



Георгий Гелетука,
председатель правления
Биоэнергетической
ассоциации Украины



Татьяна Железная,
член экспертного совета
Биоэнергетической ассоциации
Украины

Мировой опыт

использования отходов сельского хозяйства для производства энергии

МИРОВОЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ

Сегодня в мире уже накоплен достаточно большой опыт использования растительных отходов агропроизводства, в первую очередь соломы, в энергетических целях. Признанным лидером этого сектора биоэнергетики является Дания, где из ежегодно образующихся 6 млн тонн соломы около 1,5 млн тонн сжигаются для производства энергии. Сейчас в Дании работает более 10 тыс. фермерских котлов на соломе (0,1–1,0 МВт) и около 55 котельных в системе централизованного теплоснабжения (0,5–12 МВт). Кроме того, 8 ТЭЦ (2–28 МВт) и 4 электростанции совместно с соломой используют древесную щепу, твердые бытовые отходы или ископаемые топлива (уголь, природный газ).

В Великобритании работает одна из самых крупных в мире электростанций на соломе — 38 МВт. До 10 % общего объема топлива составляют также другие виды биомассы и природный газ. Две электростанции на соломе (25 и 16 МВт) эксплуатируются в Испании. В Польше дей-



ствуют около 100 котлов малой мощности на соломе (по 100 кВт) и более 40 небольших и средних котельных в системе централизованного теплоснабжения (0,5–7 МВт).

В Швеции сегодня работают сравнительно небольшое количество фермерских котлов на соломе и котлов в системе централизованного теплоснабжения. Строится крупная ТЭЦ на биомассе (110 МВт на древесной щепе, 45 МВт на соломе). Технологии производства энергии из соломы активно развиваются также в Китае. Компания DPCleanTech в период 2006–2012 гг. построила в стране 34 электростанции на соломе общей мощностью 1200 МВт.

Растительные отходы широко применяются в Европе и Северной Америке также для производства твердого биотоплива. В частности, гранулы из соломы производятся в Литве, Великобритании, Эстонии, Польше, Канаде, США; брикеты из соломы — в Эстонии, Дании, Канаде, Литве и т. д. Американские компании предлагают на рынке гранулы из отходов производства кукурузы на зерно.

Растительные отходы как топливо имеют ряд отрицательных свойств, что требует тщательного подхода к их применению

ТЕХНОЛОГИИ СБОРА ОСНОВНЫХ АГРОКУЛЬТУР И ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЖНИВНЫХ ОСТАТКОВ В УКРАИНЕ

Украина имеет высокоразвитый агросектор (в частности растениеводство), который ежегодно генерирует большой объем отходов и остатков. Отходы делятся на первичные — образующиеся при сборе урожая и вторичные — получаемые при обработке агросырья. Первичные отходы включают солому зерновых и других культур, отходы производства кукурузы на зерно и подсолнечника (стебли, обмолоченные кочаны, корзинки и т. д.). Вторичные отходы — это лузга подсолнечника, шелуха гречки, риса, жом сахарной свеклы и т. п.

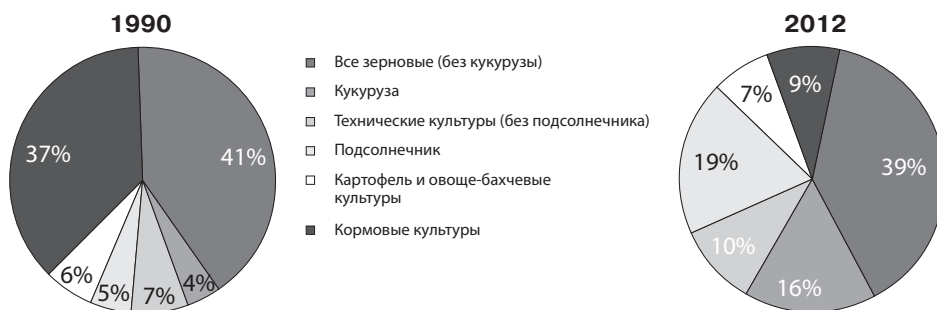
Часть отходов и остатков используется на нужды самого сельского хозяйства (органическое удобрение, подстилка и корм скоту), часть — другими секторами экономики, а остальная биомасса остается незадействованной и часто утилизируется впустую (сжигается в поле, вывозится на свалку). Значительную часть неиспользуемой биомассы целесообразно использовать для производства энергии — без негативного влияния на плодородие почв.

