

*Журнал «Научное обозрение.
Биологические науки»
зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство ПИ № ФС77-57454*

Импакт-фактор РИНЦ = 0,303

ISSN 2500-3399

*Учредитель, издательство и редакция:
ООО НИЦ «Академия Естествознания»*

*Почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47
Адрес редакции: 410056, Саратовская область,
г. Саратов, ул. им. Чапаева В.И., д. 56*

**Founder, publisher and edition:
LLC SPC Academy of Natural History**

**Post address: 105037, Moscow, p.o. box 47
Editorial address: 410056, Saratov region,
Saratov, Chapayev V.I. street, 56**

*Подписано в печать 27.04.2020
Дата выхода номера 27.05.2020
Формат 60×90 1/8*

*Типография
ООО НИЦ «Академия Естествознания»,
410035, Саратовская область,
г. Саратов, ул. Мамонтовой, д. 5*

**Signed in print 27.04.2020
Release date 27.05.2020
Format 60×90 8.1**

**Typography
LLC SPC «Academy Of Natural History»
410035, Russia, Saratov region,
Saratov, 5 Mamontovoi str.**

*Технический редактор Байгузова Л.М.
Корректор Галенкина Е.С., Дудкина Н.А.*

*Тираж 1000 экз.
Распространение по свободной цене
Заказ НО 2020/2*

Журнал «НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ» выходил с 1894 по 1903 год в издательстве П.П. Сойкина. Главным редактором журнала был Михаил Михайлович Филиппов. В журнале публиковались работы Ленина, Плеханова, Циолковского, Менделеева, Бехтерева, Лесгафта и др.

Journal «Scientific Review» published from 1894 to 1903. P.P. Soykin was the publisher. Mikhail Filippov was the Editor in Chief. The journal published works of Lenin, Plekhanov, Tsiolkovsky, Mendeleev, Bekhterev, Lesgaft etc.



М.М. Филиппов (M.M. Philippov)

**С 2014 года издание журнала возобновлено
Академией Естествознания
From 2014 edition of the journal resumed
by Academy of Natural History**

**Главный редактор: М.Ю. Ледванов
Editor in Chief: M.Yu. Ledvanov**

Редакционная коллегия (Editorial Board)
А.Н. Курзанов (A.N. Kurzanov)
Н.Ю. Стукова (N.Yu. Stukova)
М.Н. Бизенкова (M.N. Bizenkova)
Н.Е. Старчикова (N.E. Starchikova)
Т.В. Шнуровозова (T.V. Shnurovozova)

НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ • БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

SCIENTIFIC REVIEW • BIOLOGICAL SCIENCES

www.science-education.ru

2020 г.



***В журнале представлены научные обзоры,
статьи проблемного
и научно-практического характера***

The issue contains scientific reviews,
problem and practical scientific articles

СОДЕРЖАНИЕ**БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ (03.01.00, 03.02.00, 03.03.00)****СТАТЬИ**

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА НА ЭВОЛЮЦИЮ ОРОШАЕМЫХ АРЗЫК-ШОХОВЫХ ПОЧВ <i>Мирзаев У.Б., Умаркулова Б.Н.</i>	5
ЛЕСНОЙ ПИТОМНИК НА ГЕОАКТИВНОЙ ТЕРРИТОРИИ <i>Рогозин М.В.</i>	10
АДРЕНОЗАВИСИМОЕ ОСЕДАНИЕ ЭРИТРОЦИТОВ У ДЕВУШЕК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАЗЫ МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛА И УРОВНЯ ТОЛЕРАНТНОСТИ К ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ <i>Хажиева Е.А., Даутова А.З., Шамратова В.Г.</i>	15
УРОВЕНЬ ГЛЮКОЗЫ КРОВИ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ ОТ АЛКОГОЛЯ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ L-КАРНИТИНА <i>Ефременко Е.С., Яковлева С.И.</i>	20
ВЛИЯНИЕ ИНБРИДИНГА НА ГЕНЕТИЧЕСКУЮ ОДНОРОДНОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ ХЛОПЧАТНИКА <i>Шодиева О.М., Мамарахимов Б.И., Халикова М.Б.</i>	25

CONTENTS**BIOLOGICAL SCIENCES (03.01.00, 03.02.00, 03.03.00)****ARTICLES**

THE INFLUENCE OF THE ANTHROPOGENIC FACTOR ON THE EVOLUTION OF IRRIGATED ARZYK-SHOKH SOILS <i>Mirzaev U.B., Umarkulova B.N.</i>	5
FOREST NURSERY ON A GEO-ACTIVE TERRITORY <i>Rogozin M.V.</i>	10
ADRENDEPENDENT SEDIMENTATION OF RYTHROCYTES IN GIRLS, DEPENDING ON THE PHASE OF THE MENSTRUAL CYCLE AND THE LEVEL OF TOLERANCE TO PHYSICAL LOAD <i>Khazhieva E.A., Dautova A.Z., Shamratova V.G.</i>	15
BLOOD GLUCOSE LEVEL IN EXPERIMENTAL MODELING OF PHYSICAL DEPENDENCE ON ALCOHOL AGAINST THE BACKGROUND OF L-CARNITINE USE <i>Efremenko E.S., Yakovleva S.I.</i>	20
INFLUENCE OF INBRIDING ON THE GENETIC HOMOGENEITY OF THE COTTON POPULATION <i>Shodieva O.M., Mamarakhimov B.I., Khalikova M.B.</i>	25

СТАТЬИ

УДК 631.445.55

**ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА НА ЭВОЛЮЦИЮ
ОРОШАЕМЫХ АРЗЫК-ШОХОВЫХ ПОЧВ****¹Мирзаев У.Б., ²Умаркулова Б.Н.**¹*Ферганский государственный университет, Фергана, e-mail: mirzayev.ulugbek1512@mail.ru;*²*Ферганский политехнический институт, Фергана*

Почвообразование и развитие почв происходит в определенных экологических условиях природных ландшафтов. В зависимости от социально-экономических формаций в процессе её развития с ростом этапов её формирования наблюдается рост влияния антропогенного фактора на почвообразующие факторы. В результате нарушается природное равновесие. Происходит новый этап развития почвообразования. Статья направлена на изучение почв Центральной Ферганы, где в природных условиях развиваются арзыковые луговые сазовые почвы, на которых под влиянием антропогенных факторов: планировка, орошение, промывка, строительство дрен и другие агротехнические и мелиоративные мероприятия, образуются другие почвы. Приведенные дополнительные факторы совершенно отличаются от природных. Происходящие эволюционные процессы в арзыковых почвах имеют большое научно-историческое значение. В настоящее время арзыковые почвы не встречаются на территории Центральной Ферганы в целинном состоянии, они освоены для орошаемого земледелия. Развитие почв в новых условиях в свою очередь связано с культурой земледелия. Также в работе описано плавное эволюционное развитие арзыковых луговых сазовых почв и даны их последующие этапы развития. Указано, что почвы Центральной Ферганы своеобразны. В работе сопоставлено развитие арзыковых луговых сазовых почв между тремя периодами, где указано, что положительное развитие антропогенно преобразованных почв на следующих этапах эволюции, возможно, замедлится.

Ключевые слова: антропогенный фактор, морфология, эволюционное развитие, арзык, шох, гипс, карбонаты, легкорастворимые соли

**THE INFLUENCE OF THE ANTHROPOGENIC FACTOR ON THE EVOLUTION
OF IRRIGATED ARZYK-SHOKH SOILS****¹Mirzaev U.B., ²Umarkulova B.N.**¹*Fergana State University, Fergana, e-mail: mirzayev.ulugbek1512@mail.ru;*²*Ferghana Polytechnic Institute, Fergana*

Soil formation and soil development occurs in certain environmental conditions of natural landscapes. Depending on the socio-economic formation in the process of its development with the growth stages of its formation, there is an increase in the influence of the anthropogenic factor on soil-forming factors. As a result, the natural balance is disturbed. A new stage in the development of soil formation is taking place. The article is aimed at studying soils where in Central Ferghana, in natural conditions, where arzik meadow soils develop, which is influenced by anthropogenic factors: planning, irrigation, leaching, construction of drains and other agrotechnical and reclamation measures, new soils are formed. These additional factors are completely different from the natural ones. Scientific and historical significance in the studies of what is happening, ongoing evolutionary processes on arzyk soils is of great importance. Currently, these soils are not found in the form of virgin soil in the territory of Central Ferghana, where the fields are developed for irrigated agriculture. Soil development under the new conditions is in turn connected with the culture of agriculture. Also, the paper presents the smooth evolutionary development of arzik meadow saz soils and it is predicted that the next stage and development will be curved. It is indicated that the soils of central Ferghana are peculiar. In this work, the development of arzik meadow saz soils between three periods, where it is indicated that a more positive development of anthropogenically transformed soils in the following stages is possible, can be slowed down.

Keywords: anthropogenic factor, morphology, evolutionary development, arzyk, schoch, gypsum, carbonate, readily soluble salts. **Keywords:** anthropogenic factor, morphology, evolutionary development, arzyk, shokh, gypsum, carbonate, easily soluble salts

В исследованиях по генезису эволюционного развития почв на территории пустынной зоны Ферганской долины, которая начала осваиваться с 30–50-х годов прошлого века, отмечалось, что эти почвы формируются и развиваются под влиянием специфических почвенных факторов [1, с. 27–28]. Исследование с акцентом на лимитирующее влияние антропогенного фактора при изменении почв может дать возможность осветить процесс их эволюционного развития.

Цель исследования: изучение изменений в морфологическом строении и неко-

торых других свойств арзыковых почв, связанных с человеческим фактором, которые играют ведущую роль в эволюции почв; сопоставление их с результатами исследований предыдущих лет. Определение дальнейших направлений развития процессов, происходящих в почве.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являются лугово-сазовые почвы, формировавшиеся в Центральной Фергане. При проведении полевых исследований использовался ме-

тод заложения почвенных разрезов, а также заложение профиля геохимико-географического ландшафта. Также были использованы рекомендации [2, с. 4–12] Почвенного института им. В.В. Докучаева.

Результаты исследования и их обсуждение

Этап зрелости образования и развития почвы для определенной территории характеризуется ее генетическими горизонтами в пределах определенного типа почвы и характерными для нее особенностями и свойствами, а также формированием устойчивого уровня плодородия.

Изменение экологических условий приводит к изменению геохимических свойств почвы, а затем в фазе постепенного развития [3, с. 34–37; 4, с. 40–44], как следствие, начинают изменяться ее естественные особенности и свойства генетических горизонтов в разрезе почвы. Развитые полнопрофильные почвы сталкиваются с изменениями, связанными с эволюцией всей природной среды. При этом один генетический тип или подтип почвы может перейти к другому генетическому типу или подтипу.

Отмеченные В.В. Докучаевым факторы образования почв характеризуются медленными изменениями в генетических горизонтах почв в периоды застойного (климакса) равновесия, в это время систематически не наблюдаются значительные изменения в почвенном покрове.

Известно, что почвообразующие факторы не одинаково сильны в некоторых направлениях в зависимости от уровня их воздействия, например они делятся на две группы в соответствии с почвенно-географическими условиями и степенью их воздействия.

В первую группу входят факторы, влияющие на большие территории в широком географическом масштабе: климат, организмы и возраст страны. Регулярность географического распределения групп типов почв, существенно отличающихся друг от друга, зависит от соотношения этих факторов. Почвообразующие породы, рельефы, микроклимат и деятельность человека – все это вторичные факторы. Эти факторы способствуют формированию небольших таксономических единиц в пределах типа почвы, в разной степени встречаются подтипы, разности почвы.

Баланс между этими факторами будет нарушен под влиянием природных факторов вплоть до высоких этапов развития человеческого общества.

Влияние антропогенного фактора обусловлено изменением водного режима в Центральной Фергане путем планировки

земель, орошения и освоения. Прокладывание оросительных систем, строительство коллекторно-дренажной сети, система обработки земель, севооборотов, система удобрения, промывка и гидромелиоративные, агро-мелиоративные условия, такие как вторичное засоление, увеличение плотности подпахотного горизонта, нашли свое отражение в таких направлениях, как ускорение процесса дегумификации на ранней стадии освоения и орошения новоосвоенных земель.

Освоенные в 30–50-х годах прошлого столетия на типовом уровне арзиковые луговые сазовые почвы отличаются тем, что в регионе образуются отдельные специфические слои в этих почвах, и они отличаются своей засоленностью, гипсированностью, содержанием арзика, гипса и др.

Структура и морфология арзиковых почв резко отличаются от других почв региона. В их разрезе в почвах и подпочвах наблюдается четкое расслоение геохимических образований, которые соответствуют закону их миграции и аккумуляции. В нижней части разрезов скопились карбонаты кальция и магния (30–60%), ниже средней части – гипс и карбонаты (50–70%), а в верхней – гипс (5–10%) и легко растворимые в воде соли.

Накопление большого количества этих соединений образует пышные, арзиковые, гипсовые, засоленные горизонты, характерные для них, и в связи с этим почвенный разрез арзиковых почв имеет трехслойную или трехъярусную структуру [5, с. 42–83].

Арзиковым почвам характерно слоистое сложение почвенно-грунтовой толщи. Облегченный механический состав верхних горизонтов с глубиной утяжеляется. Гипсовые и арзиковые слои имеют преимущественно лёгкий и средний суглинистый механический состав. Они скелетные и представлены кристалликами гипса и агрегатами арзика. Шоховые горизонты чаще всего состоят из тяжёлых суглинков и глин.

