

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Поляков, М.И. Пульсирующее горение // Новости теплоснабжения. – № 7 (71). – 2006. – С. 27–32.
2. Howord, B. Palmer Combustion technology / Howord, B. Palmer, V.S. Severyanin // Academic Press. – N. Y. – 1974. – P. 151.
3. Патент на полезную модель. Парогазогенератор. Пат. 5655 Респ. Беларусь, U BY, МПК (2006) F 22 B 1/00 / F 24 H 1/00 / В.С.

- Северьянин, Ю.П. Дьяконов, И.А. Черников, А.П. Петушков и [др.]; заявитель Брестский гос. ун-т. – № u 20090279; заявл. 03.04.09; опубл. 15.07.09 // Афицыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 3. – С. 236.
4. Патент СССР № 1261388А F23C 11/04. Северьянин В.С. и др.

Материал поступил в редакцию 22.04.2016

CHERNIKOV I.A. The heattechnical equipment with the pulsing burning

In the present article options of the heattechnical equipment of the pulsating burning using methods are considered. Versions of the boilers and cameras of the pulsating burning liquid and gaseous fuels in a torch are provided.

УДК 502.521:631.459.2

Босак В.Н., Басов С.В., Тур Э.А., Прилуцкая О.Е.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИЙ КРУТОСКЛОНОВ ГОМЕЛЬСКОГО ДВОРЦОВО-ПАРКОВОГО АНСАМБЛЯ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ВОДНО-ЭРОЗИЙНЫМ ПРОЦЕССАМ

Введение. Гомельский дворцово-парковый ансамбль (кон. XVIII – нач. XIX вв.) является одной из уникальных историко-культурной ценностей Республики Беларусь, относящихся к высшей – 0 категории ценности и внесен в Государственный список историко-культурных ценностей под № 310Г000044 [1, 2].

Известно, что в годы Великой Отечественной войны парк сильно пострадал. Одна четверть северной части парка была вырублена и превращена в кладбище. Дворец был разрушен, а большинство коллекций разграблено.

По окончании Великой Отечественной войны, согласно записке, составленной научным сотрудником Гомельского областного краеведческого музея М.Н. Огай, из 4500 деревьев в парке сохранилось всего 700. При восстановлении парка количество деревьев было доведено до 8000, что почти в 2 раза больше, чем было в бывшем княжеском парке, а количество видов достигло 86 вместо 40. В это время также были проведены работы по благоустройству и укреплению откосов набережной, проводилось прореживание с уборкой малоценных пород, благоустроивались газоны, дорожки, очищен пруд, установлены новые домики для лебедей, заасфальтирована значительная часть дорожек.

К сожалению, в результате односторонней направленности ведения садово-паркового хозяйства только в сторону увеличения количества растущих в нем деревьев, он к настоящему времени потерял свой прежний живописный романтический облик и превратился в монотонный лесной массив, в котором затерялись не только архитектурные сооружения, но и многочисленные экзоты, собранные и выращенные энтузиастами. Ставший монотонным, его уже по существу не парковый, а лесной ландшафт воспринимается современным поколением жителей как данность. Это привело ко многим проблемам, связанным с деградацией значительной территории земель парка, развитию водно-эрозийных процессов на крутосклонах. Очевидно, что решение этих проблем может быть только комплексным, а любые лесомелиоративные мероприятия невозможны без значительных рубок (пересадки практически невозможны) и удаления лишних деревьев и кустарников.

В настоящей работе представлены результаты исследования противозерозионной роли лесомелиоративных насаждений, режима хозяйственной деятельности, физического состава и химических свойств почв крутосклонов, а также ассортимента древесно-кустарниковой растительности, произрастающей на деградированных землях государственного историко-культурного учреждения «Гомельский

дворцово-парковый ансамбль».

1. Изучение опыта противозерозионной роли лесомелиоративных насаждений на территории исторических парков. Как было отмечено, в годы Великой Отечественной войны территория Гомельского дворцово-паркового ансамбля сильно пострадала. В процессе послевоенного восстановления насаждений и последующих постоянных подсадов и засорения территории самосевом произошло их чрезмерное загущение. Кроме того, на территории парка, имевшего статус городского парка культуры и отдыха, велись различные хозяйственные мероприятия, заасфальтированы практически все парковые дороги и площадки, имевшие прежде щебеночно-песчаное покрытие, так как последнее не выдерживало возросших рекреационных нагрузок и эксплуатационных нагрузок от проезда автотранспорта.

