

## ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АГРОСЕРОЙ ПОЧВЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ БИОГУМУСА И АЗОФОСКИ

M.S. Butenko, O.A. Uliyanova

### THE CHANGE OF AGROCHEMICAL PROPERTIES OF GREY FOREST SOIL UNDER THE INFLUENCE OF BIOHUMUS AND AZOFOSK

**Бутенко М.С.** – асп. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: mbs.93@mail.ru

**Ульянова О.А.** – д-р биол. наук, проф. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: kora64@mail.ru

**Butenko M.S.** – Post-Graduate Student, Chair of Soil Science and Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: mbs.93@mail.ru

**Uliyanova O.A.** – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Soil Science and Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: kora64@mail.ru

В работе использован новый вид удобрения – биогумус, полученный на кафедре почвоведения и агрохимии по технологии вермикомпостирования отходов деревообрабатывающей промышленности (опилок) и сельского хозяйства (птичьего помета). Цель исследования – оценить действие нового вида биогумуса и азофоски на свойства агросерой почвы, а также урожайность кукурузы и пшеницы. Апробацию удобрений проводили в вегетационно-полевом опыте на стационаре Красноярского ГАУ на агросерой почве, которая характеризуется слабокислой реакцией среды, низким содержанием органического вещества и элементов минерального питания. Внесение разных доз биогумуса в агросерую почву способствует изменению от слабокислой реакции среды, отмеченной на контроле, до близкой к нейтральной. Показано, что в динамике под действием биогумуса, внесенного в количестве 6 т/га, достоверно повышается содержание углерода органического вещества, общих форм азота, фосфора, калия, а также обменного калия в агросерой почве. Во второй год наблюдений отмечается понижение аммонийной формы азота и подвижного фосфора при внесении биогумуса в почву, что обусловлено их выносом урожаем кукурузы. Максимальные количества наземной фитомассы кукурузы и пшеницы формируются под действием биогумуса, внесенного в дозе 6 т/га, и превышают контроль на 56–60 %. Показано, что энерге-

тическая эффективность биогумуса, внесенного в дозах 3 и 6 т/га, изменялась от 1,7 до 3,1 единиц. Применение биогумуса в количестве 1,5 т/га на фоне азофоски способствовало увеличению энергетической эффективности до 3,8 единиц.

**Ключевые слова:** опилки, птичий помет, вермикомпостирование, биогумус, азофоска, агросерая почва, агрохимические показатели.

In the study a new type of fertilizer, biohumus received in the Department of soil science and agrochemistry on technology of a vermicompost of waste of the woodworking industry (sawdust) and agriculture (a bird's dung) was used. The research objective was to estimate the influence of a new type of biohumus and azofoska on the properties of agrogrey soil, and also the productivity of corn and wheat. The approbation of fertilizers was carried out in a vegetative field experiment at the department of Krasnoyarsk state agrarian university on agrogrey soil which is characterized by subacidic reaction of the environment, low content of organic substance and the elements of mineral food. Adding of different doses of biohumus into agrogrey soil promoted the change from subacidic reaction of the environment noted in control to close to neutral. It was shown that in dynamics under the influence of biohumus brought in 6 t/hectare the content of carbon of organic substance, general forms of nitrogen, phosphorus, potassium, and also the exchange of potassium in agrogrey soil authentically

raised. In the second year of supervision the decrease of ammonium form of nitrogen and mobile phosphorus when entering biohumus into the soil caused by their carrying out by a corn crop was noted. The maximum quantities of land phytomass of corn and wheat were formed under the influence of the biohumus brought in a dose of 6 t/hectare and exceeded control for 56–60 %. It was shown that the power efficiency of biohumus brought in the doses of 3 and 6 t/hectare changed from 1.7 to 3.1 units. The Application of biohumus in the dose of 1.5 t/hectare against azofoska promoted the increase in power efficiency to 3.8 units.