Водно-физические свойства арзиковых горизонтов зависят от формы их сложения. Так, объемная масса при мелких формах арзика равна 1,31–1,41 г/см³, порозность 42–47%, при крупных и плотных формах 1,7 г/см³ и 31% соответственно. При сильной цементации горизонта объемная масса увеличивается до 1,91–2,07 г/см³, а порозность снижается до 23–25%. Полевая влагемкость пахотного суглинистого горизонта равна 21–25%, в верхней части арзикового слоя 19–22% и в нижней 22–28% от веса почвы. Повышенные значения полевой влагемкости связаны с капиллярно-подпёртой влагой.

Химические и минералогические составы арзыковых почв своеобразны. Арзыковый слой содержит 31–40% CaO, 1,5–5% MgO, 9–16% CO₂, 9–53% SO₄, 0,3–1,0% Fe₂O₃, 0,4–0,2% SiO₂, а шоховый 17–32% CaO, 3–12% MgO, 13–19% CO₂, 0,2–5% SO₄, 0,4–1,0% Fe₂O₃, 0,3–1% SiO₂. Арзыковые горизонты в основном состоят из гипса (до 70%), кальцита (10–35%), доломита (3–8%), магнезита (1–4), а шоховые отличаются незначительным количеством гипса (меньше 5%) и максимальным количеством кальцита (20–53%), доломита (5–15%) и магнезита (1,5–7%). Иногда в арзыковых горизонтах встречается сернокислый магний. В очагах накопления содержание его колеблется от долей процента до 14%. Сульфат магния находится в парагенезе с гипсом. С сульфатом натрия образует двойные соли (1, с. 13).

Арзыковые почвы засолены легкорастворимыми солями, тип засоления – сульфатный. Поверхностные горизонты арзыковых почв в естественных условиях отличались наибольшим количеством солей. Второй солевой максимум был приурочен к арзыковому слою. В условиях орошения рассолительные процессы доминируют над засолением. Однако своеобразное строение профиля почв и сложения не позволяет достичь полного освобождения от солей. Так, в новоосвоенных почвах весь их профиль засолен. В условиях длительного орошения надарзыковый слой промыт, а в арзыковом слое содержание солей в количестве 1–2% сверху вниз плавно уменьшается. В составе солей преобладают сульфаты кальция, магния и натрия. Содержание хлора-иона при слабой и средней степенях засоления составляет 0,25–0,87 мг. экв. на 100 г почвы, а при сильной – до 2,45 мг. экв.

Арзыковые почвы характеризуются низким количеством органического вещества и питательных элементов, арзыковые горизонты крайне бедны ими. При поверхностном залегании арзыкового горизонта почвы содержат 0,21–0,39% гумуса, 0,012–0,015% общего азота, до 0,10% валового фосфора и 0,21% валового калия. В мелкоарзыковых и глубокоарзыковых почвах содержание гумуса 1–1,5%, валового фосфора 0,11–0,16% и калия 1,14–1,52%. По содержанию подвижных форм фосфора они не обеспеченные, а по количеству обменного калия слабо- и среднеобеспеченные.

Таким образом, исследования эволюционных процессов арзыковых почв имеют большое научно-практическое значение.

Обработка почвы в течение всего периода ее использования, в зависимости от ка-

чества, находит свое отражение в постепенном ее развитии.

В ходе капитальной планировки почв-грунтов были срезаны небольшие холмы и уложены в низины. В результате образовались смешанные почвенные слои, состоящие из разнородных почвенных масс. В результате чего в низменностях в разной степени запахивались гумусированные слои. Кроме того, сдвигание верхних гипсарзыковых слоев, расположенных в средних и нижних слоях почвенного профиля, привело к их трансформации в поверхностные слои. Это состояние можно наблюдать даже при планировке в зависимости от глубины залегания арзыкового слоя в некоторых массивах и состояния выращиваемых культур.

Ежегодно проводимая вспашка и рыхление почвы, обработка культур, чередование посевных площадей различных культур и их подкормка приводят к четкому образованию пахотного горизонта. Как и региональные гидроморфные почвы в регионе, на арзыковых почвах эта ситуация была тоже выражена в поверхностно-арзыковых почвах: за прошедший период после глубоких рыхлений образовались локализованные пахотные слои. Это состояние характеризуется улучшением их физических свойств, т.е. повышением гидроизоляции, уменьшением плотности, увеличением пористости. Но в подпахотных слоях, особенно в мелкозернистых почвах (30–60 см), плотность выше, чем в других горизонтах (1,4–1,5 г/см³).

Основные почвенные процессы нашли свое отражение в изменениях, связанных с поливами [6, с. 128–134; 7, с. 51–53]. Орошение сыграло важную и ключевую роль в активизации изменений химического состава почв, ускорении процесса выветривания, промывании и перераспределения веществ.

Закладка насаждений, участвующих в процессе формирования и развития почв на протяжении веков, и состав поливных вод, а также вышеперечисленные факторы оказывают большое влияние на процесс эволюции изученных почв.

По М.А. Панкову [4, с. 43], в первые периоды освоения вышеописанных почв в результате орошения и ряда других мероприятий происходит интенсивное изменение. В результате чего под воздействием обработки поверхностных (30 см) слоев образуются агроирригационные, гумусированные слои, и к 70-м годам прошлого столетия они локально стали переходить в оазисные почвы. К этому периоду изменений в структуре почвенного покрова наблюдается сдвиг в сторону ослабления балансирующих факторов под влиянием антропогенного фактора.

Сейчас изменения в них, в отличие от целинных почв под воздействием орошения, интенсивны, но по сравнению с первыми периодами освоения продолжают оставаться медленными.

Эти процессы особенно четко выражены в приведенных данных по водорастворимым солям (рис. 1 и 2). В частности, на запаханых почвах в результате исследований возникла сильная комплексность в зависимости от толщины слоя почвы и глубины залегания гипсового слоя. Было отмечено выше, что причиной этого являются земля-

ные работы по выравниванию. Четко выражено влияние полива на формы гипса.

Гипсовый слой, состоящий из тонких и мелких кристаллов и их производных (гипс может быть и в аморфном состоянии), обычно расположен недалеко от поверхности земли. Размеры кристаллов изменяются в глубоких слоях, они образуются по форме в иглоподобные, ромбоэдрические и тонкие и другие. Четко выражено явление суффозии, которое свидетельствует о вымывании гипса в гипсовых слоях. Это явление может усиливаться со временем.

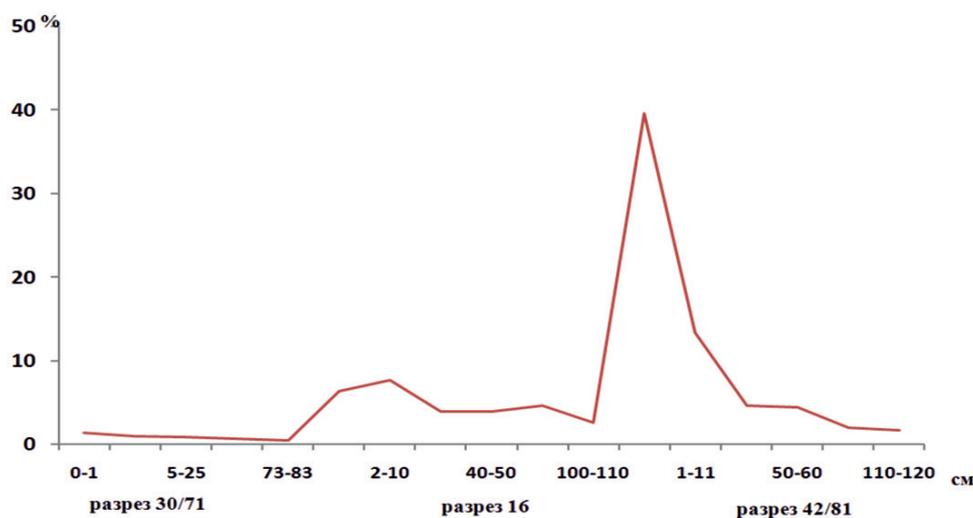


Рис. 1. Содержание легкорастворимых солей в 1930-х годах

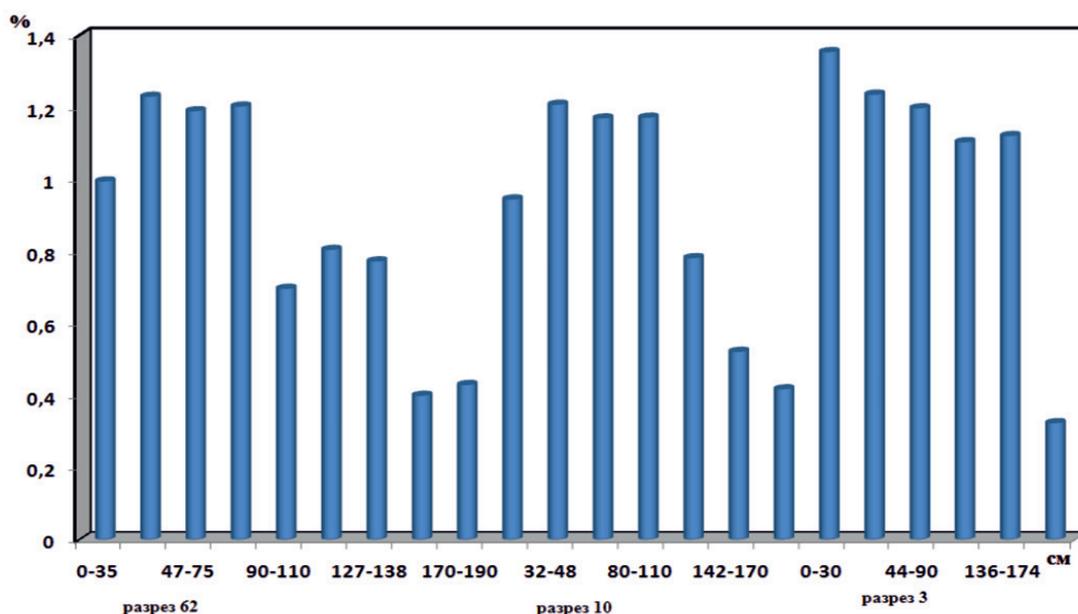


Рис. 2. Содержание легкорастворимых солей в 1970 (разрез 62), 2000 (разрез 10) и 2015 (разрез 3) годах

В тонком кристаллическом гипсовом слое белого кристаллического гипса значительно больше, а цвет белый. Поливные воды, движущиеся сверху вниз в процессе полива из гипсового горизонта, частично растворяют гипс, который аккумулируется ниже по профилю. Чем больше продолжительность полива, тем точнее результат этого процесса. В результате этих процессов белый цвет гипса стал смешанным породно-гипсовым с гнилостно-серым.

Верхний пахотный слой почвы стал более плодородным под влиянием орошения, обработки и других мероприятий. Гипс и арзиковые образования частично растворяются, хотя очень мало, и частично промываются.

Размеры кристаллов становились более мелкими, хрупкими, смешиваясь с почвой, и стали неразличимыми. Количество органических веществ также увеличилось. В результате корни стали проникать в подпахотный слой. Количество корней намного больше в верхней части слоя, а в нижней части резко уменьшается. Трещины между фрагментами структуры имеют крошечные корни.

Такое явление, как промывание солей, в этом горизонте выражается сильнее. На этой территории встречаются полости, образовавшиеся при промывке гипса, водные пути и воронки. Они местами заполнены рыхлой грунтовой массой. В них хорошо развиты корни растений. В нижних слоях сечений также можно наблюдать результаты суффозионных процессов, но они выражены слабее и не везде. Изменение содержания легкорастворимых солей в этих

условиях в процессе эволюции неодинаковое и неравномерное.

Заключение

Согласно вышеуказанному, антропогенный фактор в направлении изменения почвы объекта исследования имеет свою специфику. Гипсовые и арзиковые горизонты действуют как фактор, регулирующий активное изменение ряда факторов почвообразования (рельеф, растительный и животный мир и др.), не влияя на некоторые другие в формировании и развитии почв (климат, возраст и др.), которые приводят к равномерному периоду развития почв. Результаты исследования могут служить решением ряда вопросов по повышению плодородия орошаемых почв региона.

Список литературы

1. Исаков В.Ю., Мирзаев У.Б. Морфогенетические свойства арзиковых почв Ферганской долины // Современные проблемы почвоведения и земледелия: сборник материалов республиканской научной конференции (Фергана, 16 октября 2019 г). Фергана: издательство «Poigraf Super Servis», 2019. С. 27–28.
2. Рекомендации к мелиоративной оценке, освоению и использованию гипсоносных почв под орошаемое земледелие. Почвенный институт им. В.В. Докучаева. М., 1979. С. 43.
3. Кузиев Р.К. Интенсивность и характер эволюции почв // Научный вестник ФерГУ. 2015. № 1. С. 34–37.
4. Юлдашев Г., Мирзаев У.Б. Влияние антропогенного фактора на эволюции орошаемых арзык-шоховых почв // Научный вестник ФерГУ. 2018. № 5. С. 40–44.
5. Камилов О.К., Исаков В.Ю. Генезис и свойства окarbonаченно-загипсованных почв Центральной Ферганы. Т.: Фан, 1992. 136 с.
6. Кузиев Р.К. Юлдашев Г. Почвы Узбекистана и их рациональное использование. Т., 2019. 207 с.
7. Исмонов А.Ж. Эволюция и трансформация орошаемых почв Ферганской области // Узбекский биологический журнал. 2011. № 5. С. 51–53.

