

3. Белоцветова О.Ю. Особенности проявления процесса оглеения в аллювиальных луговых почвах пойм рек лесной зоны ЕТС: автореф. дис. ... канд. наук. – М., 1990. – 25 с.
4. Добровольский Г.В., Балабко П.Н., Кузьменко И.Т. Микроморфологическая диагностика почвообразовательных процессов в почвах пойм равнинных рек лесной зоны // Бюл. Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева. – М., 1981. – Вып. 28.
5. Жаринова Н.Ю. Почвы пойм малых рек Красноярской лесостепи: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Красноярск., 2011. – 18 с.
6. Колесников С.И. Почвоведение с основами геологии: учеб. пособие. – М.: Изд-во РИОР, 2005. – 150 с.
7. Лиханов Б.Н. Природное районирование // Природные условия и естественные ресурсы СССР. Средняя Сибирь. – М.: Наука, 1964. – С. 327–384.
8. Парфенова Е.И., Ярилова Е.А. Руководство к микроморфологическим исследованиям в почвоведении. – М.: Наука, 1977. – 189 с.
9. Практикум по агрохимии: учеб. пособие / под ред. акад. РАСХН В.Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.
10. Ямских А.А. Полевой почвенный генетический анализ (на примере почв юга Средней Сибири): учеб. пособие. – Красноярск, 2004. – 110 с.



УДК 631.4

В.В. Чупрова, И.В. Жукова, О.А. Ульянова

#### АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОРОБИОГУМУСА

*В исследованиях использован новый вид удобрения – коробиогумус, полученный по технологии вермикомпостирования отходов деревообработки и животноводства. Дана количественная оценка мобилизации азота в агросерой почве, удобренной коробиогумусом, и связанных с ней процессов минерализации – иммобилизации. Показана эффективность коробиогумуса на формирование надземной фитомассы кукурузы.*

**Ключевые слова:** кора сосны, вермикомпостирование, коробиогумус, агросерая почва, формы азота, биологическая активность, фитомасса кукурузы, вынос химических элементов.

V.V. Chuprova, I.V. Zhukova, O.A. Ulyanova

#### AGROECOLOGICAL ASSESSMENT OF BARK BIOHUMUS

*The new fertilizertype – barkbiohumus obtained withthe use of the technologyof the wood and livestock waste vermicomposting is used in the research. The quantitative assessment of the nitrogen mobilization in the agro-grey soil fertilized by bark biohumus, and related processes ofmineralization – immobilization is given. The efficiency of bark biohumus for formation of the corn above-groundphytomassis shown.*

**Key words:** pine bark, vermicomposting, bark biohumus, agro-grey soil, nitrogen forms, biological activity, cornphytomass, removal of chemical elements.

**Введение.** В условиях возрастающих антропогенных воздействий на природные экосистемы происходит накопление разнообразных отходов, которые необходимо утилизировать. Многотоннажные отходы лесной промышленности и животноводства могут рассматриваться в качестве компонентов для создания новых видов удобрений, востребованность в которых вполне очевидна.

Почвы, выполняя важнейшие экологические функции [5], нуждаются в настоящий период в оздоровлении и увеличении продуктивности. Масштабы деградации и патологии почв вызывают серьезную озабоченность [13]. Концепция “качества и здоровья почвы” в течение двух последних десятилетий интенсивно разрабатывается учеными. Важное место в ней отводится органическим удобрениям, с помощью которых существенно восстанавливаются плодородие и продуктивность почв. Запасы удобрительных средств целе-

сообразно увеличивать за счет применения новых технологий переработки различных отходов. Одной из таких технологий является вермикомпостирование. Это процесс биоокисления и стабилизации органических материалов (например, отходов) в результате совместной деятельности компостных червей и мезофильных микроорганизмов [15]. Совершенствование приемов вермикомпостирования отходов лесной и животноводческой отраслей, а также проверка эффективности полученного удобрения, представляется актуальным.

**Цель исследований.** Дать агроэкологическую оценку коробиогумуса как органического удобрения и определить эффективность его применения на агросерой почве.

