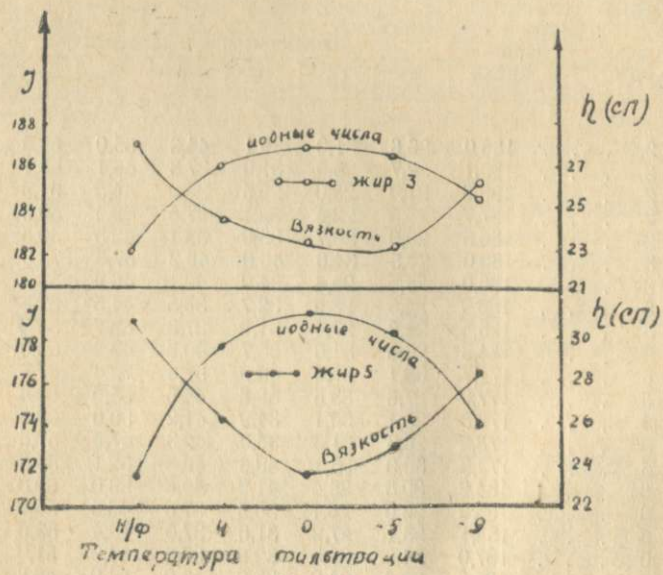

J
η (сп)
йодные числа
жир 3
Вязкость
J
η (сп)
йодные числа
жир5
Вязкость
Температура фильтрации

Рис. № 3.

На рис. 2 и 3 графически показана зависимость между вязкостью и иодными числами у жиров, охлажденных и отфильтрованных при различных температурах (таб. 1). Для сопоставления взяты жиры различной степени насыщения (2, 3, 5 и 6).

Необходимо отметить, что удаление «стеариновой» фракции путем охлаждения и фильтрации жира при соответствующей температуре оказывает значительное влияние на величину вязкости жира (в пределах 7,0—0,1 сантипуаз при 22°), у жира 5 с более низким иодным числом и большим содержанием твердых кислот (таб. 1) это влияние немного увеличено, чем у жиров 2, 6, 3. Достаточно рассмотреть кривые иодные числа — вязкость на рис. 2, 3, чтобы убедиться в определенной закономерности изменений иодных чисел и вязкости у соответствующих жиров. Кривая вязкости во всех случаях является как бы зеркальным отображением кривой иодных чисел. Таким образом, в зависимости от химической природы кристаллизуемой «стеариновой» фракции (а не его количества) изменяется вязкость фильтруемого жира. По мере увеличения степени непредельности жиров их вязкость уменьшается. Если же сравнить кривые изменений вязкости с изменениями чисел омыления жиров (таб. 1), учитывая, что числа омыления характеризуют средний молекулярный вес жирных кислот, то оказывается, что здесь нет определенной зависимости. Числа омыления во всем температурном интервале у фильтрованных жиров увеличиваются. Следовательно, изменение вязкости в данном случае не зависит от изменений молекулярного веса жирных кислот, а соответствует изменению иодных чисел. Такое поведение жирового расплава напоминает некоторые ассоциированные жидкости. На величину вязкости этих жидкостей влияет их степень ассоциации. Жирные кислоты и триглицериды, как показали некоторые авторы (1952), меняют степень ассоциации в зависимости от непредельности. Увеличение иодных чисел вызывает у них уменьшение степени ассоциации и вязкости. У жиров, видимо, удаление высокоплавкой фракции триглицеридов вызывает изменение степени ассоциации жирового расплава (соответственно изменениям иодного числа), что приводит к увеличению или уменьшению вязкости жира.

Таким образом, изменение вязкости в сторону увеличения или понижения можно регулировать, изменяя температурный режим кристаллизации «стеариновой» фракции.

К сожалению, пока еще невозможно точно установить те факторы, которые приводят к изменению вязкости жирового расплава с изменением его непредельности. Удаление тугоплавкой фракции («стеариновой» фракции) при различных температурах изменяет общее соотношение всех компонентов жирового расплава.

В основном это касается соотношения предельных и непредельных кислот. Безусловно, что такое изменение в зависимости от температуры кристаллизации высокоплавких компонентов приводит к другой структуре жирового расплава. Это подтверждает изменение всех химических и физических показателей жиров после охлаждения, выдержки и фильтрации (табл. 1).

Возможно предположение, что изменение структуры или непосредственно влияет на вязкость жирового расплава, или же косвенно через уменьшение, или увеличение степени ассоциации жирового расплава. Можно высказать также другое предположение. Удаляя фракцию высокоплавких компонентов из жира кристаллизацией при различных температурах (4 ÷ 9°), в результате получается жировой расплав с уже другой начальной температурой кристаллизации высокоплавких компонентов отфильтрованного жира. Таким образом, если исследовать при одинаковой температуре (22°) жиры, отфильтрованные при различных температурах (4 ÷ —9), то у этих жиров область относительно высоких вязкостей (отвечающая температурам близким к температуре кристаллизации) будет соответственно сдвигаться. И этот сдвиг находится в неодинаковых пределах для жиров отфильтрованных при различных температурах. Следовательно, то внутреннее состояние ориентирования молекул определенным образом, которое наступает у жирового расплава при температурах близких к температуре кристаллизации высокоплавких компонентов данной системы, нарушается. В связи с понижением температуры кристаллизации в жирах создаются условия, затрудняющие образование кристаллов по сравнению с нефильтрованными жирами. Все эти изменения, влияя на степень ассоциации жирового расплава (соответственно иодным числам), изменяют величину вязкости жира. Дальнейшее исследование зависимости вязкости жиров от температуры подтверждают наши предыдущие предположения.

На рисунках 4, 5, 6 и 7 графически показано изменение вязкости жиров различной насыщенности в зависимости от

температуры (в интервале —9 ÷ 80°). По оси ординат отложена абсолютная вязкость жира в сантипуазах. На оси абсцисс показаны температуры, при которых после 20 мин. выдержки определялось время падения шарика (—9 80°). Характер изменений вязкости в различных температурных интервалах для всех жиров (2, 3, 5, 6) одинаков.

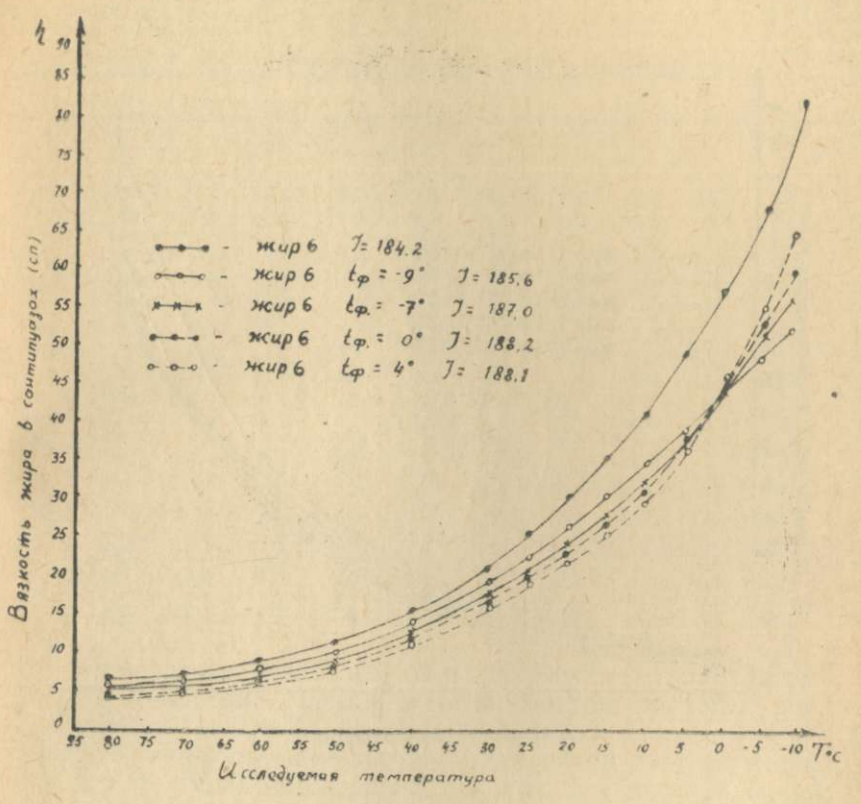


Рис. № 4.

Однако, абсолютные величины вязкости и их относительный прирост в различных температурных интервалах зависит от химического состава жира, иодного числа, количественного содержания твердых кислот и способности к кристаллизации. Цифровые данные таблицы 5 наглядно пока-

зывают такую зависимость. Эта таблица показывает относительный прирост вязкости в сантипуазах на каждые 10°С, с понижением температуры (начиная с 80° и ниже).

$$\Delta h_1 = \Delta h_{70} - \Delta h_{80},$$

$$\Delta h_2 = \Delta h_{60} - \Delta h_{70} \text{ и т. д.}$$

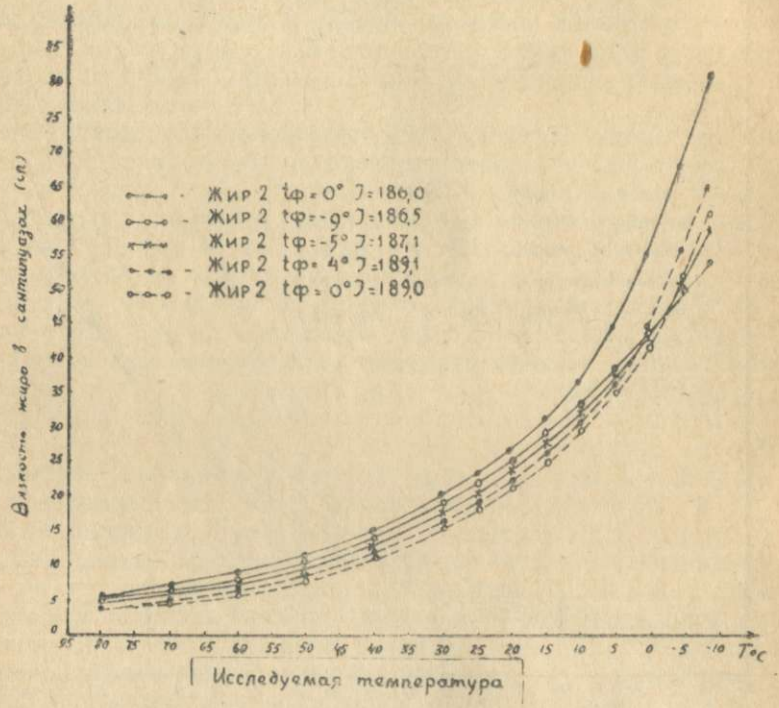


Рис. № 5.

