

Элементный состав почв в хозяйствах Астраханской области

Сафонов В.А., Салимзаде Э.А.О., Браташова Т.С.

Астраханский государственный университет

Почвы некоторых районов Астраханской области характеризуются недостаточной обеспеченностью отдельными микроэлементами, важными для растений и животных. В данном исследовании был изучен микроэлементный состав гумусового горизонта почв, отобранных в двух хозяйствах Приволжского и Трусовского районов. Установлено, что пробы светло-каштановых и бурых почв имели слабощелочную и щелочную реакции, а также содержали валовые концентрации Co, Cu, Mn, Se (на 2 из 3 участков) и Zn в оптимальных границах. Отмечена ниже средней обеспеченность почв молибденом. Валовые концентрации кадмия, никеля и свинца не превышали предельно допустимые концентрации. На 2 из 3 рассматриваемых участках выявлено превышение норм содержания мышьяка в 1,9 и 3,1 раза, которое, вероятнее всего, не отразится на качестве кормового травостоя. Таким образом, почва на территориях животноводческих хозяйств является пригодной для устройства заготовительных полей и пастбищ.

Ключевые слова: почва, элементный состав, токсиканты, Астраханская область.

Введение

Астраханская область характеризуется рядом агроэкологических проблем, среди которых аридный климат с острым дефицитом осадков, бедные гумусомзасоленные почвы, сильные эрозивные процессы. В результате в регионе очень незначительная часть площади используется под пашни (7%), примерно столько же – под сенокосы (7,3%), а большая часть используемых земель представляет собой пастбища (49,5%) [1, 2]. Данные многолетних наблюдений говорят о дефиците питательных элементов в почвах Астраханской области. Недостаток макроэлементов: калия, фосфора, азота на пахотных землях во многом связан с постоянным их выносом из агробиоценозов с получаемым урожаем. При этом отрицательный баланс элементов не удается полностью компенсировать внесением удобрений.

Астраханская область также представляет собой биогеохимическую провинцию, дефицитную по микроэлементам. Их недостаток вызывает нарушение жизненно важных процессов в растениях, снижая темпы роста, замедляя смену фенологических фаз, накопление зеленой массы. Низкое поступление микроэлементов из почвы в растения обуславливает невозможность передачи необходимых количеств по цепи «почва-растение-животное», в результате у последних развиваются патологические изменения – комбинированные гипомикроэлементозы. Гипомикроэлементозы животных и птиц снижают их жизнеспособность, количество и пищевую ценность получаемой продукции, отрицательно сказываются на темпах воспроизводства поголовья, микроэлементном статусе и сохранности потомства [3-6]. Наиболее часто в почвах, прилегающих к г. Астрахани, диагностируют низкие уровни селена ($0,24 \pm 0,004$ мг/кг), йода ($0,3 \pm 0,009$ мг/кг) и кобальта ($6,9 \pm 0,87$ мг/кг). Низкие уровни этих эссенциальных элементов устанавливаются также в водах и производимых на местных предприятиях кормах. Дефицит йода и селена приводит к частым случаям дисфункций щитовидной железы у животных и человека на территории области [7, 8]. Недостаточность кобальта усугубляется тем, что на долю его малоподвижных и неподвижных форм может приходиться 95% валового количества, дефицит элемента нарушает процессы фотосинтеза, снижает устойчивость к засухе. Обеспечение животных кобальтом важно для синтеза белков, витамина B12 и активации ряда ферментов [9, 10].

Среди положительных черт региона можно выделить то, что с точки зрения контаминации почв токсичными элементами обстановка в Астраханской области считается благополучной. Результаты исследований, приводимые в литературе, свидетельствуют об отсутствии превышения предельно допустимых концентрация (ПДК) валовых и подвижных форм тяжелых металлов [11].

Уровни микроэлементов в одном и том же типе почв могут варьироваться в широких границах, из-за чего в пределах хозяйств целесообразным является определение их валовых концентраций и концентраций подвижных соединений. Подобные мероприятия используются для выявления рисков и нужны для подбора комплексных микроудобрений для возделываемых культур [6, 12].

