

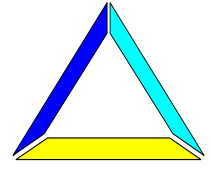


Bundesministerium für
Ernährung, Landwirtschaft
und Verbraucherschutz

**Інститут Економічних Досліджень
ТА Політичних Консультацій**

Німецько-Український Аграрний Діалог

01034 Київ, вул. Рейтарська, 8/5-А
тел. (+38044) 278-6342, 278-6360, факс 278-6336
E-Mail: agro@ier.kiev.ua, <http://www.ier.kiev.ua>



Консультативна робота №11

Виробництво біоенергії в Україні: Конкурентоспроможність сільськогосподарських культур та іншої сільськогосподарської та лісогощодарської сировини

Застереження:

Цей документ підготовлений авторами з використанням загальнодоступної інформації та даних з різних українських, ЄС та СОТ джерел. Всі висновки в даній статті в жодному разі не потрібно вважати відображенням політики та позиції Міністерства продовольства, сільського господарства та захисту прав споживачів ФРН.

1	Резюме.....	3
2	Вступ, загальна інформація і цілі	4
3	Культури які можна використовувати для виробництва біопального ..	4
3.1	Насіння рапсу	4
3.2	Зернові (пшениця і кукурудза)	8
3.3	Цукор	10
3.4	Потенціал сировини другого покоління	13
4	Інші відновлювані джерела виробництва біоенергії	14
4.1	Солома.....	14
4.2	Гній, відстій і комунальні відходи для виробництва біогазу	15
4.3	Деревина: використання відходів і розведення рослин, що швидко зростають	16
5	Стратегічні варіанти відновлюваних джерел енергії в Україні	17

1. Резюме

Використання біоенергії - важливе питання, що стосується енергетичної безпеки при зростаючих світових цінах на енергоресурси. З точки зору української перспективи, цей документ описує різні види сільськогосподарських культур і сировини та їх технічні і економічні потенціали, що слугують як відновлювані джерела енергії. Особливий акцент робиться на економічні витрати і вигоди від виробництва енергії на основі біомаси.

У першій частині цього документу ми зосередимось на **сільськогосподарських продуктах, з яких зазвичай виробляють біологічне паливо, таке як біоетанол та біодизель**. Оскільки ціни, технології і установи піддаються швидким змінам, є потреба в динамічному підході, щоб відповісти на питання, якою може бути собівартість виробництва одного літру біологічного палива. У цьому відношенні, високі світові ціни на енергію і зростаючий попит харчової, кормової та енергетичної промисловості визначають високі ціни на сільськогосподарські продукти такі як зерно, олійні культури і кукурудза, що суттєво впливають на прибутковість і конкурентоспроможність виробництва біоенергії.

Сьогодні виробництво рапсу в Україні може конкурувати з іншими країнами. За поточних виробничих витрат фермери мають високі прибутки на виробництві рапсу. Можливо передбачити, що рано чи пізно вітчизняна промисловість почне інвестувати в переробку рапсу, щоб збільшити свою частку в ланцюзі вартості. Проте, питання чи буде олія рапсу перероблена на біодизель в межах України, або експортуватись за кордон залишається відкритим. При поточному рівні цін на енергоресурси і сировину, біодизель не є прибутковим без субсидій. Така само ситуація з біоетанолом, на основі зернових. Враховуючи поточний рівень цін сирової нафти, немає ніяких стимулів для вироблення біоетанолу із зерна або пшениці.

Чи стосується це етанолу, який виробляється з цукрового буряка? Аналіз, що знаходиться нижче, показує, що вартість виготовлення біоетанолу в Україні з цукрового буряка складає \$428/м³ і не є конкурентоспроможною в порівнянні з традиційним паливом. Розрахункова собівартість \$428/м³ ефективніша, ніж в Євросоюзі, але не конкурентоспроможна з виробництвом в Бразилії, яка виробляє етанол з цукрової тростини.

Важливий шлях для збільшення продуктивності вихідної продукції біологічного палива - використовувати всю рослину, замість обробки лише її частин. Це друге покоління біологічного палива. Використання матеріалів другого покоління все ще досліджується і розвивається. Отже, Україна повинна мати на увазі, що є нові технології для вироблення біологічних палив за низькою ціною і ефективнішим шляхом. Сільське господарство України має потенціал для забезпечення сировини, яка потрібна для вироблення біоенергії. У кращому випадку, це може знизити викиди парникових газів, покращити якість землі та води, а також сприяти біо різноманіттю. Проте, саме економічна ефективність визначить чи такий підхід буде реалізований.

Крім того, є **інші відновлювані джерела енергії для виробництва біоенергії. Будь-який аналіз відновлюваних джерел енергії був би незакінченим без врахування таких залишків сільськогосподарського виробництва, як наприклад солома, деревина і залишки кори або рідкий гній. Ціна на солону дешевша, в порівнянні з іншою сировиною і навіть використання залишків деревини могло б бути альтернативою для вироблення енергії. Використання соломи для тепломереж** дешевше, ніж сільськогосподарської сировини, яка продається на ринку за високими цінами. Солома є на більшості території України і завдяки низькій собівартості виробництва придатна для вироблення енергії.

Виробництво біогазу з органічних відходів худоби може також надати нові можливості для сільського господарства та сільської місцевості. Місцеве вироблення енергії може поліпшити енергопостачання віддалених регіонів, куди постачання енергії особливо дороге.

Що стосується **стратегічних можливостей виробництва відновлюваної енергії в Україні**, ми робимо висновок, що при сьогоднішньому співвідношенні цін на енергію та сировину, виробництво біодизелю та біоетанолу в Україні поки що є не прибутковим.

Отже, поки що кращою стратегією є експортування зернових і олійних культур, що дозволить скористатися високим попитом на світових ринках на ці культури. Така стратегія буде оптимальною до тих пір, поки не відбудеться істотна зміна цінових співвідношень в Україні. Технологія по виробництву біопалива досить проста і інвестори швидко відреагують на зміну цінових співвідношень. Оскільки цукрові буряки є навіть більш дорожчою сировиною, ніж зернові і олійні культури, виробництво етанолу на основі цукрових буряків також потребує великих субсидій і не є стратегічною альтернативою з високим потенціальним прибутком. Політичні рішення США та Європейського Союзу щодо використання біологічних палив поки що збільшили світові ціни на зерно та рапс. Українські фермери, торговці зерном та переробники олійних культур можуть отримати вигоду від Європейського Союзу та інших країн, де існують надзвичайно високі субсидії для виробництва біологічних палив, за рахунок збільшення експорту до цих країн і отримання високих прибутків. В той же час **політики мають розглянути іншу, значно дешевшу, сировину для виробництва відновлюваної енергії**. Прикладом такої сировини є солома та залишки деревини для обігріву, а також гній та комунальний відходи для виробництва біогазу, що може покращити енергопостачання в сільській місцевості України.