**Объекты и методы исследований.** Вегетационно-полевой опыт был заложен в сосуды без дна диаметром 50 см и объемом 20 кг на полевом стационаре «Ветлужанка» (Красноярская лесостепь) по схеме:

- почва – контроль (без удобрений);
- почва + 3 т/га коробиогумуса;
- почва + 6 т/га коробиогумуса;
- почва + NPK (экв 3 т/га коробиогумуса);
- почва + NPK (экв 6 т/га коробиогумуса);
- почва + 3 т/га коробиогумуса + NPK (экв 3 т/га коробиогумуса);
- почва + 6 т/га коробиогумуса + NPK (экв 6 т/га коробиогумуса).

Повторность опыта 4-кратная. Гумусово-элювиальный горизонт агросерой почвы, используемый в опыте, характеризуется тяжелосуглинистым гранулометрическим составом, невысоким содержанием гумуса и обменных катионов, кислым pH (табл. 1). Коробиогумус, взятый для опытов, был подготовлен по технологии, разработанной [10]. Для этого субстрат, состоящий из сосновой коры и птичьего помета, компостировался 3 месяца в присутствии компостного червя вида *Eisenia fetida*. На опыте выращивалась кукуруза сорта Сибирячка. В фазе созревания початков растения были срезаны и взвешены. После учета урожая были отобраны почвенные и растительные образцы из каждого сосуда.

Таблица 1

Агрохимические показатели почв (слой 0–20 см)

Почва	Гумус, %	Валовые, %		pH		мг-экв /100 г			
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O	KCl	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	ЕКО
Агросерая тяжелосуглинистая	3,28	0,15	0,08	5,1	4,6	14,4	3,1	2,8	20,3

В почвенных образцах определяли легко- и трудногидролизуемый азот в 1 н и 6 н NaOH (соответственно) по Корнфилду, аммонифицирующую и нитрифицирующую способность, содержание аммонийного и нитратного азота в 0,03 н K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> колориметрически, биологическую активность по выделению CO<sub>2</sub>, используя при этом чашки Конвея [1]. В растительных пробах были определены на БИК-анализаторе следующие химические элементы: С, N, К, Са, Mg, Si. Все полученные результаты были обработаны статистическими методами по программе Microsoft Office Excel.

**Результаты исследований и обсуждение.** Кора сосны отличается повышенным содержанием лигнина (45 %), небольшим количеством легкогидролизуемых полисахаридов (14 %), кислым pH (3,7–4,0) и очень широким отношением С:N (153), что обуславливает низкую интенсивность ее минерализации. По данным [3], константа разложения корового опада сосны не превышает 0,09–0,11 мг С • г С<sup>-1</sup> • сут<sup>-1</sup>.

Добавление к коре богатого азотом птичьего помета активизирует процесс биоконверсии. Вермикомпостирование коры сопровождается активной утилизацией наиболее подвижных органических соединений и сужением отношения С:N. Полученный коробиогумус – это хорошо структурированное, влажное, рыхлое, пористое, черно-коричневое органическое вещество, обогащенное азотом и зольными элементами, и характеризующееся нейтральным pH (табл. 2). Следовательно, такие параметры, как сравнительно узкое отношение С:N, высокая зольность и нейтральный pH, являются основой для агроэкологической оценки коробиогумуса и определяют экологические условия для его использования.

## Химический состав коробиогумуса

Показатель	Содержание на сухое вещество, %
Влага	56,28
Азот: общий	1,31
аммонийный	0,105
нитратный	0,108
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> общий	2,45
K <sub>2</sub> O общий	1,09
Зола	55,37
pH	6,92
C:N	38

Согласно теории внутрипочвенного цикла азота [14, 9], все органическое вещество почвы подразделяется на активную (легкоминерализуемую) и пассивную (стабильную, трудноминерализуемую) фракции. Азотсодержащие соединения (аминокислоты, амиды), образующие легкогидролизующий азот, являются основным резервом для непрерывного пополнения запасов минерального азота в агросерой почве в результате постоянно протекающих процессов минерализации – иммобилизации. Добавление в почву коробиогумуса, как установлено, способствует увеличению активной формы органического вещества и участию ее в снабжении растений азотом (рис. 1).

