

## ВЛИЯНИЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПОСЕВОВ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР НА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ И МИКРОАГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ГЕНЕТИЧЕСКИ РАЗЛИЧНЫХ ПОЧВ СУХОЙ СУБТРОПИЧЕСКОЙ ЗОНЫ АЗЕРБАЙДЖАНА

© 2020 г. М. П. Бабаев<sup>1</sup>, Ф. М. Рамазанова<sup>1,\*</sup>, Э. А. Гурбанов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана  
AZ-1073, Баку, ул. М. Рагима, 5, Республика Азербайджан

<sup>2</sup> Азербайджанский архитектурный и строительный университет  
Az-1073 Баку, ул. А. Султанова, 5, Республика Азербайджан

\*E-mail: firoza.ramazanova@rambler.ru

Поступила в редакцию 22.01.2018 г.

После доработки 05.12.2018 г.

Принята к публикации 10.12.2019 г.

Показано, что для целинных (в слое 0–25 см содержание фракции <0.01 мм составляет 57.3%) и орошаемых (<0.01 мм – 58.4–59.8%) серо-коричневых (каштановых) почв Гянджа-Казахского массива гранулометрический состав тяжелосуглинистый; для целинных лугово-сероземных почв Ширванской зоны – тяжелосуглинистый (<0.01 мм – 56.0%) и для орошаемых – на границе тяжелого суглинка (<0.01 мм – 58.1–59.6%) и легкой глины (<0.01 мм – 61.0%). Выявлено, что под влиянием орошения и промежуточных посевов культур после длительных опытов на обоих типах почв происходил вынос илистой фракции и ее накопление в слое 25–50 см. Более заметным это было в варианте озимая рожь + вика + рапс (1-й урожай) → кукуруза + соя + сорго + амарант (2-й урожай) → ячмень + вика (3-й урожай). Коэффициент дисперсности в слое 0–25 см почвы данного варианта был наименьшим: для орошаемых серо-коричневых (каштановых) почв – 16.9%, лугово-сероземных – 16.2%. Количество водопрочных агрегатов <0.25 мм в этом варианте было больше, чем под целинной растительностью на соответствующих целинных почвах.

*Ключевые слова:* лугово-сероземные и серо-коричневые (каштановые) почвы, промежуточные посевы, гранулометрический и микроагрегатный состав почв.

DOI: 10.31857/S0002188120030035

### ВВЕДЕНИЕ

Гранулометрический и микроагрегатный состав, а также структурное состояние почв определяют потенциальное и актуальное плодородие [1–4], оказывают влияние на агрономические свойства почвы (водно-физические, физико-механические, воздушные и др.) [5] и поэтому важно знать, как гранулометрический состав и структура изменяется при сельскохозяйственном использовании почв [6].

В исследованиях, проведенных многими учеными на генетических разных типах почв, при изучении роли гранулометрического состава в почвообразовании и повышении плодородия традиционно используют показатель изменения содержания илистой фракции (<0.001 мм) по профилю [8].

Агрофизические свойства оказывают большое влияние на развитие почвообразовательного процесса и плодородие почвы [9–11], растительный фактор – на агрофизические свойства и направленность процесса почвообразования [9].

В зависимости от биологических особенностей возделываемой культуры, от количества и качества оставленных в почве растительных остатков существенно меняются гранулометрический и микроагрегатный состав, структура почвы и направленность почвообразовательного процесса и ее плодородие [12].

В естественном состоянии серо-коричневым и лугово-сероземным почвам присуще невысокое естественное плодородие и при бесхозяйственном использовании окультуренных земель само воспроизводство агрофизических свойств этих почв ограничено. Сухая субтропическая зона

Азербайджана – это хлопковая, зерновая, овощная и фруктовая база республики. Бесконтрольная технология возделывания хлопка, зерновых и пропашных культур, а также эрозионные процессы на данных орошаемых почвах ежегодно приводят к снижению содержания гумуса и ухудшению агрофизических свойств почв [13]. Выходом из этой ситуации является улучшение агрофизических свойств путем возделывания промежуточных посевов кормовых культур. Промежуточные посевы обеспечивают круглогодичный растительный покров и непрерывное поступление в почву свежего органического вещества виде стерне-корневых остатков, восполнение дефицита гумуса в почве, улучшение агрофизических свойств, регулирование направленности почвообразовательного процесса и укреплению кормовой базы в этой зоне. Поэтому качественная оценка изменений гранулометрического и микроагрегатного составов под промежуточными посевами кормовых культур в этой зоне на вышеназванных типах почв актуальна и имеет практическое значение.

Цель работы – изучение и оценка в длительных опытах влияния целинной растительности и разновидовых схем промежуточных посевов кормовых культур на гранулометрический и микроагрегатный состав и содержание водопрочных агрегатов в целинных и орошаемых генетически различных (серо-коричневых (каштановых) – сухостепная зона и лугово-сероземных – полупустынная зона) почвах сухой субтропической зоны Кура-Араксинской низменности Азербайджана.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что разработанная схема промежуточных посевов кормовых культур может быть использована для оптимизации гранулометрического и микроагрегатного составов и водопрочных агрегатов, воспроизводства и стабилизации плодородия орошаемых серо-коричневых (каштановых) и лугово-сероземных почв и создания прочной кормовой базы в аридной зоне.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проведено в 1999–2016 гг. на целинных и орошаемых почвах на территориях Ширванской степи (Уджар, лугово-сероземные – по WRB – Gleyic Calcisols и Irragri Gleyic Calcisols) и Гянджа-Казахского массива (Акстафа и Джейранчель, серо-коричневые (каштановые) – по WRB – Kastanozems и Irragri Kastanozems).

Климат – субтропический с сухим жарким летом, среднегодовая температура воздуха –12–13°C, температура холодного месяца (января) –3.9–5.2°C, почвы не промерзают. Сумма активных

температур – 4400–5200°C, приход ФАР – 120–135 ккал/см<sup>2</sup>, испаряемость высокая (947–1210 мм), индекс сухости (ИС) (по Будыко) – 1.0–11.0, коэффициент увлажнения (КУ) (по Иванову) – 0.25–0.09, количество осадков – 110–330 мм в год. В этой зоне почвы без орошения использовать невозможно [14].

Целинные и орошаемые серо-коричневые (каштановые) почвы, тип горные серо-коричневые, подтип – серо-коричневые (каштановые) формируются на верхнечетвертичных глинистых и тяжело-глинистых аллювиальных и пролювиальных отложениях на высоте 70–300 м над у.м. Целинные почвы – карбонатные, с низким хлоридно-сульфатным засолением. Содержание гумуса в слое 0–25 см почвы составляет 2.47–2.64% [14, 15]. Орошаемые почвы по гранулометрическому составу тяжелосуглинистые и легкоглинистые. В слое 0–25 см почвы степень илестности составляет 47–52%, водопроницаемость – 1.1–1.2 мм/мин, содержание гумуса – 2.58–2.67%, валового азота – 0.16–0.17% и фосфора (0.16–0.18%) – низкое, калия (2.5–2.9%) – среднее, pH 8.0–8.5 [14, 15]. На целинных почвах степень проявления ветровой эрозии слабая.

Целинные и орошаемые лугово-сероземные почвы расположены на высоте 48.80 м над у.м., 40°29'37.689"N и 47°43'34.456"E, на делювиально-аллювиальных, лессовидных суглинках. Почвы часто карбонатные или с признаками типа слабого хлоридно-сульфатного засоления. Плотность меняется в слое 0–25 см от 1.02 до 1.22 г/см<sup>3</sup>, исходное содержание гумуса – 2.10–2.60%, валовое содержание азота – 0.16, фосфора – 0.19, калия – 1.72% [14, 15].

Схема опыта, варианты: 1 – целина (попынно-бородачевый и эфемеро-бородачевый, карганный, карганно-попынный и опынно-эфемероидный ценозы), 2 – ячмень (на з/м, 1-й урожай) → кукуруза (2-й урожай), 3 – озимая рожь (на з/м, 1-й урожай) → кукуруза (2-й урожай), 4 – люцерна (на з/м), 5 – эспарцет (на з/м), 6 – кукуруза (весенний посев), 7 – кукуруза + соя + сорго + амарант (весенний посев), 8 – ячмень + вика + рапс (на з/м, 1-й урожай) → кукуруза + соя + сорго + амарант (2-й урожай) → ячмень + вика (на з/м, 3-й урожай), 9 – озимая рожь + вика + рапс (на з/м, 1-й урожай) → кукуруза + соя + сорго + амарант (2-й урожай) → ячмень + вика (на з/м, 3-й урожай), 10 – люцерна (хозяйственный посев), 11 – ячмень (на зерно, хозяйственный посев).

