



ДИНАМИКА НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ ПОЧВ ПРИ ХЛОПКОВО-ЛЮЦЕРНОВОМ СЕВООБОРОТЕ

© 2022 г. Ч. Г. Гюлалыев ¹, С. А. Кочарли², А. А. Козлова ³, А. М. Джафаров²

¹Институт Географии им. акад. Г.А. Алиева НАН Азербайджана, пр. Г. Джавид, 115, г. Баку, AZ1146, Азербайджан. E-mail: ch_gulaliyev@yahoo.com

²Институт почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана, ул. М. Рагим, 4, г. Баку, Az1073, Азербайджан. E-mail: alicafarov@mail.ru

³ФГБОУ ВПО Иркутский государственный университет, ул. Сухэ-Батора, 5, г. Иркутск, 664011, Россия. E-mail: allak2008@mail.ru

Цель исследования. При длительном возделывании сельскохозяйственных растений на одном и том же поле плодородие почвы и ее водно-физические свойства ухудшаются. Для устранения этих нежелательных последствий применяют внесение минеральных, органических удобрений и различные агроприемы. Другие элементы технологии (обработка почвы, системы удобрений и защиты растений, приобретение новых семян) требуют значительных материальных затрат. В комплексе мероприятий, направленных на повышение урожайности сельскохозяйственных культур, и хлопчатника, в частности, важную роль играет севооборот, определяющий жизнедеятельность растений и плодородие почв. В связи с этим целью работы было проведение анализа комплекса физических и химических свойств почв, а также изучение динамики почвенных процессов при хлопково-люцерновом севообороте.

Место и время проведения. Исследования проводили в течение 2014–2018 гг. в районе Северный Муган республики Азербайджан; этот район является одним из крупных сельскохозяйственных районов республики, производящим хлопок и зерно. Исследования проведены на орошаемых лугово-сероземных (Endogleyic Calcisols) почвах Кура-Араксинской низменности Азербайджана.

Методология. Полевые и лабораторные работы выполняли по методикам, принятым в почвоведении; в работе определяли содержание гумуса, влажность, температуру, удельную плотность почвы, и описывали морфологические особенности. Определение гранулометрического состава проводили пирофосфатным методом. При статистической обработке полученных данных использовали программу Microsoft Office Excel.

Основные результаты. Выявлено, что при длительном использовании почв под хлопчатником агрофизические и агрохимические свойства почв значительно ухудшаются. После трехлетнего возделывания хлопчатника содержание гумуса уменьшилось примерно на 20%, водопрочных агрегатов - на 40%, водопроницаемость почвы в три раза, а плотность почвы увеличилась на 7%; все это вместе значительно снижает урожайность сельскохозяйственных культур. На фоне севооборота установлено, что плодородие почвы, утраченное после трехгодичного использования ее под хлопчатником, может восстановиться почти полностью при последующем двухгодичном выращивании люцерны, которая одновременно является ценной кормовой культурой. Кроме того, севооборот по сравнению с монокультурой приводит к перегруппировке в составе микрофлоры и изменению биологической и биохимической активности почвы.

Заключение. Для сохранения потенциального плодородия, получения высоких, устойчивых урожаев при возделывании почвозащитных, ресурсосберегающих сельскохозяйственных культур необходимо осуществление на территории фермерских хозяйств Муганской степи пятипольных хлопково-люцерновых севооборотов. Применение хлопково-люцерновых севооборотов весьма актуально и для увеличения производства в республике всех видов кормов.

Ключевые слова: почва; гранулометрический состав; севооборот; хлопок; люцерна; температура; влажность

Цитирование: Гюлалыев Ч.Г., Кочарли С.А., Козлова А.А., Джафаров А.М. Динамика некоторых свойств почв при хлопково-люцерновом севообороте // Почвы и окружающая среда. 2022. Том 5. № 1. с178. DOI: [10.31251/pos.v5i1.178](https://doi.org/10.31251/pos.v5i1.178)

ВВЕДЕНИЕ

На основе познания закономерностей развития и взаимоотношения элементов ландшафта возможна разработка принципов рационального использования природных ресурсов. Чем глубже мы будем знать природу взаимодействий в почве, темпы протекающих изменений, особенно в связи с зональными различиями, тем шире будут наши возможности управления этими процессами, и с тем большей эффективностью будут использованы мероприятия по повышению плодородия почв.

Хлопководство является одной из ключевых отраслей сельского хозяйства Азербайджана. Увеличение производства хлопка-сырца входит в число важнейших задач, поставленных перед работниками сельского хозяйства республики. В связи с этим в Азербайджане увеличены посевные площади, отведенные под выращивание хлопчатника, и усилена поддержка фермеров, занятых в этой сфере.

В комплексе мероприятий, направленных на повышение урожайности сельскохозяйственных культур, и хлопчатника в частности, значительную роль играют севообороты (Цырибко и др., 2019), определяющие жизнедеятельность растений и плодородие почв. Научой и практикой установлено, что при длительном возделывании сельскохозяйственных культур на одном и том же поле плодородие почвы, ее агрофизические и агрохимические свойства ухудшаются, а урожайность падает. Причиной этому являются особенности возделываемой монокультуры, а также несоблюдение научно-обоснованных севооборотов и чередования культур. Для устранения вышеуказанных нежелательных последствий применяется внесение минеральных и органических удобрений на фоне правильного применения севооборотов.

Многочисленными исследованиями установлено, что научно обоснованное чередование культур в севообороте обеспечивает рост урожайности всех возделываемых в севообороте культур (Цырибко и др., 2019; Raimbault, Vun, 1991). По данным Г.И. Баздырева с коллегами (2004) урожайность озимой пшеницы в севообороте в 1,5–2,0 раза больше, чем в бессменном посеве. Аналогичное превышение урожайности в севообороте по сравнению с бессменным посевом наблюдается и с ячменём. Но, по мнению академика РАН А.Н. Каштанова (Каштанов, 2004), севооборот, кроме роста урожайности, интегрирует в себе землеустройство территории, структуру посевных площадей, подбор и рациональное размещение сельскохозяйственных культур на пашне, системы обработки почвы, удобрений, защиты растений, машин, меры по охране почв и окружающей среды, отражает специализацию и во многом определяет экономические результаты ведения земледелия, растениеводства и животноводства. То есть роль севооборота намного шире, чем только рост урожайности возделываемых культур.

