



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.4>

UDC 631.47:631.67

LBC 40.62

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF IRRIGATION ON THE ECOLOGICAL STATE OF GRAY-BROWN SOILS OF THE GANJA-KAZAKH MASSIF

Ramala N. kyzy Orudjova

Azerbaijan State Agricultural University, Ganja, Republic of Azerbaijan

Mustafa G. ogly Mustafayev

Institute of Soil Science and Agrochemistry of Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Republic of Azerbaijan

Zumrud R. kyzy Qurbanova

Azerbaijan State University of Petroleum and Industry, Baku, Republic of Azerbaijan

Abstract. The article presents the results of a study of irrigated gray-brown soils of the Ganja-Kazakh massif, the reasons for changes in individual soil properties associated with the characteristics of specific soil-hydrogeological conditions. It was pointed out that irrigation of gray-brown soils with low mineralized slightly alkaline waters leads to a change in the qualitative composition of salts, an increase in the content of absorbed sodium and its activity. There is also a tendency towards dehumidification of irrigated soils and deterioration of their agrophysical properties. To eliminate the negative effects of irrigation, it is necessary to systematically, comprehensively regulate soil processes and regimes. Thus, during irrigation for 50–60 years, the main properties of gray-brown soils that determine its fertility deteriorated. However, a negative effect of irrigation water with a mineralization of 1.25–2.50 on the salt regime of the soil was noted. Optimization of the reclamation state of soils, prevention of salinization and increase of fertility is promoted by modern agrotechnical measures in combination with an optimal irrigation regime (68–78% HB), as well as with improving the quality of irrigation water by reducing its discharge from irrigated fields and the use of chemical meliorants. Since irrigation of gray-brown soils with mineralized waters was carried out on small areas until recently and, as a rule, was not accompanied by a general increase in the groundwater level, secondary salinization of soils is noted locally in the lowered relief elements. In the main irrigation area for most systems, the period of active salt accumulation observed in the first 3–5 years after the start of irrigation stabilizes at the level of 0.12–0.25% in arable horizons and 0.26–0.32% in sub-arable horizons, and they do not leave the gradation of unsalted. Based on the conducted research, generalization and analysis of the literature data, a systematics of changes on gray-brown soils occurring during irrigation was carried out.

Key words: irrigation, gray-brown soils, soil formation, fertility, transformational properties.

Citation. Orudjova R.N. kyzy, Mustafayev M.G. ogly, Qurbanova Z.R. kyzy. Assessment of the Impact of Irrigation on the Ecological State of Gray-Brown Soils of the Ganja-Kazakh Massif. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 2, pp. 29-35. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.4>

УДК 631.47:631.67

ББК 40.62

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОРОШЕНИЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СЕРО-КОРИЧНЕВЫХ ПОЧВ ГЯНДЖА-КАЗАХСКОГО МАССИВА

Рамала Набир кызы Оруджева

Азербайджанский государственный аграрный университет, г. Гянджа, Республика Азербайджан

Мустафа Гылан оглы Мустафаев

Институт почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана, г. Баку, Республика Азербайджан

Зумруд Рамазан кызы Гурбанова

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, г. Баку, Республика Азербайджан

Аннотация. В статье изложены результаты исследования орошаемых серо-коричневых почв Гянджа-Казахского массива, причины изменений отдельных почвенных свойств, связанные с особенностями конкретных почвенно-гидро-геологических условий. Было установлено, что орошение серо-коричневых почв маломинерализованными слабощелочными водами приводит к изменению качественного состава солей, увеличению содержания поглощенного натрия и его активности. Имеет место также тенденция к дегумификации орошаемых почв и ухудшение их агрофизических свойств. Для устранения отрицательных последствий орошения необходимо системное, комплексное регулирование почвенных процессов и режимов. Таким образом, при орошении в течение 50–60 лет основные свойства серо-коричневых почв, определяющие ее плодородие, ухудшились. Однако было отмечено негативное влияние оросительной воды с минерализацией 1,25–2,50 на солевой режим почвы. Оптимизацию мелиоративного состояния почв, предупреждению засоления и повышению плодородия способствует современное агротехническое мероприятие в комплексе с оптимальным режимом орошения (68–78 % НВ), а также с улучшением качества оросительной воды путем уменьшения ее сброса с орошаемых полей и применения химмелиорантов. Так как орошение серо-коричневых почв минерализованными водами до последнего времени проводилось на малых площадях и как правило, не сопровождалось общим повышением уровня грунтовых вод, вторичное засоление почв отмечается локально в пониженных элементах рельефа. На основной территории орошения для большинства систем период активного накопления солей, наблюдающийся в первые 3–5 лет после начала поливов, стабилизируется на уровне 0,12–0,25 % в пахотных горизонтах и 0,26–0,32 % в подпахотных, и они не выходят из градации незасоленных. На основании проведенных исследований, обобщения и анализа литературных данных была произведена систематика изменений на серо-коричневых почвах, происходящих во время орошения.

