

УДК 631.435

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ЛУГОВО-КАШТАНОВЫХ ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ ПОД ОЗИМЫЕ ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

© 2022 г. С. А. Теймуров^{1,*}, А. В. Рамазанов¹, К. М. Ибрагимов¹, С. Н. Имашова¹¹Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан

367014 Махачкала, МКР Научный городок, ул. А. Шахбанова, 30, Республика Дагестан, Россия

*E-mail: samteim@rambler.ru

Поступила в редакцию 07.12.2021 г.

После доработки 29.12.2021 г.

Принята к публикации 15.02.2022 г.

Разработана концептуальная модель плодородия, в целях познания физических, химических и биологических изменений, происходящих в лугово-каштановых орошаемых почвах при возделывании озимой зерновой культуры в Терско-Сулакской подпровинции Республики Дагестан. Модель плодородия представляет агроэкосистему, которая гарантирует получение высоких урожаев озимой пшеницы. Изучение агрофизических и агрохимических свойств почв проведены по методике исследования почв. Оценка почвенного покрова проводили в соответствии с разработанной и проверенной на практике методики бонитировки почв. Величины урожайности озимой пшеницы взяты в исследованных районах с учетом соотношения площадей почв в хозяйствах. Произведен расчет коэффициента вариации по формуле: $V = \sigma/x$. Анализ основных показателей блока агроэкологии для лугово-каштановой почвы показал практически идентичные результаты с каштановыми и луговыми почвами, за исключением поведения грунтовых почв. Поливной режим для озимой пшеницы может изменяться в зависимости от гидротермических условий (от 5 до 7 вегетационных поливов с нормой 500 м³/га). Количество гумуса в лугово-каштановых почвах невелико и его большая часть аккумулируется в верхнем гумусовом горизонте (66 т/га). Распределение активных органических веществ исследованных почв сильно варьирует в зависимости от биоклиматических условий сухостепной зоны. Содержание в почве общего азота находится в полном соответствии с содержанием гумуса в горизонтах почвы и убывает с уменьшением его содержания. Запасы валового фосфора в почве значительны и достигают в пахотном слое 0.24%, с глубиной его содержание уменьшается до 0.18% в слое 19–68 см. Несмотря на высокие запасы валового фосфора, содержание подвижного фосфора (P₂O₅) очень низкое и не превышает 1.5 мг в пахотном и 0.6–0.7 мг/100 г почвы – в подпахотном горизонте почвы, что вероятно обусловлено высокой карбонатностью почвы, достигающей до 20% в пахотных и подпахотных горизонтах. Содержание гидролизуемого азота показало среднюю обеспеченность (4.1 мг/100 г почвы), обменного калия – высокую (51 мг/100 г почвы) для пахотного слоя. В условиях орошения Терско-Сулакской подпровинции наибольшая связь урожая озимой пшеницы отмечена для лугово-каштановых почв с баллом бонитета – 76, где средний балл составлял 77.5.

Ключевые слова: экология, почва, плодородие, агрохимия, орошение, озимая пшеница, биометрия, Терско-Сулакская подпровинция.

DOI: 10.31857/S0002188122050106

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время проблемы экологии привлекает к себе пристальное внимание. Нарастающий темп научно-технического прогресса требует всестороннего понимания состояния природной и хозяйственной ценности земель, представляющей основу решения продовольственной проблемы для страны. Именно поэтому с каждым годом нарастает практическая значимость теоретических аспектов генетического почвоведения [1–13].

Среди них одним из главных направлений является экология почв. Актуальность обсуждения почвенно-экологических проблем усугубляется дискуссионностью ряда широко распространенных представлений и теми обстоятельствами, что многие вопросы экологии почв изучены далеко не так обстоятельно, как почвенно-климатические закономерности.

