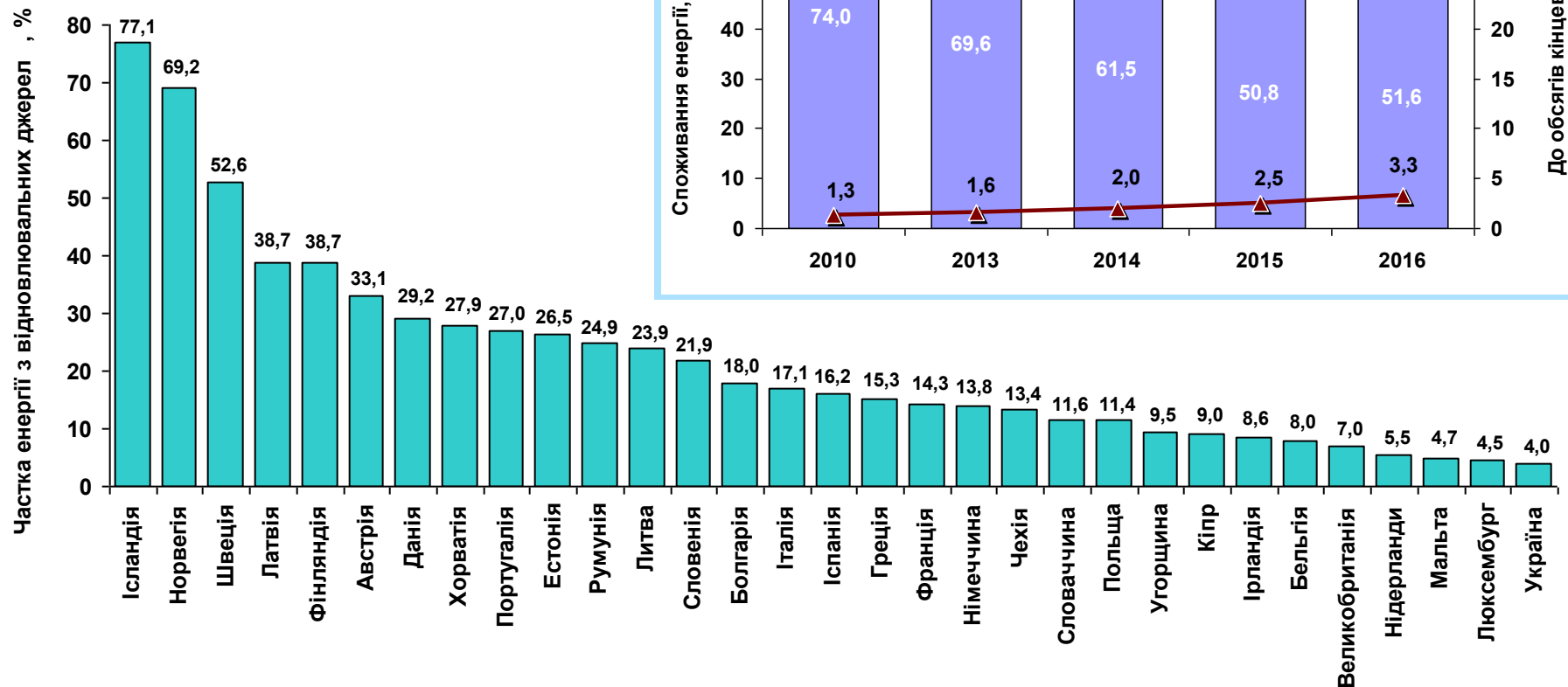


# НАУКОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ АВТОНОМІЗАЦІЇ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВА

Олександр Ганженко, к.т.н.  
Зав.відділом технологій вирощування  
біоенергетичних рослин ІБКіЦБ

# Частка ВДЕ в країнах ЄС та Україні

Обсяг загального постачання первинної енергії з біопалив у 2016 р. склав 2832 тис. т н.е., що еквівалентно заміщенню близько 3,5 млрд м<sup>3</sup> газу