Ключевые слова: орошение, серо-коричневые почвы, почвообразование, плодородие, трансформация свойства.

Цитирование. Оруджева Р. Н. кызы, Мустафаев М. Г. оглы, Гурбанова З. Р. кызы. Оценка влияния орошения на экологическое состояние серо-коричневых почв Гянджа-Казахского массива // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 29–35. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.4>

Введение

В аридных условиях орошение является мощным и независимым средством интенсификации растениеводства в зоне недостаточного увлажнения. В то же время, как и любое антропогенное воздействие, орошение оказывает влияние на почвенный покров – сбалансированность естественных почвенных процессов переноса веществ и энергии. В настоящее время происходит изменение химического состава природных вод, которые формируются в степной и сухостепной зонах. Сульфатно-натриевое или содово-сульфатно-натриевое засоление почв, характеризуется повышенным содержанием хлора и других ионов на конкретных объектах. В соответствии с применяемыми в настоящее время мелиоративными классификациями почти все естественные источники ограничено пригодны для орошения и требуют не только разбавления, но и улучшения качественного состава. Применение хлоридно-натриевых вод для орошения очень

ограничено. Наиболее ярким примером в этом плане является Шемкирская оросительная система, где на полив используются воды с минерализацией 1,5–2,5 г/л, в которых содержатся 40–50 % ионов Na и Cl.

В настоящее время накоплен достаточно обширный материал о трансформации почвенных свойств и гидрогеолого-мелиоративной обстановки при длительном орошении. Данные в аридных условиях о режиме грунтовых вод, степени засоления почв, содержания в них подвижных питательных веществ, урожайности сельскохозяйственных культур на орошаемых землях содержится в отчетах гидрогеолого-мелиоративных экспедиций и агрохимлабораторий. Вопросам влияния орошения на почвенное плодородие посвящены также многочисленные исследования научно-исследовательских учреждений [1; 2; 5; 6].

Анализ литературных данных показал, что однозначную характеристику изменений почв, в том числе серо-коричневых, при орошении дать трудно. Однако все больше на-

капливается данных о некоторых неблагоприятных воздействиях орошения на серо-коричневых, что не позволяет полностью использовать эффект орошения для получения высоких и устойчивых урожаев [6].

Объект и методика исследований

Объектом исследования являются серо-коричневые почвы, сформированные в Гянджа-Казахского массиве Самухского района. При проведении полевых исследований был использован метод заложения профиля почвенных разрезов, а также заложение профиля геохимико-географического агроландшафта [2; 3; 5].

Результаты исследований и их обсуждение

Наиболее опасным следствием поливов минерализованными водами при обеспеченном естественном или искусственном дренаже является пульсационный режим соленакпления, вызывающий активно выраженные процессы осолонцевания серо-коричневых почв. Наши исследования динамики влажности при поливах этих почв показали, что при существующих режимах и нормах поливов зона активного накопления и перемещения влаги ограничена 50–70 см к концу вегетационного сезона содержание солей зачастую вдвое и более превышает исходное. Причем, учитывая химизм поливных вод, это в основном хлориды и сульфаты натрия [9; 10; 11]. В зимне-весенний сезон с потоком атмосферных осадков происходит практически полный вынос накопленных за поливной сезон водорастворимых солей. В этот период происходит активное внедрение натрия в ППК, и хотя в последствии темпы осолонцевания падают, нарастающая тенденция сохраняется. По имеющимся критериям почвы ни на одной системе не вышли за рамки слабосолонцеванных, однако, судя по изменениям их гидрофизических и механических свойств, эти критерии для серо-коричневых почв нуждаются в серьезной корректировке [9].