Агротехника – зональная (периодическое внесение навоза 20 т/га и N90P120K60), с включением

изученных в опытах технологий: а) озимый посев (4–10 октября, 1-й урожай) – вспашка (25–27 см) + + навоз 20 т/га (в 2000, 2005, 2010 и 2015 гг.) + + Р120, посев с внесением 20% N и K из расчета N90K60, остальную дозу – весной дробно: 50% в фазе кушения и 30% в фазе выхода в трубку; б) поукосный посев (22–27 мая, 2-й урожай) – дискование двукратное на глубину 10–12 см. N60K60 вносили дробно: под вспашку – 30%, в фазе 3–5 листьев – 50%, в фазе 8–10 листьев – 20%, уборка – 8–10 августа; в) 2-й поукосный посев (10–13 августа, 3-й урожай) – плоскорезная обработка почвы на 15–17 см, N60 вносили в 3 приема: 30% – при обработке почвы, 50% – в фазе кушения и 20% – в трубкувание, уборка – 2–8 октября;

г) весенний посев силосных культур – зональная агротехника.

Площадь делянок 72 м<sup>2</sup>. Влажность почвы поддерживали орошением на уровне 75–80% НВ. Постановка опытов и полевые работы проведены по методике ВИК им. В.Р. Вильямса. Почвенные разрезы заложены перед первой и при возделывании заключительной культуры (при получении 2-го и 3-го урожая), в посевах многолетних трав (люцерны и эспарцета) – перед посевом и в конце перепашки, в остальных вариантах – в начале и в конце опыта. Образцы почв отбирали по слоям 0–25, 25–50, 50–75, 75–100 см. Гранулометрический и микроагрегатный состав определяли по Качинскому [16], коэффициент структурности – по Вадюниной–Корчагиной расчетным путем [17], статистическую обработку данных провели по [18].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Характерной особенностью гранулометрического состава является неравномерное распределение механических элементов по профилю почв [3, 11, 19], и каждая почва характеризуется определенными морфологическими признаками, которые являются диагностическими. По этим признакам можно отличить одну почву от другой и получить некоторые сведения об их происхождении, составе, свойствах, уровне плодородия [20].

Изучение морфологических профилей целинных и орошаемых серо-коричневых (каштановых) и лугово-сероземных почв под естественным травостоем и промежуточными посевами кормовых культур показало, что их строение было неодинаковым: они различались по признакам оглинения, скорости вскипания от 10% HCl, окраске, гранулометрическому составу, структуре, мощности гумусового горизонта. Состояние

их морфологического профиля согласуется с их химическими показателями.

В результате длительных опытов (18 лет) в слое 0–25 см орошаемых серо-коричневых (каштановых) почв содержание гумуса находилось в пределах 2.67–3.10%, в лугово-сероземных почвах – 2.40–2.80%. Мощность гумусового горизонта составляла соответственно 55–60 и 45–55 см, плотный остаток водной вытяжки не превышал 0.021 и 0.041%. Состав солей – хлоридно-сульфатного типа.

Основополагающим физическим свойством является гранулометрический состав [21], который оказывает большое влияние на почвообразование и плодородие почвы [22].

Анализ данных показал, что в слое 0–25 см целинных серо-коричневых (каштановой) почв (сухостепная зона) под полынно-бородачевыми и эфемеро-бородачевыми ценозами гранулометрический состав был тяжелосуглинистым (табл. 1). Содержание физической глины (<0.01 мм) в этом слое составляло 57.3%. Отмечено заметное оглинение в слое 25–50 см почвы профиля, где содержание частиц <0.01 мм (60.1%) и <0.001 мм (27.9%) было сравнительно высоким. Высокодисперсионная фракция составляла 46.5% от физической глины, что подтверждало оглиненность этой части профиля.

Гранулометрический состав целинной лугово-сероземной почвы (полупустынная зона) под карганной, карганно-полынной и полынно-эфемероидными ценозами в слое 0–25 см почвы был несколько легче (<0.01 мм – 56.0% и <0.001 мм – 20.0%) и оглинение профиля (25–50 см) было выражено слабее (<0.01 мм – 59.2% и <0.001 мм – 23.1%) (табл. 2), чем в целинной серо-коричневой (каштановой) почве. Высокодисперсионная фракция в этом слое составляла 38.9% от физической глины, что подтверждало относительно слабую оглиненность этой части профиля.

При орошении гранулометрический состав первичных зональных почв преимущественно утяжеляется [23, 24], а в Кура-Араксинской низменности изменение гранулометрического состава почв под влиянием было многофакторным и зависело от источника поливных вод, давности орошения, возделываемых культур и др. [15].

На свойства исследованных орошаемых почв существенное влияние оказало орошение (повысился промывной тип за его счет), возделываемые культуры и агротехника их возделывания (табл. 1, 2).

Гранулометрический состав серо-коричневых (каштановых) и лугово-сероземных почв, орошаемых мутными водами был более тяжелым, чем

**Таблица 1.** Гранулометрический и микроагрегатный состав целинных и орошаемых серо-коричневых (каштановых) почв

Вариант	Глубина, см	Фракции (мм) и их содержание (%)							Коэффициент дисперсности	Степень агрегированности доминирующих фракций
		1–0.25	0.25–0.05	0.05–0.01	0.01–0.005	0.005–0.001	<0.001	<0.01		
1	0–25	<u>1.4</u>	<u>11.2</u>	<u>30.1</u>	<u>9.6</u>	<u>22.3</u>	<u>25.5</u>	<u>57.3</u>	21.6	78.4
		–	34.6	38.4	6.9	14.6	5.5	27.0		
	25–50	<u>0.7</u>	<u>10.8</u>	<u>28.4</u>	<u>11.8</u>	<u>20.4</u>	<u>27.9</u>	<u>60.1</u>		
		0.2	4.4	8.0	6.4	18.0	6.0	30.4	21.5	78.5
50–75	<u>1.2</u>	<u>3.8</u>	<u>41.1</u>	<u>11.1</u>	<u>17.7</u>	<u>25.1</u>	<u>53.9</u>			
	–	40.4	39.2	3.4	10.1	7.0	20.4			
2	0–25	<u>1.0</u>	<u>18.0</u>	<u>21.3</u>	<u>11.4</u>	<u>22.3</u>	<u>26.0</u>	<u>59.7</u>	22.3	77.7
		4.0	5.0	29.4	8.7	17.2	5.8	31.7		
	25–50	<u>0.9</u>	<u>13.3</u>	<u>22.1</u>	<u>11.9</u>	<u>25.0</u>	<u>26.9</u>	<u>63.7</u>		
		7.2	5.4	34.2	8.5	18.9	5.9	33.3	22.0	78.1
50–75	<u>0.3</u>	<u>13.0</u>	<u>29.6</u>	<u>10.4</u>	<u>20.8</u>	<u>26.0</u>	<u>57.2</u>			
	5.4	32.1	34.8	6.1	14.9	6.8	27.7			
3	0–25	<u>1.0</u>	<u>18.0</u>	<u>21.3</u>	<u>11.8</u>	<u>21.5</u>	<u>26.4</u>	<u>59.7</u>	22.1	77.9
		4.8	42.5	22.8	9.1	15.0	5.8	29.9		
	25–50	<u>0.9</u>	<u>13.3</u>	<u>22.2</u>	<u>11.6</u>	<u>25.0</u>	<u>27.1</u>	<u>63.7</u>		
		7.1	25.3	35.2	8.6	17.9	5.9	32.3	21.8	78.2
50–75	<u>0.2</u>	<u>13.0</u>	<u>29.5</u>	<u>10.1</u>	<u>20.7</u>	<u>26.5</u>	<u>57.3</u>			
	5.4	31.0	36.1	5.1	15.4	6.9	27.4			
4	0–25	<u>0.7</u>	<u>15.8</u>	<u>24.9</u>	<u>9.1</u>	<u>22.7</u>	<u>26.8</u>	<u>58.5</u>	22.1	77.9
		0.8	38.0	36.0	4.7	14.7	5.9	25.3		
	25–50	<u>0.9</u>	<u>19.4</u>	<u>21.4</u>	<u>12.0</u>	<u>19.0</u>	<u>27.7</u>	<u>58.4</u>		
		2.0	38.1	35.0	4.6	14.4	6.0	25.0	21.7	78.3
50–75	<u>1.0</u>	<u>6.5</u>	<u>29.5</u>	<u>9.4</u>	<u>27.0</u>	<u>26.7</u>	<u>63.1</u>			
	0.7	37.9	34.9	6.8	12.6	7.2	26.6			
5	0–25	<u>0.9</u>	<u>11.9</u>	<u>28.1</u>	<u>9.0</u>	<u>23.2</u>	<u>26.9</u>	<u>59.2</u>	22.3	77.7
		1.0	37.7	35.0	5.5	14.8	6.0	26.3		
	25–50	<u>0.8</u>	<u>15.3</u>	<u>23.5</u>	<u>14.6</u>	<u>18.3</u>	<u>27.5</u>	<u>60.4</u>		
		1.1	38.1	34.3	4.0	16.6	5.9	26.6	21.6	78.4
50–75	<u>1.1</u>	<u>6.1</u>	<u>30.3</u>	<u>8.8</u>	<u>27.6</u>	<u>26.2</u>	<u>62.6</u>			
	1.8	34.0	37.0	6.9	13.2	7.1	27.2			
6	0–25	<u>1.5</u>	<u>13.8</u>	<u>24.9</u>	<u>11.9</u>	<u>21.8</u>	<u>26.1</u>	<u>59.8</u>	23.2	76.8
		2.8	30.0	36.8	6.8	15.7	8.0	30.4		
	25–50	<u>1.9</u>	<u>13.0</u>	<u>23.3</u>	<u>12.5</u>	<u>22.5</u>	<u>26.8</u>	<u>61.8</u>		
		8.1	33.3	31.6	4.7	16.3	6.2	27.1	23.0	77.0
50–75	<u>1.7</u>	<u>14.1</u>	<u>26.0</u>	<u>15.6</u>	<u>19.4</u>	<u>23.3</u>	<u>58.2</u>			
	6.1	39.0	34.0	4.7	9.0	7.4	21.0			
7	0–25	<u>1.0</u>	<u>13.2</u>	<u>27.4</u>	<u>11.4</u>	<u>20.6</u>	<u>26.5</u>	<u>58.4</u>	23.1	77.0
		7.0	38.9	30.1	4.2	13.8	5.8	24.1		