Солома зерновых культур

Производство зерновых культур в Украине составляет порядка 40–50 млн тонн в год с урожайностью 25–30 ц/га. В 2013 году был достигнут рекордный объем производства зерновых — 63 млн тонн с рекордной урожайностью почти 40 ц/га. Сегодня под зерновые колосовые культуры в Украине отведено 39 % общей посевной площади, что почти совпадает с данными 1990 г., тогда как площади под кукурузой увеличились в 4 раза (см. рис. 1). Другими тенденциями являются рост площадей под подсолнечником (почти в 4 раза по сравнению с 1990 г.) и сокращение площадей под кормовыми культурами.

Рис. 1

Динамика структуры посевных площадей агрокультур в Украине



В Украине применяются следующие технологии заготовки соломы зерновых колосовых культур.

1. *Потоковая.* Измельченная зерноуборочным комбайном солома собирается в прицепы и вывозится в места складирования (скирдования). При отсутствии прицепа солома разбрасывается по полю.

2. *Копновая.* Копнителем, входящим в состав комбайна, формируются копны массой 150–300 кг, которые в процессе работы комбайна выгружаются на поле.

3. *Валковая.* С помощью валкоукладчика комбайна солома складывается в валки. Существуют различные варианты подбора валков, один из которых — формирование плотных тюков пресс-подборщиками.



4. *Рассеивательная.* В процессе обмолота зерновых культур выполняется измельчение и рассеивание (разбрасывание) соломы по полю.

Ранее в Украине широко применялась копновая технология сбора соломы, а сегодня наиболее распространенной является потоковая технология.

Валковая технология уборки соломы предусматривает возможность последующего тюкования. Это важно с точки зрения транспортировки соломы на средние и относительно большие расстояния и использования в качестве топлива для котлов. Тюкованная солома может храниться под навесом или в закрытом хранилище, что позволяет защитить ее от увлажнения и загрязнения.

Собранная солома зерновых культур используется для различных целей: на нужды животноводства (подстилка и грубый корм для скота), как органическое удобрение, для выращивания грибов в закрытом грунте, а также на энергетические нужды (сжигание в котлах, производство гранул/брикетов). Неиспользованный остаток, который в целом по стране представляет собой довольно большой объем, часто сжигается на полях, что является официально запрещенным в Украине и вредным для окружающей среды и почвы.

Сразу после уборки урожая зерновых влажность соломы составляет 15–20 % (теплота сгорания $Q = 12\text{--}15$ МДж/кг). Дальнейшее пребывание соломы на поле приводит не только к снижению ее влажности до 14–17 % ($Q = 14\text{--}15$ МДж/кг), но и способствует вымыванию хлора и калия, что повышает качество соломы как топлива. Для сжигания в котлах применяют солому с влажностью до 20 %, при производстве гранул влажность соломы не должна превышать 12–14 %.

В Украине накоплен опыт ее применения для производства энергии и биотоплива. В сельской местности эксплуатируются около 100 котлов/теплогенераторов на тюках соломы. Примерно 45 из них — котлы украинской компании «Южтеплоэнергомонт», 10 единиц — котлы датских фирм Faust и Passat Energi, другие — теплогенераторы украинской компании «Бриг». Общая установленная мощность этого оборудования оценивается в 70 МВт.