Экстремальные условия деградации поверхностных горизонтов серо-коричневых отмечаются при повышенном уровне осенне-

зимнего увлажнения. Вынос электролитов провоцирует их сильную диспергацию, и при весеннем иссушении на поверхности формируется плотная, твердая корка толщиной 1–3 см, мешающая обработке полей, подавляющая всхожесть посевов. При поливах минерализованными щелочными водами деградация поверхности почв идет по типу осолодения. После осенне-зимнего промачивания на поверхности образуется микропрофиль эллиовиально-иллювиального типа толщиной 5–7 см с резко выраженной дифференциацией по содержанию ила, валовому составу, органическому веществу, содержанию Na в ППК.

Процессы засоления и осолонцевания серо-коричневых почв при орошении минерализованными водами сопровождаются процессами их ощелачивания. Причем, если процессы изменения pH в поливной период на различных оросительных системах имеют разную направленность (на некоторых системах имеет место подщелачивание, на других – подкисление) и обоснование этого явления требует дополнительных детальных обследований, то общая тенденция к ощелачиванию почв не вызывает сомнений. Даже на тех системах, где от полива к поливу pH падает, после осенне-зимнего промачивания эта величина резко возрастает. На отдельных оросительных системах pH почвенных паст и водных вытяжек из пахотных и подпахотных горизонтов достигли 8,2–8,3 [4; 7; 8].

При орошении минерализованными водами активизируются процессы выноса кальция из поверхностных горизонтов. Декальцинация связана с нарастанием активности кальция от полива к поливу и выносом активизированного кальция током осенне-зимних осадков. Возможно, определенный вклад в это явление вносят пептизация поверхностного горизонта, нарушение процессов газообмена и накопление в почвенном воздухе повышенного содержания CO₂. Исследования послойного баланса Ca на одной из оросительных систем показали, что в начальный период орошения за один год может быть вынесено из первого полуметра около 2,2 т/га CaCO₃.

Относительно трансформации процессов гумификации при орошении минерализованными водами единого мнения нет. На некоторых системах отмечено сокращение запасов гу-

муса в поверхностных горизонтах при сохранении его общего содержания в профиле. На других- запасы увеличиваются, что, быстрее всего, связано с достаточным внесением на этих системах органических удобрений и насыщением севооборотов кормовыми травами. Общим для всех систем является повышенное содержание подвижных форм органических кислот, более растянутый гумусовый профиль. Процессы уплотнения, связанные с много активными циклами увлажнения-иссушения на оросительных системах, использующих минерализованную воду, выражены примерно так же, как и на орошении пресными водами. Сравнение плотности орошаемых и неорошаемых аналогов свидетельствует о том, что превращение плотности на различных системах не превышает $0,18 \text{ г/см}^3$ и новое состояние плотности достигается впервые 3–4 года после начала орошения. Учитывая, что на большинстве оросительных систем, использующих минерализованную воду, обеспечивается промывной режим с выносом продуктов возможного минерального распада, неосинтез смешанослойных минералов с подвижной кристаллической решеткой даже на системах с 50-летним периодом орошения пока не обнаружен. Следовательно, данных формирования типичных слитых горизонтов на таких системах в настоящее время нет.

Режим увлажнения-иссушения, уплотнения-разуплотнения, засоления, вынос карбонатов и гумуса из поверхностных горизонтов, элементы осолонцевания почв оказывают необратимое негативное влияние на структуру поверхностных горизонтов. Она становится глыбистой в сухом состоянии (до 70–75 % глыбистых фракций) и вязкой, липкой, пластичной – во влажном. Такие поля очень сложны для обработки, при этом резко возрастает угроза ирригационной эрозии, создаются условия для перераспределения поливных вод по площади поля, мозаичность почвенных условий и состояния посевов. Кроме того, разрушенная структура почв определяет новые, более напряженные режимы: водный, температурный, газовый, воздушный, биологический, окислительно-восстановительный. Через 4–5 лет после начала эксплуатации оросительной системы почвенные условия достигают нового состояния гомеостаза, плодородие почв

на них резко падает. Яркий пример тому, что при условии достаточного атмосферного увлажнения, которое в степной зоне наступает раз в 4–6 лет, на таких оросительных системах получают урожаи гораздо ниже, чем на богаре, и практически никогда урожаи не выходят на уровень проектных.