Таблица 1. Окончание

Вариант	Глубина, см	Фракции (мм) и их содержание (%)							Коэффициент дисперсности	Степень агрегированности доминирующих фракций
		1–0.25	0.25–0.05	0.05–0.01	0.01–0.005	0.005–0.001	<0.001	<0.01		
8	25–50	0.1	10.1	29.8	15.0	18.0	27.0	60.1	22.4	77.6
		5.6	38.9	30.8	3.8	14.9	7.6	24.7		
	50–75	0.2	13.1	27.8	13.0	20.2	25.7	58.9	30.4	69.6
		3.8	39.2	32.0	3.9	13.4	7.8	25.0		
	0–25	0.3	12.62	28.9	8.5	23.1	26.6	58.2	18.8	81.2
		1.5	39.59	35.9	4.4	13.6	5.0	23.0		
9	25–50	0.3	12.78	26.0	11.0	22.8	27.1	60.9	18.5	81.5
		0.1	34.77	38.6	3.5	13.0	5.0	26.5		
	50–75	0.1	14.06	29.8	12.0	17.7	26.4	56.1	26.7	73.3
		5.6	40.84	30.9	3.8	13.9	5.0	22.7		
	0–25	0.2	11.6	28.8	8.1	24.6	26.7	59.4	16.9	83.1
		1.1	39.3	36.0	4.4	14.7	4.5	23.6		
10	25–50	0.3	10.0	29.5	10.1	22.8	27.4	60.2	16.8	83.2
		0.4	37.0	37.5	4.3	16.3	4.6	25.2		
	50–75	0.3	13.1	29.1	13.4	16.6	27.5	57.5	21.1	78.9
		3.0	40.0	35.1	3.0	13.1	5.8	21.1		
	0–25	0.9	13.2	27.3	9.8	22.7	26.1	58.6	22.4	77.7
		6.8	38.5	32.8	6.0	10.1	5.8	22.9		
11	25–50	0.3	10.7	28.4	12.6	21.2	26.9	60.7	21.2	78.8
		5.8	30.9	32.0	4.8	20.7	5.7	31.3		
	50–75	0.3	14.1	29.4	11.2	18.9	26.1	56.2	28.0	72.1
		3.4	38.5	35.9	4.8	12.0	7.3	24.2		
	0–25	0.8	12.1	27.9	14.9	20.0	24.3	59.2	23.9	76.1
		8.1	34.2	30.8	8.0	13.2	5.8	26.9		
25–50	0.4	11.9	27.8	10.7	23.6	25.6	59.9	22.3	77.7	
	2.7	36.2	30.0	8.9	16.5	5.7	31.1			
50–75	1.5	13.1	28.0	11.6	20.4	25.5	57.4	29.4	70.0	
	4.6	37.0	29.0	10.8	11.2	7.5	29.5			

Примечания. 1. Варианты опыта: 1 – целина (попынно-бородачевые и эфемеро-бородачевые ценозы), 2 – ячмень (на з/м, 1-й урожай) → кукуруза (2-й урожай), 3 – озимая рожь (на з/м, 1-й урожай) → кукуруза (2-й урожай), 4 – люцерна (на з/м), 5 – эспарцет (на з/м), 6 – кукуруза (весенний посев), 7 – кукуруза + соя + сорго + амарант (весенний посев), 8 – ячмень + вика + рапс (на з/м, 1-й урожай) → кукуруза + соя + сорго + амарант (2-й урожай) → ячмень + вика (на з/м, 3-й урожай), 9 – озимая рожь + вика + рапс (на з/м, 1-й урожай) → кукуруза + соя + сорго + амарант (2-й урожай) → ячмень + вика (на з/м, 3-й урожай), 10 – люцерна (хозяйственный посев), 11 – ячмень (на зерно, хозяйственный посев); з/м – зеленая масса. То же в табл. 2–4. 2. Над чертой – гранулометрический состав, под чертой – микроагрегатный состав. То же в табл. 2. 3. Нумерация вариантов та же в табл. 2–4.

их целинных аналогов и характеризовался большей однородностью по профилю. Под чистыми посевами злаковых (варианты 2, 3, 6, 11) почвенный профиль орошаемых серо-коричневых (каш-

тановых) и лугово-сероземных почв был относительно более уплотненным, и четко выделялся рыхлостью слой 0–25 см. Глубже сформировались горизонты почти одинаковой плотности.

Таблица 2. Гранулометрический и микроагрегатный состав целинных и орошаемых лугово-сероземных почв