УДК 582.47:58.05:551.24.05:630.181

ЛЕСНОЙ ПИТОМНИК НА ГЕОАКТИВНОЙ ТЕРРИТОРИИ**Рогозин М.В.***Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь,
e-mail: rog-mikhail@yandex.ru*

Известны малые геоактивные зоны с благоприятным влиянием на биоту, определяемые биолокацией. Объективность этого метода можно верифицировать по фенотипу деревьев, одновременно и проверяя, и обучаясь ему. При этом крупные деревья являются индикаторами благоприятных зон, а отставшие деревья указывают на неблагоприятные зоны. Мы изучали влияние благоприятных зон размером 1.0 м, расположенных через 4–14 м. Они соединены попарно и образуют сеть в виде полос, покрывающих 38% площади и перемежающихся нейтральными промежутками в 6–25 м. Территория внутри полос также благоприятна. Использовали семена ели финской (*Picea × fennica* (Regel) Kom) с посевом в две повторности, всего 4800 шт. Для контроля использовали нейтральные промежутки между полосами. В посевах провели единственный полив, так как весна и лето выдались крайне дождливыми и холодными. Грунтовая всхожесть семян в опыте оказалась 37.2%, в контроле 5.3%. На второй год сеянцы пересадили в школу на благоприятную полосу. На третий год корни растений обрезали вертикально. Выращено 713 шт. саженцев при средней высоте 17.1 ± 0.17 см с колебаниями высот от 6 до 34 см и вариации 26.5%. Далее опыт будет продолжен и лучшие саженцы (400 шт.) высажены под пологом 187-летнего насаждения сосны обыкновенной в геоактивные зоны пяти типов с размерами от 1.0 до 16.0 м. Таким образом, в условиях дефицита тепла обнаружено увеличение всхожести семян ели в 7 раз на благоприятных геоактивных полосах шириной 4–7 м, образуемых зонами размером 1.0 м. Они рекомендуются для выращивания посадочного материала в лесных питомниках в условиях меняющегося климата.

Ключевые слова: лесные породы, семена, всхожесть, геоактивные зоны**FOREST NURSERY ON A GEO-ACTIVE TERRITORY****Rogozin M.V.***Perm State National Research University, Perm, e-mail: rog-mikhail@yandex.ru*

Small geoactive zones with beneficial effect on biota are known, which are determined by biolocation. The objectivity of the method can be verified by the phenotype of trees, both checking and learning. At the same time, large trees are indicators of favorable zones, and stunted trees indicate unfavourable zones. We studied the influence of favorable zones with a size of 1.0 m, located through 4-14 m. They connect in pairs and form a network in the form of strips covering 38% of the area and interleaved by neutral strips with a width of 6-25 m. The territory inside strips is also favorable. They are connected in pairs and form a network in the form of strips covering 38% of the area and interspersed with neutral intervals of 6–25 m wide. The territory inside the favorable bands is also favorable. Used seeds of Finnish spruce (*Picea × fennica* (Regel) Kom) with sowing in two repetitions, total 4800 pieces. For control, neutral gaps between the bands were used. We had a single watering, as spring and summer were extremely rainy and cold. Soil germination of seeds in the experiment was 37.2%, in the control 5.3%. In the second year the seedlings were transferred to the school on a favorable strip. In the third year, the roots of the seedlings were cut vertically. A total of 713 units were grown. seedlings at an average height 17.1 ± 0.17 cm with fluctuations in heights from 6 to 34 cm and variations of 26.5%. Then the experience will continue and the best seedlings (400 pieces) will be planted under the canopy of 187-year-old pine planting in geoactive zones of five types with sizes from 1.0 to 16.0 m. Thus, in conditions of heat deficit, an increase in the germination of spruce seeds was found by 7 times on favorable geo-active strips with a width of 4-7 m, formed by zones with a size of 1.0 m. They are recommended for growing planting material in forest nurseries in a changing climate.

Keywords: forest species, seeds, germination, geo-active zones

В последние годы появились исследования так называемых малых геоактивных зон (МГА-зон) с положительным влиянием на биоту [1; 2]. При их изучении применяют биолокационный метод, подтверждаемый ныне объективными методами, в частности засвечиванием фотоматериалов гамма-излучением таких зон [3]. Однако верифицировать этот метод можно и по фенотипу деревьев, одновременно и проверяя, и обучаясь ему. Индикацию благоприятных зон осуществляют по крупным деревьям, а неблагоприятных – по деревьям, отстающим в росте [1]. Ги-

потеза о таких зонах высказывалась ещё в 1973 г. [4; 5]. Ныне ряд исследователей признают, что известных факторов уже недостаточно для математических описаний [6; 7] и моделирования структуры древостоев [8; 9].

Благоприятные зоны представляют собой круги с диаметрами 1,0; 3,0; 4,5; 8,0 м; есть зоны и крупнее, но их влияние на деревья пока отнесено к нейтральному. Указанные размеры были определены нами первоначально по реакции на такие зоны деревьев ели, и размеры эти отражают скорее не размер, а *мощность излучения* этих зон, кото-

рую фиксирует оператор, и которую надо как-то градуировать. При самостоятельном обучении методу эта градуировка, скорее всего, будет отличаться от нашей, так как реакция другого оператора на геоактивные зоны, как и реакция на них деревьев других пород, также будет другой [2].

Ранее было выяснено, что благоприятные зоны размером 1,0 м размещаются через 4,2–14,6 м (в среднем через 8,7 м), соединены попарно, и их сеть представляет собой полосы или цепи, занимающие 38% территории. Территория внутри полос также благоприятна, и рост 21-летних культур ели в них был достоверно выше на 4,3%, с увеличением числа деревьев-лидеров в 1,5 раза. Благоприятные полосы перемежаются нейтральными промежутками шириной в среднем 13,4 м с колебаниями от 6 до 25 м [1, с. 92, 101].

Цель исследования: выяснить, можно ли использовать такие благоприятные полосы для улучшения выращивания посадочного материала в лесных питомниках.

Материалы и методы исследования

Для постановки такого опыта посевной материал должен быть достаточно однородным, включая историю его выращивания, с тем чтобы не было сомнений в последствии первоначальных или иных условий его развития, начиная с момента прорастания семян. Для этого мы использовали следующее оборудование и материалы:

1. Маркер для выдавливания четырех посевных бороздок на глубину 1,2 см и длиной 90 см с расстоянием между ними 7,5 см.

2. Сеялку из двух раздвигающихся желобов с расстоянием между ними 7,5 см, длиной 90 см и ячейками в них через 1,0 см для равномерного распределения семян.

3. Промытый и просушенный песок для засыпки посевных бороздок с целью предотвращения образования корки на поверхности почвы после полива.

4. Укрывной материал для защиты всходов от склёвывания птицами.

5. Устройство для изготовления лунок в школе с 15 деревянными треугольными мечами 13,0×4,0×1,3 см, вставленными с шагом 3,3 см в доску и покрытыми эпоксидным клеем; устройство позволяло точно фиксировать корневую шейку сеянцев при посадке.

6. Брусок 4×4 см и длиной 100 см для уплотнения почвы после рассаживания сеянцев.

Почвенные горизонты были максимальным выравнены, для чего в местах закладки опыта (на благоприятной полосе) и в контроле (в промежутке между полосами), ко-

торые располагались рядом, почву на грядке длиной 4,0 м послойно вынимали на ширину 120 см до глубины 35 см (слой 25 см и слой 26–35 см), складировали по бокам, а затем возвращали на место с переброской грунта в разные места полученной выемки. Ранее эту методику мы использовали при выращивании селекционного посадочного материала, и она подробно иллюстрирована в учебном пособии [10, с. 71–78].

Перед высевом семена отсчитывали по 90 шт. и засыпали в пакеты. Семена из пакета распределяли в сеялке по ячейкам, сеялку переносили на грядку, раздвигали желоба, и семена падали в бороздки. Затем семена вдавливали маркером в дно бороздки и засыпали сухим песком. Опыт включал два блока (две повторности), расположенных в 20 м друг от друга; второй блок находился у стены леса и после 16 часов был в тени до захода солнца. Всего высевалось 3600 шт. семян в опыте и 1200 шт. в контроле.

Почва в питомнике супесчаная, в первом блоке со средним, во втором – с малым содержанием гумуса. Семена заготовили в сентябре 2016 г. с одного поваленного при рубке просеки ЛЭП дерева ели финской (*Picea × fennica* (Regel) Kom) в кв. 41 Ильинского лесничества в Пермском крае. Лабораторная всхожесть семян 92%.

Результаты исследования и их обсуждение

Семена посеяли в питомник 10 мая 2017 г., сразу провели обильный полив и защитили укрывным материалом. Полив оказался единственным за всё время выращивания сеянцев, так как и весна, и лето случились на редкость дождливые и холодные. В период прорастания семян с 11 мая по 10 июня было всего три дня с переменной облачностью и температурой воздуха в дневные часы 20–23 °С. В остальные дни стояла пасмурная или дождливая погода с температурой 12–19 °С. Грядки в питомнике располагались в направлении северо-юг, и благоприятная полоса из попарно соединенных зон размером 1,0 м пересекала их почти перпендикулярно (рис. 1, 2).

Грунтовая всхожесть семян в контроле в среднем составила 5,3%, в том числе 7,2% в первом и 3,3% во втором блоке. В опыте она была выше и составила в среднем 37,2%, в том числе 42,5% в первом и 31,3% во втором блоке. Таким образом, в условиях дефицита тепла в период прорастания семян ярко проявилось стимулирующее действие благоприятной геоактивной полосы, где грунтовая всхожесть семян оказалась выше в 7 раз (рис. 2).

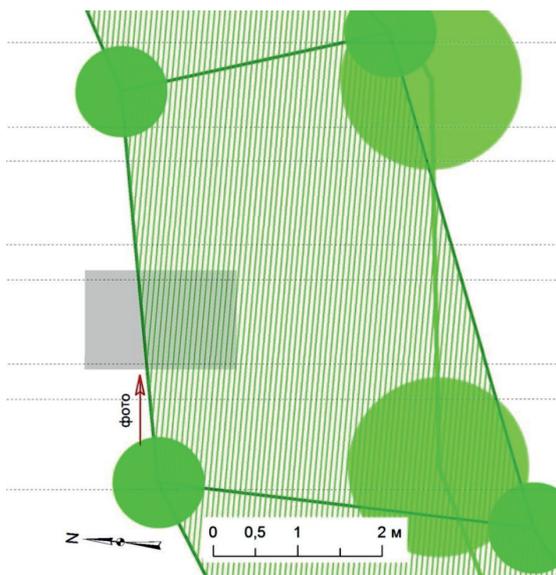


Рис. 1. Часть питомника и сеть из зон размером 1,0 м (темно-зеленые круги и полоса) и сеть из зон 3,0 м (светло-зеленые круги). Затемнена часть грядки, где сделана фотография



Рис. 2. Слева всходы ели на нейтральной территории, справа – на благоприятной геоактивной полосе шириной 3,7 м

Однако и на второй год случилось неприятное событие, связанное с погодой. В период таяния снега ударил заморозок -12°C , и оттаявшая на глубину до 10 см жидкая почва снова замерзла. В результате почти у половины сеянцев корни были буквально оторваны на такую же длину. Явление выжимания сеянцев морозом нередко случается в питомниках, и избежать его практически невозможно. Поэтому сеянцы срочно выкопали, рассортировали и для пересадки в школу выбрали растения без повреждений, а также некоторую часть поврежденных сеянцев с достаточным числом мелких корней, всего 750 шт. (56%). Затем их высадили в школу на благоприятную геоактивную полосу.

В школе в одну лунку высаживали по 2 сеянца, и устройство для их изготовления позволяло делать 15 лунок только на половине грядки; поэтому по её центру образовался разрыв в поперечных сдвоенных рядах, высаженных именно таким способом с целью будущей подрезки корней для формирования компактной корневой системы (рис. 3).



Рис. 3. Высаженные в школу сеянцы на второй год выращивания при схеме посадки в сдвоенных рядах $4,0 \times 3,3$ см и расстоянии между ними от 8 до 10 см

Описанная методика преследовала в конечном счёте одну цель – выровнять факторы, влияющие на рост растений. В результате удалось вырастить достаточно однородный по высоте 3-летний посадочный материал (рис. 4).



Рис. 4. Саженьцы ели на третий год выращивания на благоприятной геоактивной полосе

Всего было выращено 713 шт. саженцев. Средняя высота их составила $17,1 \pm 0,17$ см, при минимуме 6 см, максимуме 34 см и вариации 26,5%. Частотный ряд их высот из 10 классов почти идеально соответствует нормальному распределению (рис. 5).

Далее 400 лучших саженцев будут высажены под пологом 187-летнего сосняка 1-го класса бонитета полнотой 0,9 в МГА-зоны пяти типов. Опыт будет сложным – с высадкой саженцев в центры и на периферию зон

размером 1, 3, 8 и 16 м, а также в нейтральные места. Однако и мелкие саженцы не пропадут. Из них в питомнике будет заложен опыт по их доращиванию с использованием благоприятных геоактивных полос.

Обсуждая возможное улучшение роста деревьев на геоактивных полосах, приведем наши результаты [1, с. 101] в культурах ели в кв. 41 Ильинского лесничества (таблица).

Анализ таблицы показывает, что на всех благоприятных территориях деревья в 21 год были выше контроля в среднем на 4,0%. На благоприятных полосах из зон 1,0 м высота ели в 21 год составила $5,75 \pm 0,06$ м, или 104,3% по отношению к контролю.

Перечисленные выше варианты будущих опытов на МГА-зонах мы уже описывали [1, с. 135], и для проверки предлагались весьма интересные гипотезы. Например, что при совпадении полярности зоны и филлотакси-

са хвои (правой или левой формы дерева) оно будет развиваться хорошо, а при несопадении будет отставать в росте. В другой гипотезе предлагалось изучить совпадение полярности зон вблизи дерева и полярности фитогенного поля самого дерева по методике А.М. Горелова [11].