\* За даними Держстату України за 2016 рік

# Вихід енергії з різних культур



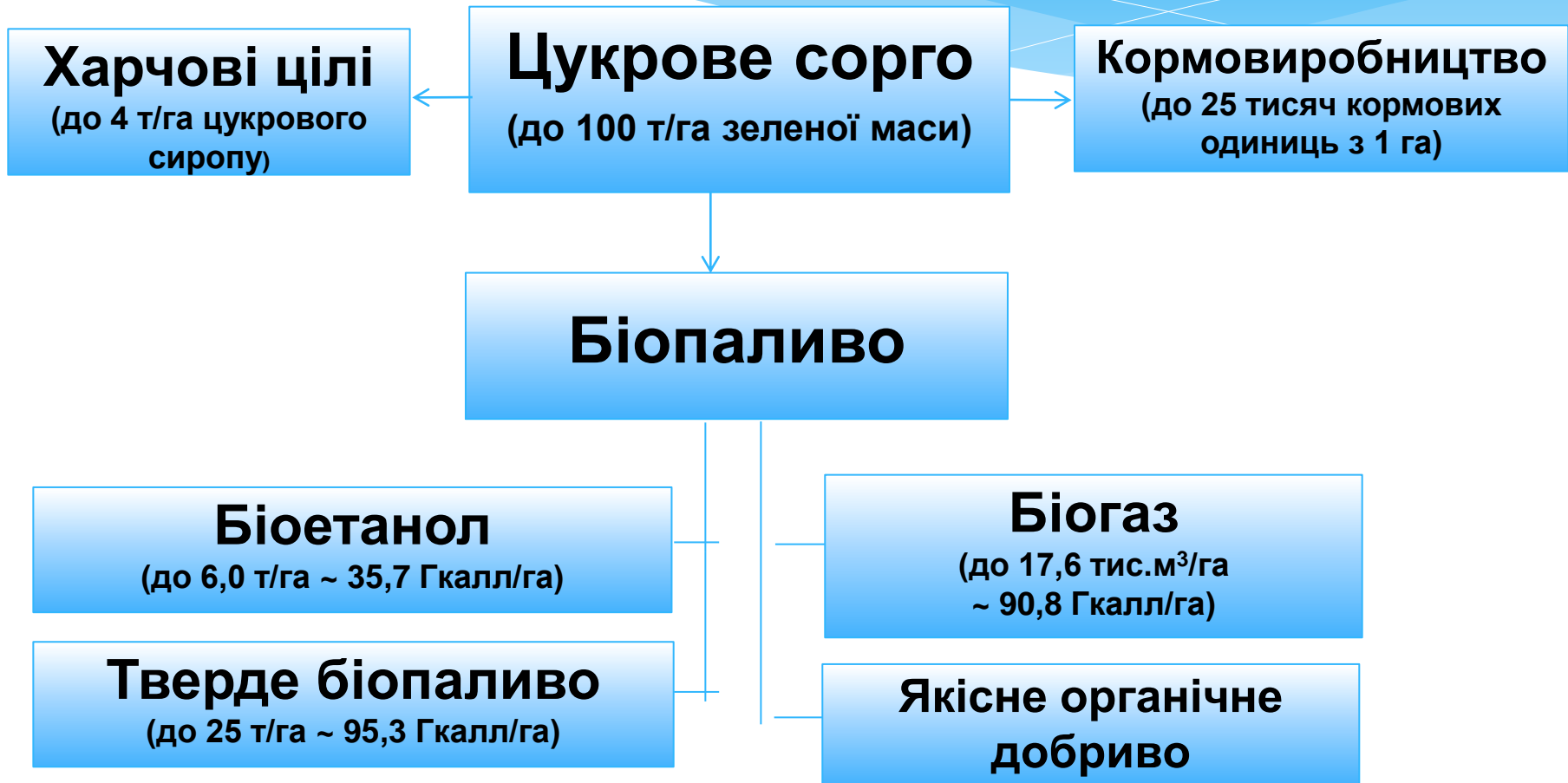
# Цукрове сорго



**Це високорослі рослини висотою 4,0-5,0 м. Що відносяться до групи (С4).**

**З одного гектара можна збирати 90 – 100 тонн цукроносної біомаси. До кінця вегетації в соці стебел накопичується до 16-22% цукрів. Може забезпечити отримання 40-50 т/га соку і до 25-30 т/га сухої маси, що використовується для виробництва етанолу, бутанолу та біогазу. Віджата зелена маса, використовується для отримання брикетів та пеллетів. Гектар посівів цукрового сорго за вегетаційний період 125-135 днів засвоює до 55 тонн вуглекислого газу та виділяє в атмосферу близько 40 тонн кисню**

# Комплексне використання сировини цукрового сорго





# Комплексне використання цукрових буряків



Валовий збір, млн. т	Виробництво цукру, млн. т	Вихід меляси, тис. т.	Виробництво біоетанолу з меляси, тис.т.	Вихід жому, млн. т.	Виробництво біогазу з жому, млн.м³
15	2,2	705	170	12,0	588



