



Георгий Гелетуа,
председатель правления
Биоэнергетической
ассоциации Украины



Татьяна Железная,
член экспертного совета
Биоэнергетической
ассоциации Украины



Александра Трибой,
консультант отдела
общих вопросов
биоэнергетики
НТЦ «Биомасса»

Перспективы выращивания и использования энергетических культур в Украине

Статья посвящена вопросам выращивания и использования энергетических культур и перспективам развития этого направления биоэнергетики в Украине. Авторы анализируют состояние данного сектора в Европейском Союзе, в том числе существующие механизмы поддержки. Рассмотрены особенности выращивания некоторых энергетических культур и их топливные характеристики. Предложены механизмы стимулирования развития этого сектора в Украине.

ВЫРАЩИВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КУЛЬТУР В СТРАНАХ ЕВРОСОЮЗА

Энергетические культуры — это растения, которые специально выращиваются для использования непосредственно в качестве топлива либо для производства биотоплива.



Сегодня в мире не существует единой классификации, применяемой для таких культур. Энергетические культуры различают по следующим категориям (в скобках указаны соответствующие примеры):

- цикл выращивания — однолетние (рапс, подсолнечник) и многолетние (ива, тополь);
- тип — древовидные (ива, тополь), травянистые (мискантус, просо прутьевидное);
- характеристики и получаемый конечный продукт соответственно: масличные (рапс/подсолнечник на биодизель), крахмало- и сахаросодержащие (сахарная свекла/кукуруза на биоэтанол), лигноцеллюлозные (ива/тополь для непосредственного производства тепловой и электрической энергии, производства твердых биотоплив или получения жидких биотоплив 2-го поколения);
- «происхождение» — классические культуры, изначально предназначенные для энергетических целей (мискантус, двукисточник тростниковидный) и обычные сельскохозяйственные культуры, выращиваемые как для получения пищевых продуктов, так и с целью производства биотоплив (рапс на биодизель, сахарная свекла на биоэтанол, кукуруза на биогаз).

Энергетические культуры являются важной составляющей биоэнергетического сектора ЕС. Европейская биоэнергетическая ассоциация (AEBIOM) оценивает сегодняшний потенциал энергетических культур в Евросоюзе на уровне 44–47 млн тонн н. э./год. Одна из целей ЕС на 2020 год — достичь 138 млн тонн н. э. биомассы, или 14 % валового конечного энергопотребления. Имеющийся потенциал энергетических культур позволяет покрыть около трети этой цели.

По данным 2011 года, общая площадь под лигноцеллюлозными энергокультурами в ЕС достигает 140 тыс. га (Таблица 1). Около 37 % этой площади (50 тыс. га) приходится на Румынию, где выращивается просо прутьевидное. Значительные площади задействованы также в Финляндии под двукисточник тростниковидный (около 19 тыс. га), в Великобритании — под мискантус (10–11 тыс. га), в Швеции и Польше — под иву (11 тыс. га и 5–9 тыс. га соответственно).

В последние годы к перспективным энергетическим культурам причисляют павловнию войлочную (Адамово дерево, *Paulownia tomentosa*, родина — Китай). Эту культуру отличает рекордная для всех древесных пород скорость роста (до 4 м в год!) и умеренная морозостойкость (Прим. ред.)

Площади под лигноцеллюлозными энергокультурами в ЕС (2011 г.), га

Страны ЕС	Ива	Тополь	Мискантус	Просо прутьевидное	Двукосточник тростнико-видный
Австрия	220–1100	880–1100	800		
Бельгия	60		100		
Великобритания	1500–2300		10 000–11 000		
Германия	4000	5000	2000		
Дания	5697	2807	64		19
Ирландия	930		2200		
Италия	670	5490	50–100		
Литва	550				
Нидерланды			90		
Польша	5000–9000	300			
Румыния				50 000	
Швеция	11 000	550	450		780
Финляндия					18 700
Франция	2300		2000–3000		