Вариант	Глубина, см	Фракции (мм) и их содержание (%)							Коэффициент дисперсности	Степень агрегированности доминирующих фракций Степень агрегированности доминирующих фракций
		1-0.25	0.25-0.05	0.05-0.01	0.01-0.005	0.005-0.001	<0.001	<0.01		
1	0-25	<u>0.8</u>	<u>18.8</u>	<u>24.5</u>	<u>9.9</u>	<u>26.1</u>	<u>20.0</u>	<u>56.0</u>	23.2	76.9
		0.7	25.1	38.1	10.7	20.8	4.6	36.1		
	25-50	-	<u>16.9</u>	<u>23.9</u>	<u>11.0</u>	<u>25.2</u>	<u>23.1</u>	<u>59.2</u>	21.7	78.3
2	0-25	<u>1.0</u>	<u>31.6</u>	<u>34.0</u>	<u>9.4</u>	<u>19.1</u>	<u>5.0</u>	<u>33.5</u>	23.0	77.2
		0.8	29.1	32.0	12.3	18.7	5.4	38.1		
	25-50	-	<u>17.8</u>	<u>19.9</u>	<u>14.0</u>	<u>22.0</u>	<u>28.3</u>	<u>62.3</u>	24.7	75.3
3	0-25	<u>0.2</u>	<u>15.9</u>	<u>24.8</u>	<u>15.9</u>	<u>17.3</u>	<u>25.9</u>	<u>59.2</u>	22.7	77.4
		0.4	33.3	26.8	8.6	23.0	7.9	39.5		
	25-50	-	<u>11.6</u>	<u>26.7</u>	<u>10.2</u>	<u>24.2</u>	<u>26.3</u>	<u>61.7</u>	22.6	77.4
4	0-25	<u>1.1</u>	<u>15.3</u>	<u>21.0</u>	<u>13.6</u>	<u>14.6</u>	<u>25.0</u>	<u>62.6</u>	21.5	78.5
		0.7	38.2	26.8	4.4	22.8	7.1	34.3		
	25-50	-	<u>17.6</u>	<u>20.4</u>	<u>10.2</u>	<u>23.8</u>	<u>27.8</u>	<u>61.8</u>	22.1	77.9
5	0-25	<u>0.2</u>	<u>18.4</u>	<u>22.2</u>	<u>9.6</u>	<u>22.8</u>	<u>26.9</u>	<u>59.3</u>	27.4	72.7
		0.8	31.6	41.6	7.0	13.2	5.8	26.0		
	25-50	-	<u>16.2</u>	<u>24.1</u>	<u>10.5</u>	<u>22.7</u>	<u>26.4</u>	<u>59.6</u>	22.7	77.4
6	0-25	<u>0.04</u>	<u>16.2</u>	<u>24.1</u>	<u>10.5</u>	<u>22.7</u>	<u>26.4</u>	<u>59.6</u>	22.7	77.4
		1.2	36.4	32.7	6.3	16.3	7.2	29.8		
	25-50	-	<u>0.1</u>	<u>18.5</u>	<u>22.8</u>	<u>10.0</u>	<u>24.8</u>	<u>23.8</u>	22.7	77.3
7	0-25	<u>1.1</u>	<u>30.0</u>	<u>42.7</u>	<u>8.1</u>	<u>18.8</u>	<u>5.4</u>	<u>26.2</u>	28.8	71.2
		0.8	36.9	31.0	6.8	18.0	6.6	31.4		
	25-50	-	<u>0.1</u>	<u>15.9</u>	<u>20.8</u>	<u>10.2</u>	<u>24.2</u>	<u>28.8</u>	22.7	77.3
8	0-25	<u>0.8</u>	<u>36.9</u>	<u>31.0</u>	<u>6.8</u>	<u>18.0</u>	<u>6.6</u>	<u>31.4</u>	28.8	71.2
		0.2	14.0	25.6	13.8	20.0	26.4	60.2		
	25-50	-	<u>14.0</u>	<u>25.6</u>	<u>13.8</u>	<u>20.0</u>	<u>26.4</u>	<u>60.2</u>	23.3	76.7
9	0-25	<u>0.1</u>	<u>16.6</u>	<u>25.2</u>	<u>12.0</u>	<u>22.0</u>	<u>26.1</u>	<u>58.1</u>	24.3	75.7
		0.8	28.4	40.5	8.7	15.6	6.1	30.4		
	25-50	-	<u>1.9</u>	<u>15.0</u>	<u>24.1</u>	<u>14.8</u>	<u>17.5</u>	<u>26.8</u>	31.6	64.5
10	0-25	<u>1.1</u>	<u>32.9</u>	<u>34.7</u>	<u>9.8</u>	<u>14.2</u>	<u>7.4</u>	<u>31.3</u>	24.3	75.7
		0.2	16.0	24.3	15.9	20.4	23.3	59.5		
	25-50	-	<u>0.2</u>	<u>16.0</u>	<u>24.3</u>	<u>15.9</u>	<u>20.4</u>	<u>23.3</u>	31.6	64.5

Таблица 2. Окончание

Вариант	Глубина, см	Фракции (мм) и их содержание (%)							Коэффициент дисперсности	Степень агрегированности доминирующих фракций Степень агрегированности доминирующих фракций
		1–0.25	0.25–0.05	0.05–0.01	0.01–0.005	0.005–0.001	<0.001	<0.01		
7	0–25	<u>0.1</u>	<u>11.5</u>	<u>30.9</u>	<u>11.1</u>	<u>20.8</u>	<u>25.6</u>	<u>57.5</u>	22.6	77.4
		0.7	26.5	43.0	7.1	17.0	5.8	29.9		
	25–50	<u>0.3</u>	<u>10.4</u>	<u>28.4</u>	<u>15.6</u>	<u>18.7</u>	<u>26.7</u>	<u>61.0</u>	22.5	77.6
8	0–25	0.6	33.1	30.3	9.6	20.4	6.0	36.0	19.5	80.5
		<u>0.2</u>	<u>8.0</u>	<u>28.0</u>	<u>13.1</u>	<u>25.3</u>	<u>25.4</u>	<u>63.9</u>		
	50–75	–	32.1	34.7	5.3	19.3	8.7	33.3	34.3	69.6
9	0–25	<u>0.02</u>	<u>11.3</u>	<u>29.0</u>	<u>9.0</u>	<u>22.0</u>	<u>27.7</u>	<u>59.7</u>	16.2	83.8
		–	40.9	30.4	4.1	17.1	5.4	26.6		
	25–50	<u>0.1</u>	<u>14.2</u>	<u>24.3</u>	<u>12.2</u>	<u>20.9</u>	<u>28.3</u>	<u>61.4</u>	21.3	80.2
10	0–25	1.1	36.1	33.4	8.1	15.2	6.0	29.3	16.7	83.3
		<u>0.4</u>	<u>13.5</u>	<u>24.9</u>	<u>10.2</u>	<u>23.8</u>	<u>27.1</u>	<u>61.1</u>		
	50–75	0.1	38.9	31.0	5.2	16.9	8.0	30.0	29.5	73.3
11	0–25	<u>0.08</u>	<u>16.9</u>	<u>23.9</u>	<u>8.7</u>	<u>22.6</u>	<u>27.8</u>	<u>59.1</u>	23.8	76.2
		0.69	37.9	36.1	5.1	15.7	4.5	25.3		
	25–50	<u>0.17</u>	<u>13.9</u>	<u>24.4</u>	<u>10.1</u>	<u>23.1</u>	<u>28.3</u>	<u>61.6</u>	16.7	83.3
11	0–25	–	39.9	33.9	5.9	15.6	4.7	26.2	21.9	78.1
		<u>0.09</u>	<u>15.0</u>	<u>23.3</u>	<u>12.0</u>	<u>22.3</u>	<u>27.3</u>	<u>61.6</u>		
	50–75	0.70	40.0	35.1	5.8	12.0	6.5	24.3	23.8	76.2
11	0–25	<u>0.3</u>	<u>16.3</u>	<u>23.0</u>	<u>10.0</u>	<u>24.0</u>	<u>26.5</u>	<u>60.5</u>	21.9	78.1
		2.0	40.7	30.6	8.8	12.1	5.8	26.8		
	25–50	<u>0.5</u>	<u>9.9</u>	<u>27.7</u>	<u>11.0</u>	<u>23.1</u>	<u>27.9</u>	<u>61.9</u>	22.3	77.7
11	0–25	0.1	30.8	39.4	6.6	16.9	6.2	29.7	28.5	71.5
		<u>0.2</u>	<u>13.6</u>	<u>25.8</u>	<u>12.7</u>	<u>21.0</u>	<u>26.7</u>	<u>60.5</u>		
	50–75	0.1	25.0	40.0	9.7	17.6	7.6	34.9	28.5	71.5
11	0–25	<u>0.3</u>	<u>11.2</u>	<u>27.5</u>	<u>11.8</u>	<u>23.7</u>	<u>25.6</u>	<u>61.0</u>	23.5	76.5
		1.0	28.1	35.5	9.1	20.2	6.0	35.3		
	25–50	<u>0.8</u>	<u>10.7</u>	<u>27.0</u>	<u>10.5</u>	<u>25.2</u>	<u>25.8</u>	<u>61.5</u>	24.4	75.6
11	0–25	1.1	30.4	27.9	8.3	26.0	6.3	40.6	30.9	69.1
		<u>1.7</u>	<u>14.1</u>	<u>25.8</u>	<u>9.0</u>	<u>25.1</u>	<u>24.3</u>	<u>58.4</u>		
		0.9	27.6	30.8	11.0	14.3	7.5	40.8		

Профили почвы вариантов ячмень + вика + рапс (1-й урожай) → кукуруза + соя + сорго + амарант (2-й урожай) → ячмень + вика (3-й урожай), озимая рожь + вика + рапс (1-й урожай) → кукуруза + соя + сорго + амарант (2-й урожай) → ячмень + вика (3-й урожай), и эспарцета были

более рыхловатыми: во всем слое 0–50 см почвы отмечены полуразложившиеся остатки прошлогодней запаханной стерни, ходы червей и поры, что и придавало рыхлость профилю. Если в вариантах 2, 3, 6 и 11 структура слоя 0–25 почвы была мелкокомковато-пылеватая, то в вариантах 4, 5,

8, 9 и 10 как в слое 0–25 см, так и в слое 25–50 см почвы – мелкокомковато-зернистая, причем в слое 25–50 см серо-коричневой (каштановой) почвы преобладала хорошо выраженная зернистая структура. В вариантах с ячменем на зерно (хозяйственный посев) и с основными посевами кукурузы, а также в смеси с соей, сорго и амарантом свойства почв не изменились.