Учитывая, что оросительные системы, использующие минерализованные воды, относятся к экологически опасным, а их эксплуатация в целях сохранения почвенного плодородия требует больших затрат дальнейшее строительство таких систем следует резко ограничить. Наиболее серьезную опасность для серо-коричневых почв Гянджа-Казахской равнины представляет процесс деградации [6]. Имеются также данные о снижении содержания и ухудшении качественного состава гумуса [1; 3]. Отрицательное влияние орошения на почвы усиливается при поднятии уровней минерализованных вод, а дренаж, регулируя этот уровень усиливает вынос питательных веществ и проявление соды. Наряду с районами, где наблюдается развитие неблагоприятных процессов, вызывающих снижение плодородия почвы [1; 2; 5; 6]. Подача большой массы воды, к тому же минерализованной, привела к ухудшению практически всех физических свойств почв. Так, плотность почвы за 50 лет орошения увеличилась с $1,49\text{--}1,55 \text{ г/см}^3$ до $1,37\text{--}1,38 \text{ г/см}^3$ (см. таблицу). Существенно уменьшилось количество водопрочных агрегатов $>0,25 \text{ мм}$, повысилась дисперсность почвы. Обработка полученных материалов, результаты химических анализов и полевых определений основных показателей плодородия исследуемых почв свидетельствует о том, что при поливах не минерализованными водами реки Кура почвообразовательные процессы в орошаемых серо-коричневых почвах протекают в разных направлениях и зависит от особенностей конкретных подтипов, исходных значений почвенных показателей, режима грунтовых вод, а также технологии орошения и уровня земледелия в хозяйствах. Почти на всех объектах наблюдается изменение состава и общего содержания оснований в почвенно-поглощающем комплексе серо-коричневых почв (см. таблицу). Особенно выражены эти процессы при близком расположении уровня минерализованных вод над уровнем земли,

Трансформация основных показателей плодородия орошаемых серо-коричневых почвах Гянджа-Казахского массива (Самухский район)

Объект исследования	Источник полива	Горизонт, см	Содержание гумуса, %		ΣПК мг.экв на 100 г почвы		Σсолей, %		Плотность, г/см ³	
			Неорошаемые участки	Орошаемые участки	Неорошаемые участки	Орошаемые участки	Неорошаемые участки	Орошаемые участки	Неорошаемые участки	Орошаемые участки
Юухары Агасы-бейли	Артезиан	0–25	3,15	2,89	31,45	30,52	0,082	0,105	1,25	1,15
		25–50	1,23	2,06	28,24	29,85	0,095	0,112	1,33	1,54
		50–100	0,71	0,93	22,90	25,60	0,098	0,118	1,48	1,52
Ашагы Агасы-бейли	Артезиан	0–25	3,28	2,91	28,75	30,05	0,065	0,123	1,28	1,18
		25–50	1,06	2,03	25,92	28,93	0,092	0,150	1,36	1,58
		50–100	0,75	0,95	21,35	23,40	0,110	0,235	1,50	1,55
Кара арх	Река Кура	0–25	3,08	2,98	29,71	32,80	0,095	0,042	1,19	1,21
		25–50	1,12	2,85	26,35	27,45	0,053	0,056	1,36	1,48
		50–100	0,81	1,49	18,90	22,30	0,078	0,092	1,48	1,54
Сарыкамыш	Река Кура	0–25	2,88	2,75	26,45	28,75	0,058	0,050	1,21	1,16
		25–50	0,97	2,56	23,70	26,82	0,079	0,093	1,40	1,49
		50–100	0,56	1,33	17,50	23,35	0,102	0,095	1,46	1,45
Ахмед-бейли	Река Кура	0–25	3,03	2,82	28,55	30,72	0,083	0,068	1,20	1,20
		25–50	1,45	2,49	22,80	28,65	0,095	0,062	1,32	1,50
		50–100	0,79	1,24	19,30	24,85	0,103	0,084	1,43	1,49

