

*Р.Н. Алиев, З.К. Маймекоев<sup>2</sup>, К.Т. Баканов<sup>2</sup>, С.Т. Чериков<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Кыргызско-Турецкий Университет «Манас», г. Бишкек, Кыргызстан

<sup>2</sup>Кыргызско-Российский славянский университет, г. Бишкек, Кыргызстан

<sup>3</sup>Кыргызский государственный технический университет им И. Раззакова,  
г. Бишкек, Кыргызстан

---

## ПОЛУЧЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ ИЗ ОТХОДОВ ГОРОДСКИХ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ

---

**Аннотация.** В городском лесопарковом хозяйстве при проведении санитарной чистки и ежегодных сезонных работ (весной и осенью) по уходу за зелеными насаждениями образуется большое количество древесно-растительных отходов: скошенная трава, опавшая листва, ветки от обрезки и древесина от валки деревьев. Обычно во всех населённых пунктах эти отходы стараются захоронить на свалочных полигонах ТБО, тогда как существует возможность получения из них ценного компоста, пригодного для формирования газонов, теплиц, рекультивации нарушенных земель. С каждым годом в городах увеличивается число различных заболеваний растений, что может быть вызвано как недостатком элементов питания (истощение почвы), так и избытком элементов техногенного загрязнения почв. Для обеспечения экологической безопасности городов загрязнённые территории требуют проведения мероприятий по их реабилитации.

**Ключевые слова:** переработка, древесно-растительные отходы, компост, органические удобрения.

• • •

**Түйіндеме.** Қалалық орман шаруашылығында, санитарлық тазарту және жыл сайынғы маусымдық жұмыстар кезінде (кектемде және күзде) жасыл жерлерге күтім жасау кезінде ағаш есімдіктерінің кеп мөлшері жиналады: шептер, құлаған жапырақтар, кесілген бұтақтар және ағаш кесуден ағаш. Әдетте республиканың барлық елді мекендерінде олар осы қалдықтарды қатты қоқыс полигонына кемуге тырысады, ал олардан газондарды, жылыжайларды құруға және бұзылған жерлерді қалпына келтіруге жарамды құнды компост алу мүмкіндігі бар. Жыл сайын қалаларда өртүрлі есімдік ауруларының саны артып келеді, бұл қоректік заттардың жетіспеушілігімен (топырақтың сарқылуы) және топырақтың техногендік ластану элементтерінен де туындауы мүмкін. Қалалардың экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін ластанған аумақтар оларды қалпына келтіру шараларын талап етеді.

**Түйінді сөздер:** еңдеу, ағаш-есімдік қалдықтары, компост, органикалық тыңайтқыштар.

**Abstract.** In the city forestry, during sanitary cleaning and annual seasonal work (in spring and autumn) to care for green spaces, a large amount of wood-plant waste is generated: mowed grass, fallen leaves, pruned branches and wood from tree felling. In all settlements of the republic usually try to bury these wastes at landfills of solid waste, while there is the possibility of obtaining valuable compost from them, suitable for the formation of lawns, greenhouses, and reclamation of disturbed lands. Every year in the cities, the number of various plant diseases are increasing which can be caused by both a lack of nutrients (soil depletion) and an excess of elements of technological soil pollution. To ensure the ecological safety of cities, polluted territories require measures for their rehabilitation.