Но между огромным научным потенциалом теоретического почвоведения и его реализацией в

сфере практики (зональные системы земледелия, мелиоративные проекты и т.п.) обнаруживается явный пробел, но устранить эту диспропорцию и повысить управление почвенным плодородием к требованиям современности можно с помощью модели почвенного плодородия [8]. Основополагающая роль модели плодородия – это содержание значимых характеристик, с целью решения конкретной задачи, к которой невозможно предъявить требования, отражающие все стороны моделируемого объекта или процесса [12].

Биологические основы технологических приемов возделывания ряда культур зависят от реализации потенциального (пассивного) плодородия почв, специфика которых обязательна при выборе объектов локальных моделей плодородия. В локальных моделях плодородия необходимо учитывать, что определенные виды растений или растительные формации предъявляют неодинаковые требования к элементам питания, почвенно-климатическим условиям и породам. Поэтому высокая культура земледелия требует гармоничного улучшения всех факторов.

Построение модели преследует своей целью, прежде всего, нахождение лимитирующих факторов из их существующей и действующей совокупности, определяющих основные черты исследуемого объекта, а затем составление максимально простого его математического описания [7].

По мнению, высказанному в работе [13], считают, что в основу моделирования почвенного плодородия входят фундаментальные свойства почв: минералогический состав, содержание и структура органического вещества почвы, которая в большей степени определяет водный, воздушный, пищевой и тепловой режимы, характеристики которых отражаются на развитии растений.

К настоящему времени можно считать установленным, что влагообеспеченность растений определяется не только количественным содержанием доступной влаги в почве, но (не в меньшей мере) и другими факторами среды обитания растений. В целом эти факторы можно подразделить на 3 взаимосвязанные группы, характеризующие различные части единой экологической среды почва–растение–атмосфера.

Первую группу составляют метеорологические показатели, вторую – факторы, связанные с почвенными условиями, третью – факторы, проявляющиеся через биологические и физиологические особенности растений.

Цель работы – изучение возможности использования метеорологических, физических, химических и биологических изменений, происходя-

щих в лугово-каштановых орошаемых почвах при возделывании озимой зерновой культуры для оценки почвенного плодородия в условиях Терско-Сулакской подпровинции.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования были лугово-каштановые почвы преимущественно тяжелосуглинистого гранулометрического состава, засоленные в различной степени, являющиеся наиболее ценным земельным фондом в условиях Терско-Сулакской подпровинции. Из всех хозяйств Хасавюртовского р-на (с. Батаюрт, с. Покровское и с. Абдурашидотар) лугово-каштановые орошаемые почвы выбраны в качестве ключевого объекта для создания экологической модели высокого плодородия почв.

Образцы почв для анализа на орошаемых участках отбирали из 3-х разрезов (одного основного и 2-х вспомогательных). Кроме этого, дополнительно были отобраны и проанализированы образцы из 5–6 прикопок.

Сумма активных температур воздуха составила ($>10^{\circ}\text{C}$) 3666°C , среднее количество осадков – 393.5 мм, за весенне-летний период – 103 – 117 мм. Переход температур воздуха через 0°C в сторону повышения происходит в феврале, через 5°C – в марте, через 10°C – в апреле.

Наиболее жаркие месяцы – июль–август, среднесуточная температура которых не опускается $<23.4^{\circ}\text{C}$. Величина испарения с поверхности почвы достигает 800 – 900 мм, недостаток воды в почве восполняется орошением. Среднемесячная температура воздуха составляет 24.5 – 28.1°C , среднегодовая температура – 13.4°C , максимальная температура – 41.2°C . Зимы сравнительно мягкие. Самый холодный месяц (2015–2020 гг.) – январь, среднемесячная температура воздуха которого составляла -0.3 – 2.9°C , минимальная температура – -18°C , которые не влияли на перезимовку озимых зерновых культур.

Сведения о термических ресурсах необходимы для решения сельскохозяйственного производства. Влияние температурного режима на продолжительность вегетации составляет от 233 до 237 сут, а для теплолюбивых видов – от 189 до 193 сут. В отдельные годы температурный минимум приходился на январь и февраль, а максимум – на июль и август.

Высокая влажность воздуха (83–89%) отмечена в зимний период, минимальная – в летние месяцы (14–17%), средний показатель за 6 лет составил 69–72%.