**15 млн. т цукрових буряків**



**цукру  
~ 2,2 млн. т**



**меляси  
~ 705 тис. т.**



**біоетанолу  
~ 170 тис. т**



**Жому  
~ 12 млн. т.**



**біодобриво  
~ 2,2 млн.т**



**біогазу  
~ 0,6 млрд.м³**

# Перспективний бурякоцукровий кластер та його можливі складові

- ✓ Цукровий завод
- ✓ Виробництво біоетанолу
- ✓ Зберігання та переробка зерна
- ✓ Завод з переробляння сої
- ✓ Виробництво комбікормів
- ✓ Тваринницький комплекс
- ✓ Виробництво біогазу
- ✓ Виготовлення дріжджів
- ✓ Виготовлення біопластику
- ✓ Виробництво твердого біопалива
- ✓ Переробка відходів
- ✓ Тепличні комплекси
- ✓ Електромережа і тепломережа
- ✓ Інші допоміжні виробництва



Рокитнянський  
цукровий завод



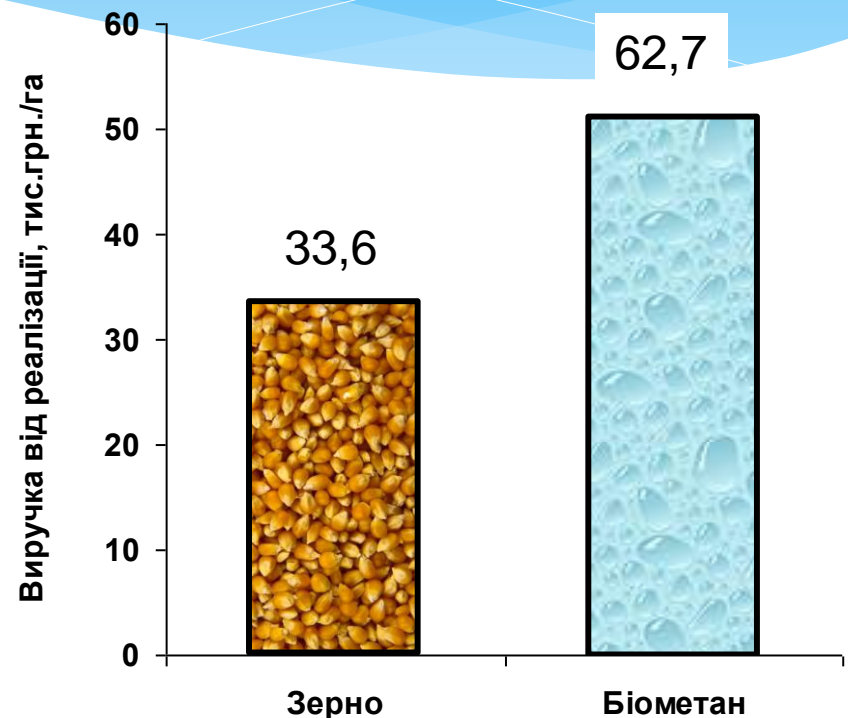
Теофіпольський  
цукровий завод



Глобінський  
цукровий завод

# Економічна доцільність вирощування кукурудзи на біогаз

Урожай зерна, т/га	8
Ціна зерна, грн./т	4200
Виручка від реалізації зерна, тис.грн./га	33,6
Урожайність біомаси, т/га	70
Вихід біометану, м <sup>3</sup> /т	106
Вихід біометану, тис.м <sup>3</sup> /га	7,42
Реалізація біометану, тис.грн./га*	62,7