В результате такого обустройства и одностороннего подхода к формированию зеленых насаждений (только посадки) парк потерял исторический облик, прежние художественные особенности и комфортность условий для отдыха. Богатая коллекция экзотов, собранная в парке, затерялась в зарослях малоценных пород. Индивидуальные особенности деревьев разных пород сnivelировались, кроны приобрели одинаковую вытянутую форму.

Сохранившиеся вековые деревья угнетены молодыми, когда-то высаженными под их кронами или выросшими из самосева. В свою очередь, старые деревья мешают росту молодых и не позволяют им сформировать полноценную крону. Поэтому со временем, после естественного отмирания старых деревьев, молодые не смогут взять на себя их роль в парковом ландшафте.

Проблемы послевоенного восстановления, аналогичные по основным задачам тем, что решались в Гомеле, коснулись и многих других дворцово-парковых комплексов.

В качестве наиболее известных примеров на территории постсоветского пространства следует указать дворцово-парковые комплексы в городах Ленинградской области Российской Федерации: Петергоф, Пушкин, Павловск, Гатчина, Ломоносов и др., а также Лазенки – крупнейший дворцово-парковый комплекс в Варшаве, столице Польши, занимающий 76 гектаров в центре города, восстановление и реконструкция которого была завершена в течение нескольких лет после окончания Второй мировой войны.

Цели и задачи послевоенного восстановления в этих дворцово-парковых комплексах практически совпадали с теми, с которыми

Босак Виктор Николаевич, к.б.н., доцент, доцент кафедры инженерной экологии и химии Брестского государственного технического университета.

Басов Сергей Владимирович, к.т.н., доцент, доцент кафедры инженерной экологии и химии Брестского государственного технического университета.

Тур Элина Аркадьевна, к.т.н., доцент, заведующая кафедрой инженерной экологии и химии Брестского государственного технического университета.

Прилуцкая Ольга Евгеньевна, заведующая учебной лабораторией кафедры инженерной экологии и химии Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

столкнулись сотрудники Гомельского дворцово-паркового ансамбля. Однако, в большинстве указанных случаев, процесс восстановления парковой территории велся по принципу максимально возможного восстановления первоначального исторического облика – без дополнительного насаждения древесно-кустарниковой растительности, изменения геометрии и материала подсыпки пешеходных дорожек и аллей и т. п. Это позволило в будущем, в значительной степени, избежать тех проблем деградации затененных участков территорий, с которыми столкнулся дворцово-парковый комплекс в Гомеле.

Очевидно, что размещение парков на территориях со сложным рельефом, оврагами, оползневыми склонами требует проведения научно обоснованных мероприятий по укреплению склонов. Это – уплаживание наиболее крутых участков, террасирование склонов, планировка и закрепление тальвегов оврагов, посадки древесно-кустарниковой растительности, укрепления и одерновки откосов, устройство пандусов, лестничных сходов, подпорных стен, которые должны быть самостоятельными элементами архитектуры ландшафта.

В большинстве случаев крутые обрывистые склоны без растительного покрова имеют обычно быстро развивающиеся овраги. Для того, чтобы предупредить дальнейшее образование и углубление оврага, необходимо проводить комплексные мероприятия по укреплению склонов и засыпанию русла оврагов. Основными профилактическими мероприятиями являются создание травянистого дернового покрова и посадка определенных видов кустарников и деревьев. Эти меры эффективны на склонах крутизной не более 30% при глубине оврага не более 10–12 м. Травянистый покров, а также деревья и кустарники препятствуют поступлению поверхностного стока к оврагу. Вдоль верхней бровки его склона следует предусматривать канавы для приема и отвода поверхностного стока.

2. Исследование физического состава и химических свойств почв крутосклонов. В июне 2015 г. на склонах дворцово-паркового ансамбля из верхних горизонтов были отобраны образцы почв для последующего анализа их физико-химических свойств (таблица 1). Для репрезентативности почвенных исследований каждый образец представлял собой смешанную пробу из 5 контрольных точек [3, 4].