Годовое количество осадков составило 307–480 мм, среднегодовое – 393.3 мм. Выпадение осадков в виде снега отмечено в начале ноября и середине января. Порывы ветра (в разные месяцы) составил 18.6 м/с.

Изучение агрофизических и агрохимических свойств почв проведены по методике исследования почв [1, 4, 5, 9]. Оценку почвенного покрова Терско-Сулакской долины проводили в соответствии с разработанной и проверенной на практике методикой бонитировки почв [2, 3]. Критериями бонитировки почв пашни являются их природные диагностические данные, коррелирующие с урожаем озимых колосовых культур, подвергшиеся математической обработке, которые используют для построения бонитировочной шкалы почв. К этим признакам относятся мощность генетического почвенного горизонта (A+B), гумусовое состояние почвы (содержание (в%), запас (в т/га), соотношение C : N), содержание общего азота (в %) и емкость катионного обмена (мг-экв/100 г почвы). Для других признаков почв вводят поправочные коэффициенты для разного гранулометрического состава, степени эродированности и солонцеватости, уровня грунтовых вод и плотных пород, каменистости почвы и гидротермических условий.

Структура урожая озимой пшеницы на опытных делянках определялась отбором по 4 снопа с площади 0.25 см². Величины урожайности озимой пшеницы взяты в сельскохозяйственных районах (с. Батаюрт, с. Покровское и с. Абурашидотар) с учетом соотношения площадей почв в хозяйствах.

Также произведен расчет коэффициента вариации по формуле: $V = \sigma/x$, где σ – среднее квадратичное отклонение, x – среднее, который показал различия показателей: степень рассеивания незначительная при коэффициенте вариации <10%, средняя – от 10 до 20% и значительная при >20 и ≤30%. Если коэффициент не превышал 33%, совокупность была однородной и неоднородной при >33%.

Модель плодородия представляет собой экспериментально установленное сочетание основных почвенных параметров, находящихся в тесной корреляции с уровнем урожайности, состоящая из отдельных блоков, в которых изучают эффективность использования и экологическую устойчивость для дальнейших рекомендаций по регулированию почвенного плодородия.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам исследования, которое проводили в Терско-Сулакской подпровинции на опытной станции им. С.М. Кирова Хасавюртовского р-на разработана экологическая модель плодородия лугово-каштановых орошаемых почв под озимой пшеницей, которая представляет интерес для анализа отдельных составляющих блоков агроэкологии, содержания и состава почв, биометрии и оценки почв.

Блок агроэкологии. Равнинный рельеф местности, удовлетворительный по плодородию почв, теплый климат позволяют развивать сельскохозяйственное производство. Важнейшая группа возделываемых растений на территории исследований – зерновые культуры, а также выращиваемые на корм кормовые культуры.

Метеорологические факторы наиболее активны и изменчивы, они в значительной мере обуславливают величину урожая и его стоимость. Агроэкологические параметры, представленные в табл. 1, совместно определяют состояние и продуктивность агроэкосистемы, влияют в целом на технологические процессы и эффективность сельскохозяйственной деятельности. Основные показатели блока агроэкологии в Терско-Сулакской подпровинции для лугово-каштановой почвы практически идентичны каштановым и луговым почвам, за исключением грунтовых почв.

Блок орошения. Диагностика потребности растений в поливе – один из рассматриваемых вопросов модели плодородия почв. Поливной режим для озимой пшеницы изменяется в зависимости от гидротермических условий (от 5 до 7 вегетационных поливов нормой 500 м³/га). Период вегетационного полива менялся от 66 до 78 сут, межполивной период изменялся от 11 до 21 сут. С орошением расчетного активного слоя (0–70 см) почвы влажность находилась на уровне 70–75% НВ.

