

The research was conducted at Vympel-2002 LLC.

Location – Republic of Dagestan, Khasavyurt district; research years – 2017-2019; conditions – irrigated agriculture.

Soil characteristics: meadow-chestnut heavy loamy soil, humus content – 2.77%, K_2O – 32.8; P_2O_5 – 2.21 mg 100 g, arable layer density 1.24 g/cm³, the lowest moisture capacity (HV) of the 0-0.6 m layer is 29.5%.

The content of plant-available nutrients and agrophysical indicators of soil fertility under the PEF were studied. In the case of using both cuttings for forage, the green mass of the PEF contained 59.97 kg/ha of nutrients, and in the case of incorporating the phytomass of these cuttings for green manure, the amount of N, P_2O_5 and K_2O increased to 92.09 kg/ha, which is equivalent to adding an additional 10-12 t/ha of manure to the soil.

Key words: postharvest natural phytocenosis (PEF), nitrogen, phosphorus, potassium, arable layer, structure coefficient, water-stable aggregates, soil porosity, green forage, green manure.

Literature

1. Abdullaev, Zh.N. Productivity of stubble crops in comparison with natural phytocenosis in the Primorskaya sub-province of Dagestan / Zh.N. Abdullaev, N.R. Magomedov, G.N. Gasanov, A.A. Beksultanov // Problems of development of the regional agro-industrial complex. – 2012. – №1(19). – P. 4-7
2. Aleksandrova, L. N. Laboratory and practical classes in soil science. / L. N. Aleksandrova, O. A. Naidenova. // Agropromizdat, Leningrad branch, 1986. – 295 p.
3. Gavrilo, A. M. Soil cultivation and yield of intermediate crops / A. M. Gavrilo, Z. P. Gudkova, N. P. Melikhova // Collection of scientific works of the Volgograd Agricultural Institute, vol. XXI. – Volgograd, 1979. – P. 93-95.
4. Gasanov, G.N. On the systems of soil maintenance in irrigated agro-landscapes and their classification / G.N. Gasanov, M.A. Arslanov // Agriculture. 2017. No. 1. – P. 21-24.
5. Gasanov, G.N. Biological system of soil maintenance in the semi-fallow period / G.N. Gasanov, S.A. Salikhov, M.D. Davudov // Bulletin of the Russian agricultural science. – 2016. – No. 1. – P. 18-21.
6. GOST 26205-91 (Soils. Determination of mobile phosphorus and potassium compounds – according to the Machigin method as modified by the Central Institute of Agronomy).
7. Dospekhov, B.A. Field experiment methodology / B.A. Dospekhov – M.: Kolos, 1985. – 416 p.
8. Masandilov, E.S. Post-harvest and stubble sowing of forage crops / E.S. Masandilov, Sh.P. Naftaliev // Forage production in Dagestan. – M.: Dagestan book publishing house, 1969. – Pp. 60-73.
9. Methodical instructions for conducting field experiments with forage crops. – M.: VNIK, 1987. – 198 p.
10. Guide to determining the agrohydrological properties of the soil. RD 52.33.219 – 2022. – Obninsk. – FGBU "VNIIGMI-MCD" – 151 p.
11. Tamazaev, T.I. Species composition and productivity of natural phytocenosis and corn for silage of stubble sowing in the Terek-Sulak Lowland of the Caspian region / T.I. Tamazaev // Problems of development of the regional agro-industrial complex. – 2018. – No. 3 (35). – P. 75-79.
12. Tamazaev, T.I. Influence of the method of soil maintenance during the stubble period on the productivity of corn / T.I. Tamazaev, M.R. Musaev, G.N. Hasanov // Bulletin of Russian Agricultural Science. – 2018b. – No. 4. – pp. 44-47.

УДК 631.8:631.452:631.454

DOI: 10.25680/S19948603.2025.143.10

МОДЕЛЬ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ТЕРСКО-СУЛАКСКОЙ ПОДПРОВИНЦИИ – АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТАВА И СВОЙСТВ ПОЧВЫ

**С.А. Теймуров, к.с.-х.н., ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан»
367014, Республика Дагестан, г. Махачкала, МКР Научный городок, ул. А. Шахбанова, 30
E-mail: samteim@rambler.ru**

**Работа выполнена в рамках Государственного задания № FNMN-2022-0010,
регистрационный номер 1220211800247-5**

В Терско-Сулакской подпровинции выявлена роль основных агроэкологических параметров почвенного состава и свойств, установлены оптимальные и фактические параметры, взаимосвязь свойств лугово-каштановой почвы пахотного горизонта с урожайностью озимой пшеницы. Предложенная агроэкологическая характеристика почвенных параметров лугово-каштановых почв обеспечит эффективность их использования за счет регулирования оптимизации свойств почв для возделывания сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: агроэкология, плодородие, модель, лугово-каштановая почва, морфология, гранулометрический состав, Терско-Сулакская подпровинция.

