

References

1. Glavnoe Upravlenie sel'skogo khozyaystva Altayskogo kraya. Ofitsial'nyy sayt. Rastenievodstvo. Elektronnyy resurs: <http://www.altagro22.ru/apk/rastenievodstvo> (data obrashcheniya 04.07.2016 g.).
2. FAOSTAT. Agri-Environmental Indicators. Elektronnyy resurs: [http://faostat3.fao.org/browse/E/\\*/\\*E](http://faostat3.fao.org/browse/E/*/*E) (data obrashcheniya 04.07.2016 g.).
3. Informatsionno-analiticheskiy portal. Altayskiy kray: sobytiya i kommentarii ekspertov. Elektronnyy resurs: <http://www.doc22.ru/information/2009-04-08-03-31-19/5626> (data obrashcheniya 04.07.2016 g.).
4. ООО или ИП: otlichiya, plyusy i minusy. Elektronnyy resurs: <http://www.e-kontur.ru/enquiry/78> (data obrashcheniya 05.07.2016 g.).
5. Organizatsionno-pravovye formy predpriyatiy. Elektronnyy resurs: <http://www.ereport.ru/articles/firms/orgforms.htm> (data obrashcheniya 05.07.2016 g.).
6. Prirodno-klimaticheskaya i sotsial'no-ekonomicheskaya kharakteristika Altayskogo kraya. Elektronnyy resurs: [http://e-lib.gasu.ru/eposobia/glotko/R\\_2\\_2.html](http://e-lib.gasu.ru/eposobia/glotko/R_2_2.html) (data obrashcheniya 04.07.2016 g.).
7. Agronomy: Cropping patterns. Elektronnyy resurs: <http://www.slideshare.net/abrar09/cropping-patterns> (data obrashcheniya 04.07.2016 g.).



УДК 635.21:631.831(470.51)

Т.Ю. Бортник, Е.В. Лекомцева,  
Д.В. Яковлев, О.Г. Долговых  
T.Yu. Bortnik, Ye.V. Lekomtseva,  
D.V. Yakovlev, O.G. Dolgovykh

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗОЛЫ  
БИОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ  
НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**THE EFFECTIVENESS OF USING BIOLOGICAL WASTE ASH AS FERTILIZER  
FOR POTATO ON SOD-PODZOLIC SOILS IN THE UDMURT REPUBLIC**

**Ключевые слова:** биологические отходы, утилизация, зола, урожайность, картофель, качество продукции, дерново-подзолистые почвы, экология почв, обращение с отходами, загрязнение окружающей среды.

Биологические отходы представляют определенную опасность для окружающей среды, в то же время могут быть использованы как альтернативные источники энергии. Одним из путей утилизации является сжигание в специальных установках; продукт утилизации (зола) является ценным удобрением сельскохозяйственных культур. В 2013-2015 гг. в ФГБНУ УГНИИСХ Завьяловского района и в АО «Путь Ильича» Завьяловского района Удмуртской Республики проведены полевые опыты с целью изучения использования золы биологических отходов (птичьего помёта в смеси с золой отходов древесины, а также золы льняной костры) в качестве удобрения картофеля на дерново-подзолистых почвах. Исследования проведены на типичных для Удмуртской республики дерново-среднеподзолистых среднесуглинистых почвах. В схеме опытов дозы внесения золы определены по содержанию фосфора ( $P_{30}$ ,  $P_{60}$  и  $P_{90}$  в действующем веществе). Минеральные удобрения внесены в аналогичных дозах. Анализ почвенных и растительных образцов проведен по стандартным методикам. От внесения золы получены достоверные прибавки урожайности клубней кар-

тофеля – в среднем за три года 3,6-3,9 т/га, что не ниже эффективности применения смеси минеральных удобрений. Использование золы не оказало существенного влияния на содержание сухого вещества и крахмала в клубнях. Содержание нитратов в клубнях по всем вариантам опыта не превышает ПДК. Выявлено достоверное повышение содержания фосфора и калия в клубнях. В целом использование золы биологических отходов в качестве удобрения сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах является перспективным приемом.

**Keywords:** biological waste, waste management, ash, yield, potato, product quality, sod-podzolic soil, soil ecology, waste handling, environmental pollution.

