

**Приобская зона** – колючая степь на чернозёмах обыкновенных Приобского плато с районами: Панкрушихинский, Крутихинский, Каменский, Баевский, Тюменцевский, Мамонтовский, Ребрихинский, Павловский, Шелаболихинский и все сельскохозяйственные землепользования Барнаула.

**Алейская зона** – умеренно засушливая степь на чернозёмах обыкновенных Приобского плато с районами: Поспелихинский, Новичихинский, Шипуновский, Алейский, Топчихинский, Калманский, Усть-Пристанский.

**Бийская зона** – лесостепь на чернозёмах выщелоченных и серых лесных почвах Бие-Чумышской возвышенной равнины с районами: Тальменский, Первомайский, Косихинской, Троицкий, Зональный, Бийский.

**Заринская зона** – лиственные леса и остепнённые луга на чернозёмах выщелоченных Бие-Чумышской возвышенной равнины и чернозёмах оподзоленных и тёмно-серых лесных почвах Предгорий Салаира с районами: Залесовский, Заринский, Кытмановский, Тогульский, Ельцовский, Целинный, Солтонский.

**Предгорная зона** – луговая степь на чернозёмах Предалтайской равнины с районами: Локтевский, Третьяковский, Змеиногорский, Курьинский, Краснощёковский, Усть-Калманский, Чарышский, Солонешенский, Петропавловский, Быстро-Истокский, Алтайский, Смоленский, Советский, Красногорский.

#### Заключение

Предложенное районирование земель сельскохозяйственной территории Русского Алтая предназначено для учёта и рационального использования земельных и климатических

ресурсов. Оно может быть использовано для определения эффективности природной среды с целью объективного и научно обоснованного размещения на территории края сети сортоиспытания, пунктов метеонаблюдений, расчёта кадастровой стоимости земельных участков и ставок земельного налога. Уточнённая схема районирования рекомендуется для применения в сельскохозяйственном производстве, службе кадастрового учёта земель сельскохозяйственного назначения и создания земельного кадастра Алтайского края.

#### Библиографический список

1. Природное районирование Алтайского края. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 190 с.
2. Бурлакова Л.М. Плодородие алтайских чернозёмов в системе агроценоза. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1984. – 198 с.
3. Бурлакова Л.М. Применение информационно-логического анализа в бонитировке почв // Тезисы докладов V Делегатского съезда ВОП. – Минск, 1977. – Вып. 5. – С. 235-237.
4. Бурлакова Л.М., Рассыпнов В.А. Агрономическая характеристика пахотных почв и их оценка в связи с возделыванием основных сельскохозяйственных культур в Алтайском Приобье // Почвенно-агрономическое районирование и агрономическая характеристика почв основных регионов СССР. – М., 1982. – С. 61-69.
5. Рассыпнов В.А. Параметры модели плодородия чернозёмов под кукурузой в Алтайском Приобье // Режимы почв и их регулирование в агроценозах Алтайского края. – Барнаул, 1990. – С. 10-18.



УДК 636/635:631.416.9(571.15)

С.Ф. Спицына,  
В.Г. Бахарев

## РОЛЬ ГУМУСА В НАКОПЛЕНИИ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЧЕРНОЗЕМАХ УМЕРЕННО ЗАСУШЛИВОЙ И КОЛОЧНОЙ СТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

**Ключевые слова:** черноземы умеренно засушливой и колючной степи, содержание гумуса, микроэлементы, специфичные состояния.

#### Введение

Микроэлементы в биосфере находятся в рассеянном состоянии и способны образовывать природные локальные аккумуляции.

Ведущую роль в этом играют процессы, протекающие на суше при участии живых организмов, извлекающих микроэлементы из горных пород и способствующих вовлечению их в миграцию. Главные миграционные потоки связаны с почвой. Миграция металлов начинается с трансформации продуктов опада растительности. Микроэлементы, поступившие на поверхность почвы с

опадом растительности, в процессе преобразования растительных остатков связываются с органическим веществом почвы, фиксируясь в гумусе. Механизм биогенного накопления микроэлементов в верхних горизонтах почвы описан в работах В.А. Ковды (1973), А.И. Перельмана (1975) и В.В. Добровольского (2003) [1-3].