Чтобы вызвать желание поставить такие опыты, нужно вначале признать принципиально возможным существование геоактивных зон, а не отмахиваться от них, как от недостойных внимания по причине субъективности их определения методами биолокации. Гипотезы – это и цель, и двигатель, и мотивация в работе, её душа и энергия. Без них наука становится пресной, а обучение наукам скучным. Наши исследования делают лишь первые шаги в этом направлении, и здесь возможны самые невероятные результаты.

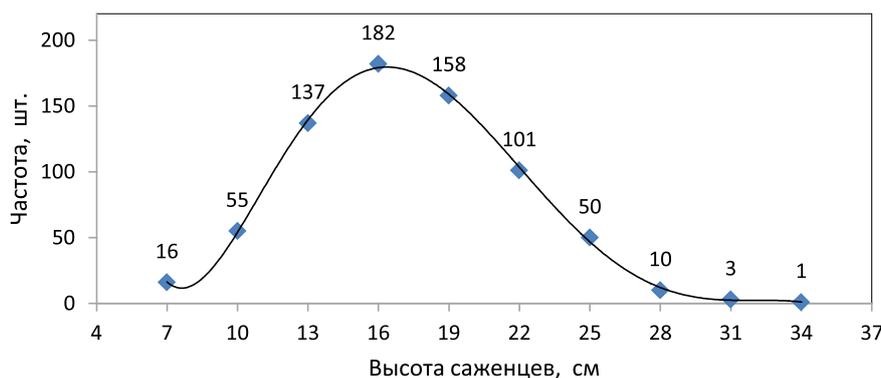


Рис. 5. Распределение высот 3-летних саженцев ели по частоте

Высота деревьев на геоактивных территориях в 21-летних культурах ели

Выборка деревьев	Статистические показатели					В% к контролю	Различие (t)
	N, шт.	X, м	$\pm m$, м	$\pm \sigma$, м	CV, %		
Нейтральные места (контроль)	759	5,51	0,04	1,21	22	100,0	0,0
Благоприятные полосы из зон 1,0 м шириной в среднем 8,7 м	449	5,75	0,06	1,19	21	104,3	3,4**
в т.ч. центр полосы, 33% площади	148	5,65	0,10	1,26	22	102,6	1,30
в т.ч. края полосы, 67% площади	301	5,79	0,07	1,15	20	105,1	3,6**
Благоприятные зоны размером 3,0 м	184	5,64	0,10	1,30	23	102,4	1,3
Благоприятные зоны размером 8,0 м	185	5,69	0,08	1,12	20	103,3	2,0*
Узкие полосы шириной 15–30 см, соединяющие зоны 3,0 и 8,0 м	35	6,16	0,12	0,72	12	111,7	5,0**
Все благоприятные территории	853	5,73	0,04	1,18	21	104,0	3,8**
Патогенные зоны Хартмана и Курри	51	5,03	0,16	1,18	23	91,2	2,9**

Примечание. * – различие достоверно в 95% случаев; ** – различие достоверно в 99% случаев.

Заключение

В условиях дефицита тепла и избыточного увлажнения в питомнике с открытым грунтом при посеве семян ели на образуемые сетью из геоактивных зон благоприятные полосы шириной 4–14 м грунтовая всхожесть семян на них составила 37,2%, что оказалось выше в 7 раз в сравнении с их всхожестью в контроле (в промежутках между благоприятными полосами). Благоприятные полосы занимают примерно 38% территории, и перспективно использовать площадь питомника выборочно, определяя места прохождения таких полос и выращивая на них высококачественный посадочный материал. Возможно, повышение качества посадочного материала будет наблюдаться на них и в условиях засухи, а также при других неблагоприятных колебаниях погоды и климата.

Список литературы

1. Рогозин М.В. Лесные экосистемы и геобиологические сети. Пермь: ПГНИУ, 2016. 171 с.
2. Рогозин М.В., Михалев В.В., Рыбальченко А.Я., Копылов И.С. Оценка влияния неотектоники на лесные экосистемы и на ориентацию сетей из малых геоактивных зон // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. Пермь: ПГНИУ, 2019. Вып. 2(39). С. 23–31.
3. Агбалян Ю.Г. Глобальная энергетическая сеть Хармана. Мифы и реальность // Сознание и физическая реальность. 2009. № 12. С. 14–20.
4. Марченко И.С. Биополе лесных экосистем. Брянск: БТИ, 1973. 91 с.
5. Марченко И.С. Биополе лесных экосистем. Брянск: БГИТА, 1995. 188 с.
6. Демаков Ю.П., Исаев А.В., Нехаев И.Н. Характер освоения деревьями жизненного пространства в пойменных биогеоценозах // Научные труды государственного природного заповедника «Большая Кокшага». Вып. 6. Йошкар-Ола: МарГУ, 2013. С. 163–184.
7. Демаков Ю.П. Структура и закономерности развития лесов республики Марий Эл. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. 432 с.
8. Усольцев В.А., Часовских В.П., Акчурина Г.А., Осмирко А.А., Кох Е.В. Фитомасса деревьев в конкурентных условиях: исследование системных связей средствами информационных технологий. Екатеринбург: УГЛТУ, 2018. 526 с.
9. Грабарник П.Я., Секретенко О.П. Анализ горизонтальной структуры древостоев методами случайных точечных полей // Сибирский лесной журнал. 2015. № 3. С. 32–44.
10. Рогозин М.В. Лесная селекция: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. М.: Изд. дом Академия Естествознания, 2018. 298 с.
11. Горелов А.М. Теория фитогенного поля: становление, современное состояние, перспективы развития // Интродукция растений. 2011. № 3. С. 10–18.

УДК 612.111:612.062

АДРЕНОЗАВИСИМОЕ ОСЕДАНИЕ ЭРИТРОЦИТОВ У ДЕВУШЕК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАЗЫ МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛА И УРОВНЯ ТОЛЕРАНТНОСТИ К ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ

¹Хажиева Е.А., ²Даутова А.З., ³Шамратова В.Г.

¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», Уфа, e-mail: maxi-d@mail.ru;

²Башкирский институт физической культуры (филиал), ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет физической культуры», Уфа, e-mail: dautova.az@mail.ru;

³ФГБОУ ВО МЗ «Башкирский государственный медицинский университет», Уфа, e-mail: shamratovav@mail.ru

В данной работе представлены материалы исследования β -адренореактивности эритроцитов (АРЭ) девушек в разные фазы менструального цикла в зависимости от толерантности к физическим нагрузкам. Оценку АРЭ проводили по изменению скорости оседания эритроцитов (СОЭ) под действием адреналина *in vitro* в конечных концентрациях 10^{-5} ; 10^{-6} ; 10^{-7} ; 10^{-8} ; 10^{-9} ; 10^{-11} ; 10^{-13} г/мл венозной крови. Толерантность к физическим нагрузкам оценивали по величине снижения кардиореспираторного индекса после дозированной физической нагрузки. Установлено, что фазы менструального цикла без учета физических возможностей организма значимо не влияют на показатели СОЭ-зависимого оседания эритроцитов. В то же время у девушек с низкой толерантностью к физическим нагрузкам в фолликулярную фазу цикла ниже величины средних и максимальных отклонений СОЭ при добавлении как физиологических концентраций (ниже 10^{-9} г/мл) (ФКА), так и стрессовых доз адреналина (выше 10^{-9} г/мл) (СКА). Показано, что в лютеиновой фазе цикла возрастание агрегационной активности эритроцитов (повышение СОЭ в присутствии адреналина) у девушек с низкой толерантностью к физическим нагрузкам коррелирует с повышением среднорегулярной концентрации гемоглобина.

Ключевые слова: менструальный цикл, адренореактивность эритроцитов, СОЭ, фолликулярная фаза, лютеиновая фаза, кардиореспираторный индекс

ADREPENDENT SEDIMENTATION OF RYTHROCYTES IN GIRLS, DEPENDING ON THE PHASE OF THE MENSTRUAL CYCLE AND THE LEVEL OF TOLERANCE TO PHYSICAL LOAD

¹Khazhieva E.A., ²Dautova A.Z., ³Shamratova V.G.

¹Bashkir State University, Ufa, e-mail: maxi-d@mail.ru;

²Bashkir Institute of Physical Culture (branch), Ural State University of Physical Culture, Ufa, e-mail: dautova.az@mail.ru;

³Bashkir State Medical University», Ufa, e-mail: shamratovav@mail.ru

This work presents materials for the study of β -adrenoreactivity of girls erythrocytes (ARE) in different phases of the menstrual cycle, depending on tolerance to physical activity. The ARE was evaluated according to the erythrocyte sedimentation rate (ESR) change under the influence of adrenaline *in vitro* in final concentrations 10^{-5} ; 10^{-6} ; 10^{-7} ; 10^{-9} ; 10^{-11} ; 10^{-13} g/ml of venous blood. Exercise tolerance was evaluated by the decrease in the cardiorespiratory index after dosed physical activity. It was established that the phases of the menstrual cycle, without taking into account the physical capabilities of the body, do not significantly affect the indicators of ESR-dependent erythrocyte sedimentation. At the same time, girls with low exercise tolerance in the follicular phase of the cycle have lower average and maximum ESR deviations when both physiological concentrations (below 10^{-9} g/ml) (PCA) and stress doses of adrenaline (above 10^{-9} g/ml) (SKA). It was shown that in the luteal phase of the cycle, an increase in the aggregation activity of red blood cells (an increase in ESR in the presence of adrenaline) in girls with low exercise tolerance correlates with an increase in the average corpuscular concentration of hemoglobin.

Keywords: menstrual cycle, erythrocyte adrenoreactivity, erythrocyte sedimentation rate (ESR), follicular phase, luteal phase, cardiorespiratory index

Физиологическое состояние разных систем организма женщин находится в определенной зависимости от фаз менструального цикла (ФМЦ) [1]. Считается, что перед началом менструации содержание эритроцитов и гемоглобина в крови нарастает (лютеиновая фаза), а в дни менструации происходит потеря крови, что приводит к снижению ее кислородной емкости. Поскольку степень насыщения тканей кислородом обуславливает диапазон адаптивных

возможностей организма, ФМЦ сказывается на характере и выраженности ответных реакций организма на нагрузку, в частности на физическую активность [2–4].

Исследования влияния фаз менструального цикла на функциональные возможности организма девушек, занимающихся спортом, продемонстрировали наиболее выраженные изменения в системе гемодинамики спортсменок. В предовуляторную фазу цикла наблюдалось повышение эко-

номичности ССС девушек со значительном приростом показателя КВ, тогда как в постовуляторной фазе оптимальное состояние организма обеспечивалось за счет повышения мощности дыхательной системы [5]. В динамике ФМЦ спортсменок выявлено значительное повышение индекса напряжения регуляторных систем непосредственно перед менструацией, что является следствием увеличения активности симпатического канала регуляции [6].

Адекватное представление о системных реакциях организма в ответ на изменение его функциональной активности дает адренореактивность эритроцитов (АРЭ), отражающая основные принципы адренореактивности разных клеток [7]. Так, показатель АРЭ использовался для определения устойчивости организма к действию различных нагрузок [8]. Нами было показано влияние на АРЭ уровня двигательной активности юношей [9].

В связи с этим представляет интерес изучение β -адренореактивности эритроцитов у девушек в разные фазы менструального цикла с учетом выносливости организма по отношению к физическим нагрузкам.

Целью исследования явилось изучить связи СОЭ-зависимой адренореактивности эритроцитов с их количественными и морфофункциональными особенностями у девушек в зависимости от менструального цикла и уровня толерантности к физической нагрузке.

Материалы и методы исследования

В исследовании приняло участие 142 девушки в возрасте 19–23 лет, с регулярным менструальным циклом (77 в фолликулярной и 65 в лютеиновой фазе цикла). Все испытуемые были проинформированы о методах и задачах исследования и дали добровольное письменное согласие.

Для исследований использовалась венозная кровь, взятая натощак в пробирку с антикоагулянтом (цитрат Na 3,8%). Адренореактивность эритроцитов (АРЭ) определяли методом Панченкова путем добавления в пробы крови адреналина в дозах 10^{-5} – 10^{-13} г/мл. Рассчитывали среднюю величину отклонений СОЭ от исходного значения, а также максимальное (АРЭ макс.) отклонение СОЭ от исходного уровня при воздействии на кровь испытанных доз адреналина [10]. Направленность сдвигов оценивали при понижении СОЭ более чем на единицу от исходного как антиагрегационный тип (АнАг), при повышении более чем на единицу – агрегационный тип (Аг), отсутствие сдвигов обозначили как ареактивный тип (Ар). Влияние адреналина на состояние эри-

троцитов рассматривали отдельно для его физиологических (ниже 10^{-9} г/мл) (ФКА) и повышенных стрессовых концентраций (выше 10^{-9} г/мл) (СКА). Фаза цикла определялась методом анкетирования, в группу фолликулиновой фазы вошли девушки на 5–12-й день менструального цикла, лютеиновой – 17–26-й день. Показатели красной крови, такие как количество эритроцитов (RBC), гемоглобин (Hb), гематокрит (HCT), средний объем эритроцитов (MCV), среднее содержание гемоглобина в отдельном эритроците (MCH), средняя концентрация гемоглобина в клетке (MCHC), определяли на гематологическом анализаторе Sysmex KX-21N (Япония).