Длительное сельскохозяйственное использование орошаемых почв с применением интенсивной технологии возделывания культур не могло не отразиться на гранулометрическом и микроагрегатном составе. Установлено, что несмотря на устойчивость гранулометрического и микроагрегатного составов, в орошаемых серо-коричневых (каштановых) и лугово-сероземных почвах отмечены изменения в гранулометрическом составе частиц (табл. 1, 2).

В пахотном слое (0–25 см) орошаемых серо-коричневых почв содержание мелкого песка менялось в пределах от 11.6 до 18.0%. Минимальное содержание этой фракции (6.5%) было в слое 50–75 см почвы под люцерной, наибольшее – под люцерной хозяйственного посева и кукурузой основного весеннего посева (14.1%).

В пахотном слое отмечено повышенное содержание крупной пыли (0.05–0.01 мм), доля которой менялась в пределах 21.3–28.9%.

Количество средней пыли (0.01–0.005 мм) определяет связанность и пластичность почвы, удерживает влагу. Однако эта фракция обладает слабой водопроницаемостью и не способна к коагуляции. Исходя из этого, невысокое содержание средней пыли в почве (менее <10%) позволяет избежать ее запыливания [25].

Наименьшее содержание этой фракции в слое 0–25 см почвы отмечено в вариантах 8 и 9 (8.5 и 8.1%), наибольшее – в варианте с ячменем хозяйственного посева (14.9%), остальные варианты занимали промежуточное положение.

В сухостепной и полупустынной наблюдается вынос тонких частиц по профилю [26–29]. Наши исследования подтвердили это положение. Установлено, что количество фракции <0.001 мм возрастало до 24.3–26.9 в слое 0–25 см почвы и до 25.6–27.7% в иллювиальном, но в слое 75–100 см почвы снижалось до 25.0–26.4%. Это свидетельствовало о некотором утяжелении гранулометрического состава и накоплении илестых частиц на глубине 25–50 см.

Анализируя количественные изменения содержания илестой фракции по профилю почв, отметили, что в варианте 9 происходило равномерное ее распределение. Оглинение наблюдали в

орошаемой серо-коричневой (каштановой) почве по увеличению количества физической глины и илестой фракции, особенно в средних слоях почвенного профиля. Это было связано со слитностью верхней и средней частей профиля при их орошении (увлажнении). Вместе с тем почвы в вариантах 8 и 9 уступали по степени оглинения и мощности горизонта элювиального оглинения почвам в вариантах 2, 3, 6, 11. Варианты 4, 5, 7 и 10 занимали промежуточное положение. Однако глинонакопление в вариантах 8 и 9 было несколько меньше, чем в почвах остальных вариантов. Выявлено, что в сухостепной зоне в слое 0–25 см целинной (содержание физической глины (<0.01 мм) составляло 57.3%) и орошаемой серо-коричневой (каштановой) почвах (<0.01 мм – 58.4–59.8%) гранулометрический состав был тяжелосуглинистым. Отмечено заметное оглинение в слое 25–50 см почвы профиля, где содержание частиц <0.01 мм (60.1%) и <0.001 мм (27.9%) было сравнительно высоко.

Гранулометрический состав в слое 0–25 см целинной лугово-сероземной почвы (полупустынная зона) почвы был несколько легче (<0.01 мм – 56.0 и <0.001 мм – 20.0%) и оглинение профиля (слой 25–50 см) выражено слабее (<0.01 мм – 59.2 и <0.001 мм – 23.1%), чем в целинной серо-коричневой (каштановой) почве.

На свойства орошаемых лугово-сероземных почв такие факторы как орошение, возделываемые культуры и агротехника их возделывания также оказали существенное влияние (табл. 2). Гранулометрический состав орошаемых лугово-сероземных почв по сравнению с целинными аналогами, был более тяжелым. Отмечено изменение в гранулометрическом составе частиц орошаемых лугово-сероземных почв в слое 0–25 см: количество фракции 0.25–0.05 мм менялось в пределах 11.2–19.9%. Минимальное количество мелкого песка содержалось в слое 50–75 см почвы в варианте с ячменем хозяйственного посева (7.0%), максимальное – в варианте 2 (18.7%).

Количество крупной пыли (0.05–0.01 мм) в пахотном слое почвы варьировало в пределах 20.1–30.9% (минимальное – в варианте ячмень (1-й урожай) → кукуруза (2-й урожай), максимальное – в варианте кукуруза + соя + сорго + амарант весеннего посева, остальные варианты занимали промежуточное положение).

Фракция частиц размером 0.01–0.005 мм определяет связанность и пластичность почвы, удерживает влагу. Минимальное содержание этой фракции в пахотном слое почвы выявлено в вариантах 8 и 9 (8.7 и 9.0%), максимальное – в варианте



с кукурузой весеннего посева (12.0%), остальные варианты занимали промежуточное положение.

Тяжелосуглинистый гранулометрический состав целинной почвы под карганным, карганно-попынным и опынно-эфемероидным ценозами объясняется содержанием физической глины в пределах 53.4–59.2%, орошаемых почв – гранулометрическим составом на границе тяжелого суглинка и легкой глины (58.4–63.869%), что объясняется интенсивным накоплением агроирригационных наносов и их тяжелым гранулометрическим составом. С глубиной по профилю почвы наблюдали снижение содержания физической глины (<0.01 мм) во всех вариантах. Очевидно, это было связано с некоторым утяжелением с глубиной гранулометрического состава. В подпахотном слое почвы отмечено накопление илистой фракции (<0.001 мм) в вариантах 2, 3, 6 и 11: илистой фракции было на 3.0% меньше, чем в остальных вариантах.

Степень оглинения орошаемых лугово-сероземных почв была больше, чем серо-коричневых (каштановых) почв. В орошаемой лугово-сероземной почве содержание крупной пыли по сравнению с серо-коричневой почвой во всех вариантах было больше. Наименьшее содержание фракции 0.005–0.001 мм было в почве в почве вариантов 8 и 9 (22.0–22.6%), наибольшее (25.2%) – в варианте 2.

Одновременно с гранулометрическим составом определили и микроагрегатный состав целинных и орошаемых серо-коричневых (каштановых) и лугово-сероземных почв (табл. 1, 2). Преобладающими фракциями как в орошаемых серо-коричневых (каштановых), так и в лугово-сероземных почвах были фракции 0.05–0.01 и 0.25–0.05 мм. Полученные другими авторами данные совпадали с результатами нашего исследования.

По показателям гранулометрического и микроагрегатного составов по формуле рассчитали показатель фактора дисперсности [17]:

$K_g = (a/B) \times 100$ , где  $K_g$  – фактор дисперсности,  $a$  – содержание ила (частиц <0.001 мм) в микроагрегатном составе, %;  $B$  – содержание ила в гранулометрическом составе, %. В пахотном горизонте наибольшая величина фактора дисперсности установлена как для орошаемых серо-коричневых (каштановых), так и для лугово-сероземных почв в вариантах ячменя на зерно (соответственно 23.9 и 23.5%), кукурузы чистого посева – 23.2 и 23.3%. Это свидетельствовало о слабой оструктуренности данного слоя почв под этими культурами. Под люцерной, эспарцетом, в вариантах 8 и 9 фактор дисперсности был равен соответственно

22.1, 22.3, 18.8, 16.9% и 21.5, 22.7, 19.5 и 16.2%. Установлено, что с глубиной в обоих исследованных типах почв коэффициент дисперсности увеличивался, что, вероятно, можно объяснить снижением содержания гумуса.