Органическое вещество пассивной фракции очень устойчиво к разложению микроорганизмами и поэтому менее активно вовлекается в обменные процессы азотного цикла. Однако нужно иметь в виду, что трудногидролизующий азот, включающий амины, часть необменного аммония и часть гуминов, обеспечивает устойчивость почвы к различным воздействиям и поддерживает гумусное состояние почвы.

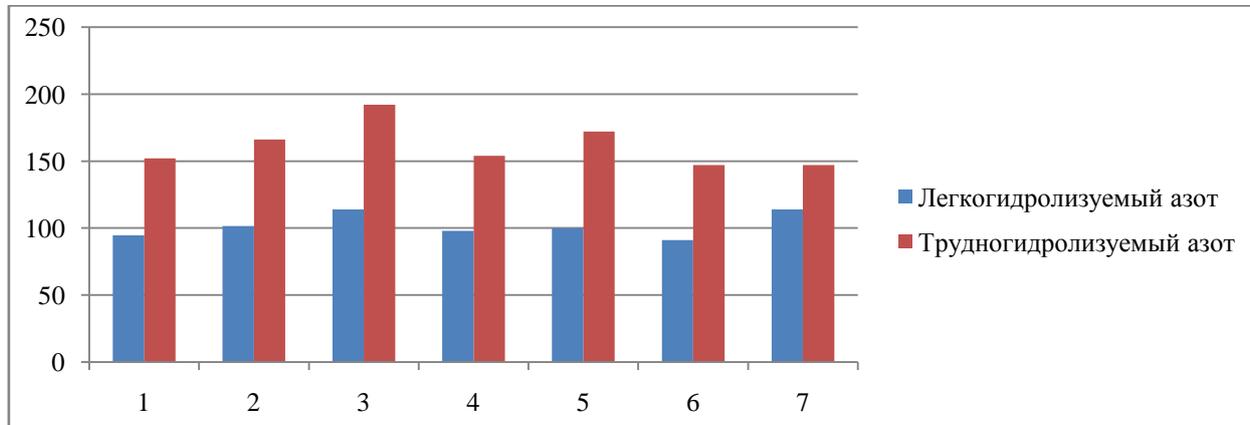


Рис. 1. Изменение легко- и трудногидролизующего азота в агросерой почве, удобренной коробиогумусом, мг/кг: 1 – почва – контроль (без удобрений); 2 – почва + 3 т/га коробиогумуса; 3 – почва + 6 т/га коробиогумуса; 4 – почва + NPK (экв 3 т/га коробиогумуса); 5 – почва + NPK (экв 6 т/га коробиогумуса); 6 – почва + 3 т/га коробиогумуса + NPK (экв 3 т/га коробиогумуса); 7 – почва + 6 т/га коробиогумуса + NPK (экв 6 т/га коробиогумуса)

Среднее содержание легкогидролизующего азота в агросерой почве невысокое и составляет 94 мг/кг. Такой уровень накопления легкогидролизующего азота объясняется пониженным содержанием общего азота в этой почве, а также слабо происходящими в ней процессами гидролитического расщепления и минерализации азотсодержащих органических соединений [4]. Ранее [2] было показано, что серые почвы Красноярской лесостепи, сформированные на коричнево-бурых глинах, отличаются незначительной выраженностью дернового и подзолистого процессов. Это обусловлено спецификой экологических условий их формирова-

ния: небольшое количество осадков, промерзание и позднее оттаивание, тяжелый гранулометрический состав почвообразующих пород. Сложное сочетание факторов почвообразования в прошлой и настоящей (испытывают агрогенное воздействие) экологической обстановке отразилось на азотном состоянии этих почв.

Внесение в почву коробиогумуса способствует увеличению количества легкогидролизуемого азота. Особенно заметное повышение этой фракции азота отмечается в почве, удобренной 6 т/га коробиогумуса. Здесь она достигает 114 мг/кг против 102 мг/кг в почве, удобренной 3 т/га коробиогумуса. По сравнению с исходной (контрольный вариант) почвой различия составляют 8 и 20 мг/кг соответственно. Это свидетельствует о том, что коробиогумус, будучи органическим материалом, пополняет в почве запасы азотосодержащих соединений.

