

ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПЛАНТАЦИЙ ДЛЯ СНАБЖЕНИЯ ТОПЛИВОМ ЭНЕРГОУСТАНОВОК

Канд. техн. наук, доц. ЛОСЮК Ю. А.

Белорусский национальный технический университет

Наблюдающаяся тенденция в мире – постепенное исчерпание ископаемых энергоресурсов, таких как нефть, газ, уголь, на которых в настоящее время базируется мировая энергетика, автомобильный, морской, железнодорожный транспорт и авиация, жилищно-коммунальное хозяйство и другие отрасли экономики, постепенно оказывает влияние на структуру лесоводства и земледелия. Наряду с выращиванием технических и продовольственных культур начинают появляться энергетические, т. е. такие, которые могут быть использованы в качестве топлива либо для производства его различных видов: твердых, жидких и газообразных. Они объединяются термином «биомасса».

Рост продуктивности пахотных земель и возможность увеличения выхода биомассы в лесных угодьях при современных способах их возделывания с применением удобрений и искусственного полива позволяют многим странам выделять значительные территории для организации энергетических хозяйств. Для них можно использовать не только пашню, но и различные бросовые земли, не входившие в структуру пахотных.

От первых экспериментов в США с выращиванием быстрорастущих пород деревьев для энергетических целей в начале 80-х гг. прошлого столетия многие страны переходят к систематическому культивированию подобных растений в значительных масштабах.

Бразилия, крупнейший в мире производитель биотоплива – этанола, выращивает исходное сырье – сахарный тростник на 5,5 млн га и намерена расширить посевы еще до 8,1 млн га [1]. Эта страна может предоставить без ущерба обезлесивания порядка 58–148 млн га земель для выращивания сахарного тростника и других растений, используемых для выработки энергии или производства топлива [2]. Кстати, в Бразилии действует ТЭЦ мощностью до 30 МВт, топливом для которой служит древесина с плантации эвкалипта, занимающей 3000 га. Древесина измельчается, затем газифицируется, а генераторный газ сжигается в котельном агрегате.

Большая территория, до 27 млн га, в Индонезии может быть отведена под посадки масличной пальмы для извлечения масла и дальнейшей переработки в биодизельное топливо.

США имеют возможность выращивать энергетические культуры на площади 77 млн га. Россия в конце XX в. не использовала до 40 млн га пахотных земель. Украина имеет потенциал в 27 млн га для производства энергетической биомассы. Европейский союз к 2000 г. имел порядка 20 млн га сельскохозяйственных площадей и 20 млн га бросовых земель, на которых возможна организация энергетических хозяйств. Уже к 2003 г. часть этих земель (7 млн га) была занята посевами масличного рапса. В перспективе планируется засеять 12 млн га [3].

Колумбия, подобно Бразилии, расширяет плантации сахарного тростника. На площади 150000 га здесь выращивается урожай, из которого ежегодно производится 730–912 тыс. м³ этанола для транспортных целей [4].

В Швеции посадки ивы разбиты на 14000 га заболоченных земель [5]. Древесина убирается один раз в два года. Такая периодичность связана с тем, что после первого года ива срезается на уровне земли и впоследствии начинает куститься, значительно увеличивая биомассу. Уборка производится комбайнами в зимнее время, когда болота замерзают. Предусмотрено функционирование плантации в течение 25 лет.

Есть примеры, когда вместо продовольственных культур выращивается энергетическая биомасса. Так, в некоторых фермерских хозяйствах Германии, имеющих пахотные земли в 2900 га, перестали выращивать квотируемую сельскохозяйственную продукцию и начали культивировать урожайную «слоновую» траву, которую затем продают для сжигания на ближайшей ТЭЦ.

В земле Гессен (Германия) будут построены пять биогазовых установок мощностью по 500 кВт каждая. Одна установка утилизирует ежегодно 10 тыс. кукурузного силоса, который выращивается на площади 200 га. Всего на эти цели предлагается засеять 3600 га пустынных земель, и хозяева этой территории согласились поставлять сырье энергетикам [6]. Великобритания отвела 125 тыс. га для выращивания в течение шести лет быстрорастущих пород ивы и тополя с последующей утилизацией в топках электростанций. К 2010 г. до 2 млн га для выращивания биомассы отведет Украина [7].

Культуры энергетических плантаций. Выращенная на энергетических плантациях биомасса представляет собой концентрированную солнечную энергию, которая может быть трансформирована в теплоту различными путями: непосредственным сжиганием в топках котельных агрегатов, путем дальнейшей конверсии в жидкое или газообразное топливо для генерирования электроэнергии или использования на транспорте. В соответствии с последующим использованием выбираются сорта растений. Так, в качестве древесных пород культивируются быстрорастущий тополь, ива, сосна ладанная. Эти породы хорошо растут в умеренном климате. При подкормке удобрениями и регулярном поливе в период выращивания они способны дать 12–22 т/га сухой массы, т. е. в 4–5 раз больше, чем обычные леса [8]. Еще большей урожайностью характеризуется камыш, который позволяет собирать до 40 т органики с 1 га.