Нами был проведен анализ гранулометрического состава отобранных почвенных образцов (таблица 2) и плотность почвы (таблица 3), т. е. тех показателей, от которых в наибольшей мере проявляется их способность к размыву.

Исследование гранулометрического состава почвы показало, что доля крупных хрящевых и гравийных фракций в составе отобранных образцов невелика: от 2,2% в образце № 7 (северный склон у Лебяжьего пруда) до 12,2% в образце № 2 (Киевский спуск). Исключение составляет образец № 8, взятый на южной оконечности парка со склона в сторону р. Сож из насыпного грунта – 22,5%. В наибольшей мере представлены песчаные фракции, доля которых в исследуемых образцах колебалась от 54,1% (образец № 7) до 74,6% (образец № 4). Опять же, исключение представляет образец № 8, где доля песчаных фракций наименьшая по сравнению с остальными – 42,2%. Доля пылеватых частиц представлена фракцией, осевшей на сите с ячейками 0,045 мм. В самой мелкой фракции (менее 0,045 мм) преобладают глинистые частицы.

Таблица 1 – Места отбора проб почвенных образцов

№ образца почвы	Краткое описание места отбора проб
1	Киевский спуск, верхняя часть склона
2	Киевский спуск, нижняя часть склона
3	Склон в сторону р. Сож, напротив Петропавловского собора
4	Склон в сторону р. Сож, между дворцом и административным корпусом
5	Склон в сторону р. Сож, возле лестничного спуска на набережную
6	Южный склон Лебяжьего пруда
7	Северный склон Лебяжьего пруда
8	Склон в сторону р. Сож, южная оконечность парка*

*Примечание. В месте отбора проб образца – насыпной грунт из центральной части парка на полностью деградированной почве.

В целом, исходя из фракционного состава всех исследованных образцов, почвы крутосклонов можно отнести к категории от супесчаных до легких суглинков.

Плотность почвы во всех исследованных образцах относительно невысокая. Обычно такую плотность имеют окультуренные сельскохозяйственные земли.

Таким образом, исследование физических свойств почвы крутосклонов дворцово-паркового ансамбля по риску подверженности размыву позволяет их отнести к среднеопасным. Очевидно, главной причиной водноэрозионных процессов здесь является крутизна склонов и оголенность значительной части поверхности почвы под пологом древесной растительности.

Из агрохимических показателей почв нами определялись: содержание подвижных форм фосфора и калия (методом атомно-абсорбционной спектрометрии), процентное содержание гумуса, рН водной и солевой вытяжки [6] (таблица 4).

Первое, на что следует обратить внимание в данной таблице – крайне высокое содержание в исследуемых образцах подвижных форм калия и, особенно, фосфора. Для сравнения, приведем шкалу группировки почв несельскохозяйственного назначения по обеспеченности P_2O_5 и K_2O [3] (таблица 5).

Следовательно, почвы крутосклонов парка имеют явный переизбыток подвижного фосфора и калия, содержание которых во всех исследуемых образцах следует считать очень и, даже, чрезмерно высоким. Исключением является образец № 8, где содержание K_2O определяется как повышенное.

Агрохимические показатели почв крутосклонов указывают на несбалансированность содержания основных элементов питания и гумуса, что, на наш взгляд, напрямую связано с интенсивными процессами водной эрозии, происходящими на этих склонах. Низкое содержание гумуса, вымытого тальми и дождевыми водами, вызывает дефицит азота в почве. Растения, испытывая недостаток в последнем, не могут в полной мере усваивать фосфор. Отсюда – избыточное накопление P_2O_5 в корнеобитаемом слое.