Именно в севообороте одним из источников пополнения запасов органического вещества в почве являются корневые и пожнивные остатки возделываемых культур, которые служат энергетическим источником для почвенной микрофлоры (Hulugalle, 2016). Таким образом, содержание почвенного органического вещества и гумуса, а следовательно, и плодородие почвы можно регулировать (Еремин, 2016; Кислов и др., 2018; Лошаков, 2018), и одним из эффективных приёмов регулирования является севооборот с правильным подбором культур и их научно обоснованным чередованием (Физика..., 2011). Такие севообороты обеспечивают прибавку урожая хлопка-сырца на 10–15%, зерновых и зернобобовых культур – на 15–20%. Хлопково-люцерновые севообороты на староорошаемых землях юга Казахстана положительно влияют на снижение заболеваемости всеми формами бактериальной болезни – гоммозом хлопчатника (Мустафаевб 2007). В Пакистане, являющимся одним из самых больших производителей хлопка в мире, большую угрозу представляет болезнь хлопкового листа. В борьбе с ней используются передовые биотехнологии (маркерная селекция, генетическое сопротивление на основе RNAi и DNAi, но самым эффективным в борьбе с этим патогеном, по мнению М. Ж. Аширбекова (2018), является освоение хлопково-люцерновых севооборотов с введением в них зерновых и промежуточных фитосанитарных культур.

На исследуемых орошаемых территориях лучшим предшественником хлопчатника в севооборотах является люцерна, которая считается ценной кормовой культурой в животноводстве. Поэтому применение хлопково-люцерновых севооборотов весьма актуально и в свете требований об увеличении производства в республике всех видов кормов в два раза.

Влияние хлопково-люцерновых севооборотов на режим почвенных процессов, а также на агрофизические и агрохимические свойства почвы изучено недостаточно, в том числе в условиях Северной Мугани – одного из крупных сельскохозяйственных районов Азербайджанской

Республики. Поэтому изучение физических, химических и агрономических условий среды обитания растений и разработка мероприятий по созданию оптимальных условий для роста и развития сельскохозяйственных культур имеет большое значение.

Цель исследования – изучить влияние севооборотов на динамику свойств почв (гранулометрический состав, влажность, плотность, количество гумуса и водопрочных агрегатов) и разработать мероприятия по созданию оптимальных условий для роста и развития сельскохозяйственных культур. В задачи исследования входило изучение некоторых базовых свойств почв и динамики почвенных процессов в Северной Мугане.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования выполнены в условиях стационара Северной Мугани (39°55'51" с.ш., 48°22'10" в.д.) на площади 340 га, являющейся частью Кура-Араксинской низменности Муганской равнины Азербайджанской республики. Исследуемая территория расположена ниже уровня моря и представляет равнину (с уклоном 0,0001–0,0003) с северо-запада на юго-восток.

На исследованной территории распространены следующие почвенные типы (IUSS, 2015): лугово-сероземные (*Gleyic Calcisols*), орошаемые сероземно-луговые (*Irragri Gleyic Calcisols*), орошаемые лугово-сероземные солонцеватые (*Irragri Solanchaks Gleyic Calcisols*), солонцеватые (*Solanchaks*) (рис. 1).

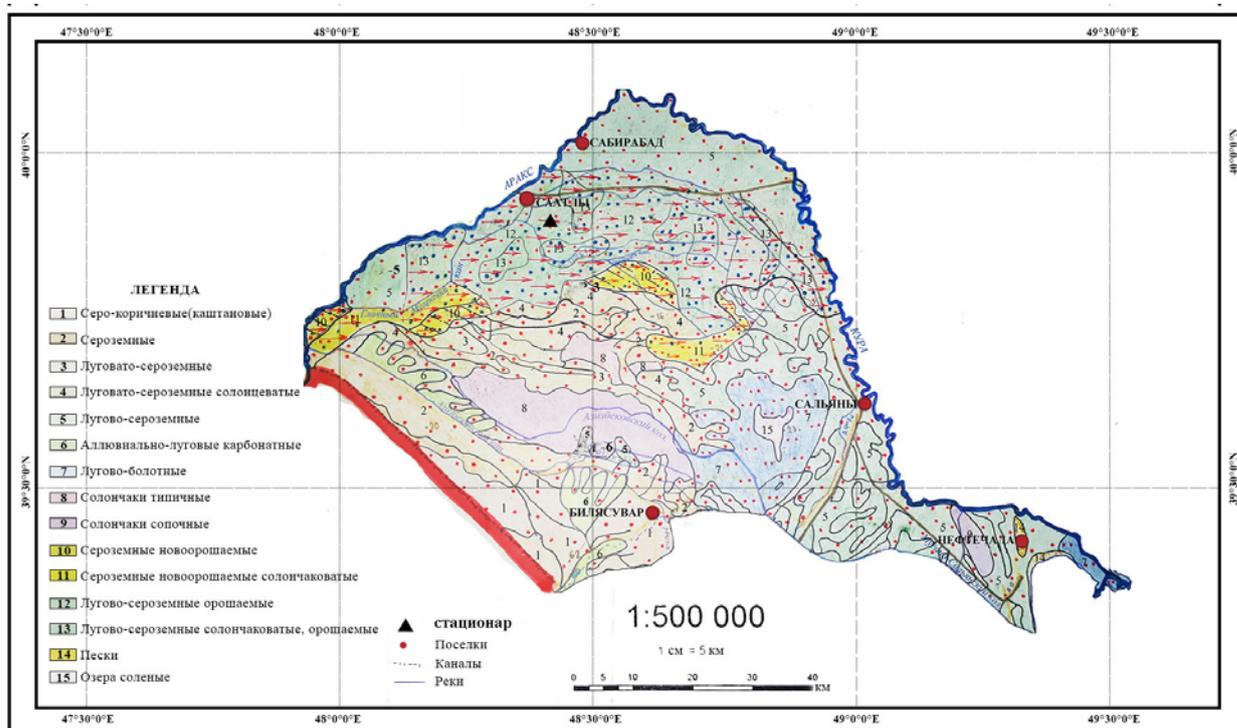


Рисунок 1. Почвенная карта Муганской равнины.

В ходе наших исследований динамику почвенных процессов изучали на Муганской опытно-мелиоративной станции (МОМС) Азербайджанского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации на фоне пятипольного хлопково-люцернового севооборота на целинных и орошаемых лугово-сероземных почвах (табл. 1). Одновременно на всей территории Северной Мугани были изучены агрофизические свойства почв.

Полевые и лабораторные работы выполняли по общепринятым в почвоведении методикам. Определение гранулометрического состава проводили пирофосфатным методом; для определения плотности, гумусности, влажности, температуры и морфологических характеристик использовали традиционные методы (Вадюнина, Корчагина, 1986; Ганжара и др., 2002; Мустафаев, 2007; Шейн и др., 2017). При статистической обработке полученных данных использовали программу Microsoft Office Excel.

