

3. Iverson, R.M., et al.: Landslide mobility and hazards: implications of the 2014 Oso disaster. *Earth Planet. Sci. Lett.* 412, 197–208 (2015). <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2014.12.020>.

4. Toivio, J., Helmisaari, H.S., Palviainen, M., et al.: Impacts of timber forwarding on physical properties of forest soils in southern Finland. *For. Ecol. Manage.* 405, 22 (2017).

5. Iverson, R.M., et al.: Landslide mobility and hazards: implications of the 2014 Oso disaster. *Earth Planet. Sci. Lett.* 412, 197–208 (2015). <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2014.12.020>.

6. Iverson, R.M., et al.: Landslide mobility and hazards: implications of the 2014 Oso disaster. *Earth Planet. Sci. Lett.* 412, 197–208 (2015). <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2014.12.020>.

7. Li, X., Sun, Y., Mander, Ü., He, Y.: Effects of land use intensity on soil nutrient distribution after reclamation in an estuary landscape. *Landscape Ecol.* 28(4), 699–707 (2013).

УДК 631.4

КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПРОДУКТОВ РАЗЛОЖЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ОПАДА И РАЗВИТИЕ ПОДЗОЛООБРАЗОВАНИЯ

Гукалов Виктор Владимирович, к.с-х наук, директор Северо-Кубанской с/х опытной станции

Конах Марина Дмитриевна, аспирант кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, marinakonah.mk@gmail.com

Научный руководитель: Савич Виталий Игоревич, д.с-х.н., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, savich.mail@gmail.com

Научный руководитель: Наумов Владимир Дмитриевич, д.б.н., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

***Аннотация.** В работе показано, что элюирование катионов из почв таежно-лесной зоны происходит под влиянием промывного типа водного режима, рН и количества H^+ в мигрирующих вниз по профилю водах, констант устойчивости комплексов катионов и лигандов водорастворимых органических веществ растворов, количества лигандов комплексонов в этих водах.*

***Ключевые слова:** почва, подзолообразование, миграция комплексные соединения.*

Цель и задачи исследования. Развитие элювиального процесса в почвах таежно-лесной зоны имеет важное значение для оценки плодородия почв, экологического состояния компонентов агрофитоценозов и для выбора

наиболее эффективных способов оптимизации обстановки [2,3,4]. Изучению этого вопроса посвящено значительное количество фундаментальных исследований. Однако вопросы регулирования скорости и интенсивности элюирования и подзолообразования изучены недостаточно [7].

Значительная роль в развитии этих процессов принадлежит водорастворимым органическим веществам разлагающихся растительных остатков, их кислотно-основным характеристикам, комплексообразующей и восстанавливающей способности. Спорным остается вопрос о влиянии на данные процессы избыточного увлажнения почв; нет исследований по влиянию на него вымораживания почвенных растворов. При оценке этих процессов не учитывается кинетика и депонирующая способность почв по отношению к элюируемым из почвы катионам [5,6,7].

Объекты исследования. Объектом исследования выбраны подзолистые и дерново-подзолистые почвы таежно-лесной зоны - ползоны средней и южной тайги. Изучалось влияние на элюирование катионов из почв водорастворимых органических веществ разлагающихся растительных остатков (сена злаковых, соломы, хвои лиственницы и ели, листьев березы, клёна) [2,3,5,6,].

Методика исследования. Методика исследования состояла в оценке комплексообразующей способности водорастворимых органических веществ разлагающихся растительных остатков [1,6], в оценке их влияния на вытеснение катионов из твердой фазы почв. Изучалась зависимость этих процессов от рН среды, условий компостирования растительных остатков [4,6]. В модельных опытах оценено влияние вымораживания почвенных растворов на их состав, влияние комплексообразования на растворимость CaCO_3 и эффективность известкования [3,5].

Экспериментальная часть. Элюирование катионов из твердой фазы почв и развитие подзолообразования в значительной степени обусловлено комплексообразующей способностью водорастворимых органических веществ разлагающихся растительных остатков и их количеством в мигрирующих вниз водах.

Элюирование катионов из почв зависит от кислотно-основного состояния мигрирующих растворов вниз по профилю почв; рН и количества ионов H^+ в них. Величина рН определяется константами диссоциации функциональных групп, которые составляли от 10^{-3} для карбоксильных групп, 10^{-7} для спиртовых и 10^{-10} для фенольных. Полученные нами данные, по характеристике кислотно-основных свойств водорастворимых органических веществ разлагающихся органических остатков, приведены в следующей таблице.