**Keywords:** sawdust, bird's dung, vermicomposting, biohumus, azofoska, agrogrey soil, agrochemical indicators.

**Введение.** В последние десятилетия, в связи с острой потребностью утилизации сельскохозяйственных и бытовых органических отходов, широко используют вермифтехнология, обеспечивающую более глубокую переработку обычных компостов, подготавливаемых из отходов [5]. На кафедре почвоведения и агрохимии Красноярского ГАУ разработана технология переработки птичьего помета и опилок методом вермикюльтуры в новое экологически безопасное удобрение – биогумус (БГ). Однако исследований по влиянию этого удобрения на плодородие агросерой почвы и урожайность растений недостаточно для широкого внедрения его в сельское хозяйство региона.

**Цель исследований.** Оценить действие биогумуса и азофоски на свойства агросерой почвы и урожайность кукурузы и пшеницы.

**Объекты и методы исследований.** Исследования проведены в вегетационно-полевом опыте на стационаре Красноярского ГАУ в сосудах без дна (диаметр сосуда – 50 см). Объектами исследований являются агросерая почва; биогумус (БГ), полученный методом переработки птичьего помета и опилок калифорнийским червем *Eisenia fetida*; азофоска (АЗФК); кукуруза; пшеница.

Удобрения – биогумус, азофоску и их смеси вносили в мае в почву до посева первой культуры в севообороте – кукурузы, согласно следующей схеме опыта: 1. Контроль (без удобрений). 2. БГ 3 т/га. 3. БГ 6 т/га. 4. БГ 1,5 т/га + АЗФК эквивалентно 1,5 т/га БГ. 5. БГ 3 т/га + АЗФК эквивалентно 3 т/га БГ. 6. АЗФК эквивалентно 3 т/га БГ. 7. АЗФК эквивалентно 6 т/га БГ. По-

вторность опыта четырехкратная, размещение вариантов последовательное. Весной до закладки опыта и осенью после уборки фитомассы кукурузы и пшеницы отбирали почвенные образцы, в которых определяли  $pH_{KCl}$  – потенциметрически, содержание  $C_{орг}$  – по методу Тюрина, количество подвижного фосфора и обменного калия – по методу Кирсанова [2], аммонийный азот – с реактивом Несслера [2], легкогидролизуемый азот – методом Корнфилда [1]. Общее содержание азота, фосфора, калия, гидролитическую кислотность определяли с помощью БИК-анализатора в НИЦ Красноярского ГАУ. Полученные результаты были обработаны статистически методом дисперсионного анализа [4].