Развивается производство гранул и брикетов из соломы. В частности, в 2012 году в стране было произведено 21,7 тыс. тонн гранул. Осенью 2012 года была запущена

Сбор отходов производства кукурузы на зерно и подсолнечника будет выполняться агропредприятиями только при условии стабильного спроса и выгодной цены на эту продукцию

первая очередь завода «Вин-Пеллета» (Винницкая область) производительностью 75 тыс. тонн гранул из соломы в год. В 2014 г. «Вин-Пеллета» должна запустить вторую очередь и выйти на проектную мощность — 150 тыс. тонн в год. Серьезные планы по наращиванию производства гранул из соломы есть у компании «Смарт Энерджи», которой принадлежит «Вин-Пеллета», и у агрохолдинга KSG Agro.

Для более широкого внедрения энергетического оборудования на соломе в Украине необходимо переходить с потоковой технологии уборки соломы к валковой с последующим тюкованием.

Отходы производства кукурузы на зерно

В 2013 году валовой сбор кукурузы на зерно в Украине достиг наивысшего уровня с 1990 года — 31 млн тонн с почти рекордной урожайностью 64 ц/га. При этом площадь, с которой собран урожай кукурузы, выросла в 4 раза по сравнению с 1990 годом.

В зависимости от используемой техники и технологии сбора, листостебельная масса после уборки зерновой части может быть получена в следующем виде: собранная, измельченная и загруженная в транспортные средства; измельченная и разбросанная по полю для последующего запашки; оставленные стебли и листья без початков в поле. В последнем случае возможно тюкование стеблей.

В Украине сегодня наиболее распространенной является технология сбора кукурузы, предусматривающая обмолот початков в поле, а также измельчение и разбрасывание по полю обмолоченных кочанов и листостебельной массы. Сбор измельченных пожнивных остатков не выполняется. Лишь немногие хозяйства собирают кукурузу в необмолоченных початках с последующим стационарным обмолотом, что дает возможность сбора обмолоченных кочанов.

Для использования пожнивных остатков кукурузы в качестве биотоплива необходимо обеспечить их сбор. Это возможно при применении технологий сбора урожая, которые предусматривают загрузку измельченной листостебельной массы в транспортные средства и стационарный обмолот початков.

Другой вариант заключается в развитии технологий тюкования стеблей, когда собирают только зерновую часть уро-



жая, а нескошенные стебли оставляют в поле. В Украине на сегодня нет техники для тюкования стеблей кукурузы, поскольку эта технология до сих пор была не востребовавшей.

Важным вопросом для возможности использования в энергетических целях является влажность стеблей и обмолоченных кочанов кукурузы. Сразу после уборки влажность стеблей находится в пределах 45–60 % (теплота сгорания 5–8 МДж/кг). При высушивании стеблей на воздухе можно достичь влажности 15–18 % ($Q = 15\text{--}17$ МДж/кг). Сбор урожая кукурузы без обмолота початков начинают при влажности зерна не более 40 %, с обмолотом — при 30 %. Кочаны кукурузы всегда более влажные, чем зерно (35–45 %), но при сушке интенсивнее испаряют влагу.

Сегодня в Украине есть только единичные примеры энергетического применения пожнивных остатков кукурузы. Например, компания «Черкасытеплокоммунэнерго» использует в качестве топлива обмолоченные кочаны кукурузы, которые им поставляет семенной завод «Черлис» (Черкасы). Кроме того, для второй очереди ТЭС мощностью 12 МВт в пгт. Иванков Киевской области как альтернатива древесной щепе рассматривается также вариант использования стеблей кукурузы. Агропредприятия Иванковского района декларируют доступность 90 тыс. тонн в год этого вида биомассы.

Для возможности использования стеблей кукурузы в энергетических целях можно предложить переход на «американскую» технологию уборки кукурузы, т. е. с оставлением стеблей в поле и с последующим тюкованием после подсыхания стеблей на воздухе. Собранные таким образом стебли могут быть использованы для производства гранул/брикетов или непосредственно как топливо в котлах.