Таблица 1

Схема хлопково-люцернового севооборота исследуемого участка

№ поля	Годы ротации				
	1 год	2 год	3 год	4 год	5 год
I	Хлопчатник I года	Хлопчатник II года	Хлопчатник III года	Подпокровная люцерна	Люцерна II года пользования
II	Хлопчатник II года	Хлопчатник III года	Подпокровная люцерна	Люцерна II года пользования	Хлопчатник I года
III	Хлопчатник III года	Подпокровная люцерна	Люцерна II года пользования	Хлопчатник I года	Хлопчатник II года
IV	Подпокровная люцерна	Люцерна II года пользования	Хлопчатник I года	Хлопчатник II года	Хлопчатник III года
V	Люцерна II года пользования	Хлопчатник I года	Хлопчатник II года	Хлопчатник III года	Подпокровная люцерна

Характеристика территории исследований. В геоморфологическом отношении Северная Мугань – образование молодое, формирование ее рельефа продолжалось до самого недавнего времени и шло на фоне общего абсолютного прогибания Куринской впадины. Морские отложения находятся на глубине 10–12 м. Для территории характерен климат сухих степей и полупустынь с мягкой зимой, сухим жарким летом. По многолетним данным стационара среднегодовая температура воздуха здесь составляет 16,3 °С×сут, годовая сумма осадков – 290 мм. В течение года испарение с поверхности почвы достигает 900–1000 мм, т.е. в три–четыре раза превышает количество осадков. На экспериментальной территории преобладает пустынная и полупустынная растительность: полынь (*Artemisia fragrans*), солянка древовидная (*Salsola dendroides*), солянка жирная (*Salsola crassa*), соляно-колосник (*Halostachys caspica*), верблюжья колючка (*Alhagi pseudoalhagi*), солодка (*Glycyrrhiza glabra*), карагана (*Caragana*), камыш (*Scirpus*), иногда встречаются однолетние травянистые растения (Кочарли и др., 2015).

Лугово-сероземная почва Муганской равнины на делювиально-аллювиальных наносах. Разрез описан во влажном состоянии. Район Саатлинский, в 2 км к югу от села Челпи и в 22 км юго-восточнее Саатлы (39°55'51"с.ш., 48°22'10"в.д.). Рельеф – слабо наклонная равнина, микрорельеф расчерчен поливными арыками и бороздками. Хлопковое поле. Растительность – хлопчатник и верблюжья колючка.

Профиль почвы:

Au_v 0–20 см – свежий, серо-буроватый, суглинистый, глыбисто-плотный, корни, корешки, белые жилки солей, переход заметный;

Au_{g.z.s} 20–42 см – влажный, серо-коричневый, легкосуглинистый, структура не выражена, плотноватый, корни, корешки, красноватые и белые мелкие жилки, переход заметный;

A/ V_{gca} 42–60 см – влажный, серо-буроватый, суглинистый, структура не выражена, жилки, корни, ржавые и белые жилки, переход заметный;

V /CA_{gs} 60–86 см – влажный, серо-коричневатый, суглинистый, структура не выражена, плотноватый, корни, белые жилки и красноватые пятна, переход заметный;

C_{g.ca} 86–104 см – влажный, серо-буроватый, суглинистый, структура не выражена, плотноватый, корни, жилки солей, переход постепенный.

Целина. Лугово-сероземная почва. Описана во влажном состоянии. Район Саатлинский. В 4 км к югу от села Челпи и в 22 км юго-восточнее Саатлы (39°57'52"с.ш., 48°24'12"в.д.). Рельеф – слабо наклонная равнина, микрорельеф выражен поливными арыками и бороздками. Растительность верблюжья колючка.

Профиль почвы:

Au_v 0–20 см – суховатый, серо-буроватый, суглинистый, глыбисто-плотный, корни, корешки, белые жилки солей, переход заметный;

Au_{g.z.s} 20–42 см – суховатый, серо-коричневый, суглинистый, глыбистый, плотноватый, корни, корешки, трещины, переход постепенный;

BCA_{g.sca} 42–60 см – влажный, серо-буроватый, суглинистый, структура не выражена, жилки, корни, ржавые и белые жилки, переход заметный;

V/ C_g 60–86 см – влажный, серо-коричневатый, суглинистый, структура не выражена, плотноватый, корни, белые жилки и красноватые пятна, переход заметный;

C_g 86–104 см – влажный, серо-буроватый, легкосуглинистый, бесструктурный, плотноватый, редкие жилки солей, переход постепенный.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучаемые сероземно-луговые почвы высококарбонатные - величина CaCO₃ в верхнем горизонте колеблется в пределах 10,3–14,5%. Величины содержания карбонатов по профилю то убывают, то возрастают, что связано со сменой слагающих равнину неоднородных по гранулометрическому составу аллювиальных отложений. Наибольшие значения карбонатности характерны для полей двухлетней люцерны, где она изменяется по профилю почвы в пределах 14,6–15,5%.

В верхнем горизонте почв под севооборотами сумма поглощенных оснований составляет 20,4–32,2 мг-экв на 100 г почвы. Во всех случаях отмечено преобладание кальция с наибольшими значениями - 53,8–78,9%. Второе место из поглощенных оснований занимает катион магния (12,6–40,1%), причем в нижних горизонтах он иногда превышает показатели кальция. Доля катиона натрия составляет 1,33–9,52%, т.е. солонцеватость почв невысокая.

На всех участках исследуемых почв наименьшие значения приходятся на долю песчаной фракции - в верхних горизонтах 2,32–29,8%. Преобладает же пылеватая фракция, высокое содержание которой по профилю отмечено на всех полях и достигает 32,6–89,4%. Второе место занимает илистая фракция (5,20–46,2%).

Коэффициент дисперсности по профилю изменяется в пределах 11,1–75,1%, с наименьшими значениями на целине.

Таким образом, почвы изучаемой территории по гранулометрическому составу относятся к аллювиальными с преобладанием средне- и тяжелосуглинистых, но иногда встречаются и глинистые.

Водные свойства оказывают огромное влияние на влагообеспеченность растений и процессы, протекающие в почве. В изучаемых почвах величины различных категорий почвенной влаги составляют: гигроскопическая – 3,42–5,75%, максимальная гигроскопическая – 5,8–7,8%, максимальная молекулярная влагоемкость – 14,1–24,5%, предельная полевая влагоемкость – 20,1–30,2%.

Большинство химических и физических свойств почв динамичны во времени. Даже на протяжении короткого промежутка времени изменяются показатели температуры, влажности, водопропускности агрегатов, плотности, водопроницаемости, содержания гумуса и т.д.

Температура почвы наиболее интенсивно изменяется по сезонам года. На всех стационарах ее минимум приходится на зиму (4,3–6,0 °С), максимум – на лето (21,0–31,5 °С). Весной и осенью в метровой толще показатели температуры близки. Все эти изменения наиболее ярко выражены в вегетационный период. По годам наблюдения суммы аккумулированных температур (выше 0 °С) на целине в поверхностных слоях по отдельным сезонам года характеризуется в нижеуказанной последовательности (табл. 2): зимой 360–486, весной 1575–1800, летом 3006–3186, осенью 1638–1764 °С×сут, а ее годовое количество 6885–6965 °С×сут.

На участках под люцерной I и II года возделывания в пахотном слое температура почвы зимой составила 5,0–6,5, весной – 15,1–20,7, летом – 25,8–30, осенью – 15,2–19,2 °С, в метровом слое, соответственно; 9,1–9,8, 13,7–18, 19,5–22 и 16,8–21,4 °С. Более высокими температурами (на 2,0–2,5°С в пахотном горизонте) в весенне-летний период характеризуется участок под хлопчатником.