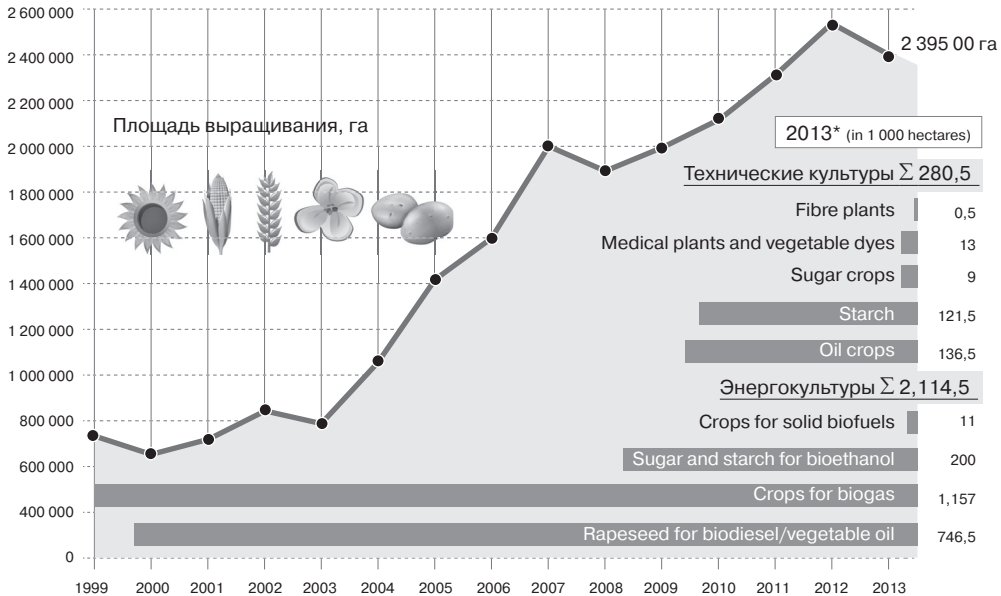
Площади под энергокультурами, предназначенными для производства жидких биотоплив, в Европе на порядок больше — свыше 2,5 млн га в целом по ЕС. В основном это зерновые культуры и рапс. Почти 38 % этой площади приходится на Германию, где 746,5 тыс. га заняты рапсом (на биодизель) и 200 тыс. га — сахаро- и крахмалосодержащими культурами (на биоэтанол) (см. Рис. 1). На значительных площадях (1157 тыс. га) в этой стране также выращиваются культуры, которые являются сырьем для получения биогаза.

На сегодня в странах Евросоюза 13,2 млн га земель доступны для выращивания энергокультур; к 2020 году этот показатель может вырасти до 20,5 млн га, а к 2030 году — до 26,2 млн га. По оценке Европейской Комиссии, для достижения цели 2020 года под энергетические культуры необходимо задействовать 17,5 млн га, или около 10 % всех используемых сельскохозяйственных земель стран ЕС-27.



Рис. 1

Распределение земель под энергетическими и техническими культурами в Германии



* estimate

Площадь выращивания, тыс. га: энергокультуры, всего — 2114,5, в том числе рапс на биодизель — 746,5, культуры на биогаз — 1157, сахаро- и крахмалосодержащие культуры — 200, культуры для производства твердых биотоплив — 11.

МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ И СТИМУЛИРОВАНИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КУЛЬТУР В ЕС

На уровне Евросоюза в целом выращивание энергетических культур регулируется с помощью трех механизмов:

- аграрной политики;
- энергетической политики;
- политики в области научных исследований и инноваций.

Аграрная политика

В рамках второго основного направления Единой аграрной политики (ЕАП) ЕС — «Программы развития сельских



**С 2013 года
Единая аграрная
политика ЕС обя-
зывает фермеров,
владеющих более
15 га пахотных
земель, выделять
не менее 5 %
соответствующих
площадей для эко-
логических нужд**

территорий» — в Евросоюзе предусмотрена инвестиционная поддержка для создания плантаций древесных и травяных энергетических культур (мискантуса, проса прутьевидного, двукисточника тростниковидного и др.). Конкретные суммы инвестиций в соответствующих документах не указываются, однако эксперты отмечают, что общий бюджет направления II ЕАП существенно меньше, чем бюджет направления I. Следует отметить, что в рамках направления I ЕАП — «Поддержка фермерских хозяйств» — фермеры стран ЕС с 2003 по 2009 год получали субсидию на выращивание энергокультур в размере 45 евро/га в год. Субсидия была отменена в 2010 году, после чего некоторые страны Евросоюза внедрили собственные аналогичные механизмы стимулирования.