Альтернативным методом утилизации растительных остатков кукурузы может быть производство из них биогаза путем анаэробного сбраживания и использования сброженной массы как ценного органического удобрения.

Отходы производства подсолнечника

Подсолнечник также является одной из основных агрокультур в Украине. В 2013 году в стране был собран рекордный урожай подсолнечника — 11 млн тонн при самой высокой за последние 20 лет урожайности — 21,7 ц/га. Площадь,

Одним из важнейших вопросов является то, какую долю потенциала растительных отходов агро-сектора можно использовать для производства энергии, принимая во внимание, в первую очередь, потребности растениеводства и животноводства

с которой собран урожай подсолнечника, выросла в 3 раза по сравнению с 1990 годом.

Подсолнечник собирают зерноуборочными комбайнами, оборудованными жатками. Если агрегат «комбайн-жатка» оснащен измельчителем, то он обеспечивает срезаение растения, обмолот корзинок, сбор семян в бункер, измельчение обмолоченных корзинок со стеблями и разбрасывание их на поле или сбор в прицеп. При уборке культуры в оптимальной фазе спелости влажность корзинок составляет 70–75 %, стеблей — 60–70 %.

Другой вариант сбора подсолнечника состоит в обмолоте корзинок и их сборе в копнителем в целом виде с последующей выгрузкой на поле небольшими копнами. Стебли, оставшиеся после уборки, подрезают и измельчают дисковыми луцильниками. После этого их сгребают в валки, из которых формируют копны. Именно эта технология (с оставлением стеблей в поле) применяется в Украине.

Для возможности использования отходов производства подсолнечника в энергетических целях необходимо обеспечить их сбор. Как и в случае с кукурузой, учитывая высокую естественную влажность отходов, в качестве стратегического направления развития с определенными ограничениями можно рекомендовать силосование стеблей подсолнечника с последующим производством биогаза. Альтернативный вариант — тюкование подсушенных в поле стеблей с последующим сжиганием в котлах или использованием в качестве сырья для производства гранул/брикетов.

На сегодня в Украине нет примеров использования пожнивных остатков подсолнечника для производства энергии.

СВОЙСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ КАК ТОПЛИВА

Растительные отходы как топливо имеют ряд отрицательных свойств, что требует тщательного подхода к их применению. Например, солома может содержать хлор и щелочные металлы, из-за чего в процессе ее сжигания образуются такие химические соединения как хлорид натрия и хлорид калия. Эти соединения вызывают коррозию сталь-



ных элементов энергетического оборудования, особенно при высоких температурах. Другой особенностью соломы как топлива является относительно низкая температура плавления золы — 800–950 °С (для сравнения — у древесины ~ 1200 °С), что может привести к зашлаковыванию элементов энергетического оборудования.

Сегодня в мире уже найдены конструктивные и технологические решения, позволяющие минимизировать эти негативные воздействия и успешно использовать солому в виде топлива.

Можно предположить, что содержание хлора и щелочных металлов в украинской соломе меньше, чем в соломе других стран. Это связано со значительным сокращением внесения минеральных удобрений под посевы в течение последних 20 лет.

Стебли кукурузы также содержат хлор и щелочные металлы на уровне, близком к соломе. Температура плавления золы у стеблей кукурузы выше, чем у соломы — 1050–1200 °С. Это является положительным фактором с точки зрения их применения в качестве топлива. Кроме того, в стеблях кукурузы почти на порядок меньше содержание серы, чем в соломе. О стеблях подсолнечника как о топливе информации пока немного. Их элементарный состав близок к составу соломы и стеблей кукурузы, но содержание золы и калия выше. Примеров производства энергии из стеблей подсолнечника на сегодня не найдено.

ДОЛЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ АГРОСЕКТОРА, КОТОРАЯ МОЖЕТ БЫТЬ ИСПОЛЬЗОВАНА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ

Одним из важнейших вопросов является то, какую долю потенциала соломы и других растительных отходов агросектора можно использовать для производства энергии, принимая во внимание, в первую очередь, потребности растениеводства и животноводства. Для ответа на этот вопрос необходимо рассмотреть существующие исследования по этой проблеме и практический опыт других стран.