Материалы и методы

Отбор проб производился на пробных площадках периметром $1,5 \times 1,5$ м в двух животноводческих хозяйствах, расположенных в Приволжском районе (крупный рогатый скот) и Трусовском районе (птица)

Астраханской области. Образцы почвы отбирались почвенным буром по 4 угловым точкам площадки, зачищенным от дерна, на глубину 0,3 м, освобождались от фрагментов подземных частей растений и помещались в холщовые мешки, далее высушивались при комнатной температуре до постоянной массы.

В исследование брали поверхностный гумусовый горизонт А₁, пробы усредняли методом квартования. Измерение валовых количеств химических элементов производили на эмиссионном спектрометре с индуктивно связанной плазмой (модель 5110 ICP-OES, Agilent Technologies) в соответствии с «Методикой выполнения измерений содержания элементов в твердых объектах методами спектрометрии индуктивно связанной плазмой». Измерение водородного показателя почвы производили в водной и солевой вытяжках рН-метром (рН-150МИ, ООО «Измерительная техника»). Результаты обрабатывали с помощью прикладных компьютерных программ MSExcel 2019 и Statistica 13.5.

Результаты и обсуждение

Анализ элементного состава образцов почв, взятых на территориях животноводческих хозяйств Астраханской области говорит о в целом хорошей микроэлементной обеспеченности пахотных слоев на исследованных территориях (табл. 1). Вытяжки из почвенных образцов в большинстве случаев обладают слабощелочной и щелочной реакцией в то время, как большинство культурных растений предпочитает нейтральную или слабокислую реакцию почвенного покрова.

Известно, что кобальт в низких и умеренных концентрациях оказывает стимулирующей воздействие на рост кормовых трав [13]. Так, большинство авторов дают схожую оценку средней концентрации кобальта в почвах мира, и в разных источниках его уровень указывается равным 8,0 - 9,1 мг/кг сухой массы. Поэтому можно утверждать, что на рассматриваемых участках обеспеченность элементом выше средней.

Отмечается хорошая обеспеченность почв валовой медью, хотя данный элемент известен тем, что в доступной для растений форме, как правило, присутствует не более 1% от валового нахождения в почве. Кроме того, медь в меньшей степени доступна растениям при щелочной реакции почв. В Трусковском районе более высокое содержание меди, вероятно, связано с техногенным воздействием на агробиоценозы.

Биодоступность цинка также сильно зависит от реакции среды, его водорастворимых форм больше в слабокислых и нейтральных почвах.

Большая часть территории Астраханской области в хорошей степени обеспечена цинком, наши результаты также обнаруживают его достаточное содержание в почве – не менее 77 ± 15 мг/кг.

*1. Валовое содержание микроэлементов в горизонте A1 почв
в хозяйствах Астраханской области.*

Химические элементы	Приволжский район, светло-каштановые почвы		Трусовский район, бурые почвы
	Пастбище	Заготовительное поле	Заготовительное поле
Микроэлементы, мг/кг			
Co	$11,9 \pm 4,8$	$10,9 \pm 4,4$	$10,5 \pm 4,2$
Cu	$30,0 \pm 6,0$	$24,1 \pm 4,8$	108 ± 22
Mn	800 ± 240	360 ± 110	640 ± 190
Mo	$0,38 \pm 0,15$	$0,43 \pm 0,17$	$0,143 \pm 0,057$
Se	менее 0,1	$1,49 \pm 0,75$	$1,84 \pm 0,92$
Zn	77 ± 15	107 ± 21	162 ± 32
Элементы-токсиканты, мг/кг			
As	$3,8 \pm 1,9$	$1,56 \pm 0,78$	$6,1 \pm 3,1$
Cd	$0,35 \pm 0,18$	$0,20 \pm 0,10$	$0,162 \pm 0,081$
Ni	44 ± 15	42 ± 15	37 ± 13
Pb	$14,6 \pm 3,7$	$12,4 \pm 3,1$	$13,3 \pm 3,3$
рН вытяжки, ед.			
солевой	$7,53 \pm 0,10$	$6,94 \pm 0,10$	$7,63 \pm 0,10$
водной	$8,00 \pm 0,06$	$8,03 \pm 0,06$	$8,06 \pm 0,06$