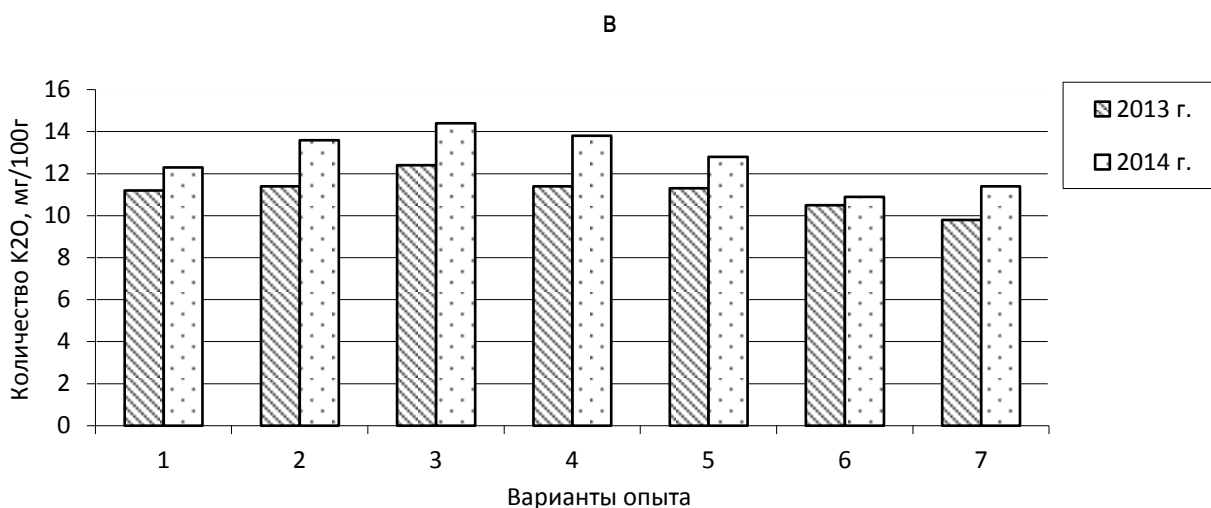
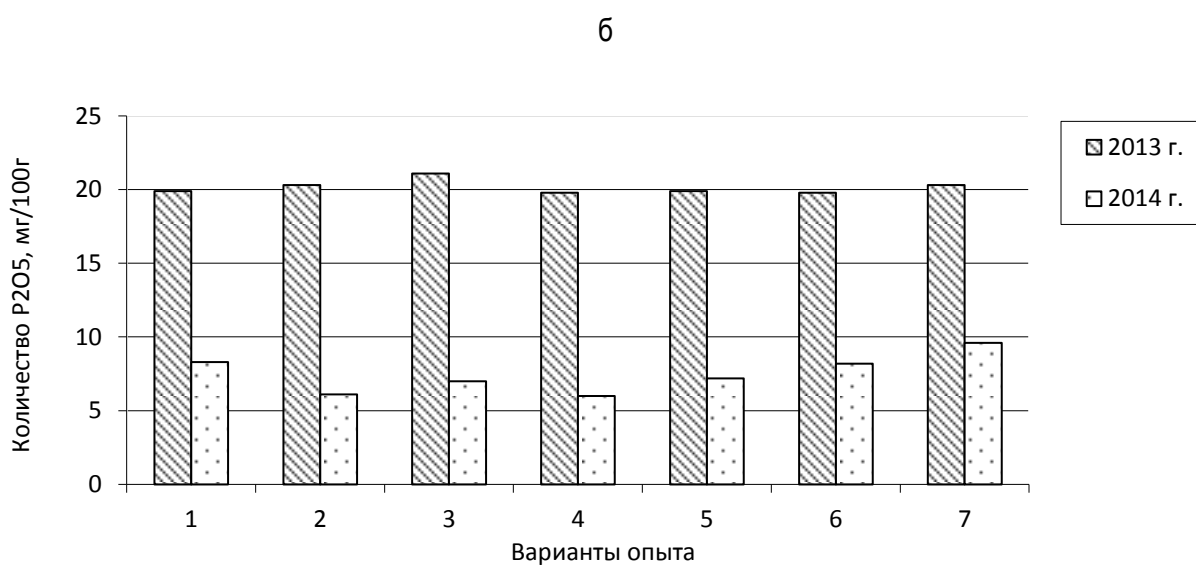
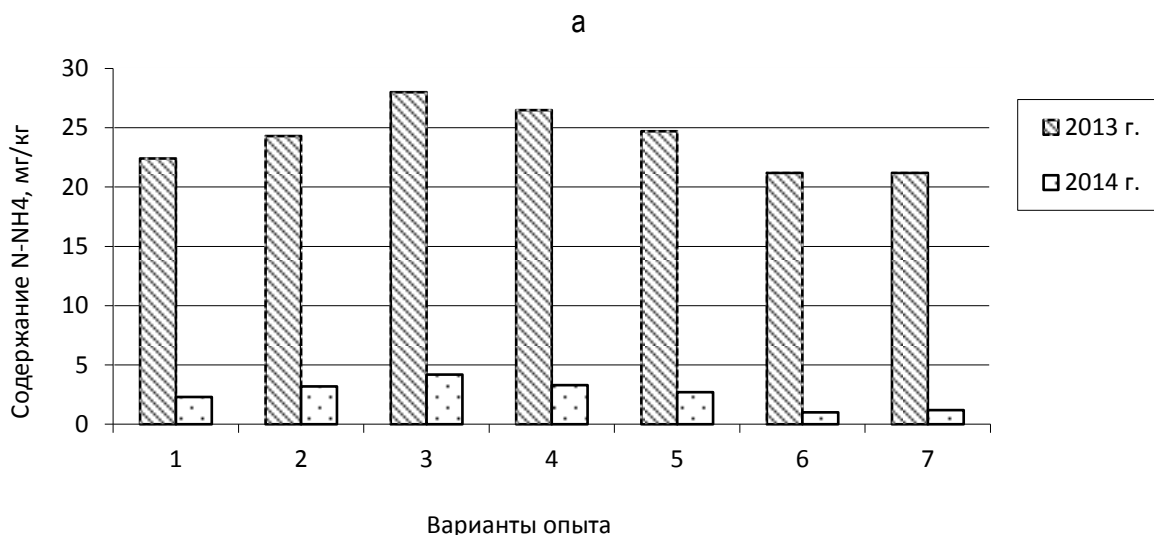
**Результаты и их обсуждение.** Агросерая почва характеризуется низким содержанием органического вещества (табл. 1) согласно системе показателей гумусного состояния почв, предложенной Л.А. Гришиной и Д.С. Орловым [3]. Анализ полученных данных свидетельствует, что внесение 6 т/га БГ в почву способствует увеличению в 1,3 раза содержания углерода органического вещества в почве. При уменьшении дозы внесения БГ в 2 раза отмечается снижение его количества в почве до 2,3 %, но все же этот показатель остается выше значений контроля. Следовательно, применение биогумуса в дозах 3 и 6 т/га способствуют накоплению  $C_{орг}$  в почве, а внесение его в количестве 1,5 т/га на фоне азофоски позволяет сохранять этот показатель на уровне исходных значений. Применение только АЗФК, внесенной в дозе эквивалентной 3 т/га БГ, приводит к достоверному снижению количества  $C_{орг}$  в почве по отношению к контролю. АЗФК, по-видимому, способствует минерализации органического вещества почвы. Во второй год наблюдений в последствии выявлено статистически значимое увеличение в 1,7 раза содержания  $C_{орг}$  в почве к контролю под действием БГ, внесенного в количестве 6 т/га.