Оптимальная величина коэффициента дисперсности отмечена в слое 0–25 см исследованных почв в варианте озимая рожь + вика + рапс (на 3/м, 1-й урожай) → кукуруза + соя + сорго + амарант (2-й урожай) → ячмень + вика (3-й урожай). Видимо, этому способствовало наличие в почве органического вещества в виде стерне-корневых остатков, распад которых определял новообразование органических коллоидов в этом слое и наравне с расщеплением агрегатов, возникших при коагуляции дисперсных систем на первичные частицы под действием воды более крупных почвенных частиц приводило к увеличению содержания илистой фракции.

Для характеристики уровня микроагрегатности (табл. 3) как в орошаемых серо-коричневых (каштановых), так и в лугово-сероземных почвах было рассчитано содержание так называемых “истинных” водопрочных агрегатов по методу [17], как разность однотипных фракций микроагрегатного и гранулометрического составов.

Установлено, что в орошаемых серо-коричневых (каштановых) и лугово-сероземных почвах в вариантах 8 и 9 были созданы оптимальные условия для образования и сохранения микроагрегатного строения. В данных вариантах количество “истинных” микроагрегатов было почти одинаковым (33.1–33.2 – в орошаемой лугово-сероземной и 34.0–34.9% – в орошаемой серо-коричневой (каштановой) почвах).

Несколько меньшее количество истинных микроагрегатов отмечено в вариантах с люцерной и эспарцетом (соответственно 31.4–32.6 и 33.2–32.7%), варианты 2, 3 и 7 занимали промежуточное положение. В вариантах 6 и 11 их было еще меньше, чем в предыдущих вариантах (24.9–27.1%), и возделывание злаковых культур способствовало некоторому разрушению микроагрегатной структуры.

В условиях интенсивно орошаемого земледелия структура является одним из определяющих признаков при диагностике плодородия окультуренных почв [15]. Установлено, что в целинной серо-коричневой (каштановой) почве под опынно-бородачевым и эфемеро-бородачевым ценозами содержание водопрочных агрегатов >0.25 мм в пахотном слое составляло 49.9%, а в орошаемой (в зависимости от схемы промежуточных культур) – 25.0–28.2%. Это подтвердило, что в бес-

**Таблица 3.** Содержание “истинных” водопрочных микроагрегатов в почве, %

Вариант	Глубина, см	Фракции 0.25–0.01 мм			Фракции 0.25–0.01 мм		
		состав		3	состав		3
		1	2		1	2	
		Лугово-сероземные почвы			Серо-коричневые (каштановые)		
1	0–25	63.2	43.3	20.0	73.0	41.3	31.8
	25–50	65.6	40.8	24.8	62.4	39.2	23.2
	50–75	61.1	41.9	19.2	79.6	45.0	34.6
2	0–25	63.2	40.0	23.1	64.3	39.3	25.0
	25–50	58.8	37.7	21.1	59.6	35.4	24.2
	50–75	60.1	40.7	19.5	66.9	42.6	24.3
3	0–25	62.7	38.8	23.9	65.3	39.3	26.0
	25–50	60.3	38.3	21.9	60.5	35.5	25.1
	50–75	65.0	36.3	28.7	67.1	42.5	24.6
4	0–25	73.2	40.6	32.6	74.0	40.7	33.2
	25–50	68.7	38.0	30.6	73.1	40.8	32.3
	50–75	69.1	40.4	28.7	72.7	35.9	36.8
5	0–25	72.7	41.3	31.4	72.7	40.0	32.7
	25–50	67.9	36.7	31.2	72.4	38.8	33.5
	50–75	72.0	39.6	32.4	71.0	36.4	34.7
6	0–25	68.9	41.8	27.1	66.8	38.7	28.2
	25–50	69.8	39.1	30.7	64.9	36.3	28.6
	50–75	67.6	40.3	27.2	72.9	40.1	32.8
7	0–25	69.4	42.4	27.0	68.9	40.6	28.3
	25–50	63.4	38.7	24.7	69.7	39.8	29.9
	50–75	66.7	36.0	34.7	71.2	40.9	30.3
8	0–25	73.4	40.3	33.1	75.4	41.5	33.9
	25–50	69.6	38.5	31.1	73.4	38.8	34.6
	50–75	69.9	38.4	31.4	71.7	43.8	27.9
9	0–25	74.0	40.8	33.2	75.3	40.4	34.9
	25–50	70.8	38.3	32.5	74.4	39.5	34.9
	50–75	75.0	38.3	36.7	75.1	42.2	33.0
10	0–25	71.2	39.3	32.0	71.3	40.5	30.8
	25–50	70.2	37.6	32.6	63.0	39.1	32.9
	50–75	65.0	39.4	25.7	74.5	43.5	31.0
11	0–25	63.7	38.8	24.9	65.0	40.0	25.0
	25–50	58.3	37.7	20.6	66.2	39.7	26.6
	50–75	58.4	40.0	18.4	65.9	41.1	24.8

Примечание. В графе 1 – микроагрегатный, 2 – гранулометрический состав, 3 – количество “истинных” микроагрегатов. То же в табл. 4.

сменных посевах кормовых культур содержание водопрочных агрегатов >0.25 мм в слое 0–25 см варьировало в пределах 24.0–55.6%. Наибольшее содержание водопрочных агрегатов в пахотном слое отмечено в варианте 9 (55.6%), затем следовали вариант 8 (53.7%), варианты с люцерной и эспарцетом (48.2 и 47.9%), наименьшее – в варианте с кукурузой весеннего посева (24.0%), остальные варианты занимали промежуточное положение.

Выявлено, что при микромассе почвы как в орошаемых серо-коричневых (каштановых), так и в лугово-сероземных почвах в вариантах промежуточных посевов кормовых культур преобладали фракции >0.25 мм (соответственно 24.0–55.6 и 22.8–43.3%) и фракции 0.5–0.25 мм (8.7–20.1 и 8.6–17.1%).

Установлено, что на долю фракции >0.25 мм в слое 0–25 см почвы в вариантах 2, 3, 6, 7 и 11 в