Наибольшая сумма годовых положительных температур поверхности почвы под севооборотами отмечена на участках третьего года возделывания хлопчатника (6507–6939 °С×сут), наименьшая - под двухлетней люцерной (5661–6070 °С×сут).

Как показывают полученные данные по температуре поверхности почвы в хлопково-люцерновом севообороте, под люцерной она ниже в связи с большой густотой стояния растений и интенсивным развитием надземной массы, защищающей почву от прямых солнечных лучей.

Таблица 2

Сезонные и годовое распределение суммы температур выше 0 °С (°С×сут) в
поверхностном слое почв

Варианты	Годы	Зима	Весна	Лето	Осень	Сумма
Целина	I	485	1575	3186	1638	6885
	II	360	1800	3006	1764	6930
	III	420	1755	3090	1700	6965
	Среднее	422	1710	3094	1701	6927
Хлопчатник I года	I	450	1584	2835	1404	6273
	II	405	2016	2700	1719	6340
	III	460	1870	2800	1640	6770
	Среднее	438,3	1823	2778	1588	6628
Хлопчатник II года	I	468	1584	2754	1422	6228
	II	414	1818	2628	1746	6606
	III	475	1750	2830	1710	6765
	Среднее	452	1717	2737	1626	6533
Хлопчатник III года	I	468	1530	3006	1503	6507
	II	387	1881	2925	1746	6939
	III	436	1740	2940	1700	6815
	Среднее	427	1717	2957	1650	6754
Люцерна I года	I	540	1380	2475	1458	5859
	II	496	1728	2700	1728	6652
	III	486	1600	2550	1596	6231
	Среднее	474	1571	2575	1590	6247
Люцерна II года	I	585	1386	2322	1368	5661
	II	450	1359	2385	1566	5760
	III	500	1610	2500	1460	6070
	Среднее	512	1452	2402	1464	5830

В Муганской степи величина влажности колеблется в пределах 4,7–35,3%. Наибольшая влажность приходится на осенне-зимний период (35,3% что благоприятствует развитию культурных растений и активной деятельности микроорганизмов. К концу лета в связи с повышением температуры воздуха влажность почвы уменьшается до минимального значения. На посевных площадях режим влажности почвы регулируется путем орошения.

В результате на участках хлопково-люцернового севооборота летом, несмотря на отсутствие атмосферных осадков, влажность почвы остается оптимальной. В то же время показатели ее зависят от полей севооборота. В частности, в метровом слое под хлопчатником первого года влажность составила 8,8–34,8%, второго – 4,9–33,1%, третьего – (4,7–34,9%. Под люцерной первого года – 4,9–34,6%, двухлетней – 6,8–35,3%. Такой режим влажности связан с вегетационными поливами сельхозкультур, которые препятствуют перегреву почвы.

Исследования показали, что у сероземно-луговых почв при хлопково-люцерновым севооборотом на исследуемой территории базовые свойства меняются различными образом (рис. 2а). Плотность изучаемых сероземно-луговых почв на полях севооборота и на целине различна. Так, плотность целинных почв в верхнем горизонте равна 1,27 г/см³, в нижних – 1,46 г/см³, под хлопчатником I года выращивания – 1,1–1,4 г/см³, II года – 1,2–1,3 г/см³, III года – 1,3–1,4 г/см³, под однолетней люцерной – 1,2–1,4 г/см³, 2-х летней – 1,2–1,4 г/см³. Как видно, наиболее высокие показатели плотности в верхнем горизонте присущи почве на целине и под хлопчатником III года.

Наибольшим изменениям по сезонам года плотность подвергается в верхних горизонтах почвы (см. рис. 2а.) Весной на участке под хлопчатником плотность почвы значительно уменьшается; в первый год в слое 0–20 см она составила 0,9–1,0 г/см³, второй год – 1,05–1,1 г/см³, третий год – 1,08–1,12 г/см³, в слое 20–40 см – соответственно: 1,11–1,14; 1,10–1,14; 1,14–1,16 г/см³. Такое уменьшение, плотности связано с проведением вспашки. К лету показатели плотности постепенно увеличиваются и осенью, в конце вегетации, достигают максимума: в слое 0–20 см под хлопчатником первого года 1,2 г/см³, второго – 1,2 г/см³, третьего – 1,3 г/см³; в слое 20–40 см –

1,24, 1,25 и 1,35 г/см³, соответственно. Такая зависимость понятна, ибо при длительном возделывании хлопчатника на одном и том же месте, и многократных обработках почва измельчается, превращаясь в пыль, нарушается её структурно-агрегатный состав, и после нескольких поливов она уплотняется.