Микроэлементы, сосредоточенные в органическом веществе почвы, менее склонны к миграции и химическому сносу в океан или во внутриконтинентальные депрессии. Некоторые количества микроэлементов фиксируются гуминовыми кислотами, соли которых с двух- и трехвалентными металлами нерастворимы. Гуминовые кислоты фиксируют микроэлементы за счет функциональных групп (гидроксильных, карбоксильных, амидных), проявляя свою адсорбционную способность лучше по отношению к катионогенным элементам [4]. Фульвокислоты способствуют миграции микроэлементов. Фульвокислоты цинка, меди, кобальта и марганца очень подвижны и хорошо мигрируют вниз по профилю.

После минерализации растительных остатков в верхних горизонтах почвы аккумулируются те элементы, коэффициенты биологического поглощения которых превышают единицу [3].

Распределение микроэлементов в профиле почвы определяется соотношением противоположных процессов – образованием органического вещества с одной стороны и его разложением – с другой. В почве биотические и абиотические процессы сопряжены и находятся под контролем биогенного фактора. Биогенная аккумуляция препятствует выщелачиванию элементов, способствуя стабилизации почвы и оптимизации ее химсостава через систему обратной связи.

Наиболее общим для всех почв результатом почвообразования является образование гумусового горизонта, с которым обычно совпадает наивысшее содержание главных органических химических элементов в почве.

Дифференциация микроэлементов по профилю почвы представляет собой суммарный итог перераспределения их разных форм. В почве к формам, унаследованным от исходных почвообразующих пород, добавляются биогенные, поступившие с отмершими органами и метаболитами высших растений, почвенной мезофауны и микроорганизмами. Разные формы в неодинаковой мере способны к миграции и перераспределению по профилю почвы.

### Объекты и методы исследований

Объектами исследований послужили черноземы умеренно засушливой и колючей степи Алтайского края. В почвенных образцах сопряженно определялось содержание гумуса по Тюрину с фотоколориметрическим окончанием и содержание микроэлементов: валовое – спектральным методом, подвижных форм – по методу Г.Я. Ринькиса (1965), модифицированному согласно указаниям (Методические указания..., 1976) и методикам Н.К. Крупского и А.И. Александровой (1964).

Для лучшего понимания ситуации аккумуляции микроэлементов в различных генетических горизонтах мы рассмотрели сопряженные данные о содержании в почвах и почвенных горизонтах гумуса и микроэлементов. Информационно-логический анализ позволил выявить тесноту и форму зависимости содержания в горизонтах микроэлементов от содержания гумуса.

### Экспериментальная часть

С помощью информационно-логического анализа выявлено, что зависимость валового содержания микроэлементов от содержания в почвах гумуса криволинейная. Увеличение содержания в почве гумуса не всегда сопряжено с увеличением содержания микроэлементов. Так, судя по специфическим состояниям, в верхних горизонтах почв с содержанием гумуса > 5,5% нигде не наблюдались самые высокие ранги валового содержания меди, молибдена, марганца, цинка, кобальта и бора (табл. 1).

Таблица 1

Специфические состояния валового (N) содержания микроэлементов (мг/кг) в черноземах колючей степи в зависимости от содержания гумуса (%)

Элементы	Содержание гумуса, %					К	Т
	< 1,5	1,5-3,5	3,5-5,5	> 5,5			
Cu	< 30	35-40	> 40	< 30-35		0,32	0,57
Mo	< 0,8	< 0,8	1-> 1,2	0,8-1,0		0,14	0,25
Mn	< 700	900-1100	700-> 1100	700-900		0,21	0,39
Zn	< 30-50	50->70	> 70	30-70		0,09	0,16
Co	< 10	> 16	13-> 16	10-13		0,16	0,31
B	< 50-90	< 90	> 90	70-90		0,27	0,27

Примечание. К – коэффициенты эффективности каналов связи; Т – информативность, бит.

Наиболее высокое валовое содержание наблюдалось: в горизонтах черноземов с содержанием гумуса 1,5-5,5%. Это содержание соответствовало: по меди – > 40 мг/кг; молибдену – 1- > 1,2; марганцу – > 1100; цинку – > 70; кобальту – > 16; бору – > 90 мг/кг. Это в основном горизонты A<sub>пах</sub> и A<sub>1</sub> черноземов колючей степи. Горизонты A лесостепи, характеризующиеся более высоким содержанием гумуса (> 5,5%), по сравнению с горизонтами A колючей степи микроэлементов содержат меньше: меди – < 35 мг/кг; молибдена – < 1100; цинка – < 70; кобальта – < 13; бора – < 90 мг/кг (табл. 1).