Анализ результатов проведенных исследований показывает, что внесение БГ в агросерую почву способствует изменению реакции среды со слабокислой, отмеченной на контроле, до близкой к нейтральной в удобренных биогумусом вариантах при низком варьировании показателя. Применение АЗФК не изменяет этот показатель агросерой почвы, что связано со свойствами этого удобрения.

## Влияние удобрений на показатели потенциального плодородия агросерой почвы

Вариант	С <sub>орг</sub> , %	рН <sub>ксл</sub>	N	P	K	Hг
			Общие, %			
	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m
1. Контроль (без удобрений)	<u>2,1±0,1</u>	<u>5,7±0,2</u>	<u>0,2±0,02</u>	<u>0,2±0,01</u>	<u>0,8±0,04</u>	<u>5,8±0,4</u>
	2,0±0,2	5,2±0,2	0,23±0,02	0,17±0,03	0,44±0,03	4,9±1,2
2. БГ 3 т/га	<u>2,3±0,2</u>	<u>6,0±0,1</u>	<u>0,2±0,01</u>	<u>0,2±0,008</u>	<u>0,9±0,01</u>	<u>6,0±0,2</u>
	2,8±0,1	5,0±0,1	0,3±0,01	0,21±0,02	0,51±0,03	8,3±0,6
3. БГ 6 т/га	<u>2,7±0,1</u>	<u>6,3±0,1</u>	<u>0,2±0,007</u>	<u>0,2±0,01</u>	<u>0,9±0,03</u>	<u>6,6±0,2</u>
	3,4±0,2	5,0±0,2	0,33±0,01	0,27±0,02	0,59±0,01	9,6±0,7
4.БГ 1,5 т/га +АЗФК экв. 1,5 т/га БГ	<u>2,1±0,1</u>	<u>5,8±0,1</u>	<u>0,2±0,006</u>	<u>0,2±0,009</u>	<u>0,8±0,02</u>	<u>6,0±0,4</u>
	2,6±0,2	5,2±0,1	0,29±0,02	0,20±0,03	0,48±0,03	8,3±0,3
5. БГ 3 т/га + АЗФК экв. 3 т/га БГ	<u>2,3±0,1</u>	<u>6,0±0,1</u>	<u>0,2±0,008</u>	<u>0,2±0,01</u>	<u>0,8±0,02</u>	<u>5,9±0,4</u>
	2,5±0,16	5,0±0,1	0,27±0,02	0,20±0,01	0,51±0,01	7,4±0,5
6. АЗФК экв.3 т/га БГ	<u>2,0±0,1</u>	<u>5,4±0,1</u>	<u>0,2±0,008</u>	<u>0,2±0,005</u>	<u>0,8±0,006</u>	<u>5,7±0,1</u>
	1,9±0,1	5,2±0,1	0,20±0,02	0,18±0,01	0,51±0,02	6,0±0,2
7. АЗФК экв.6 т/га БГ	<u>2,1±0,1</u>	<u>5,4±0,2</u>	<u>0,2±0,007</u>	<u>0,2±0,008</u>	<u>0,8±0,003</u>	<u>5,1±0,1</u>
	1,9±0,1	5,2±0,1	0,20±0,01	0,17±0,01	0,50±0,01	6,3±0,6
НСР <sub>05</sub>	<u>0,2</u>	<u>0,1</u>	<u>0,01</u>	<u>0,01</u>	<u>0,03</u>	<u>0,4</u>
	0,8	0,2	0,07	0,05	0,07	0,9