**Таблица 4.** Статистические показатели данных физических свойств генетически различных почв сухой субтропической зоны

Вариант	Глубина, см	Доверительный интервал при уровне значимости 05: ( $x \pm t_{05S_x}$ ) фракций 0.25–0.01 мм ( $n = 10$ )					
		Лугово-сероземная почва			Серо-коричневая (каштановая) почва		
		1	2	3	1	2	3
1	0–25	64.4 ± 4.2	43.3 ± 4.3	21.1 ± 0.1	73.0 ± 4.4	41.3 ± 4.4	31.8 ± 0.04
	25–50	68.6 ± 4.1	40.9 ± 4.4	27.7 ± 0.3	62.4 ± 4.4	39.2 ± 4.4	23.2 ± 0.02
	50–75	65.4 ± 4.1	42.0 ± 4.3	23.4 ± 0.2	79.6 ± 4.3	45.0 ± 4.3	34.6 ± 0.00
2	0–25	74.0 ± 3.7	40.4 ± 4.3	33.6 ± 0.6	64.3 ± 4.4	39.3 ± 4.4	25.0 ± 0.02
	25–50	63.2 ± 4.0	38.0 ± 4.3	21.1 ± 0.3	59.6 ± 4.3	35.4 ± 4.4	24.2 ± 0.03
	50–75	64.4 ± 4.0	41.0 ± 4.3	19.5 ± 0.2	66.9 ± 4.4	42.6 ± 4.4	24.3 ± 0.00
3	0–25	66.0 ± 4.1	38.5 ± 4.3	23.9 ± 0.4	65.3 ± 4.4	39.3 ± 4.4	26.0 ± 0.02
	25–50	60.0 ± 4.3	38.5 ± 4.3	21.9 ± 0.1	60.5 ± 4.4	35.5 ± 4.3	25.1 ± 0.1
	50–75	65.0 ± 4.3	36.0 ± 4.4	28.7 ± 0.1	67.1 ± 4.8	42.5 ± 4.3	24.6 ± 0.03
4	0–25	77.0 ± 4.1	40.5 ± 4.3	32.6 ± 0.2	74.0 ± 4.3	40.7 ± 4.4	33.2 ± 0.02
	25–50	71.0 ± 4.2	38.0 ± 4.4	30.6 ± 0.2	73.1 ± 4.4	40.8 ± 4.4	32.3 ± 0.01
	50–75	69.0 ± 4.3	40.0 ± 4.4	28.7 ± 0.1	72.7 ± 4.4	35.9 ± 4.4	36.8 ± 0.02
5	0–25	75.0 ± 4.2	41.9 ± 4.3	31.4 ± 0.1	72.7 ± 4.4	40.0 ± 4.3	32.7 ± 0.03
	25–50	68.1 ± 4.3	36.0 ± 4.3	31.2 ± 0.02	72.4 ± 4.4	38.8 ± 4.4	33.5 ± 0.02
	50–75	75.0 ± 4.2	40.0 ± 4.3	32.4 ± 0.2	71.0 ± 4.4	36.4 ± 4.4	34.7 ± 0.00
6	0–25	69.0 ± 4.3	42.0 ± 4.3	27.1 ± 0.02	66.8 ± 4.4	38.7 ± 4.3	28.2 ± 0.02
	25–50	70.0 ± 4.3	39.2 ± 4.3	30.7 ± 0.02	64.9 ± 4.3	36.3 ± 4.4	28.6 ± 0.03
	50–75	67.9 ± 4.4	40.5 ± 4.3	27.2 ± 0.04	72.9 ± 4.4	40.1 ± 4.4	32.8 ± 0.02
7	0–25	70.0 ± 4.3	42.2 ± 4.3	27.0 ± 0.04	68.9 ± 4.4	40.6 ± 4.3	28.3 ± 0.1
	25–50	64.0 ± 4.3	38.6 ± 4.4	24.7 ± 0.1	69.7 ± 4.4	39.8 ± 4.4	29.9 ± 0.1
	50–75	67.2 ± 4.3	35.9 ± 4.3	34.7 ± 0.0	71.2 ± 4.4	40.9 ± 4.3	30.3 ± 0.1
8	0–25	74.0 ± 4.3	40.2 ± 4.4	33.1 ± 0.1	75.4 ± 4.4	41.5 ± 4.4	33.9 ± 0.02
	25–50	70.0 ± 4.6	38.4 ± 4.3	31.1 ± 0.2	73.4 ± 4.4	38.8 ± 4.3	34.6 ± 0.04
	50–75	70.0 ± 4.3	38.4 ± 4.3	31.4 ± 0.04	71.7 ± 4.	43.8 ± 4.3	27.9 ± 0.04
9	0–25	74.0 ± 4.4	40.7 ± 4.3	33.2 ± 0.1	75.3 ± 4.3	40.4 ± 4.4	34.9 ± 0.1
	25–50	71.0 ± 4.3	38.3 ± 4.4	32.5 ± 0.1	74.4 ± 4.4	39.5 ± 4.3	34.9 ± 0.1
	50–75	75.0 ± 4.3	38.3 ± 4.3	36.7 ± 0.0	75.1 ± 4.4	42.2 ± 4.3	33.0 ± 0.02
10	0–25	71.0 ± 4.4	39.3 ± 4.3	32.0 ± 0.1	71.3 ± 4.4	40.5 ± 4.3	30.8 ± 0.03
	25–50	70.0 ± 4.4	37.4 ± 4.3	32.6 ± 0.03	63.0 ± 4.4	39.1 ± 4.3	32.9 ± 0.1
	50–75	65.0 ± 4.4	39.4 ± 4.3	25.7 ± 0.01	74.5 ± 4.4	43.5 ± 4.4	31.0 ± 0.01
11	0–25	64.0 ± 4.3	38.9 ± 4.3	24.9 ± 0.01	65.0 ± 4.4	40.0 ± 4.3	25.0 ± 0.03
	25–50	58.0 ± 4.4	37.7 ± 4.3	20.6 ± 0.1	66.2 ± 4.4	39.7 ± 4.3	26.6 ± 0.1
	50–75	58.3 ± 4.3	40.2 ± 4.3	18.4 ± 0.02	65.9 ± 4.3	41.0 ± 4.3	24.8 ± 0.0

орошаемых серо-коричневых (каштановых) почвах приходилось 24.–37.1%, в лугово-сероземных почвах – 22.8–35.8%. Это можно объяснить тем, что при бессменном возделывании злаковых культур под влиянием поливов структура почв расплывалась, и уменьшалось количество водопрочных агрегатов.

В слое 25–50 см их водопрочность возросла соответственно до 42.3–47.0 и 41.0–52.7%. В почве

под люцерной, эспарцетом и травосмесями (варианты 8 и 9) их содержание в пахотном слое как в орошаемых серо-коричневых (каштановых), так и лугово-сероземных почвах было соответственно на 15.7–28.7 и 7.5–16.2% больше, чем в вариантах 8 и 9. Очевидно, изменение долевого состава водопрочных агрегатов >0.25 мм в почве этих вариантов в сторону оптимального можно объяснить наибольшим содержанием в орошае-

рых серо-коричневых (каштановых) и лугово-сероземных почвах органического вещества за счет периодического внесения навоза и возделывания травосмесей, обеспечивших круглогодичное поступление в почву высококачественных растительных остатков и создающих благоприятные условия для склеивания почвенных частиц в более крупные водопрочные агрегаты. В целинном варианте заметных изменений содержания водопрочных агрегатов в слое 25–50 см как в серо-коричневых (каштановых), так и в лугово-сероземных почвах под скудной целинной растительностью не наблюдали.

Содержание водопрочных агрегатов >0.25 мм в целом под промежуточными посевами кормовых культур возрастало в следующем порядке: озимая рожь + вика + рапс (1-й урожай) → кукуруза + соя + сорго + амарант (2-й урожай) → ячмень + вика (3-й урожай) > ячмень + вика + рапс (1-й урожай) → кукуруза + соя + сорго + амарант (2-й урожай) → ячмень + вика (3-й урожай) > люцерна > эспарцет > люцерна (хозяйственный посев) > озимая рожь (1-й урожай) → кукуруза (2-й урожай) > ячмень (1-й урожай) → кукуруза (2-й урожай) > целина > кукуруза + соя + сорго + амарант (весенний посев) > кукуруза (весенний посев) > ячмень (хозяйственный посев).

Достоверность полученных данных содержания “истинных” агрегатов подтверждена статистической обработкой на 5%-ном уровне значимости (табл. 4).

Средняя величина “истинных” водопрочных микроагрегатов с 95%-ным уровнем вероятности в наилучшем варианте (вариант 5) в серо-коричневой (каштановой) почве находилась в доверительном интервале  $(33.0 \pm 0.02) - (35.0 \pm 0.1)$ , в лугово-сероземной почве –  $(32.5 \pm 0.1) - (36.7 \pm 0.0)$ .

## ВЫВОДЫ

1. В длительных стационарных опытах на орошаемых серо-коричневых и лугово-сероземных почвах сухостепной и полупустынной зон установлен оптимальный вариант промежуточных посевов кормовых культур (озимая рожь + вика + рапс (1-й урожай) → кукуруза + соя + сорго + амарант (2-й урожай) → ячмень + вика (3-й урожай)), положительно влиявший на гранулометрический и микроагрегатный состав исследованных генетически различных почв сухой субтропической зоны Азербайджана. В целинном варианте данных почв изменений этих показателей по отношению к исходным данным не наблюдали.

2. Установлено, что орошаемые серо-коричневая (каштановая) и лугово-сероземная почвы в

варианте озимая рожь + вика + рапс (1-й урожай) → кукуруза + соя + сорго + амарант (2-й урожай) → ячмень + вика (3-й урожай) характеризовались более удовлетворительным гранулометрическим составом, количеством “истинных” микроагрегатов (в слое 0–25 см – 34.9 и 33.1%), микроагрегированностью, наименьшим фактором дисперсности (16.9 и 16.2%) и наибольшим количеством водопрочных агрегатов (43.3 и 55.6%). В целинном варианте эти показатели были меньше.