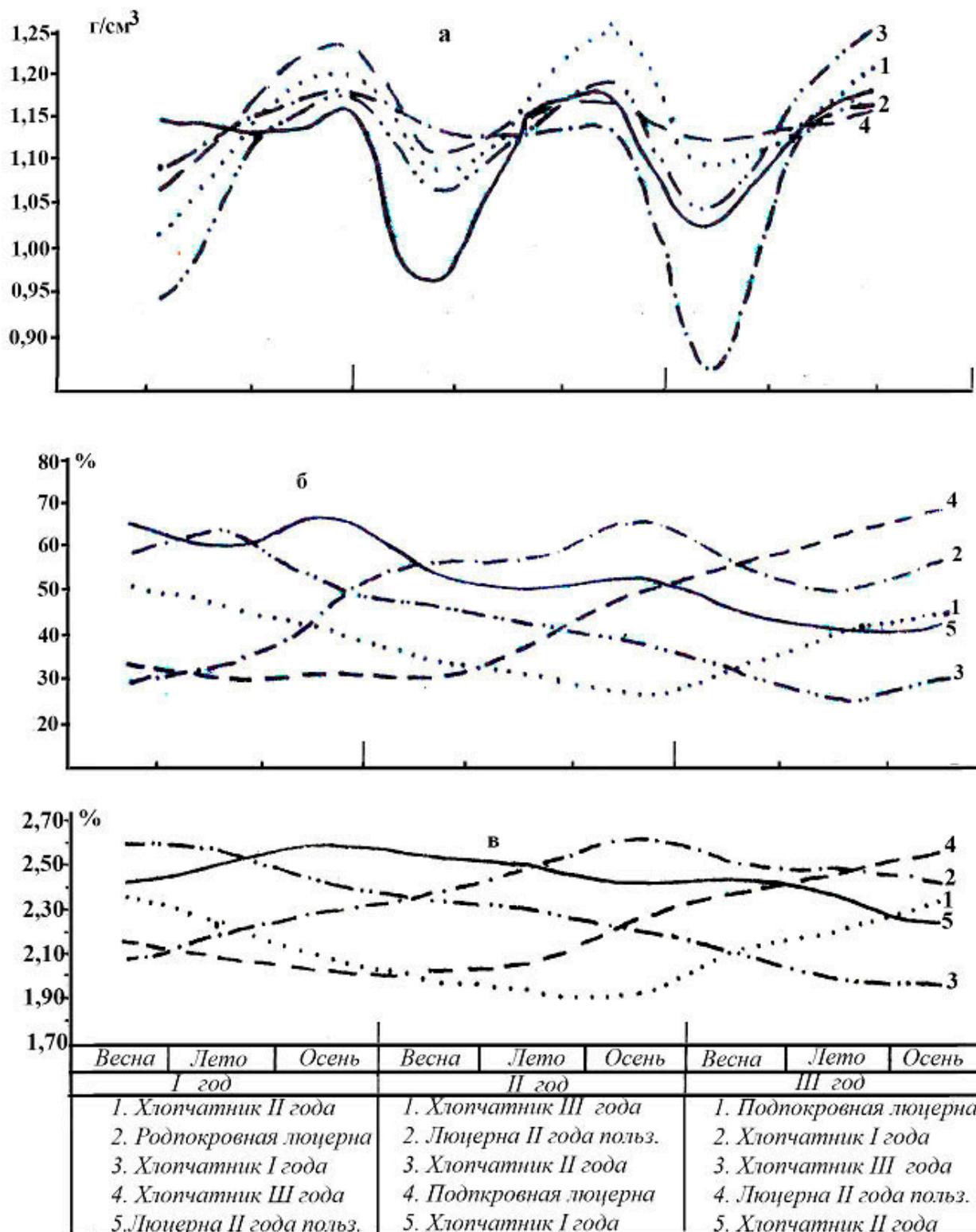


Рисунок 2. Динамика плотности (а), содержания водопрочных агрегатов (б) и гумуса (в) по сезонам года.

Плотность почвы под однолетней люцерной весной в слое 0–20 см равна 1,12–1,14 г/см³, двухлетней – 1,16–1,17 г/см³; летом эти значения соответственно составили 1,16–1,18 и 1,16–1,17

г/см³, а осенью 1,17–1,20 и 1,17–1,20 г/см³. В нижних горизонтах показатели плотности изменялись по периодам возделывания в пределах 1,14–1,26 г/см³.

Удельная масса исследуемых почв изменяется в пределах 2,6–2,74 г/см³. Различные значения по профилю связаны с чередованием наносов и их минералогическим составом. Относительно легкий удельный вес почв под люцерной (в верхнем горизонте 2,6 г/см³), несомненно, связан с хорошо развитой корневой системой культуры и относительно высоким содержанием перегноя.

Наблюдается прямая зависимость между содержанием в почве органического вещества и общей порозностью. Значения ее различны по полям севооборота и на целинных участках. Так, в верхнем горизонте почвы под хлопчатником в зависимости от периода его возделывания величина общей порозности составляет 53,2–54,7%, под люцерной – 55,3–58,1%, на целине – 53%. Наибольшая величина общей порозности (53,1%) отмечена в почве под двухлетней люцерной, что связано с хорошей ее структурой и высоким содержанием органического вещества.

Результаты исследования показывают, что водопрочные агрегаты (частицы диаметром более 0,25 мм) в сероземно-луговых почвах под севооборотами изменяются в зависимости от вида растения и его густоты. Характеризуя содержание водопрочных агрегатов под хлопчатником по годам, можно отметить, что наибольшее содержание оказалось в пахотном слое почвы на участках под хлопчатником первого года возделывания и, составив 61,8–66,6%, постепенно уменьшаясь в дальнейшем составляет во второй год 51,8–55,5%, в третий год – 39,1–41,3%.

Количество водопрочных агрегатов почвы зависит от вида растения, густота его стояния, длительности использования, развитости корневой системы, а также от содержания органического вещества и других факторов. Весной на участках, где после двухлетней люцерны в первый год возделывали хлопчатник, количество водопрочных агрегатов в 20-сантиметровом слое почвы составило 63,4–67,6%, в слое 20–40 см – 59,5–73,7%, в начале лета показатели незначительно уменьшаются – соответственно до 59–66,5 и 52,5–64,3%, осенью вновь возрастают (в основном в пахотном горизонте): 60,1–70,6 и 51,8–60,1% (Рис. 26). Под хлопчатником второго года количество водопрочных агрегатов весной в слое 0–20 см достигало 55,4–60,6%, в слое 20–40 см – 55,1–60,1%; летом значения в верхнем горизонте составили 50,7–55,6%, в слое 20–40 см – 46,6–52,7%, осенью – соответственно 48,2–52,8 и 41,1–52,7%. Под хлопчатником третьего года возделывания содержание водопрочных агрегатов в почве значительно меньше: в верхнем горизонте 41,5–43,5% весной, а осенью – 35,3%, в нижнем – 35,7% весной и 42,7% осенью.

Следовательно, при длительном возделывании хлопчатника на одном и том же месте нарушается структурно-агрегатный состав почвы, уменьшается количество водопрочных агрегатов, что отрицательно сказывается на водно-воздушном и питательном режимах почв. Однако, если на этих участках посеять люцерну, то содержание водопрочных агрегатов значительно возрастает как по годам, так и по сезонам и составляет под однолетней люцерной в слое 0–20 см 40,1–50,3%, в 20–40 см – 41–55,7%, под двухлетней – 65,1–78,9 и 61,2–75,5%, соответственно.

Результаты показали, что в слое 0–30 см целины содержание общего гумуса составило 3,1%, на участках, где долгое время бессменно возделывали хлопчатник, его значения были меньше. В зависимости от давности использования массива под хлопчатником этот показатель постепенно снижается. Так, на участках, где после двухлетней люцерны один год выращивали хлопчатник, величина гумуса в верхнем 20 см слое составила 1,95%. Во второй и третий год выращивания хлопчатника содержание гумуса уменьшается, так в слое 0–18 см было 1,57%, а в слое 0–25 см – 1,47%.

На участках, где после трёхлетнего выращивания хлопчатника в первый год использования под люцерной, содержание гумуса возрастало в слое 0–35 см и составляло 1,7%. Под двухлетней люцерной в слое 0–30 см его величина значительно возросла и составила 2,61%. С глубиной в зависимости от севооборота и растительного покрова содержание гумуса значительно уменьшилось, составив на глубине 100 см 0,1%.

Большее по сравнению с хлопчатником содержание органического вещества в почвах под люцерной несомненно связано с большим количеством растительных остатков и с более развитой корневой системой. Величина гумуса под хлопчатником в верхнем 20 см горизонте колебалась в пределах 1,9–2,5%, а под люцерной – от 2,1 до 2,5%.