Biological wastes constitute environmental threat and at the same time may be used as an alternative energy source. One of the ways of biological waste disposal is incineration; ash is a valuable fertilizer for crops. The study of biological waste ash use (poultry manure mixed with wood waste ash and flax shive ash) as a fertilizer for potato on sod-podzolic soils was conducted in the village of Pervomayskiy, Zavyalovskiy District, and the village of Italmas, Votkinskiy District, of the Udmurt Republic from 2013 to 2015. The study was conducted on medium-podzolized medium-loamy soils typical of the Udmurt

Republic. Ash application rates were based on phosphorus content ( $P_{30}$ ,  $P_{60}$ , and  $P_{90}$  in the primary material). Mineral fertilizer application rates were similar. Ash application resulted in significant increase of potato tuber yield – three-year average of 3.6–3.9 t ha; that was not below the efficiency of mineral fertilizer mixture. The use of ash did not have any significant impact on the content of solids and starch

in tubers. The nitrate content in tubers in all trial variants did not exceed the maximum permissible concentration. A significant increase in phosphorus and potassium content in the tubers was revealed. In general, the use of biological waste ash as fertilizer for crops on sod-podzolic soils is a promising technique.

**Бортник Татьяна Юрьевна**, к.с.-х.н., доцент, каф. агрохимии и почвоведения, Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. Тел.: (3412) 73-30-77. E-mail: agrohim@izhgsha.ru.

**Лекомцева Елена Владимировна**, к.с.-х.н., доцент, каф. агрохимии и почвоведения, Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. Тел.: (3412) 73-30-77. E-mail: agrohim@izhgsha.ru.

**Яковлев Денис Викторович**, аспирант, каф. агрохимии и почвоведения, Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. Тел. (3412) 73-30-77. E-mail: agrohim@izhgsha.ru.

**Долговых Оксана Геннадьевна**, к.п.н., доцент, каф. энергетики и электротехнологии, Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. Тел. (3412) 50-34-55. E-mail: perechvat@mail.ru.

**Bortnik Tatyana Yuryevna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agro-Chemistry and Soil Science, Izhevsk State Agricultural Academy. Ph.: (3412) 73-30-77. E-mail: agrohim@izhgsha.ru.

**Lekomtseva Yelena Vladimirovna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agro-Chemistry and Soil Science, Izhevsk State Agricultural Academy. Ph.: (3412) 73-30-77. E-mail: agrohim@izhgsha.ru.

**Yakovlev Denis Viktorovich**, post-graduate student, Chair of Agro-Chemistry and Soil Science, Izhevsk State Agricultural Academy. Ph.: (3412) 73-30-77. E-mail: agrohim@izhgsha.ru.

**Dolgovykh Oksana Gennadyevna**, Cand. Pedagogic Sci., Assoc. Prof., Chair of Power Supply and Electrical Engineering, Izhevsk State Agricultural Academy. Ph.: (3412) 50-34-55. E-mail: perechvat@mail.ru.

### Введение

Проблема утилизации отходов является важнейшим вопросом во многих отраслях промышленности и в сельскохозяйственном производстве. Перспективный способ – пиролиз, который используется для вторичной переработки и утилизации органических отходов агропромышленного комплекса, деревообрабатывающей промышленности, целлюлозно-бумажной и прочих отраслей [1, 2].

Органические отходы птицефабрик, расположенных вблизи мегаполисов и крупных населенных пунктов, представляют определенную экологическую опасность. Промышленные технологии переработки помёта слабо разработаны, в связи с этим происходит загрязнение окружающей среды и грунтовых вод [3]. Утилизация отходов в агроэкосистемах позволяет снизить негативное воздействие на окружающую среду, а также повысить уровень плодородия почвы, вернуть макро- и микроэлементы, сконцентрированные в отходах, в обменный фонд биогеохимического цикла [4, 5]. Сжигание биологических отходов (в т.ч. помёта) – один из перспективных способов утилизации, так как в этом случае будет получена тепловая и электрическая энергия, а также комплексное удобрение (зола), которое будет востребовано в сельскохозяйственном производстве. Применение золы биологических отходов в сельскохозяйственном производстве экологически безопасно и экономически выгодно [5, 6]. За рубежом (в Швеции, Австрии) разработаны документы, регламентирующие использование золы, получаемой в результате сжигания биомассы, в качестве удобрения

[7]. В России технологии применения золы биологических отходов в настоящее время не разработаны.

Сотрудниками ООО «Энергоремонт» (г. Глазов, Удмуртская Республика) предложена пиролизная установка для утилизации биологических отходов. По заказу этого предприятия в 2013–2015 гг. на дерново-подзолистых почвах Удмуртской республики были проведены исследования, **целью** которых являлось изучение возможности использования золы биологических отходов в качестве удобрения картофеля в условиях Удмуртской Республики. **Задачи:** изучить влияние золы биологических отходов на урожайность картофеля; выявить действие золы на качество клубней картофеля.