**Keywords:** processing, wood-vegetable waste, compost, organic fertilizers.

**Введение.** Экономические проблемы, связанные с защитой окружающей природной среды, в настоящее время остро ставятся во всем мире. Кыргызстан не является исключением. В городском хозяйстве при проведении ежегодных сезонных работ по уборке садов, парков и газонов образуется значительное количество древесно-растительных отходов: скошенная трава, опавшая листва, ветки от обрезки деревьев, а также древесина от валки деревьев. В большинстве городов перечисленные отходы собирают в кучи, а затем вывозят на свалки или частично сжигают на месте [1]. Для переработки в компост в качестве наполнителя наиболее пригодны древесные отходы, поступающие в виде ветвей и сучьев. Они требуют меньше трудовых и энергетических затрат при подготовке и переработке. Древесные отходы на 95% состоят из клеточных оболочек, содержащих до 44-46% целлюлозы, до 20-28 – лигнина и до 15-17% жиров, смол, воска, белков, протеинов. Влажность, как правило, составляет около 45%. Древесина разных пород содержит в среднем 0,4-0,6% минеральных веществ (золы) остальная масса древесины является органической [2]. Около 90% отходов в Кыргызстане закапывается. Но свалки быстро заполняются и страх перед загрязнением подземных вод делает их нежелательными соседями населенных пунктов. **Цель работы** – переработка древесно-растительных отходов городской среды, получение органических удобрений для рекультивации городских земель лесопаркового хозяйства.

**Методы исследований.** Были определены объемы образования и морфологический состав отходов ДРО городского лесопаркового хозяйства; предложена переработка древесно-растительных отходов городского лесопаркового хозяйства методом компостирования; проведены химические анализы органического удобрения – компоста. Практическая ценность исследований состоит в том, что при использовании предложенной технологии переработки ДРО городского лесопаркового хозяйства

паркового хозяйства экономически эффективно решаются актуальные экологические задачи, стоящие перед городом:

- уменьшается объем вывоза древесно-растительных отходов городского лесопаркового хозяйства на полигоны. Их компостирование можно организовывать в самом городе. В процессе компостирования не образуется запах, влияющий на состояние окружающей среды;

- уменьшается объем завоза чернозема и удобрений для нужд города;

- увеличивается срок службы свалочного полигона, так как отходы ДРО городского лесопаркового хозяйства будут использоваться в качестве вторичного ресурса;

- уменьшается стоимость рекультивации техногенно-загрязненных почв в условиях городской среды;

- решаются проблемы рационального использования вторичных ресурсов и охраны окружающей среды».

**Основные результаты.** Изучены и проанализированы источники образования древесно-растительных отходов лесопаркового хозяйства городов и садоводческих участков и их состав. Определены класс и степень опасности, описано воздействие на окружающую среду.

**Исследование состава растительных отходов.** Состав фракций растительных отходов зависит от возраста растения, его типа и среды. Свежее зеленое сырье содержит много водорастворимых веществ, белков и солей. При увеличении возраста соли возвращаются в почву, и низкомолекулярные соединения превращаются в более высокомолекулярные, особенно в гемицеллюлозу, целлюлозу и лигнин. Химический состав растительных отходов городского хозяйства характеризуется следующими показателями: органическое вещество – 98%, азот – 2250 мг/кг, фосфор – 500 мг/кг, калий – 2500 мг/кг, РН 4,9-5,2 [3]. В среднем сено естественных сенокосов содержит: воды 14-17%, протеина 7-10%, жира 1,5-3%, безазотистых экстрактивных веществ 38-42%, клетчатки 22-28%, золы 5-8%. В хорошо облиственном сене содержание протеина может повышаться до 15-18%. В нем относительно много лизина, триптофана, цистина. При скашивании растений в конце цветения в сене содержится на 15-25% меньше протеина и на 20-35% больше клетчатки, чем в сене из своевременно скошенных растений [4].

*Компостирование древесно-растительных отходов лесопаркового хозяйства городов.* Компостирование представляет собой биохимический процесс переработки, способной к биотрансформации органической компоненты ДРО в компост – продукт подобный гумусу.

Компостирование проводят с использованием кислорода, то есть в аэробных условиях. В отличие от анаэробного аэробное компостирование протекает быстрее, при более высоких температурах и без запаха. Поэтому был выбран аэробный способ компостирования. Он отличается от естественного гниения или разложения отходов [5]. Компостирование осуществляют в основном с использованием мезофильных и термофильных бактерий. Эффективность компостирования зависит от влажности отходов, температуры, величины рН среды, потребности кислорода, углеродно-азотного баланса (отношения C:N) в отходах. Влажность отходов должна составлять 75-85%.