Блок почвенного содержания и состава. При разработке моделей плодородия эталоном принята лугово-каштановая орошаемая почва, используемая под посевом озимой пшеницы. Она является лучшей пахотной почвой в зоне каштановых почв. Строение почвенного профиля отражает внутренние процессы, происходящие в почвах, их генезис и развитие. У сохраненного морфологического профиля лугово-каштановой почвы в нижней части профиля процесс оглинивания не выражен. Лугово-каштановые почвы характеризуются тяжелым гранулометрическим составом, где определяющими фракциями являются песчаная, крупнопылеватая и илистая (табл. 2). Неравно-

Таблица 1. Агроэкологические показатели почв Терско-Сулакской подпровинции

Показатель	Интервал вариации	Средний показатель
Рельеф местности	Сухостепная равнина, долина рек	
Уровень грунтовых вод (УГВ), м	1.3–2.3	1.8
Климатические показатели		
Суммарная радиация, ккал/см ²	122–133	128
Сумма активных температур >10°C	3620–3711	3666
Среднегодовая температура, °C	10.8–11.1	10.9
Абсолютный максимум, °C	39–41	40
Абсолютный минимум, °C	26–32	29
Среднегодовая сумма осадков, мм	307–480	394
Период вегетации, сут	198–242	220
Испаряемость, мм/год	733–1346	1040
Количество безморозных суток	188–213	200
Число суток с сильным ветром за год	13–31	22

Таблица 2. Гранулометрический состав лугово-каштановой почвы, %

Индекс горизонта, глубина, см	1–0.25	0.25–0.05	0.05–0.01	0.01–0.005	0.005–0.001	<0.001	0.001–0.0002	<0.0002
A1 (0–19)	1.09	29.4	32.3	14.2	4.32	18.7	5.40	13.3
B1(19–68)	2.73	24.7	23.5	12.7	11.1	25.3	5.79	19.6
B2 (68–86)	1.44	24.2	21.2	6.08	15.8	32.3	11.9	19.5
BC (86–135)	0.91	11.7	42.3	2.13	4.32	38.6	7.05	31.6
Коэффициент вариации, %	53.3	33.5	32.2	64.5	63.0	29.8	39.5	36.6

мерное распределение по генетическим горизонтам, вызванное характером отложений, определяет элювиально-иллювиальное распределение ила.

Количество гумуса лугово-каштановых почв в пахотном горизонте невелико и его большая часть аккумулируется в верхнем гумусовом горизонте (66 т/га) (табл. 3), на глубине 19–68 см горизонта В1 его содержание равно 107 т/га, затем на глубине 68–86 см оно вновь повышалось до 60 т/га, что указывало на погребенный характер горизонта и подтверждает аллювиальное происхождение этих почв. Распределение активных органических веществ исследованных почв сильно варьирует в зависимости от биоклиматических условий сухостепной зоны. Содержание в почве общего азота находилось в полном соответствии с содержанием гумуса по горизонтам почвы и убывало с уменьшением его содержания.

Запасы валового фосфора в почве значительны и достигали в пахотном слое 0.24%, с глубиной

его содержание уменьшалось до 0.18% в слое 19–68 см.

Несмотря на высокие запасы валового фосфора, содержание подвижного фосфора (P₂O₅), определяемого по методу Мачигина, было очень низким и не превышало 1.5 мг в пахотном горизонте и 0.6–0.7 мг/100 г почвы – в подпахотном горизонте, что вероятно было обусловлено высокой карбонатностью почвы, достигающей до 20% в пахотных и подпахотных горизонтах.

Показана средняя обеспеченность гидролизующим азотом (4.1 мг/100 г почвы), высокая – обменным калием (51 мг/100 г почвы) в пахотном слое. С глубиной эти показатели уменьшались неравномерно. На глубине 19–68 см их содержание уменьшалось до 2.7 и 29 мг соответственно, в слое 68–86 см несколько увеличивалось до 2.9 и 35 мг/100 г почвы, на большей глубине опять уменьшалось.