Для цитирования: Теймуров С.А. Модель плодородия почв Терско-Сулакской подпровинции – агроэкологическая характеристика состава и свойств почвы // Плодородие. 2025. – №2. – С. 43-48. DOI: 10.25680/S19948603.2025.143.10.

Разработка модели почвенного плодородия служит перспективным подходом в исследовании процессов почвообразования и механизма управления почвенным плодородием, сформированным с помощью оптимальной теории параметров и являющимся суммой важных почвенных режимов и свойств, которые отвечают в необходимой степени продуктивности растений [3]. Исследования по созданию экологической модели плодородия представлены в трудах ряда ученых [6, 7, 14, 16].

Модель плодородия почвы является сочетанием экспериментально установленных свойств почвы,

имеющих корреляционную связь с урожайностью, состоит из блоков, связанных друг с другом [6].

При составлении экологических моделей плодородия сельскохозяйственных культур и кормовых угодий систематизируются факторы, формирующие плодородие почв и продуктивность растений, создаются зональные модели высокого уровня плодородия. В виде экологических и агроэкологических моделей плодородия могут выступать передовые хозяйства зональных опытных станций и почвы мелких опытных станций. Принимая модель высокого плодородия определенного хозяйства

за эталон с применением определенных агротехнических приемов и мелиоративных мероприятий, можно управлять плодородием и увеличить плодородие почв всего региона за 15-20 лет [4]. Экологическая устойчивость модели плодородия определяется в полевом эксперименте, что дает возможность определить связь между разными факторами, его количественные связи, выделить естественные и антропогенные факторы и прогнозировать качественные изменения [10, 15].

Цель исследования – разработать блок модели плодородия почвы в условиях Терско-Сулакской подпривинции.

Методика. Исследования проводили на территории опытной станции им. Кирова Хасавюртовского района (с. Покровское) – филиал ФГБНУ «ФАНЦ РД» в 2021-2024 г. Объект исследований – лугово-каштановые почвы (пашня). Лугово-каштановые орошаемые почвы выбраны в качестве ключевого объекта для создания экологической модели плодородия почв. Образцы почв для анализа на орошаемых участках отбирали из трех разрезов (одного основного и двух вспомогательных). Агротехника – общепринятая в хозяйстве. Из заложенного почвенного разреза

каждого горизонта отбирали образцы почв для физико-химического и гранулометрического анализов. Определение агрофизических, физико-химических и агрохимических свойств почв – по «Методическим рекомендациям по оценке почвенно-экологического состояния земель сельскохозяйственного назначения на соответствие требованиям органического земледелия» [2]; «Теории и методы физики почв» [13]; [1]. Корреляционный анализ проводили по программе MS Excel 2019.

Результаты и их обсуждение. При разработке моделей плодородия за эталон принята лугово-каштановая орошаемая почва, используемая под посев озимой пшеницы. Она является лучшей пахотной почвой в зоне каштановых почв. Строение почвенного профиля отражает внутренние процессы, происходящие в почвах, их генезис и развитие [11].

Блок почвенного состава и свойств включает изучение морфогенетического, гранулометрического состава, агрофизических и агрохимических свойств почв.

В карточке почвенного описания приводятся: общие данные, природные условия в месте заложения разреза, морфологическое описание профиля (табл. 1).

1. Карточка почвенного описания

Идентификатор разреза	№ разреза		
	2	3	4
Код разреза	Кл		
Источник данных	ФАНЦ РД (ГЗ НИОКТР 1220211800247-5 FNMN-2022-0010)		
Название почвы	Лугово-каштановая слабозасоленная		
Название почвы по ПК РФ	Лугово-каштановая		
Название почвы по WRB 2006	Gleyic Kastanozems Chromic		
Название почвы по FAO 1988	Haplic Kastanozems		
Страна	Россия		
Административный регион РФ	Республика Дагестан		
Территориальная привязка	На территории ОС им. Кирова (с. Покровское) Хасавюртовского района		
Широта	43.294332	43.288061	43.295856
Долгота	46.690917	46.647017	46.669575
Почвенный эталон	Нет		
Высота	46 м	70 м	50 м
Макрорельеф	Равнинные территории		
Положение разреза	В понижении		
Растительная ассоциация	Озимая пшеница		
Генетический тип почвообразующей породы	Аллювий пойменный		
Хозяйственное использование	Пашня		
Количество горизонтов	8	5	5
Авторская формула профиля	Ап -Ап ₁ -В ₁ -В ₂ -Вса-Вса ₁ -C ₁ -C ₂	Ап -Ап ₁ -АВ-Вса-Вса ₁	Ап-Ап ₁ -АВ-Вса-Вс

Морфологический разрез лугово-каштановой почвы опытного участка сформирован на лессовидных суглинках третичных и четвертичных отложений и имеет полноразвитый растянутый профиль, с глубиной влажность

увеличивается, гумусовый горизонт структурен, слабо уплотнен и благоприятствует возделыванию сельскохозяйственных культур. Грунтовые воды пресные, залегают на глубине 2-2,5 м (табл. 2.).