Изучение динамики гумуса в почвах под хлопчатником показало постепенное уменьшение его количества от весны к осени (рис. 1в). Так, в первый год под хлопчатником содержание гумуса

весной составило 2,5–2,58%, летом – 2,47–2,53%, осенью – 2,40–2,41%, на участке второго года - соответственно: 2,33–2,45, 2,23–2,35 и 2,08–2,24%, третьего года – 1,99–2,15, 1,94–2,07 и 1,91–2,01%.

В почвах под люцерной происходит накопление гумуса не только по годам, но и от весны к осени. Так, общее содержание гумуса в почвах под однолетней люцерной составляет весной 2–2,11%, летом 2,05–2,10%, осенью 2,24–2,32%, под двухлетней – 2,35–2,41; 2,45–2,50 и 2,54–2,61%, соответственно.

Изучение водопроницаемости почвы (Рис. 3) под однолетней люцерной показало, что средняя скорость впитывания воды в первый час составила 1,0 мм/мин, а количество впитанной воды – 61 мм, при средней скорости впитывания 0,6 мм/мин. Общее количество впитанной за 6 часов воды составило 235 мм. В почвах под двухлетней люцерной отмечается сравнительное улучшение впитывания воды почвой, его средняя скорость за 6 часов наблюдений равна 0,7 мм/мин, а общее количество впитанной воды – 271 мм.

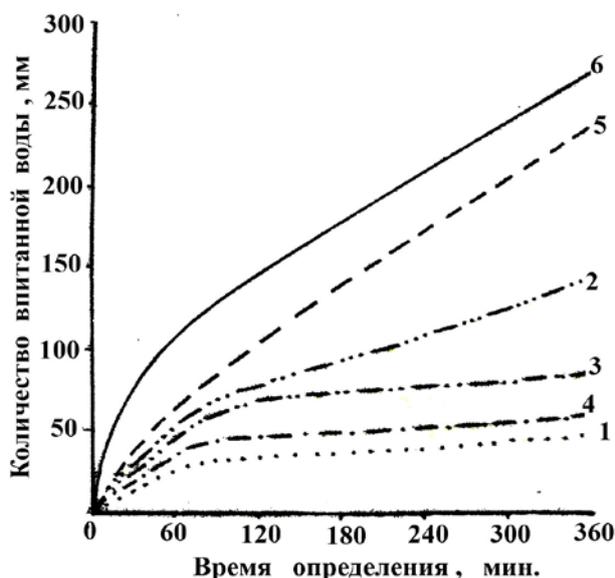


Рисунок 3. Количество впитанной воды в различные периоды в почвах под севооборотами: 1. Целина; 2. Хлопчатник I года; 3. Хлопчатник II года; 4. Хлопчатник III года; 5. подпокрывная люцерна; 6. люцерна II года пользования.

На участках первого года возделывания хлопчатника после двухлетней люцерны скорость впитывания и количество впитанной воды в первый час составляет соответственно 1,0 и 60 мм/мин, а средняя скорость впитывания заметно уменьшается и за 6 часов составляет 0,4 мм/мин, и общее количество впитанной воды также сокращается до 140 мм. Как показало наше исследование, на всех полях севооборота сероземно-луговых почв количество впитанной воды и ее скорость в первый час достаточно велики.

По сезонам года водопроницаемость почв под двухлетней люцерной была выше, чем на участках с хлопчатником. Весной в почве под двухлетней люцерной в течение 6 часов водопроницаемость составила 225 мм, под однолетней – 162 мм. На участках, где после 2-х летней люцерны в первый год возделывали хлопчатник, ее значение увеличилось до 173 мм, а во второй год уменьшилось до 101 мм, третий – до 78 мм. Летом водопроницаемость несколько возрастает и составляет под однолетней люцерной 175 мм, двухлетней – 232 мм, на участках под хлопчатником первого года – 150 мм, второго – 90 мм, третьего – 64 мм. Соответствующие показатели, полученные осенью: 235, 271, 140, 88 и 58 мм. Такие величины водопроницаемости по хлопчатнику связаны с длительной обработкой почвы, которая способствует ее уплотнению и нарушению структурно-агрегатного состава.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлено, что при длительном использовании почв под хлопчатником физические и химические свойства почв значительно ухудшаются. После трехлетнего использования почв под

хлопчатником содержание гумуса уменьшается примерно на 20%, водопрочных агрегатов на 40%, водопроницаемость почвы в три раза, увеличивается плотность почвы на 7 %, в связи с чем значительно понижается урожайность сельскохозяйственных культур. На фоне севооборота установлено, что плодородие земель, утраченное после трехгодичного использования ее под хлопчатником, может восстановиться почти полностью при последующем двухгодичном использовании под культурой люцерны.

При сопоставлении агрофизических свойств мелиорируемых окультуренных орошаемых почв хлопково-люцернового севооборота с целинными почвами выявлено, что на полях хлопково-люцернового севооборота физические и водно-физические свойства значительно меньше, чем на целине: водопроницаемость почти в четыре раза ниже, количество водопрочных агрегатов – почти в два раза больше, а плотность почвы меньше на 10%. Результаты проведенных исследований позволяют заключить, что для сохранения потенциального плодородия и получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур необходимо осуществление пятипольных хлопково-люцерновых севооборотов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аширбеков М. Ж., Дридигер В.К. Урожайность и качество хлопчатника в зависимости от размещения в севообороте на орошаемых сероземах Южного Казахстана // *Вестник АПК Ставрополя*. 2018. № 1 (29). С. 73–77.
2. Баздырев Г.И., Лошаков В.Г., Пупонин А.И. *Земледелие: учебник для ВУЗов*. М.: Колос, 2004. 552 с.
3. Беленков А.И. Севообороты и основная обработка почвы в Нижнем Поволжье // *Земледелие*. 2002. № 3. С. 7–8.
4. Бондаренко М.В. *Комплексное влияние севооборотов, удобрений и приемов обработки на показатели плодородия чернозема типичного и урожайность основных сельскохозяйственных культур*. Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Белгород: Бел ГСХА, 2005. 22 с.
5. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. *Методы исследования физических свойств почв*. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
6. Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф. *Практикум по почвоведению*. Под редакцией д.б.н. проф. Н.Ф. Ганжары. М.: Агроконсалт, 2002. 280 с.
7. Гончаров С.В., Федотов В.А., Матвеев И.В. *Пивоваренный ячмень*. М., 2014. 288 с.
8. Дридигер В.К., Стукалов Р.С., Гаджиумаров Р.Г., Вайцеховская С.С. Влияние севооборота на эффективность использования полевых культур без обработки почв // *Земледелие*. 2019. № 6. С. 28–32. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10607.
9. Ерёмин Д.И. Изменение содержания и качества гумуса при сельскохозяйственном использовании чернозема выщелоченного лесостепной зоны Зауралья // *Почвоведение*. 2016. № 5. С. 584–592. DOI: 10.7868/S0032180X1605004X.
10. Каштанов А.Н. Место и роль севооборотов в адаптивно-ландшафтном земледелии // Севооборот в современном земледелии. М.: Изд-во МСХА, 2004. С. 24–32.
11. Кислов А.В., Глинушкин А.П., Кащеев А.В., Сударенков Г.В. Экологизация севооборотов и биологическая система воспроизводства почвенного плодородия в степной зоне Южного Урала // *Земледелие*. 2018. № 6. С. 6–10. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10602.
12. Кочарли С.А., Герайзаде А.П., Манафова А.М., Гюлялыев Ч.Г. Тепловой баланс хлопково-люцернового севооборота // *Аграрная наука*. 2015. № 6. С. 15–17.
13. Лошаков В.Г. Зелёное удобрение как фактор повышения плодородия почвы, биологизации и экологизации земледелия // *Плодородие*. 2018. № 2. С. 26–29. DOI: 10.25680/S19948603.2018.101.09.
14. Мустафаев А.Б., Умбетаев И., Бигараев О. К., Джусипбеков Д. Устойчивость новых отечественных сортов хлопчатника к болезни гоммоза // *Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана*. 2007. № 8. С. 7–8.
15. *Теории и методы физики почв* / Под ред. Е.В. Шейна, Л.О. Карпачевского. М.: Гриф и К., 2007. 616 с.
16. *Физика почв: лаб. практикум* / Корчагин А.А., Мазиров М.А., Шушкевич Н.И.; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. 99 с.
17. Шейн Е.В., Милановский Е.Ю., Хайдапова Д.Д., Поздняков А.И., Тюгай З., Початкова Т.Н., Дембовецкий А.В. *Практикум по физике твердой фазы почв: учебное пособие*. М.: Буки-Веди Москва, 2017. 119 с.
18. Шрамко Н.В., Вихорева Г.В. Роль биологизированных севооборотов в изменении содержания гумуса в дерново-подзолистых почвах Верхнего Поволжья // *Земледелие*. 2016. № 1. С. 14–16.
19. Цырибко В.Б., Устинова А.М., Цыбулько Н.Н. Касьяненко И. И., Логачев И. А. *Приемы оптимизации агрофизических свойств почв* // Повышение плодородия почв и применение удобрений: матер. междунар. науч.-практ. конф. Минск: ИВЦ Минфина, 2019. С. 123–125.