Физическую выносливость девушек оценивали путем расчета кардиореспираторного индекса – КРИС (в модификации Н.Н. Самко). У испытуемых последовательно измеряли систолическое артериальное давление (САД), диастолическое артериальное давление (ДАД), частоту сердечных сокращений (ЧСС), максимальное давление выдоха (МДВ), определяли жизненную емкость легких (ЖЕЛ) и время максимальной задержки дыхания (МЗД). Используя эти данные, рассчитали КРИС по формуле:

$$\text{КРИС} = \frac{\text{ЖЕЛ} + \text{МДВ} + \text{МЗД} + \text{возраст}}{\text{САД} + \text{ДАД} + \text{ЧСС}}$$

КРИС определяли на протяжении двух фаз физической деятельности: адинамической и динамической. Адинамической фазе соответствует 10-минутный отдых, а динамической – дозированная физическая нагрузка на велотренажере в течение 5 минут и со скоростью не менее 20 км/ч. Процент снижения КРИС после физической нагрузки рассчитывали по формуле:

$$\text{КРИС}\% = \frac{\text{КРИС}_{\text{ад}} - \text{КРИС}_{\text{д}}}{\text{КРИС}_{\text{ад}}} \times 100\%$$

где КРИС_{ад} – физическая выносливость в адинамической фазе; КРИС_д – физическая выносливость после динамической фазы. В соответствии с полученными значениями КРИС % девушки были поделены на две группы: 1-я группа имела значения КРИС % от 0 до 15% (высокая толерантность к физическим нагрузкам) (n = 59), 2-я группа – КРИС % более 15% (низкая толерантность к физическим нагрузкам) (n = 83).

Для статистической обработки использовалась программа Statistica 10. Сравнительный анализ проводился при помощи t-критерия Стьюдента, взаимосвязь изученных показателей оценивали с помощью корреляционного анализа по Спирмену ($p < 0,05$).

**Результаты исследования
и их обсуждение**

Анализ среднегрупповых значений показателей красной крови девушек на разных стадиях менструального цикла представлен в табл. 1.

Таблица 1

Показатели ($M \pm m$) красной крови девушек на разных стадиях менструального цикла

Показатели	Лютеиновая фаза (n = 65)	Фолликулярная фаза (n = 77)
RBC, *10 ¹² /л	4,43 ± 0,29	4,48 ± 0,38
НВ, г/л	125,8 ± 13,0	128,6 ± 15,0
НСТ, %	37,5 ± 3,38	38,0 ± 3,98
MCV, фл	83,9 ± 5,9	84,3 ± 5,2
MCH, пг	29,2 ± 7,3	28,5 ± 2,7
MCHC, мг/л	33,1 ± 4,0	33,6 ± 1,7

Видно, что все учтенные показатели варьируют в границах возрастной нормы и статистически значимо не различаются в зависимости от цикла.

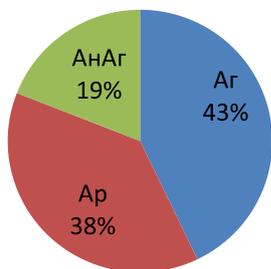
При изучении СОЭ-зависимой адренореактивности у девушек оказалось, что в лютеиновой фазе частота встречаемости разных типов АРЭ при добавлении ФКА является примерно одинаковой. В фолликулярной фазе цикла несколько возрастает доля Аг типа и снижается – АНАг (рис. 1).

Аналогичная картина наблюдается и при внесении в пробы СКА (рис. 2).

Таким образом, фаза менструального цикла девушек несущественно сказывается на распределении разных типов АРЭ. При расчете средних и максимальных отклонений СОЭ под влиянием как ФКА, так и СКА в разные фазы цикла также не выявлено достоверных различий ($p > 0,05$), что согласуется с результатами других исследований. Так, в работе Цветковой Е.Ю. с соавт. (2009) показано, что β-адренореактивность эритроцитов в фолликулярную и лютеиновую фазы цикла значительно не менялась [11].

В связи с влиянием физических нагрузок на состояние красной крови [12] мы изучили показатели крови у девушек в зависимости от толерантности к физической нагрузке (на основании процента снижения КРИС после дозированной физической нагрузки).

Фолликулярная фаза



Лютеиновая фаза

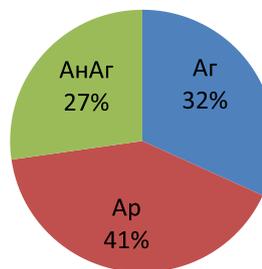
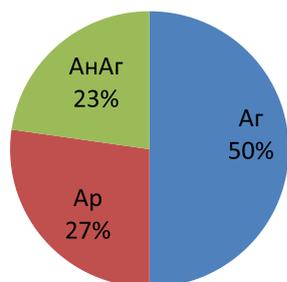


Рис. 1. Распределение встречаемости разных типов АРЭ у девушек в лютеиновую и фолликулярную фазы при внесении ФКА

Фолликулярная фаза



Лютеиновая фаза

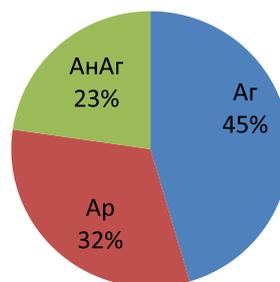


Рис. 2. Распределение встречаемости разных типов АРЭ у девушек в лютеиновую и фолликулярную фазы при внесении СКА

В табл. 2 представлены показатели крови при низкой (КРИС% > 15%) и высокой толерантности (КРИС% от 0 до 15%) к физическим нагрузкам в фолликулярную и лютеиновую фазы цикла.

Из результатов сравнительного анализа вытекает, что у студенток с относительно высокой выносливостью фаза цикла значимо не влияет на морфофункциональные и количественные параметры красной крови. При рассмотрении показателей у девушек с низкой толерантностью к физическим нагрузкам выявлены некоторые особенности показателей крови. У девушек с пониженной толерантностью к физическим нагрузкам обнаружены статистически значимые отличия таких показателей, как общий и среднекорпускулярный объем эритроцитов, которые оказались выше в лютеиновой фазе ($p < 0,05$) (табл. 2), что соответствует данным литературы, согласно которым кровопотери в дни менструации

служат физиологическим раздражителем для усиления эритропоэза.

Сравнительный анализ средних и максимальных величин АРЭ девушек в зависимости от толерантности к физическим нагрузкам в разные фазы менструального цикла представлен в табл. 3.

В лютеиновой фазе цикла в группе девушек с КРИС от 0 до 15% (высокая толерантность) значимых отличий величины средних и максимальных отклонений СОЭ не установлено. В то же время в группе с КРИС более 15% (низкая толерантность) среднегрупповые значения и максимальные отклонения АРЭ при добавлении ФКА в фолликулярную и лютеиновую фазу цикла имели статистически значимые отличия. В фолликулярную фазу менструального цикла величины АРЭ резко сдвинулись в отрицательную сторону по сравнению с показаниями в лютеиновую фазу ($p < 0,05$) (табл. 3).

Таблица 2

Показатели ($M \pm m$) красной крови у девушек с высокой и низкой толерантностью к нагрузкам в фолликулярную и лютеиновую фазы менструального цикла

Показатели	КРИС% от 0 до 15%		КРИС% > 15%	
	Лютеиновая фаза (n = 27)	Фолликулярная фаза (n = 32)	Лютеиновая фаза (n = 38)	Фолликулярная фаза (n = 45)
RBC, $\cdot 10^{12}/л$	4,43 \pm 0,29	4,32 \pm 0,38	4,4 \pm 0,08	4,4 \pm 0,06
НВ, г/л	125,8 \pm 13,0	120,6 \pm 15,0	126,4 \pm 2,7	121,1 \pm 2,4
НСТ, %	37,5 \pm 3,38	37,2 \pm 1,08	39,7 \pm 0,67*	37,5 \pm 0,5*
MCV, фл	86,8 \pm 3,27	85,8 \pm 2,15	89,4 \pm 1,18*	84,6 \pm 1,12*
MCH, пг	27,8 \pm 1,28	27,8 \pm 0,97	28,4 \pm 0,44	27,2 \pm 0,47
MCHC, г/л	31,9 \pm 0,55	31,5 \pm 1,1	31,8 \pm 3,42	32,2 \pm 2,83

Примечание: * – статистически значимое различие параметров крови у девушек с низкой выносливостью при фолликулярной и лютеиновой фазах, $p < 0,05$.

Таблица 3

АРЭ в фолликулярную и лютеиновую фазы менструального цикла девушек с высокой и низкой толерантностью к физическим нагрузкам

	КРИС% от 0 до 15%		КРИС% > 15%	
	Фолликулярная фаза (n = 32)	Лютеиновая фаза (n = 27)	Фолликулярная фаза (n = 45)	Лютеиновая фаза (n = 38)
Среднее отклонение АРЭ при добавлении ФКА, мм/ч	-0,38 \pm 1,4	-1,2 \pm 0,98	-2,31 \pm 0,81*	-0,25 \pm 0,6*
Среднее отклонение АРЭ при добавлении СКА, мм/ч	-1,08 \pm 1,4	-0,38 \pm 1,28	-2,59 \pm 1,18	-1,19 \pm 0,65
Максимальное отклонение АРЭ при добавлении ФКА, мм/ч	-0,66 \pm 1,58	-1,5 \pm 1,02	-2,6 \pm 0,82*	-0,15 \pm 0,72*
Максимальное отклонение АРЭ при добавлении СКА, мм/ч	-1,0 \pm 1,57	-0,66 \pm 1,37	-2,6 \pm 1,22	-1,3 \pm 0,73

Примечание: * – статистически значимое различие между показателями АРЭ при добавлении ФКА и СКА у девушек с низкой выносливостью при фолликулярной и лютеиновой фазах, $p < 0,05$.

Кроме того, в группе студенток с более высокой толерантностью к физическим нагрузкам не удалось выявить значимых корреляций базовых показателей красной крови с чувствительностью эритроцитов к адреналину. В то же время у девушек с низкой толерантностью обнаружен ряд взаимосвязей. В частности, установлены значимые корреляции с циклом среднекорпускулярных содержаний и концентрации гемоглобина (МСН: $r = 0,37$, $p = 0,004$; МСНС: $r = -0,38$, $p = 0,02$), а также общего и среднеэритроцитарного объемов (Hct: $r = 0,44$, $p = 0,00$, MCV: $r = 0,51$, $p = 0,00$).

При этом у девушек с низкой толерантностью АРЭ коррелирует с концентрацией гемоглобина в отдельном эритроците: средняя ($r = -0,48$; $p = 0,03$) и максимальная ($r = -0,53$; $p = 0,04$) величины АРЭ при ФКА и (по $r = -0,37$; $p = 0,02$) – при СКА, максимальная величина АРЭ при добавлении ФКА с общей концентрацией гемоглобина ($r = -0,38$; $p = 0,02$).

Заключение

Таким образом, в проведенном исследовании без учета физической выносливости не обнаружено достоверного влияния ФМЦ на количественные, качественные и морфофункциональные характеристики эритроцитов. Вместе с тем установлено, что ФМЦ значимо сказываются на ряде показателей у девушек с низкой толерантностью к физическим нагрузкам. Так, у девушек со значениями КРИС $> 15\%$ в лютеиновую фазу увеличивается общий и среднекорпускулярный объем эритроцитов по сравнению с их уровнем в фолликулярную фазу цикла. Также у девушек с низкой толерантностью повышение среднекорпускулярной концентрации гемоглобина сопровождается возрастанием агрегационной активности эритроцитов, об этом же свидетельствуют обнаруженные у них корреляции с типом АРЭ. В этой группе девушек с увеличением МСН возрастает встречаемость агрегативного типа адренореактивности, т.е. в целом по выборке возрастает склонность к повышению величины СОЭ в присутствии адре-

налина, которая особенно выражена в лютеиновой фазе цикла.

Список литературы

1. Горбунов Р.В. Комплексная оценка функционального состояния женщин в различные фазы менструального цикла // Кубанский научный медицинский вестник. 2006. № 10. С. 55–59.
2. Matsuda T., Furuhashi T., Ogata H., Kamemoto K., Yamada M., Sakamaki-Sunaga M. Effects of the Menstrual Cycle on Serum Carnitine and Endurance Performance of Women. *Int. J. Sports. Med.* 2020. Feb 14. DOI: 10.1055/a-1088-5555.
3. Goldsmith E., Glaister M. The effect of the menstrual cycle on running economy. *J. Sports. Med. Phys. Fitness.* 2020. DOI: 10.23736/S0022-4707.20.10229-9.
4. Julian R., Hecksteden A., Fullagar H.H., Meyer T. The effects of menstrual cycle phase on physical performance in female soccer players. *PLoS One.* 2017. № 12 (3). e0173951. DOI: 10.1371/journal.pone.0173951.
5. Лагутина М.В. Особенности функциональных свойств организма спортсменок фитнес-аэробики в разные фазы менструального цикла // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2013. № 1 (26). С. 117–125.
6. Погодина С.В. Регуляторные влияния менструального цикла на механизмы реактивности организма высококвалифицированных спортсменок в возрасте 16–45 лет // Физическая культура, спорт – наука и практика. 2017. № 1. С. 65–70.
7. Циркин В.И., Громова М.А., Колгина Д.А., Михайлова В.И., Пленусова Я.К. Оценка адренореактивности эритроцитов, основанная на способности адреналина повышать скорость агглютинации эритроцитов // Фундаментальные исследования. 2008. № 7. С. 59–60.
8. Тупиневич Г.С., Шамратова В.Г. Адренореактивность эритроцитов как показатель физической выносливости организма // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=28261> (дата обращения: 30.03.2020).
9. Даутова А.З., Хажиева Е.А., Шамратова В.Г., Садыкова Л.З. Ассоциация полиморфизмов генов *BDKRB2* и *ACE* с адренореактивностью эритроцитов у юношей с разной двигательной активностью // Ульяновский медико-биологический журнал. 2020. № 1. С. 96–107. DOI: 10.34014/2227-1848-2020-1-96-107.
10. Хазипова И.Р., Шамратова В.Г. Способ оценки адренореактивности эритроцитов. Патент РФ № 2011122065/15. 2012.
11. Цветкова Е.Ю., Жуликова О.А., Никитюк К.С., Софьяна А.С., Патурова И.Г. Вариабельность сердечного ритма и адренореактивность эритроцитов в зависимости от фазы менструального цикла // Вятский медицинский вестник. 2009. № 1. С. 108.
12. Дроздов Д.Н., Кравцов А.В. Влияние физической нагрузки на показатели периферической крови человека // Вестник МДПУ имени И.П. Шамякина. 2015. № 1 (45). С. 23–28.