Примечание: М – среднее, т – ошибка средней, над чертой – данные за 2013 г., под чертой – данные за 2014 г.



Влияние удобрений на показатели эффективного плодородия агросерой почвы по вариантам опыта: 1 – контроль (без удобрений); 2 – БГ 3 т/га; 3 – БГ 6 т/га; 4 – БГ 1,5 т/га + АЗФК эквивалентно 1,5 т/га БГ; 5 – БГ 3 т/га + АЗФК эквивалентно 3 т/га БГ; 6 – АЗФК эквивалентно 3 т/га БГ; 7 – АЗФК эквивалентно 6 т/га БГ

В первый год исследований по вариантам опыта не выявлено достоверных отличий по количеству общего азота. В процессе трансформации БГ в обеих дозах в агросерой почве в последствии (2014 г.) наблюдается достоверное повышение на 50–65 % общего азота к контролю, а при его использовании на фоне АЗФК отмечается лишь тенденция увеличения этого показателя (см. табл.1). Результаты исследований показывают, что по количеству общего фосфора и калия в 2013 году не обнаружено достоверных отличий с контрольным вариантом опыта. Однако в последствии (2014 г.), под влиянием 6 т/га БГ, достоверно возрастает количество общего фосфора и калия на 59 и 35 % соответственно.

Анализ данных указывает на высокое количество аммонийного азота (рис., а) и подвижно фосфора (рис., б) в первый год наблюдений.

Оценивая последствие удобрений (2014 г.), следует отметить снижение этих биогенных элементов в почве, что обусловлено их выносом прибавкой урожайности кукурузы. Отметим, что достоверно изменяется количество подвиж-

ного фосфора при внесении 3 т/га БГ и 3 т/га БГ, внесенного на фоне азофоски. В остальных удобренных вариантах его количество находится на уровне контроля. Агросерая почва характеризуется средним содержанием обменного калия. Тенденция увеличения этого показателя выявляется только при внесении в почву высокой дозы (6 т/га) биогумуса (рис., в). Другие удобренные варианты опыта по этому показателю не отличаются от контроля. Во второй год наблюдений содержание обменного калия возрастает на достоверную величину в вариантах, удобренных 6 т/га БГ, и АЗФК в дозе, эквивалентной 3 т/га БГ. Таким образом, оптимальной дозой внесения БГ в почву следует считать дозу 6 т/га, которая приводит к оптимизации всех агрохимических показателей.

Анализ результатов проведенных исследований свидетельствует о минимальной урожайности кукурузы и пшеницы на контроле, обусловленной низким плодородием агросерой почвы (табл. 2).