2. Вступ, загальна інформація і цілі

Відновлювана енергетика пропонує цікаві можливості для українського сільського і лісового господарства. До того ж, енергетична безпека і використання біоенергії є актуальними питаннями. Ціни на викопне пальне зростають, що провокує дискусії щодо зменшення залежності від імпортованої енергії. Але кожна країна має свої можливості і умови використання відновлюваних джерел енергії. Виробництво біопального є тільки одним зі способів використання біомаси для виробництва енергії. Відновлювальні джерела енергії (ВДЕ) пропонують більше можливостей. В кожному випадку необхідно порівнювати ринкові ціни або альтернативну вартість сільськогосподарської продукції і сировини, що використовуються для виробництва відновлюваної енергії. Зрештою, саме вартість ВДЕ значною мірою визначає ціну біоенергії. Високі світові ціни на енергію і зростання попиту збоку харчової промисловості, виробництва тваринних кормів і енергетичної промисловості призводять до підвищення цін на таку сільськогосподарську продукцію, як пшениця, насіння соняшника і кукурудза. Внаслідок цього, збільшення цін на сировину безпосередньо впливає на прибутковість виробництва енергії.

Сільськогосподарський сектор має значний потенціал постачання необхідної для виробництва біоенергії сировини. У найкращому випадку це може призвести до зменшення викидів парникових газів (ПГ) і піде на користь якості ґрунту і води, а також сприятиме біорозмаїттю. Але саме економічна доцільність визначає реалізацію цього підходу.

В цій статті ми розглянемо різні культури і сільськогосподарську сировину та їх техніко-економічний потенціал в якості ВДЕ. Особлива увага приділяється економічним витратам і вигодам зв'язаним з виробництвом енергії з біомаси.

3. Культури які можна використовувати для виробництва біопального

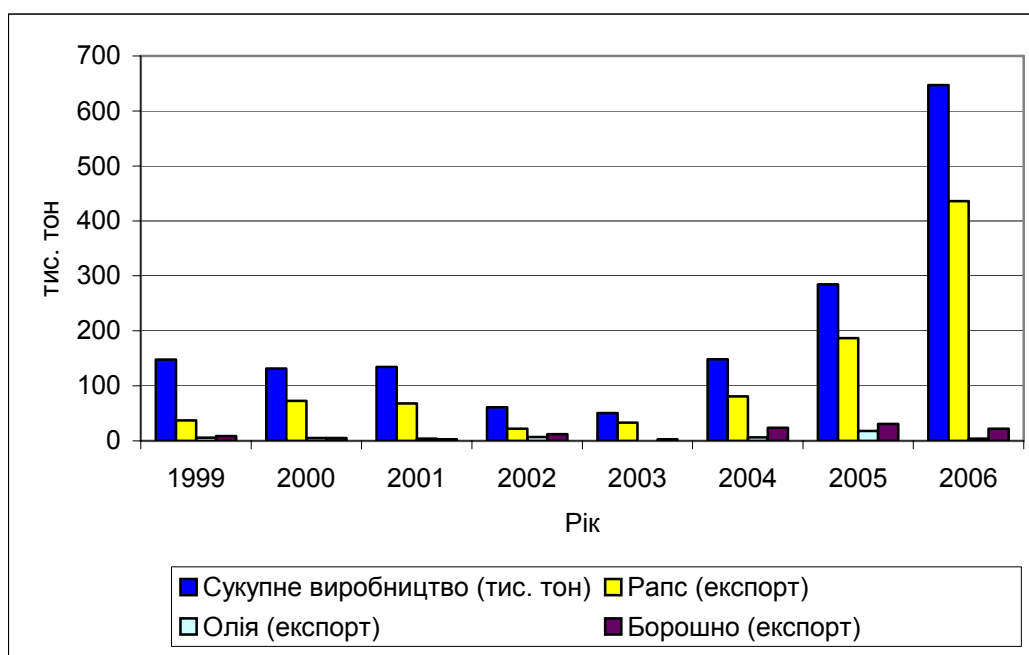
В цій частині ми зосередимось на сільськогосподарській продукції, за допомогою якої можна виробляти таке біопальне як біоетанол і біодизель. Через те, що відповідні ціни, технології та інституції зазнають швидких змін, існує потреба в динамічному підході до пошуку відповіді на запитання скільки коштуватиме виробництво одного літра біопального. В цьому сенсі, високі світові ціни на енергію і зростання попиту збоку харчової промисловості, виробництва тваринних кормів і енергетичної промисловості призводять до підвищення цін на таку сільськогосподарську продукцію як пшениця, насіння соняшника і кукурудза, що особливо впливає на прибутковість і конкурентоспроможність виробництва біоенергії.

3.1 Насіння рапсу

В Європі рапс культивується з початку XIX сторіччя. Були виведені весняні і зимові сорти. Хоча на ринку домінує зимовий рапс, в багатьох регіонах також культивується весняний сорт. В Україні фермери вирощують і зимовий і весняний сорти але частка зимового рапсу постійно зростає (з 63% до 82% за останні три роки). На загал,

морозостійкі культури приносять вищі врожаї, ніж культури весняного типу. Тільки в разі надзвичайно суворої зими, що триває до пізньої весни, фермери, що вирощують весняний рапс мають перевагу, бо рослини, що звикли до зростання зимою, страждають і не досягають своєї теоретичної врожайності. Інші умови зв'язані з весняним рапсом – це чинники даної місцевості і місцеві природні умови періоду вегетації, або порядок робіт у господарстві (напр., дефіцит часу на сівбу зимового рапсу в кінці літа, але достатній час для сівби навесні). Рапс є досить капризною культурою. Для отримання високих врожаїв необхідно добре підготувати ґрунт під сівбу і мати високоякісне насіння, добрива і деякі пестициди. Для ротації культур рекомендовано культивувати рапс кожні 4-5 років. Важливою перевагою є позитивний вплив, який рапс здійснює на наступну культуру. В Україні, з 2003 року, територія зайнята під посіви рапсу швидко розширюється. З 2004 по 2006 р. обсяг виробництва рапсу більше ніж подвоївся, від 158 300 т. до 647 100 т., як можна побачити на рис. 1.