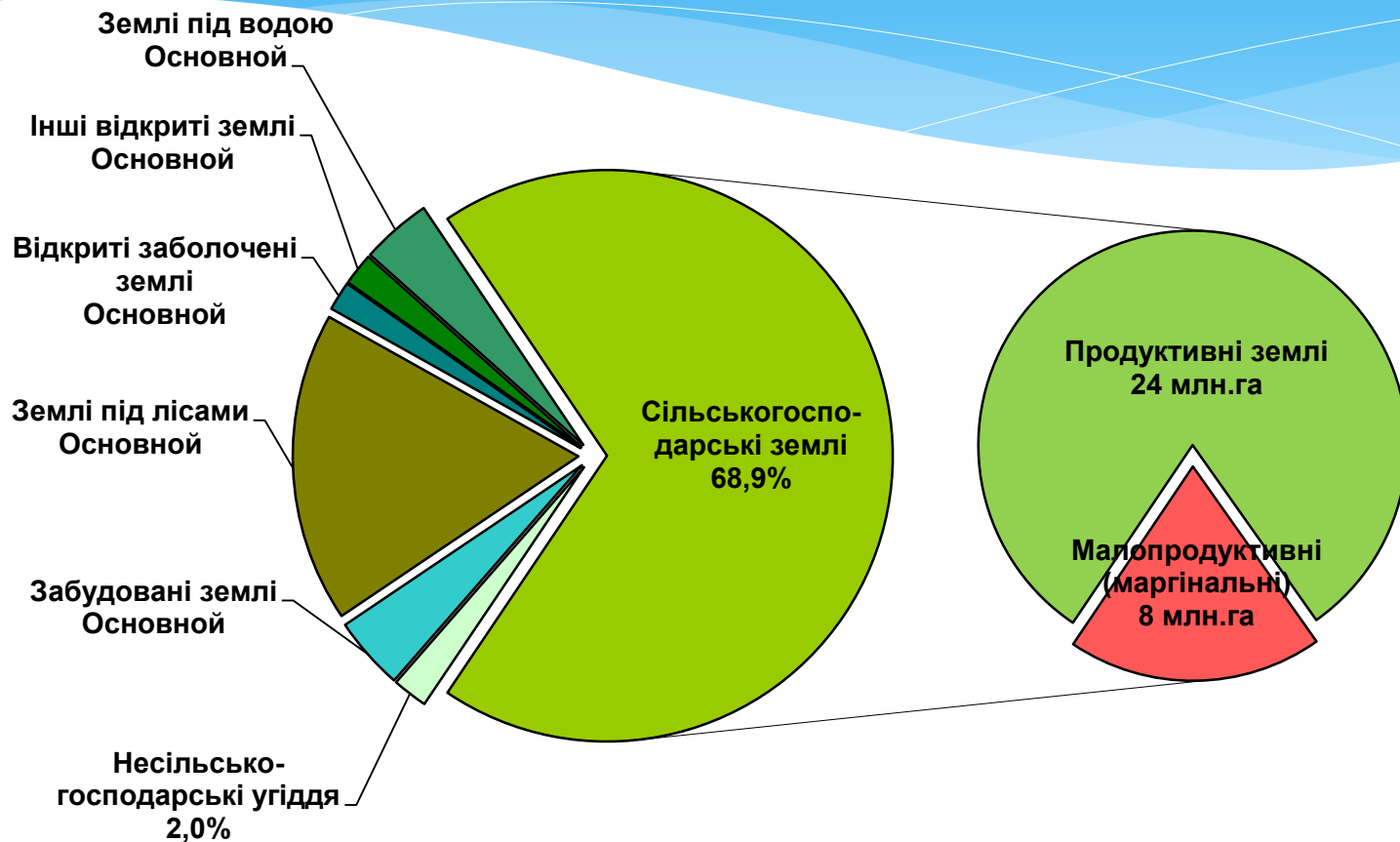
\* Ціна газу 8,451 грн./м.куб.



# Потенційний вихід біогазу та біометану з біоенергетичних рослин

Культура	Потенціал посівних площ, млн.га	Урожайність, т/га	Вихід біогазу, м³/т	Вихід біометану, м³/т	Вихід біогазу, млрд.м³/рік	Вихід біометану, млрд.м³/рік
Кукурудза на силос	2	80	200	106	32	17
Цукрові буряки	0,5	70	130	72	4,6	2,5
Цукрове сорго	0,5	80	220	110	8,8	4,4
Разом	3,0				45,4	23,9

# Структура земельних угідь України



# Вимоги сталості (Директива 2009/28/ЕС)

Сталий розвиток є такий розвиток, який дозволяє забезпечити сьогоденні потреби, не ставлячи під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби (Брундладська комісія 1987).

## щодо обмеження використання земель:

- біосировина не може вирощуватись на землях з високим показником біорізноманіття та високим вмістом органічної речовини.