Таблица 2 – Исследование гранулометрического состава почвы, %

Диаметр ячеек сита	№ образца почвы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
5,5 мм	1,09	2,19	-	-	0,93	0,50	0,65	5,01
2 мм	3,96	10,03	4,16	8,72	7,37	5,24	1,58	17,54
1 мм	2,95	7,93	7,25	6,09	7,43	10,72	11,32	6,85
0,5 мм	3,54	5,94	9,28	3,60	11,21	7,10	6,34	5,01
0,25 мм	14,20	11,25	10,85	12,30	9,87	6,93	6,31	8,64
0,125 мм	22,21	28,93	24,36	37,56	19,78	15,76	18,64	11,77
0,063 мм	15,29	14,50	14,73	15,02	16,5	14,61	11,52	9,95
0,045 мм	13,83	7,96	8,65	7,43	12,40	19,40	19,92	11,38
менее 0,045 мм	22,93	11,27	20,72	9,28	14,51	19,74	23,72	23,85
Σ	100	100	100	100	100	100	100	100

Таблица 3 – Исследование плотности почвенных образцов

№ образца почвы	Масса образца почвы вместе с цилиндром, среднее из 3-х измерений, г	Масса образца почвы, среднее из 3-х измерений, г	Плотность почвы, г/см ³
1	286,38	124,2	0,685
2	348,75	186,57	1,029
3	354,47	192,29	1,060
4	362,84	230,66	1,272
5	298,80	136,62	0,753
6	362,10	199,92	1,102
7	340,86	178,68	0,985
8	354,43	192,25	1,060

Таблица 4 – Агрохимические показатели почв крутосклонов

№ образца почвы	Показатели				
	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	гумус, %	pH водной вытяжки	pH солевой вытяжки
1	>400*	300	2,82	7,73	6,89
2	309	278	2,52	7,4	6,23
3	>400*	400	2,29	7,68	6,74
4	>400*	344	2,73	7,47	6,48
5	>400*	489	4,15	7,45	6,29
6	>400*	316	1,62	6,45	5,13
7	>400*	268	2,56	6,76	5,64
8	>400*	146	1,09	7,08	6,15

*Примечание. На момент определения прибор был откалиброван на максимальное значение 400 мг/кг

Таблица 5 – Группировка почв по обеспеченности P₂O₅ и K₂O

Группировка почв по степени обеспеченности	Содержание P ₂ O ₅ , мг/кг почвы	Содержание K ₂ O, мг/кг почвы
Очень низкое	<25	<40
Низкое	26-50	41-80
Среднее	51-100	81-120
Повышенное	101-150	121-170
Высокое	151-250	171-250
Очень высокое	>250	>250

Кроме того, режим хозяйственных мероприятий на территории парка не способствует восполнению потерь почвенного азота: минеральные азотные удобрения на склонах не вносятся, а едва ли не единственный источник накопления гумуса – опавшая листва и скошенные травы – тщательно удаляются обслуживающим персоналом.

3. Исследование уровня освещенности на склонах. В сентябре 2015 г. методом люксметрии произведены замеры освещенности в разных точках дворцово-паркового ансамбля на склонах, обращенных в сторону р. Сож (таблица 6).

В результате этих замеров выяснилось, что под пологом деревьев, растущих на склоне, освещенность существенно отличалась от таковой на открытой местности. Если на открытом участке склона освещенность составляла 16780 лк при сплошной облачности, то под пологом древесных пород даже в самом освещенном месте этот показатель достигал 7550 лк в верхней части и 4650 лк – в нижней части склона, что, соответственно, в 2,2-3,6 раза ниже освещенности на контрольной точке. В отдельных же местах под густым пологом растущих деревьев освещенность падала до уровня 1290–1860 лк, что уже в 9–13 раз меньше, чем на контроле.

Известно, что даже теневыносливые растения могут развиваться без серьезных нарушений физиологических процессов при освещенности не ниже 2500–3000 лк, а более светлюбивые – от 6000 лк. Нормой же для большинства растений в наших широтах принято считать освещенность в 8000–10000 лк [7]. Следовательно, при сложившихся обстоятельствах, даже в относительно «благополучных» местах под пологом растущих на склоне деревьев освещенность можно считать недостаточной для большинства растений.

Развившиеся из самосева молодые древесные породы второго яруса (преимущественно ильмы гладкий и шершавый, акация белая) совместно с деревьями первой величины создают на склонах густую

тень, что и явилось одной из основных причин исчезновения травянистых растений под пологом. Из-за отсутствия дернины оголившаяся почва, естественно, подвержена интенсивному разрушению в процессе водной эрозии, во время выпадения осадков и таяния снега. Мощные, но недостаточно густые корни древесных пород не в состоянии остановить этот процесс.