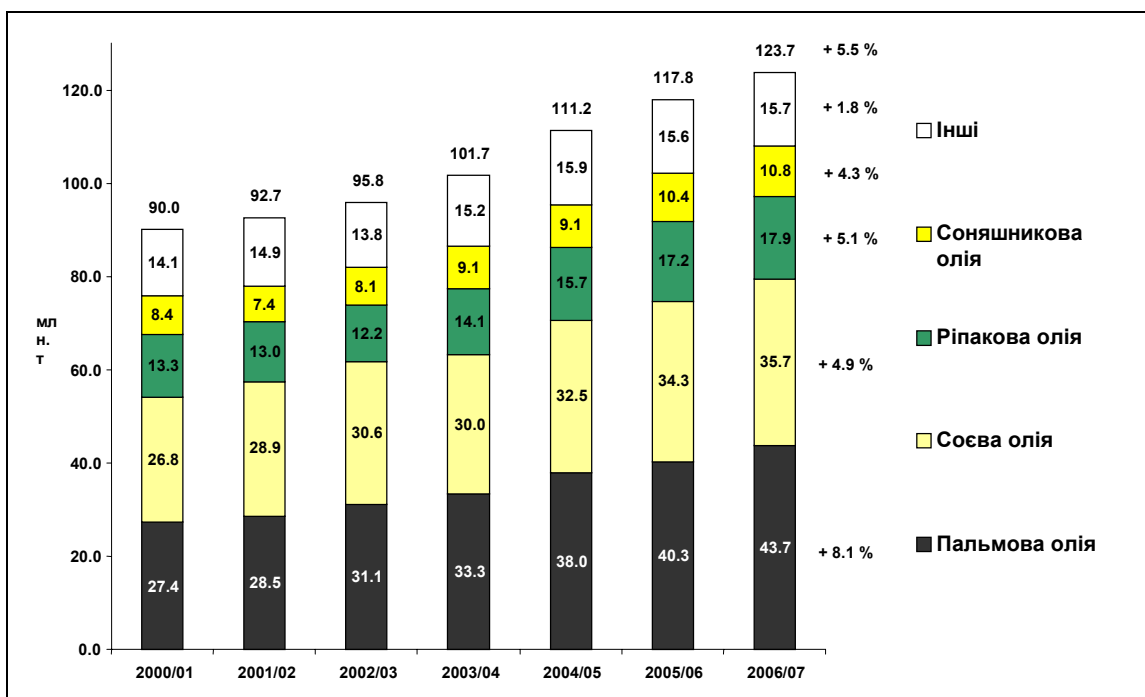
Рис. 1: Сукупне виробництво рапсу в Україні і частка рапсового насіння, рапсової олії і борошна (1999-2006)



Джерело: Міністерство сільськогосподарської політики України; офіційні розрахунки Департаменту с/г США

Насіння рапсу як сільськогосподарський товар експортується на світовий ринок. Ця тенденція до зростання виробництва і експорту рапсу викликана на зростанні світового попиту на цю продукцію. ЄС стає особливо важливим ринком для рапсового насіння і олії в зв'язку зі зростанням обсягів виробництва біодизельного пального. В наступній таблиці 1 показане глобальне зростання виробництва олійного насіння з 2001/2002 років. У світовому виробництві олійного насіння домінує соя, за нею йдуть насіння бавовни, арахіс і рапс.

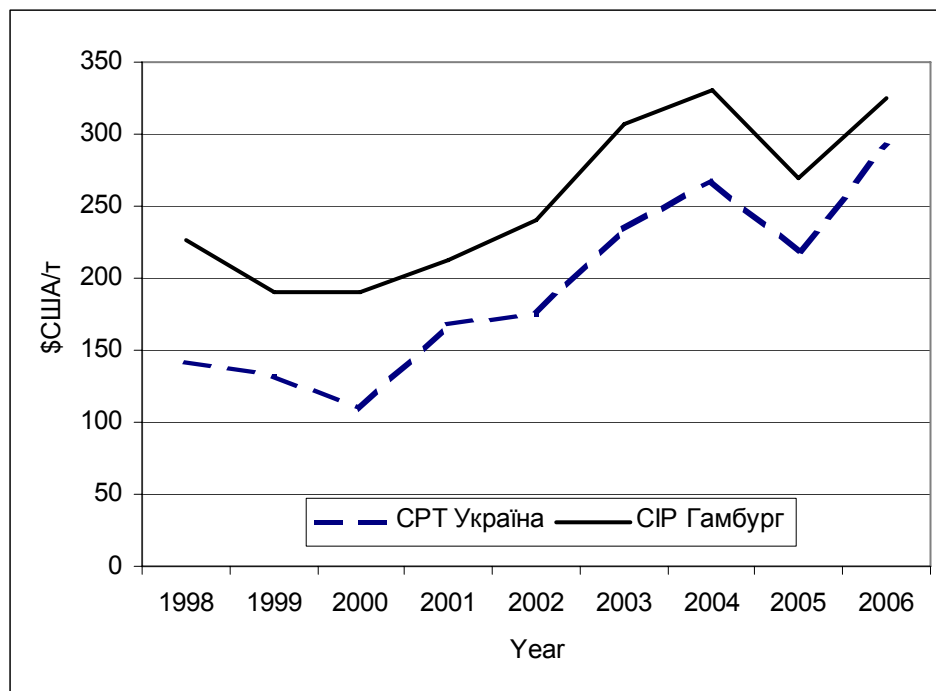
Таблиця 1: Світове виробництво рослинної олії



Джерело: ДСГ США, Тоєрґер, грудень 2006

Українським фермерам вигідна ця світова тенденція, що ґрунтується на зростанні попиту на біопальне. В минулому, на українському ринку олійного насіння домінував соняшник. Виробництво і власна переробка рапсового насіння і соєвих бобів останнім часом активно зростають. Що стосується сої, то це зростання обумовлене зростанням попиту з боку тваринництва, головним чином, в країнах Азії.

Рис. 2: Ціни на рапсове насіння на світовому ринку і на експорт з України (1998-2005)



Джерело: Держкомстат України (2006); Lembke (2005)

Рис.2 демонструє, що ціна на експортоване з України (CPT Україна) рапсове насіння йде слідом за світовою ринковою ціною (CIP Hamburg). Рівень світової ціни вищий за ціну в Україні, але зменшення розриву між світовим і внутрішнім ринками вказує на зменшення операційних витрат в Україні викликане значними іноземними і внутрішніми інвестиціями в ринкову інфраструктуру і обробку вантажів у портах.

У своєму детальному аналізі, Lakemeyer (2007) робить висновок про те, що Україна може конкурувати з іншими країнами у сфері виробництва рапсу. За поточної вартості виробництва, українські фермери отримують гарні прибутки від виробництва рапсу. Можна передбачити, що рано, чи пізно, національна переробна промисловість інвестуватиме в обладнання для переробки насіння рапсу з метою збільшити частку України в ланцюгу вартості. Але поки що залишається без відповіді питання чи буде рапсова олія перероблятися на біодизель в Україні, чи вона буде експортуватись в інші країни. За нинішнього співвідношення цін на енергію, товари і сировину, виробництво біопального в Україні неприбуткове. Отже, кращою стратегією виглядає експорт, а не переробка вирощеної в Україні продукції, що дозволить їй зберегти свою присутність на міжнародних ринках поки цінове співвідношення суттєво не зміниться.

На рис.3 представлені результати моделювання обчислення інвестицій і оперативних витрат на виробництво біодизелю з метою визначення максимальної аукціонної ціни на рапсове насіння, яку за ринкових умов заплатили би заводи з виробництва біодизелю в Україні. Стає очевидним, що „максимальна аукціонна ціна на рапсове насіння, що використовується для виробництва біодизелю, з 2001 року постійно залишається значно нижчою за ринкову ціну.” (IER:2007).

