



Програма управління знаннями для розвитку сталої біоенергетики

ОСНОВИ ВИРОБНИЦТВА ТА ВИКОРИСТАННЯ БІОЕТАНОЛУ

Доктор технічних наук, професор Геннадій Голуб
(Національний університет біоресурсів і природокористування України).

Доктор технічних наук, професор Савелій Кухарець
(Поліський національний університет)

2024

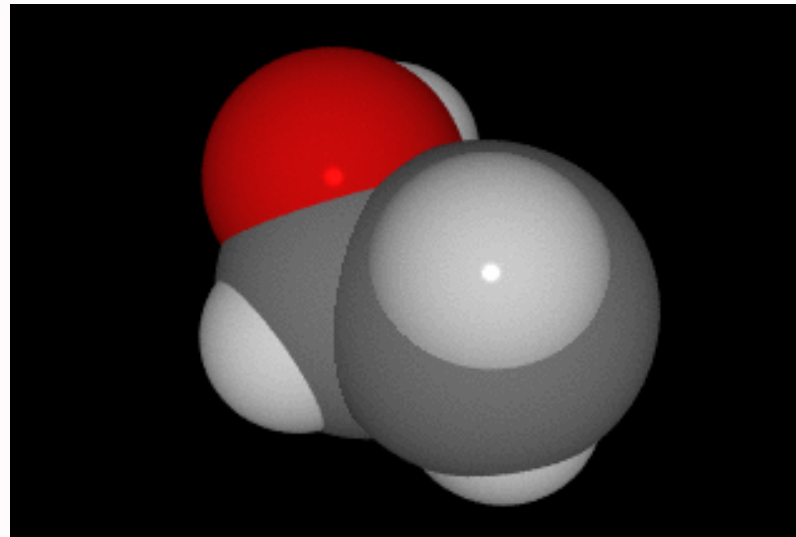
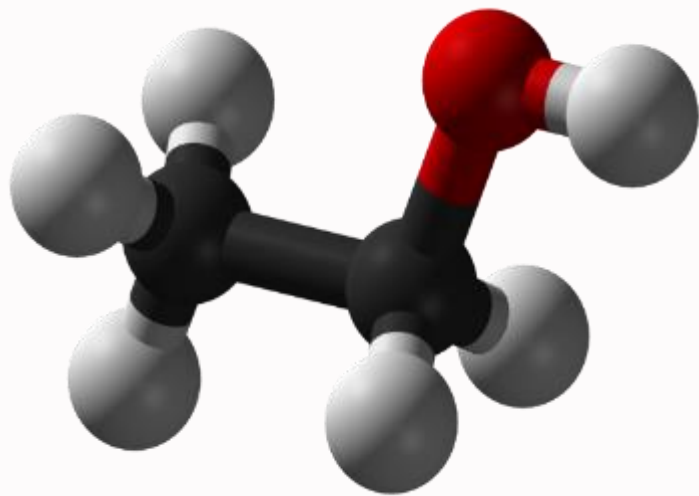


Лекція 5. ОСНОВИ ВИРОБНИЦТВА ТА ВИКОРИСТАННЯ БІОЕТАНОЛУ

1. Загальні відомості про біоетанол.
2. Сировинна база та основи процесу виробництва біоетанолу.
3. Основи біотехнологічного процесу отримання біоетанолу.
4. Технологічні схеми виробництва біоетанолу.
5. Технічна реалізація виробництва біоетанолу.
6. Основні властивості біоетанолу як моторного палива.
7. Світовий досвід використання біоетанолу.
8. Перспективи використання біоетанолу в Україні.
9. Використання біоетанолу, як палива для двигунів внутрішнього згоряння.
10. Дослідження роботи двигуна MeM3-245 на паливних сумішах з біоетанолом.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БІОЕТАНОЛ

Найпоширеніший вид біопалива в світі – біоетанол, його частка становить 82 % від загального виробництва біопалива.



Просторова будова атому біоетанолу (білий колір – водень, червоний колір – кисень, сірий колір вуглець)

Біоетанол – це високооктановий спирт (октанове число становить 105, хімічна формула C_2H_5OH) густиною 790 кг/м^3 , який виробляється шляхом ферментації цукро- або вуглеводовмісної сировини.