Величина емкости поглощения в пахотном слое почвы была значительной и составляла

Таблица 3. Агрохимические и водно-физические показатели модели плодородия лугово-каштановой почвы

Индекс горизонта, глубина, см	Гумус, т/га	Азот общий, %	Подвижные формы, мг/100 г почвы			Емкость поглощения, мг-экв./100 г почвы	фосфор (валовый)	CaCO ₂ /CO ₂	Гигроскопическая влага, %	Плотность, г/см ³		ППВ, % от веса почвы	Влажность завядания, % от веса почвы	Общая пористость, %
			азот (гидролизующий)	фосфор (подвижный)	калий (обменный)					объемный вес	удельный вес твердой фазы			
A1 (0–19)	66	0.219	4.1	1.5	51	22.4	0.24	21.1	3.98	1.24	2.65	34.8	10.3	45.1
B1 (19–68)	107	0.148	2.7	0.6	29	23.7	0.18	20.9	4.34	1.37	2.71	29.4	12.1	43.3
B2 (68–86)	60	0.190	2.9	0.7	35	30.1	0.21	8.4	5.99	1.45	2.68	28.8	15.2	40.1
BC (86–135)	115	0.150	2.1	0.4	28	25.7	0.19	9.5	5.56	1.47	2.68	28.6	15.5	39.2
Коэффициент вариации, %	32.2	19.3	28.4	60.4	29.7	13.2	12.9	46.6	19.3	7.5	0.9	9.7	18.9	6.6

22.4 мг-экв/100 г, с глубиной (68–86 см) увеличилась на 30.1 мг-экв/100 г, затем происходило ее уменьшение до 25.7 мг-экв/100 г почвы, которое было связано с как гранулометрическим составом, так и с количеством гумуса.

Анализируя агрофизические параметры лугово-каштановых почв, не сложно увидеть, что водно-физические свойства почвы были удовлетворительными (табл. 3). В лугово-каштановых почвах происходили более существенные изменения плотности, особенно в верхних горизонтах. Для пахотного слоя почвы было характерно плотное сложение (объемный вес не превышал 1.24 г/см³), с глубиной по профилю почв происходило его увеличение с 1.24 до 1.47 г/см³ и наоборот, при рассмотрении общей пористости отмечено снижение с 45.1% (гор. А1) до 39.2% (гор. ВС). В более глубоких горизонтах эта разница становилась небольшой, однако тенденция к уплотнению сохранялась. По-видимому, решающее влияние в этом случае оказала худшая водопроницаемость структурных отделеностей. Удельный вес твердой фазы варьировал в пределах 2.65–2.71 г/см³.

Влажность завядания пахотного горизонта была равна 10.3% от объема почвы, глубже она возрастала в связи с утяжелением гранулометрического состава в слоях 19–68, 68–86 и 86–135 см.

При нижнем пределе оптимального увлажнения, равном 0.6% ППВ, поливная норма для 0–50 см слоя почвы составляла 800 м³/га, для 1-метрового слоя – 1200 м³/га.

Средняя скорость впитывания воды с поверхности почвы за 1 ч составляла 85.7 мм/ч. Время

впитывания поливных норм: 600 м³/ч составило 52 мин, 800 м³/ч – 1 ч 15 мин, 1000 м³/ч – 1 ч 57 мин.

Анализ водных вытяжек (табл. 4) показал отсутствие засоления до глубины 68–86 см. Величина сухого остатка до этой глубины варьировала в пределах 0.095–0.188%, что позволило отнести данную почву к поверхностно-незасоленной. Максимальное содержание воднорастворимых солей наблюдали в слое 86–135 см, что не превышало 0.51%. Это свидетельствовало о слабой степени засоления, т.е. указывало на глубокую солончаковатость почвы. Тип засоления по всему профилю – сульфатный, магниевый-кальциевый. Гумусовый горизонт (А1), который формируется на верхней части почвенного профиля, характеризовался значительным накоплением органического вещества и питательных веществ, реакция почвы – нейтральная (рН_{Н₂О} 6.99), с глубиной изменялась на слабощелочную (рН_{Н₂О} 7.21–8.13).