Внесение в агросерую почву только минеральных удобрений в дозах, эквивалентных соответствующим дозам коробиогумуса, приводит к усилению минерализационных процессов и небольшому снижению содержания легкогидролизуемого азота. Совместное внесение коробиогумуса в дозе 3 т/га и азотно-фосфорно-калийного минерального удобрения не способствует накоплению гидролизуемой фракции органического азота в почве. Увеличение дозы коробиогумуса до 6 т/га вместе с минеральными удобрениями приводит к обогащению почвы легкогидролизуемым азотом. Однако уровень аккумуляции азота в почве этого варианта опыта соответствует варианту с внесением 6 т/га без минеральных удобрений. Значит, минеральные удобрения не влияют на накопление легкогидролизуемого азота в агросерой почве.

Ориентируясь на группировку величины коэффициента вариации, предложенную [12], отметим, что варьирование содержания легкогидролизуемой фракции азота в выборке всех вариантов опыта незначительное.

Среднее содержание трудногидролизуемого азота в агросерой почве контрольного варианта опыта равняется 152 мг/кг. Наиболее существенные различия в уровне аккумуляции этой фракции органического азота обнаруживаются в почве на вариантах контроль и 6 т/га коробиогумуса. Внесение минеральных удобрений на фоне 3 и 6 т/га коробиогумуса снижает количество трудногидролизуемого азота в почве. Варьирование этого показателя незначительное. Полученные материалы по изменению гидролизуемых фракций азота в агросерой почве, удобренной коробиогумусом, хорошо сочетаются с количественными оценками биологической активности (табл. 3).

Таблица 3

**Изменение биологической активности агросерой почвы**

Вариант	CO <sub>2</sub> , мг/100 г	
	X ± S <sub>x</sub>	V, %
Почва – контроль (без удобрений)	5,4±1,3	48
Почва + 3 т/га коробиогумуса	5,4±0,7	26
Почва + 6 т/га коробиогумуса	5,6±0,6	21
Почва + NPK (экв 3 т/га коробиогумуса)	5,9±0,4	15
Почва + NPK (экв 6 т/га коробиогумуса)	8,8±1,0	24
Почва + 3 т/га коробиогумуса + NPK (экв 3 т/га коробиогумуса)	4,3±1,7	79
Почва + 6 т/га коробиогумуса + NPK (экв 6 т/га коробиогумуса)	6,5±1,4	45

Наиболее высокая интенсивность выделения CO<sub>2</sub> наблюдается на вариантах почва + NPK и почва + коробиогумус + NPK, что подтверждает повышенную скорость минерализации органического вещества почвы.

В составе минерального азота в агросерой почве всех вариантов опыта доминирует нитратная форма (табл. 4). Среднестатистическое содержание нитратного азота в почве контрольного варианта составляет 1,4 мг/100 г с ошибкой средней, равной 0,6 мг/100 г. Максимальное количество нитратов отмечается в почве, удобренной 6 т/га коробиогумуса. Оно достигает здесь 2,4 мг/100 г почвы и соответствует очень высокой обеспеченности.

В почве других вариантов опыта не наблюдается количественных изменений нитратного азота. Варьирование содержания нитратов в почве опыта, судя по грациям [12], высокое и очень высокое. Это объясняется более выраженной реакцией процесса нитрификации на меняющиеся условия. Среднее содержание аммонийного азота в агросерой почве контрольного и удобренных вариантов опыта не различается и находится в интервале 0,4–0,5 мг/100 г. Варьирование этого показателя от небольшого до среднего.

Таблица 4

## Содержание минеральных форм азота в агросерой почве, мг/100 г

Вариант	N-NH <sub>4</sub>		N-NO <sub>3</sub>	
	X ± S <sub>x</sub>	V, %	X ± S <sub>x</sub>	V, %
Почва – контроль (без удобрений)	0,4±0,02	12	1,4±0,6	82
Почва + 3 т/га коробиогумуса	0,5±0,06	26	1,6±0,4	51
Почва + 6 т/га коробиогумуса	0,5±0,06	29	2,4±1,0	82
Почва + NPK (экв 3 т/га коробиогумуса)	0,5±0,06	28	1,4±0,3	49
Почва + NPK (экв 6 т/га коробиогумуса)	0,5±0,1	42	1,5±0,3	41
Почва + 3 т/га коробиогумуса + NPK (экв 3 т/га коробиогумуса)	0,4±0,04	24	1,5±0,5	72
Почва + 6 т/га коробиогумуса + NPK (экв 6 т/га коробиогумуса)	0,4±0,04	22	1,4±0,5	73