Рис. 3: Ціна на сиру нафту, максимальна аукціонна ціна на рапсове насіння для виробництва біодизелю і ринкова ціна на рапсове насіння



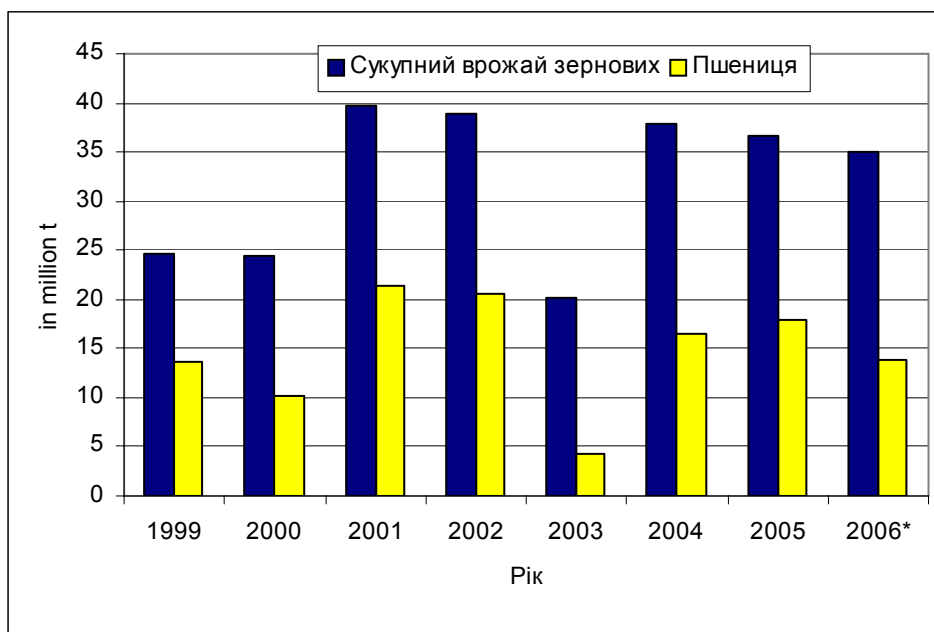
Джерело: IER (2007)

Політичні рішення ЄС щодо використання біопального здійснили інфляційний вплив на світові ринкові ціни на рапс. В цьому відношенні є сумніви щодо конкурентоспроможності рапсу в якості сировини для біопального в Україні зважаючи на те, що виробництво біодизелю ніколи не було конкурентоспроможним без субсидій. Але українські фермери і виробники рослинної олії можуть отримати свою вигоду від співпраці з субсидованим сектором виробництва біодизелю в ЄС збільшуючи експорт і таким чином отримуючи більші прибутки.

3.2 Зернові (пшениця і кукурудза)

На рис. 4 показано сукупне виробництво зернових і пшениці в Україні за останні 6 років. На українському ринку пшениця є найважливішою зерною культурою.

Рис. 4: Збирання зернових і виробництво пшениці в Україні (мільйонів тон)



Джерело: Власна інформація з використанням даних Агроперспективи (2007) і Укragenконсалт (2006).

Крива відображує результати виробництва з 1999 по 2006 р. Врожай минулого року був значно нижчий ніж попередніх років внаслідок несприятливих погодних умов, які скоротили посівні площі і врожайність, але не настільки, як це було в 2003 році. Ціни на пшеницю на світовому ринку з минулої осені демонструють тенденцію до зростання.

Протягом року світові ціни на пшеницю і кукурудзу значно зросли внаслідок меншого врожаю в деяких регіонах світу, а також зростання попиту на корми (в основному в Азії) і попиту з боку виробників біоетанолу (головним чином в США).

Таблиця 1: Обчислення максимальної аукціонної ціни на кукурудзу

2 Розрахунок максимальної аукціонної ціни на кукурудзу	
a Ціна сирової нафти, дол.США/барель	60.00
b Ціна бензину, дол.США/барель	$78.00 = a * 1,3$
c Ціна бензину, дол.США/куб.м	$490.61 = b / 0,1589873$
d Максимальна ціна біоетанолу, дол.США/куб.м	$323.80 = c * 0,66$
e Виробничі витрати	
f Капітальні Витрати дол.США/т	58.42
g Змінні витрати дол.США/м3	151.00
h Загальні виробничі витрати без вартості кукурудзи, дол.США/м3	$209.42 = f + g$
i Дохід від реалізації побічної продукції, дол.США/м3	$64.00 = 0,8 * P \text{ DDGS}$
j Загальні виробничі витрати мінус дохід від побічної продукції, дол.США/м3	$145.42 = h - i$
k Ціна на етанол мінус виробничі витрати, дол. США/м3	$178.38 = d - j$
l Максимальна закупівельна ціна на накукурудзу, дол. США/т	$69.57 = k * 0,39$
Ціни та коефіцієнти перетворення	Припущені параметри
Ціни на нафту, дол. США\Барель	Вихід етанолу з кукурудзи, м3/т
Ціни на нафту, дол. США\Барель	Енергоємність етанолу до бензину вихід DDGS на куб.м етанолу

Джерело: IER (2007)

За цих припущень максимальна аукціонна ціна кукурудзи становить 69 доларів США за тону, що відносно небагато у порівнянні з фактичною світовою ціною на кукурудзу. Ціна сирової нафти здійснює найбільший вплив на максимальну аукціонну ціну, на що також вказує IER (2007). Зважаючи на поточну ціну сирової нафти, виробництво біоетанолу з кукурудзи не є вигідним. В наступному розділі ми обчислимо виробництво біоетанолу з бурякового цукру.

3.3 Цукор

Припускаючи, що Україна розглядає можливість виробництва етанолу з власного цукру, ми обчислюємо вартість цього виробництва.

Таблиця 2: Обчислення вартості виробництва біоетанолу з цукрового буряку

1. Припущення щодо капітальних витрат		Unit
Інвестиційні витрати на завод потужністю 200 000 куб.м	90000000	\$США
Вартість заводу в перерахунку на куб.м потужностей	450	\$США/куб.м
Відсоткова ставка	6	%
Період амортизації (років)	10	рр.
Річні капітальні витрати на куб.м	57	\$США/куб.м
2. Припущення щодо змінних витрат		
Витрати на енергоносії	67	\$США/куб.м
Транспортні витрати, на куб.м етанолу	90.00	\$США/куб.м
Інші витрати, на куб.м етанолу	37.50	\$США/куб.м
Валові змінні витрати, на куб.м етанолу	194.50	\$США/куб.м
3. Припущення щодо витрат на сировину		
Вартість цукру	118.00	\$США/т
Вихід етанолу з тони цукру	0.62	куб.м/т
Необхідна кількість цукру для виробництва 1 куб.м етанолу	1.62	т/куб.м
Побічна продукція	0.10	т/куб.м
Вартість цукру для виробництва 1 куб м. етанолу, \$США	191.05	\$США/куб.м
Дохід від продажу побічної продукції	140.00	\$США/куб.м
4. Розрахунок загальних витрат, \$США/куб.м		
Капітальні витрати	57.15	\$США/куб.м
Змінні витрати	194.50	\$США/куб.м
Вартість сировини	191.05	\$США/куб.м
Дохід від продажу побічної продукції	13.72	\$США/куб.м
5. Загальні витрати	428.98	\$США/м3

Джерело: Власні розрахунки на основі даних отриманих від IER (2007), FNR (2006), Langwost (2002), DMH (2007) і Südzucker (2007).