Таблица 6 – Освещенность склонов дворцово-паркового ансамбля, обращенных в сторону р. Сож, лк

№ п/п	Место измерения	Часть склона	Показания люксметра
1	Контроль (без участия деревьев)		16780
2	У лестницы, ведущей к набережной	верх низ	7550 4650
3	Под дворцом (левая часть)	верх низ	2370 1290
4	Под дворцом (правая часть)	верх низ	1970 1860
5	Под филиалом музея	верх низ	3100 2900

4. Изучение ассортимента древесно-кустарниковой растительности, произрастающей на деградированных землях. Натурные обследования зеленых насаждений исторической части парка были проведены специалистами института Гипрокоммунстрой в 1988–1989 гг.

На каждом участке была выполнена подеревная инвентаризация всех взрослых деревьев. Учтены также молодые деревья в посадках последних лет, а также кустарники в группах и живых изгородях с их общей характеристикой по участку.

Каждому дереву на участке присвоен порядковый инвентаризационный номер, т. е. нумерация принята не сквозной по всему парку, а самостоятельной по участкам, что позволило избежать многозначных номеров, которые из-за большой плотности насаждений технически сложно разместить на плане М 1:500.

Видовой состав древесно-кустарниковой растительности определялся, в основном, по вегетативным органам (стволом, побегам, листьям, почкам). Определение по репродуктивным органам (цветам, семенам, плодам, шишкам) проводилось редко, т. к. на момент проведения обследования было мало цветущих и плодоносящих растений в силу различных причин – преклонного возраста, угнетенного

состояния, фенологической фазы растений). В парке определены 104 вида (включая садовые формы) деревьев и кустарников, из них 12 видов хвойных и 48 лиственных пород деревьев, 44 вида кустарников.

Деревья-экзоты составляют 35% общего количества деревьев парка, 65% деревьев из местной флоры. Доля хвойных деревьев среди насаждений парка невелика – 2% от общего количества деревьев. Кустарниковая растительность в парке используется, в основном, в живых изгородях, и только небольшая ее часть (5-10%) высажена в группы. Ассортимент кустарников разнообразный – свыше 40 видов.

На склонах парка отсутствуют ценные породы древесно-кустарниковой растительности, поскольку, в основном, заселение последних шло путем самосева таких видов, как ильмы гладкий и шершавый, акации белая и желтая, клен остролистый, липа обыкновенная.

Заключение. На основании проведенных исследований можно сделать следующие основные выводы:

1. В процессе послевоенного восстановления насаждений и последующих постоянных подсадов и засорения территории самосевом произошло их чрезмерное загущение. Кроме того, на территории парка, имевшего статус городского парка культуры и отдыха, были установлены многочисленные сооружения агитационного, культурно-просветительного, развлекательного и другого назначения (большая часть их в последнее время удалена), заасфальтированы практически все парковые дороги и площадки, имевшие прежде щебеночно-песчаное покрытие, так как последнее не выдерживало возросших рекреационных нагрузок и эксплуатационных нагрузок от проезда автотранспорта.

В результате такого обустройства и одностороннего подхода к формированию зеленых насаждений (только посадки) парк потерял исторический облик, прежние художественные особенности, и комфортность условий для отдыха. Богатая коллекция экзотов, собранная в парке, затерялась в зарослях малоценных пород. Индивидуальные особенности деревьев разных пород сnivelировались, кроны приобрели одинаковую вытянутую форму.

Утеряны все видовые точки, с которых прежде открывались виды на прекрасные пейзажи и архитектурные сооружения парка. Разросшиеся деревья не только закрыли своими кронами здания, но и разрушают корнями их фундаменты, так как растут прямо у стен.

Несмотря на большую плотность насаждений, парк просматривается насквозь даже летом, так как кроны деревьев высоко подняты и образуют одноярусный шатер, а кустарники, не имея доступа к лучам солнца, плохо развиваются или вообще гибнут. То же происходит и с газонами, причем на склонах отсутствие газонов под кронами деревьев и кустарников ведет к эрозии почв.