залегании солевых горизонтов почв на глубине до 80–100 см от поверхности и чередовании циклов повышенного увлажнения с высушиванием почв при поливах с большими нормами. Дефицит влаги в верхних горизонтах почвы при ее высушивании приводит к снижению концентрации кальция и повышению концентрации натрия, то есть усилению процесса солонцевания.

На орошаемых землях при современном уровне культуры земледелия в почве усиливаются процессы минерализации гумуса [2; 5]. При орошении пресными, периодически щелочными водами потери гумуса в некоторых хозяйствах составляют в слое 0–50 см – 0,8 % (см. таблицу). При сравнении данных до орошения и на неорошаемых участках отмечается снижение гумуса в слое 0–25 см как под влиянием орошения, так и при интенсивном сельскохозяйственном использовании земель без орошения. Почти повсеместно наблюдается уплотнение подпахотного слоя. Диапазон колебаний плотности в период посева до уборки культур достигает 0,10–0,26 г/см³. Увеличение плотности ограничивает рост корней, резко снижает доступность влаги и обеспеченность воздухом.

На основании проведенных исследований, обобщений и анализа литературы, изменения, происходящие в серо-коричневых почвах при орошении, можно классифицировать следующим образом: закономерные, проявля-

ющиеся повсеместно независимо от зоны, типа серо-коричневых почв, качества оросительных вод и местных особенностей; закономерные-локальные, обусловленные спецификой местных условий (качество оросительных вод, типы серо-коричневых почв, гидрогеологическая и мелиоративная обстановка и т. д.); случайные, связанные с уровнем ведения земледелия, применяющимися технологиями полива, наличием удобрений, соответствующей техникой в хозяйствах.

В результате анализа материалов по влиянию орошения на плодородие серо-коричневых почв установлено, что закономерны изменения, связанные с уплотнением почв и преобразованием их почвенно-поглощающего комплекса. К закономерным-локальным изменениям относятся осолонцевание, увеличение содержания легкорастворимых солей, подщелачивание среды, вынос карбонатов, обезструктурирование и деградация почв; к случайным, связанным с антропогенными воздействиями – изменения содержания гумуса, содержания N, P, K, изменения параметров почвенной структуры.

Все виды изменений и их интенсивность зависят от применяющихся технологий выращивания сельскохозяйственных культур. При этом наиболее эффективны технологии, обеспечивающие, помимо высоких урожаев, стабилизацию параметров почвенного плодородия или изменения их в сторону расширенного воспроизводства плодородия.

Заключение

Результаты исследования позволили выявить изменения свойств серо-коричневых почв в Гянджа-Казахском массиве. Установлено, что эти изменения определяются исходными (целина) почвенно-гидрогеологическими параметрами, длительностью орошения и уровнем ведения земледелия.

Оценка состояния плодородия орошаемых серо-коричневых почв в аридных почвенно-гидрогеологических условиях является основой для разработки почвозащитных технологий орошаемых серо-коричневых почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабаев, М. П. Изучение опреснения орошаемых почв в Муганской степи под влиянием орошения растительности / М. П. Бабаев, Г. Г. Джабраилова, Ф. М. Мустафаев // Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства : сб. науч. тр. Вып. 9. – Рязань, 2011. – С. 110–117.
2. Бабаев, М. П. Основные виды деградации почв в Кура-Аразской низменности Азербайджана / М. П. Бабаев, Ф. М. Рамазанова // Почвоведение. – 2015. – № 4. – С. 501–512.
3. Влияние приемов обработки почвы на агрофизические свойства лугово-болотных почв / С. Ж. Бекжанов М. Г. Мустафаев, К. Т. Аленов, Р. Б. Кенжебек // Вестник Кызылординского университета им. Коркыт Ата. – 2020. – № 1 (54). – С. 50–56.
4. Гурбанов, Э. А. Эрозионная информация орошаемых серо-коричневых почв сухих субтропических смесей Азербайджанской Республики / Э. А. Гурбанов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 3. – С. 89–94.
5. Мустафаев, М. Г. Причины снижения эффективности сельхозпроизводства на землях Азербайджана / М. Г. Мустафаев // Агрехимический вестник. – 2012. – № 3. – С. 43–45.
6. Мустафаев, Ф. М. Изменения агрофизических свойств почв на опытных участках Ширванской степи / Ф. М. Мустафаев, Ю. А. Мажайский // Агрехимический вестник. – 2016. – № 3. – С. 26–28.
7. Синявский, И. В. Изменение физических, физико-химических свойств и солевого режима почв черноземного типа Зауралья при их длительной ирригации / И. В. Синявский // Вестник Курганской ГСХА. – 2019. – № 3. – С. 24–28.
8. Щедрин, В. Н. Негативные почвенные процессы при регулярном орошении различных типов