В Европейском Союзе и вообще в мире наибольший опыт энергетического использования соломы имеет Дания. В этой стране из общего объема соломы 27 % утилизируется в качестве топлива, 18 % используется в качестве корма для скота, 13 % идет на подстилку для скота и собственный остаток составляет 42 %.

В Великобритании 40 % урожая соломы пшеницы измельчается и запахивается в почву, 30 % используется на подстилку и корм скоту, 30 % фермеры продают на сторону другим потребителям, в том числе 3 % — для нужд электростанции мощностью 38 МВт. В Китае ежегодно образуется 600 млн тонн соломы, из которых 1 % используются в качестве топлива на электростанциях.

В Украине, по оценкам Биоэнергетической ассоциации Украины (БАУ), выполненным для 2012 года, для производства энергии и твердых биотоплив использовалось 0,6 % собранного объема соломы.

Исследование возможности устойчивого применения соломы в энергетических целях недавно было проведено в Германии Региональным институтом сельского хозяйства Тюрингии (TLL), Немецким исследовательским центром по вопросам биомассы (DBFZ) и Центром Гельмгольца по экологическим исследованиям (UFZ). По его результатам, из 30 млн тонн соломы зерновых, образующихся в Германии ежегодно, 16 % утилизируется на нужды животноводства, а 30 % можно использовать на энергетические цели. Аналогичные исследования для Греции и Швеции показали, что для энергетики можно брать 15 % и 60 % образованной соломы, соответственно, тогда как другая часть должны остаться на поле для поддержания плодородия почвы.

Для Евросоюза в целом было проведено около десятка исследований по вопросу энергетического применения растительных отходов. По их результатам, на энергетические нужды можно использовать 25–50 % урожая соломы и пожнивных остатков кукурузы на зерно, 30–50 % отходов производства подсолнечника, а остальная биомасса должна оставаться на полях. Исследования, выполненные для условий США, показали, что для производства энергии/биотоплива можно использовать 30–60 % общего объема соломы и отходов производства кукурузы на зерно.



В Україні існують різні, іноді прямо протилежні позиції щодо можливих напрямків використання соломи і інших рослинних відходів. Багато фахівців в області ґрунтознавства і землеробства вважають, що практично вся солома повинна бути залишена в полі для підтримки і відтворення родючості ґрунту. За думкою інших експертів, в Україні є надлишок соломи, який можна залучити в паливно-енергетичний баланс.

Відомо ряд наукових досліджень, виконаних українськими фахівцями, про можливість і доцільність використання соломи і інших відходів агропромислового сектору для виробництва енергії. За їх результатами, для потреб енергетики можна брати в середньому 20–40 % загального обсягу соломи в залежності від ситуації в конкретному господарстві. Іноді цей відсоток може бути навіть більшим.

Критичний аналіз і узагальнення всіх розглянутих даних дозволяє сформулювати таку позицію НАУ.

1. Питання про частку соломи і інших рослинних відходів, які можуть бути використані для виробництва енергії або біопалива, необхідно вирішувати індивідуально для кожного господарства. При цьому повинні бути враховані всі важливі агрогосподарські фактори.



Редакційна ПЕРЕДПЛАТА на 2014 рік триває



Видається за інформаційної підтримки
МІНІСТЕРСТВА ЕКОЛОГІЇ
ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ



ЄДИНЕ В УКРАЇНІ
видання з практичної екології



У 2014 році в журналі —
«ЗАОЧНА АКАДЕМІЯ
ЕКОЛОГІЧНИХ ЗНАНЬ»:

- курс лекцій на сторінках журналу;
- запитання для самоперевірки знань;
- конкурсне тестування з отриманням сертифіката та цінними подарунками для переможців!