Максимальное содержание влаги зависит от вида отходов. Например, для опилок и стружек – 75-90%, для бумаги – 55-65%, для кухонных отходов – 50-55% и т.д. Температура процесса зависит от вида микробов, осуществляющих компостирование. Для мезофильных микробов она равна 15-35, а для термофильных – 45-65°C. Оптимальный диапазон рН для большинства бактерий находится в пределах 6-7,5. Потребность в кислороде зависит от температуры процесса, влажности отходов, состава бактерий, природы отходов и степени аэрации их воздухом [6]. По некоторым данным, самое низкое потребление кислорода составляет 1 мг  $O_2$ /(г.ч) при температуре массы 30°C и ее влажности 45%, а самое высокое – 13,6 мг  $O_2$ /(г.ч) – при температуре 45°C и влажности 56%.

Оптимальный предел отношения C:N в большинстве отходов в процессе компостирования падает от 25 до 1. Чем больше углеродно-азотный баланс отклоняется от оптимального (особенно для верхнего предела), тем медленнее протекает процесс компостирования. На первом опыте компостирование проводилось с помощью длинных невысоких штабелей на открытом воздухе. Штабели для компостирования на открытом воздухе формировали из ДРО. Бурты могут быть любой длины, но высота их на начальном этапе не превышала 3,0-3,5 м [7]. Аэрацию осуществляли периодическим перемешиванием материала. В результате организованного таким образом перегнивания обеспечивали равномерное аэробное разложение отходов и ускорение образования компоста. Перемешивание устраняет анаэробное разложение материала, особенно при его большой влажности. Избыточная влажность может являться следствием поступления дождевой воды. Частота перемешивания зависит от влажности отходов. Чем выше влажность, тем больше частота перемешивания. Чтобы компост не был влажным, предусматривали отвод избытка воды [8].

Для улучшения аэрации обычно используют принудительную подачу воздуха снизу штабеля через слой отходов. При этом измельченные отходы укладывают на сетки или перфорированные полы. Но это отражается на себестоимости готового продукта. При штабелировании сначала подготавливается площадки шириной 3,0-3,5 м, длиной более 12-15 м. На поверхность земли накладывали в два слоя древесные валки диаметром более 3-5 см. Толщина слоя была 7-10 см. Сверху валковый слой засыпали различными органическими отходами толщиной 90-95 см. Такие прослойки повторяли три раза. Самый верхний слой закрывали мелкими валками и стеблями различных трав для улучшения просачивания воды подаваемой сверху. При таком расположении прослоек во внутрь компостного бурта воздух проникает легко и равномерно. Аэрация наряду с интенсивным перемешиванием материала способствует ликвидации анаэробных зон. Аэрация способствует также снижению влажности компостируемого материала, что важно для последующих грохочения, сепарации и дробления компоста, которые наиболее эффективно осуществляются на материале с влажностью не более 50% (таблица 1).

**Таблица 1 - Показатели органических удобрений, полученные из ДРО**

№ п/п	Наименование показателей (содержание питательных элементов, % на СВ)	Удобрение из ДРО	Птичий помёт (куриный)	Солома, скошенная трава
1	Азот ( N)	0,30-0,50	4,00-6,00	0,30-0,80
2	Фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,20-0,40	3,50-5,00	0,20-0,40
3	Калий (K <sub>2</sub> O)	0,30-0,60	2,50-3,50	0,80-1,50
4	Кальций (CaO)	0,50-3,00	-	0,2 -0,4

В результате многих исследований установлено, что компост безопасен для сельского хозяйства. Болезнетворные организмы, которые могут поступать с отходами, при образовании компоста под действием высоких температур и антибиотиков погибают [9]. Недостатком компоста является его сезонное использование и необходимость длительного хранения, что требует больших площадей земельных участков.

