

УДК 504.06.620.95

КОНОНЕНКО М.И., уч-ся (УО «Национальный детский технопарк»)
Научные руководители: **ЗЕЛЕНУХО Е.В.**, ст. преподаватель (БНТУ),
СКУРАТОВИЧ И.В., ст. преподаватель (БНТУ)
г. Минск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОБОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ ЗЕРНОВОЙ КУКУРУЗЫ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ

Кукуруза – это одна из важнейших сельскохозяйственных культур, занимающая третье место в мире по посевной площади после пшеницы и риса. Мировое потребление кукурузы в 2024 году составило 1,2 млрд. тонн, что на 3,5% больше, чем в 2023 году. Преимущества кукурузы перед другими культурными растениями обусловлены тем, что за короткое время она даёт большой прирост зеленой массы. Разнообразны и направления использования кукурузы — как её зерна, так и листостебельной части — в продовольственных, кормовых и технических целях.

Кукурузное зерно не только пригодно для употребления в пищу в вареном и консервированном виде, но также является сырьем при производстве крупы, муки, масла, крахмала, спирта. Крахмал, произведенный из зерна кукурузы, используется в бумажной, химической и фармацевтической промышленности. Из кукурузного зерна также производят биотопливо (биоэтанол).

Кукурузное зерно – высокоэнергетический корм для животных и птицы. Оно является неотъемлемой частью комбикормов. Также кукуруза – это отличная силосная культура.

Выращивание кукурузы в Республике Беларусь имеет большое агрономическое и экологическое значение. В последние годы в стране увеличиваются посевные площади и валовой сбор кукурузы на зерно (табл. 1).

**Таблица 1. Основные показатели производства кукурузы на зерно в
Республике Беларусь**

Наименование показателя	2019	2020	2021	2022	2023
Посевные площади, тыс. га	185	206	222	232	252
Валовой сбор, тыс. т	1053	1015	1148	1102	1653

Анализ статистических данных, приведенных в таблице 1, показывает, что за последние пять лет посевная площадь увеличилась на 26,6% и составила в 2023 г. 252 тыс. га. Также в указанный период на 36,3% увеличился валовой сбор кукурузы на зерно. В 2023 году он составил 1653 тыс. тонн. За последние годы увеличилась и урожайность кукурузы на зерно: сейчас она составляет 65 ц/га (ранее составляла не более 50 ц/га).

Распределение валового сбора кукурузы при возделывании на зерно по областям республики в 2023 г. представлено на рисунке 1.

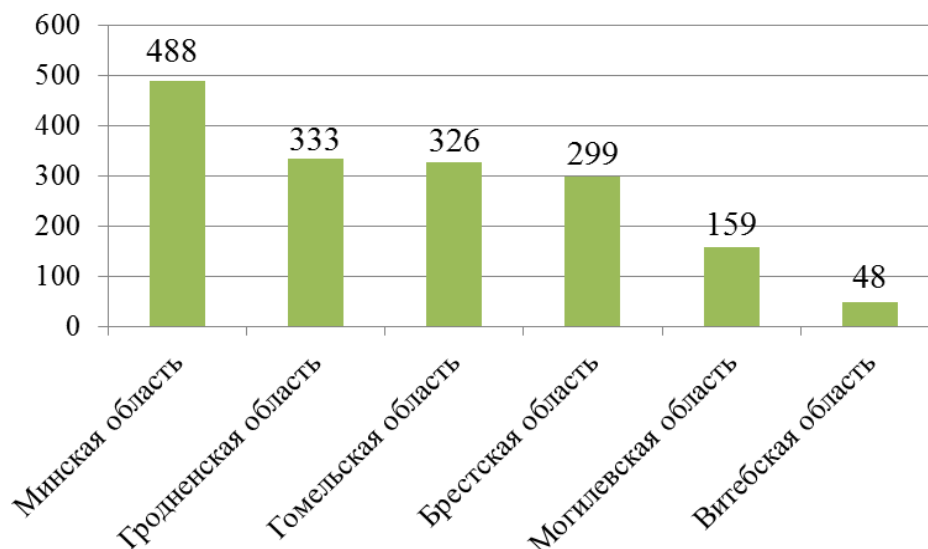


Рисунок 1. Распределение валового сбора кукурузы на зерно по областям республики, тыс. т

Как показывает анализ, лидирующую позицию по валовому сбору кукурузы на зерно (29%), занимает Минская область. Существенный вклад в сбор кукурузы вносят Гродненская, Гомельская и Брестская области. Минимальное количество собирают в Витебской области, что обусловлено климатическими особенностями региона и составом почв.

При выращивании кукурузы образуется 45% зерна и 55% побочной продукции: листьев, стеблей, стержня и обертки початка (см. рис. 2).

