



Рис. 3. Динамика изменения состояния растений гвоздики-травянки при отсутствии полива в зависимости от субстрата

Заключение. Применение цеолитсодержащего трепела Хотынецкого месторождения для оптимизации роста и развития растений (в частности при недостатке влаги) в качестве компонента субстрата рекомендуют использовать как минеральную водоудерживающей

добавку пролонгированного действия в смеси с торфом (1 часть трепела : 3 части торфа).

В качестве основного компонента субстрата для выращивания контейнерных растений при озеленении города предлагают использовать термомодифицированный цеолитсодержащий трепел Хотынецкого месторождения в смеси с торфом в соотношении 1:1.

Литература

1. Матыченков В.В. Роль подвижных соединений кремния в растениях и системе почва-растение: автореф. на соиск. степ. доктора биол. н. – Пушкино, 2008.
2. Матыченков В.В., Аммосова Я.М., Бочарникова Е.А. Влияние кремниевых удобрений на растения и почву // Агрохимия. - 2002. - № 2. - С. 86–93.
3. Машина Т., Вербицкий В., Ходырев В. Новая эффективная добавка к субстрату // Цветоводство. - 2008. - Май-июнь.
4. Шеякова Н.И., Кузнецов В.В., Карпачевский Л.О. Причины и механизмы гибели зелёных насаждений при действии техногенных факторов городской среды и создание стрессоустойчивых фитоценозов // Лесной вестник. - 2000. - №6. - С. 25-33.
5. Минеев В.Г. Экологические функции агрохимии. Удобрения и химические мелиоранты в агроэкосистемах. – М.: Изд-во. МГУ, 1998.

EVALUATION OF EFFECTIVENESS OF PEAT SUBSTRATES WITH ZEOLITE-CONTAINING TRIPOLITE ADDITION

A.V. Isachkin¹, V.A. Kryuchkova¹, V.M. Hodyrev², D.D. Gosse³, M.A. Panina³,

¹ RSAU-MTAA, Timiryazevskaya ul. 49, 127550, Moscow, Russia,

² ООО "CeoTradeResurs", Elektrozavodskaya ul. 52 bld. 6, 107023 Moscow, Russia, ³ MSU, Leninskie gory 1 bld. 12, 119991 Moscow, Russia
E-mail: d9151054555@gmail.com, marinapanina63@yandex.ru

In order to help plants adapt in urban conditions it is recommended to use zeolite-containing tripolite of the Hotynets deposit as a mineral water-retaining additive of prolonged action in mixture with peat (1 part of the zeolite : 3 parts of peat) to optimize the growth and development of plants (in particular when there is a lack of moisture) as a component of the substrate. As the main component of the substrate for growing container plants when planting a city, it is recommended to use a thermomodified zeolite-containing tripolite of the Hotynets deposit mixed with peat in a 1: 1 ratio.

Keywords: zeolite-containing tripolite, maiden pink, optimization, soil improver, moisture-retaining component, peat, stress resistance.

УДК 631.474

БОНИТИРОВКА ПОЧВ ПРЕДГОРНЫХ РАВНИН СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ

В.А. Седых*, д.с.-х.н., М.Е. Котенко**, к.б.н., Н.М. Садуакасов*, К.В. Савич*,
*РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, **Дагестанский технический университет

Доказывается, что бонитировочные шкалы должны отличаться для приморской, центральной и подгорной равнин Дагестана, в связи как с их различными биоклиматическими условиями и почвами, так и с разным характером сельскохозяйственного использования (под пашню, сенокос, пастбище).

Показана необходимость учета в бонитировках изменения свойств почв с глубиной почвенного профиля, взаимосвязей между свойствами почв. При этом подвижные формы НРК, засоленность почв значительно изменяются во времени и в пространстве, в связи с чем, использование их в бонитировках ограничено.