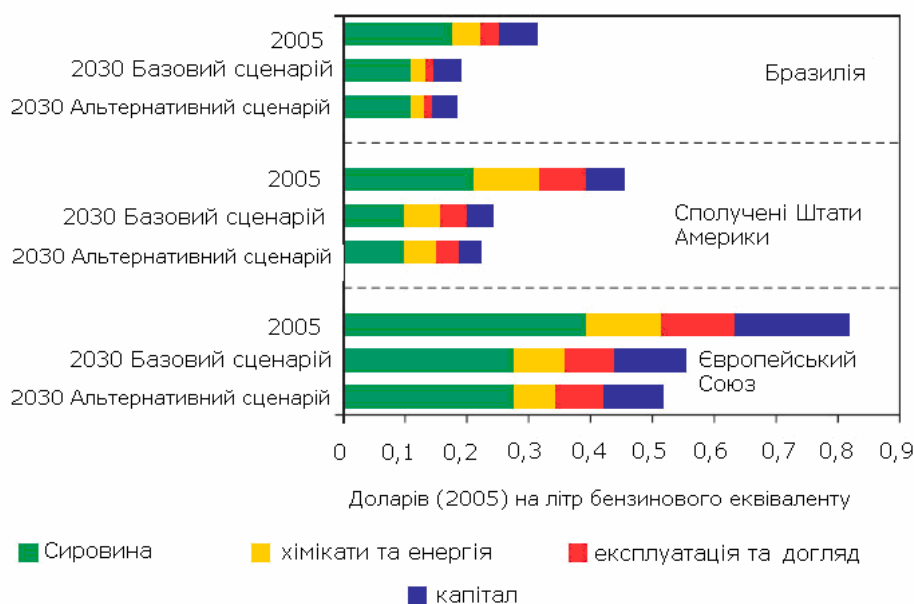
Висока вартість виробництва вказує на те, що виробництво етанолу з власного цукру не вигідне. За нинішнього рівня цін сільськогосподарська сировина занадто дорога, щоб

витрачати її на виробництво біопального, яке не конкурентоспроможне у порівнянні з викопним паливом за нинішніх ринкових цін.

Обчислення починається з капітальних витрат. Ми припустили досить оптимістичні витрати на рівні 90 мільйонів \$ США за умови річної потужності виробництва 200.000 м³ етанолу. До операційних витрат включені витрати на енергію, транспорт та інші (напр., ензими, що використовуються для ферментації). Транспортні витрати на цукровий буряк вищі через нижчу врожайність порівняно з пшеницею для виробництва біоетанолу. Вартість сировини відображує ціну на цукор (118 \$ США/т) обчислену на основі даних Лондонської міжнародної фінансової фьючерсної і опціонної біржі та цін на цукор в Україні. Вартість перетворення ґрунтується на зменшених ставках через розміри заводу і технічні можливості використовувати цукровий буряк замість пшениці. Вигода від побічної продукції оцінена більш песимістично. Вінасса (ферментована меласса) має в своєму складі такі поживні речовини, як азот, фосфат, поташ і цукрозу. В концентрованому вигляді її можна застосовувати в якості добрива на полях, або в очищеному вигляді як кормову добавку в тваринництві. Ринкова ціна вінасси становить біля 140 \$ США/т. Вінасса – це єдиний побічний продукт, вигода від якого припущена в цьому обчисленні. Є й інші побічні продукти, які можна взяти до уваги, такі, як жом цукрового буряку. Жом цукрового буряку є побічним продуктом багатим на вуглеводні, який виробляє харчова цукрова промисловість, тому це скоріше побічний продукт цукрового виробництва, а не виробництва етанолу. Тому ми й не враховували до вигоди від побічної продукції жом цукрового буряку, який часто використовують в кормовому виробництві.

За цих припущень вартість виробництва біоетанолу з цукрового буряку в Україні становитиме 428 \$ США/м³, що не вигідно у порівнянні з викопним паливом. Якщо взяти порівняння міжнародного масштабу, на наступному рис. можна побачити що обчислена вартість виробництва у 428 \$ США/м³ більш ефективна ніж така ж вартість в Європейському Союзі, але не конкурентоспроможна з низькою вартістю виробництва в Бразилії, яка в якості сировини використовує цукрову тростину. Цукрова тростина – це багаторічна тропічна культура і тому дешевша за цукрові буряки, які необхідно саджати кожного року.

Рис. 5: Вартість виробництва етанолу в Бразилії, Європейському Союзі і Сполучених Штатах



Джерело: (Вартість включає в себе поточні рівні субсидіювання культур і виробництва етанолу¹) ОЕСР 2006

Завдяки комбінації кліматичних умов, ґрунтів і відносно низької вартості робочої сили і землі, Бразилія нині виробляє найдешевшу у світі цукрову тростину і, відповідно, етанол. Можна побачити, що виробництво етанолу в Бразилії є найдешевшим у світі (рис. 5). Це підкреслює важливість вартості сировини, що використовується для виробництва біопального. Цукровий буряк і зернові продаються за високими цінами на світових ринках харчової продукції. Тому вони занадто дорого коштують, щоб їх було вигідно використовувати в якості сировини для біоетанолу. У 2005 р. біля 50% переробленої цукрової тростини в Бразилії було використано для виробництва біоетанолу, якого було вироблено 8.2 мільйонів тон – на 51% більше, ніж у 2000 р.

3.4 Потенціал сировини другого покоління

Важливим способом збільшити продуктивність виробництва біопального є використання усієї рослини замість переробки тільки деяких її частин. Це друге покоління біопального. Це означає переробку деревно-целюлозної біомаси на біопальне. Такий процес газифікації сировини забезпечує вироблення синтетичного газу (так званого «сингазу») – суміші окису вуглецю, водню та інших сполук. Сингаз потім можна перетворити на дизпаливо (за допомогою синтезу Фішера-Тропша), метанол, або діметил ефір – газоподібне пальне подібне до пропану. В альтернативі, водень можна відокремити і використовувати як пальне. Нині основна зацікавленість існує у виробництві біодизелю на основі синтезу Фішера-Тропша (дизпаливо ФТ). Через високі витрати у порівнянні зі звичайними технологіями, комерційне виробництво біопального на основі газифікації поки ще не організоване. Але ведуться значні науково-дослідні роботи зі створення комерційно вигідних процесів. Для досягнення економії масштабу, виробництво, вірогідно, вимагатиме створення дуже великих підприємств. Це, в свою чергу, потребуватиме розвинутих логістичних систем збирання і транспортування сировинної біомаси (Hamelinck and Faaij, 2005). В Німеччині вже побудовані демонстраційні підприємства. Поточна вартість виробництва дизпалива ФТ з біомаси становить біля \$0.90 за літр на основі сировини з деревинної біомаси за ціною \$3.6/GJ. В довгостроковій перспективі собівартість виробництва може знизитись до \$0.70 – 0.80/літр (IEA, 2006).

¹ Більш детальну інформацію щодо різних припущень про посилання і сценарії альтернативної політики шукайте в „Світовому енергетичному огляді” ОЕСР за 2006 р.