2. Морфологическое описание профилей объекта исследования

Горизонт	Описание горизонта	
	Разрез 2	
Ап 0-19 (19 см)	Пахотный (гумусово-аккумулятивный) горизонт, серовато-каштановый, неоднородный по цвету, сухой, слабо-выраженной комковатой структуры, среднесуглинистый, переплетен корнями растительности, слабо уплотнен. Переход к следующему горизонту постепенный по цвету и плотности	
Ап ₁ 19-44 (25 см)	Пахотный горизонт, каштановый, свежий, комковатый с большим количеством корней, уплотненный в зонах, где мало корней, тяжелосуглинистый. Переход заметный по структуре в нижний горизонт	
В ₁ 44-60 (16 см)	Переходный горизонт, бурый, влажноватый, с комковато-призматической структурой, тяжелосуглинистый, уплотненный, видны многочисленные корни растений, обнаружены темные гумусовые затеки. Переход в нижележащий горизонт постепенный по окраске	
В ₂ 60-72 (12 см)	Горизонт с гумусовыми легкими затеками, серовато-буроватый, увлажненный, глыбисто-призматической структуры, слабокарбонатный переход новообразований в виде прожилок, среднесуглинистый, уплотненный, с минимальным количеством корневых остатков, обнаружено вкрапления солей. Переход в нижележащий горизонт постепенный	
Вса 72-86 (14 см)	Карбонатный горизонт, каштаново-серо-бурый, ореховато-призматической структуры, влажный, слабо уплотнен, тяжелосуглинистый. Переход слабо заметный	

Всa₁ 86-122 (36 см)	Карбонатный горизонт, светло-сери-бурий. Увлажненный, плотный с карбонатами в виде пятен, прожилок и белоглазков, тяжелосуглинистый, очень плотный. Переход заметный по сложенности и исчезновению белоглазки, с отдельными палевыми карбонатными пятнами
C₁ 122-155 (33 см)	Материнская порода, серо-сизая, слабоувлажненная, неоднородная по цвету. Ореховой структуры, суглинистая
C₂ 155-191 (36 см)	Материнская порода, буровато-серая, местами с ржавыми пятнами, карбонатная, непрочная глыбисто-комковатая, уплотненная. Переход постепенный, с признаками оглеения

Морфологическое строение лугово-каштановых почв представлено среднечной тяжелосуглинистой почвой. Грунтовые воды залегают на глубине 2,5 м, пресные

Разрез 3

Ап 0-22 (22 см)	Пахотный (гумусово-аккумулятивный) горизонт, каштановый, неоднородный по цвету, сухой, с комковатой структурой, среднесуглинистый, слабо уплотнен, густо пронизан корнями травянистой растительности. Переход в нижележащий горизонт малозаметный, с неровной границей
Ап₁ 22-42 (20 см)	Подпахотный горизонт, каштановый, свежий, комковатый с большим количеством корней, уплотненный в зонах, где мало корней, тяжелосуглинистый. Переход малозаметный по структуре в нижний горизонт
AB 51-61 (10 см)	Иллювиальный горизонт, серовато-буроватый, увлажненный, комковато-глыбистый, карбонатный, среднесуглинистый, уплотненный, с минимальным количеством корневых остатков, обнаружены вкрапления солей. Переход в нижележащий горизонт постепенный
Всa 78-125 (47 см)	Карбонатный горизонт, коричнево-бурый с серым оттенком, влажный, слабо уплотнен, тяжелосуглинистый, непрочнокомковатый. Переход отчетливый к следующему горизонту по цвету
Всa₁ 125-168 (43 см)	Карбонатный горизонт, слабоувлажненный, светло-бурый, плотный с карбонатными новообразованиями в виде прожилок, тяжелосуглинистый, очень плотный, глыбисто-призматической структуры. Переход заметный по сложенности и исчезновению белоглазки, с отдельными палевыми карбонатными пятнами

В морфологических признаках лугово-каштановой почвы в строении ее профиля отражены: слабо развитый профиль, структурный гумусовый горизонт слабоуплотненный и вполне благоприятен для возделывания сельскохозяйственных культур. Грунтовые воды залегают на глубине 2,0-2,1 м, пресные