Особенно на величину вязкости и ее изменения влияет химический состав жира при температурах, близких к температуре кристаллизации высокоплавких компонентов данного жира и более низких. Эти вышеуказанные моменты вытекают из общего сравнения кривых вязкость—температура для всех жиров (рис. 4—7). У жиров 2 и 6 сходного хи-

мического состава характер изменений вязкости в разных температурных интервалах и у различных жиров (соответственно 2 и 6) совпадают между собой. Начиная от 16—20° (комнатная температура), вязкость этих жиров сильно уменьшается с повышением температуры.

Таблица 5

Происх. жира	Иодное число	Изменение вязкости в СП на каждые 10°.								
		$\triangle h_1$	$\triangle h_2$	$\triangle h_3$	$\triangle h_4$	$\triangle h_5$	$\triangle h_6$	$\triangle h_7$	$\triangle h_8$	$\triangle h_9$
Жир 2	186,0	1,2	1,5	2,5	3,2	5,8	6,5	9,6	18,9	24,3
Жир 2	189,1	1,3	1,0	1,7	3,5	4,9	6,3	8,9	15,1	18,6
Жир 2	189,0	1,3	0,8	1,7	3,2	4,7	6,2	7,7	12,0	18,5
Жир 2	187,7	0,9	1,1	1,9	3,6	4,8	6,1	9,6	10,3	16,1
Жир 2	186,5	1,0	1,7	1,5	3,1	5,8	6,0	8,0	9,5	10,6
Жир 3	182,0	0,9	1,6	2,3	3,8	5,2	9,5	10,5	17,5	19,0
Жир 3	186,0	0,7	1,6	1,9	3,4	4,5	8,5	8,5	12,0	23,6
Жир 3	186,9	0,1	1,6	1,7	3,3	4,9	7,8	8,2	11,8	18,5
Жир 3	186,4	0,2	1,5	1,9	3,2	4,8	7,4	7,9	11,8	16,8
Жир 3	184,3	0,8	1,6	1,2	3,8	2,3	10,1	9,1	9,9	11,9
Жир 5	171,7	0,9	2,3	3,1	4,3	5,0	10,6	14,9	24,4	27,4
Жир 5	177,9	0,5	1,1	2,9	4,3	4,2	7,6	11,2	17,1	22,6
Жир 5	179,3	0,2	0,9	2,9	4,1	4,1	6,6	9,8	15,1	21,7
Жир 5	178,2	0,3	1,2	3,5	3,4	4,1	7,4	9,5	11,5	12,0
Жир 5	173,8	0,8	1,2	2,9	4,2	4,8	8,5	10,6	11,5	15,4
Жир 6	184,2	1,5	1,9	2,6	4,2	5,2	9,6	11,4	16,1	24,1
Жир 6	188,2	0,6	1,0	1,9	3,5	4,7	6,3	12,5	16,0	18,6
Жир 6	188,1	0,6	1,1	2,0	3,7	4,9	6,5	8,5	13,8	15,0
Жир 6	187,0	0,5	1,5	2,1	3,7	5,1	6,4	8,3	12,3	13,9
Жир 6	185,6	0,4	1,9	1,7	4,2	5,7	8,0	7,0	9,9	7,6

Это уменьшение наиболее резко протекает в промежутке 20—45°. Дальнейшее повышение температуры вызывает значительно меньший спад вязкости, который все более уменьшается. Почти такая же картина изменений вязкости при этих температурах наблюдается у жира 3. Вязкость более насыщенного жира 5 резко падает после комнатной температуры (с повышением температуры). Но этот спад продолжается до 50—55°, далее вязкость уменьшается также, как у жиров 2, 6, 3. С повышением температуры, начиная от комнатной, разница между вязкостью жиров различной температуры фильтрации и различной насыщенности постепенно исчезает, и кривые стремятся к сближению. Дальнейшее по-

вышение температуры (выше 80°) несомненно привело бы к практически одинаковой величине вязкости для всех исследованных тюленьих жиров. Такое изменение вязкости у жиров с повышением температуры можно объяснить их степенью ассоциации. По-видимому тюленьи жиры сильно ассоциированы — и в температурных промежутках 15—45° для жиров 2, 6, 3 и 15—55° для жиров 5 резко уменьшают степень своей ассоциации, что приводит к соответственному снижению вязкости в этих температурных интервалах. К подобным жидкостям, как выяснено рядом авторов (1952), приложимо следующее экспоненциальное уравнение:

$$h = h_0 \cdot 10^{\frac{c}{t - t_0}}$$

h — вязкость исследуемой жидкости.

t — температура исследования.

c, t_0, t — некоторые постоянные, зависящие от рода жидкости. В частности, для стеариновой кислоты были получены следующие значения этих постоянных: C = 750, t_0 = —192, lgh = —2,130. К такого рода жидкостям приложимо также уравнение следующего вида: $h = Al^{\frac{B}{Rt}}$, где A и B постоянные для данной жидкости; R — универсальная газовая постоянная и t — абсолютная температура. В частности по Берналу для стеариновой кислоты эти постоянные равны: A = 0,002 и B — 5,87 ккал/мол.

Из общего анализа графиков 4—7 можно сделать следующий вывод. Во всех случаях при исследуемых переменных температурах наблюдается прямая зависимость между иодным числом данного жира и его вязкостью. Изменение вязкостей у отфильтрованных жиров 3, имеющих высокое иодное число и высокий процент насыщенных кислот в отличие от других жиров, подтверждает такую зависимость. Таким образом можно сказать, что иодное число является одной из характеристик данного жира.

Как указывалось, начиная с 45, 55°, у жиров начинается резкое повышение вязкости с понижением температуры исследования. Разница между величинами вязкости у различных жиров все более увеличивается с понижением температуры. Это особенно наглядно видно у жиров, неотфильтрованных и отфильтрованных при —9°. При сопоставлении

кривых вязкость—температура (в температурном интервале 15— —9°) у жиров, отфильтрованных при 4,0, —5, —9°, видны точки пересечения. Эти точки — результат пересечения кривых у жиров, отфильтрованных при 4,0 и —55° с кривой жира, отфильтрованного при —9°. Нетрудно увидеть, что такое изменение вязкости при пониженных температурах вызвано различием в температурах кристаллизации наиболее высокоплавких компонентов жирового расплава. Жиры, отфильтрованные при —9°, имеют самую низкую температуру кристаллизации высокоплавкой фракции данной системы. И эта температура лежит ниже исследуемого температурного интервала (—9 — 80°). Поэтому кривая вязкость — температура у этого жира является наиболее пологой даже и при пониженных температурах исследования (0 — —9°).

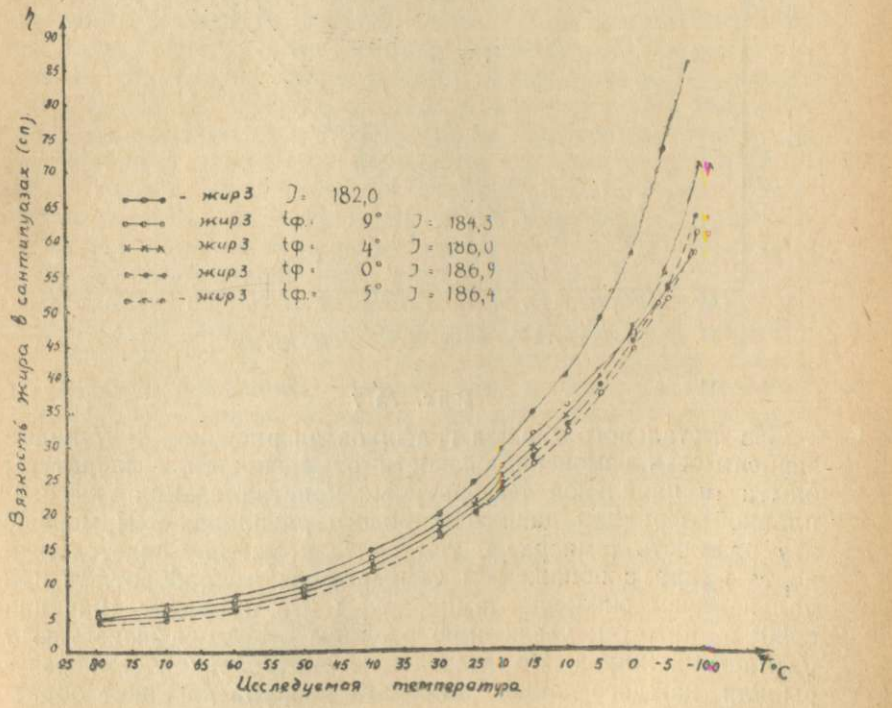


Рис. № 6

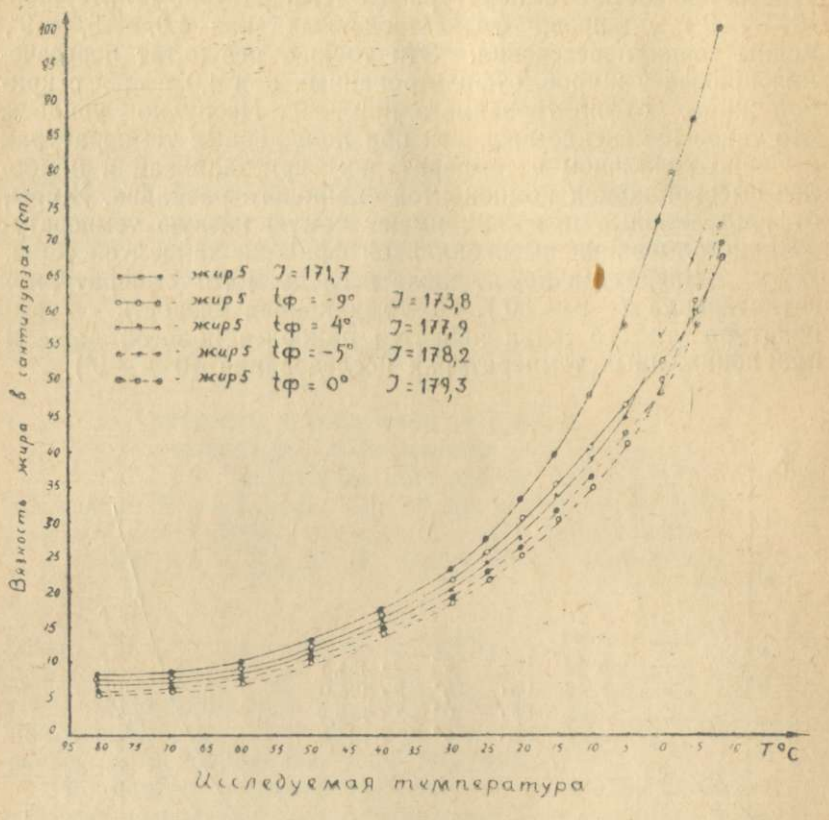


Рис. № 7

Из детального анализа графиков на рисунках 4—7 видна зависимость изменений вязкости от разностей температуры опыта и начальной температуры кристаллизации высокоплавкой фракции данного жирового расплава. Чем меньше эта разность температур, тем более резко повышается вязкость жира с понижением температуры и наоборот. И при дальнейшем снижении температуры это приводит (начиная с 80° и ниже) к увеличению разницы между вязкостью у различных жиров. Но затем после определенной температуры для каждого данного жира эта разница начинает обратно уменьшаться.