Таблица 1

Кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства водорастворимых органических продуктов разложения растительного опада

Объект исследования, мл р-ра	рН исх, 5 мл р-ра	+5 мл 0,02 н. NaOH	Δ	Eh, мв по ХСЭ	+4 мл 0,1 н. KMnO_4 , 1075 мв	Δ
Сено	5,9	10,1	4,2	495	990	500

Листья липы	6,8	9,5	2,7	410	1010	600
Листья клёна	6,2	10,1	3,9	260	1005	745
Листья берёзы	6,3	10,9	4,6	390	957	567
Вода	7,5					

Как видно из представленных данных, более кислая реакция среды характерна для водорастворимых веществ продуктов трансформации сена, более нейтральная для водорастворимых продуктов трансформации листьев липы. При титровании вытяжек 0,02 н. NaOH в наименьшей степени изменилась величина рН у водорастворимых продуктов разложения, листьев липы, а в наибольшей - у водорастворимых продуктов разложения листьев березы.

Наименьший окислительно-восстановительный потенциал характерен для водорастворимых продуктов листьев клена, а наибольший - для сена злаков. В то же время, при титровании растворов водорастворимых органических веществ окислителем наибольшее изменение Eh отмечается при титровании водорастворимых органических веществ из листьев клена, а наименьшее - из сена злаковых трав.

Полученные данные характеризуют исследуемые водорастворимые органические вещества по их кислотно-основным и окислительно-восстановительным свойствам по экстенсивным и интенсивным параметрам.

В водорастворимом органическом веществе продуктов разложения сена несколько больше кислотность (ниже рН (H₂O)), а в водорастворимом органическом веществе из продуктов разложения листьев клена - больше ионов водорода в мг-экв/100 г раствора (сравнение можно проводить только при близких значениях рН: у продуктов трансформации листьев липы рН сильно отличается от других вариантов).

Водорастворимое органическое вещество продуктов разложения листьев клена более восстановлено, но восстановленных веществ в мг-экв/л в этом растворе меньше, чем в других вариантах.

Внесение органических остатков в дерново-подзолистую почву увеличивало буферность почв к окислению, которая возросла при титровании почв K₂Cr₂O₇ с Eh 1700 мВ от 28 мг-экв/100 г до 84-120. С увеличением количества восстановленных веществ в почве увеличилось и отношение водорастворимых Fe:Mn от 5 до 7-33, что соответствует теоретическим представлениям.

Комплексообразующая способность водорастворимых органических веществ разлагающихся органических остатков зависит от рН среды – проявления эффекта протонирования и гидратообразования. Это иллюстрируют данные следующей таблицы.

**Растворимость осадков Fe, Mn, Zn, Cu при различных значениях pH среды
в вытяжках из разлагающихся растительных остатков, мг/л**

pH	Fe ₂ O ₃	MnO ₂	ZnCO ₃	CaCO ₃
Вытяжка фонового электролита 0,1 н.				
2,5	0,3	0,1	11,7	79,4
4,2-8,7	2,2±0,1	0	1,3±0,2	1,3±0,1
10,2	1,9	0	0,2	1,7
Вытяжка фонового электролита 0,1 н. из соломы пшеницы				
2,4-3,7	0,6±0,1	3,7±1,5	9,8±2,9	216,0±185,9
5,8-7,7	3,3±0,2	1,1±0,1	4,0±0,1	27,7±4,6
9,8	0,8	1,5	3,7	23,2
Вытяжка фонового электролита 0,1 н. из сена злакового				
2,5-6,2	3,4±0,6	19,6±3,5	12,0±0,2	229,0±32,6
8,2-9,9	0,9±0,3	8,6±0,3	11,7	169,0±8,1

Как видно из представленных данных, вытяжки из остатков растений вытесняют из осадков поливалентных катионов большее количество Fe, Mn, Zn, Cu, чем только вытяжка фонового электролита при тех же pH среды. Это обусловлено комплексобразующей способностью обладают водорастворимые органические вещества из злакового сена, по сравнению с вытяжками из соломы. Эффект протонирования был больше выражен для вытяжек из соломы и меньше для вытяжки из сена. Эффект гидратообразования был хорошо выражен только для растворения Fe₂O₃. явлениями комплексобразования. Внесение в почвы пожнивных остатков растений в связи с образованием с продуктами разложения остатков изменяет в почве соотношение положительно и отрицательно заряженных соединений катионов.

Внесение в почвы пожнивных остатков растений в связи с образованием комплексов поливалентных металлов с продуктами разложения остатков изменяет в почве соотношение положительно и отрицательно заряженных соединений катионов. Так, по данным, полученным совместно с Фейсал Элтаганавы (2006) при компостировании дерново-подзолистых почв соломой пшеницы отношение Fe^{L-}/Fe^{L+} составляло 0,86/0,80; а при компостировании с ботвой картофеля 0,69/0,79.

С увеличением продолжительности взаимодействия растительных остатков с водой изменялась их буферная ёмкость в кислотно-основном и окислительно-восстановительном интервалах. Так, при компостировании остатков в аэробных условиях величина pH через неделю компостирования была $6,7 \pm 0,1$, а через 3 недели $6,0 \pm 0,1$. При компостировании остатков в анаэробных условиях величина pH, через неделю, составила $6,2 \pm 0,2$, а через 3 недели $5,5 \pm 0,1$.