Известно [17], что количественное накопление N-NH<sub>4</sub> и N-NO<sub>3</sub> определяется соотношением процессов аммонификации и нитрификации при разложении азотсодержащих органических соединений. В серой почве зачастую отмечается преобладание аммонификационного процесса над нитрификационным, что предопределено как генезисом этой почвы, так и экологическими условиями её функционирования. В условиях нашего опыта цикл превращения азотсодержащего органического вещества сопровождается достаточно полным окислением аммония до нитратов. К тому же обнаруженное количество нитратного азота не в полной мере характеризует темпы его мобилизации в почве разных вариантов опыта за счет текущей нитрификации, поскольку одновременно в течение всего вегетационного сезона происходит снижение его запасов за счет потребления растениями и микроорганизмами, а также, возможно, вымывания или денитрификации. Кроме того, обнаружено, что содержание N-NO<sub>3</sub> в почве опыта после 2-недельного компостирования в оптимальных условиях увлажнения и температуры уменьшается по сравнению с количеством нитратного азота до компостирования. Значит, процесс компостирования почвенных образцов всех вариантов опыта сопровождался иммобилизацией азота микробной плазмой. Количество иммобилизованного азота в почве увеличивается до 10–22 мг/100 г в зависимости от дозы коробиогумуса. Дальнейшая судьба иммобилизованного азота определяется условиями его минерализации. Вклад этого азота (микробный азот) в общий запас легкодоступных азотсодержащих соединений весьма существенный, особенно на вариантах с внесением коробиогумуса.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что внесение удобрений в агросерую почву способствует увеличению фитомассы кукурузы (табл. 5). Особенно это обнаружено в варианте с внесением в почву 6 т/га коробиогумуса. Относительно контроля здесь урожайность кукурузы увеличилась на статистически значимую величину.

Таблица 5

## Запасы фитомассы кукурузы

Вариант	Сырая фитомасса, г/сосуд		Початки, шт.
	X ± S <sub>x</sub>	V, %	
Почва – контроль (без удобрений)	339,5±28,1	17	1
Почва + 3 т/га коробиогумуса	430,0±54,6	25	1
Почва + 6 т/га коробиогумуса	507,5±83,3	33	2
Почва + NPK (экв 3 т/га коробиогумуса)	340,0±42,3	25	2
Почва + NPK (экв 6 т/га коробиогумуса)	431,7±116,5	54	1
Почва +3 т/га коробиогумуса + NPK (экв 3 т/га коробиогумуса)	396,5±56,9	29	1
Почва + 6 т/га коробиогумуса + NPK (экв 6 т/га коробиогумуса)	440,0±54,1	24	2
НСР <sub>0,05</sub>	99,9	-	-

Дополнительное внесение минеральных удобрений не способствовало повышению массы кукурузы. На варианте с NPK удобрениями в дозе, эквивалентной 3 т/га коробиогумуса, урожайность кукурузы идентична её урожайности на контроле. Запасы надземной фитомассы кукурузы на агросерой почве, удобренной минеральными удобрениями в дозе, эквивалентной 6 т/га коробиогумуса, возрастают на статистически значимую величину по сравнению с контролем и вариантом с NPK в дозе, эквивалентной 3 т/га коробиогумуса. Это объясняется дополнительным поступлением в почву легкодоступных питательных элементов.

Общая потребность сельскохозяйственных культур в элементах минерального питания характеризуется размерами биологического выноса – количеством питательных элементов во всей формирующейся биомассе растений, т.е. в надземных органах и корнях [6]. Вынос химических элементов растениями зависит от концентрации их в фитомассе и запасов этой фитомассы [7, 17, 8]. Известно [11], что растения очень избирательны по отношению к потребляемым химическим элементам.