Кроме того, с 2013 года Единая аграрная политика ЕС обязывает фермеров, владеющих более 15 га пахотных земель, выделять не менее 5 % соответствующих площадей для экологических нужд (к землям такого назначения относятся, например, чистые пары, буферные полосы, ландшафтные элементы, земли для лесонасаждения и др.). На этих экологически направленных землях фермеры могут выращивать многолетние энергетические культуры, но без применения пестицидов и химических удобрений. После подготовки Еврокомиссией отчета по данному вопросу в 2017 году доля земель, предназначенных для экологических нужд, может возрасти до 7 %.

Энергетическая политика

Как известно, согласно Директиве по ВИЭ 2009/28/ЕС на 2020 год Европейский Союз запланировал обеспечить 10 % топлив на транспорте за счет ВИЭ. Достижение этой цели предполагает использование агрокультур для получения жидких и газообразных биотоплив. При этом Еврокомиссия озабочена тем, чтобы ограничить возможное негативное влияние непрямого изменения назначения землепользования, вызванного производством моторных биотоплив.

В связи с этим Еврокомиссия внесла предложение по ограничению вклада традиционных агрокультур в достижение цели 2020 года по ВИЭ на транспорте до 5 %. Это предложение пока находится на рассмотрении Европейского парламента и Совета. В Европарламенте также обсуждается



и другое предложение — ограничить вклад всех энергокультур в достижение цели 2020 г. по ВИЭ на транспорте до 6 %. Ожидается, что финальное решение по данному вопросу будет иметь существенное влияние на сектор энергетических культур в ЕС.

Реализация политики ЕС в области научных исследований и инноваций включает Стратегический план энерготехнологий, а также новую программу Еврокомиссии для научных и инновационных исследований Horizon 2020. Стратегический план энерготехнологий призван помочь Евросоюзу достичь его целей 2020 года и 2050 года в секторе энергетики. Одной из составляющих Плана является содействие производству и потреблению жидких биотоплив 2-го поколения. В рамках программы Horizon 2020 выделяется около 5,8 млрд евро на исследование технологий, обеспечивающих надежную, эффективную и экологически чистую поставку энергии.

Кроме общеевропейских механизмов регулирования, во многих странах ЕС существуют свои движущие силы и инструменты для стимулирования выращивания энергетических культур (см. Таблицу 2). Типичными инструментами являются субсидия на гектар площади под энергокультурами и «зеленый» тариф (или аналогичный механизм) на электроэнергию из биомассы/биогаза. Например, в Финляндии субсидия на выращивание двукисточника тростниковидного такая же, как для традиционных агрокультур — 500–700 евро/га в год. Кроме того, есть субсидия для создания быстрорастущих лесных плантаций — 500 евро/га в год. В Австрии к «зеленому» тарифу на электроэнергию из биомассы доплачивается дополнительный бонус за использование энергетических культур.

ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КУЛЬТУР

Урожайность энергетических культур напрямую зависит от климатических, почвенных и других условий выращивания. Культуры имеют различную потребность в водном режиме, могут значительно отличаться по морозо- и засухоустойчивости (см. Таблицу 3). Для стран ЕС составлены