УДК 577.124.8

УРОВЕНЬ ГЛЮКОЗЫ КРОВИ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ ОТ АЛКОГОЛЯ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ L-КАРНИТИНА

¹Ефременко Е.С., ²Яковлева С.И.

¹ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет»

Министерства здравоохранения Российской Федерации, Омск, e-mail: bx-osma@mail.ru;

²БОУ «Гимназия № 115», Омск

Большая значимость алкоголизма в медико-социальном аспекте служит важным пусковым фактором для оценки влияния различных лекарственных веществ на обменные процессы в организме при воздействии избыточного количества этилового алкоголя. Критическим моментом при алкогольной зависимости считается формирование алкогольного абстинентного синдрома. Совокупность изменений метаболизма определяет возникновение гипоэнергетического состояния клеток в данных условиях. Поэтому в аспекте корректирующих мероприятий по устранению нарушений метаболизма при алкогольной интоксикации и алкогольной зависимости важнейшее значение отводится восстановлению энергетического потенциала клеток, восстановлению уровня АТФ. В условиях отмены этанола, прекращения его действия, снижения ингибирующего влияния ацетальдегида на компоненты электрон-транспортной цепи митохондрий необходимость использования всех энергетических субстратов с максимальной эффективностью приобретает особую значимость. В связи с этим интерес представляет действие карнитина в качестве лекарственного вещества, являющегося искусственным аналогом естественного карнитина. В материале публикации представлена информация о содержании глюкозы в сыворотке крови при формировании реакции отмены этанола в условиях использования L-карнитина. Показано, что L-карнитин снижает уровень глюкозы в крови животных, получавших только карнитин, при сравнении с контрольной группой. Концентрация глюкозы в крови увеличивается при одновременном назначении этанола и L-карнитина в условиях сопоставления данных с животными, получавшими только L-карнитин. Указанные изменения могут быть связаны с нарушениями функционирования нейромедиаторных и гормональных систем организма животных в условиях тяжелой, принудительной алкоголизации.

Ключевые слова: алкоголь, алкоголизм, алкогольная интоксикация, глюкоза, углеводы, карнитин, жирные кислоты, метаболизм

BLOOD GLUCOSE LEVEL IN EXPERIMENTAL MODELING OF PHYSICAL DEPENDENCE ON ALCOHOL AGAINST THE BACKGROUND OF L-CARNITINE USE

¹Efremenko E.S., ²Yakovleva S.I.

¹Federal State Funded Educational Institution for Higher Education Omsk State Medical University

Ministry of Public Health, Russian Federation, Omsk, e-mail: bx-osma@mail.ru;

²Budget educational institution «Gymnasium № 115», Omsk

The great significance of alcoholism in the medical and social aspect serves as an important starting factor for evaluating the effect of various drugs on metabolic processes in the body when exposed to excessive amounts of ethyl alcohol. The critical moment in alcohol dependence is considered to be the formation of alcohol withdrawal syndrome. The set of changes in metabolism determines the occurrence of a hypoenergetic state of cells in these conditions. Therefore, in the aspect of corrective measures to eliminate metabolic disorders in alcohol intoxication and alcohol dependence, the most important importance is given to restoring the energy potential of cells, restoring the level of ATP. In the conditions of ethanol withdrawal, termination of its action, and reduction of the inhibitory effect of acetaldehyde on the components of the electron transport chain of mitochondria, the need to use all energy substrates with maximum efficiency becomes particularly important. In this regard, the action of carnitine is of interest. The publication provides information on the content of glucose in the blood serum during the formation of the ethanol withdrawal reaction under the conditions of L-carnitine use. L-carnitine has been shown to reduce blood glucose levels in animals treated with carnitine alone when compared with a control group. The concentration of glucose in the blood increases with the simultaneous administration of ethanol and L-carnitine in the conditions of comparison of data with animals that received only L-carnitine. These changes may be associated with impaired functioning of the neurotransmitter and hormonal systems of the animal body in conditions of severe, forced alcoholism.

Keywords: alcohol, alcoholism, alcohol intoxication, glucose, carbohydrates, carnitine, fatty acids, metabolism

Глюкоза является главным моносахаридом крови и тканей организма человека и животных. При её катаболизме в аэробных и анаэробных условиях происходит образование энергии в форме АТФ (аденозинтрифосфат), которая используется для

обеспечения функциональной активности клеток. Помимо гликолиза, ещё одним направлением распада глюкозы считается гексозомонофосфатный (пентозный, пентозофосфатный, апотомический) путь, связанный с обеспечением клеток пентозами

и НАДФН₂ (никотинамидадениндинуклеотидфосфат восстановленный) для анаболических целей.

Кроме интенсивности распада, уровень глюкозы в клетках и внеклеточной жидкости зависит от:

1) поступления глюкозы в организм с продуктами питания (в основном в виде гомополисахарида растительных тканей – крахмала и его аналога в клетках животных – гликогена);

2) образования глюкозы из углеводного резерва – гликогена ткани печени и скелетных поперечно-полосатых миоцитов;

3) биосинтеза из веществ неуглеводной природы (лактата, пирувата, гликогенных аминокислот, метаболитов цикла трикарбоновых кислот) в результате реакций глюконеогенеза [1].

Направление превращения глюкозы зависит от соотношения окисленной и восстановленной форм НАД (никотинамидадениндинуклеотид). Представляется, что окисленная форма НАД является аллостерическим активатором регуляторных, скорость-лимитирующих ферментов гликолиза (гексокиназы, фосфофруктокиназы, пируваткиназы). Восстановленная форма НАД, наоборот, ингибирует гликолиз.

При биотрансформации этилового спирта в результате функционирования фермента алкогольдегидрогеназы происходит избыточное накопление восстановленной формы НАД в клетках. Данный феномен носит название «протонная интоксикация», вследствие того что возникают многочисленные изменения метаболических процессов [2]. Данный момент также оказывает влияние на содержание глюкозы в клетках и тканях организма. В связи с этим актуальным видится вопрос о возможной коррекции изменений метаболизма глюкозы в условиях алкоголизации.

Цель исследования: выяснить влияние L-карнитина на гликемический статус крыс, подвергшихся принудительной алкоголизации.

Задачи исследования:

1) оценить уровень глюкозы в сыворотке крови алкоголизованных крыс;

2) определить сывороточную концентрацию глюкозы у крыс при реакции отмены этанола в условиях введения L-карнитина.

Материалы и методы исследования

В эксперименте использовали 39 белых беспородных крыс-самцов массой 220 г, у которых вызывали реакцию отмены этанола. Для этого животным внутривенно вводили 25% раствор этанола в дозе 8 г/кг массы тела, что соответствует половине

полулетальной дозы. Этанол вводили в течение 4,5 суток утром и вечером, интервал между введениями составлял 12 часов. После завершения алкоголизации животных выводили из эксперимента путём декапитации под эфирным наркозом. Животные были разделены на группы: группа «А» (n = 10) – животные, которым вводили этанол по схеме, указанной выше; группа «L-КАР» (n = 10) – животные, которым интрагастрально вводили L-карнитин (препарат «L-КАР») в течение 4,5 суток в дозе 300 мг/сут.; группа «А+L-КАР» (n = 10) – алкоголизованные крысы, которым при формировании реакции отмены этанола интрагастрально вводили L-карнитин в дозе 300 мг/сут. (препарат «L-КАР»); группу «К» (n = 9) составили животные, которым вводили физиологический раствор хлорида натрия в эквивалентном количестве.

Содержание глюкозы в крови определяли глюкозооксидазным методом с использованием набора реактивов компании «Вектор-Бест». Указанный метод определения концентрации глюкозы в сыворотке крови заключается в том, что глюкоза под влиянием фермента глюкозооксидазы подвергается окислению. В качестве продуктов реакции образуются глюконовая кислота и пероксид водорода. Последний подвергается разрушению при участии фермента пероксидазы, что сопряжено с конденсацией парааминоантипирин и фенола с формированием окрашенного соединения (иминофеназон). Интенсивность окраски реакционной смеси прямо пропорциональна концентрации глюкозы в исследуемой пробе.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием компьютерных программ Microsoft Excel, Statistica 6.0. В качестве параметров описательной статистики использовали медиану, верхний и нижний квантили.

Для оценки статистической значимости различий применяли непараметрические критерии: Манна-Уитни (U) для независимых выборок и Вилкоксона (W) для связанных выборок. Уровень значимости был общепринятым для биологических исследований ($p < 0,05$) [3].

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ сыворотки крови животных, подвергнутых принудительной алкоголизации, свидетельствует о том, что в группе «L-КАР» уровень глюкозы снижен на 23,9% ($pU = 0,002$) по сравнению с группой контроля. В группе «А+L-КАР» содержание глюкозы в сыворотке крови увеличе-

но на 13,6% ($pW = 0,017$) по отношению к группе «L-КАР».

Регуляция уровня глюкозы в различных средах организма человека сопряжена с определенным значением соотношения АДФ/АТФ (аденозиндифосфат/аденозинтрифосфат). Накопление АДФ стимулирует распад глюкозы и отрицательно влияет на ее биосинтез. АТФ – аллостерический ингибитор гликолиза и активирует образование глюкозы.

Дополнительно к этому продукт алкогольдегидрогеназной реакции – ацетальдегид – блокирует действие компонентов митохондриальной дыхательной цепи, тем самым уменьшая образование АТФ.

Также хорошо известно, что при алкогольной интоксикации ингибируется действие регуляторного фермента глюкозо-6-фосфоенолпируваткарбоксикиназы. Это является ключевым моментом в изменениях обмена глюкозы при воздействии этилового алкоголя в связи с тем, что накопление НАДН₂ и уменьшение уровня АТФ оказывают разнонаправленное влияние на распад и синтез глюкозы и, по-видимому, нивелируют эффекты друг друга.

Однако в целом совокупность указанных изменений метаболизма глюкозы определяет возникновение гипозенергетического состояния клеток. Поэтому в аспекте корригирующих мероприятий по устранению нарушений метаболизма при алкогольной интоксикации и алкогольной зависимости важнейшее значение приобретает восстановление энергетического потенциала клеток, восстановление уровня АТФ.

Современные представления о механизмах продукции АТФ за счёт различных метаболитов свидетельствуют о том, что последовательность использования клетками (митохондриями) субстратов для образования энергии определяется кинетическим параметром – скоростью реакции. Согласно данным профессора В.Н. Титова [4], очередность использования веществ в митохондриях для синтеза АТФ может быть следующей: а) производные наиболее короткой по числу атомов углерода жирной кислоты (масляной) – кетоновые тела: ацетон, ацетоуксусная кислота, бета-оксимасляная кислота; б) короткоцепочечные жирные кислоты с длиной углеводородной цепи от 6 до 10 атомов углерода; в) длинноцепочечные высшие жирные кислоты, в наибольшей степени пальмитиновая кислота, в связи с наличием только для неё специфического переносчика; г) глюкоза. Указанная информация предполагает, что глюкоза будет использована митохондриями клеток для окисления в последнюю очередь.

В условиях отмены этанола, прекращения его действия, снижения ингибирующего влияния ацетальдегида на компоненты электрон-транспортной цепи митохондрий необходимость использования всех энергетических субстратов с максимальной эффективностью приобретает особую значимость. В связи с этим интерес представляет действие L-карнитина (препарат L-КАР) в качестве лекарственного вещества, являющегося искусственным аналогом естественного карнитина.

С биохимической точки зрения карнитин представляет собой продукт превращения в клетках насыщенной (предельной) масляной кислоты, содержащей в своем составе четыре атома углерода. В структуре карнитина присутствуют также гидроксильная группа и метильные функциональные группировки (гидрокситриметиламиномасляная кислота).

В связи с выполняемой функцией интрацеллюлярная концентрация карнитина очень высока и превышает в пятьдесят раз концентрацию данного метаболита в плазме крови. Система активного транспорта обеспечивает содержание карнитина внутриклеточно. Установлены транспортеры с высокой специфичностью для разных типов клеток: кардиомиоцитов, поперечно-полосатых миоцитов, гепатоцитов.

Наличие эссенциальных (незаменимых) аминокислот считается обязательным условием для биосинтеза карнитина. Для обеспечения процесса требуются серосодержащая аминокислота – метионин и диаминомонокарбоновая кислота – лизин.

В соответствии с указанными фактами поступление данных аминокислот с пищевыми продуктами и выполнение биологической реакции экзотрофии (внешнего питания) [5] во многом определяет скорость образования карнитина и эффективность реализации его функции.

Основной локализацией синтеза карнитина в организме являются скелетные, поперечно-полосатые миоциты. Считается, что в клетки иной локализации карнитин транспортируется из пула межклеточной жидкости.

Принято считать, что переход неэтерифицированных высших жирных кислот, а также их неполярной, активированной формы – ацил-КоА – через мембрану митохондрий без карнитина невозможно. Естественная, физиологическая функция карнитина связана с тем, что он обеспечивает транспорт насыщенной (предельной) пальмитиновой высшей жирной кислоты в пространство митохондриального матрикса. Каталитическая активность фермента –

карнитинпальмитоилацилтрансферазы – сопряжена с выполняемой функцией.