Разрез 4

Ап 0-23 (23 см)	Пахотный (гумусово-аккумулятивный) горизонт, мощностью 23 см, каштановый, со слабо выраженной комковатой структуры, слабоуплотненный. Переплетен корнями растений. Переход к следующему горизонту постепенный по цвету и плотности
Ап 23-42 (19 см)	Подпахотный горизонт мощностью 19 см, каштановый, с гумусовыми затеками (в нижней части не прослеживаются), комковатый и пылеватокмковатый, уплотненный, рыхлого сложения
AB 45-85 (40 см)	Горизонт мощностью 40 см, комковато-глыбистый, уплотненный
Всa 85-131 (46 см)	Мощность горизонта 46 см с преобладанием серовато-бурого оттенка, крупно-комковатый, плотный, карбонаты в виде распылчатых пятен, прожилок и глазков
BC 131-177 (46 см)	Мощность горизонта 46 см неоднородного цвета, с преобладанием серо-коричневого и сизыми пятнами, встречаются ржавые пятна, много карбонатных включений, очень плотный, призматический. В нижней части почвенного профиля иногда прослеживается слоистость

Морфологическое строение лугово-каштановых почв представлено средне- и маломощной почвой, преимущественно тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Грунтовые воды залегают на глубине 2-2,5 м, пресные

Почвы в своем профиле под влиянием длительного орошения в верхнем горизонте имеют своеобразный переходный уплотненный слой, образование которого связано с нарастанием степени илестности. На территории опытной станции распространены лугово-каштановые средне- и маломощные почвы преимущественно

тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Гранулометрический состав очень разнообразен и отличается средне- и тяжелосуглинистым характером: в среднем количество частиц физической глины в метровом слое почвы составляет по фракции >0,01 мм – 34,23-38,36%, по фракции <0,01 мм – 51,13-65,55% (табл. 3).

3. Гранулометрический состав лугово-каштановой почвы, %

Индекс горизонта, глубина, см	Глубина отбора образцов, см	Фракции (мм), содержание, %							физ. песок >0,01	физ. глина <0,01
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001			
Разрез №2 (2021 г.)										
Ап 0-19	0-12	0,19	6,02	28,23	10,25	19,33	33,34	39,81	60,18	
Ап ₁ 19-44	22-34	0,12	6,61	30,23	8,52	24,12	35,11	41,21	63,78	
В ₁ 44-60	42-54	0,04	7,91	43,51	9,34	26,42	43,34	42,40	54,87	
В _{к1} 86-122	92-103	0,02	Нет	38,97	13,24	17,81	28,37	38,36	66,55	
C ₂ 155-191	170-183	Нет	Нет	46,55	34,20	19,25	19,78	47,98	52,13	
Разрез №3 (2022 г.)										
Ап 0-22	0-20	0,16	5,14	34,41	6,14	15,26	30,98	39,71	52,38	
Ап ₁ 22-42	20-40	0,10	5,20	35,05	6,02	13,10	31,69	40,35	50,81	
AB 42-78	40-60	0,07	6,14	31,46	5,33	10,78	32,11	37,67	48,22	
Всa 78-125	90-110	Нет	3,84	30,39	7,71	14,14	29,28	34,23	51,13	
Всa ₁ 125-168	130-155	Нет	Нет	36,20	8,80	14,89	29,94	36,20	53,63	
Разрез №4 (2023 г.)										
Ап 0-23	0-20	0,18	4,28	32,76	6,11	16,13	31,01	37,22	53,25	
Ап ₁ 23-42	20-40	0,13	4,77	32,98	5,83	14,25	36,67	37,88	52,75	
AB 45-85	40-60	0,05	4,56	34,30	6,80	12,24	32,33	38,91	51,37	
Всa 85-131	80-120	0,02	3,61	31,88	8,38	15,17	29,15	35,51	52,70	
BC 131-177	130-160	нет	нет	37,10	9,92	16,25	28,18	37,10	54,35	

Содержание гумуса в пахотном горизонте (0-20 см) среднее, по обеспеченности доступными элементами питания почва опытного участка характеризуется как

среднеобеспеченная гидролизуемым азотом (N_г), высоко – обменным калием, средне обеспечена подвижным фосфором. Емкость катионного обмена (ЕКО) в пахотном

слое значительная. Реакция среды от нейтральной до слабощелочной (рН). Сложение и твердой фазы почвы

пахотного горизонта уплотненное. Общая порозность верхних горизонтов высокая (табл. 4).