Нетрудно заметить, что уменьшение начинается при тем-

пературах близких к области кристаллизации высокоплавких компонентов данной системы. Следовательно, исследуя вязкость при температурах более высоких, чем температура кристаллизации высокоплавких компонентов, жиры находятся в различном удалении от этой зоны кристаллизации. Изменяется внутреннее состояние жирового расплава, его степень ассоциации, что влияет на величину вязкости. Выше сказанные изменения находятся в прямой зависимости от насыщенности жиров. Так у более насыщенного жира 5 резкое повышение вязкости наступает при более высоких температурах (на 5, 10°), чем у других жиров. Кроме того абсолютные величины вязкости у этого жира значительно выше. Необходимо отметить, что все вышесказанное относится к жировому расплаву, состоящему только из жидкой фазы. При исследованиях в зонах кристаллизации высокоплавкой фракции жир состоит из жидкой фазы, в основном ненасыщенных глицеридов, в среде которых распределены более насыщенные глицериды, образующие кристаллическую взвесь (твердая фаза). Данная область исследования для каждого жира характеризуется наибольшими величинами вязкости. Эти величины зависят от количества и размеров кристаллической взвеси (ненасыщенных триглицеридов). Этим объясняется более высокая вязкость жиров 5 в зонах кристаллизации высокоплавкой фракции данной системы, что наглядно видно из анализа цифровых данных таблицы 5.

Исследование зависимости вязкости от температуры дает более ясную картину закономерностей процесса фильтрации тюленьих жиров. Из общего анализа можно сделать вывод, что вязкость оказывает значительное влияние на величину скорости фильтрации, особенно при пониженных температурах исследования. Резкий спад скорости фильтрации у жиров с понижением температуры, наряду с другими факторами, объясняется также и тем, что с понижением температуры быстро увеличивается вязкость жира. У жиров различного химического состава вязкость по-разному влияет на скорость фильтрации. При фильтрации жиров с высокими иодными числами вязкость жидкой фазы способствует повышению скорости фильтрации.

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования, а также анализ работ в области температурной зависимости вязкости, позволяют сделать следующие выводы.

1. При определении коэфициентов расширения жиров в промежутке — 9 80° весь температурный интервал делится на 3 зоны. В интервале 80—20° коэфициент расширения тюленьих жиров составляет 0,00058—0,00060, при температурах 6 20° этот коэфициент несколько больше и равен 0,00060—0,00068. В зонах температур кристаллизации высокоплавкой фракции коэфициент расширения жиров увеличивается. В наших исследованиях он составлял 0,00080—0,00091.

2. Выкристаллизация из жиров высокоплавких фракций глицеридов при различных температурах изменяет вязкость жира. Это изменение соответствует изменениям ненасыщенности жирового расплава. Кривая вязкости во всех случаях является зеркальным отображением кривой иодных чисел. По мере увеличения степени непредельности жиров их вязкость уменьшается. В этом отношении жиры напоминают некоторые ассоциированные жидкости, на величину вязкости которых влияет их степень ассоциации.

3. Тюленьи жиры сильно ассоциированы и в температурных промежутках 15—45° для жиров более ненасыщенных (2, 6, 3) и 15—55° для жиров более насыщенных резко уменьшают степень своей ассоциации, что приводит к соответственному снижению вязкости в этих температурных интервалах.

4. Исследования зависимости вязкости от температуры и непредельности жиров показывают следующее. Если исследовать при одинаковых температурах вязкость жиров, отфильтрованных при различных температурах, то у этих жиров область относительно высоких вязкостей будет соответственно сдвигаться. И этот сдвиг находится в зависимости от конечной температуры кристаллизации «стеариновой» фракции, т. е. температуры, при которой жир был отфильтрован. Следовательно, то внутреннее состояние ориентирования молекул определенным образом, которое наступает у жирового расплава при температурах близких к температуре кристаллизации высокоплавких компонентов данной системы, нарушается. В связи с понижением температуры кристаллизации в жирах создаются условия, затрудняющие образование кристаллов триглицеридов. Все эти изменения влияют на степень ассоциации жирового расплава (соответственно иодным числам) и изменяют вязкость жира.

ЛИТЕРАТУРА

Гатчек К. 1952. Вязкость жидкостей. Государственное техническое издательство, М.

Магомаев А. 1958. Исследование жиров каспийского тюленя. Издательство Дагестанского филиала АН СССР, г. Махачкала.

Поспелов Б. А. 1955. Вязкость некоторых стекол в интервале температур размягчения и обжига. Журнал физической химии, т. XXIX.

Поспелов Б. А. 1955. Зависимость вязкости стекол от температуры. Журнал физической химии, т. XXIX.

Равич Г. Б. и **Цуринов.** 1952. Фазовая структура триглицеридов. Издательство АН СССР, М.

Höpler A., Höpler F. 1954. Viskosimeter für pflanzlich tierishe und mineralische, Berlin.

ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени В. И. ЛЕНИНА

1959 УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ Том V.

Биологические, химические
и физико-математические науки

СВЯЗЬ С ПРОИЗВОДСТВОМ В КУРСЕ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ В ВУЗЕ

Ф. М. АЛИБЕКОВА
ст. преподаватель.

Данная статья является попыткой кратко изложить опыт осуществления профессиональной направленности преподавания в процессе изложения курса неорганической химии в высшем учебном заведении.

При чтении курса преследуется цель формирования у будущих учителей особенно отчетливых знаний по профилирующим темам, одной из которых является ознакомление с химическими производствами.

Одновременно, мы постарались дать некоторые советы молодым учителям для улучшения преподавания в школе названной темы.

Программа по химии в средней школе обязывает учителя познакомить учащихся VIII класса с производством синтетической соляной кислоты, серной кислоты контактным способом; учащихся IX класса с производством аммиака, азотной кислоты, азотных удобрений, суперфосфата и с газификацией твердого топлива; учащихся X класса с производством алюминия, чугуна, стали, с переработкой нефти с коксованием углей и с производством уксусной кислоты.

Программа обязывает ознакомить учащихся со следующими общими принципами химического производства: обогащением сырья, оптимальным развитием поверхностей реагирующих веществ, применением оптимальных температур, давлений, применением катализаторов, противотока, теплообмена, циркуляции реагирующих веществ.

В 1956/57 уч. году кафедрой химии Дагестанского педагогического института имени С. Стальского была проведена контрольная работа в некоторых районных и городских школах

республики. Кафедра получила материал по четырнадцати школам: трем городским и одиннадцати районным.

Общими недостатками в ответах учащихся, на наш взгляд, являются следующие:

1. Отсутствие прочных знаний химических реакций, лежащих в основе производства.

2. Недостаточно ясное понимание, что изучаемые в классе химические реакции с их особенностями используются в промышленности и осуществляются в производстве в иных «производственных» условиях (не реактивы, а сырье, не химическая посуда, а заводская аппаратура и т. д.)

3. Недостаточная отработанность понятий: «ускорение реакции», «полное использование исходных продуктов».

Причиной недочетов в знаниях учащихся являются следующие недостатки в преподавании:

1. Отсутствие должной наглядности при изложении рассматриваемых вопросов. В некоторых школах районов нет еще необходимой базы для проведения практических занятий и демонстраций: не выделены классы-лаборатории, учителя плохо приобретают химическую посуду и реактивы, должность лаборанта используется не по назначению.

Руководители школ мало беспокоятся о правильной постановке преподавания, а учителя школ в таких случаях не проявляют упорной, принципиальной настойчивости.

2. Многие учителя не добиваются систематических знаний основ химического производства. В школе не достигли того, чтобы изучение производства соляной и серной кислоты, аммиака и азотной кислоты, чугуна и стали составляли единую систему уроков, а именно: в 8 классе при ознакомлении с производством соляной кислоты начиналось бы формирование понятий о способах ускорения реакций и более полного использования исходных продуктов; чтобы эти понятия расширялись и закреплялись при изучении производства серной кислоты; наконец, чтобы в 9 классе накопленные знания обобщались, учащиеся знакомились бы с общими принципами химического производства. Рассмотрим подробнее, как должна строиться такая система уроков.

В 8 классе при ознакомлении с производством синтетической соляной кислоты учащиеся получают первое представление о наиболее полном использовании исходных продуктов и о методах, которыми это достигается. Учащиеся познают необходимость возможно более полного поглощения хлористого водорода для получения концентрированной соляной кислоты.

Они узнают, что полное использование хлора осуществляется при избыточной концентрации водорода, а хлористого водорода благодаря противоточному движению газа и воды. На этом же уроке говорится о необходимости ускорения реакции. Рассказывается, что поглотительные башни снабжены внутри «насадкой» из керамических колец, и это способствует ускорению поглощения хлористого водорода.

Уже после этого первого в системе урока учащиеся должны уметь отвечать на вопросы:

Как достигается более полное использование хлора в производстве соляной кислоты?

Как достигается более полное использование хлористого водорода в производстве соляной кислоты?

А при опросе по этому уроку учащиеся должны ответить на вопросы: какие способы применяются в производстве соляной кислоты для ускорения процесса и более полного использования хлора и хлористого водорода?