3. Выявлено, что в целинной серо-коричневой (каштановой) (содержание в пахотном слое почвы частиц <0.01 мм – 57.3%) и орошаемой (<0.01 мм – 58.5–59.8%) почвах структурный состав тяжело-суглинистый; в целинной лугово-сероземной почве (<0.01 мм – 56.0%) – тяжело-суглинистый, в орошаемой – на границе тяжелого суглинка (<0.01 мм – 58.1–59.3%) и легкой глины (<0.01 мм – 61.0–61.9%).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Подарь Л.П., Бессонова А.С.* Агрегатный состав почвы // Плодородие и обработка почвы в севообороте. Межвуз. сб. научн. ст. Кишинев СХИ им. М.В. Фрунзе. Кишинев, 1986. С. 114.
2. *Синецков В.Е., Слесарев В.Н., Ткаченко Г.И., Дудкина Е.А.* Гранулометрический состав и микроагрегатный состав черноземов выщелоченных при минимизации основной обработки // Сибир. вестн. с.-х. науки. 2017. Т. 47. № 1. С. 18–24.
3. *Мамедов Р.Г.* Агрофизическая характеристика почв Приараксинской полосы. Баку: Изд-во “Элм”, 1970. 320 с.
4. *Бабаев М.П., Рамазанова Ф.М.* Воспроизводство плодородия орошаемых серо-бурых почв аридной зоны Азербайджана // Научн. электр. период. изд-е ЮФУ “Живые и биокосные системы”. 2017. № 21. URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-21/article-4>
5. *Рамазанова Ф.М.* Влияние промежуточных посевов кормовых культур на агрофизические показатели орошаемых почв сухой субтропической зоны Азербайджана // Рос. сел.-хоз. наука (Докл. РАСХН). 2017. № 4. С. 47–50.
6. *Семендяева Н.В., Крупская Т.Н., Карловец Л.А.* Влияние севооборотов на гранулометрический и микроагрегатный состав чернозема выщелоченного Новосибирского Приобья в длительных опытах // Агрохимия. 2015. № 1. С. 23–34.
7. *Панфилов В.П.* Физические свойства и водный режим почв Кулундинской степи. Новосибирск: Наука, 1973. 259 с.
8. *Татаринцев В.Л.* Структура гранулометрического состава и ее влияние на физическое состояние пахотных почв Алтайского Приобья. Барнаул: АлтайГАУ, 2004. 179 с.
9. *Ковда В.А.* Почвенный покров, его улучшение, использование и охрана. М.: Наука, 1981. 182 с.

10. *Ramazanova F.M., Babayev M.P.* The Role of the uninterrupted sowings of fodder crops in the current process of soil formation // *Soil Water J. Kyrgyzstan, Bishkek*, 2013. V. 2. № 2(1). P. 943–950.
11. *Роде А.А.* Система методов исследования в почвоведении. Новосибирск: Наука, 1971. 91 с.
12. *Рамазанова Ф.М.* Влияние промежуточных посевов кормовых культур на плодородие орошаемых почв Азербайджана // *Сибир. вестн. сел.-хоз. науки. Краснообск: СФНЦ РАН*, 2017. № 4. С. 103–109.
13. *Бабаев М.П., Гурбанов Э.А., Рамазанова Ф.М.* Основные виды деградации почв в Кура-Аразской низменности Азербайджана // *Почвоведение*. 2015. № 4. С. 501–512.
14. *Салаев М.Э., Бабаев М.П., Джафарова Ч.М., Гасанов В.Г.* Морфогенетические профили почв Азербайджана. Баку: Изд-во “Элм”, 2004. 202 с.
15. *Бабаев М.П.* Орошаемые почвы Кура-Араксинской низменности и их производительная способность. Баку: Изд-во “Элм”, 1984. 176 с.
16. *Агрофизические методы исследования почв.* М.: Наука, 1966. С. 5–42.
17. *Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А.* Методы исследования физических свойств почв и грунтов. М.: Высш. шк., 1973. С. 5–82.
18. *Доспехов В.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
19. *Ramazanova F.M.* Biology of the Irrigated soils under fodder crops in the subtropical region of Azerbaijan // *Inter. Soil Sci. Kongr. “Soil Science in International Year of Soils 2015”*. Eurasian Soil Science Societies, 19–23 October. Sochi-Russia. 2015. P. 352–355.
20. *Баламирзоев М.А., Саидов А.К., Мирзоев Э.М.-Р., Магомедов И.А.* Морфогенез основных типов почв Терско-Сулакской низменности Дагестана // *Вестн. ДагестанНЦ*. 2012. № 46. С. 45–51.
21. *Скрябина О.А., Боталов И.С.* Физические свойства генетически различных почв Юсвинского района Пермского края // *Пермский аграр. вестн.* 2014. № 4(8). С. 51–56.
22. *Макарьев С.В., Зайкова Н.И.* Агрофизические особенности орошаемых черноземов Правобережья р. Оби // *Вестн. АлтайГАУ*. 2014. № 2(112). С. 40–45.
23. *Минашина Г.Г.* Орошаемые почвы пустынь и их мелиорация. М.: Колос, 1978. 263 с.
24. *Шеин Е.В., Гончаров В.М.* Агрофизика. Ростов/НД.: Изд-во Феникс, 2006. 400 с.
25. *Кауричев М.С., Панов Н.П., Розанов Н.Н.* Почвоведение: уч. пособ. М.: Агропромиздат, 1989. 719 с.
26. *Салаев М.Э.* Почвы Малого Кавказа. Баку: Изд-во АН Азерб.ССР, 1966. 329 с.
27. *Гасанов В.Г.* Состав и сезонные изменения минерализации речных, грунтовых и родниковых вод поймы р. Куры // *Изв. АН Азерб.ССР. Сер. биол. науки*. 1972. С. 65–71.
28. *Рамазанова Ф.М.* Воспроизводство плодородия орошаемых серо-коричневых (каштановых) почв Азербайджана посевами промежуточных культур // *Научный. Журнал. Рос. НИИ проблем мелиорации. Новочеркасск: РосНИИПМ*, 2018. № 1(29). С. 86–104. <http://www.rosniipm-sm.ru/>
29. *Yong Z.L., Sprycher Y.* Water-dispersible soil organic mineral particles: 1. Carbon and nitrogen distribution // *Soil Sci. Soc. Am.* 1979. V. 43. P. 324–328.

## Influence of the Intermediate Sowings of Fodder Crops on Granulometric and Microaggregate Composition Genetically Different Soils in the Arid Subtropical Zone of Azerbaijan

M. P. Babaev<sup>a</sup>, F.M. Ramazanova<sup>a, #</sup>, and E. A. Gurbanov<sup>b</sup>

<sup>a</sup> *The Institute of Soil Science and Agrochemistry, Azerbaijan National Academy of Sciences  
Mamed Rahim str. 5, Baku AZ1073, Azerbaijan*

<sup>b</sup> *Azerbaijan University of Architecture and Construction  
A. Sultanova str. 5, Baku AZ1073, Azerbaijan*

<sup>#</sup> *E-mail: firoza.ramazanova@rambler.ru*

It is revealed that for the virgin (at the layer 0–25 cm a fraction content <0.01 mm forms – 57.3%) and irrigative (<0.01 mm – 58.4–59.8%) Kastanozems and Irragri Kastanozems soils the mechanical composition is heavy loamy, but for the Gleyic Calcisols – heavy loamy (<0.01 mm – 56.0%) and for the Irragri Gleyic Calcisols – in limit of heavy loamy (<0.01 mm – 58.1–59.6%) and light clay (<0.01 mm – 60.0%). It is revealed that under an influence of the irrigation and plant interseeding on both types of the soil, after long experiments happened enleaching of the silt fraction and its accumulation at the layer 25–50 cm. This accumulation is noticeable under a variant of winter rye + vetch + rape (harvest 1) → corn + soybean + sorghum + + amaranth (harvest 2) → barley + vetch (harvest 3). The dispersion coefficient at the layer 0–25 cm of soil of the given variant – the lowest (for Irragri Kastanozems – 16.9%, Irragri Gleyic Calcisols – 16.2%), but a quantity of the waterstable aggregates <0.25 mm under this variant is higher than under virgin vegetation on the corresponding virgin soils.

*Key words:* gleyic calcisols and kastanozems soils, intermediate sowings, granulometric and microaggregate composition.