4. Физико-химические свойства лугово-каштановой почвы

Индекс горизонта, глубина, см	Глубина отбора образца почвы, см	pH _{H2O}	Гумус, %	Подвижные формы, мг/100 г почвы			Емкость катионного обмена, мг-экв/100 г почвы	Поглощенные осложения, мг-экв/100 г почвы		Плотность, г/см ³ сложения почвы		Общая пористость, %
				азот	фосфор	калий		Ca	Mg	твёрдой фазы почвы		
Разрез №2 (2021 г.)												
Ап 0-19	0-12	6,99	2,72	4,22	1,55	49,0	22,04	10,2	8,8	1,31	2,63	50,2
Ап ₁ 19-44	22-34	7,21	2,81	3,91	1,63	52,1	22,34	10,9	8,7	1,34	2,65	49,5
В ₁ 44-60	42-54	7,20	1,70	2,93	0,81	33,0	20,01	12,8	9,4	1,39	2,74	49,3
В ₂ 60-72	55-64	7,12	1,53	2,52	0,51	25,5	18,37	18,7	9,8	1,39	2,74	49,3
Вс _a 72-86	67-77	7,81	1,30	2,21	0,44	24,2	17,43	20,4	10,2	1,44	2,74	47,5
Вс _{a1} 86-122	92-103	8,13	1,11	1,80	0,32	24,2	16,23	22,2	11,1	1,46	2,78	47,5
С ₁ 122-155	126-136	6,9	1,10	1,42	0,30	25,4	16,19	-	-	Не опр.	2,79	Не опр.
С ₂ 155-191	170-183	6,7	0,73	-	0,22	23,1	16,08	-	-	Не опр.	2,72	Не опр.
Разрез №3 (2022 г.)												
Ап 0-22	0-20	7,81	3,11	4,90	2,31	40,8	23,62	12,4	5,4	1,24	2,65	53,2
Ап ₁ 22-42	20-40	8,13	2,53	3,31	1,82	39,8	22,45	12,8	6,7	1,28	2,67	52,1
АВ 42-78	40-60	8,01	1,71	2,71	0,74	30,2	20,21	9,2	5,0	1,37	2,72	49,7
Вс _a 78-125	90-110	7,93	1,05	1,72	0,33	25,1	17,30	12,1	5,4	1,45	2,75	47,3
Вс _{a1} 125-168	130-155	7,90	0,76	1,30	0,21	25,8	16,11	11,3	5,1	Не опр.	Не опр.	Не опр.
Разрез №4 (2023 г.)												
Ап 0-23	0-20	7,05	2,98	4,78	2,34	41,2	24,31	13,3	5,7	1,22	2,68	54,4
Ап ₁ 23-42	20-40	7,50	2,41	3,24	1,90	40,4	22,85	13,0	5,2	1,29	2,70	52,2
АВ 45-85	40-60	7,95	1,69	2,60	0,78	31,5	21,40	10,5	5,3	1,37	2,72	49,6
Вс _a 85-131	80-120	8,05	1,08	1,61	0,36	27,2	19,22	10,5	5,0	1,46	2,76	47,1
ВС 131-177	140-160	8,10	0,63	1,27	0,24	26,3	15,17	12,4	5,2	Не опр.	Не опр.	Не опр.

5. Агрофизические и агрохимические показатели лугово-каштановой почвы (пашня) в слое 0-20 см при возделывании зерновых культур в условиях Терско-Сулакской подпровинции (в среднем за 2021-2023 г.)

Физико-химические показатели	Оптимальные	Фактические
Технологические показатели		
Мощность пахотного слоя, см	>25	19-23
Содержание физической глины, %	30-45	52,38-60,18
Водно-воздушный режим		
Запас продуктивной влаги (в слое 0-60 см) на начало вегетации, мм	160-200	114-194
Общая пористость, %	50-55	50,2-54,4
Агрофизические показатели		
Плотность сложения, г/см ³	1,00-1,26	1,22-1,31
Плотность твердой фазы, г/см ³	2,56-2,78	2,63-2,68
Агрохимические показатели		
pH _{H2O}	7,21-8,13	6,99-7,81
Гумус, %	4,00-6,00	2,72-3,11
Азот гидролизующий, мг/100 г почвы	3,0-4,0	4,22-4,90
Фосфор подвижный, мг/100 г почвы	1,2-3,0	1,55-2,34
Калий обменный, мг/100 г почвы	30,0-60,0	40,8-49,0
Тип засоления	Хлоридно-сульфатный, сульфатно-хлоридный	Хлоридно-сульфатный
Состояние почвенного поглощающего комплекса		
ЕКО, мг-экв/100 г почвы	20,0-30,0	22,04-24,31
Mg, мг-экв/100 г почвы	2,0-15,0	5,4-8,8
Ca, мг-экв/100 г почвы	12,0-37,0	10,2-13,3
Мелиоративные показатели		
Поднятие уровня минерализованных (>3 г/л) грунтовых вод, м	>7,0	-
Минерализация грунтовых вод, м	<3,0	2,5-3,0
Уровень грунтовых вод, м	2,5-3,0	2,0-2,5
Продуктивность, т/га		
Зерновые культуры	>5	6,52-7,03

Лугово-каштановые почвы по своим физическим свойствам и уровню потенциального плодородия благоприятны для возделывания сельскохозяйственных культур, однако в условиях орошения для получения высоких урожаев зерновых культур и обеспечения воспроизводства плодородия почв необходимо применение удобрений, отвечающих биологическим требованиям культур и уровню запланированного урожая.

В таблице 5 представлены оптимальные и фактические показатели по агрофизическим и агрохимическим свойствам при возделывании зерновых культур исследуемой территории.