Таким образом, лугово-каштановые почвы опытной станции им. С.М. Кирова, обладая в основном благоприятными водно-физическими свойствами и большими запасами валового азота, фосфора и калия по содержанию доступных питательных веществ бедны подвижным фосфором, слабо- и среднегидролизуемым азотом и очень богаты обменным калием, что также согласуется с исследованиями, проведенными на лугово-каштановых почвах [6, 10, 11].

Блок биометрии. При оценке орошаемых почв Терско-Сулакской подпровинции стоит обратить особое внимание на почвы (каштановые, лугово-каштановые и луговые), характеризующиеся тяжелым гранулометрическим составом. Данные

Таблица 4. Результаты анализа водной вытяжки, мг-экв/на 100 г воздушно-сухой почвы

Разрез № 1	Индекс горизонта (глубина, см)	Солевой состав, % от сухой почвы								pH _{H₂O}
		Сухой остаток	щелочность		Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	поглощенные основания			
			CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺ , Na ⁺ по разности	
A1 (0–19)	0.095	Не обнаружено		<u>0.037</u>	<u>0.006</u>	<u>0.022</u>	<u>0.013</u>	<u>0.003</u>	<u>0.007</u>	6.99
B1 (19–68)	0.134		<u>0.60</u>	<u>0.16</u>	<u>0.45</u>	<u>0.65</u>	<u>0.25</u>	<u>0.31</u>	7.21	
B2 (68–86)	0.188		<u>0.038</u>	<u>0.009</u>	<u>0.050</u>	<u>0.022</u>	<u>0.004</u>	<u>0.012</u>	7.81	
BC (86–135)	0.507		<u>0.61</u>	<u>0.24</u>	<u>1.03</u>	<u>0.82</u>	<u>0.27</u>	<u>0.52</u>	8.13	
Коэффициент вариации, %	81.4		–	<u>0.041</u>	<u>0.011</u>	<u>0.091</u>	<u>0.034</u>	<u>0.005</u>	<u>0.018</u>	6.9
			<u>0.68</u>	<u>0.32</u>	<u>1.90</u>	<u>0.70</u>	<u>0.40</u>	<u>0.80</u>		
			<u>0.027</u>	<u>0.021</u>	<u>0.307</u>	<u>0.044</u>	<u>0.010</u>	<u>0.027</u>		
			<u>0.44</u>	<u>0.60</u>	<u>6.40</u>	<u>4.25</u>	<u>0.80</u>	<u>1.17</u>		
			<u>17</u>	<u>55.32</u>	<u>110.2</u>	<u>48.1</u>	<u>56.5</u>	<u>53.7</u>		
			<u>17.4</u>	<u>58.03</u>	<u>110.6</u>	<u>109.9</u>	<u>59.4</u>	<u>53.2</u>		

Примечание. Над чертой – %, под чертой – мг-экв/100 г.

Таблица 5. Биометрические показатели озимой пшеницы Терско-Сулакской подпровинции

Орошаемые почвы (населенный пункт)	Высота, см	Длина колосьев, см	Количество зерен	Масса зерна в колосе, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га
	см		в колосе, шт.	г		
1. Каштановые (Батаюрт)	126–138	5.6–5.8	29–30	1.3–1.4	40.5–43.6	34.7–38.6
2. Лугово-каштановые (с. Покровское)	132–140	6.1–6.5	32–33	1.5–1.6	43.1–46.3	35.3–39.3
3. Луговые (с. Абдурашидотар)	131–144	6.2–6.7	30–33	1.4–1.5	42.3–45.6	36.7–39.5
<i>HCP</i> ₀₅ (ц/га)						0.87
<i>HCP</i> ₀₅ (%)						2.4

Примечание. На всех типах почв возделывали сорт Гром.

урожайности в опытах с удобрениями получены в основном при внесении минеральных удобрений в оптимальных (или близких к оптимальным) дозах, при высоком уровне агротехники. Поэтому эти данные представляют собой объективный материал для сравнения урожайности (и бонитетам) почв. В табл. 5 представлены результаты фенологических исследований озимой пшеницы на почвах Терско-Сулакской подпровинции.