Для пахотных угодий при оценке их биопродуктивности определяют урожай разных районированных сельскохозяйственных культур. Однако для сенокосов и пастбищ необходимо учитывать содержание фитомассы в отдельные периоды вегетации. Так, в мае зависимость фитомассы от содержания подвижных форм P_2O_5 описывалась уравнением: $Y = 175X + 124$; $R^2 = 0,92$, а в июне – $Y = 229X + 99$; $R^2 = 0,74$. Зависимость фитомассы от содержания гумуса описывалась в мае уравнением: $Y = 88X - 16$; $R^2 = 0,72$, а в июне – $Y = 57X - 8$; $R^2 = 0,47$.

Обращено внимание на связь бонитета почв со степенью развития пастбищной дигрессии, эрозии, техногенной нагрузки, степенью засоления всего профиля почв без идентификации характера засоления.

Отмечена целесообразность оценки бонитета почв приморской, центральной и предгорной равнин по интегрированной цветовой гамме космических снимков территории с использованием метода компьютерной диагностики в цветовых системах RGB, CMYK.

Ключевые слова: бонитировка почв, каштановые почвы, засоление, дигрессия, сухостепная зона.

DOI:10.25680/S19948603.2018.101.13

Бонитировка почв имеет важное агрономическое, экологическое и экономическое значение. Балл почв определяет кадастровую оценку земель, налог на землю

и рыночную стоимость земель. Отдельные регионы России находятся в разных гидротермических условиях, и в них развиваются определенные почвы. Это вы-

зывает необходимость разработки селективных бонитировочных шкал для отдельных почвенных поясов, зон, подзон, провинций и фаций и необходимость учета в этих бонитировочных шкалах тех свойств почв, которые в наибольшей степени определяют плодородие почв [2]. При этом степень влияния отдельных свойств почв на урожай различных сельскохозяйственных культур, выращиваемых в конкретных регионах России, различается [3, 9, 10]. Особенности разработки бонитировочных шкал характеризуются и предгорные районы Дагестана [1].

В разработанных бонитировках учитывается содержание в почвах гумуса, валовых форм азота, фосфора и калия, емкость поглощения почв. Поправочные коэффициенты вводятся на гранулометрический состав почв, мощность гумусовых горизонтов $A + B_1$, запасы гумуса, степень засоления почв, уровень засоленных грунтовых вод, на каменистость и эродированность почв [1, 12].

Состав солей, содержание подвижных форм фосфора и калия, легкогидролизуемого азота значительно варьируют во времени и в пространстве, и их учет в бонитировочных шкалах нецелесообразен. В оценке балла почв по урожайности учитывают урожай озимой пшеницы. Степень влияния отдельных свойств почв на урожай и балл почв зависит от сочетания свойств почв и, в первую очередь, для отдельных типов почв разного гранулометрического состава, различается для орошаемых почв и богарных условий [1].

По данным М.А. Баламирзоева с соавторами, балл светло-каштановых почв для предгорий Дагестана равен 50, каштановых – 64, темно-каштановых – 97. Авторы учитывали содержание гумуса, емкость поглощения, валовое содержание NPK, мощность горизонтов $A_1 + B_1$ и не учитывали засоление почв и содержание подвижных форм элементов питания в связи с их большим варьированием во времени и в пространстве. Для высокогорных районов дополнительно учитывали величину pH. Для отдельных участков пахотных почв при оценке балла почв принимали во внимание урожайность пшеницы.

Для пахотных земель авторы вводили поправочные коэффициенты на эродированность, гранулометрический состав, глубину залегания грунтовых вод, засоленность. Однако, для пастбищных угодий рассмотренные подходы к оценке земель нуждаются в уточнении.

По полученным данным, бонитировочные шкалы должны различаться для приморских, центральных и предгорных равнин Дагестана, для разного сельскохозяйственного использования почв и при выращивании различных сельскохозяйственных культур. Степень влияния независимых переменных на бонитет почв зависит от закономерности изменения свойств почв по почвенному профилю, взаимосвязи между свойствами почв, экологического состояния территорий, проявления эффектов синергизма (одни свойства усиливают влияние других) и антагонизма (одни свойства уменьшают влияние других на урожай) по влиянию свойств почв на урожай. Влияние на бонитет свойств почв зависит от планируемого урожая, а для сенокосов и пастбищ необходимо учитывать динамику фитомассы в течение вегетационного периода.