Лугово-каштановые почвы опытной станции им. С.М. Кирова по содержанию доступных питательных веществ бедны подвижным фосфором, слабо- и гидролизующим азотом и очень богаты обменным калием, что также согласуется с исследованиями, проведенными на лугово-каштановых почвах [3, 9, 12].

Исследованиями качественной оценки почв Терско-Сулакской подпровинции установлено, что основными свойствами, определяющими их плодородие и продуктивность возделываемых на них зерновых культур, являются: мощность гумусовых горизонтов А+В, запасы гумуса, содержание общего азота, емкость поглощения и гранулометрический состав почв. Рассмотрим коэффициенты корреляции (*r*) после математической обработки полученных данных между основными свойствами почв и урожайностью.

Гранулометрический состав почвы тяжелосуглинистый, урожайность озимой пшеницы 65,2-70,3, ц/га, мощность гор. А+В 16-40 см, *r* 0,89, запасы гумуса 68,9-127,2 т/га, *r* 0,88, емкость катионного обмена (ЕКО) 20,21-21,4 мг-экв/100 г, *r* 0,34.

Для выявления взаимосвязи между урожайностью озимой пшеницы и показателями свойств почв был выполнен корреляционно-регрессионный анализ для пахотного горизонта (0-20 см). Установлено, что на обследуемом поле из всех свойств пахотного горизонта, с которыми обнаружена

заметная связь с урожайностью пшеницы, можно выделить подвижный фосфор и обменный калий, а также содержание нитратного азота, у которого сила связи была средней (табл. 6). Согласно группировке почв по содержанию подвижных форм микроэлементов, на обследованном поле в пахотном горизонте установлено повышенное содержание поглощенных оснований у обменного кальция (10,2-13,3 мг-экв/100 г почвы) и очень высокое у обменного магния (5,4-8,8 мг-экв/100 г почвы). Корреляции показателей свойств почв и урожайности пшеницы с содержанием подвижных форм обменного кальция (высокая) и магния (средняя) позволяют констатировать, что такой уровень содержания этих элементов в почве оказывает существенное влияние на продуктивность сельскохозяйственных растений.

6. Взаимосвязь свойств лугово-каштановой почвы пахотного горизонта (0-20 см) с урожайностью озимой пшеницы (в среднем за 2021-2023 г.)

Факторы		Уравнение регрессии и коэффициент корреляции	Характеристика силы связи	
Свойства почв	X (показатели)			
Гумус, %	2,72; 3,11; 2,98	$Y = 4,3407X + 54,386; r^2 = 0,0972, r = 0,31$	Умеренная	Средняя
Гранулометрический состав, %:				
крупная пыль	28,33; 34,41; 32,76	$Y = 0,3283X + 56,694; r^2 = 0,1444, r = 0,38$	Умеренная	
ил	19,33; 15,26; 16,13	$Y = -1,2185X + 105,85; r^2 = 0,3561, r = 0,59$	Заметная	
физическая глина	60,18; 52,38; 53,25	$Y = -0,3373X + 85,776; r^2 = 0,2719, r = 0,52$	Заметная	
pH _{н2о}	6,99; 7,81; 7,05	$Y = -1,9655X + 81,449; r^2 = 0,1056, r = 0,32$	Умеренная	Сильная
Азот (гидролиземый), мг/100 г почвы	4,22; 4,90; 4,78	$Y = 3,5476X + 50,696; r^2 = 0,2169, r = 0,46$	Умеренная	
Фосфор (подвижный), мг/100 г почвы	1,55; 2,31; 2,34	$Y = 3,9024X + 59,068; r^2 = 0,3993, r = 0,63$	Заметная	
Калий (обменный), мг/100 г почвы	49,0; 40,8; 41,2	$Y = -0,3412X + 82,034; r^2 = 0,3256, r = 0,57$	Заметная	
Mg, мг-экв/100 г почвы	8,8; 5,4; 5,7	$Y = -0,7935X + 72,397; r^2 = 0,2919, r = 0,54$	Заметная	
Ca, мг-экв/100 г почвы	10,2; 12,4; 13,3	$Y = 1,3965X + 50,422; r^2 = 0,6489, r = 0,81$	Высокая	
ЕКО, мг-экв/100 г почвы	22,04; 23,62; 24,31	$Y = 1,9346X + 22,013; r^2 = 0,6631, r = 0,82$	Высокая	
Плотность сложения, г/см ³	1,31; 1,24; 1,22	$Y = -44,478X + 123,03; r^2 = 0,578, r = 0,76$	Высокая	
Плотность твердой фазы, г/см ³	2,63; 2,65; 2,68	$Y = 105,53X - 212,86; r^2 = 0,9227, r = 0,96$	Весьма высокая	
Общая пористость, %	50,2; 53,2; 54,4	$Y = 1,0256X + 13,185; r^2 = 0,6441, r = 0,81$	Весьма высокая	

Другим немаловажным фактором, оказывающим влияние на продуктивность большинства сельскохозяйственных культур, является реакция почвенной среды пашни [8]. За наблюдаемый период (2021-2023 г.) средневзвешенная величина pH водной вытяжки колебалась от 6,99 до 7,81, в связи с чем кислотность переходит от нейтральной к щелочной, а один раз наблюдалась нейтральная.