2. Эффективные лесомелиоративные и противозерозионные мероприятия на территории земель парка, в частности, на крутосклонах,

невозможны без значительных рубок (пересадки практически невозможны) и удаления лишних деревьев и других существующих насаждений.

3. Пространства парка, покрытые плотной древесно-кустарниковой растительностью, сильно затенены. Газонные травы здесь не могут нормально развиваться из-за недостатка света.

4. Физико-химические параметры почв крутосклонов указывают на несбалансированность содержания основных элементов питания и гумуса, что, на наш взгляд, напрямую связано с интенсивными процессами водной эрозии, происходящими на этих склонах. Низкое содержание гумуса, вымытого талыми и дождевыми водами, вызывает дефицит азота в почве. Растения, испытывая недостаток в последнем, не могут в полной мере усваивать фосфор. Отсюда – избыточное накопление P_2O_5 в корнеобитаемом слое.

Кроме того, режим хозяйственных мероприятий на территории парка не способствует восполнению потерь почвенного азота: минеральные азотные удобрения на склонах не вносятся, а едва ли не единственный источник накопления гумуса – опадающая листва и скошенные травы – тщательно удаляются обслуживающим персоналом.

5. На склонах парка отсутствуют ценные породы древесно-кустарниковой растительности, поскольку, в основном, заселение последних шло путем самосева таких видов, как ильмы гладкий и шершавый, акации белая и желтая, клен остролистый, липа обыкновенная.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дзяржаўны спіс гісторыка-культурных каштоўнасцей Рэспублікі Беларусь / Склад. В.Я. Абрамскі, І.М. Чарняўскі, Ю.А. Барысюк. – Мінск: БЕЛТА, 2009. – 684 с.
2. Кулагин, А.Н. Архитектура дворцово-усадебных ансамблей Белоруссии / А.Н. Кулагин. – Минск: Наука и техника, 1981. – 134 с.
3. Блинцов, И.К. Практикум по почвоведению / И.К. Блинцов, К.Л. Забелло. – Минск: Высшая школа, 1979. – 208 с.
4. Гладовская, М.А. Общее почвоведение и география почв / М.А. Гладовская. – М., 1981.
5. Муравьев, А.Г. Оценка экологического состояния почвы: практическое руководство / А.Г. Муравьев, Б.Б. Каррыев, А.Р. Ляндзберг А.Р. – Санкт-Петербург: Кримас+, 2008. – 210 с.
6. Реестр методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении измерений в области охраны окружающей среды: в трех частях. – Минск: Бел НИЦ Экология, 2009. – Часть III. Почвы и донные отложения; промышленные и бытовые отходы; природные ресурсы, сырье и продукция. – 168 с.
7. Требования растений к уровню освещенности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://govsad.ru/trebovaniya-rastenij-k-urovnyu-osveshheniya.html>. – Дата доступа: 10.02.2016.

Материал поступил в редакцию 30.03.2016

BOSAK V.N., BASOV S.V., TUR E.A., PRILUCKAIA O.E. Analysis of comprising erosion-prevention of forest amelioration on degraded lands of historical and cultural foundation of the Gomel palatial and parkland complex

The article represents the results of investigation of comprising erosion-prevention of forest amelioration, mode of economic activity, chemical and physical properties of scarp soils together with range of arboreal and shrubby flora growing on degraded lands of historical and cultural foundation of the Gomel palatial and parkland complex.

УДК 663.18

Житенёв Б.Н., Рыбак Е.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ОБРАЗОВАНИЯ БИОГАЗА ИЗ ОТХОДОВ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Введение. В связи с повышением цен на энергоносители, поиск альтернативных источников энергии является весьма актуальной задачей. Одним из перспективных путей получения энергии из нетрадиционных источников является получение биогаза. Для получения биогаза можно использовать различные отходы

органического происхождения. Подавляющее большинство зеленых растений обеспечивает исключительно высокий выход биогаза. Множество европейских биогазовых установок функционируют на кукурузном силосе. Это вполне оправданно, поскольку кукурузный силос, полученный с 1 га, позволяет выработать 7800–9100 м³ биогаза, что

Рыбак Е.С., ассистент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.