На уроке по ознакомлению с производством серной кислоты закрепляется представление об избыточной концентрации одного из реагирующих веществ для более полного использования другого вещества. Учащиеся узнают, что для более полного обжига серного колчедана и получения сернистого газа в большом количестве применяется избыток воздуха, иначе говоря, избыточное количество кислорода.

Здесь же закрепляется представление о противотоке как о способе, позволяющем полнее использовать взаимодействующие продукты, здесь говорится о том, что поглощение паров серного ангидрида поглотителями осуществляется противотоком. На этих же уроках закрепляется понятие об увеличении поверхности соприкосновения реагирующих веществ для ускорения реакций; рассматривается и то, что при обжиге колчедана последний измельчается, чем достигается большая скорость взаимодействия колчедана и кислорода воздуха.

На занятиях по ознакомлению с производством серной кислоты дается первое понятие о наиболее выгодной оптимальной температуре. Учащиеся узнают, что обжиг колчедана ведется при температуре 850°. Более высокая температура хотя и ускоряет процесс, но быстро разрушает материал печи. При низкой температуре скороость обжига сильно снижается, и сера не успевает выгореть.

При ознакомлении с производством серной кислоты учащиеся знакомятся с катализатором как мощным ускорителем реакции; снова встречаются со значением оптимальной темпе-

ратуры, т. к. в обратном процессе почти полное окисление сернистого газа в серный ангидрид происходит при температуре примерно 450°.

Учащиеся, следовательно, узнают, что до пропускания через катализатор газы должны быть нагреты до 450°, что при более низкой температуре скорость окисления даже в присутствии катализаторов очень мала. При более высокой температуре серный ангидрид неустойчив, распадается на сернистый газ и кислород.

Здесь же учащиеся впервые знакомятся с ролью теплообменников. Они узнают, что нагрев взаимодействующих сернистого газа и кислорода до 450° перед входом их в контактный аппарат осуществляется в теплообменнике, что в конктактном аппарате благодаря тому, что взаимодействие кислорода с сернистым газом идет с выделением тепла температура повышается до 600°. При этой температуре часть серного ангидрида снова превращается в сернистый газ, и поэтому происходит не полное окисление.

Учащимся сообщается, что для того, чтобы добиться полного окисления, необходимо охладить газ до 450° и снова направить в катализатор. Тепло отводится в том же теплообменнике. Горячие газы, содержащие продукт реакции—серный ангидрид, встречаясь в теплообменнике с холодной смесью еще не реагировавших газов, нагревают эти последние до 450°, а сами при этом также охлаждаются примерно до 450°.

После уроков по ознакомлению с производством серной кислоты учащиеся должны уметь отвечать на такие вопросы:

1. Как достигается полное использование серного колчедана и сернистого газа в производстве серной кислоты?

2. Каким способом достигается ускорение процессов в производстве серной кислоты?

При ознакомлении с производством аммиака в 9-м классе все эти знания закрепляются. Учащиеся вновь встречаются с применением катализатора для ускорения синтеза аммиака; с методом рационального использования тепла реакции при помощи теплообменника; с необходимостью поддерживать в присутствии катализатора высокую температуру 450—500° для достижения достаточной скорости. Учащиеся снова убеждаются в том, что в обратимом процессе синтеза аммиака повышение температуры влечет за собой разложение полученных про-

дуктов. Здесь учитель рассказывает о том, что для лучшего выхода продукта нужно применить высокое давление. Но что при температуре 450—500° даже при очень высоких давлениях аммиак разлагается на азот и водород и количество аммиака уменьшается. Поэтому используют метод циркуляций реагирующих веществ.

После уроков по ознакомлению с производством аммиака учащиеся должны ответить на вопросы:

1. Как достигается полнота использования исходных продуктов в производстве аммиака?

2. Как достигается большая скорость реакции в производстве аммиака?

3. Какими способами достигается в химическом производстве полное использование исходного сырья?

4. Какими способами достигается в химическом производстве ускорение реакции?

Используя ответы учащихся, учитель может дать обобщенные сведения о том, что в производстве для лучшего протекания реакции и лучшего выхода продуктов применяются следующие общие принципы химического производства: обогащение сырья, оптимальная температура, оптимальное давление, оптимальная поверхность реагирующих веществ, циркуляция реагирующих веществ, теплообмен.

Ознакомление с основами химического производства в курсе неорганической химии

Мы перечислили ряд недочетов в преподавании химии, обусловливающих недостатки в знаниях учащихся. Добавим к сказанному ещё и такой недостаток, как недостаточно полное овладение некоторыми учителями знаниями об основах и принципах химического производства.

Вопросы, связанные с изучением основ и принципов химического производства неорганических продуктов, находят отражение как в школьной программе по химии, так и в вузовских программах по курсам неорганической химии, методики преподавания химии, основ химической технологии.

Сопоставляя школьную программу с программами педвузов, мы видим следующую картину:

Школьная программа	Программа неорганической химии	Программа методики химии	Программа основ химич. технологии
VIII класс			
Производство синтетической соляной кислоты	Промышленное получение и применение соляной кислоты	Ознакомление учащихся с химическими производствами	Производство синтетической соляной кислоты; её применение
Производство серной кислоты контактным способом	Промышленные способы получения серной кислоты		Производство серной кислоты. Принцип противотока. Принцип использования теплоты реакции. Принципы непрерывности производства и разделения процесса на стадии
IX класс			
Производство аммиака, азотной кислоты, азотных удобрений, суперфосфата.	Промышленное получение азотной кислоты и её солей и т. д.		Аммиак и азотная кислота, Принцип циркуляции

Из таблицы явствует, что вооружение студентов знаниями о производстве химических продуктов неорганической химии осуществляется 3-мя химическими дисциплинами: методикой преподавания химии, неорганической химией, курсом химической технологии.

Курс методики химии вооружает будущих учителей методическими приемами и навыками изложения производственных процессов в школьном курсе химии.

В курсе неорганической химии показывается важное народнохозяйственное значение химических процессов; применение на практике химических закономерностей, из которых вытекают научные принципы химического производства.

В курсе неорганической химии приходится обращаться в определенной мере к технике и технологии производства, знакомить в общих чертах с принципиальной схемой производства, а также с устройством и работой, тоже в общих чертах, наиболее типичных химических аппаратов.

Курс основ химической технологии дает знания об основных процессах и аппаратах химической технологии и специфических понятиях химической технологии.

Отличаясь различным подходом к изучению химического производства, курсы неорганической химии и основ химической технологии в то же время связаны между собой.

Связь выражается прежде всего в том, что курс основ химической технологии опирается на знание студентами свойств и способов получения химических продуктов и закономерностей химических реакций.

Таким образом, ознакомление в курсе неорганической химии с основами химического производства и с его общими научными принципами и закономерно, и необходимо.

Ознакомление с химическим производством в лекционном курсе

Ознакомление с основами и принципами химического производства в лекционном курсе неорганической химии осуществляется в следующем плане.

На первом этапе изучаются законы химических превращений, управляющие зависимостью между скоростью химической реакции с одной стороны, её направленностью (полнота реагирования исходных продуктов) с другой стороны и условиями, при которых данная реакция протекает.

При изучении законов химических превращений необходимо обратить внимание на изучение качественной характеристики реакции. Такая необходимость вытекает из того, что каждая качественно определенная реакция по особому подчиняется общим закономерностям.

Характеристика реакции включает следующие признаки: обратима реакция или необратима; представляет ли гомогенную систему или гетерогенную; каталитическая либо некаталитическая. Если реакция обратима — какое направление её является нужным; с каким эффектом идет реакция в нужном направлении: выделяется тепло или поглощается; уменьшается давление или увеличивается.

Характеристика реакции — это первая и необходимая ступень в познании законов химических превращений.

Большое место при изучении законов химических превращений отводится каталитическим процессам, значению катализаторов для ускорения наступления химического равнове-

сия в обратимой реакции. Изучаются основы гомогенного и гетерогенного катализа.

После изучения каждого закона, его сущности, его теоретической основы показывается значение закона для создания благоприятных условий производства нужных продуктов. Эта часть работы над лекционным материалом очень важна потому, что здесь раскрывается научность принципов производства, показывается, что эти принципы вытекают из законов химических превращений.

Качественная характеристика реакции и значение законов химических превращений, как основы научных принципов производства являются важнейшими моментами и должны находиться в поле зрения лектора.

Вторым этапом изучения основ и научных принципов химического производства является анализ отдельных химических процессов, их закономерностей, их использования в практике.

Изучение отдельных промышленных процессов строится в следующем плане:

1. Дается характеристика реакции, лежащей в основе химического производства.

2. Выявляются закономерности реакции.

3. Выявляются исходя из закономерностей условия наиболее выгодного протекания и принципы производства.

4. Рассматривается в общих чертах схема производственного процесса.

Таким путем изучаются промышленные способы производства соляной, серной кислоты, аммиака и др.

Указанный метод изучения химических производств, удовлетворяя принципу взаимопроникновения теории и фактов дает хороший результат.

Ознакомление с основами химического производства на практических занятиях

Основная задача на практических занятиях сводится к тому, чтобы тщательнее изучить те химические реакции, которые лежат в основе производственных процессов.