### Объекты и методы

Объектом исследований являлось удобрение, состоящее из смеси золы птичьего помёта и отходов древесины (2013 г.) и золы льняной костры (2014–2015 гг.). Анализ золы птичьего помёта (ПП) в 2013 г. проведен в лаборатории ОАО «Агрохимцентр «Удмуртский»; зола отходов древесины (ОД) и льняной костры (ЛК) анализировалась в лаборатории агрономического факультета ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (табл. 1).

Полевые опыты проводили в ФГБНУ УГНИИСХ (с. Первомайское Завьяловского района) и в АО «Путь Ильича» (д. Италмас Воткинского района) Удмуртской Республики.

Для расчёта доз внесения золы за основу было взято содержание фосфора. В обозначениях  $P_{30}$ ,  $P_{60}$  и  $P_{90}$  – дозы фосфора в 1 кг действующего вещества на 1 га. Варианты

НРК – это смесь минеральных удобрений, дозы которых были аналогичны вариантам с внесением золы.

Почва опытных участков дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая (табл. 2).

**Результаты исследований**

Агрометеорологические условия начала вегетационного периода 2013 г. сложились крайне неблагоприятно, острый дефицит влаги в сочетании с высокими температурами отрицательно сказался на формировании урожайности. Зола в дозе P<sub>30</sub> не обеспечила получение достоверной прибавки урожайности. Увеличение дозы до P<sub>60</sub> способствовало существенному росту урожайности на 22,4% относительно контроля. Применение золы в дозе P<sub>90</sub> также позволило получить достоверную прибавку урожайности (3,10 т/га), од-

нако по сравнению с вариантом P<sub>60</sub> увеличение урожайности получено лишь на уровне тенденции. Внесение минеральных удобрений дало существенную прибавку урожайности при внесении в дозах P<sub>60-90</sub>, что составило 15,9% к контролю. Эффективность золы не уступала действию смеси минеральных удобрений.

Агрометеорологические условия 2014-2015 гг. были в целом благоприятными для формирования урожайности картофеля. Эффективность удобрений проявилась достаточно ярко. Выявлено положительное влияние золы льняной костры в дозах P<sub>30-60</sub>, где прибавки урожайности относительно контроля составили 5,7-6,2 т/га в 2014 г. и 3,01 и 1,08 в 2015 г. Эффективность золы не ниже эффективности минеральных удобрений.

**Таблица 1**

*Химический состав золы биологических отходов*

Вид золы, год исслед.	pH <sub>KCl</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	B	Co	Zn	Cu	Mo
		%						мг/кг			
ПП (2013)	12,9	0,36	3,13	11,8	17,1	4,95	3,4	2,97	1255	1,49	0,73
ОД (2013)	8,2	-	2,50	6,48	29,8	1,80	н.оп	н.оп	н.оп	н.оп	н.оп
ЛК (2014)	11,8	-	8,60	6,22	39,3	3,20	н.оп	н.оп	н.оп	н.оп	н.оп
ЛК (2015)	12,0	-	8,45	6,05	41,0	2,98	н.оп	н.оп	н.оп	н.оп	н.оп

**Таблица 2**

*Агрохимическая характеристика дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почвы перед закладкой опытов (A<sub>пах</sub>)*

Год проведения опыта	Место проведения исследований	Гумус, %	pH <sub>KCl</sub>	S	Hг	V, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
				ммоль/100 г почвы			по Кирсанову, мг/кг почвы	
2013	ФГБНУ УГНИИСХ Завьяловского района	1,89	5,70	10,2	1,22	90	435	420
2014	ФГБНУ УГНИИСХ Завьяловского района	1,91	6,50	8,40	0,70	92	425	421
2015	АО «Путь Ильича» Воткинского района	1,87	5,23	19,9	1,87	91	352	126

**Таблица 3**

*Влияние золы биологических отходов на урожайность картофеля (2013-2015 гг.)*

Варианты	2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	урожайность	± к контролю	урожайность	± к контролю	урожайность	± к контролю
1. Без удобрений (контроль)	18,3	-	9,40	-	21,2	-
2. Зола (P <sub>30</sub> )	20,0	1,70	15,6	6,2	24,2	3,0
3. Зола (P <sub>60</sub> )	22,4	4,10	15,1	5,7	23,0	1,8
4. Зола (P <sub>90</sub> )	21,4	3,10	12,0	2,6	22,8	1,6
5. NP <sub>30</sub> K	19,7	1,40	10,6	1,2	25,7	4,5
6. NP <sub>60</sub> K	21,2	2,90	15,1	5,7	23,5	2,3
7. NP <sub>90</sub> K	21,2	2,90	13,2	3,8	22,2	1,0
НСР <sub>05</sub>	-	2,14		1,2		1,8

В 2013-2015 гг. внесение удобрений существенно не повлияло на содержание сухого вещества и крахмала в клубнях. Содержание нитратов в продукции по всем вариантам не превышало предельно допустимую концентрацию (ПДК). Колебания в содержании азота в клубнях по вариантам изменялись на уровне тенденции. Содержание фосфора и калия в клубнях достоверно возросло относительно контроля при внесении золы и смеси минеральных удобрений.