Надземная фитомасса кукурузы, выращиваемая в нашем опыте на агросерой почве без удобрений и с внесением в разной дозе коробиогумуса, минеральных удобрений, или совместно коробиогумуса и минеральных удобрений, характеризуется зольностью в пределах 5,7–7,4 %. Надземная фитомасса кукурузы на неудобренном (контрольном) фоне отличается наименьшей зольностью. Количество золы в фитомассе кукурузы на удобренных вариантах повышается, достигая наибольших значений на вариантах с совместным внесением 3 т/га коробиогумуса и NPK. Установлено, что внесение коробиогумуса приводит к уменьшению концентрации азота и расширению отношения C:N (до 56 против 48 на контроле) в фитомассе кукурузы.

Рассмотрим данные по содержанию некоторых химических элементов в надземном растительном веществе кукурузы (табл. 6). Сразу же отметим, что значимых различий в содержании этих химических элементов в фитомассе кукурузы на вариантах опыта не наблюдается. Ошибка средней везде незначительная. Варьирование любого элемента чаще всего очень небольшое. Преобладающими являются Ca и K, что не противоречит известным фактам [16].

Таблица 6

Содержание химических элементов в надземной фитомассе кукурузы, %

Вариант	Si		Ca		Mg		K	
	$X \pm S_x$	V						
Почва – контроль (без удобрений)	0,34±0,01	5	0,78±0,08	22	0,29±0,02	10	0,96±0,04	9
Почва + 3 т/га коробиогумуса	0,36±0,01	8	0,81±0,03	8	0,29±0,01	7	0,95±0,04	8
Почва + 6 т/га коробиогумуса	0,34±0,01	5	0,79±0,08	20	0,29±0,01	7	1,04±0	1
Почва + NPK (экв 3 т/га коробиогумуса)	0,36±0,02	11	0,78±0,06	16	0,29±0,01	3	1,08±0,11	20
Почва + NPK (экв 6 т/га коробиогумуса)	0,39±0,02	10	0,79±0,05	14	0,30±0	3	0,97±0,07	15
Почва + 3 т/га коробиогумуса + NPK (экв 3 т/га коробиогумуса)	0,39±0,03	15	0,76±0,11	28	0,29±0,01	3	1,12±0,10	18
Почва + 6 т/га коробиогумуса + NPK (экв 6 т/га коробиогумуса)	0,37±0,02	10	0,74±0,07	20	0,31±0	3	1,00±0,11	22

Повышенные концентрации этих элементов обуславливают хорошие кормовые качества фитомассы кукурузы. Концентрация Si – элемента, придающего устойчивость стеблю, почти не изменяется в растительном веществе кукурузы на разных вариантах опыта. Содержание Mg также маловарьирующий показатель в фитомассе растений, выращенных на разных фонах.

Вынос химических элементов кукурузой определяется в первую очередь величиной фитомассы, а затем концентрацией элемента (рис. 2). Минимальный вынос кремния, кальция, магния и калия отмечается на контрольном варианте и на варианте почва + NPK. Внесение коробиогумуса 6 т/га, способствуя увеличению фитомассы кукурузы, сопровождается максимальной величиной выноса этих химических элементов.