**Движущие силы и инструменты стимулирования
выращивания энергетических культур в ЕС**

Страны ЕС	Движущие силы	Инструменты
Австрия	Большой рынок для биотоплив, в т. ч. гранул	«Зеленый» тариф на электроэнергию из биомассы/биогаза. Дополнительный бонус 4 евроцента/кВт · ч для электроэнергии из энергокультур с 2008 года
Германия	Стимулирование производства биогаза для подачи в сеть. Стимулирование производства биотоплив 2-го поколения	«Зеленый» тариф на электроэнергию из биомассы/биогаза
Дания	Высокие цены на биомассу	
Финляндия	Большой рынок/спрос на биомассу	Субсидия на создание быстрорастущих лесных плантаций: 500 евро/га в год. Субсидия на выращивание двукосточника тростниковидного: 500–700 евро/га в год
Франция	Фонд для проведения реформы сахарной отрасли (64 млн евро). Акцент на очистку сточных вод и защиту водоносных горизонтов	
Италия	Реформа сахарной отрасли	«Зеленый» тариф на электроэнергию из биомассы/биогаза
Польша	Большой аграрный потенциал. Законодательство по производству электроэнергии из биомассы (стимулирование использования агробиомассы)	
Швеция	Налог на выбросы CO ₂ Большой спрос на биомассу	Субсидия на создание плантаций ивы: 500 евро/га в год
Велико-британия	Ограниченные ресурсы древесной биомассы	Субсидия на создание плантаций энергокультур: 800–1000 фунтов/га в год (ива, мискантус, тополь и др.). Сертификаты за использование ВИЭ для производства электроэнергии (в определенном обязательном объеме)
Румыния	Большой потенциал земель, доступных для выращивания энергокультур	
Испания	Большой потенциал земель, доступных для выращивания энергокультур	Специальный «регулируемый» тариф на электроэнергию из энергокультур



таблицы и карты с указанием культур, рекомендуемых для разных климатических зон. Например, для континентальной зоны считаются целесообразными такие культуры, как ива, тополь, мискантус, кукуруза, подсолнечник, рапс, сорго, лен, двукисточник тростниковидный; для севера Средиземноморья — тополь, мискантус, арундо тростниковый, кукуруза, подсолнечник, сорго, лен, сахарная свекла, соя, рапс, кенаф; для юга Средиземноморья — арундо тростниковый, артишок испанский, эвкалипт, сорго, лен.

Табл. 3

Характеристики энергетических культур по отношению к условиям выращивания

Энергокультура	Температура, °С			Потребность в воде	Морозоустойчивость	Засухоустойчивость
	прорастание семян	рост культуры, м				
		min	max			
<i>Однолетние культуры</i>						
Рапс	>5	5	30	средняя	высокая	средняя
Подсолнечник	10	5	35	средняя	низкая	средняя
Лен	7–9	8	30	средняя	средняя	средняя
Сорго	12	10	40	средняя	низкая	высокая
<i>Быстрорастущие древовидные культуры</i>						
Ива	—	0	30	высокая	высокая	низкая
Тополь	—	0	30	средняя	средняя	средняя
Эвкалипт	—	5	35	высокая	низкая	высокая
<i>Многолетние травяные культуры</i>						
Двукисточник тростниковидный	>7	7	30	высокая	высокая	низкая
Просо прутьевидное	>15	10	35	средняя	высокая	средняя/высокая
Мискантус	>8	10	40	средняя/высокая	средняя	низкая
Арундо тростниковый	>5	5	35	средняя	низкая	средняя/высокая
Артишок испанский	>5	5	35	низкая	низкая	высокая



Выращивание всех энергетических культур можно условно разбить на 3 этапа:

- подготовка почвы;
- непосредственно выращивание (посадка, уход за плантацией);
- сбор урожая (заключительной операцией является ликвидация плантации после окончания срока ее существования).

В зависимости от вида энергетической культуры процесс выращивания имеет свои особенности. Например, мискантус размножают корневищами, тополь и иву — саженцами, рапс, подсолнечник, лен — семенами.

Рассмотрим полный цикл выращивания на примере нескольких энергетических культур, наиболее подходящих для условий Украины.

Ива (*Salix spp.*)

Энергетическая ива — древовидная культура, позволяющая создавать высокопродуктивные плантации с длительным сроком существования. Представляет собой куст или кустообразное дерево высотой до 8 м. Обычно энергетическая ива густорастущая, имеет большое количество побегов, которыми довольно легко размножается. Характеризуется высокими показателями прироста по длине — до 3–5 см в день, в среднем 1,5 м в год. Древесина ивы в сравнении с большинством других древесных пород относительно легкая.