Стремясь к формированию у будущих учителей навыков конструирования простейших приборов и выполнения опытов по синтезу веществ, имеющих промышленное значение, мы ввели в цикл практических работ по неорганической химии

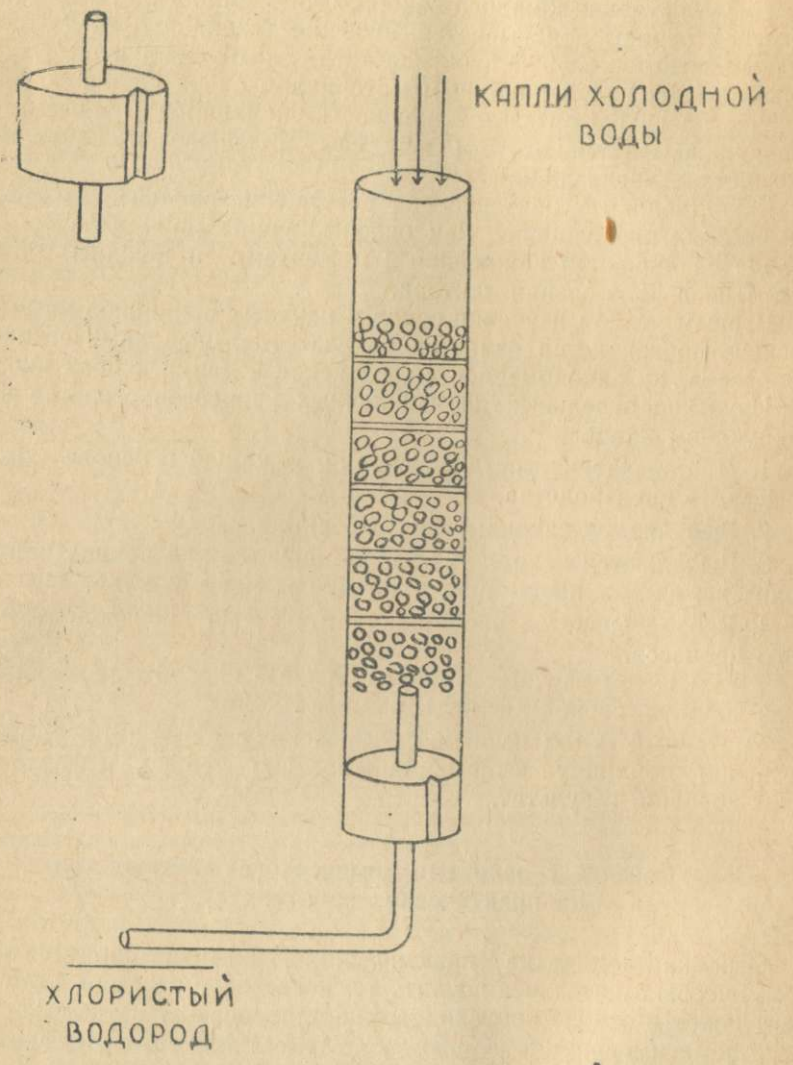


Рис. № 1

на 1-м курсе факультета естествознания следующие простейшие пробирочные опыты: *).

1. Синтез хлористого водорода.
2. Синтез аммиака.
3. Синтез серного ангидрида
4. Противоточное движение с образованием соляной кислоты.
5. Синтез соды.
6. Горение аммиака.

Противоточное движение с образованием соляной кислоты

Этот простой опыт производится следующим образом.

Пробирка, на дне которой пробито отверстие, применяется в качестве поглотителя хлористого водорода.

Отверстие закрывается пробкой с вставленной в неё отводной трубкой, через которую в поглотитель поступает хлористый водород. Вдоль пробки вырезана бороздка, через которую стекает соляная кислота. (Рис. 1).

Пробирка с вставленной снизу пробкой заполняется для увеличения поверхности соприкосновения кусочками фарфора (бой фарфоровой чашки, блюдца и т. п.) и листиками синей лакмусовой бумаги послойно: слой фарфора 1/2—2 см. и лакмусовая бумага, снова кусочки фарфора и лакмус, таких 3—4 слоя.

К концу отводной трубки в нижней части поглотителя подключается пробирка с поваренной солью (слой примерно 1 см), смоченной концентрированной серной кислотой. Одновременно через верхнее отверстие поглотителя подается каплями вода.

Стекающая соляная кислота собирается в маленький стаканчик (кристаллизатор, часовое стекло), смоченный азотнокислым серебром. Образуется белый творожистый осадок хлористого серебра.

В поглотителе ясно просматривается, как с движением газа наверх и воды вниз постепенно окрашиваются благодаря образованию соляной кислоты кусочки лакмусовой бумаги сначала внизу, а затем все выше.

*) Первые три опыта описаны в журнале «Химия в школе». 1958 г., № 1.

«Синтез соды» является видоизменением предыдущего. К отводной трубке в нижней части поглотителя подсоединяется источник получения углекислого газа.

Снизу вверх по поглотителю движется углекислый газ. Сверху подается приготовленный на холоду насыщенный раствор поваренной соли в концентрированном водном растворе аммиака.

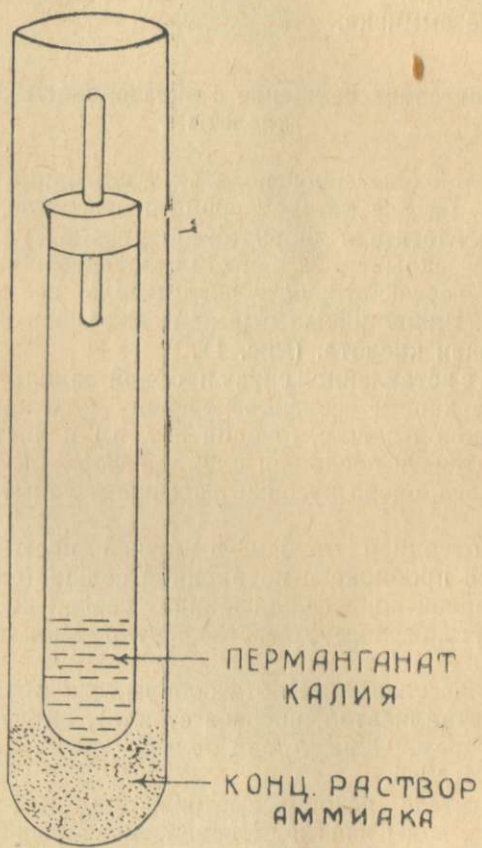


Рис. № 2

Через бороздку пробки в маленький стаканчик или кристаллизатор стекает жидкость, содержащая мелкие кристаллики гидрокарбоната натрия.

Кристаллики легко обнаруживаются при приливании раствора соляной кислоты, так как от каждого кристаллика идут струйки углекислого газа.

Горение аммиака

В широкую пробирку насыпается слой перманганата калия (2 см). Слегка прокаливается до получения положительной пробы на кислород. В широкую пробирку быстро вставляется узкая пробирка, закрытая пробкой с отводной трубкой. В пробирке находится 2—3 мл концентрированного раствора аммиака. У отверстия трубки (находящейся в кислороде) аммиак поджигается и горит хорошо заметным пламенем (Рис. 2).

Ознакомление с химическим производством на экскурсиях

Значение экскурсий для изучения основ химического производства общеизвестно.

Экскурсия дает самое наглядное представление о химических реакциях, лежащих в основе производства, о принципах производства, о типовых аппаратах.

Мы проводим на первом курсе одну экскурсию на нехимическое производство — ТЭЦ, другую — на кислородную установку Дагнефти. Методика проведения этих экскурсий описана (Ученые записки ДГУ, в. 1, 1958 г.).

Ознакомление с химическим производством при выполнении курсовых работ по неорганической химии

Курсовые работы имеют большое значение для ознакомления будущих преподавателей химии с химическим производством, с его основами и принципами.

Преследуя цель подготовки учителей, обладающих знаниями и умениями, необходимыми для осуществления политехнического обучения, мы выдвинули такие темы курсовых работ, как:

1. Синтезы практически важных солей.
2. Опыты с катализаторами.
3. Изготовление моделей производственных установок.
4. Ознакомление с производственными процессами:

очистка воды в промышленности;
производство кислорода;
термическая обработка металла.

Первая выдвигаемая нами тема дает возможность студентам познакомиться с методом синтезирования веществ, приготовления чистых химических реактивов, кристаллизации веществ.

Ценность работы заключается в том, что она расширяет кругозор будущего учителя, помогает формированию навыков химического экспериментирования.

Работа состоит из литературного описания и экспериментальной работы.

Студенты, выполнившие работу на тему «Приготовление квасцов», собрали литературу по синтезу неорганических соединений, описали различные методы приготовления квасцов; сами приготовили ряд красивых больших кристаллов, причем в одном случае несколько изменили описанную в литературе методику.

Кристаллы, полученные студентами, были использованы на выставке, подготовленной к конференции молодых учителей.

Курсовая работа на тему «Опыты с катализаторами» представляет интерес в том отношении, что от выполняющих работу требуется ознакомление с теорией катализа, изучение ряда каталитических реакций, экспериментирование над катализаторами.

Студенты, выполнившие данную курсовую работу, собрали достаточный литературный материал, Они составили библиографию; познакомившись с литературными источниками, составили реферат, в котором осветили следующие вопросы:

1. Что такое катализ.
2. История развития представлений о катализе.
3. Применение катализа в народном хозяйстве
4. Каталитическая реакция-синтез аммиака.

Товарищами проделана следующая экспериментальная работа: установлены лучшие условия для синтеза аммиака с катализатором—восстановленным порошкообразным железом в лабораторных опытах; приготовлен катализатор из отходов стружек; результатом работы является приготовление дешевого катализатора из отходов-опилок, получающихся в больших количествах в мастерских института. Данные работы товарищей будут использованы при проведении практических занятий со студентами первого курса.

Выполнение работы по изготовлению моделей заводских установок требует ознакомления с основами и принципами химического производства, со схемами-чертежами производственных установок, а также требует приобретения ряда навыков: работы с деревом, с металлом, паяния, клепания и т. п.

Студенты, выполнившие названную курсовую работу, подобрали достаточное количество литературы, дали теоретическое описание способов производства серной кислоты, особенно подробно описали устройство и работу обжиговой колчеданной печи, составили её чертеж. Затем под руководством мастера артели они овладели необходимыми навыками работы с жестью, под руководством другого мастера — необходимыми навыками работы с деревом.

Результат работы товарищей — изготовление простой демонстрационной модели и разборной модели обжиговой колчеданной печи.

Несмотря на свою простоту, эти модели дают наглядное представление об устройстве и работе производственной установки.

Наглядные пособия, изготовленные студентами, были также использованы на выставке, посвященной конференции молодых учителей.

Работа над темой «Очистка воды в промышленности» потребовала от студентов теоретического ознакомления с вопросом; изучения методов использования и подготовки воды в системе электроснабжения на Махачкалинской ТЭЦ; изучения отдельных аппаратов и установок; составления простейших схем производственных процессов; ознакомления с историей предприятия, с ведущими профессиями, с народнохозяйственным значением его и, наконец, работы на предприятии в вечернюю смену в течение 10 рабочих дней в качестве дублеров дежурного персонала в цехе по химической подготовке воды.

Студенты, работая над курсовой работой «Производство кислорода», дали описание теоретических основ сжижения и разделения жидкого воздуха; познакомившись на практике с производством кислорода на установке Дагнефти в городе Махачкале, они составили простейшие схемы производственных процессов и чертежи наиболее важных аппаратов; проделали опыты с жидким воздухом; проработали в течение 7 рабочих дней в отделениях установки под руководством дежурного персонала. В своей работе товарищи дали описание экономического значения, истории и работы предприятия.