Объектом исследования выбраны почвы различных равнин Дагестана: каштановые, лугово-каштановые, засоленные и солонцеватые [5, 6, 9, 12].

Методика. Состояла в математической обработке полученных экспериментальных данных по свойствам изучаемых почв, изменяющихся в сезонной динамике [11] под влиянием дигрессии, в установке связей бонитета почв с урожайностью, биопродуктивностью, деградацией почв [9, 10], в компьютерной оценке цветовой гаммы космических снимков территории [7].

Экспериментальная часть. 1. По существующим методикам бонитет почв оценивают по свойствам пахотного или верхнего гумусированного слоя. Однако корни растений проникают глубже 25 см, и свойства подпахотных слоев могут влиять на бонитет в большей степени, чем свойства Ап, например, в случае засоления почв. Это иллюстрируется данными таблицы 1.

1. Математические закономерности изменения свойств почв с глубиной почвенного профиля

Почва	Уравнение регрессии	Индекс корреляции (r)
Солончак	$Ca = 31,6 + 0,07H$	0,37
	$Na = 1,9 - 0,01H$	-0,1
	$Гумус = 4,2 - 0,01H$	-0,04
Каштановая	$Ca = 40,9 + 0,01H$	0,16
	$Mg = 6,7 - 0,1H$	-0,77
	$Na = 2,6 - 0,01H$	-0,31

Свойства почв, лимитирующие урожай, часто приурочены не к верхнему слою почв, а к более глубоким горизонтам почвенного профиля. Например, в луговой солончаковой почве в слое 0-10 см плотный остаток составил 0,1%, а в слое 30-40 см – 0,4%, содержание хлора, соответственно, 0,4 и 0,8, SO_4 – 0,1 и 3,9 мг-экв/100 г. В то же время в темно-каштановых почвах эти показатели на рассматриваемых глубинах были близки.

Изменение свойств почв по почвенному профилю описывается разными математическими уравнениями с неодинаковой степенью точности. Очевидно, что для оценки бонитета почв лучше взять уравнения, описывающие этот процесс наиболее точно. Это поясняют данные таблицы 2.

2. Математическое описание изменения свойств каштановых почв и солончака по профилю

Зависимость	Уравнение	Индекс корреляции (r)
Каштановая почва		
$P_2O_5 = f(H \text{ см})$	$Y = 9,12 - 0,98 \cdot \ln H \text{ см}$	-0,51
$Гумус = f(H \text{ см})$	$Y = 3,9 + 9,2/H \text{ см}$	-0,21
Солончак		
$P_2O_5 = f(H \text{ см})$	$Y = 4,2 + 0,03 H \text{ см}$	0,23
$Гумус = f(H \text{ см})$	$Y = 1,7H \text{ см}/(-2,8 + H \text{ см})$	-0,35

2. При вычислении балла почв не учитывают взаимосвязи между свойствами почв, которые, с нашей точки зрения, существенно влияют на плодородие почв. Пример взаимосвязи между свойствами каштановых почв приведен ниже.

Связь	r^2
$P_2O_5 = 85,7 - 1,3Ca$	-0,35
$P_2O_5 = 115,1 - 7,4pH$	-0,21
$S = 9,5 \cdot \text{гумус} - 6,5$	0,96

Полагаем, что взаимосвязи следует учитывать при расчете степени влияния (X_i) – свойства почв (k_i) на бонитет (Y): $Y = \sum k_i X_i$.

Однако уравнения регрессии зависимости бонитета почв или урожайности сельскохозяйственных культур, степени выполнения почвой любой экологической

функции правомочны только в определенных лимитах независимых переменных (влажности, температуры, содержания гумуса, засоления, эрозии и т.д.), на основании которых уравнения регрессии вычислены. При этом между свойствами почв проявляются эффекты синергизма и антагонизма. Например, зависимость содержания подвижных форм фосфатов от рН и гумуса в интервале рН от 4,5 до 7,0 и от 7,0 до 8,0.