4. Інші відновлювані джерела виробництва біоенергії

Сільське і лісове господарство пропонує й інші джерела виробництва біоенергії. Деякі з них досить дешеві і тому варті розгляду. Очевидно, що біопальне не у кожному випадку є найбільш ефективним способом використання сільськогосподарської продукції в якості відновлюваного джерела енергії (ВДЕ). Застосування ВДЕ (власного виробництва, або імпортованого) очевидно може покращити енергетичну безпеку України, але виникає запитання: „Якою буде економічна вартість цього?” Можна побачити, що вартість виробництва біодизелю і біоетанолу відносно висока внаслідок існування альтернативного, більш вигідного використання сировини для продажу на світових ринках харчової продукції. Тому, варто розглянути сировину, яка може бути доступною в Україні за нижчою ціною. Це можуть бути відходи рослинництва, як, наприклад, солома, гній, або комунальні відходи, які використовуються для виробництва біогазу, а також деревина.

4.1 Солома

Після збирання врожаю солома залишається на полях, якщо вона не використовується в тваринництві. З метою збереження гумусу, соломі часто заорюють в полі, але при добре спланованому обігу культур це не обов'язково робити кожного року. Надлишки соломи різних культур різні. Середня енергетична місткість соломи як ВДЕ становить 4-4,5 kWh/кг. Солому можна використовувати на фермах як пальне для невеликих бойлерів та в установках ДН, що працюють на соломі. Обсяг доступної для виробництва енергії соломи можна вирахувати на основі поточних обсягів виробництва в рослинництві (напр., в середньому за чотири роки, виробництво зернових в Україні займає 12,8 мільйонів га). Припускаючи, що врожайність в середньому не висока, зібрана біомаса може становити біля 23 GJ/га (напр., у Німеччині ми зважаємо на більш високу врожайність і більш інтенсивне виробництво зернових, що дозволяє отримувати 70 GJ/га енергії з польової соломи). Якщо усю соломі в Україні використовувати для виробництва енергії, щорічно можна отримувати 300 PJ або 7.2 мільйонів тон. Цей обрахунок є першим кроком до розуміння енергетичного потенціалу України, що не використовується. Zhovmir і Zhelyezna (2005) доповнили цей обрахунок інформацією про поточні обсяги використання соломи у тваринництві. Вони дійшли висновку про те, що навіть якщо у тваринництві використовуватиметься певна кількість соломи, для енергетичних потреб залишатиметься 2,5-4 мільйонів тон. Це „обережний” висновок, бо зважаючи на стан справ у сільськогосподарському секторі, виробництво зернових стає усе більш інтенсивним і кількість залишкової соломи зростатиме зі зростанням врожайності зернових.

Табл. 3: Ціна гумусу і азоту, що утримується в соломі.

Ціна гумусу і азоту, що утримується в соломі:		
Вартість гумусу	3.68	USD/т соломи
Вартість азоту, фосфату та ін	7.36	USD/т соломи
Сума	11.04	USD/т соломи
Врожайність соломи	1.90	т/га
Вартість/га	20.98	ЩСША/га

Джерело: власні розрахунки на основі даних IER (2006) і KTBL (2005) (2006)

Виробництво тепла із соломи є економічно вигідним через відносно невелику вартість соломи. Вартість зернових, як культури для переробки, становить біля 13 US\$/т для українських виробників. За умови урожайності біля 3 т/га вартість на га становитиме 39 US\$/га пшениці. Для соломи ми можемо припустити врожайність 1,9 т/га, де ми можемо

обрахувати вміст азоту, фосфату, калію, магнію та інших речовин. Можна розраховувати на приблизно 20 US\$/га вартості балансу гумусу і добрива в полі. Наприклад, господарство продає солому в якості пального на теплову станцію. Мінімальна ціна такої соломи становитиме 11 US\$/т бо це вартість яка відповідає вмісту гумусу і азоту.

Ціни на солому як на сировину для опалення, які можна взяти до уваги, можна обрахувати у порівнянні з мазутом або газом. Калорійність соломи (4,7 kWh/kg) майже на 50% нижча за калорійність мазуту (10 kWh/kg).

Ціна на мазут, яку сплачують споживачі, залежить від вартості сирої нафти. Гуртові торговці і дилери остаточно визначають споживчу ціну додаючи вартість виробництва продукції, вартість маркетингу і дистрибуції, а також прибутки (інколи збитки) нафтопереробних підприємств. Фактична ціна мазуту становить біля 50 €/100л. Conseur (2006) проаналізував вартість опалення в Німеччині на основі різних паливних матеріалів, таких як газ, мазут, дерев'яні гранули чи солома. Ця база даних не співпадає в деталях з українською базою даних, але її можна використовувати в якості прикладу цінових тенденцій.

Таблиця 4: Порівняння різної сировини для виробництва тепла

Сировина	Ціна	Споживання енергії	Ступінь ефективності	Ціна в ct/kwh
Мазут	81.9 ct/l	9.8 kWh/l	90 %	9.2
Газ	67.6 ct/m ³	9.2 kWh/m ³	95 %	7.7
Дерев'яні гранули	261.3 USD/t	4.9 kWh/kg	90 %	6.0
Солом'яні гранули	195 USD/t	4.5 kWh/kg	90 %	4.8

Джерело: на основі даних Conseur² (2006)

Як можна побачити на таблиці 4, ціна солом'яних гранул нижча за інші види сировини. Це означає, що фермери можуть отримувати прибуток від продажу соломи тепловим підприємствам, а споживачі в Україні – в основному в сільській місцевості, користуватимуться дешевшим опаленням.

4.2 Гній, відстій і комунальні відходи для виробництва біогазу

Виробництво енергії на біогазових заводах є одним з найгнучкіших способів вироблення енергії на невеликих підприємствах для окремих домогосподарств та сіл, або на сучасних великих підприємствах, які постачають енергію тисячам людей. Вже існують сучасні технології виробництва біогазу і вартість інвестицій скорочується. Виробництво біогазу є природним і по суті біологічним процесом в якому беруть участь різні типи бактерій.

В Європі побудована велика кількість підприємств різного масштабу, але більшість з них використовують сільськогосподарську сировину, таку, як кукурудза або силос (напр., житній або тритикале). Це відносно коштовний спосіб вироблення відновлюваної енергії, бо цикл виробництва сировини та її альтернативна вартість дає можливість продавати її за вищу ціну на ринках харчової продукції.

В інших країнах, напр., в Китаї, відходи сільськогосподарського виробництва (напр., гній, солома, жом цукрового буряку, каналізаційний відстій, органічні відходи) використовуються для виробництва біогазу. Дані щодо потенціалу і прогнозів треба тлумачити обережно, бо вони можуть суттєво відрізнятись залежно від різних

² Усі обчислення ґрунтуються на німецькій базі даних і досвіді.

припущень. Для гною часто користуються даними про кількість голів худоби. Кількість гною від домогосподарств можна обчислити на основі досвіду багатьох інших країн. Кількість гною, що виробляється тваринами, залежить від кількості і типу кормів. Для більшості країн існують узагальнені дані. Ми намагаємося створити певне уявлення про потенціал, який мають українські тваринницькі господарства.

За нашими власними підрахунками які ґрунтуються на національному поголів'ї великої рогатої худоби і свиней, що становить приблизно 9 і 8 мільйонів тварин відповідно, можна зробити висновок про те, що Україна, за дуже обережними підрахунками, може виробляти з гною 8,4 мільярдів м³ біогазу на рік, що потенційно означає 137,3 PJ енергії.