Для выработки биодизельного топлива с предварительной газификацией исходного продукта используется высокопродуктивная культура мискантус (*miscanthus*). Это многолетнее травянистое злаковое растение с четырехметровым стеблем. Растет в районах возделывания кукурузы и сои, но менее трудоемкая. Урожайность мискантуса в три раза превосходит урожайность других биодизельных культур. Немецкая фирма Chogen связывает большие надежды с переработкой этого растения. Выращивается мискантус и в некоторых штатах США для непосредственного сжигания в котлах [9].

Для тропического климата больше подходит высокопродуктивный эвкалипт.

Вторую группу растений для энергетических плантаций составляют сахаро- и крахмалосодержащие. Этанол, получаемый из них путем аэробного сбраживания, широко используется в качестве 10–22 % добавки к бензину для автомобилей. К этой группе в первую очередь можно отнести сахарный тростник. Из него получают основной продукт – сахар. Побочный – патока, содержащая до 45 % сахара, легко ферментируется с помощью дрожжей в этанол. Операция дистилляции, по завершении которой содержание этанола достигает 95 %, требует подвода теплоты. Для этой цели сжигается жом сахарного тростника. Он удешевляет конечный продукт – этанол.

Этанол из сахарной свеклы оказывается несколько дороже, чем из сахарного тростника. Причина в том, что переработка свеклы дает очень мало жома и на дистилляцию приходится расходовать традиционные энергоносители.

Сахарное сорго – это культура, которая имеет неполегающие стебли высотой до 2 м и содержит сахарозы в соке 18–22 %, т. е. больше, чем в сахарной свекле (16–17 %). Отличается высокой урожайностью – 30–50 т/га. Однако выращивается в значительно меньших масштабах.

Хорошо растет в средних широтах топинамбур (земляная груша). Урожайность зеленой массы составляет 80–100 т/га, а клубней – 20–60 т/га. Клубни отличаются высоким содержанием углеводов, превышающим их количество в сахарной свекле и тростнике. Выход этанола из клубней в 1,5–2,5 раза больше, чем из сахарной свеклы.

Крахмалосодержащие корнеплоды (картофель) и зерновые (пшеница, кукуруза) состоят из более сложных молекул. Перед сбраживанием их необходимо подвергать дополнительной обработке с целью разбить карбогидраты сложных молекул до более простых сахаров. Углеродные связи в крахмале разрушаются ферментами солода или ферментами подходящих плесеней. Этот дополнительный процесс несколько удорожает технологию производства этанола [10].

Древесная целлюлоза также может перерабатываться в этанол при наличии предварительной подготовки. На этой стадии сырье должно измельчаться и подвергаться гидролизу при нагреве с помощью сильных кислот и щелочей.

Третья группа растений объединяет такие виды, плоды или семена которых содержат большое количество масла. Среди них – озимый рапс, содержащий в семенах до 40–44 % масла. Его средняя урожайность составляет 2,5–3,0 т/га. На Северном Кавказе максимальная урожайность достигала 4,7 т/га.

На Филиппинах для энергетических целей используется копра кокосовых орехов, в США, Южно-Африканской Республике – соевые бобы [11]. Среди перспективных культур, выращиваемых на энергетических плантациях, можно выделить древесную – ятрофу (*Jatropha*) [12]. Она произрастает в относительно засушливых районах, на малопригодных для сельского хозяйства землях. Плоды этого дерева несъедобны, отличаются большим содержанием масла. Масляные орехи ятрофы культивируют в некоторых тропических странах (Мали, Индонезии) [13].

В Мозамбике уже засажены первые плантации этих деревьев на площади 2200 га. Под эту культуру в стране отведено 11000 га.

Бразилия также намерена выращивать ятрофу, чтобы в дальнейшем производить биодизельное топливо. Деревесные плантации займут 48000 га [14].

Производство и потребление жидких моторных топлив. Производство этанола из биомассы достаточно хорошо известно и налажено. Переработка древесной целлюлозы в этанол непрерывно совершенствуется. Так, швейцарские исследователи несколько лет назад разработали оригинальную технологию [11]. Биомасса подвергается обработке паром для расщепления целлюлозы, затем к ней добавляются грибки и дрожжи для ферментации на этанол. В процессе переработки отделяются волокна, из которых можно вырабатывать изоляционные или связующие материалы. Сепарируется «протеиновая паста», идущая на корм скоту.

Выход этанола из 1 т сухой субстанции составляет 150–200 л, а также получается 400 кг волокон и 200 кг «протеиновой пасты».