Выполняя курсовую работу на тему «Термическая обработ-

ка металлов», начали с составления библиографии, с изучения теоретических основ термической обработки металлов. Результатом такой работы явилось составление реферата на тему «Теоретические основы термической обработки металла».

Подготовившись в достаточной степени теоретически, товарищи пошли на судомеханический завод имени М. Гаджиева и детально ознакомились с интересующими их процессами, проработав на заводе в термическом отделении и литейном цехе в общей сложности до 14 дней.

В курсовой работе описана подробная история возникновения и развития завода. Показано, как на месте кустарного маленького предприятия дореволюционного Дагестана за годы Советской власти вырос мощный завод, сыгравший большую роль в обороне в годы Великой Отечественной войны 1941—1945 г. Завод завоевал знамя Госкомитета обороны и имеет в настоящее время большое народнохозяйственное значение. В курсовой работе приведены таблицы и диаграммы, показывающие рост производительности труда и мощности завода из года в год.

В курсовой работе дано подробное описание литейного цеха. Описываются важнейшие операции: приготовление литейных форм, сушка, сборка форм под заливку, плавка стали, плавка чугуна, заливка форм, остывание и выбивка. Работая в литейном цехе, авторы курсовой работы ознакомились с профилями специалистов, с новыми профессиями.

К описанию работы в литейном цехе приложены схема тигельной печи, схема вагранки.

Работая в термическом отделении, товарищи хорошо усвоили процесс закалки стали.

В работе описывается, как производится обжиг, закалка и отпуск стальных изделий, как производится их цементация, как производится термофиксация колец и т. д.

Описывается подробно устройство и работа муфельной и шахтной печи, к описанию прилагаются их схемы.

Во время работы на заводе студенты установили хороший контакт с инженерно-техническим персоналом, с мастерами, рабочими различных специальностей.

Проделанная нами работа позволяет сделать следующие выводы:

1. Знание запросов школьной практики изучения основ химического производства и состояния их изложения ориентируют преподавателя на целеустремленное и целенаправленное

изучение основ и принципов химического производства в процессе изучения неорганической химии.

2. В лекционном курсе химии следует излагать их в два этапа: при изучении законов химических превращений и при изучении отдельных производств. Изучая законы, следует особенно тщательно раскрывать вопросы их использования в химическом производстве.

Отдельные промышленные производства следует изучать в системе: характеристика реакции—закономерности реакций и условия их лучшего протекания — принципы производства—общая схема производства.

3. При проведении практических занятий следует добиться приобретения студентами прочных навыков по осуществлению реакций, лежащих в основе производства.

4. При проведении экскурсии необходимо обратить внимание на составление методически обоснованного плана-маршрута экскурсии, проводимой инженерно-техническим персоналом и на разработку простейших схем процессов, по которым подготовить студентов к предстоящей экскурсии.

5. При выполнении курсовых работ важнейшим моментом является непосредственная работа на производстве и непосредственный контакт будущих учителей с работниками предприятий.

ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени В. И. ЛЕНИНА

1959 УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ Том V.

Биологические, химические и
физико-математические науки

РАДИОАКТИВНОСТЬ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД В ОКРЕСТНОСТЯХ гор. МАХАЧКАЛЫ и КУРОРТА ТАЛГИ

А. А. БАБАЕВ
доцент, кандидат физико-математических наук.

Радиоактивные воды — это воды, содержащие в своем составе повышенные количества радиоактивных элементов. Все воды обладают радиоактивностью и содержат определенные количества урана, радия, радона и других радиоактивных элементов. Наиболее богаты радиоэлементами подземные воды, меньше всего их в водах рек. В подземных водах содержание урана достигает сотых долей миллиграмма на литр, радия — миллионных долей, радона — до тысячи мах *.

Радиоактивные воды, в зависимости от преобладания тех или иных радиоэлементов, подразделяются на 3 основные группы: радоновая, радиевая и радоно-радиевая. Кроме того, различают мезоториево-радиевые и урано-радиевые воды.

Радиоактивность подземных вод обусловлена содержанием в горных породах радиоактивных минералов. Радиоактивные воды возникают и на участках вторичного скопления радиоактивных элементов. Месторождения радоновых вод часто приурочены к зонам тектонических разрывов и к участкам дробления пород (Овчинников А. М. 1947.). Все радиоактивные элементы сосредоточены в верхней зоне земной коры до глубины в 20 км. (Модестов В. К. 1941).

Обогащение подземных вод радием и радоном зависит от многих факторов: от количества радиоактивных элементов в горных породах, по которым протекают воды, от степени разрушенности породы, от скорости движения воды и от ак-

* Мах — единица измерения радиоактивности минеральных вод.

тивных свойств воды по отношению к данной породе и радиоактивному минералу.

Радон, как газ, попадает в раствор из эманирующих коллекторов путем диффузии, радий переходит в раствор при выщелачивании горных пород, а уран лишь в том случае, если радиоактивный минерал полностью растворяется водой.

При миграции вод радий выпадает в осадок или адсорбируется на мелкодисперсных породах, илах—осадках источников, органических веществах и при определенных условиях может накапливаться в некоторых участках и является источником образования радоновых или радоно-радиевых вод. В радоновых термальных водах содержание радона в выделяющемся газе обычно в 4—5 раз выше, чем в воде (Старик И. Е. 1938).

II. Постановка задачи.

Исследование радиоактивности минеральных вод имеет весьма большое народно-хозяйственное значение. Например, радиоактивные воды используются для лечения ряда заболеваний: нарушения обмена веществ, заболевания суставов, нарушения функций периферических нервов, расстройства действия сердечно-сосудистой системы и т. д. (Соколов С. Н. 1941).

Немаловажное значение имеет исследование радиоактивности вод для нахождения месторождений самопроизвольно расщепляющихся элементов. Учитывая сказанное, мы решили исследовать радиоактивность минеральных и буровых вод Дагестана.

Исследованием радиоактивности минеральных вод Дагестана занимались академик В. И. Вернадский, П. Мятельник и С. Савченко. В 1930 году они исследовали радиоактивность вод в Дузлаке, Огнях и Берикее. По их данным наибольшую радиоактивность имела вода скважины № 3, которая находится в Огнях. В том же году профессор Милин измерял радиоактивность вод Талгов (результат — 0,32 маха на 1 литр). (Милин В. Б. 1931).

В нашем плане стояло исследование радиоактивности тех вод, которые не исследованы, и тех вод, радиоактивность которых уже исследована. Нами применяется более совер-

шенная аппаратура, чем та, которую применяли до сего времени исследователи.

Кроме того, необходимо иметь в виду то, что данные по радиоактивности вод Дагестана получены различными методами. Желательно иметь данные по радиоактивности вод, полученные в результате применения одной и той же методики в одних и тех же условиях для сравнения радиоактивности различных источников.

III. Экспериментальные данные и их анализ

В 1954—1957 годах мы исследовали радиоактивность минеральных вод окрестностей города Махачкалы, которые выходят из скважин №№ 27, 95, 175, 85, 48. Часть воды из скважины № 27 используется в бане по ул. Дахадаева. Эти воды с температурой в 60°С выходят фонтаном из чокракского горизонта третичного периода с глубины 1300—1553 м. Дебит всех скважин составляет 2000 м³ в сутки.

Химический анализ этих вод был произведен в лаборатории Дагестанского филиала АН СССР.

В таблице № 1 дается примерный химический состав этих вод.

Анализ вод № 1 (скв. № 175—95)

№№ п. п.	Наименование определений	Мг/л	Мг/экв.
1.	Карбонат (ион CO_3'')	нет	нет
2.	Гидрокарбонат (HCO_3)	1360,3	22,31
3.	Сульфат (ион SO_4'')	315,93	6,58
4.	Хлор (ион Cl')	489,9	4,026
5.	Бром (ион Br')	нет	нет
6.	Иод (ион J')	нет	нет
7.	Кальций (ион Ca'')	37,00	1,84
8.	Магний (ион Mg)	1,31	0,10
9.	Щелочные металлы (N+K)	712,31	30,97
10.	Нефтеновые карбонаты	нет	нет
11.	Полуторные окиси R_2O_3	6	—
12.	PH	6,6	—
13.	NO_2'	нет	—
14.	NO_3'	есть	—
15.	NH_4	1,5	—
16.	Плотный остаток	2244	—

Исследование радиоактивности минеральных вод в окрестностях города Махачкалы нами проводилось с 14 декабря 1954 года сначала электрометром Шмидта, а в последнее время электрометром СГ-1М, чувствительность которого равна 10^{-15}А.

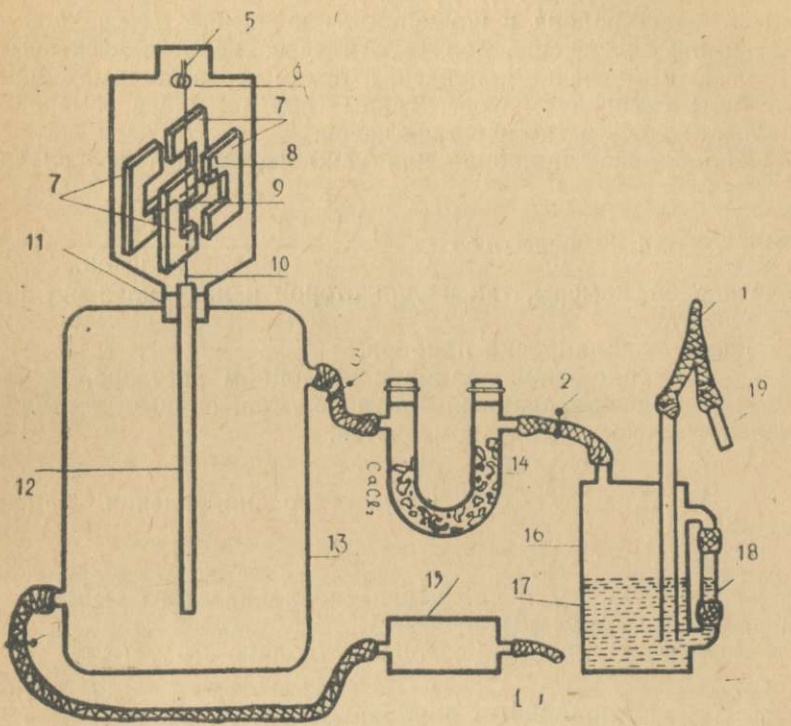


Рис. № 1. Схема установки

Методика измерения.