Заключение. В ходе проведенных исследований в 2021-2023 г. получены данные по блоку модели плодородия лугово-каштановых орошаемых почв для сельскохозяйственных культур. Внедрение агроэкологической модели плодородия почв для сельскохозяйственных культур обеспечит эффективность их использования за счет регулирования оптимизации свойств почв, мониторинга, составления паспортов плодородия, что послужит теоретической базой и практическим руководством при разработке мероприятий по повышению продуктивности лугово-каштановых орошаемых почв Терско-Сулакской подпровинции. Таким образом, блок модели плодородия почв ориентирован на лугово-каштановую почву. Разработанная модель позволяет целенаправленно нормировать воздействие факторов плодородия на почву и возделываемую культуру, регламентировать нагрузки, вычленив роль природных и антропогенных факторов, сохранить приемлемый экологический режим функционирования почвы, установить и прогнозировать важнейшие качественные изменения.

Литература

1. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв: учебное пособие. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

Данные по содержанию гумуса, как интегрального показателя плодородия почв, показывают, что за последние три цикла обследования средневзвешенное содержание гумуса осталось неизменным и составило от 2,72 до 3,11% за 2021-2023 г.

Обнаруженная средняя корреляция между урожайностью озимой пшеницы и содержанием гумуса ($r = 0,31$) указывает, прежде всего, на приоритетность в эффективном плодородии пахотных почв доступных форм питательных веществ, в частности, фосфора и калия. Зависимость урожайности пшеницы от средневзвешенного содержания подвижного фосфора и обменного калия в почве по шкале Чеддока оценивается как средняя ($r = 0,63$ и $r = 0,57$, соответственно).

2. Григорьян Б.Р., Кольцова Т.Г., Сунгагуллина Л.М. Методические рекомендации по оценке почвенно-экологического состояния земель сельскохозяйственного назначения на соответствие требованиям органического земледелия. – Казань, 2014. – 52 с.

3. Загородный Г.П. Изменение природных и агрохимических свойств лугово-каштановой почвы при освоении системы удобрения // Тр. ДагОХИ. Махачкала, 1959. – Т. 11. – С. 19-27.

4. Исмаилова Н.А. Блок почвы – модель плодородия лесных почв юго-восточного склона Большого Кавказа // Вестник Курганской ГСХА. – 2017. – №1. – С.35-38.

5. Макевкин С.Т., Вакулин А.А. Охрана природы. – М.: Колос, 1983. – 63 с.

6. Мамедов Г.Ш., Исмаилов Н.М. Научные основы и принципы районирования почв Азербайджана по устойчивости к загрязнению органическими веществами / Г.Ш. Мамедов, Н.М. Исмаилов. – Баку: Элм, 2006. – 204 с.

7. Мамедова С. З. Свойство плодородия почвы / С.З. Мамедова, А.Б. Джафаров. – Баку, 2005. – 192 с.

8. Муратов М.Р., Гилязов М.Ю. Корреляция урожайности зерновых и зернобобовых культур в зависимости от агрохимических параметров почв и погодных условий // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2015. – №2(36). – С. 128-135.

9. Салманов А.Б. Результаты полевых опытов с минеральными удобрениями на лугово-степных почвах // Труды отдела почвовед. Дагестан. филиала АН СССР. – Махачкала, 1959. – Т. 4. – С. 18-20.

10. Семенов В.А. Оценка земель современного земледелия и земледелия // Тезисы докладов III съезда Докучаевского общества почвоведов. – Суздаль: 2 кн. – М., 2000. – С. 131-132.

11. Теймуров С.А., Рамазанов А.В., Ибрагимов К.М., Имашова С.Н. Экологическая модель почвенного плодородия лугово-каштановых орошаемых почв под озимые зерновые культуры // Агрохимия. – 2022. – №5. – С.79-86.

12. Теймуров С.А., Яргомедов А.Н., Рамазанов А.В., Бабаев Т.Т. Влияние видов удобрений на динамику питательных веществ в пахотном слое лугово-каштановой почвы в условиях орошения // Вестник рос. сел.-хоз. науки. – 2021. – № 2. – С. 51-55.

13. Теории и методы физики почв: монография / Под ред. Е.В. Шеина, Л.О. Карпачевского. – М.: Гриф и К, 2007. – 616 с.

14. Фрид А. С. Информационные модели плодородия почв / А. С. Фрид // Вестник с.-х. науки. – 1987. – № 9. – С. 8-12.

15. Шишов Л.Л. Модели плодородия агроэкосистем как важный компонент почвенно-экологических исследований в решении вопросов расширенного воспроизводства почвенного плодородия / В кн. Модели плодородия почв и методы их разработки. – М., 1982. – 123 с.