## щодо підтримки якості ґрунтів:

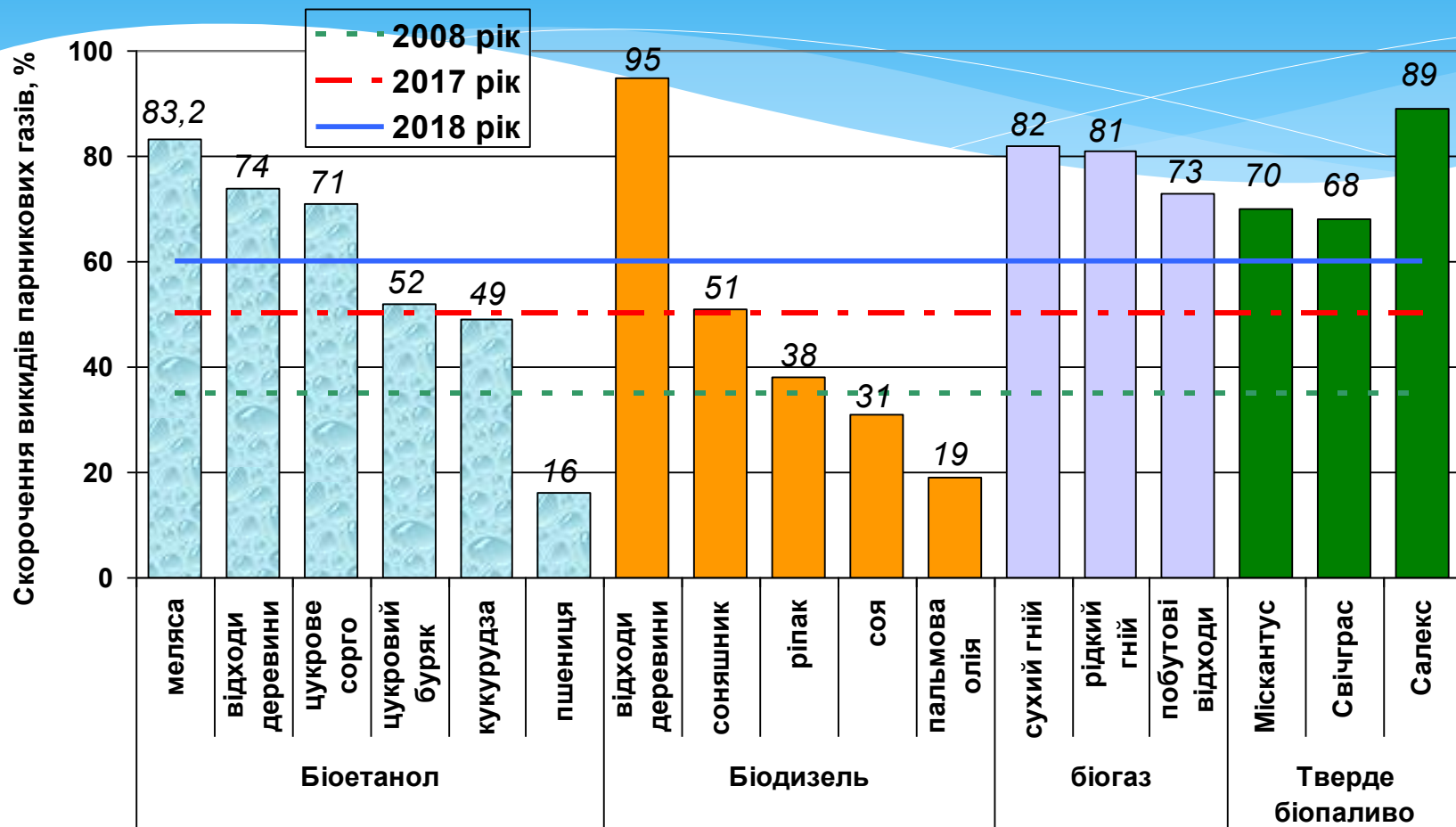
- мінімізація ерозії;
- стабільність органічної речовини в ґрунті;
- оптимальне використання побічної продукції.

## щодо соціальної сталості біопалива:

- відсутність конкуренції з харчовими культурами;
- відсутність негативного впливу на умови праці, права на землю, біобезпеку;
- покращення соціальної структури місцевості тощо.