*Компостирование древесно-растительных отходов горючих с применением птичьего помета.* Птичий помёт является полным быстродействующим удобрением, так как в нём питательные вещества находятся в легкодоступной форме.[10] Состав его меняется в зависимости от вида птиц, их возраста и корма. По химическому составу

он в 3-4 раза богаче, чем коровий навоз. В 10 кг куриного помета содержится в среднем 220 г азота, 180 г фосфора и 110 г калия. Для компостирования обычно применяют солому, измельченные стебли кукурузы, древесные опилки, измельченную древесную кору, лигнин, твердые бытовые отходы, измельченную дернину. После укладки очередной порции помёта нужно сразу же укрывать его слоем земли.

**Компостирование древесно-растительных отходов городов с применением птичьего помета и  $\text{CaCO}_3$  содержащих отходов сахарного завода.** В третьем способе компостирования проводили опыты аналогично, как и во втором способе – в длинных невысоких штабелях на открытом воздухе (рисунок 1). Штабеля для компостирования на открытом воздухе формировали из ДРО, птичьего помета и фильтрационного осадка сахарных заводов. Бурты имели любую длину, но высота их в начальном этапе не превышала 3,0-3,5 м. Аэрацию осуществляли периодическим перемешиванием материала.



Рисунок 1 - Технологическая схема получения органоминерального удобрения из древесно-растительных отходов городского лесопаркового хозяйства

Неотъемлемой частью технологии является контроль физико-химических параметров и состава компостируемой массы. При закладке бурта компостирования должны соблюдаться следующие технологические условия: объем сырья в бурте не менее 100 м<sup>3</sup>, оптимальная температура 65-70°C, влажность в бурте 60-70%; состав компостируемой массы: 10-15% свежей древесины, 55-60% зеленой массы, 10-15% отсева после компостирования и куринный помет, 10-15% минеральные добавки (таблица 2) [11.]

**Таблица 2 - Показатели органических удобрений, полученных из ДРО с применением птичьего помета и СаСО<sub>3</sub> содержащих отходов сахарного завода**

№ п/п	Наименование показателей (содержание питательных элементов, % на СВ)	Удобрение из ДРО	Удобрение из ДРО с применением птичьего помета	Удобрение из ДРО с применением птичьего помета и СаСО <sub>3</sub> содержащих отходов сахарного завода
1	Азот ( N)	0,30-0,50	5,50-6,50	7,00-8,50
2	Фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,20-0,40	4,50-5,50	5,50-6,00
3	Калий (K <sub>2</sub> O)	0,30-0,60	3,00-4,00	3,50-4,50
4	Кальций (СаО)	0,50-3,00	1,50-2,50	8,50-9,00

**Выводы.** Таким образом, на основании исследований можно сделать следующие выводы:

- Установлено, что компостирование древесно-растительных отходов городов решает сразу две проблемы: обезвреживание части городских бытовых отходов и получение полноценного органического удобрения для использования его в зеленом хозяйстве города. Производство, организованное по данной технологии, позволит при сравнительно минимальных капитальных вложениях на его организацию снизить нагрузку на полигоны захоронения ТБО, а также улучшить состояние дворовых территорий и города в целом.

- Изучены и представлены характеристики и основные свойства всех исходных материалов, используемых в качестве сырья, получаемых из древесно-растительных отходов лесопаркового хозяйства городов, птичьего помета и СаСО<sub>3</sub> содержащих отходов сахарной промышленности с целью дальнейшего исследования и возможности разработки рациональной технологии получения удобрений в производственных условиях.

- По химико-минералогическому составу можно сказать, что древесно-растительные отходы лесопаркового хозяйства городов, птичьего

помета и  $\text{CaCO}_3$  содержащие отходы сахарной промышленности вполне пригодны как сырье для получения органоминерального удобрения.