Таблица 2

## Статистические показатели наземной фитомассы растений, г/сосуд

Вариант	Кукуруза (сырая фитомасса)		Пшеница (сухая фитомасса)	
	г/сосуд	прибавка к контролю, %	г/сосуд	прибавка к контролю, %
1. Контроль (без удобрений)	222,8 ± 26,1	-	6,6 ± 0,8	-
2. БГ 3 т/га	260,0 ± 13,9	17	7,8 ± 1,1	18
3. БГ 6 т/га	356,8 ± 24,2	60	10,3 ± 1,9	56
4. БГ 1,5 т/га + АЗФК эквивалентно 1,5 т/га БГ	302,8 ± 49,9	36	7,8 ± 0,4	18
5. БГ 3 т/га + АЗФК эквивалентно 3 т/га БГ	260,3 ± 71,7	17	9,4 ± 1,7	42
6. АЗФК эквивалентно 3 т/га БГ	218,8 ± 35,2	-	9,3 ± 1,2	41
7. АЗФК эквивалентно 6 т/га БГ	237,8 ± 42,6	7	9,2 ± 0,3	39
НСР <sub>05</sub>	61,2	-	1,79	-

Внесение БГ в количестве 3 т/га способствует увеличению на 17–18 % урожайности кукурузы и пшеницы. Удвоение дозы биогумуса повышает количество фитомассы растений на 56–60 % к контролю и на 38–43 % по отношению к одинарной дозе внесения. Внесение АЗФК не оказало влияния на формирование фитомассы кукурузы, но повысило урожайность пшеницы на 39–42 % к контролю (см. табл. 2). Результаты

исследования ученых [6], апробирующих коробиогумус, указывают на оптимальную дозу внесения 6 т/га, что согласуется с результатами наших исследований.

Энергетическая эффективность применения удобрений определяется отношением количества энергии, полученной в прибавке урожая от удобрений, к затратам энергии на применение удобрений. Энергетически эффективными счи-

тают удобрения, у которых энергетический коэффициент составляет больше 1. Следовательно, при выращивании кукурузы неэффективно применять АЗФК в дозе, эквивалентной 6 т/га БГ, и совместно вносить БГ в количестве 3 т/га и АЗФК в эквивалентной дозе. Энергети-

чески эффективными являются варианты с удобрениями, образующими следующий ряд: БГ 1,5 т/га + АЗФК экв. 1,5 т/га БГ (3,8 ед) > БГ 6т/га (3,1 ед) > БГ 3т/га (1,7 ед), и которые предпочтительнее применять в сельском хозяйстве региона (табл. 3).

Таблица 3

**Энергетическая эффективность при возделывании кукурузы**

Вариант	Прибавка, кг	Кол-во энергии прибавкой урожайности, Q	Энергозатраты на вносимое удобрение, A <sub>0</sub>	Энергетическая эффективность, Э
БГ 3т/га	2140	8774	5100	1,7
БГ 6т/га	7720	31 652	10200	3,1
БГ 1,5 т/га + АЗФК экв. 1,5 т/га БГ	4610	18 901	5022	3,8
БГ 3 т/га + АЗФК экв. 3 т/га БГ	2160	8856	10044	0,9
АЗФК экв. 6 т/га БГ	860	3526	9888	0,4

Наиболее энергозатратно применение азофоски, внесенной в дозе, эквивалентной 6 т/га биогумуса.

**Выводы**

1. Биогумус, полученный в результате переработки птичьего помета и опилок методом вермикюльтуры, характеризуется высоким содержанием элементов минерального питания, нейтральной реакцией среды и не содержит семян сорных растений и яйца гельминтов, что подтверждает экологическую безопасность его применения.

2. Показано, что в динамике под действием биогумуса, внесенного в дозе 6 т/га, достоверно повышается содержание углерода органического вещества, валовых форм азота, фосфора и калия в агросерой почве.

3. Во второй год наблюдений выявлено понижение аммонийной формы азота и подвижного фосфора при внесении биогумуса, что обусловлено выносом их урожайностью кукурузы, а содержание обменного калия возрастает на достоверную величину в вариантах, удобренных 6 т/га биогумуса и азофоски, внесенной в дозе, эквивалентной 3 т/га биогумуса.

4. Применение биогумуса способствует достоверному повышению продуктивности полевых культур. Максимальные значения наземной фитомассы кукурузы и пшеницы формируются под

действием биогумуса, внесенного в агросерую почву в количестве 6 т/га.