# Вимоги сталості щодо скорочення викидів парникових газів

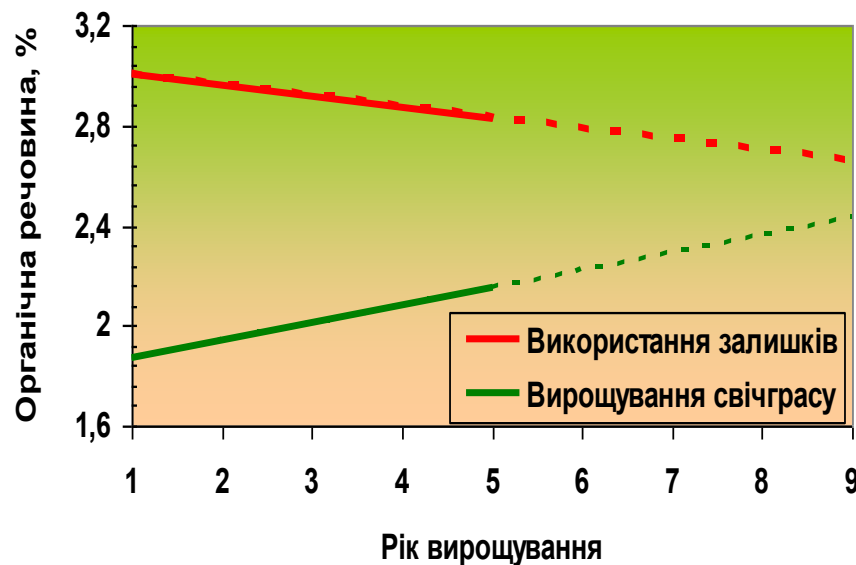


Загальний обсяг викидів для звичайного палива, що використовується як база порівняння, становить 83,8 г(CO<sub>2</sub> екв)/МДж

# Зміна родючості ґрунту за вирощування свічграсу

Агрохімічні показники	Вихідні зразки, квітень 2009 р.	Зразки станом на серпень 2013 р.	Ефект
pH	5,8	5,48	-0,32
Органічна речовина, %	1,87	2,15	+0,28
Азот, мг/кг	81	84	+3,0
Фосфор, мг/кг	139	120	-19,0
Калій, мг/кг	118	113	-5,0

Макро- та мікроелементи	Виніс, кг д.р./т
N	5,5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,7
K <sub>2</sub> O	18,0
CaO	10,5
MgO	5,1
Si, Mn, B, Cu, Zn, S	0,25
Разом	42,05





# Міскантус Гігантеус

Міскантус (*Miscanthus A.*) – це багаторічна трав'яниста рослина з родини злакових, C4 типу фотосинтезу, який нараховує близько 40 видів. Міскантус є високоефективною екологічно чистою культурою: після чотирьох років вирощування він накопичує 15–20 т підземної біомаси, яка еквівалентна 7,2–9,2 т/га вуглецю. Тривалість використання плантації — близько 20 років, а комерційного вирощування — 15 років. Низькі експлуатаційні витрати на вирощування відкривають широкі можливості використання даної культури для виробництва твердих видів палива. Урожайність сухої біомаси становить 15-20 т/га. Біомасу можна збирати щорічно за допомогою звичайних кормозбиральних комбайнів, а отримана маса може йти безпосередньо на вироблення тепла або перероблятися в паливні брикети чи гранули. Рекомендують вирощувати на малопродуктивних ґрунтах, не придатних для вирощування інших сільськогосподарських культур.



# Технологія вирощування міскантусу гігантського

Підготовка  
площі



Транспортування  
та складання  
біомаси



Збирання  
біомаси



Ріст рослин  
2-го року вегетації

Збирання біомаси  
проводиться  
щорічно, починаючи з  
3-го року вегетації.  
Річний вихід  
твердого біопалива з  
1 га плантації  
становить 20-22 т/га



Догляд та  
підживлення  
після збирання  
біомаси



Догляд за  
рослинами  
1-го року вегетації



Садіння  
ризом





# Сорти міскантусу селекції ІБКіЦБ



**Міскантус гігантський  
сорт Осінній зорецвіт**



**Міскантус цукроквітковий  
сорт Снігова королева**



**Міскантус китайський  
сорт Місячний промінь**

# Просо прутоподібне (Свічграс)

Свічгарс (*Panicum virgatum* L.) – це одна з багаторічних кореневищних трав, яка вирощується з метою отримання біомаси. Висота рослини залежно від сорту та кліматичних умов становить 100-250 см. Відноситься до C4 за фотосинтезом, раціонально використовує азот і вологу. Продуктивність коливається в межах від 6 т сухої речовини на північноєвропейських ґрунтах з низькою родючістю до 25 т на південно європейських ґрунтах з високою родючістю. За умови хорошого догляду можна збирати урожай протягом 15 років. Свічграс походить з Північної Америки, де у природних умовах росте вздовж 55° північної довготи аж до Мексики, здебільшого як прерійна трава. З початку 90-х років свічграс почав розглядатися як трав'яна енергетична культура для виробництва етанолу і електроенергії в США та Канаді, а також як сировина для целюлозної промисловості.