3. Бонитет почв оценивают по содержанию гумуса, подвижных форм биофильных элементов. Однако, согласно произведенным расчетам для почв Дагестана, зависимость биомассы от этих показателей различается для разных сроков вегетационного периода. Это проиллюстрировано в таблицах 3 и 4.

3. Содержание фитомассы от подвижных форм P_2O_5

Месяц	Уравнение регрессии	R^2
Май	$Y = 175X + 124$	0,92
Июль	$Y = 229X + 99$	0,74
Сентябрь	$Y = 219X + 43$	0,72

В течение вегетационного периода меняется и степень влияния свойств почв на биопродуктивность угодий.

4. Зависимость фитомассы от содержания гумуса в светло-каштановых почвах

Месяц	Уравнение регрессии	R^2
Май	$Y = 88X - 16$	0,72
Июль	$Y = 57X - 8$	0,47
	$Y = 71X - 9$	0,60

Как видно из представленных в таблицах данных, наибольшее влияние содержания гумуса на развитие фитомассы отмечено в мае - в ранний период развития растений.

На разных целинных почвах развиваются определенные растительные сообщества. Так, на солончаке луговом глинистом на аллювиальных карбонатных суглинках развивается свинойро-петросиневый солончаковый луг, на лугово-каштановой глубокосолончаковой почве - злаково-бобово-разнотравный остепненный луг. Вряд ли целесообразно оценивать их биопродуктивность по урожайности озимой пшеницы.

Ж. Кузембайулы [4] с соавторами отмечает, что при бонитировке почв пастбищных угодий необходимо учитывать биопродуктивность и качество пастбищного корма, которые изменяются по сезонам.

Согласно исследованиям авторов, полукустарниково-эфемеровые угодья имели в среднем за год продуктивность 2,7 условных кормовых единиц, балл 100, а эфемерово-крупнотравные - 2,2 к.е., балл 82. Для деградированных участков балл снижался в 5 раз. Кормоёмкость (число голов на 1 га) составляла для полукустарниково-эфемеровых травостоев 1,4 за год и 2,3 весной; для солянковых - 0,22 за год и 0,38 осенью.

По полученным данным, состав травостоя меняется и по сезонам. Так, на солончаке типичном весной надземная фитомасса составляет 63 ц/га при господстве мятлика луковичного, бурачка пустынного летом при фитомассе 90 ц/га в составе ассоциаций преобладают петросиния, франкиния, кермек, осенью при фитомассе 125 ц/га - петросиния, солянка древовидная [5, 6]. У этих ассоциаций разные биохимический состав и ценность при использовании угодий под сенокос или пастбище.

Биопродуктивность угодий, свойства почв, а следовательно и балл почв, зависят от интенсивности сельскохозяйственного использования почв. При этом меняется и влияние свойств почв на бонитет. Так, при использовании почв при орошении возрастает роль влияния на урожай водно-физических свойств почв и их воздушного режима, что практически не учитывается в бонитировочных шкалах. При внесении удобрений важны сорбционные свойства почв, показатели содержания подвижных форм биофильных элементов. При низких урожаях важны показатели кислотно-основного состояния и засоления, при более высоких - содержание элементов питания, при еще более высоких - обеспеченность почв микроэлементами, ферментативная и микробиологическая активность почв.

В проведенных исследованиях показано значительное влияние на биопродуктивность угодий микробиологической активности почв, оцениваемой методом мультисубстратного тестирования. Максимальное здоровье микробных сообществ $G = 160 - 230$ было характерно для луговых, лугово-каштановых почв центральной равнины, минимальное - для солончаков. При этом учитывались метаболическая работа микробных сообществ и число потребляемых субстратов.