Самое низкое валовое содержание микроэлементов наблюдалось в горизонтах с содержанием гумуса < 1,5%. Это были в основном горизонты B. Самое низкое валовое содержание соответствовало: для меди – < 30 мг/кг; молибдена – < 0,8; марганца – < 700; цинка – < 30; для бора – < 50 мг/кг (табл. 1).

Отсутствие однозначной прямой зависимости содержания в почвах колючей степи валовых количеств микроэлементов (N) от содержания гумуса свидетельствует о том, что при самом высоком содержании гумуса не наблюдается самого высокого содержания микроэлементов, что сопряжено с увеличением кислотности верхнего гумусового горизонта повышением и более высоким содержанием там подвижных форм.

Связь между гумусом и валовым содержанием для марганца и кобальта, скорее, обратная, чем прямая, а для остальных микроэлементов скорее, прямая, чем обратная.

Несколько иная ситуация наблюдается по подвижным формам микроэлементов (табл. 2). Здесь наиболее высоким содержанием подвижных форм (n) характеризуются почвы и генетические горизонты с содержанием гумуса 3,5-5,5%. Это в основном горизонты A<sub>пах</sub> и A<sub>1</sub> черноземов колючей степи. Наиболее высокое содержание подвижных форм соответствует: для меди – > 5 мг/кг; молибдена – > 1,1; марганца – > 150; цинка – > 2; кобальта – > 2,5 мг/кг; бора – > 1,0 мг/кг.

Зависимость между содержанием в почве гумуса и подвижных форм микроэлементов наиболее близка к прямой у молибдена и цинка. У остальных элементов эта прямая зависимость просматривается в основном, для содержания гумуса в почвах и горизонтах от < 1,5 до 5,5%. Начиная с содержания в почве гумуса > 5,5%, там наблюдается снижение содержания подвижных форм микроэлементов (Cu, Mn, Co, B), что связано с относительно низкой биогенной аккумуляцией этих элементов в наиболее гумусированных слоях почвы и миграцией вниз по профилю.

Наиболее низкое содержание подвижных форм микроэлементов наблюдается в горизонтах с самым низким содержанием гумуса (< 3,5%). Это в основном горизонты A<sub>1</sub> и B. Самое низкое содержание подвижных форм соответствует: для меди – < 3 мг/кг; марганца – < 50; цинка – < 1; бора – < 0,6, молибдена – < 0,06, цинка – < 1 мг/кг.

Судя по коэффициентам эффективности канала связи (K) и показателям информативности (T), степень связи с гумусом уменьшается в следующем порядке по валовому содержанию: Cu > Mn > Co > Mo > B > Zn; по подвижным формам – Zn > Mo > Mn > Co, B > Cu. От содержания в почве гумуса в большей степени зависит содержание в ней подвижных форм молибдена, марганца, цинка, кобальта и бора.

### Заключение

Таким образом, информационно-логический анализ показал, что самое высокое содержание в горизонтах A гумуса не сопряжено с самым высоким валовым содержанием микроэлементов, что объясняется наличием их миграции вниз по профилю и выносом их растениями. Это же наблюдается и относительно подвижных форм меди, марганца, кобальта и бора.

Для цинка и молибдена эта связь прямая пропорциональная, т.к. эти микроэлементы наиболее биологически значимы для местных условий и лучше всего аккумулируются гумусом.

Таблица 2

Специфичные состояния содержания в черноземах колючей степи подвижных форм (n) микроэлементов (мг/кг) в зависимости от содержания гумуса в генетических горизонтах

Элементы	Содержание гумуса, %				K	T
	< 1,5	1,5-3,5	3,5-5,5	> 5,5		
Cu	< 3	4-5	> 5	< 3-5	0,11	0,21
Mo	< 0,06-0,08	0,06-0,08	0,08-1,10	> 1,1	0,30	0,59
Mn	< 50	50-100	100->150	100-150	0,30	0,60
Zn	< 1,0-1,5	<1,0-1,5	1,0-1,5	1,5-> 2,0	0,34	0,46
Co	< 1,5	1,5-2,5	> 2,5	1,5-2,0	0,22	0,35
B	< 0,6-0,8	0,8-1,0	> 1,0	0,6-0,8	0,21	0,39

Примечание. K – коэффициенты эффективности каналов связи; T – информативность, бит.