# Технологія вирощування проса прутоподібного

Підготовка  
насіння



Сівба  
насіння



Догляд за  
рослинами  
1-го року вегетації



Догляд та  
підживлення  
після  
збирання  
біомаси



Збирання біомаси  
проводиться через 2-  
роки кожен рік. Річний  
вихід твердого  
біопалива з 1 га  
плантації становить  
15-18 т/га



Збирання  
біомаси

Ріст рослин  
3-го року  
вегетації



Ріст рослин  
2-го року  
вегетації





# Сорти свічграсу та енергетичної верби селекції ІБКіЦБ



**Просо прутоподібне  
сорт Морозко**



**Просо прутоподібне  
сорт Лядовське**



**Верба прутувидна  
сорт Збруч**

# Технологія вирощування енергетичної верби

Підготовка  
площі



Збирання  
біомаси



Ріст рослин  
3-го року  
вегетації



Збирання біомаси  
проводиться 7-10  
разів через 2-3 роки.  
Річний вихід  
твердого біопалива з  
1 га плантації  
становить 12-14 т/га

Догляд та  
підживлення  
після збирання  
біомаси



Ріст рослин  
2-го року  
вегетації



Догляд за  
рослинами  
1-го року  
вегетації



Садіння  
живців



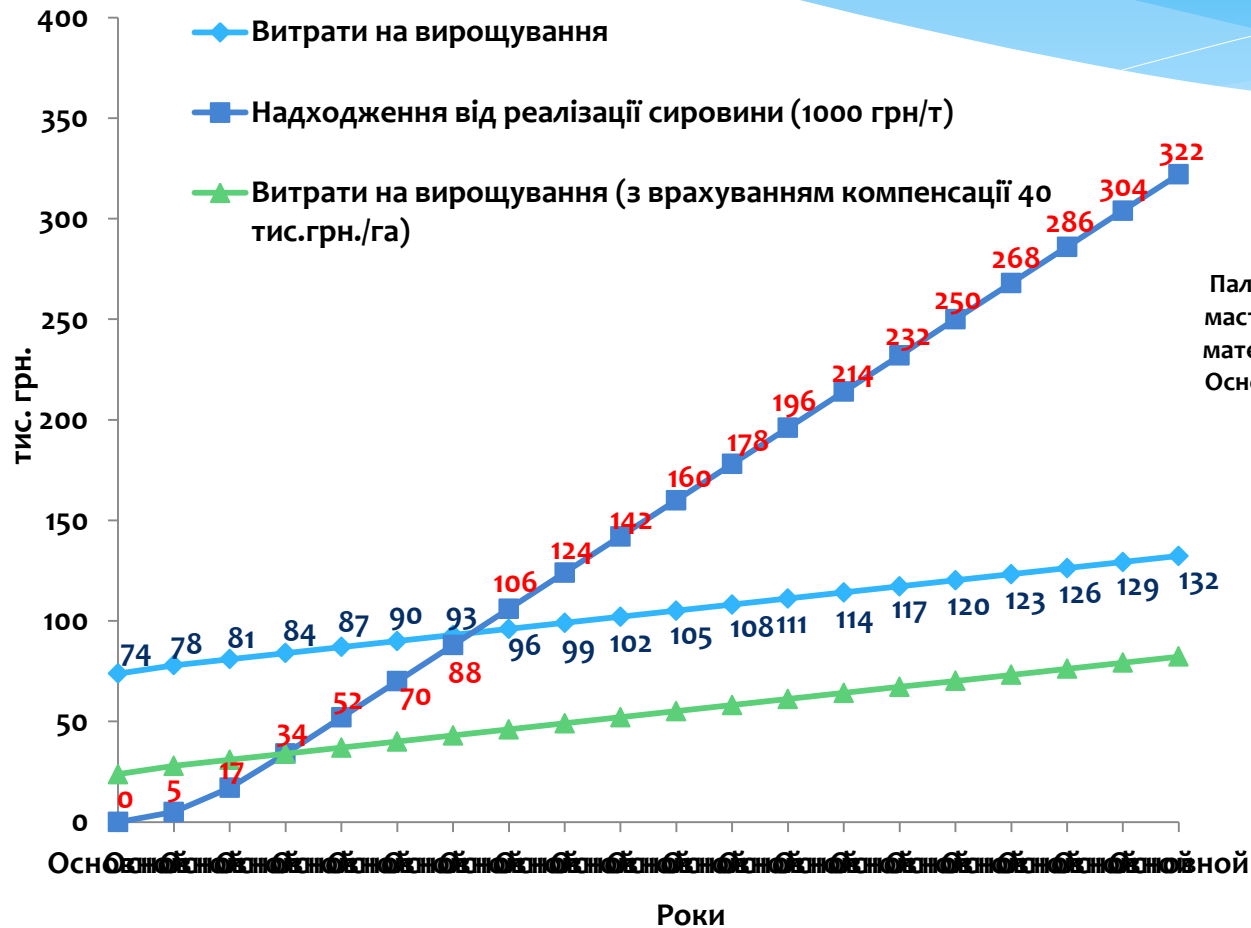


# Потенційний вихід твердого біопалива з багаторічних енергетичних культур

Культура	Площа плантацій, млн.га	Щорічна урожайність сухої маси, т/га	Вихід твердого біопалива, млн.т/рік	Еквівалент природного газу, млрд.м <sup>3</sup>
верба, тополя	1,5	15	24,8	11,3
міскантус, свічграс	0,5	20	11,0	5,0
Разом	2	-	35,8	16,3



# Економічні аспекти вирощування міскантусу



# Демонстраційні полігони біоенергетичних рослин ІБКіЦБ



Демонстраційне поле біоенергетичних рослин на Ялтушківській дослідно-селекційній станції ІБКіЦБ НААН. Демонструються нові види біоенергетичних культур (міскантус, свічграс, верба, сорго), а також технології їх вирощування на малопродуктивних землях. Адреса: 23021, Вінницька обл., Барський р-н, с. Черешневе, вул. Селекційна, буд.4



Дослідне поле біоенергетичних рослин на Білоцерківській дослідно-селекційній станції ІБКіЦБ НААН. Демонструються нові види біоенергетичних культур(міскантус, свічграс, цукрове сорго), а також технології їх вирощування в зоні нестійкого зволоження. Адреса: 09175, Київська обл., Білоцерківський р-н, с. Мала Вільшанка, вул. Радянська, 1