5. Обнаружено, что энергетическая эффективность биогумуса, внесенного в дозах 3 и 6 т/га, изменяется от 1,7 до 3,1 единиц. Применение биогумуса в количестве 1,5 т/га на фоне азофоски способствовало увеличению энергетической эффективности до 3,8 единиц.

**Литература**

1. Агрoхимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 478 с.
3. Гришина Л.А., Орлов Д.С. Система показателей гумусного состояния почв // Проблемы почвоведения. – М.: Наука, 1978. – С. 42– 47.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М., 1979. – 416 с.
5. Просянкин Е.В., Купцова Ю.Н., Тривеллер К.А. Эколого-продукционная разнокачественность компостных червей по отношению к разным субстратам // Агрoхимический вестник. – 2007. – № 1. – С. 21–24.
6. Чупрова В.В., Жукова И.В., Ульянова О.А. Агрoэкологическая оценка коробиогумуса //

Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 11. – С. 93–100.

### Literatura

1. Agrohimicheskie metody issledovanija pochv. – M.: Nauka, 1975. – 656 s.
2. Arinushkina E.V. Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv. – M.: Izd-vo MGU, 1970. – 478 s.
3. Grishina L.A., Orlov D.S. Sistema pokazatelej gumusnogo sostojanija pochv // Problemy pochvovedenija. – M.: Nauka, 1978. – S. 42–47.
4. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta. – M., 1979. – 416 s.
5. Prosjannikov E.V., Kupcova Ju.N., Truveller K.A. Jekologo-produkcionnaja raznokachestvennost' kompostnyh chervej po otnosheniju k raznym substratam // Agrohimicheskij vestnik. – 2007. – № 1. – S. 21–24.
6. Chuprova V.V., Zhukova I.V., Ul'janova O.A. Agrojekologicheskaja ocenka korobiogumusa // Vestnik KrasGAU. – 2014. – № 11. – S. 93–100.



УДК 631.412:631.431

*Л.Н. Скипин, А.А. Галямов,  
Е.В. Гаевая, Е.В. Захарова*

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ОЛЕНЬИХ ПАСТБИЩ ПОЛУОСТРОВА ЯМАЛ

*L.N. Skipin, A.A. Galyamov,  
E.V. Gaevaya, E.V. Zakharova*

### ECOLOGICAL ASSESSMENT OF SOIL COVER OF CERVINE PASTURES OF THE YAMAL PENINSULA CONDITION

**Скипин Л.Н.** – д-р с.-х. наук, проф., зав. каф. техносферной безопасности Тюменского индустриального университета, г. Тюмень. E-mail: bgd@tgasu.ru

**Галямов А.А.** – асп. каф. техносферной безопасности Тюменского индустриального университета, г. Тюмень. E-mail: bgd@tgasu.ru

**Гаевая Е.В.** – канд. биол. наук, доц. каф. техносферной безопасности Тюменского индустриального университета, г. Тюмень. E-mail: ele-gaevaya@ya.ru

**Захарова Е.В.** – канд. биол. наук, доц. каф. техносферной безопасности Тюменского индустриального университета, г. Тюмень. E-mail: bgd@tgasu.ru

**Skipin L.N.** – Dr. Agr. Sci., Prof., Head, Chair of Technosphere Safety, Tyumen Industrial University, Tyumen. E-mail: bgd@tgasu.ru

**Galyamov A.A.** – Post-Graduate-Student, Chair of Technosphere Safety, Tyumen Industrial University, Tyumen. E-mail: bgd@tgasu.ru

**Gaevaya E.V.** – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technosphere Safety, Tyumen Industrial University, Tyumen. E-mail: ele-gaevaya@ya.ru

**Zakharova E.V.** – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technosphere Safety, Tyumen Industrial University, Tyumen. E-mail: bgd@tgasu.ru

В статье рассмотрена экологическая оценка состояния почвенного покрова для разработки мероприятий по восстановлению техногенно нарушенных земель (оленьих па-

стбищ) на Бованенковском месторождении. Результаты исследований показали, что кислотность исследованных образцов почвы, обусловленная присутствием свободных ионов