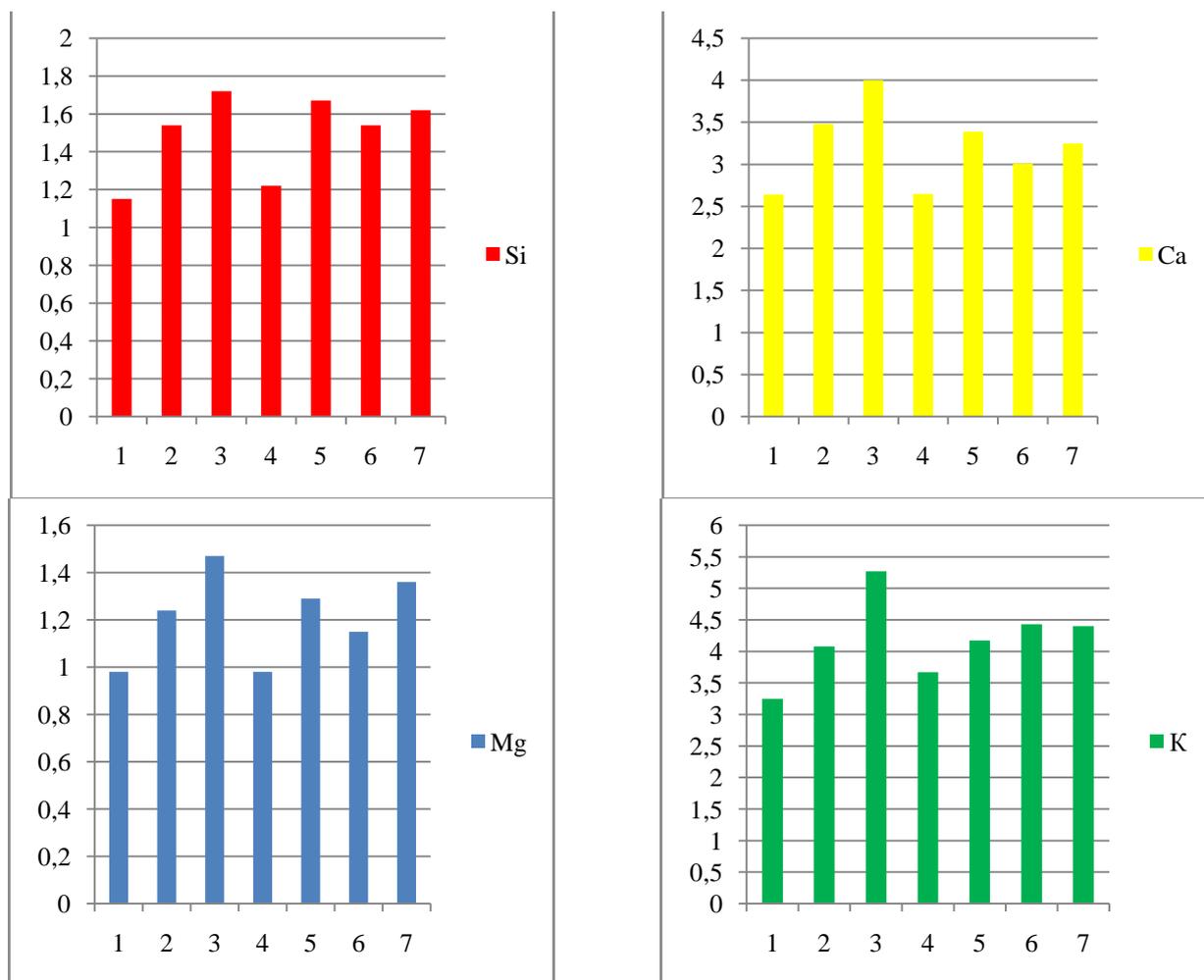


Рис. 2. Вынос химических элементов кукурузой, г/сосуд: 1 – почва – контроль (без удобрений); 2 – почва + 3 т/га коробиогумуса; 3 – почва + 6 т/га коробиогумуса; 4 – почва + NPK (экв 3 т/га коробиогумуса); 5 – почва + NPK (экв 6 т/га коробиогумуса); 6 – почва + 3 т/га коробиогумуса + NPK (экв 3 т/га коробиогумуса); 7 – почва + 6 т/га коробиогумуса + NPK (экв 6 т/га коробиогумуса)

### Выводы

1. Коробиогумус характеризуется нейтральным рН, высокой зольностью и довольно узким отношением С:N.
2. Внесение 6 т/га коробиогумуса в агросерую почву приводит к накоплению органических гидролизуемых фракций азота, увеличению фитомассы кукурузы и выносу химических элементов на статистически значимую величину по сравнению с неудобренным вариантом опыта. Достоверных изменений в содержании нитратного и аммонийного азота в удобренной коробиогумусом агросерой почве по сравнению с неудобренным вариантом опыта не обнаружено.
3. Азотомобилизующая способность почвы под действием коробиогумуса сопровождается иммобилизацией минерального азота.