До измерения радиоактивности вод нами был проградуирован электрометр СГ-1М сразу двумя эталонами ($1{,}18 \cdot 10$ г $^{-8}$Ra и $1{,}18 \cdot 10$ г $^{-9}$Ra) по следующему методу. Сперва эти эталоны были предварительно распаяны и хорошо проветрены, а после, запаяв их, мы оставили для накопления продуктов распада радона на три дня. По истечении трех дней накопленный в барбаторах радон был переведен

в ионизационные камеры. Время накопления радона учитывалось с точностью до 1 часа от момента проветривания до момента ввода радона в ионизационные камеры.

Само накопление определялось по особой таблице накопления радона $\left(1-e^{-\lambda t}\right)$. Градуировка производилась сразу после ввода радона в ионизационную камеру через каждые пять минут в течение получаса и через каждые десять минут также в течение получаса, а потом через каждые 30 минут в течение двух часов. Таким образом, все измерения производились в течение трех часов.

Калибровка прибора для каждого конкретного случая вычисляется по формуле $K = \frac{q\left(1-e^{-\lambda t}\right)}{j}\ \frac{\text{Кюри}}{\text{дел/мин.}}$ как для первой камеры, так и для второй и находился средний результат.

Где К — калибровка прибора,

Д — содержание радия в эталонном растворе,

J — ионизированный ток в дел/мин. за вычетом натурального тока, если он измеряется.

$\left(1-e^{-\lambda t}\right)$ — есть выражение накопления радона из радия

$\left(1-e^{-\lambda t}\right)$ и численная величина этого выражения находится из таблицы.

Результат эталонировки дан в таблице № 2.

Эталонировка прибора СГ-1М № 14358 Дагестанского университета.

Таблица № 2

К 5′ = 1.48 : 10^{-11}	кюри / дел/мин.	= 0,15	эман.
К 10′ = 1.45 : 10^{-11}	—"—	= 0,14	—"—
К 15′ = 1.42 : 10^{-11}	—"—	= 0,14	—"—
К 20′ = 1.31 : 10^{-11}	—"—	= 0,13	—"—
К 25′ = 1.30 : 10^{-11}	—"—	= 13,0	—"—
К 30′ = 1.24 : 10^{-11}	—"—	= 0,12	—"—
К 40′ = 1.24 : 10^{-11}	—"—	= 0,12	—"—
К 50′ = 1.20 : 10^{-11}	—"—	= 0,12	—"—
К 1 ч = 1.15 : 10^{-11}	—"—	= 0,12	—"—
К 1 ч = 1.12 : 10^{-11}	—"—	= 0,11	—"—

K 2 ч = 1.04 : 10^{-11} —"— = 0,10 —"—
K 2 ч 30 = 1.02 : 10^{-11} —"— = 0,10 —"—
K 3 ч = 1.02 : 10^{-11} —"— = 0,10 —"—

Для измерения радиоактивности исследуемой жидкости был использован вакуумный метод, предложенный профессором Щепотьевой. По этому методу в стеклянный барбатор 16 емкостью 200 см³ набиралось воды около 100 см³. Этот барбатор соединялся с ионизационной камерой через осушитель 14 по схеме. Перед измерением из ионизационной камеры выкачивался воздух. После основательного встряхивания барбатора открывались последовательно зажимы 3, 2, а за ними осторожно зажим 1 и пропускалась небольшая порция воздуха. Такое поочередное встряхивание барбатора и введение в ионизационную камеру свежего воздуха, небольшими порциями проходящего через исследуемую жидкость, повторяется 6—8 раз до создания в камере нормального атмосферного давления.

Через 2, 3 часа после ввода в ионизационную камеру радона из исследуемой жидкости производится измерение ионизационного тока на электрометре и определяется содержание радона по формуле: $C = \frac{Kj}{W \cdot e^{-\lambda t}} \frac{Кюри}{литр}$.

C — содержание радона в 1 литре воды
K — калибровка прибора
W — объем исследуемой воды
J — ионизационный ток исследуемой воды
$e^{-\lambda t}$ — распад радона во время нахождения в ионизационной камере, который определяется по особой таблице.

Полученные нами данные по исследованию радиоактивности вод скважин №№ 27, 95, 175, 160, 85 и 48 помещены в таблице № 4.

Таблица № 4

скв.	№ 175	геологический институт	1,87 эман
"	№ 95	центральная больница	2,00 "
"	№ 27	серная баня	2,12 "
"	№ 85	около нефтесклада	1,80 "

”	№ 48	около Дагнефти	0,5	эман (—)
”		буровая по дороге в 5 поселке	1,6	эман
”	№ 160	Редукторный	0,8	эман
”		Талги (источник питьевой воды)	6,4	эман
”		Талги (источник серной воды)	1,2	эман

Таким образом воды скважин №№ 27, 95 и 85 содержат радона в среднем 2 эман, а скважина 48 дала 0,5 эман с отрицательным знаком.

Хотя наши источники содержат небольшое количество радона, но вследствие большого дебита они обладают повышенной радиоактивной мощностью. Поэтому в них суммарное количество выносимого радона за определенный промежуток времени довольно значительно.

ЛИТЕРАТУРА

Милин В. Б. 1931. Солнечная долина (Арамхи).

Модестов В. К. 1941. Применение в бальнеотерапии естественных и искусственных радиоактивных вод. Москва.

Мятельник П., Савченко, Вернадский. 1930. Труды радиоинститута.

Овчинников А. М. 1947. Минеральные воды. Москва—Ленинград. Гос. геолог. изд.

Старик И. Е. 1938. Радиоактивный метод определения геологического времени. Ленинград—Москва.

Соколов С. Н. 1941. Лечение сердечно-сосудистых заболеваний. Москва.

Шепотьева Е. С. 1949. Искусственные радоновые ванны и методика их приготовления. Москва.

Шепотьева Е. С. Рукопись труда.

ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени В. И. ЛЕНИНА

1959 УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ Том V.

Биологические, химические и
физико-математические науки

КРИТЕРИЙ РАЗРЕШИМОСТИ ПРОИЗВОЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЦЕЛЫХ ЧИСЛАХ

Б. А. ЗЕЙНАЛОВ
ст. преподаватель

Пусть дана над кольцом целых чисел система s линейных уравнений с n неизвестными

$$\begin{aligned} &a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n = b_1,\\ &a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n = b_2,\\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\ &a_{s1}x_1 + a_{s2}x_2 + \ldots + a_{sn}x_n = b_s. \end{aligned} \qquad (1)$$

Имеет место следующий критерий разрешимости в целых числах системы линейных уравнений (I):

Система линейных уравнений (I) тогда и только тогда разрешима в целых числах, если н. о. д. всех отличных от нуля миноров наивысшего порядка расширенной матрицы равен н. о. д. всех миноров того же порядка матрицы системы. *

1. Необходимость.

Пусть система уравнений (I) имеет целое решение $(x_1^\circ, x_2^\circ, \ldots, x_n^\circ)$ и следовательно, имеют место числовые равенства

$$\begin{aligned} &a_{11}x_1^\circ + a_{12}x_2^\circ + \ldots + a_{1n}x_n^\circ = b_1,\\ &a_{21}x_1^\circ + a_{22}x_2^\circ + \ldots + a_{2n}x_n^\circ = b_2,\\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\ &a_{s1}x_1^\circ + a_{s2}x_2^\circ + \ldots + a_{sn}x_n^\circ = b_s. \end{aligned} \qquad (2)$$

Рассмотрим расширенную матрицу, в которой числа $b_1, b_2, \ldots, b_s$ заменены соответственно равными им числами, стоящими в левых частях равенства (2)

* Если ранг матрицы равен r, то н. о. д. миноров, порядок которых больше r считается равным нулю.

$$\left[\begin{array}{cccc|c} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & a_{11}x_1^0 + \dots + a_{1n}x_n^0 \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} & a_{21}x_1^0 + \dots + a_{2n}x_n^0 \\ \hline a_{s1} & a_{s2} & \dots & a_{sn} & a_{s1}x_1^0 + \dots + a_{sn}x_n^0 \end{array}\right], \qquad (3)$$

Прибавив первые n столбцов этой матрицы, помноженные соответственно на числа $-x_1^0$, $-x_2^0$,... $-x_n^0$, к последнему ее столбцу, получим матрицу

$$\left[\begin{array}{cccc|c} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & 0 \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} & 0 \\ \hline a_{s1} & a_{s2} & \dots & a_{sn} & 0 \end{array}\right], \qquad (4)$$

эквивалентную матрице (3). Так как эквивалентные целочисленные матрицы имеют один и тот же н. о. д. миноров, то, в частности, н. о. д. всех отличных от нуля миноров наивысшего порядка расширенной матрицы равен н. о. д. всех миноров того же порядка матрицы системы.

2. Достаточность.

Пусть d есть н. о. д. всех отличных от нуля миноров наивысшего порядка расширенной матрицы и пусть он равен н. о. д. всех миноров того же порядка матрицы системы. Отсюда, в частности, следует, что ранг расширенной матрицы равен рангу матрицы системы, т. е. система (I) совместна. Не ограничивая общности доказательства, предположим, что ранги указанных матриц равны числу уравнений s системы (I).

К системе (I) добавим n—s новых линейных уравнений с произвольными целыми правыми частями так, чтобы определитель полученной системы n линейных уравнений с n неизвестными был равен числу d. Для этого матрицу A системы (I), с помощью конечного числа правых элементарных преобразований, приводим к виду

$$A' = \left[\begin{array}{cccccc|c} a_{11}' & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 \\ a_{21}' & a_{22}' & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \hline a_{s1}' & a_{s2}' & a_{r3}' & \dots & a_{ss}' & 0 & \dots & 0 \end{array}\right]$$

Ввиду эквивалентности целочисленных матриц A и A′, н. о. д. всех миноров s-го порядка матрицы A′ равен числу d и имеет место равенство $a_{11}' \; a_{22}' \; \dots \; a_{ss}' = d$.

Теперь рассмотрим следующую матрицу n-го порядка

$$C' = \begin{vmatrix} a_{11}' & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ a_{21}' & a_{22}' & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \hline a_{s1}' & a_{s2}' & a_{s3}' & \dots & a_{ss}' & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \end{vmatrix},$$

определитель которой равен числу d.