Насаждения ивы остаются продуктивными 20–30 лет, а урожай в течение этого периода можно собирать каждые 2–3 года. Средний урожай ивы составляет 10–12 тонн сухой массы с гектара за год. Наибольший урожай получают на 4–5 году выращивания — 16–20 тонн сухой массы с 1 га в год. По данным некоторых авторов, при особенно благоприятных условиях урожай может достигать 40 тонн/га в год.

Степень истощения земли ивой в 3–5 раз ниже, чем зерновыми культурами, к тому же 60–80 % питательных веществ возвращаются в землю вместе с опавшей листвой.

Положительным свойством ивы является устойчивость к морозам, вредителям и болезням. Интенсивному росту способствует хорошо развитая корневая система. Она может расти на почвах различного типа, на заболоченных и непродуктивных (требующих рекультивации) землях. Ко-



нечно, на землях низкого качества ива растет не так быстро, как в благоприятных условиях.

Ива может испарять из почвы большое количество воды. Таким путем можно решить проблему осушения почв с большим объемом подземных вод или защитить землю от заболачивания. В период интенсивной вегетации плантация ивы может испарять 300–800 тыс. л/га в зависимости от плотности посадки. Кроме того, культура способна абсорбировать большие количества металлических микроэлементов, что приводит к очищению загрязненных почв и сточных вод (при поливке плантации сточными водами).

Собирают иву после окончания вегетации, преимущественно в зимний период (после опадания листвы). С энергетической точки зрения наилучшим является урожай культуры при трехлетнем и более цикле сбора. К этому моменту диаметр стеблей растений составляет около 30 мм, высота — 5–6 м. Сбор урожая выполняется обычным силосоуборочным комбайном с жаткой для ивы. С одной плантации можно собирать урожай 7–8 раз (при трехлетнем цикле), после чего необходимо провести рекультивацию. Ликвидация плантации представляет собой относительно простую операцию ввиду неглубокой корневой системы культуры.

Весной при высоте побегов 20–30 см необходимо внести гербицид, срезать ветки и припахать. Осенью землю уже можно использовать для выращивания других культур.

По данным специалистов Института биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН Украины, для условий Украины перспективной является ива *Salix*, позволяющая создание сортов и гибридов для различных направлений использования. Как правило, для энергетических целей используют иву вида *Salix viminalis* (ива прутьевидная) и ее производные.

Тополь (*Populus spp.*)

Тополь, также как и ива, относится к многолетним древовидным энергетическим культурам. Он выращивается в сходных с ивой условиях по похожим технологиям, устойчив к вредителям, может расти на бедных и загрязненных землях. Однако он менее морозоустойчив, поэтому, как правило, не выращивается в северо-европейских странах. Культура практически не требует применения пестицидов и удобрений. С плантации энергетического тополя можно



получать 8–15 тонн/га биомассы в год, а на хороших почвах новые клоны могут давать до 16–20 тонн/га в год.

Энергетический тополь можно выращивать на плантациях с очень быстрым, быстрым и средним оборотом. Они различаются количеством насаждений на гектар и частотой сбора урожая. В первом случае плотность посадки составляет 10–15 тыс. растений на гектар, урожай собирают интервалом в 1 год, диаметр ствола на уровне среза составляет 2–3 см. На плантациях с быстрым оборотом на гектар высаживают 5–10 тыс. растений, урожай собирают каждые 2–3 года, диаметр ствола на уровне среза достигает 10–12 см. В третьем случае плотность посадки составляет 1,3–3 тыс. шт./га, сбор урожая выполняют с интервалом в 5–6 лет, диаметр ствола (на уровне около 1,3 м) — до 15 см. На плантациях с очень быстрым и быстрым оборотом урожай можно собирать комбайном типа Claas со специальной жаткой. Для плантаций со средним оборотом можно адаптировать обычное лесохозяйственное оборудование небольшой мощности. Опыт Европы показывает, что обычно бóльшая продуктивность наблюдается на плантациях со средним оборотом.