почв / В. Н. Щедрин, Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2018. – № 2 (30). – С. 1–21.

9. Mustafayev, M. G. Change of the Salts Quantity and Type in the Irrigated Soils of the Mughan Plain and Their Impact on Plants Productivity / M. G. Mustafayev // International Journal of Food Science and Agriculture. – 2020. – № 4 (2). – P. 101–108.

10. Mustafayev, M. G. Criteria for the evaluation of reclamation status of soils in the Mughan-Salyan massif / M. G. Mustafayev // Journal of Water and Land Development. – 2015. – № 24 (I-III). – P. 21–26.

11. Water regime and mineral nutrition of sugar sorghum in the conditions of rice systems of the Aral Sea region of Kazakhstan / I. A. Tautenov, A. Ch. Ujuhu, S. Zh. Bekzhanov, R. K. Zhapayev // Bulletin of Science of S. Seifullin KATU. – 2016. – № 3 (90). – P. 75–83.

REFERENCES

1. Babayev M.P., Jabrailova G.G., Mustafayev F.M. Izuchenie opresneniya oroshaemykh pochv v Mughanskoi stepi pod vlianiem orosheniya rastitelnosti [Study of Desalination of Irrigated Soils in the Mughan Steppe Under the Influence of Vegetation Irrigation]. *Sovremennyye energo- i resursosberegayushchiye ekologicheski ustoychivyye tekhnologii i sistemy sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva: sb. nauch. tr.* [Collection of Scientific Papers, Russ. Academy of Agriculture named after P.A. Kostichev]. Ryazan, 2011, iss. 9, pp. 110-117.
2. Babayev M.P., Ramazanova F.M. Osnovnye vidy degradatsii pochv v Kura-Arazskoi nizmennosti Azerbaidzhana [The Main Types of Soil Degradation in the Kura-Araz Lowland of Azerbaijan]. *Pochvovedenie* [Soil Science], 2015, no. 4, pp. 501-512.
3. Bekzhanov S.Zh., Mustafayev M.G., Alenov K.T., Kenzhebek R.B. Vliyanie priyemov obrabotki pochvy na agrofizicheskiye svoystva lugovo-bolotnykh pochv [The Influence of Tillage Techniques on the Agrophysical Properties of Meadow-Marsh Soils]. *Vestnik Kyzylor-dinskogo universiteta imeni Korkyt Ata* [Bulletin of Kyzylorda University named after Korkyt Ata], 2020, no. 1 (54), pp. 50-56.
4. Gurbanov E.A. Eroziionnaya informatsiya oroshaemykh sero-korichnevykh pochv sukhikh subtropicheskikh smesei Azerbaidzhanskoi Respubliki [Erosive Information of Irrigated Gray-Brown Soils of Dry Subtropical Mixtures of the Republic of Azerbaijan]. *Sibirskii Vestnik sel'skokhoziaistvennoi nauki* [Siberian Bulletin of Agricultural Science], 2017, no. 3, pp. 89-94.
5. Mustafayev M.G. Prichiny snizheniya effektivnosti sel'khoz-proizvodstva na zemlyakh

Azerbaijdzhana [Causes of Agricultural Efficiency Decrease on Lands of Azerbaijan]. *Agrokhimicheskiy vestnik* [Agrochemical Herald], 2012, no. 3, pp. 43-45.