### Литература

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 478 с.
2. Бугаков П.С., Чупрова В.В. Агрономическая характеристика почв земледельческой зоны Красноярского края: учеб. пособие. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 1995. – 176 с.
3. Ведрова Э.Ф. Деструкционные процессы в углеродном цикле лесных экосистем Енисейского меридиана: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Красноярск, 2005. – 60 с.
4. Гамзиков Г.П. Агрохимия азота в агроценозах / Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. отд-ние; Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2013. – 790 с.

5. Добровольский Г.В. Педосфера как оболочка высокой концентрации разнообразия жизни на планете Земля // Почвы в биосфере и жизни человека: монография. – М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2012. – С. 20–35.
6. Ермохин Ю.И. Отечественный и зарубежный опыт диагностики азотного питания растений и применения азотных удобрений: учеб. пособие. – Омск: ОмГАУ, 1999. – 80 с.
7. Заболоцкая Т.Г. Биологический круговорот элементов в агроценозах и их продуктивность. – Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1985. – 179 с.
8. Ильин В.Б. Тяжелые металлы и неметаллы в системе почва-растение / отв. ред. А.И. Сысо; Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – 220 с.
9. Назарюк В.М. Эколого-агрохимические и генетические проблемы регулируемых агроэкосистем. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – 240 с.
10. Пат. №2480439. Российская Федерация, МПК С05F11/00. Состав для производства вермикомпоста на основе сосновой коры и куриного помета / О.А. Ульянова, Ю.П. Ковалева, В.В. Чупрова; ФГОУ ВПО КрасГАУ; заяв. 19.09.2011; опублик. 27.04.2013.
11. Романова И.П. Структура надземной и подземной фитомассы и ее связь с почвенным органическим веществом в Туве (на примере Убсунурской котловины): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Томск, 2002. – 23 с.
12. Савич В.И. Варьирование свойств почв во времени и пространстве // Докл. ТСХА. – 1971. – Вып. 162. – С. 111–115.
13. Соколов М.С. Актуальные задачи оздоровления почв России // Почвы в биосфере и жизни человека: монография. – М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2012. – С. 356–385.
14. Тейт Р. Органическое вещество почвы: биологические и экологические аспекты: пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 400 с.
15. Титов И.Н. Дождевые черви. Руководство по вермикультуре. Ч. 1. Компостные черви. – М., 2012. – 284 с.
16. Церлинг В.В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур. – М.: Агропромиздат, 1990. – 235 с.
17. Чупрова В.В., Ерохина Н.Л., Александрова С.В. Запасы и потоки азота в агроценозах Средней Сибири / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2006. – 171 с.



УДК 631.41

С.В. Овсянникова, В.П. Середина

#### РЕГИОНАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ ПОЧВ КУЗНЕЦКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА ПО НАКОПЛЕНИЮ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

*В статье представлен статистический анализ содержания и динамики накопления подвижных форм тяжелых металлов (Pb, Cd, Cu, Zn, Mn, Ni, Co, Fe, Cr) на опорных пунктах мониторинга в пределах Кузнецкой котловины. Установлены тренды их изменения.*

**Ключевые слова:** мониторинг, тяжелые металлы, почва, загрязнение, Кузнецкий угольный бассейн.

S.V. Ovsyannikova, V.P. Seredina

#### REGIONAL MONITORING OF THE KUZNETSK COAL FIELD SOILS ON THE ACCUMULATION OF THE HEAVY METAL MOBILE FORMS

*The statistical analysis of the contents and dynamics of the mobile forms accumulation of heavy metal (Pb, Cd, Cu, Zn, Mn, Ni, Co, Fe, Cr) on the monitoring base stations within Kuznetsk Hollow is presented in the article. The trends of their change are established.*

**Key words:** monitoring, heavy metals, soil, pollution, Kuznetsk coal field.

---

**Введение.** Техногенное загрязнение почв тяжелыми металлами является в настоящее время одним из самых серьезных экологических факторов, влияющих на состояние биосферы [1, 2, 3, 4]. Тяжелые металлы (ТМ), попадая в почву в результате антропогенного воздействия, накапливаются там, многократно превышая фоновый уровень, и не только снижают продуктивность почв, но и включаются в биологические цепи в количествах, превышающих необходимые потребности в них живых организмов [5, 6].