Срок существования плантации энергетического тополя — 15–20 лет. При 3-х летнем цикле выращивания за этот период можно собрать 5–7 урожаев. Ликвидация плантации является более трудоемкой, чем для ивы, поскольку тополь часто формирует большой стержневой корень.

Существуют различные виды тополя, среди которых для условий Украины специалисты рекомендуют тополь Торопогрицкого (гибрид тополя евроамериканского I-214 и пирамидального). Этот клон характеризуется высокой продуктивностью и стойкостью к неблагоприятным условиям. В обычных условиях средний прирост тополя Торопогрицкого составляет 14 м³/га древесины в год, а при высокой увлажненности и трофности почвы этот показатель может вырасти почти до 37 м³/га в год.

Мискантус (*Miscanthus* spp.)

Мискантус представляет собой многолетнюю корневищную траву, происходящую из Азии. После однократной посадки культуру можно собирать ежегодно на протяжении 15 и более лет со средней урожайностью порядка 10 т/га. Мискантус имеет хорошо развитую корневую систему (2,5 м вглубь), характеризуется быстрым ростом и удовлетворительной морозостойкостью, имеет относительно небольшую



потребность в воде, соответствующую годовому количеству осадков на уровне 600–700 мм. Для выращивания подходят среднеплотные почвы с низким уровнем грунтовых вод.

В первый год после посадки мискантус не собирают ввиду низкой урожайности (до 8 т/га). Во второй год растение достигает своей максимальной высоты (2,5–3,5 м), и урожайность поднимается до 10 т/га. К третьему году урожай культуры составляет около 10–15 (до 20) тонн сухого вещества на гектар. Мискантус чувствителен к качеству почвы, поэтому на плодородных почвах урожай может достигать до 30 т/га в год, а на бедных — едва достигать 10 т/га. Однако рост продуктивности плантации вызывает повышенную потребность в воде. Вид Мискант гигантский (*Miscanthus x giganteus*) может потреблять ее до 900 мм/год. После 10-го года продуктивность плантации начинает снижаться.

Для его уборки используют тяжелые роторные косилки и рулонные пресс-подборщики или самоходные кормоуборочные комбайны. При этом, учитывая толщину и твердость стеблей, рекомендуется применять специальные машины, приспособленные к тяжелым условиям эксплуатации. 🌱

(Продолжение следует)

ЭКОЛОГИЧНА БЕЗПЕКА ПІДПРИЄМСТВА ОНЛАЙН



**ПРИНЦИПОВО НОВИЙ ПІДХІД
до вирішення питань з екології**



ТЕЛЕФОНУЙТЕ
за номером 0(44) 537-06-51
та ПРИДБАЙТЕ доступ на 2015 рік

ДЕТАЛЬНІШЕ на сайті www.ecologia.com.ua

НОВИЙ ЕЛЕКТРОННИЙ ПРОДУКТ



ПЕРСОНАЛЬНІ ОНЛАЙН-КОНСУЛЬТАЦІЇ

Задавайте питання та отримуйте відповіді протягом 5 робочих днів від провідних експертів!



ВИДАННЯ «ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА підприємства» В ОНЛАЙН-РЕЖИМІ

Роз'яснення провідних фахівців, рекомендації та алгоритми – все це на 850 сторінках практичної інформації!



НОРМАТИВНО-ПРАВОВА БАЗА

Завантажуйте всі необхідні нормативно-правові акти та шаблони з охорони праці у зручному форматі Word.



КАЛЕНДАР ЕКОЛОГА

Переглядайте календар з важливими подіями та термінами здачі екологічної звітності.



МОЖЛИВІСТЬ ВИБОРУ МОВИ –

українська чи російська для зручності



ШВИДКИЙ ПОШУК та зручні фільтри



ЩОДЕННЕ ОНОВЛЕННЯ інформації

ЗАОЩАДЯТЬ
ВАШ ЧАС
І ЗРОБЛЯТЬ
РОБОТУ
ЛЕГКОЮ
ТА ПРИЄМНОЮ

e-mail: eco@mediapro.com.ua