#### Выводы

В результате исследований 2013-2015 гг., проведенных на дерново-среднеподзолистых среднесуглинистых почвах Удмуртской Республики, выявлено стабильное положительное влияние золы биологических отходов на урожайность картофеля золы; в среднем за три года исследований прибавки урожайности составили 3,6-3,9 т/га. Действие золы не уступает эффективности смеси минеральных удобрений.

Не выражено закономерное положительное влияние золы биологических отходов на качество клубней картофеля. Содержание нитратов в продукции не превышает ПДК.

В целом, применение золы биологических отходов в качестве удобрения сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах Удмуртской Республики является перспективным приемом как с агрономической, так и с экологической точки зрения.

#### Библиографический список

1. Бернадинер М.Н., Шурыгин А.П. Огневая переработка и обезвреживание промышленных отходов. – М.: Химия, 1990. – 304 с.
2. Тугов А.Н. Перспективы использования твердых бытовых отходов в качестве вторичных энергетических ресурсов в России // Теплоэнергетика. – 2013. – № 9. – С. 1-6.
3. Пахненко Е.П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения: учеб. пособие. – М.: БИНОМ; Лаборатория знаний, 2007. – 311 с.
4. Дабахова Е.В., Титова В.И. Оптимальное обращение с отходами как важнейшее условие сохранения экологического потенциала сельских территорий // Перспективы и проблемы размещения отходов производства и потребления в агроэкосистемах: матер. Междунар. науч.-практ. конф. (11-12 декабря 2014 г.). – Нижний Новгород: ФГБОУ ВПО НГСХА, 2014. – С. 64-68.
5. Субботина М.Г. Эколого-агрохимическое обоснование применения золы биоло-

гических отходов в качестве фосфорного удобрения на дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве в Предуралье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Пермь, 2011. – С. 1-2.

6. Лысенко В.П. Экологические проблемы птицефабрик России и роль биотехнологии в переработке органических отходов [Электронный ресурс]. Отраслевой портал WebPticeProm, 2012. – Режим доступа: <http://webpticeprom.ru/ru/articles-processing-waste.html?pageID=1229453737>.

7. Утилизация золы котельных, работающих на древесном топливе / Норберт Вильдбахер. – Минск, 2007. – 28 с.

#### References

1. Bernadiner M.N., Shurygin A.P. Ognevaya pererabotka i obezvrezhivanie promyshlennykh otkhodov. – M.: Khimiya, 1990. – 304 s.
2. Tugov A.N. Perspektivy ispol'zovaniya tverdykh bytovykh otkhodov v kachestve vtorichnykh energeticheskikh resursov v Rossii // Teploenergetika. – 2013. – № 9. – S. 1-6.
3. Pakhnenko E.P. Osadki stochnykh vod i drugie netraditsionnye organicheskie udobreniya: uchebnoe posobie. – M.: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2007. – 311 s.
4. Dabakhova E.V., Titova V.I. Optimal'noe obrashchenie s otkhodami kak vazhneyshee uslovie sokhraneniya ekolo-gicheskogo potentsiala sel'skikh territoriy // Perspektivy i problemy razmeshcheniya otkhodov proizvodstva i potrebleniya v agroekosistemakh: mat. mezhdun. nauch.-prakt. konf. 11-12 dekabrya 2014 g. – Nizhniy Novgorod: FGBOU VPO NGSKhA, 2014. – S. 64-68.
5. Subbotina M.G. Ekologo-agrokhimicheskoe obosnovanie primeneniya zoly biologicheskikh otkhodov v kachestve fosfornogo udobreniya na dernovo-melkopodzolistoy tyazhelosuglinistoy pochve v Predural'e: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. – Perm', 2011. – S. 1-2.
6. Lysenko V.P. Ekologicheskie problemy ptitsefabrik Rossii i rol' biotekhnologii v pere-rabotke organicheskikh otkhodov [Elektronnyy resurs]. Otrasleyvoy portal WebPticeProm, 2012. – Rezhim dostupa: <http://webpticeprom.ru/ru/articles-processing-waste.html?pageID=1229453737>.
7. Utilizatsiya zoly kotel'nykh, rabotayushchikh na drevesnom toplive / sost. Norbert Vil'dbakher. – Minsk, 2007. – 28 s.