20. Ball B. C., Bingham I., Rees R. M., Watson C. A., and Litterick A. The role of crop rotations in determining soil structure and crop growth conditions // *Canadian Journal of Soil Science*. 2005. Vol. 85. No. 5. P. 577. DOI: 10.4141/S04-078 p.577.
21. Hulugalle N.R., Corkell B.Mc., Heimoana V.F., Finlay L.A. Soil properties under cotton-corn rotations in Australian cotton farms // *Journal Cotton Science*. 2016. Vol. 20, Iss. 4, P. 294–298.
22. Raimbault B. A., Vyn, T. J. Crop-rotation and tillage effects on corn growth and soil structural stability // *Agronomy Journal*. 1991. Vol. 83. P. 979–985. DOI: 10.2134/agronj1991.00021962008300060011x.

Поступила в редакцию 25.04.2022

Принята 25.04.2022

Опубликована 30.04.2022

Сведения об авторах:

Гюлялыев Чингиз Гюлялы оглы – доктор аграрных наук, доцент, зав. Отделом «Биогеографический стационар» Института Географии им. акад. Г. А. Алиева НАН Азербайджана, (г. Баку, Азербайджан); ch_gulaliyev@yahoo.com

Кочарли Семендер Али оглы – доктор философии по аграрным наукам, доцент лаб. «Физика почв» Института Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана (г. Баку, Азербайджан); ch_gulaliyev@yahoo.com

Козлова Алла Афанасьевна – доктор биологических наук, доцент, ФГБОУ ВПО Иркутский государственный университет, биолого-почвенный факультет (г. Иркутск, Россия); allak2008@mail.ru

Джафаров Али Муса оглы – доктор философии по аграрным наукам, доцент, зав. отделом «Физика почв» Института Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана (г. Баку, Азербайджан); alicafarov@mail.ru



Статья доступна по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

DYNAMICS OF SOIL PROPERTIES UNDER COTTON-ALFALFA CROP ROTATION

© 2022 Ch. G. Gulalyev ¹, S. A. Kocharli², A. A. Kozlova ³, A. M. Jafarov²

¹*Institute of Geography, acad. G.A. Aliyev, National Academy of Sciences of Azerbaijan, E-mail: ch_gulaliyev@yahoo.com*

²*Institute of Soil Science and Agrochemistry, National Academy of Sciences of Azerbaijan, E-mail: alicafarov@mail.ru*

³*Irkutsk State University, Irkutsk, Russia. e-mail: allak2008@mail.ru*

The aim of the study: Monocrop cultivation is known to affect negatively soil physical properties and decrease soil fertility. To eliminate these undesirable consequences, application of mineral and/or organic fertilizers, as well as other agricultural practices, are employed. Other aspects of agronomy (soil cultivation, fertilizer and plant protection systems, the acquisition of new seeds) require significant material costs. Increasing the yield of agricultural crops, and cotton in particular, can be achieved by crop rotation. The aim of the study was to analyze some physico-chemical soil properties and dynamics of soil processes under cotton-alfalfa crop rotation.

Location and time of the study. The research was carried out in 2014-2018 in the Northern Mugan in the Republic of Azerbaijan, as the region is one of the largest agricultural regions of the country, supplying cotton and grain. The studies were carried out on irrigated meadow serozem, or Endogleyic Calcisol, according to the WRB, soils of the Kura-Araks lowland of Azerbaijan.

Methodology. Field and laboratory work was carried out according to generally accepted methods of soil science. The particle size distribution was determined by the pyrophosphate method; density, humus content, humidity, temperature, and morphological characteristics were determined using conventional methods. Statistical processing of the obtained data was carried out using the Microsoft Office Excel program.

Main results. The long-term cotton crop was found to decrease agrophysical and agrochemical properties of soil. After three years of cotton production the humus content decreased by 20%, whereas the content of

water-resistant aggregates increased by 40%, and soil permeability decreased three-fold, soil bulk density increased by 7%, all these resulting in the reduced cotton productivity. Crop rotation showed that soil fertility, decreased after three consecutive years of cotton growth, could be almost fully restored by following with two years of alfalfa crop.

Conclusion. Compared with a monoculture of crops, crop rotation leads to a rearrangement in soil microflora and a change in soil biological and biochemical activity, helps to reduce the possibility of a unilateral influence of plants on soil, which in turn helps to restore soil fertility and obtain high sustainable crop yields in the cotton system. Therefore, the use of cotton-alfalfa crop rotations is very important for attaining the goal of increasing two-fold the production of all types of feed in Azerbaijan. To maintain potential fertility, obtain high sustainable yields of soil-protective, resource-saving crops, five-field cotton-alfalfa crop rotation is recommended for the farmers of the Mugan steppe.