- Использование древесно-растительных отходов лесопаркового хозяйства и  $\text{CaCO}_3$  содержащих отходов сахарной промышленности для приготовления компостов позволяет решить актуальные экономические и экологические задачи, стоящие перед регионом: уменьшить объем вывоза отходов на полигоны захоронения ТБО; снизить негативное воздействие автотранспорта на окружающую среду в результате уменьшения грузопотоков ТБО; уменьшить объем завоза растительных грунтов и удобрений для нужд города; использовать отходы в качестве вторичного ресурса городского лесопаркового хозяйства и рекультивации техногенно-загрязненных почв в условиях городской среды; восстановить плодородие деградированных почв питомников и продлить сроки их эффективного функционирования с применением интенсивных технологий выращивания посадочного материала.

### Список литературы

1 *Абрамов Н.Ф., Юдин А.Г.* Стратегия устойчивого развития основа экологической политики XXI века (на примере Московского региона) // Чистый город. - 1999. - №3 (7). - С.11-15.

2 *Чериков С.Т., Черикова Д.С., Шамыралиев Ж.Дж.* Эколого-экономическая эффективность органоминерального удобрения из древесно-растительных отходов городского лесопаркового хозяйства // Вестник БГУ им. К.Карасаева. – Бишкек. 2015. – №2 (32). – С. 233-235.

3 *Соломина О.И., Соломин И.А.* Использование древесно-растительных отходов в городском хозяйстве // Экология большого города», выпуск 6, Проблемы содержания зеленых насаждений в условиях Москвы, М.: «Прима-М», 2002. С. 170-175.

4 *Букреев Е.М., Корнеев В.Г.* Твердые бытовые отходы вторичные ресурсы для промышленности. Экология и промышленность России. 1999.-38-41 с.

5 *Коррин Д.А.* Компост: назначение, приготовление, использование, эффективность. – Москва. 1992. – 85-87 с.

6 *Абрамов Н.Ф., Кудинов В.Н., Сметанин В.В., Соколов А.Д., Соломина О.И.* Переработка и утилизация отходов зеленых насаждений городов // Чистый город. – 2001. № 2 (14), С. 13-18.

7 *Раббимов Р.Т., Узаков Г.Н., Хайитов Р.М., Сафаров И.Э., Халикова Х.А.* Исследование физико-химических и теплотехнических свойств различных древесных и растительных отходов для получе-

ния альтернативных моторных топлив [Текст] // Технические науки в России и за рубежом: материалы междунар. науч. конф. (г. Москва, май 2011 г.). – М.: Ваш полиграфический партнер, 2011. – С. 68-71.

8 *Покровская, С.Ф.* Новые тенденции в компостировании городских отходов. – М., 1991. – 254 с.

9 *Сметанин В.И., Соломина О.И.* Экономические расчеты по переработке отходов зеленого хозяйства в компост в зависимости от площади участка. // V Международная научно-практическая конференция «Проблемы управления качеством окружающей среды», сборник докладов.- Москва. 2001, С. 223-227.

10 *Покровская С.Ф.* Новые тенденции в компостировании городских отходов. – Москва, 1991. – 254 с.

11 *Эрбаева Р.С., Чериков С.Т., Баткибекова М.Б.* Физико-химические характеристики отходов сахарной промышленности, содержащих  $\text{CaCO}_3$  // Известия КГТУ им. И.Раззакова. – Бишкек. 2012. – № 26. – С. 189-191.

**Алиев Р.Н.** – магистрант, e-mail: rafael\_aliyev1995@mail.ru

**Маймекоев З.К.** – доктор технических наук, профессор,  
e-mail: zarlik.maumekov@manas.edu.kg

**Баканов К.Т.** – кандидат технических наук, доцент, e-mail: kubba52@mail.ru

**Чериков С.Т.** – кандидат технических наук, исполнитель НИР,  
e-mail: scherikov@inbox.ru