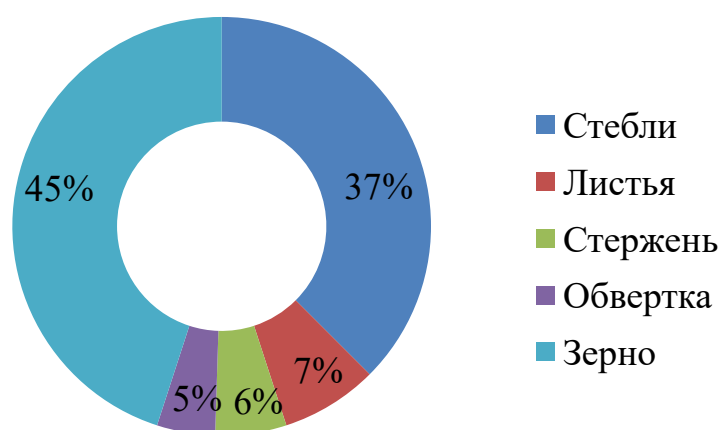


Рисунок 2. Среднее соотношение основных частей зерновой кукурузы

Нами был проанализирован потенциал побочной продукции зерновой кукурузы. Как следует из таблицы 2, в 2023 году он составил 909 тыс. т, что на 36,3% больше уровня 2019 года (579 тыс. т).

Таблица 2. Потенциал побочной продукции зерновой кукурузы, тыс. т

Наименование побочной продукции	2019	2020	2021	2022	2023
Стебли	395	381	431	413	620
Листья	79	76	86	83	124
Стержень	58	56	63	61	91
Обвертка	47	46	52	50	74
Всего	579	559	632	607	909

В настоящей работе предлагается рассмотреть возможность использования побочной продукции кукурузы при возделывании её на зерно в качестве источника получения энергии. Эффективность данного направления зависит от энергетического потенциала отходов кукурузы, основные показатели которого были определены экспериментально. Так, показатели влажности и зольности определялись основным методом согласно методике [2]. Определение теплотворной способности проводилось калориметрическим методом в соответствии с [3]. Для определения удельной эффективной активности побочной продукции зерновой кукурузы использовался гамма-радиометр РКГ-АТ1320 [4]. Результаты исследований приведены в таблице 3.

Таблица 3. Основные топливные характеристики побочной продукции зерновой кукурузы

Наименование показателя	Значение показателя
Влажность, %	14,0
Зольность, %	6,8
Низшая теплота сгорания, кДж/кг	15020
Удельная эффективная активность, Бк/кг	114,9

Как видно из таблицы 3, для побочной продукции зерновой кукурузы характерны следующие топливные показатели: среднее значение влажности — 14%, зольности — 6,8%, теплота сгорания (для сырья десятипроцентной влажности) — 15,02 МДж/кг. Удельная эффективная активность не превышает 740 Бк/кг.

Для увеличения плотности с целью использования в качестве топлива отходы кукурузы подвергались прессованию. Было установлено, что топливный брикет получается более прочным в случае добавления к исходному сырью торфа. Следует также отметить, что при получении комбинированного топлива с добавлением торфа происходит изменение его основных топливных характеристик по сравнению с брикетами из чистого торфа: зольность уменьшается, а теплота сгорания, напротив, имеет тенденцию к увеличению. Использование такого топлива для получения энергии также приводит к уменьшению нагрузки на атмосферный воздух, так как наблюдается снижение эмиссии выбросов твердых частиц (см. табл. 4) [5].

Таблица 4. Изменение характеристик топлива с содержанием побочной продукции зерновой кукурузы

Наименование показателя	Содержание отходов кукурузы в топливе, %				
	10	20	30	40	50
Зольность, %	12,38	11,76	11,14	10,52	9,9
Низшая теплота сгорания, МДж/кг	14,3	14,4	14,5	14,6	14,7
Количество твёрдых частиц, кг/Гкал	34,38	32,01	30,39	28,74	27,14

Энергетические и экологические аспекты при использования побочной продукции зерновой кукурузы в качестве топлива приведены в таблице 5.

Таблица 5. Сравнительная характеристика композитных и торфяных брикетов

Наименования показателя	Композитные брикеты (торф +отходы кукурузы)	Торфяные брикеты
Низшая теплота сгорания рабочего топлива, МДж/кг	Увеличивается	Стандартная
Зольность, %	Уменьшается	Стандартная
Удельный расход топлива, кг/Гкал	Уменьшается	Стандартная
Эмиссия твердых частиц, кг/Гкал	Уменьшается	Стандартная
Плотность брикетов, кг/м ³	Уменьшается	Стандартная
Сезонность сырья	Увеличивается	Стандартная
Технология производства	Требуется доработка	Отработанная технология

Таким образом, с увеличением посевных площадей кукурузы, выращиваемой на зерно в Республике Беларусь, использование стеблевой массы в энергетических целях является перспективным направлением — как с экономической, так и с экологической точек зрения. Реализация композитных брикетов, в свою очередь, способствует рациональному использованию природных ресурсов и снижению воздействия процесса сжигания торфа на атмосферный воздух.

Список литературы:

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический буклет. – Мн., 2024. – 36 с.
2. СТБ 2042-2010 Торф. Методы определения влаги и зольности.

3. ГОСТ 147-2013 Топливо твердое минеральное. Определение высшей теплоты сгорания и расчет низшей теплоты сгорания. – М., 2019. – 52 с.
4. Ролевич И.В., Морзак Г. И., Зеленухо Е.В. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность: учебно-методическое пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности 1-57 01 02 «Экологический менеджмент и аудит в промышленности».- Минск, 2020. – 109 с.
5. Зеленухо Е.В., Скуратович И.В., Лаптенко С.А., Кононенко М.И. Оценка эффективности использования отходов зерновой кукурузы для энергетических нужд. Международный научный журнал «Научные горизонты», г. Белгород. №2(90) 2025. - с. 50-57.