Самыми крупными производителями этанола для транспортных целей являются Бразилия и США. Бразилия использует 20%-ю смесь этанола с бензином с 1975 г., а США добавляют 10 % этанола из кукурузы с 1980 г. Производство этанола в этих странах за последние годы представлено в табл. 1 (млн м³/год) [15]:

Таблица 1

Страна	2002 г.	2004 г.	2005 г.	2010 г.
Бразилия	16,0	15,0	–	22,4
США	7,92	12,87	16,65	–

В странах Европейского союза предпочтение отдается биодизельному топливу. По Биотопливной директиве ЕС предусматривается к 2010 г. заменить биотопливом 5,75 % всего потребляемого моторного топлива.

Одна из простейших технологий, разработанная в Республике Беларусь, заключается в том, что рапсовое масло, полученное отжимом семян рапса, смешивается в соотношении 75:25 с дизельным топливом. Тем самым уменьшается исходная вязкость рапсового масла. Более распространенная современная технология получения биодизельного топлива заключается в следующем. К рапсовому маслу добавляются метанол и щелочь. Эта смесь обрабатывается сложными эфирами в этерификационном реакторе. В результате получается метилэфирная кислота (бионефть) и нерафинированный глицерин. Метилэфир промывают водой и сушат при температуре 60 °С. Готовое дизельное топливо составляет 92 % от обрабатываемой смеси [8].

Республика Беларусь начинает накапливать опыт в организации биоэнергетических плантаций. В отдельных хозяйствах Гродненской, Витебской и Гомельской областей выращивается рапс с целью дальнейшего получения биодизельного топлива. Однако в нашей стране есть значительные резервы по расширению энергетических плантаций. Так, по недавно утвержденной Правительством республики Государственной программе «Торф» на 2008–2010 гг. и на период до 2020 г. предусматривается повторное заболачивание на 150 тыс. га выбывших из эксплуатации торфяных

месторождений вместе с осушенными болотами. Эти болотные территории можно использовать для выращивания высокоурожайной ивы и камыша по примеру Швеции и Германии и получать ценный энергетический продукт – биомассу.

Расчеты, сделанные еще до значительного подорожания импортируемых энергоносителей из России, показывают, что производство биотоплива на энергетических плантациях экономически целесообразно [16].

ВЫВОД

Приведенные факты показывают, что в различных странах мира принимаются серьезные меры, направленные на замену ископаемых энергоресурсов различными видами топлива из биомассы. Для этих целей создаются энергетические плантации и совершенствуются технологии конверсии биомассы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Grand, P. Biofuelling Brazil / P. Grand // Refocus. – 2006. – May – June. – P. 56, 58, 59.
2. Cameron, A. Green or Grey / A. Cameron // Renewable Energy World. – 2007. – April. – No. 2.
3. В і о д и з е л ь н е п а л и в о / Зел. Енерг. – 2003. – № 4. – С. 9–11.
4. Domac, J. Old fuel for modern times / J. Domac, K. Richards, V. Segon // Renewable Energy World. – 2005. – July – August. – No. 4.
5. Faaij, A. P. C. Bioenergy in Europe: chaining technology chains / A. P. C. Faaij // Energy Policy. – 2006. – Vol. 34. – February. – P. 324.
6. Fenchel, G. Regeneratives Energiepotenzial verstärkt nutzen / G. Fenchel // Elektrizitätswirt. – 2007. – No. 106. – S. 65.
7. К у д р и ц ь к а, Н. В. Виробництво біотоплива в Україні- важливий напрям вирішення енергетичної проблеми и охорони довкілля / Н. В. Кудрицька // Залізнич. трансп. України. – 2007. – № 1. – С. 36–39.
8. Wereco-Proby, C. Y. Biomass conversion and technology / C. Y. Wereco-Proby, E. B. Haden. – London, 1996.
9. Luxmore, C. Leaders of the pack / C. Luxmore // Renewable Energy World. – 2007. – 10, No. 5. – P. 72–79.
10. О г у р л и е в, А. М. Использование биотоплива в сельскохозяйственной энергетике / А. М. Огурлиев, З. А. Огурлиева // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2004. – № 2. – С. 22–24.
11. Scheffen, W. Ökostrom aus Gras / W. Scheffen // Kommunalwirtschaft. – 2001. – No. 11. – S. 689.
12. Mozambique to develop jatropha for biofuels // Renewable Energy World. – May – June. – 2007.
13. Energieban installiert Hybrid-Anlage in Tanzania // Sonne Wind und Wärme. – 2006. – 30, No. 10. – P. 25.
14. Biodiesel plant takes shape // News Renewable Energy World. – 2007. – 10, No. 5. – P. 20.
15. U. S. Department of Energy. Energy Efficiency and Renewable Energy Biomass Program. Ethanol.
16. П а д а л к о, Л. П. Эффективное использование биомассы / Л. П. Падалко, В. Ф. Пуляев // Энергоэффективность. – 1999. – № 1. – С. 16–17. – № 2. – С. 14–15.

Представлена кафедрой ПТЭ и Т

Поступила 22.11.2010