Процесс транспорта жирной кислоты внутрь митохондрий представляется следующим образом: а) во-первых, происходит процесс переэтерификации высшей жирной кислоты из связи с коферментом А в ее связь с карнитином; б) карнитин-ацилкарнитинтранслоказа осуществляет транспорт карнитиновых эфиров через внутреннюю мембрану митохондрий. Одновременно происходит удаление из матричного пространства митохондрий свободного карнитина; в) обратная переэтерификация жирной кислоты в эфир с коферментом А осуществляется после прохождения жирной кислотой внутренней мембраны и ее появления в матрике митохондрий. Это обеспечивается действием карнитинпальмитоилтрансферазы. Результатом всего процесса становится появление жирной кислоты в активированной, неполярной форме тиоэфира в матрике митохондрий.

Как видно из характеристики процесса, именно эта форма жирной кислоты необходима для начала транспорта жирных кислот из цитозоля в митохондрии; для дальнейшей транспортировки жирных кислот через внутреннюю мембрану митохондрий; для последующего окисления высших жирных кислот с образованием конечных продуктов обмена веществ и энергии в форме АТФ.

Жизнедеятельность клеток организма определяет необходимость формирования в митохондриях при β-окислении высших жирных кислот в аэробных условиях центрального метаболита обмена веществ – ацетил-КоА. Дальнейшие биохимические события, связанные с его превращением внутримитохондриально, представляются его распадом в цикле трикарбоновых кислот (Кребса) до двух молекул конечного продукта обмена веществ – углекислого газа. В ходе данного метаболического пути в результате четырех реакций, сопряженных с функционированием компонентов дыхательной цепи, происходит формирование молекул восстановленной формы коферментов НАД, ФАД (флавинадениндинуклеотид). Они обеспечивают инициацию работы дыхательной цепи митохондрий по образованию АТФ [4].

При алкоголизме, в условиях гипонергетического состояния эффективность функционирования цикла Кребса снижается, что предполагает изменение направления использования ацетил-КоА в сторону конденсации молекул между собой. В результате взаимодействия двух молекул ацетил-КоА формируется ацетоацетил-КоА. Превращения с участием ацетил-КоА приводят к образованию малонил-КоА.

Биосинтез малонил-КоА в матрике подавляет активность карнитинпальмитоилацилтрансферазы, что уменьшает поступление активированных, неполярных форм жирных кислот – ацил-КоА в митохондрии. Соответственно, снижается интенсивность β-окисления высших жирных кислот и еще больше усугубляется выраженность гипонергетического состояния клеток.

Снижение уровня глюкозы в группе «L-КАР» может быть обусловлено активацией окисления высших жирных кислот, что определяет, в соответствии с константой скорости реакции, усиление распада глюкозы внутриклеточно. Запуск действия осмотических законов предполагает переход глюкозы из крови в клетки и объясняет выявленные изменения её уровня. С другой стороны, возможное увеличение интенсивности окисления высших жирных кислот в митохондриях, обусловленное действием L-карнитина по транспорту пальмитата, предполагает к мнению об увеличении уровня АТФ в митохондриях, выходе из гипонергетического состояния и вследствие этого восстановления активности процесса глюконеогенеза.

Статистический анализ полученных данных говорит о том, что уровень глюкозы крови алкоголизованных животных не отличается от значений в группе интактных животных. Имеется лишь тенденция к снижению показателя. Литературные данные показывают, что при длительном хроническом воздействии алкоголя на клетки организма уровень глюкозы крови снижается, развивается состояние гипогликемии, обусловленное нарушением глюконеогенеза в печени.

Однако при отмене этанола на первый план выходят регуляторные эффекты гормонов мозгового слоя надпочечников (группа катехоламинов: дофамин, норадреналин, адреналин). Можно предположить, что отсутствие изменения содержания глюкозы в группе «А» связано с их влиянием на углеводный обмен.

Это обстоятельство связано с тем, что метаболическими эффектами катехоламинов в плане регуляции обмена углеводов являются:

а) стимуляция фосфоролитического пути распада резервного гомополисахарида организма животных – гликогена – в скелетных, поперечно-полосатых миоцитах и клетках печени. Гликогенолитическое действие катехоламинов реализуется через аденилатциклазный каскадный механизм активации фосфоорилазы гликогена;

б) активация процесса синтеза глюкозы из неуглеводных предшественников (глюконеогенеза) в гепатоцитах;

в) подавление активности фосфофруктокиназы и активация фруктозодифосфатазы, что способствует синтезу глюкозы из галактозы и фруктозы.

Статистическая обработка результатов исследования не выявила значимых отличий уровня глюкозы в группе «А+L-КАР» по сравнению с данными группы «А» ($pW = 0,678$). Данное обстоятельство указывает на отсутствие эффекта L-карнитина в отношении содержания глюкозы в крови алкоголизованных крыс (группа «А»). В то же время выявленное увеличение глюкозы в группе «А+L-КАР» по сравнению с группой «L-КАР» свидетельствует о влиянии этанола на обмен глюкозы. Указанные изменения, вероятно, могут быть объяснены нарушением функционирования дофаминэргической системы организма при алкоголизме.

Заключение

В соответствии с задачами исследования можно сделать заключение:

1) об отсутствии изменений уровня глюкозы в сыворотке крови алкоголизованных крыс в первые сутки развития реакции отмены этанола по сравнению с группой контрольных (интактных) животных;

2) об увеличении содержания глюкозы в сыворотке крови крыс при реакции отмены

этанола в условиях введения L-карнитина по сравнению с группой животных, которым вводился только L-карнитин. При сравнении с группой животных, получавших только алкоголь, и контрольной группой статистически значимых изменений не выявлено, что может позволить сделать предположение об отсутствии влияния L-карнитина на основной показатель обмена углеводов – глюкозу – при экспериментальном моделировании физической зависимости от алкоголя.

Материал подготовлен в рамках реализации проекта «Базовые школы РАН».

Список литературы

1. Adeva-Andany M., Perez-Felpete N., Fernandez-Fernandez C., Donapetry-Garcia C., Pazos-García C. Liver glucose metabolism in humans. *Biosci. Rep.* 2016. vol. 36. no. 6. P. e00416.
2. Cederbaum A. Alcohol metabolism. *Clin. Liver Dis.* 2012. vol. 16. no. 4. P. 667–685.
3. Платонов А.Е. Статистический анализ в медицине и биологии: задачи, терминология, логика, компьютерные методы. М.: Издательство РАМН, 2001. 52 с.
4. Титов В.Н. Функция митохондрий, карнитин, коэнзим-А, жирные кислоты, глюкоза, цикл Рендла и инсулин (лекция) // Клиническая лабораторная диагностика. 2012. № 2. С. 32–42.
5. Титов В.Н. Филогенетическая теория общей патологии. Формирование семи биологических функций, семи специфических, этиологических факторов метаболических пандемий, единого за миллионы лет патогенеза и основ профилактики // Клиническая лабораторная диагностика. 2017. Т. 62. № 8. С. 452–462.

УДК 575.2:633.511

ВЛИЯНИЕ ИНБРИДИНГА НА ГЕНЕТИЧЕСКУЮ ОДНОРОДНОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ ХЛОПЧАТНИКА

Шодиева О.М., Мамарахимов Б.И., Халикова М.Б.

*Научно-исследовательский институт селекции, семеноводства и агротехнологии
выращивания хлопка, Ташкент, e-mail: halikovamalohat@rambler.ru*

Сорта, которые используются в производстве, хотя они хорошо отселектированы, постепенно изменяются, ухудшаются их хозяйственно-биологические показатели, нарушается популяционный гомеостаз. Это связано с механическим и биологическим засорением, расщеплением и увеличением заболеваний. В то же время хлопчатник имеет склонность и к перекрещиванию, а значит, вполне возможно и биологическое смешение. Поэтому вряд ли в таких условиях семеноводческое хозяйство сможет доработать сорт и довести сортовую чистоту до требований стандарта. Потомство гибридных растений дает большое число индивидуумов низшего качества, что приводит к заметной деградации. В этом смысле сорт действительно быстро «вырождается» в зависимости от размера происходящего смешения. Для ускоренной стабилизации хозяйственно ценных признаков линии и повышения ее однородности авторами была принята методика искусственного самоопыления (инбридинга) цветков на типичных скороспелых, продуктивных с высоким качеством и белого цвета волокон индивидуумов с последующей проверкой потомства, браковки нежелательных растений и отбором в семьях форм. У всех самоопыленных сортов завязываемость по семенам ухудшалась в равной степени. Уменьшение количества завязавшихся семян в коробочках самоопыленных линий, по нашему мнению, является результатом недостаточного оплодотворения. Наряду с высокой изменчивостью таких признаков, как количество коробочек на растении, количество семян в коробочке, вес коробочки, инбридинговые линии отличались между собой по степени опушенности, габитусу куста, но сортовую типичность не теряли. Так как самоопыление приводит к проявлению рецессивных признаков, мы рекомендуем провести многократный инбридинг в стадии формирования сорта.

Ключевые слова: хлопчатник, индивидуальный отбор, инбридинг, однородность, популяция, ухудшение сорта, популяционная генетика

INFLUENCE OF INBRIDING ON THE GENETIC HOMOGENEITY OF THE COTTON POPULATION

Shodieva O.M., Mamarakhimov B.I., Khalikova M.B.

*Research Institute of Breeding, Seed Production and Agricultural Technology of Cotton Growing,
Tashkent, e-mail: halikovamalohat@rambler.ru*

The varieties, which used in production, although they are well selected, are gradually changing, their economic and biological indicators are deteriorating, and population homeostasis is being disturbed. In the course of use even it is good selected variety, the economic-biological signs peculiar to the given variety gradually decrease and it worsens, broken population homeostasis. It connected with mechanical and biological contamination, splitting and increases in the diseases transferred through seeds. At the same time, the cotton has propensity and to crossroads so biological mixture is quite possible also. Therefore hardly in such conditions the seed-growing economy can finish a variety and finish high-quality cleanliness to standard requirements. The posterity of hybrid plants gives a great number of individuals of the lowest quality that leads to appreciable degradation. In this sense the variety really quickly «degenerates» depending on the size of occurring mixture. For more accelerated stabilization of economic-valuable signs of line and increase of its uniformity we had been accepted a technique of artificial self-pollination of flowers on typical early, productive with high quality and white colour fiber of individuals with the subsequent check of posterity, rejection of undesirable plants and selection in families of forms. In all self-pollinated varieties, seed binding has deteriorated equally. The decrease in the number of seeds that have set in the boxes of self-pollinated lines, in our opinion, is the result of insufficient fertilization. Along with the high variability of such characteristics as the number of bolls on the plant, the number of seeds in the boll, the weight of the boll, self-pollinated lines differed in terms of pubescence, bush habit, but they did not lose varietal typicality. Since self-pollination leads to the manifestation of recessive symptoms, we recommend that multiple inbreeding be performed at the stage of variety formation.

Keywords: cotton, individual selection, inbreeding, homogeneity, population, variety degradation, population genetics

Известно, что сорта растений – это отселектированные человеческим умом популяции организмов с наследственно закрепленными, желаемыми селекционерами особенностями (продуктивность, полезные морфологические и физиологические признаки). Эти закрепленные признаки сортов могут изменяться на разных климатических зонах возделывания.

Для предотвращения или минимизации таких явлений постоянно испытываются и внедряются соответствующие методики генетики и селекции растений. К таким методикам можно отнести принудительное самоопыление растений, отбор нежелательных особей, межсортовую гибридизацию и т.д.

Сорт в основном состоит из растений, однотипных по морфологическим при-

знакам и хозяйственно-биологическим свойствам.

Однотипность растений в пределах сорта создается отбором и поддерживается самоопылением у самоопыляющихся культур.

Хлопчатник самоопыляется и может перекрестно опыляться с помощью насекомых, которые переносят пыльцевое зерно между цветками разных растений. Цветочный нектар хлопчатника привлекателен для пчел, хотя содержание сахара в нем относительно низкое [1, с. 3389].

Однотипность растений и гомеостаз в популяционном уровне определяется постоянством способа опыления растений и уровнем модификационной изменчивости. В результате перекрестного опыления другими сортами и культурами в равной мере уменьшается однотипность сортов как перекрестноопыляющихся, так и самоопыляющихся культур [2, с. 298; 3, с. 63–65].

Отдаленность геномов нарушает общий рекомбинационный процесс и сбалансированность генетической системы, расщепление идет по многим локусам, стабилизация полигенных признаков наступает в очень поздних поколениях. Поэтому сорта, особенно полиплоидной природы, основанные на отдаленной гибридизации, должны длительное время дорабатываться и не внедряться в производство, пока однородность хозяйственно ценных признаков не достигнет определенного предела. В противном случае потеря ценных качеств сорта неизбежна. В генетическом отношении самоопыление приводит к выявлению рецессивных признаков, находящихся в растении в скрытом состоянии. В результате можно выделить новые формы, гомозиготные по многим признакам. Если представить себе условно, что в результате перекрестного опыления растение получило дополнительно какие-то рецессивные гены, то при

3–4-летнем самоопылении эти гены должны легко проявиться в виде признаков, не свойственных данному типу растений. Если учесть, что большинство хозяйственно полезных признаков контролируется рецессивными генами, то данный метод, естественно, представляет большую ценность. В своих опытах Ж. Шелл (1922) показал, что принудительным самоопылением можно освободиться от множества летальных генов, снизить изменчивость признаков и к пятому-шестому поколению стабилизировать их на одном уровне. В США при ведении селекционной работы по хлопчатнику почти всегда применяется принудительное самоопыление [4, с. 11–12].