ПРИЄДНУЙТЕСЬ!



www.ECOLOG-UA.com



ЗВЕРТАЄМО ВАШУ УВАГУ, що Ви завжди можете передплатити журнал

«Екологія підприємства» за тел.: (044) 568-5138 або електронною поштою podpiska@mediapro.com.ua



- 2. Для Украины в целом можно предложить лишь общие рекомендации относительно доли соломы и других растительных остатков, доступных для использования в качестве топлива, с учетом нужд сельского хозяйства:

*использовать **до 30 %** теоретического потенциала соломы зерновых культур и **до 40 %** теоретического потенциала отходов производства кукурузы на зерно и подсолнечника.*

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Основываясь на рекомендованных долях растительных отходов, доступных для производства энергии, выполним расчет потенциала соответствующих видов биомассы по данным производства соответствующих агрокультур в 2013 году (см. Табл. 1).

Из данных таблицы видно, что в пересчете на условное топливо наибольший энергетический потенциал имеют солома зерновых культур (4,5 млн тонн условного топлива) и отходы производства кукурузы на зерно (4,4 млн тонн усл. топ.). Потенциал пожнивных остатков подсолнечника — 1,7 млн тонн усл. топ. Суммарный энергетический потенциал составляет 10,6 млн тонн усл. топ., или в натуральном выражении — 33,6 млн тонн.

Если сравнить эти результаты с предыдущими оценками БАУ потенциала всех видов биомассы, доступных для производства энергии в Украине (30–35 млн тонн усл. топ./год), то видно, что растительные отходы сельского хозяйства в виде соломы зерновых культур, отходов производства кукурузы на зерно и подсолнечника составляют около трети общего потенциала.

ВЫВОДЫ

На сегодня в мире уже накоплен достаточно большой опыт использования растительных отходов агросектора для производства энергии. Примерами стран, где успешно функционируют коммерческие энергоустановки на соломе, являются Дания, Китай, Испания, Великобритания.



Табл. 1

Энергетический потенциал растительных отходов сельского хозяйства (2013 год)

Вид биомассы	Урожай с/х культур, млн тонн	Общий объём отходов (теоретичес- кий потенци- ал), млн тонн	Доля отходов на энер- гетические нужды	Энергетический потенциал			
				млн тонн	W, %	Q _н ^р , МДж/ кг	млн тонн усл. топ.
Солома зерновых культур	зерновые (без кукурузы): 32,1	30,6	30 %	9,2	20	14,5	4,5
Отходы произ- водства кукурузы на зерно: всего, в т. ч.	кукуруза: 30,9	40,2	40 %	16,1	50	8	4,4
— стебли (с листьям)		30,3		12,1			3,3
— обмолоченные кочаны		5,6		2,2			0,6
Отходы произ- водства подсол- нечника: всего, в т. ч.	подсолнеч- ник: 11,0	20,9	40 %	8,3	60	6	1,7
— стебли (с листьями)		14,3		5,7			1,2
— корзинки		6,6		2,6			0,5
Всего	74,0	91,8		33,6			10,6

Растительные отходы как топливо имеют ряд отрицательных свойств, что требует тщательного подхода к их применению. Например, солома может содержать хлор и щелочные металлы, что приводит к коррозии стальных элементов энергетического оборудования, особенно при высоких температурах. Кроме того, солома имеет относительно низкую температуру плавления золы, следствием чего может быть зашлаковывание элементов энергетического оборудования. Но сегодня уже найдены конструктивные и другие технологические решения, позволяющие минимизировать эти негативные воздействия и использовать солому в виде топлива.

Что касается стеблей кукурузы, то мировой опыт их энергетического применения значительно меньше. Из-

вестно, что они имеют относительно высокую зольность (примерно в 2 раза больше, чем у соломы), но при этом высокую температуру плавления золы, что является положительным фактором для топлива. Примеров производства энергии из стеблей подсолнечника пока не найдено. Есть данные, что их элементарный состав близок к составу соломы и стеблей кукурузы, но содержание золы и калия выше.