Из литературных источников известно, что содержание марганца в почвах региона регистрируется в достаточно широком диапазоне, но большинство районов обеспечены им в концентрации менее 250 мг/кг [14]. Все исследованные участки высоко обеспечены марганцем, так, заготовительное поле Приволжского района, где обнаруживались наименьшие количества элемента, содержат 360 ± 110 мг/кг марганца.

Содержание молибдена в рассматриваемых почвах невелико и не превышает 0,45 мг/кг сухого вещества при среднем уровне в почвах мира 2,0 мг/кг. Элемент важен для азотного обмена растений, а его нехватка может способствовать накоплению нитратов в зеленой массе. Наиболее негативное влияние дефицит микроэлемента и его подвижных форм способен оказывать на бобовые культуры, что нужно учитывать при выращивании зеленой массы бобово-злаковых травосмесей [15-17]. На пастбище в Приволжском районе также был

выявлен дефицит селена, его концентрация составила менее 0,1 мг/кг. Оптимальный уровень селена наиболее важен для животных, роль микроэлемента в растениях изучена не полностью, хотя известны его антиоксидантная функция в составе ферментов растений и положительное влияние на их рост. Животным достаточный уровень селена необходим для обеспечения активности ферментов, поддержания системы антиоксидантной защиты, элемент также важен для поддержания функций щитовидной железы. На двух других исследованных участках валовая концентрация селена является оптимальной.

Помимо необходимых микроэлементов были исследованы уровни элементов, образующих токсичные для растений и животных соединения: мышьяка, кадмия, свинца и никеля. На двух из трех исследованных участков удалось выявить повышенный уровень мышьяка (ПДК валового содержания 2,0 мг/кг): на пастбище в Приволжском районе в 1,9 раза, на заготовительном поле в Трусовском районе – в 3,1 раза. Однако, благодаря наличию у растений естественных физиологических барьеров, препятствующих избыточному накоплению в органах экотоксикантов, загрязнение мышьяком кормов и животноводческой продукции маловероятно при подобном превышении норм. Валовое содержание других элементов-токсикантов не превышало предельно допустимые концентрации, установленные СанПиН 1.2.3685 и ГН 2.1.7.2041-6.

Таким образом, приведенные результаты дают основание считать исследованные территории пригодными для выращивания кормовых культур и использования для выпаса скота. Дальнейшие исследования будут направлены на определение подвижных форм микроэлементов в почвах, что позволит дополнить имеющиеся на настоящий момент данные.

Заключение

Изученное содержание химических элементов в образцах гумусового горизонта почв говорит о пригодности территории для выращивания кормовых культур и использования в качестве пастбищ для сельскохозяйственных животных. Почвы рассмотренных участков в оптимальной степени обеспечены основными микроэлементами: кобальтом, медью, марганцем, селеном и цинком. Обеспеченность почв молибденом ниже средней.

Анализ содержания элементов-токсикантов не выявил превышение границ допустимых норм валового содержания кадмия, никеля и свинца. Удалось установить повышенное содержание мышьяка в

гумусовом горизонте почв пастбища в Приволжском районе и заготовительного поля в Труссовском районе.

Почва на территориях животноводческих хозяйств способна обеспечить нормальный рост и развитие растений, не приводя к избыточной аккумуляции ими химических элементов, и является пригодной для устройства заготовительных полей и пастбищ.