Целью настоящего исследования является изучение влияния инбридинга на генетическую однородность популяции сортов хлопчатника.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось в течение трех лет (2008–2011 гг.) в опытных участках Научно-исследовательского института селекции, семеноводства и агротехнологии выращивания хлопчатника (НИИССАВХ), расположенных в континентальной части региона. В опытах изучены сорта С-01, Бухара 102, Аккурган, Омад, относящиеся к виду *Gossypium hirsutum* (табл. 1). Сорта размещены на однорядковой делянке по 6 п/м, расстояние между растениями 15 см, междурядье 60 см. В исследованиях были применены такие селекционные методы, как индивидуальный отбор, проверка потомства, вариационный анализ, фенологические наблюдения и лабораторные анализы хозяйственно ценных признаков. На собранном семенном материале определялась продуктивность одного растения, масса хлопка-сырца одной коробочки, выход и длина волокна.

Таблица 1

Основная характеристика объекта исследований

Сорта	Масса сырца одной коробочки, г	Выход волокна, %	Длина волокна, мм	Скороспелость, дни	Микронейр	Урожайность, ц/га
Омад	6,5	36,0	33,2	110,0	4,4	35,2
Аккурган 2	5,5	35,5	32,0	122,6	4,5	33,6
С-01	6,4	36,5	34,0	114,4	4,4	35,5
Бухара 102	6,3	36,8	34,4	117,1	4,4	36,4

Агротехнические мероприятия проводили согласно «Методике полевых опытов с хлопчатником». Ежегодно, в течение трех лет, по изучаемым линиям проводились принудительное самоопыление и переопыление. Самоопыление цветков проводилось на типичных для данного сорта растениях, которые получены из прошлогодних самоопыленных коробочек. Гибридные комбинации составляли 28, и этого достаточно для отбора лучших комбинаций. По созреванию урожая хлопка-сырца самоопыленные коробочки собраны в пределах каждой семьи. Одновременно были собраны гибридные (F_0) несамоопыленные коробочки – отдельно по каждой гибридной комбинации.

Статистическую обработку данных проводили с помощью компьютерных программ Microsoft Excel по формулам Б.А. Доспехова [5, с. 351]. Достоверность результатов оценивали при $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Наследование признаков у хлопчатника во многом зависит от генетической однородности и степени паратипической изменчивости признака. Хлопчатник – нестрогий самоопылитель и при наличии насекомых опылителей и других определенных условий подвергается естественному перекресту.

При опылении без кастрации цветков растения процент перекрестного оплодотворения достигает 40–80% в зависимости от сорта. В практике семеноводства возможно биологическое засорение сортов. Все эти вопросы имеют большое значение для методики ведения семеноводства хлопчатника [6, с. 7–12; 7, с. 289–295].

Для ускоренной стабилизации хозяйственно ценных признаков линии и повышения ее однородности нами была использована методика искусственного самоопыления (инбридинга) цветков на типичных скороспелых, продуктивных с высоким качеством и белого цвета волокном индивидуумов с последующей проверкой потомства, браковки нежелательных растений и отбором в семьях форм.

В первый же год были посеяны семена из самоопыленных коробочек (S1) – потомство раннее самоопыленных коробочек (S2). Опытные растения размещены на однорядковых деланках по 6 п/м через 15 см, расстояние между рядками – 60 см. В питомнике S1 были проведены скрещивания между семьями для получения межсемейных гибридов F_1 (S1 x S1), чтобы из лучших комбинаций в последующем создать перспективную сортопопуляцию. Это, по

существу, интербридинг, т.е. искусственное опыление внутри гибридной популяции.

Во втором питомнике высевались семена из самоопыленных коробочек индивидуального отбора (растения) и представляли собой потомство одно-, двух- и трехкратного самоопыления. Учитывались длина вегетационного периода, крупность коробочки, продуктивность, выход волокна. В качестве стандарта высевался сорт Бухара 102, а по качеству волокна – Наманган 77. В 2009 г. были заложены два питомника: размножения и стационарного сортоиспытания. Общая площадь опытов – 0,57 га. Посев был проведен ручным способом 14 мая, или на 20–25 дней позже, из-за погодных аномалий этого сезона. В опыте, в связи с неравномерностью плодородия почвы, невыровненностью опытного участка, развитие растений было неравномерным. Поэтому растения по высоте главного стебля показывали некоторые различия. Наблюдалось также варьирование по продуктивности. Количество собранных индивидуальных отборов составило 2500 шт. Это вполне обеспечило последующее размножение семян на значительной площади. Осенью все созревшие коробочки из самоопыленных и переопыленных цветов собирались по каждому сорту отдельно. По каждой коробочке определялся вес сырца, количество семян, выход и длина волокна.

Для изучения потомства семена из каждой коробочки высевались отдельно как линия. По каждому сорту высевалось по 30 самоопыленных и 30 переопыленных линий. По каждому сорту, самоопылявшемуся в предыдущие годы, вновь проводилось принудительное самоопыление путем изоляции бутонов накануне цветения бумажными пакетиками.

Чтобы цветок нормально развивался, изолятор-пакетик изготавливался из тонкой, хорошо просвечивающей папиросной бумаги.

Результаты показали, что неоднородность сортов по качественным доминантным признакам выявляется в первые два года самоопыления. Неоднородные растения выбраковывались. Все инбредные линии изученных сортов хлопчатника в основном сохраняли типичность сорта. Однако по сравнению с переопыленными линиями неоднородность по отдельным количественным признакам у них была значительнее. Выявлено, что депрессивное влияние самоопыления сказывается в первую очередь на завязываемости, снижении веса коробочки в год самоопыления (табл. 2).

Уменьшение количества завязавшихся семян в коробочках самоопыленных линий, как уже было отмечено, является результатом недостаточного оплодотворения. При

самоопыления и переопыления цветков важную роль играет несовместимость между пыльцевыми зернами и пестиком самоопыленных линий.

Условия окружающей среды могут значительно повлиять на успешность опыления, так как пыльцевое зерно может испаряться и засохнуть в условиях низкой относительной влажности [8, с. 345–357].

Многочисленные исследования показывают, что процент завязываемости семян в прямой зависимости от количества прорастающих пыльцевых зерен и роста пыльцевых трубок [9]. Подобная зависимость установлена и нами. Столбики опыленных и самоопыленных цветков через 24 ч после само- и переопыления фиксировались в 90%-ном растворе этанола, а затем в поперечных срезах, окрашенных йодистым калием, определялось количество пыльцевых трубок, прошедших через основания столбиков в завязи. При исследовании проводился учет количества стерильных столбиков и пыльцевых трубок, не прошедших через основание последних (табл. 3).

По данным табл. 4 видно, что при самоопылении заметно повышается количество стерильных столбиков, в трех сортах они не были обнаружены, а у сорта С-6524 только три столбика были стерильными. Наряду с высокой изменчивостью таких признаков, как количество коробочек на растении, количество семян в коробочке, вес коробочки, самоопыленные линии отличались между собой по степени опушенности (опушенные, слабоопушенные), габитусу куста (бо-

лее широкие, относительно компактные), но сортовую типичность не теряли.

Переопыленные линии были однородными и никаких отклонений от исходного сорта не показывали. Коэффициенты изменчивости по выходу и длине волокна у самоопыленных и переопыленных линий особенно не отличаются, что говорит об относительной стабильности данных признаков. Ухудшения их под влиянием самоопыления не наблюдались. В 2010 г. оба варианта высевались параллельными рядками.

Продуктивность растений определялась путем учета количества завязавшихся коробочек на кусте на 1 октября. Было установлено отсутствие существенной разницы между самоопыленными и переопыленными сортами. По самоопыленным вариантам показатель признака наблюдался в пределах 33,3–36,2 ц/га, а в переопыленном варианте – в пределах 34,0–36,7 ц/га. Но коэффициент изменчивости по признаку был немного больше в переопыленном варианте, так как это является естественным в процессе переопыления.

В 2011 г. изучались растения в питомнике семенного размножения по урожаю, весу коробочки, выходу и длине волокна. Результаты подтвердили выводы, которые получены в предыдущие годы. Однако заметные отклонения наблюдались у отдельных сортов по массе коробочки, выходу и длине волокна. Например, у сорта Султан масса коробочки выше в переопыленном варианте – 7,8 г, а в самоопыленном варианте 7,2 г (табл. 4).

Таблица 2

Завязываемость семян сортов хлопчатника при разном опылении цветков

Сорта	Количество завязавшихся в коробочке семян, шт.		
	При самоопылении М ± m	При переопылении М ± m	Отклонение от самоопыления, %
С-01	27,5 ± 1,0	36,6 ± 1,7	33,0
Бухара 102	29,4 ± 1,2	36,5 ± 1,1	24,1
Аккурган	26,2 ± 1,5	29,0 ± 1,2	10,6
Омад	29,6 ± 1,4	35,4 ± 1,3	19,6

Таблица 3

Рост пыльцевых трубок при разном типе опыления сортов хлопчатника

Сорта	Количество столбиков, шт.			Количество пыльцевых трубок, прошедших в завязь, шт.	
	всего	стерильных		с.о.	п.о.
		с.о./п.о.	с.о.		
С-01	41/38	9,0	1,0	37,0 + 2,7	134,0 + 3,8
Бухара 102	36/32	7,0	нет	35,0 + 3,1	122,0 + 6,7
Аккурган	30/28	12,0	4,0	25,0 + 2,4	132,0 + 5,8
Омад	35/30	10,0	2,0	29,0 + 3,1	110,0 + 6,1

Примечание. С.о. – самоопыление; п.о. – перекрестное самоопыление.

Таблица 4

Сравнительная характеристика популяции сортов с самоопылением и переопылением по изменчивости признаков

Сорта	Урожай, ц/га		Крупность коробочек, г		Длина волокна, мм		Выход волокна, %
	M ± m	V%	M ± m	V%	M ± m	V%	
С-01*	35,6 ± 0,7	2,5	6,2 ± 0,1	2,3	33,7 ± 0,2	2,7	35,8
С-01**	36,2 ± 1,2	3,7	6,6 ± 0,2	3,4	34,5 ± 0,2	4,0	37,6
Бухара 102*	36,2 ± 0,6	3,4	6,3 ± 0,2	2,7	34,4 ± 0,2	2,8	36,2
Бухара 102**	36,7 ± 0,7	3,8	6,5 ± 0,3	3,8	35,1 ± 0,3	3,5	37,8
Аккурган 2*	33,3 ± 0,4	7,7	5,3 ± 0,2	4,5	31,2 ± 0,2	7,6	35,8
Аккурган 2**	34,0 ± 0,8	8,8	5,8 ± 0,4	6,2	32,1 ± 0,2	9,0	36,0
Омад*	34,2 ± 1,0	5,4	6,5 ± 0,1	4,0	33,2 ± 0,3	3,6	36,7
Омад**	35,8 ± 0,5	7,8	6,8 ± 0,3	5,8	34,4 ± 0,3	4,7	37,1

Примечание. *Самоопыленный вариант; **переопыленный вариант.

У сорта С-6524, наоборот, самоопыленные растения обладали более крупной коробочкой. Однако закономерности нет: в одном случае лучше самоопыленный, а в другом – переопыленный вариант. Аналогичная картина наблюдается и по длине волокна, хотя в большинстве случаев растения самоопыленных сортов и гибридов лучше переопыленных. Почти во всех случаях коэффициент вариации признаков низкий на самоопыленном варианте сортов. Исходя из наших исследований видно, что у самоопыляющихся культур существенной депрессии вырождения или ухудшения под влиянием самоопыления не происходит. Наоборот, во многих случаях наблюдаются более низкие показатели коэффициента изменчивости.

В опытах при отборе, направленном на высокую жизнеспособность и продуктивность, сколько-нибудь заметного депрессивного влияния длительного самоопыления у полученных инбредных линий хлопчатника не проявлялось. Промышленные сорта хлопчатника по показателям продуктивности не испытывают инбредной депрессии даже при очень интенсивном принудительном опылении.

Список литературы

1. Lora J., Hormaza J.I., Herrero M. The Diversity of the Pollen Tube Pathway in Plants: Toward an Increasing Control by the Sporophyte. *Frontiers in Plant Science*. 2016. no. 7. P. 107. DOI: 10.3389/fpls.2016.00107.
2. Mamarakhimov B.I. Genetic Heterogeneity of Elite Materials of Commercial Varieties of Cotton in Nurseries // *Proceedings of the Tashkent International Innovation Forum (TIIF)*. Ташкент, 2015. P. 298–300.
3. Shodiyeva O. Intrapopulation variability of cotton cultivars. *European science review*. 2019. no. 2. P. 63–65. DOI: 10.29013/ESR-19-1.2.2-63-65.
4. Козубаев Ш.С. Семеноводство: состояние и перспективы // *Сельское хозяйство Узбекистана*. 2004. № 3. С. 11–12.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.
6. Кратиров О.В. Основные причины и следствия снижения сортовой чистоты // *Хлопководство*. 1987. № 3. С. 7–12.
7. Шодиева О.М., Хайдаров Х.К. Влияние индивидуального отбора в сочетании с самоопылением на однородность сортов хлопчатника // *Вестник науки*. 2020. № 1 (22). С. 289–295.
8. Gelbart G., Aderkas P. Ovular secretions as part of pollination mechanisms in conifers. *Ann. For. Sci.* 2002. no. 59. P. 345–357. DOI: 10.1051/forest:2002011.
9. Selinski J., Scheibe R. Pollen tube growth: where does the energy come from? *Plant Signaling & Behavior*. 2014. V. 9. I.12. P. e977200. DOI: 10.4161/15592324.2014.977200.