Выполнив над столбцами матрицы C′, в обратном порядке, элементарные преобразования обратные тем, в результате которых матрица системы A была преобразована в эквивалентную ей матрицу A′, получим матрицу

$$C = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & \dots & a_{2n} \\ \hline a_{s1} & a_{s2} & \dots & \dots & a_{sn} \\ c_{s+1,1} & c_{s+1,2} & \dots & \dots & c_{s+1,n} \\ \hline c_{n1} & c_{n2} & \dots & \dots & c_{nn} \end{vmatrix},$$

определитель которой тоже равен числу d. В матрице C, понятно, первые s строк совпадают со строками матрицы A. Рассмотрим теперь следующую систему n линейных уравнений с n неизвестными, для которой матрицей системы является матрица C:

$$\begin{aligned} &a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1, \\ &a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2, \\ &\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ &a_{s1}x_1 + a_{s2}x_2 + \dots + a_{sn}x_n = b_s, \\ &c_{s+1,1}x_1 + c_{s+1,2}x_2 + \dots + c_{s+1,n}x_n = t_1, \\ &c_{s+2,1}x_1 + c_{s+2,2}x_2 + \dots + c_{s+2,n}x_n = t_2, \\ &\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ &c_{n1}x_1 + c_{n2}x_2 + \dots + c_{nn}x_n = t_{n-s}, \end{aligned} \qquad (5)$$

где t_i — произвольные целые параметры.

По правилу Крамера, имеем:

$$x_i = \frac{d_i}{d} \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

Из условия и теоремы Лапласа следует, что все определители d_i делятся на число d (достаточно разложить d_i по первым s строкам).

Таким образом, при любых целых значениях параметров t_1, t_2, ..., t_{n-s}, x_i $(i = 1, 2, .., n)$ будут целыми числами, удовлетворяющими данной системе линейных уравнений (1).

Общее решение в целых числах системы линейных уравнений (1) имеет вид:

$$x_i = \alpha_i + \beta_i^{(i)} t_1 + \beta_2^{(i)} t_2 + \ldots + \beta^{(i)}{}_{n-s}\, t_{n-s}, \quad (i = 1, 2, \ldots, n)$$

где $\beta_j^{(i)}$ — целые числа, t_i — произвольные целые числа. Заметим, что доказательство критерия дает и способ решения в целых числах системы линейных уравнений. Систему (5) на практике целесообразно решать алгоритмом Гаусса.

Некоторые следствия критерия разрешимости в целых числах системы линейных уравнений.

1. Система линейных однородных уравнений, заданная над кольцом целых чисел, всегда разрешима в целых числах. Если ранг матрицы системы равен числу неизвестных, то система обладает только нулевым решением. Если же ранг матрицы системы r меньше числа неизвестных n, то общее решение системы в целых числах зависит от n—r произвольных целых параметров.

2. Пусть дана система s линейных уравнений с n неизвестными

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n &= t_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n &= t_2 \\ \hline a_{s1}x_1 + a_{s2}x_2 + \ldots + a_{s}x_n &= t_s, \end{aligned} \qquad (6)$$

ранг матрицы системы которой равен числу уравнений s, а правыми частями уравнений системы являются произвольные целые параметры t_1, t_2, . . t_s.,

Множество всех систем целых чисел $(t_1, t_2, \ldots, t_s)$, для которых система линейных уравнений (6) разрешима в целых числах, совпадает с множеством решений системы сравнений:

$$\triangle_j(t_1, t_2, \ldots, t_s) \equiv 0 \pmod{d}, \quad (j = 1, 2, \ldots, C_n^{s-1})$$

где d — н. о. д. всех миноров s-го порядка матрицы системы,

а $\triangle_i(t_1, t_2, \ldots, t_s)$ — — **миноры того же порядка расширенной матрицы, содержащие столбец свободных членов $t_1, t_2, \ldots, t_s$.**

3. Пусть дана произвольная система линейных сравнений

$$\begin{gathered} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n \equiv b_1 (\mathrm{mod}\ m_1), \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n \equiv b_2 (\mathrm{mod}\ m_2), \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ a_{s1}x_1 + a_{s2}x_2 + \ldots + a_{sn}x_n \equiv b_s (\mathrm{mod}\ m_s). \end{gathered} \quad (7)$$

Система линейных сравнений (7) тогда и только тогда разрешима, если разрешима в целых числах следующая система s линейных уравнений с n + s неизвестными:

$$\begin{gathered} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n + m_1y_1 + 0 \cdot y_2 + \ldots + 0 \cdot y_s = b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n + 0 \cdot y_1 + m_2y_2 + \ldots + 0 \cdot y_s = b_2, \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ a_{s1}x_1 + a_{s2}x_2 + \ldots + a_{sn}x_n + 0 \cdot y_1 + 0 \cdot y_2 + \ldots + m_sy_s = b_s. \end{gathered}$$

Следовательно, мы получаем следующий критерий разрешимости системы линейных сравнений (7):

Система линейных сравнений (7) тогда и только тогда разрешима, если н. о. д. всех миноров s-го порядка матрицы

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \ldots & a_{1n} & m_1 0 & \ldots & 0 \\ a_{21} & a_{22} & \ldots & a_{2n} & 0 m_2 & \ldots & 0 \\ \hline a_{s1} & a_{s2} & \ldots & a_{sn} & 0\ 0 & \ldots & m_s \end{bmatrix} \quad (8)$$

является делителем н. о. д. всех миноров s-го порядка матрицы

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \ldots & a_{1n} & m_1 & 0 & \ldots & 0 & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & \ldots & a_{2n} & 0 & m_2 & \ldots & 0 & b_2 \\ \hline a_{s1} & a_{s2} & \ldots & a_{sn} & 0 & 0 & \ldots & m_s & b_s \end{bmatrix}, \quad (9)$$

содержащих ее последний столбец.

4. Пусть дана система сравнений

$$a_1x_1 \equiv b_1(\mathrm{mod}\, m_1), \quad a_2x \equiv b_2(\mathrm{mod}\, m_2), \ldots, \ a_nx \equiv b_n(\mathrm{mod}\, m_n). \quad (10)$$

Получим для этой системы сравнений, более удобный на практике, критерий разрешимости.

Вычислив миноры n-го порядка матрицы (8), соответствующей системе сравнений (10) получим:

$$M_i = a_i m_1 m_2 \ldots m_{i-1}\, m_{i+1} \ldots m_n, \quad (i = 1, 2, \ldots, n)$$
$$M_{n+1} = m_1 m_2 \ldots m_n.$$

Миноры n-го порядка матрицы (9), соответствующей системе сравнений (10) и содержащие последний ее столбец равны:

$$N_i = b_i m_1 m_2 \ldots m_{i-1} \cdot m_{i+1} \ldots m_n, \quad (i = 1, 2, \ldots, n),$$
$$N_{n+1} = (a_1 b_2 - b_1 a_2) m_3 m_4 \ldots m_n,$$

$$N_{\frac{n(n+1)}{2}} = (a_{n-1} b_n - b_{n-1} a_n) m_1 m_2 \ldots m_{n-2}.$$

Обозначим $d = (M_1, M_2, \ldots, M_n, M_{n+1})$,

$$D = \left(N_1, N_2, \ldots, N_n, N_{n+1}, \ldots, N_{\frac{n(n+1)}{2}}\right).$$

Критерий разрешимости системы сравнений (10) теперь можно сформулировать так:

Система сравнений (10) тогда и только тогда разрешима, если

$$D \equiv 0 \pmod{d}.$$

5. Из последнего результата вытекает следующий критерий разрешимости системы линейных сравнений по одному и тому же модулю:

Для разрешимости системы сравнений

$$a_1 x \equiv b_1 \pmod{m}, \quad a_2 x \equiv b_2 \pmod{m}, \ldots, a_n x \equiv b_n \pmod{m}$$

необходимо и достаточно, чтобы

1) Все миноры второго порядка матрицы

$$\begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \ldots a_n \\ b_1 & b_2 & b_3 \ldots b_n \end{bmatrix}$$

были кратны модулю m;

2) $D \equiv 0 \pmod{d}$,

где $d = (a_1, a_2, \ldots, a_n, m)$,

$$D = \left(b_1, b_2, \ldots, b_n, \frac{a_1 b_2 - b_1 a_2}{m}, \ldots, \frac{a_{n-1} b_n - b_{n-1} a_n}{m}\right)$$

2. **Граве Д. А.**, 1939. Трактат по алгебраическому анализу, т. 2.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гантмахер Ф. Р.**, Теория матриц, 1953.
2. **Граве Д. А.**, Трактат по алгебраическому анализу, т. 2, 1939 г.
3. **Венков Б. А.**, Элементарная теория чисел, 1937 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Львов П. Л. Дендрофлора равнинного Дагестана 5
Агаев М. Г. Изменение морфобиологической характеристики сортов яровой пшеницы под влиянием новых условий выращивания . . 34
Агаев М. Г. К изучению реакции растений на длительную темноту 52
Азизов И. М. Реакция окислительной системы яблок на поранение. 59
Пигулевский С. В. Эволюция крови 68
Хонякина З. П. Некоторые данные о питании лисицы в районе Кумторкалы Дагестанской АССР 80
Аливердиев А. А. Исследование пульса, дыхания и температуры вымени у коров в связи с актом доения 94
Клочко М. А., Тавкешева С. М. и **Бежаев М. С.** Изучение системы хлористый кальций—вода методами физико-химического анализа 103
Магомаев А. А. Зависимость вязкости от температуры и степени насыщения жиров 117
Алибекова Ф. М. Связь с производством в курсе неорганической химии в вузе 136
Бабаев А. А. Радиоактивность минеральных вод в окрестностях Махачкалы и курорта Талги 152
Зейналов Б. А. Критерий разрешимости произвольной системы линейных уравнений в целых числах 159

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ
ДАГЕСТАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ТОМ V

Редактор выпуска **Д. П. Рухлядев.**

Техн. редактор **В. И. Науменко.**

Сдано в набор 20/VI-1960 г. Подписано в печать 12/IX-1960 г.
Форм. бум. 60×92¼16. Бум. л. 5,25. Печ. л. 10,5. Уч.-изд. л. 9,14.
СО1899. Тираж 600 экз. Цена 5 р. 50 к. С 1. 1. 1961 г. цена 55 коп.

Дагестанское книжное издательство Министерства культуры ДАССР
Махачкала, ул. Маркова, 55. Зак. 931.

Типография Дагестанского филиала АН СССР
г. Махачкала, 5 жилгородок, корпус 10.

Цена — 5 руб. 50 коп.

С 1. I. 1961 г. — 55 коп.