Блок оценки. Сравнительная оценка качества почвы как среды для жизни растений строится на сопряженном использовании данных свойств почв и среднесуточных показателей урожайности основных сельскохозяйственных культур.

Полученные таким образом данные показали, что наивысшие урожаи получены на всех типах почв Терско-Сулакской низменности, в горизон-

тах А и В которых содержалось глинистых частиц размером <0.01 от 35 до 50% и <0.001 мм – от 10 до 20%. С уменьшением или увеличением указанного количества частиц наблюдали снижение урожайности на 3–5 ц/га.

Сопоставление шкал низкого, среднего и высокого уровня интенсивности земледелия показало, что относительные бонитеты возрастали наиболее сильно для лугово-каштановых почв, несколько возрастали для каштановых почв и уменьшались для луговых почв. Изменение соотношений бонитетов почв при росте земледелия представляет собой закономерное явление, которое объясняется в первую очередь бедностью их питательными веществами, повышенной окультуренностью. При высоком уровне земледелия обеспечение лугово-каштановой почвы (весьма

Таблица 6. Анализ шкалы баллов бонитета в зависимости от факторов для Терско-Сулакской подпровинции

Орошаемые почвы (населенный пункт)	Оценочный балл бонитета в зависимости от факторов		
	свойства почв	биологическая урожайность озимой пшеницы (ц/га)	средний
1. Каштановые (с. Батаюрт)	76	75 (36.6)	75.5
2. Лугово-каштановые (с. Покровское)	79	76 (37.3)	77.5
3. Луговые (с. Абдурашидотар)	69	78 (38.1)	73.5

Примечание. Основные оценочные баллы даны для полнопрофильных разновидностей почв тяжелосуглинистого гранулометрического состава.

отзывчивой на внесение минеральных удобрений) достаточным количеством питательных веществ и мелиоративных мероприятий по повышению плодородия почв приводит к общему значительному увеличению их бонитетов. Тем не менее, на фоне достаточного обеспечения питательными веществами и достаточного увлажнения рост урожайности озимой пшеницы на лугово-каштановых почвах ограничивается до 37.3 ц/га и уступает луговым на 0.8 ц/га, которое, на наш взгляд, зависит от степени увлажнения и других факторов.

Таким образом, гранулометрический состав почвы в условиях Терско-Сулакской подпровинции не поддается балльной оценке. Поэтому его влияние на плодородие почв приходится выражать через поправочные коэффициенты.

В условиях орошения Терско-Сулакской подпровинции наибольшая связь урожайности озимой пшеницы на лугово-каштановых почвах отмечена с баллом бонитета — 76, где средний балл составил 77.5 (табл. 6).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявленные и установленные в ходе исследования факты и сведения позволили заключить, что разработка экспериментальных проектов на основе экологической модели плодородия под посевом озимой пшеницы непосредственно повлияет на дальнейшее управление процессом плодородия. Представленные данные, показывающие улучшение основных почвенных свойств лугово-каштановых орошаемых почв под посевом озимой пшеницы, имеют агропроизводственную ценность для практики, рекомендаций и внедрения, которые обеспечивают целенаправленное и эффективное решение основных теоретических и практических задач сохранения плодородия почвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 488 с.
2. *Баламирзоев М.А., Аличаев М.М.* Качественная оценка орошаемых почв равнинного Дагестана: метод. рекоменд. Махачкала, 1983. 21 с.
3. *Баламирзоев М.А., Мирзоев Э.М.-Р., Аджиев А.М., Муфараджеев К.Г.* Почвы Дагестана. Экологические аспекты их рационального использования. Махачкала: Дагестан. кн. изд-во, 2008. 336 с.
4. *Вадюнина А.Ф.* Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
5. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 2010. 352 с.
6. *Загородный Г.П.* Изменение природных и агрохимических свойств лугово-каштановой почвы при освоении системы удобрений // Тр. ДагОХИ. Махачкала, 1959. Т. 11. С. 19–27.
7. Модели плодородия почв и методы их разработки: Науч. тр. М.: ВАСХНИЛ, Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 1982. 124 с.
8. *Пахомя О.Г., Татаринцев Л.М.* Теоретические и методологические вопросы моделирования почвенного плодородия // Вестн. Алтай. ГАУ. 2004. № 4. С. 180–182.
9. Рекомендации по методике проведения наблюдений и исследований в полевом опыте. Саратов: Приволжск. кн. изд-во, 1973. 223 с.
10. *Салманов А.Б.* Результаты полевых опытов с минеральными удобрениями на лугово-степных почвах // Тр. отдела почвовед. Дагестан. филиала АН СССР. Махачкала, 1959. Т. 4.
11. *Теймуров С.А., Ярмагомедов А.Н., Рамазанов А.В., Бабаев Т.Т.* Влияние видов удобрений на динамику питательных веществ в пахотном слое лугово-каштановой почвы в условиях орошения // Вестн. рос. сел.-хоз. науки. 2021. № 2. С. 51–55.
12. *Шишов Л.Л., Дурманов Д.Н., Карманов И.И., Ефремов В.В.* Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв. М.: Агропромиздат, 1991. 305 с.
13. *Шишов Л.Л., Карманов Д.Н., Дурманов Д.Н.* Критерии и модели плодородия почв. М.: Агропромиздат, 1987. 184 с.