Украина имеет большое количество растительных отходов благодаря развитому аграрному сектору. Основные из них — это солома злаковых культур, пожнивные остатки кукурузы на зерно и подсолнечника. Для возможности использования биомассы агросектора в энергетических целях необходимо обеспечить сбор соответствующих отходов. Для сбора соломы зерновых культур в Украине имеется вся необходимая техника, надо только перейти с поточной технологии заготовки к валковой с последующим тюкованием соломы пресс-подборщиками. Есть основания полагать, что в условиях широкого внедрения соломосжигающих котлов в Украине и при наличии стабильного спроса на солому агропредприятиям будет выгодно использовать валочную технологию сбора соломы, выполнять ее тюкование и продавать потребителям.

Технологии сбора урожая кукурузы, распространенные в Украине, не предусматривают сбора пожнивных остатков. Листостебельная масса измельчается и разбрасывается по полю. В данном случае можно предложить следующие варианты: сбор измельченных остатков в транспортные средства или стационарный обмолот початков. После этого собранные отходы подвергают силосованию и используют для производства биогаза. Альтернативный подход заключается в переходе к технологии уборки кукурузы, распространенной в США, по которой собираются только початки кукурузы, а стебли остаются в поле. Затем стебли естественным путем высушиваются до влажности около 20 %, после чего выполняется операция их тюкования. Сейчас в Украине техники для такой технологии нет, но соответствующие пресс-подборщики выпускаются в США.

Аналогичные подходы можно рекомендовать и для пожнивных остатков подсолнечника: сбор измельченных отходов для силосования и производства биогаза или тюкова-



ние подсушенных в поле стеблей с последующим сжиганием в котлах или использованием в качестве сырья для производства гранул/брикетов.

Безусловно, сбор отходов производства кукурузы на зерно и подсолнечника будет выполняться агропредприятиями только при условии стабильного спроса и выгодной цены на эту продукцию. Выбор дальнейшего направления энергетического использования отходов (производство биогаза, прямое сжигание или производство гранул/брикетов) будет зависеть от влажности этих отходов и технико-экономических показателей технологий.

Для Украины рекомендуются следующие средние доли теоретического потенциала (т. е. общего объема образования) растительных отходов для использования в энергетических целях: для соломы зерновых культур — **до 30 %**, для отходов производства кукурузы на зерно и подсолнечника — **до 40 %**. С учетом этих рекомендаций энергетический потенциал соответствующих видов биомассы оценивается в **33,6** млн тонн или **10,6** млн тонн условного топлива (по данным 2013 года). Это составляет около трети общего энергетического потенциала биомассы в Украине. 🌱



«ОХОРОНА ПРАЦІ у сільському господарстві»

З питань придбання:
тел. 0(44) **537-06-51**
e-mail: op@mediapro.com.ua



ОХОРОНА ПРАЦІ
у сільському господарстві

(включає авторський матеріал, типові шаблони документів з зразками заповнення, нормативно-правові документи, примірні інструкції з охорони праці для працівників сільського господарства)

MEDIAPRO
МІДІАПРО

ТЕМИ КОМПАКТ-ДИСКУ:

- **ОРГАНІЗАЦІЯ** охорони праці на сільськогосподарських підприємствах
- **НАВЧАННЯ** працівників з питань охорони праці
- **РОЗСЛІДУВАННЯ ТА ОБЛІК** нещасних випадків на сільськогосподарських підприємствах
- Охорона праці у **ТВАРИНИЦТВІ, РОСЛИНИЦТВІ, ПТАХІВНИЦТВІ**
- Охорона праці жінок, неповнолітніх та інвалідів у сільському господарстві

499
грн.

ПРИМІРНІ ІНСТРУКЦІЇ з охорони праці для працівників сільського господарства

ШАБЛони ДОКУМЕНТІВ зі зразками заповнення