Образование комплексных соединений поливалентных катионов с органическими лигандами, разлагающихся растительных остатков подтверждают и данные определения активности катионов в растворе. В проведенных экспериментальных исследованиях использованием ионселективного электрода на Си определена активность ионов меди В

образцах лугово-черноземной почвы Краснодарского края и пойменной почвы после внесения в них соломы из расчета 30 т/га, сена из расчета 30 т/га; навоза из расчета 30 т/га, 100 т/га, 1000 т/га при компостировании почв в условиях оптимальной и избыточной влажности.

Выводы. Влияние водорастворимого органического вещества, разлагающихся растительных остатков, на элюирование катионов из почв, определяется рН и количеством ионов H^+ в мигрирующих водах, Eh и количеством восстановителей в них, константами устойчивости образующихся комплексов и количеством лигандов в водорастворимом органическом веществе. В ходе исследований, было выявлено, что большей комплексообразующей способностью, по отношению к Cu, Zn, обладают водорастворимые продукты разложения злакового сена, меньшей – листья берёзы, тополя, клёна и хвой.

Результаты исследования показывают, что комплексообразующая способность разлагающихся растительных остатков зависит от условий и продолжительности компостирования, обогащённости растительных остатков Ca, Mg, эффектов протонирования и гидратообразования.

Так же, было выявлено, что при действии водорастворимых органических веществ, из изучаемых разлагающихся остатков, на почву, происходило вымывание двух- и трёхвалентных катионов из почв, что привело к уменьшению содержания в почвах обменных Fe, Mn, Ca, Al. Промывание подзолистых и дерново-подзолистых почв водорастворимыми продуктами разложения злакового сена, в большей степени уменьшило содержание обменных Fe, Ca, чем водорастворимые продукты разложения соломы.

Библиографический список

1. Белопухов С.Л., Савич В.И., Байбеков Р.Ф. Комплексообразование ионов металлов в почвенных растворах. Агрофизика № 1, 2020.
2. Борисов Б.А., Ганжара Н.Ф. Органическое вещество почв (генетическая и агрономическая оценка): Монография. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. 214 с.
3. Броварова О.В. Трансформация гумусовых веществ дерново-подзолистой почвы при агрогенных воздействиях. Плодородие. 2021 г. №6. С.17-21.
4. Гукалов В.Н., Савич В.И., Белюченко И.С. Информационно-энергетическая оценка состояния тяжёлых металлов в компонентах агроландшафта. М.: РГАУ-МСХА, 2015. 398 с.
5. Гукалов В.В., Савич В.И. Интегральная оценка кислотно-основного состояния почв таежно-лесной и лесостепной зоны. М.:РГАУ-МСХА, ВНИИА, 2019. 408 с
6. Котова З.П., Данилова Т.А., Котов С.Е., Тюкалов Ю.А. Технологические аспекты получения биоорганического удобрения на основе торфа в Республике Карелия. Агрехимический вестник 2021г. №4. С. 57-62.

7. Савич В.И., Седых В.А., Балабко П.Н., Замана С.П., Гукалов В.В. Инновационные технологии в агропромышленном комплексе. М.: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева ООО "Плодородие", 2020. 352 с.

УДК 633.13:577.151.45 631.811.1

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ПИТАНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОВСА

Соколов Артем Алексеевич, аспирант кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева», sakred.gadiator@mail.ru

Научный руководитель: Новиков Николай Николаевич, д.б.н., профессор кафедры агрономической, биологической химии и радиологии, ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, tshanovikov@gmail.com

***Аннотация:** В лабораторных опытах установлено, что при увеличении доз азота, увеличиваются содержание белка, концентрация спирторастворимых и щелочерастворимых белков, понижается концентрация солерастворимых, водорастворимых и неэкстрагируемых белков. Повышается активность кислых, нейтральных и щелочных амилаз и каталаз.*

***Ключевые слова:** зерно овса, режим питания, активность амилаз, каталаз, формирование качества, содержание белка, состав белков.*

Режим минерального питания является основным регулируемым фактором, который используется для развития растений и формирования высокого качества зерна. С помощью применения удобрений, учитывая биологические особенности сорта, природно-климатических условий, доз и форм удобрений, можно значительно повысить качество зерна овса. [1,7].

На формирование технологических и семенных качеств зерна овса значительное влияние оказывают ферменты гидролитического действия, среди которых наиболее важное место занимают амилазы. В полностью созревшем зерне общая активность амилаз в большей степени представлена свободными формами β -амилаз. В прорастающих зерновках повышается активность амилолитических ферментов, которые переходят в свободную форму из связанного состояния. [2, 7].

Каталаза, входящая в состав антиоксидантной системы растений, катализирует в прорастающих зерновках злаковых культур защитные реакции от окисления пероксидом водорода жизненно важных метаболитов и липидных группировок в составе клеточных мембран и поддерживает нормальное осуществление биохимических реакций в ходе развития проростков и таким образом обеспечивает стабильность происходящих в них биохимических процессов [2, 6].