Ці дані показують що найбільшим потенціалом недорогого виробництва біогазу володіє гній зв'язаний з сільськогосподарською діяльністю. Серед іншої потенційної сировини:

- відстій після механічного і біологічного очищення стічних вод (відстій після хімічного очищення стічних вод часто має низький потенціал виробництва біогазу)
- органічні відходи домогосподарств
- органічні промислові відходи, що розкладаються біологічно, в тому числі, з боєнь і харчових підприємств.

Відтак, сільське господарство може забезпечити тваринним гноєм, а відстій, що з'являється в кінці процесу виробництва, можна використовувати в якості добрива. Рідкий гній худоби має для фермерів високу цінність, бо вміщує азот. Один кубометр рідкого гною перетворюється на в середньому 4 кг N, що відповідає 2,4 US\$ на основі вмісту азоту. Але у процесі газифікації фермери не втрачають азот, отже зрештою вироблятиметься енергія, а рідкий гній залишатиметься цінним добривом.

Прибутковість виробництва біогазу залежить від значних інвестиційних коштів, деяких операційних витрат і видатків на обслуговування в основному безкоштовної сировини (напр., гною і відходів) та доходів від продажу біогазу, електричної або теплової енергії. Можна додати іншу вартість, таку як вартість відстою, який можна використовувати в якості добрива на полях.

Відновлювані джерела енергії можуть до значної міри заступити викопне паливо. Викиди CO₂ і метану зменшуються і роблять ці ДВЕ привабливими для інвестування у спільне впровадження. Досвід багатьох років вказує на те, що проблеми із запахом і гігієною зв'язані з відстоєм і гноєм вже зменшені. З економічної точки зору вигода полягає у тому, що виробляються відновлювана енергія і побічні продукти у формі рідкого добрива та кондиціонеру ґрунту.

4.3 Деревина: використання відходів і розведення рослин, що швидко зростають

Нарешті, ми представляємо потенціал лісового господарства. На лісопильнях, паперових фабриках і в деревообробній промисловості залишаються відходи, які можна використовувати для вироблення енергії. На лісопильнях це головним чином кора і тирса. Целюлозно-паперові підприємства залишають відходи у вигляді чорних і сульфатних розчинів та відходи кори і деревини. Лісопильні продукують краї, тріски, тирсу, кору та інші відходи, які є дешевим ДВЕ. Деякі з цих відходів можна використовувати для вироблення целюлози або деревно-тирсових плит чи прескартону. Відходи у формі великих шматків можуть перетворюватись на деревинну тріску яка спалюється в бойлерах, а тирса може спалюватись в спеціальних печах, чи пресуватись у гранули чи брикети для спалювання у невеликих побутових печах, як це вже робиться в багатьох будинках. Часто деревопереробна промисловість використовує власні відходи з метою отримання енергії для опалення, вироблення пару і електроенергії.

Поряд з вирощанням відходів деревини в цілях отримання енергії, лісове господарство має й інші можливості. Можна вирощувати на плантаціях дерева, що швидко ростуть. Швеція вже дуже активно це робить з тополями і вербою. За умови середньої врожайності у 10 т/га сухої деревини щорічно можна збирати 500 тисяч тон біомаси. В

якості добрив для цих плантацій можна застосовувати відстій з водоочисних споруд. Вивченням цих питань останнім часом зайнялися й інші країни, напр., Литва.

Шведський досвід демонструє, що ці рослини не виснажують ґрунт, бо зберігають в ньому азот. Як довели експерименти Block (2004), для збирання врожаю підходить звичайна сільськогосподарська техніка і обладнання.

Деревина, а особливо відходи від лісопилен, які ще не достатньо широко використовуються, мають великий потенціал використання в якості відновлюваного недорогого джерела енергії в українських домогосподарствах або на підприємствах. Як можна побачити на таблиці 4, вартість використання деревини для виробництва енергії є низькою у порівнянні з викопною сировиною, такою як мазут чи газ. Завдяки високій енергетичній ефективності, деревина має реальний потенціал в сільських регіонах України.

5. Стратегічні варіанти відновлюваних джерел енергії в Україні

Виробництво біопального і біонерегії має очевидні переваги в сільському секторі. Але необхідно також вказати і на деякі недоліки. Підрахунки в розділі 3 демонструють важливість конкурентоспроможності вироблення енергії з відновлюваних джерел. У таблиці 5 порівнюється валовий видобуток енергії на 1 га з використанням різних типів біопального.

Таблиця 5: Валовий видобуток енергії на 1 га

		Біодизель (рапс)	Біоетанол (цукровий буряк)	Біоетанол (кукурудза)	Біоетанол * (цукрова тростина)	BtL	Біогаз (кукурудза)
Паливний еквівалент		0.91	0.65	0.65	0.65	0.97	1.40
Тепловіддача	MJ/л	33.1	21.2	21.2	21.17	33.45	50.00
Біомаса	т/га	3	35	4.1	73.8	15 t atro	45.0
Біопаливо	л/т Біомаси	401.5	65.1	240.4	88.0	269.0	79 кг/т
Біопаливо	л/га	1204.4	2280.2	985.7	6494.3	4028.0	3555 кг/га
І Паливний еквівалент/га		1096.0	1482.1	640.7	4221.3	3907.0	4977.0
Валовий вихід пального	GJ/га	39.9	48.3	20.9	137.5	135.0	178.0

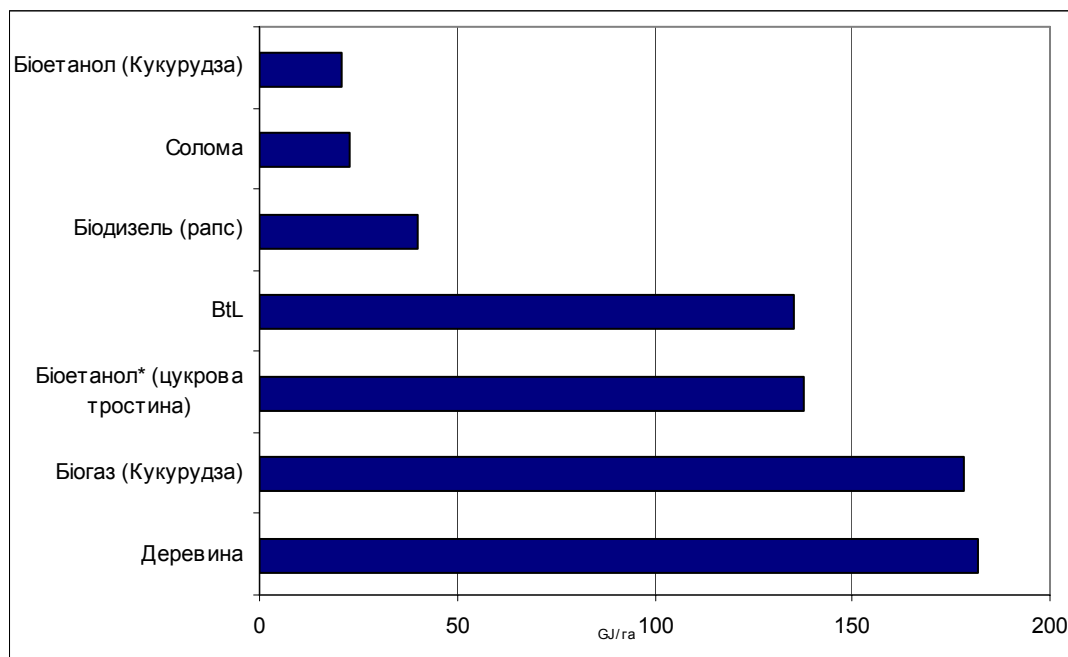
*) Біоетанол, що виробляється в Бразилії

Джерело: Власні обрахунки на основі даних FNR і IEA.