6. Mustafayev F.M. Mazhaisky Yu.A. Izmeneniya agrofizicheskikh svoystv pochv na opytnykh uchastkakh Shirvanskoi stepi [Changes in the Agrophysical Properties of Soils in the Experimental Plots of the Shirvan Steppe]. *Agrokhimicheskiy vestnik* [Agrochemical Herald], 2016, no. 3, pp. 26-28.

7. Sinyavsky I.V. Izmenenie fizicheskikh, fiziko-khimicheskikh svoystv i solevogo rezhima pochv chernozemnogo tipa Zauralia pri ikh dlitelnoi irrigatsii [Changes in Physical, Physico-Chemical Properties and Salt Regime of Soils of the Chernozem Type of the Trans-Urals During Their Long-Term Irrigation]. *Vestnik Kurganskoy GSKhA* [Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy], 2019, no. 3, pp. 24-28.

8. Shchedrin V.N., Dokuchaeva L.M., Yurkova R.E. Negativnye pochvennye protsessy pri

reguliarnom oroshenii razlichnykh tipov pochv [Negative Soil Processes with Regular Irrigation of Various Types of Soils]. *Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo NII problem melioratsii* [Scientific Journal of the Russian Research Institute of Problems of Land Reclamation], 2018, no. 2 (30), pp. 1-21.

9. Mustafayev M.G. Change of the Salts Quantity and Type in the Irrigated Soils of the Mughan Plain and Their Impact on Plants Productivity. *International Journal of Food Science and Agriculture*, 2020, no. 4 (2), pp. 101-108.

10. Mustafayev M.G. Criteriya for the Evaluation of Reclamation Status of Soils in the Mugan-Salyan Massif. *Journal of Water and Land Development*, 2015, no. 24, (I-III), pp. 21-26.

11. Tautenov I.A., Ujhu A.Ch., Bekzhanov S.Zh., Zhapaev R.K. Water Regime and Mineral Nutrition of Sugar Sorghum in the Conditions of Rice Systems of the Aral Sea Region of Kazakhstan. *Bulletin of Science of S. Seifullin KATU*, 2016, no. 3 (90), pp. 75-83.

Information About the Authors

Ramala N. kyzy Orudjova, Assistant, Department of General Agriculture, Genetics and Breeding, Azerbaijan State Agricultural University, Ataturk Avenue, 262, AZ2000 Ganja, Republic of Azerbaijan, orucova.r92@mail.ru

Mustafa G. ogly Mustafayev, Doctor of Sciences (Agriculture), Academician of the Russian Academy of Natural Science, Head of the Laboratory of Melioration Soils, Institute of Soil Science and Agrochemistry of Azerbaijan National Academy of Sciences, M. Ragima St, 5, AZ10073 Baku, Republic of Azerbaijan, meliorasiya58@mail.ru

Zumrud R. kyzy Qurbanova, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, Department of Chemistry and Technology of Inorganic Substances, Azerbaijan State University of Petroleum and Industry, Azadlig Avenue, 20 (34), AZ1010 Baku, Republic of Azerbaijan, zumrud.qurbanova@bk.ru

Информация об авторах

Рамала Набир кызы Оруджева, ассистент кафедры общего земледелия, генетики и селекции, Азербайджанский государственный аграрный университет, просп. Атаюрка, 262, AZ2000 г. Гянджа, Республика Азербайджан, orucova.r92@mail.ru

Мустафа Гылман оглы Мустафаев, доктор сельскохозяйственных наук, академик Российской Академии Естествознания, заведующий лабораторией мелиорации почв, Институт почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана, ул. М. Рагима, 5, AZ10073 г. Баку, Республика Азербайджан, meliorasiya58@mail.ru

Зумруд Рамазан кызы Гурбанова, кандидат технических наук, доцент кафедры химии и технологии неорганических веществ, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, просп. Азадлыг, 20 (34), AZ1010 г. Баку, Республика Азербайджан, zumrud.qurbanova@bk.ru