По полученным данным, биопродуктивность угодий зависела от интенсивности пастбищной нагрузки, приводящей к уменьшению надземной массы растений и к увеличению массы экскрементов, смене растительных ассоциаций, к изменению гумусового состояния, минералогического состава, степени и характера засоления почв. При этом ценные в кормовом отношении виды сменялись менее ценными. При увеличении пастбищной нагрузки от 1 до 4 овец на 1 га биомасса летом снижалась с 34,7 до 19,3 ц/га, осенью - с 64,1 до 34,5 ц/га. Применение удобрений позволило увеличить пастбищную нагрузку с 2 до 3 овец на 1 га [1, 12].

Согласно новым направлениям оценки земель в Западной Европе, большое значение при оценке бонитета почв и цены на землю имеет выполнение почвами экологических функций и экологических сервисов [10]. Очевидно, это должно рассматриваться и для данной территории.

Была проведена оценка корреляции с бонитетом типа почв гранулометрического состава, засоленности, эродированности, техногенной нагрузки, современного агроэкологического состояния, опустынивания.

По полученным данным, бонитет исследуемых почв зависел от эродированности почв, техногенной нагрузки, засоленности почв (табл. 5).

5. Связь бонитета почв исследуемой территории со степенью деградации почв (в кодированных переменных)

Средний балл по свойствам и урожайности	Эродированность	Засоление
> 50		
59,4±1,5	7,3±0,5	1,7±0,1
50-25		
31,1±0,5	17,4±1,0	3,4±0,1

Балл почв закономерно уменьшался с увеличением степени эродированности и техногенной нагрузки, но меньше коррелировал со степенью засоления почв, что связано, очевидно, с несовершенством методики оценки засоления почв.

Анализ методом компьютерной диагностики цветовой гаммы космических снимков в разных диапазонах

спектра и построение интегральной картограммы цветовой гаммы [7] четко выделили приморскую, центральную и предгорную равнины Дагестана по интенсивности цветов в системах RGB.

Эти части равнины существенно различались по почвообразующим породам, гидротермическим условиям, почвам, характеру и степени засоления [5, 6]. Очевидно, они должны различаться и по свойствам почв, учитываемым в бонитировке, по биопродуктивности разных растительных ассоциаций, по выполнению почвами определенных экологических функций с учетом прогноза изменения данных показателей во времени.

С нашей точки зрения, бонитировка почв для разных целей их хозяйственного использования должна быть индивидуальной. Одни свойства больше определяют урожай на орошаемых землях, другие – в богарных условиях, третьи – при использовании под сенокос или выпас (обусловлено и разными выращиваемыми культурами).

Разные почвы, образующиеся при определенных сочетаниях факторов почвообразования, должны использоваться для определенных хозяйственных целей. Показатели, применяемые для бонитировки этих почв, должны различаться: иначе почвы под пастбища, имеющие низкий балл бонитета, при оценке их под пастбище могут дать больший доход на 1 га, чем почвы пахотных угодий. Это определит несоответствие налога

на землю ее стоимости и рентабельности сельскохозяйственного использования.