Можна зробити висновок про те, що валова продуктивність виробництва біоетанолу з кукурудзи відносно низька. Біоетанол з цукрового буряку дає вищу продуктивність ніж біоетанол з рапсу, але найвищу валову продуктивність на гектар дає виробництво біогазу з кукурудзи. Сучасні дискусії щодо того, для чого використовувати орні землі – для виробництва харчової продукції, чи енергії – демонструють важливість валової продуктивності енергії на гектар. Україна мусить зважати не тільки на вартість виробництва, але й на те, як найефективніше використовувати орні землі для виробництва як харчової продукції, так і енергії.

У таблиці 6 порівняна валова енергетична продуктивність різних джерел. Ця продуктивність, і зв'язана з нею вартість виробництва, в основному визначають конкурентоспроможність різної сировини для виробництва енергії.

Рис. 6: Валова енергетична продуктивність різних джерел



*) Біоетанол, що виробляється в Бразилії

Джерело: Власні обрахунки.

Виробництво біодизелю в Україні на основі рапсу викликає сумнів через високу ринкову ціну рапсу на світових ринках. Виробництво біодизелю у порівнянні з високою товарною вартістю сировини ніколи в минулому не було вигідне без субсидій. Кращим варіантом буде продаж виробленого насіння рапсу і рапсової олії на світових ринках.

Виробництво біоетанолу з кукурудзи веде до подібних же результатів. Зернові добре продаються за високими світовими цінами і навіть на найсучасніших підприємствах в ситуації нинішнього цінового співвідношення біоетанол з пшениці або кукурудзи можна виробляти тільки за умови субсидювання. Відтак, з економічної точки зору краще виробляти кукурудзу і пшеницю для продажу на світових ринках.

Висока вартість виробництва біоетанолу з власного цукрового буряку чітко вказує на те, що за нинішнього рівня цін сільськогосподарська сировина коштує занадто дорого, тому виробництво етанолу не вигідне. Цукрова тростина є дешевшою сировиною, а тому і більш конкурентоспроможною.

Виробництво біогазу з органічних відходів тваринництва може надати нові можливості для деяких сільськогосподарських підприємств і сільських територій. Місцеве виробництво біогазу допоможе покращити забезпечення енергією віддалених районів в яких імпортована енергія особливо дорого коштує.

Використання соломи для опалення дешевше за використання сільськогосподарської сировини, яку можна продавати за високою ціною на ринках харчових продуктів. Солома є в наявності в більшості регіонів України за низької собівартості, тому вона добре годиться для індивідуальних систем вироблення енергії.

Деревина, що швидко зростає і вирощується на спеціальних ділянках, а також відходи деревини від обробної промисловості, що використовуються усе ще не достатньо широко, мають великий потенціал використання задля отримання дешевої відновлюваної енергії в українських домогосподарствах або на підприємствах. Завдяки високій тепловіддачі деревина пропонує реалістичні можливості для сільської місцевості в Україні.

Автор: Ельке Лакемеєр

Київ, Серпень 2007

Лектор: Хайнц Штрубенхофф

Література:

Block, A. (2004): Göttinger Maishäcksler Tritucap und Forstmulcher – Nicht brennende Flächenvorbereitung am Beispiel der Zona Bragantina, Nord-Ost-Amazonien, Brasilien. Dissertation angefertigt an der Georg-August Universität Göttingen.

- Conseur, M. (2006). Ökonomische Analyse einer Anlage zur Herstellung von Halmgutpellets für die energetische Nutzung in Verbrennungsanlagen und in einer BtL-Produktionsanlage. Diplomarbeit Hochschule Brandenburg.
- DMH (2007): Deutsche Melasse Handelsgesellschaft – Marktberichte 2005-2007.
- FAO and EBRD (2005). Ukraine: Review of the Sunflower Oil Sector: 2004 Update and Mid-Term Strategy.
- FNR (2006). Biokraftstoffe, eine vergleichende Analyse.
- FNR (2005). Basisdaten Biokraftstoffe, Stand Januar 2005
- IER (2005). Evaluating the Ukrainian Oilseed Export Tax. Working Paper No. 29 Kiew, Institute for Economic Research and Policy Consulting.
- IER (2006). Renewable Energy Policy in Ukraine. Working Paper No. V6. Institute for Economic Research and Policy Consulting.
- IER (2006a). Overview on Renewable Energy in Agriculture and Forestry in Ukraine. Working Paper No. 6. Institute for Economic Research and Policy Consulting.
- IER (2006b) The Quotas on Grain Exports in Ukraine: ineffective, inefficient, and non-transparent. Working Paper No. 10. Institute for Economic Research and Policy Consulting.
- IER (2006c). Restructuring of the sugar sector in Ukraine. Working Paper No. AgWP1. German-Ukrainian Policy Dialogue in Agriculture.
- IER (2007). The World Biofuel Boom and Ukraine – How to Reap the Benefits? Working Paper No.7. Institute for Economic Research and Policy Consulting.
- KTBL (2005): Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft: Faustzahlen für die Landwirtschaft, 2005, 13. Auflage.
- KTBL (2006): Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft und Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam: Energiepflanzen – Daten für die Planung des Energiepflanzenanbaus.
- Lakemeyer, E. (2007). Die Produktion von Biokraftstoffen und insbesondere Biodiesel in der Ukraine und die Entwicklung des Rapsmarktes – eine Betrachtung mit Hilfe der Policy Analysis Matrix. Dissertation angefertigt an der Georg-August Universität Göttingen.
- Lembke (2007). Kurzanalyse zur Entwicklung der Rapsanbaufläche in der Ukraine sowie in einigen ausgewählten mittel- und osteuropäischen Staaten von 1994-2004 und prognostizierte Auswirkungen auf den Rapsanbau bei Einführung einer Rapsexportsteuer.
- OECD (2006) = World energy outlook 2006.
- PS&D (2006). PSD online – USDA Foreign Agricultural Service: Production, Supply & Distribution. <http://fas.usda.gov/psd/psdselection.asp>
- State Statistics Committee of Ukraine (2006). <http://ukrstat.gov.ua>
- Zhovmir, M. and Zhelyezna, T. (2005). Reduction of Greenhouse Gas Emission through straw usage for energy production. Presented at the "International Conference JI Projects in Ukraine "Climate Change and Business"", 3.-5.10.2005, Kiew, Ukraine.