**Библиографический список**

1. Ковда В.А. Основы учения о почвах. – М.: Наука, 1973. – С. 443-448.
2. Перельман А.И. Химический состав Земли. – М.: Знание, 1975. – С. 58-61.

3. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. – М.: Изд. центр «Академия», 2003. – 400 с.
4. Александрова А.Н. // Почвоведение. – 1954. – № 9. – С. 23-34.



УДК 631.452:631,445.53:631.6

В.С. Курсакова

## МОДЕЛИ ПЛОДРОДИЯ СОЛОНЦОВЫХ ПОЧВ В АГРОЦЕНОЗЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

**Ключевые слова:** солонцы, мелиорация, плодородие, пшеница, урожайность, модели, засоление, гипсование, обменный натрий, водный режим.

**Введение**

Цель разработки моделей плодородия почв – поднять на качественно новый уровень возможности управления и воспроизводством почвенного плодородия. Так как эффективное плодородие реализуется в урожае растений, то разработку моделей плодородия почв необходимо проводить только в агрокультуре. Урожайность растений является производной многих факторов, в том числе эдафических и биологических. А так как разные растения отличаются по способности поглощать минеральные вещества, воду, обладают различной устойчивостью к неблагоприятным условиям среды, то модели плодородия почв необходимо разрабатывать для каждой культуры.

**Объекты и методы**

Исследования проводили в зерновых севооборотах землепользования совхоза «Гуселетовский» Романовского района Алтайского края, характеризующегося значительным распространением в почвенном покрове засоленных почв, на комплексах малонатриевых и многонатриевых солонцов.

Комплекс малонатриевых солонцов включал солонцы малонатриевые средние (70%), в которых содержание обменного натрия не превышало 10% от ёмкости обмена, а также многонатриевые корковые (5%) с содержанием обменного натрия выше 40%, а в гор. В<sub>1</sub> – 81-85%, а также чернозёмно-луговые почвы и глубокие солонцы. Тип засоления почв комплекса хлоридно-сульфатный. Наиболее засолены солонцы многонатриевые – до 0,9-1,1% солей в метровом слое, менее засолены солонцы средние – 0,3-0,6% солей. Как правило, наиболее засолены нижние полуметровые

слои. Мелиорация почв этого комплекса была проведена мелиоративной обработкой, заключающейся в создании мощного однородного пахотного слоя 27-30 см, обусловливающего благоприятный воздушный, водный и пищевой режимы для растений [1].

Комплекс многонатриевых солонцов включал солонцы чернозёмно-луговые солончаковые сульфатно-содовые корковые и мелкие многонатриевые, солонцы глубокие и средние и чернозёмно-луговую солонцеватую почву. Фоном являются солонцы мелкие, доля которых составляет 73,9% от площади комплекса. Наиболее засолены из почв этого комплекса солонцы корковые, в пахотном слое – до 1%, а в подпахотном – около 2% солей. На почвах комплекса была проведена химическая мелиорация полной дозой гипса.

В течение двух лет на мелиорированных солонцах обоих комплексов в зерновых севооборотах высевали пшеницу Вега, зарекомендовавшую себя в наших более ранних исследованиях как достаточно солеустойчивая культура. Учёт урожая проводили в фазу полной спелости зерна в 116 точках на малонатриевых солонцах и в 107 точках на многонатриевых гипсованных солонцах. Сопряженно отбирали почвенные образцы в слоях 0-20, 20-50 и 50-100 см. Одновременно в почвенных разрезах по точкам учёта были описаны морфологические свойства почв и определена их плотность. В основные фазы развития пшеницы, а также в период учёта урожая определяли влажность почв в этих же слоях, которую перевели в запасы влаги, в мм.

В почвенных образцах определяли содержание и состав засоряющих ионов по данным водной вытяжки, ёмкость поглощения и состав обменных катионов, содержание гумуса, азота, фосфора и калия, реакцию среды – общепринятыми методами анализов. Данные валового содержания