Литература

1. Баламирзоев М.П., Мирзоев Э.М., Аджиев А.М., Муфараджиев К.Г. Почвы Дагестана, экологические аспекты их рационального использования. - Махачкала: Дагестанское книжное изд-во, 2008. - 336 с.
2. Государственная кадастровая оценка земель с.-х. назначения/ Под ред. Носова С.И. - М.: Роснедвижимость, 2006. - 298 с.
3. Карманов И.И., Булгаков Д.С. Методика почвенно-агроклиматической оценки пахотных земель для кадастра. - М.: РАСХН, 2012. - 122 с.
4. Карынбаев А.К., Кузембайұлы Ж. Биоэкологические зоны пустынных пастбищ Республики Казахстан. - Алматы: Изд. Бастау, 2007. - 176 с.
5. Котенко М.Е., Зубкова Т.А. Почвы и фитоценозы подгорно-приморских равнин Западного Прикаспия республики Дагестан. - Махачкала, 2012. - 176 с.
6. Котенко М.Е., Гаджиева Э.М. Почвенно-экологический мониторинг процессов засоления почв Терско-Сумакской низменности// Изв. высших уч. зав. Северо-Кавказского региона. Естественные науки. - 2013. - №6. С. 82-87.
7. Кирюшин В.И., Савин И.Ю., Савич В.И. и др. Использование дистанционных методов исследования для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия. - М.: РГАУ-МСХА, 2014. - 180 с.
8. Практическое руководство по технологиям улучшения и использования сенокосов и пастбищ лесостепной и степной зон. - М.: Агропромиздат, 1987. - 142 с.
9. Савич В.И., Гатаулин А.М., Сычев В.Г., Саидов А.К. Оценка земель. - М.: ВНИИА, 2010. - 450 с.
10. Савич В.И., Булгаков Д.С., Савич К.В., Доронкина Т.В. Бонитировка почв. - М.: ВНИИА, 2017. - 200 с.
11. Савич В.И., Наумов В.Д., Котенко М.Е. Локальное протекание почвообразовательных процессов, как фактор корректировки моделей плодородия почв// Международный с.-х. журнал. - 2017. - №1. - С. 49-53.
12. Саидов А.К. Опустынивание почв водно-аккумулятивных равнин аридных областей юга России. - Махачкала, 2010. - 262 с.

EVALUATION OF PIEDMONT PLAINS SOILS IN DRY STEPPE ZONE

V.A. Sedyh¹, K.V. Savich¹, M.E. Kotenko², N.M. Saduakasov²,
¹ RSAU MTAА, Timiryazevskaya ul. 49, 127550, Moscow, Russia,
² DGTU, Imama Shamilya pr. 70, 367026 Makhachkala, Republic of Dagestan, Russia

The current study demonstrates that soil ratings must be different for coastal, central and piedmont plains of Dagestan because of different bioclimatic conditions, soils and type of agricultural use (for tillage, haymaking and pasture respectively).

The study also shows that during the evaluation it is necessarily to take in account the dynamic of soil properties throughout the soil profile and connections between soil properties. At the same time the content of mobile nitrogen, phosphorus potassium and soil acidity are very labile parameters, and this property limits the usage of them for evaluation purposes.

For evaluation of croplands it is usual to calculate the yield of the different standard crops. Nevertheless, for haymaking and pastures it is necessarily to take in account the percentage of phytomass in the different stages of ontogenesis. On May the correlation between phytomass and mobile compounds of P₂O₅ was described by this calculation: Y=175X+124; R²=0.92, on June the same correlation described by this equation: Y=229X+99; R²=0.74. the correlation between phytomass and humus on May was described by this equation: Y=88X-16; R²=0.72, on June the same correlation was described by this calculation: Y=57X-8; R²=0.47.

The connection between soil evaluation and degree of pasture degradation, erosion, man-induced impact and degree of whole soil profile salinization without identification of salinization nature also attracted our attention.

Our study also demonstrated the usefulness of croplands space photos with integrated color palette and computer-aided diagnosis in color systems RGB and CMYK for evaluation of coastal, central and piedmont plains.

Key words: evaluation of soils, chestnut soils, salinization, degradation, dry steppe zone.

УДК 631.8: 631.445.24

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ИЗВЕСТКОВАНИИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

А.Н. Налиухин, д.с.-х.н., Вологодская ГМХА, Г.Е. Мёрзлая, д.с.-х.н., А.С. Максимова, ВНИИА,
 О.В. Силуянова, Д.А. Белозёров, А.В. Ерегин, Вологодская ГМХА

Работа выполнена по госзаданию на 2018 г. №0572-2014-0012

Установлена в звене полевого севооборота на дерново-среднеподзолистой почве при изучении действия различных систем удобрения эффективность органоминеральной системы с внесением навоза и минеральных удобрений в полных дозах. Ее применение обеспечило высокую среднегодовую продуктивность – 45,8-52,2 ц з.е., что в 2 раза