Дослідне поле Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. Демонструються нові види біоенергетичних культур(міскантус, верба, цукрові буряки), а також технології їх вирощування. Адреса: 08660, Київська обл., Васильківський р-н., Ксаверівка-2



# Демонстраційні полігони біоенергетичних рослин ІБКіЦБ



Дослідне поле біоенергетичних рослин на Веселоподільській дослідно-селекційній станції ІБКіЦБ НААН. Демонструються нові види біоенергетичних культур (міскантус, свічграс, цукрове сорго), а також технології їх вирощування в зоні недостатнього зволоження.  
Адреса: 38251, Полтавська обл., Семенівський р-н, п/в Вереміївка вул. Селекціонерів, буд.1



Дослідне поле біоенергетичних рослин на Іванівській дослідно-селекційній станції ІБКіЦБ НААН. Демонструються нові види біоенергетичних культур (Свічграс, цукрове сорго), а також технології їх вирощування.  
Адреса: 42768, Сумська обл., Охтирський р-н, с. Сонячне, вул. Леніна, 1



Дослідне поле ІБКіЦБ НААН. Демонструються нові види біоенергетичних культур (міскантус, свічграс, верба, цукрове сорго та цукрові буряки).  
Адреса: 03141, м. Київ, вул.. Клінічна, 25, корпус 2

# Приклад енергетичної автономізації на базі ІБКіЦБ



Котел може використовуватись для опалювання житлових приміщень, промислових об'єктів, зерносушильних камер з метою одержання дешевої теплової енергії.

В Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків спільно з ТОВ Наукове виробниче об'єднання «Екотех» розроблено та на науково-виробничій базі інституту налагоджено виробництво твердопаливних котлів КВу-0,3(м) та КВу-0,5(м) для отримання теплової енергії при спалюванні біопалива у вигляді гранул, виготовлених з біомаси енергетичних культур, органічних та дерев'яних відходів.





# Приклад енергетичної автономізації тепличного комплексу на Ялтушківській ДСС мережі ІБКіЦБ





# ДЯКУЮ ЗА УВАГУ

**Ганженко Олександр Миколайович**

**Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків**

**+380442755355**

**+380667674103**

**[ganzhenko74@gmail.com](mailto:ganzhenko74@gmail.com)**

**Bio.gov.ua**