16. Шишов Л.Л., Дурманов Д.Н., Булгаков Д.С. Региональные эталоны почвенного плодородия. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 1991. – 274 с.

SOIL FERTILITY MODEL OF THE TERSKO-SULAK SUBSTRUCTURE – AGROECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF A BLOCK OF SOIL COMPOSITION AND PROPERTIES

S.A. Teymurov,

FSBSI «Federal agricultural research center of the Republic of Dagestan»

367014, microdistrict Nauchnyj gorodok, st. A. Shahbanova 30, Makhachkala, Republic of Dagestan, Russian Federation,

E-mail: samteim@rambler.ru

Within the framework of the studied zone of the Tersko-Sulak substructure, the role of the main agroecological parameters of soil composition and properties was revealed, optimal and actual parameters were established, and the relationship between the properties of meadow-chestnut soil of the arable horizon and the yield of winter wheat. The proposed agroecological characteristic of the block of soil parameters of meadow-chestnut soils will ensure the effectiveness of their use by regulating the optimization of soil properties for crop cultivation.

Key words: agroecology, fertility, model, meadow-chestnut soil, morphology, granulometric composition, Tersko-Sulak substructure.

УДК 631.452

DOI: 10.25680/S19948603.2025.143.11

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ И АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ СРЕДНЕРУССКОЙ ЮЖНО-ТАЁЖНОЙ ПРОВИНЦИИ

А.В. Михайленко, А.А. Прохоров, С.А. Запывалов, Р.З. Донец, Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева

Россия, 127434, Москва, Тимирязевская ул., 49;

artem.prokhorov.2016@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2988-5055>

Установлено, что почва участка, находящегося в состоянии залежи с 1980 г., характеризуется более благоприятным уровнем кислотности. Среднее содержание pH_{KCl} верхнего горизонта залежи с преимущественно злаковыми растениями соответствовало 5,20 ед., в то время как на обрабатываемых участках pH_{KCl} в среднем составлял 4,55 ед. Величина гидролитической кислотности на обрабатываемых участках в среднем на 2,2 мг-экв/100 г превышала данный параметр почв залежи, а содержание обменного кальция в почвенном поглощающем комплексе (ППК) в пахотных почвах в среднем было ниже на 20-40% относительно залежного участка. Для подвижного фосфора статистически значимые различия наблюдались между вариантами залежи и вспашки с глубоким рыхлением, где разница средних составляет 8 мг/100 г. Варианты залежь и вспашка аналогично характеризуются статистически значимыми различиями при средней разнице, соответствующей 11 мг/100 г. Для содержания подвижного калия (K_2O) значимые различия выявлены между вариантами залежь и вспашка, где разница средних составляет 6 мг/100 г. Между вариантами с глубоким рыхлением и вспашкой не отмечены статистически значимые различия ни по одному из анализируемых агрохимических показателей. Наиболее хорошо оструктурена почва в варианте с глубоким рыхлением. Почва варианта с данным способом обработки характеризуется наименьшим содержанием крупных агрегатов (>10 мм) – 38,5%, что свидетельствует о минимальной склонности к образованию комков и уплотнению. При этом доля агрономически ценных фракций (10–0,25 мм) составляет 55,2%, что значительно выше по сравнению с вариантами залежь (35,2%) и вспашка (41,3%). Особенно выделяется высокая доля агрегатов размером 5–3 мм (11,2%) и 1–2 мм (10,5%) в варианте с глубоким рыхлением. Доля мелкодисперсных частиц ($<0,25$ мм), негативно влияющих на структуру почвы, в варианте с глубоким рыхлением составляет 6,2%, что сопоставимо с вариантом со вспашкой (5,8%) и в среднем несколько ниже, чем в варианте залежи (7,5%).

Ключевые слова: индикаторы качества почв, стабильность агрегатов, агрохимические свойства, обработка почв.

Для цитирования: Михайленко А.В., Прохоров А.А., Запывалов С.А., Донец Р.З. Влияние способа обработки на структурное состояние и агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы Среднерусской южно-таёжной провинции// Плодородие. – 2025. – №2. – С. 48-53. DOI: 10.25680/S19948603.2025.143.11.

Деградация почв является одной из самых серьезных проблем продовольственной безопасности [5, 9]. Физико-химические процессы в почве во многом зависят от ее свойств. В ряде исследований установлено как агрохимические свойства почв и ее структурное состояние изменяются в зависимости от интенсивности обработки [7,10,12]. Авторы [10] отмечают, что обработка почвы предполагает

поддержание агрономически значимых свойств на оптимальном уровне, однако разные системы обработки приводят к существенной трансформации почвенных параметров, а зачастую могут способствовать проявлению процессов дегградации. Ухудшается структурное состояние, снижаются уровень поступления воды и кислорода, устойчивость макроагрегатов (>250 мм) [12]. Интенсивная