Ecological Model of Soil Fertility of Meadow-Chestnut Irrigated Soils for Winter Grain Crops

S. A. Teymurov^{a,#}, A. V. Ramazanov^a, K. M. Ibragimov^a and , and S. N. Imashova^a

^a*Federal Agricultural Research Center of the Republic of Dagestan
ul. A. Shahbanova 30, MKR Nauchnyj gorodok, Makhachkala 367014, Russia*

[#]*E-mail: samteim@rambler.ru*

A conceptual model of fertility has been developed in order to understand the physical, chemical and biological changes occurring in meadow-chestnut irrigated soils during the cultivation of winter grain crops in the Tersko-Sulak sub-province of the Republic of Dagestan. The fertility model represents an agroecosystem that guarantees high yields of winter wheat. The study of agrophysical and agrochemical properties of soils was carried out according to the methodology of soil research. The assessment of the soil cover was carried out in accordance with the developed and proven in practice methods of soil bonification. The yield values of winter wheat were taken in the studied areas, taking into account the ratio of soil areas in farms. The coefficient of variation is calculated according to the formula: $V = \sigma/x$. The analysis of the main indicators of the agroecology block for meadow-chestnut soil showed almost identical results with chestnut and meadow soils, with the exception of the behavior of ground soils. The irrigation regime for winter wheat may vary depending on hydrothermal conditions (from 5 to 7 vegetation watering with a norm of 500 m³/ha). The amount of humus in meadow-chestnut soils is small and most of it accumulates in the upper humus horizon (66 t/ha). The distribution of active organic substances of the studied soils varies greatly depending on the bioclimatic conditions of the dry steppe zone. The content of total nitrogen in the soil is in full accordance with the content of humus in the soil horizons and decreases with a decrease in its content. The reserves of total phosphorus in the soil are significant and reach 0.24% in the arable layer, with a depth of its content decreases to 0.18% in the layer of 19–68 cm. Despite the high reserves of total phosphorus, the content of mobile phosphorus (P₂O₅) is very low and does not exceed 1.5 mg in arable and 0.6–0.7 mg/100 g of soil in the sub-arable soil horizon, which is probably due to the high soil carbonate content reaching up to 20% in arable and sub-arable horizons. The content of hydrolyzable nitrogen showed average availability (4.1 mg/100 g of soil), exchangeable potassium – high (51 mg/100 g of soil) for the arable layer. In the conditions of irrigation of the Tersko-Sulak substructure, the greatest correlation of winter wheat yield was noted for meadow-chestnut soils with a bonus score of 76, where the average score was 77.5.

Key words: ecology, soil, fertility, agrochemistry, irrigation, winter wheat, biometrics, Tersko-Sulak substructure.