Key words: Calcisol; Azerbaijan; granulometric composition; crop rotation; cotton; alfalfa; temperature; humidity

How to cite: Gulalyev Ch.G., Kocharli S. A., Kozlova A.A., Jafarov A.M. Dynamics of soil properties under cotton - alfalfa crop rotation // *The Journal of Soils and Environment*. 2022. 5(1). e178. DOI: [10.31251/pos.v5i1.178](https://doi.org/10.31251/pos.v5i1.178) (in Russian with English abstract).

REFERENCES

1. Ashirbekov M.Zh., Dridiger V.K. Productivity and quality of the cotton plant depending on placement in the crop rotation for irrigated gray soils of South Kazakhstan, *Agricultural Bulletin of Stavropol Region*, 2018, No. 1 (29), p. 73–77.
2. Bazdyrev G.I., Loshakov V.G., Puponin A.I. *Agriculture: a textbook for universities*. Moscow: Kolos, 2004, 552 p. (in Russian)
3. Belenkov A.I. Crop rotations and basic tillage in the Lower Volga region, *Zemledelie*, 2002, No. 3, p. 7–8. (in Russian)
4. Bondarenko M.V. *Complex influence of crop rotations, fertilizers and processing methods on the fertility of typical chernozem and the productivity of major agricultural crops*, Abstract of Dissertation ... Cand. of Agricul. Sci. Belgorod: Bel GSHA, 2005, 22 p. (in Russian)
5. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. *Methods for studying the physical properties of soils*. Moscow: Agropromizdat, 1986, 416 p. (in Russian)
6. Ganzhara N.F., Borisov B.A., Baibekov R.F. *Workshop on soil science*. Moscow: Agroconsalt, 2002, 280 p. (in Russian)
7. Goncharov S.V., Fedotov V.A., Matveev I.V. *Malting barley*. Moscow, 2014, 288 p. (in Russian)
8. Dridiger V.K., Stukalov R.S., Gadzhumarov R.G., Vaytsekhovskaya S.S. Influence of Crop Rotation on the Efficiency of Arable Land Use at the Cultivation of Field Crops without Soil Tillage, *Zemledelie*, 2019, No. 6, p. 28–32. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10607. (in Russian)
9. Eremin D.I. Changes in the content and quality of humus in leached chernozems of the Trans-Ural forest-steppe zone under the impact of their agricultural use, *Eurasian Soil Science*, 2016, T. 49, № 5, p. 538–545. DOI: 10.1134/S1064229316050033.
10. Kashtanov A.N. *Place and role of crop rotations in adaptive landscape agriculture*. In book: Crop rotation in modern agriculture. Moscow: Moscow Agricultural Academy Pubs, 2004, p. 24–32. (in Russian)
11. Kislov A.V., Glinushkin A.P., Kashcheev A.V., Sudarenkov G.V. Ecology Modeling of Crop Rotations and Biological Reproduction of Soil Fertility in the Steppe Area of the South Urals, *Zemledelie*, 2018, No. 6, p. 6–10. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10602. (in Russian)
12. Kocharley S.A., Gerayzade A.P., Manafova A.M., Gyulalyev Ch.G. Thermal balance of cotton - alfalfa crop rotation, *Agrarian Science*, 2015, No. 6, p. 15–17. (in Russian)
13. Loshakov V.G. Green manure as a factor of soil fertility improving, biologization and ecologization of agriculture, *Plodorodie*, 2018, No. 2, p. 26–29. DOI: 10.25680/S19948603.2018.101.09. (in Russian)
14. Mustafaev A.B., Umbetaev I., Bigaraev O.K., Djusipbekov D. Resistance of new domestic varieties of cotton to gommosis disease, *Bulletin of Agricultural Science of Kazakhstan*, 2007, No. 8, p. 7–8.
15. *Theories and Methods of Soil Physics*. Moscow: Grif and K. Publ., 2007, 616 p. (in Russian)
16. *Soil physics: lab. Workshop / Korchagin A.A., Mazirov M.A., Shushkevich N.I.* Vladimir: VSU Publ., 2011, 99 p. (in Russian)

17. Shein E.V., Milanovsky E.Yu., Khaidapova D.D., Pozdnyakov A.I. Tyugai Z., Pochatkova T.N., Dembovetsky A.V. *Practicum on physics of the soil solid phase Workshop on the physics of the solid phase of soils*. Moscow: Buki-Vedi Moscow Publ., 2017, 119 p. (in Russian)
18. Shramko N.V., Vikhoreva G.V. Role of Biologized Crop Rotations in Humus Content Change in Sod-Podzol Soils of the Upper Volga Region, *Zemledelie*, 2016, No. 1, p. 14–16. (in Russian)
19. Tsyribko V.B., Ustinova A.M., Tsybul'ko N.N., Kasyanenko I.I., Logachev I.A. *Methods for optimizing the agrophysical properties of soils*. In book: Improving soil fertility and the use of fertilizers: Proc. of of the Inter. Sci.-pract. Conf. Minsk: IVTS of the Ministry of Finance, 2019, p. 123–125. (in Belarus)
20. Ball B.C., Bingham I., Rees R.M., Watson C.A., Litterick A. The role of crop rotations in determining soil structure and crop growth conditions, *Canadian Journal of Soil Science*, 2005, Vol. 85, No. 5, p. 577. DOI: 10.4141/S04-078.
21. Hulugalle N.R., Corkell B.Mc., Heimoana V.F., Finlay L.A. Soil properties under cotton-corn rotations in Australian cotton farms, *Journal Cotton Science*, 2016, Vol. 20, Iss. 4, p. 294–298.
22. Raimbault B.A., Vyn T.J. Crop-rotation and tillage effects on corn growth and soil structural stability, *Agronomy Journal*, 1991, Vol. 83, p. 979–985. DOI: 10.2134/agronj1991.00021962008300060011x.

Received 25 April 2022

Accepted 25 April 2022

Published 30 April 2022

About the authors:

Gulalyev Chingiz Gyulaly Oglu – Doctor of Agrarian Sci., Head of the Department “Biogeographical Station” of the Institute of Geography, acad. G.A. Aliyev, National Academy of Sciences of Azerbaijan (Baku, Azerbaijan); ch_gulaliyev@yahoo.com

Kocharli Semender Ali Ogly – Ph.D. in Agrarian Sci., Associate Professor in the Laboratory of Soil Physics of the Institute of Soil Science and Agrochemistry, National Academy of Sciences of Azerbaijan, (Baku, Azerbaijan); ch_gulaliyev@yahoo.com

Kozlova Alla Afanasievna – Doctor of Biol. Sci., Associate Professor, Biology and Soil Faculty, Irkutsk State University (Irkutsk, Russia); allak2008@mail.ru

Jafarov Ali Musa Ogly – Ph.D. in Agrarian Sci., Head of the Laboratory of Soil Physics of the Institute of Soil Science and Agrochemistry, National Academy of Sciences of Azerbaijan (Baku, Azerbaijan); alicafarov@mail.ru



Статья доступна по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)