Литература

1. Гундарева А.Н., Мелякина Э.И. Биогенная миграция микроэлементов в различных типах почв Астраханской области // Вестник АГТУ. 2005. № 3(26). С. 194-199.
2. Федотова А.В., Яковлева Л.В., Сорокин А.П., Стрелков С.П., Стрелкова Е.В. Оценка современного состояния постагрогенных почв дельты Волги // Вестник Оренбургского государственного университета. 2013. № 10 (159). С. 275-278.
3. Полковничено П.А., Полковниченко А.П., Воробьев Д.В., Воробьев В.И. Гематологические параметры перепелов в биогеохимических условиях Астраханской области // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им Н.Э. Баумана. 2019. Т. 237. № 1. С. 147-150.
4. Нежданов А.Г., Шабунин С.В., Сафонов В.А. Селен и репродуктивное здоровье животных // Ветеринария. 2014. № 5. С. 4-8.
5. Черницкий А.Е., Скогорева Т.С., Сафонов В.А. Изучение особенностей микроэлементного обмена в системе «мать-плацента-плод» у крупного рогатого скота // Материалы XXII съезда физиологического общества им. И.П. Павлова с международным участием. 2017. С. 2480-2482.
6. Ермохин Ю.И., Синдирева А.В. Основные критерии агроэкологической оценки действия микроэлементов в системе почва-растение-животное // Проблемы агрохимии и экологии. 2008. № 3. С. 19-22.
7. Харчук Н.О., Стыщенко Н.В., Авдейкин К.Ю., Карымова Н.Ю., Костин А.С., Воробьев Д.В. Биогеохимическая ситуация города Астрахани и прилегающих районов // Прикаспийский международный молодежный научный форум агропромтехнологий и продовольственной безопасности 2017. 2017. С. 52-54.
8. Bech J., Korobova E., Pérez-Sirvent C. Selenium and iodine anomalies in soils and health // Journal of geochemical exploration. 2010. Vol. 107. Iss. 2 – pp. v-vi.
9. Косолапов В.М., Чуйков В.А., Худякова Х.Л., Косолапова В.Г. Минеральные элементы в кормах и методы их анализа // Москва: Угрешская типография, 2019. – 272 с.
9. Vorobyev V.I., Vorobyev D.V., Zakharkina N.I., Polkovnichenko A.P., Safonov V.A. Physiological status of 'King' squab pigeon (*Columba livia* Gm. cv. 'King') in

biogeochemical conditions of low iodine, selenium and cobalt levels in the environment // Asia Life Sciences. 2019. Suppl. 19(1). – pp. 99-110.

10. Салина Ю.Б., Уталиев А.А., Александров С.О. Агрохимическая характеристика пахотных почв Астраханской области // Агрохимический вестник. 2017. № 5. С. 29-33.

11. Воробьев Д.В., Воробьев В.И., Костин А.С., Полковниченко П.А., Полковниченко А.П., Сафонов В.А. Влияние геохимической ситуации наземных экосистем на фундаментальный молекулярно-клеточный механизм интегративных реакций гомеостаза и адаптации организма птиц // Монография. СПб.: Лань, 2018. – 152 с.

12. Елькина Г.Я. Кобальт в системе почва-растение на подзолистых почвах европейского северо-востока России // Агрохимия. 2021. № 7. С. 75-82.

13. Гундарева А.Н. Биогенная миграция меди, цинка и марганца в наземных экосистемах Астраханской области // Автореферат диссертации ... кандидата биологических наук. 03.00.32. Астрахань, 2006. – 26 с.

14. Алексеенко В.А., Алексеенко А.В. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов // Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2013. – 388 с.

15. Чуянова Г.И. Зависимость продуктивности кормовых культур от содержания молибдена в почве // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2016. № 1(21). С. 52-57.

16. Шешнищан Т.Л., Шешнищан С.С., Капитальчук М.В. Содержание марганца, цинка, меди и молибдена в волосяном покрове сельскохозяйственных животных долины Нижнего Днестра // Юг России: экология, развитие. 2018. Т. 13. № 4. С. 166-173.