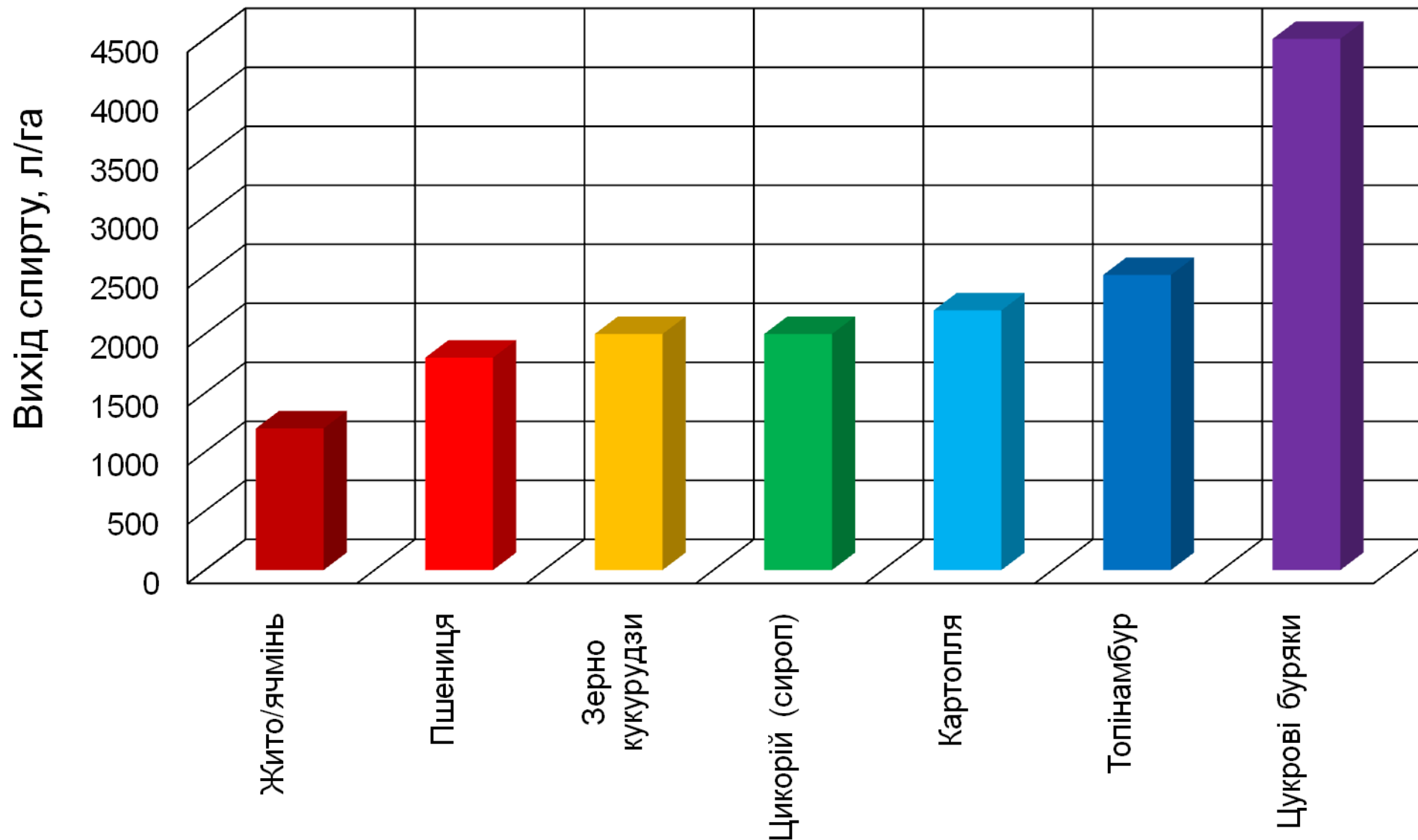
ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ БІОЕТАНОЛУ

№ п/п	Назва показника	Норма показника	
		Марка А	Марка Б
1	Зовнішній вигляд та колір	Прозора безбарвна рідина або світло жовтого забарвлення	
2	Густина за температури $(20 \pm 0,1)^{\circ}\text{C}$, $\text{кг}/\text{м}^3$	від 787 до 792	
3	Температури при 760 мм рт. ст.: кипіння плавлення спалаху	78 -35 112	
3	Об'ємна частка води, %, не більше	0,2	
4	Масова концентрація сухого залишку, $\text{мг}/\text{дм}^3$, не більше	100	
5	Об'ємна частка спирту етилового, %, не менше	97,8	98,3
6	Об'ємна частка метанолу, %, не більше	1,0	
10	Об'ємна частка бензину (вуглеводнів), %	від 1,0 до 1,5	

НОРМИ ДЛЯ СОРТІВ СПИРТУ ЗА ДСТУ 4221:2003

Показник	Пшенична сльоза	Люкс	Екстра	Вищої очистки
Об'ємна частка етилового спирту, за температури 20 °С, %, не менше	96,3	96,3	96,3	96
Масова концентрація альдегідів у безводному спирті, мг/дм ³ , не більше	2	2	2	2
Масова концентрація сивушного масла, мг/дм ³ , не більше	2	2	2	2
Масова концентрація естерів в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше	1,5	2	3	5
Об'ємна частка метилового спирту, в перерахунку на безводний спирт, %, не більше	0,005	0,01	0,02	0,03
Масова концентрація вільних кислот, в перерахунку на оцтову кислоту в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше	8	8	12	15

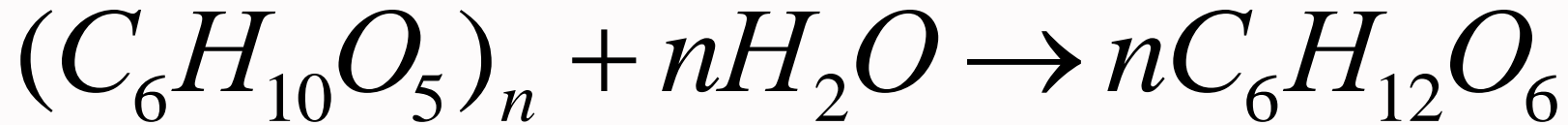
2. СИРОВИННА БАЗА ТА ОСНОВИ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ



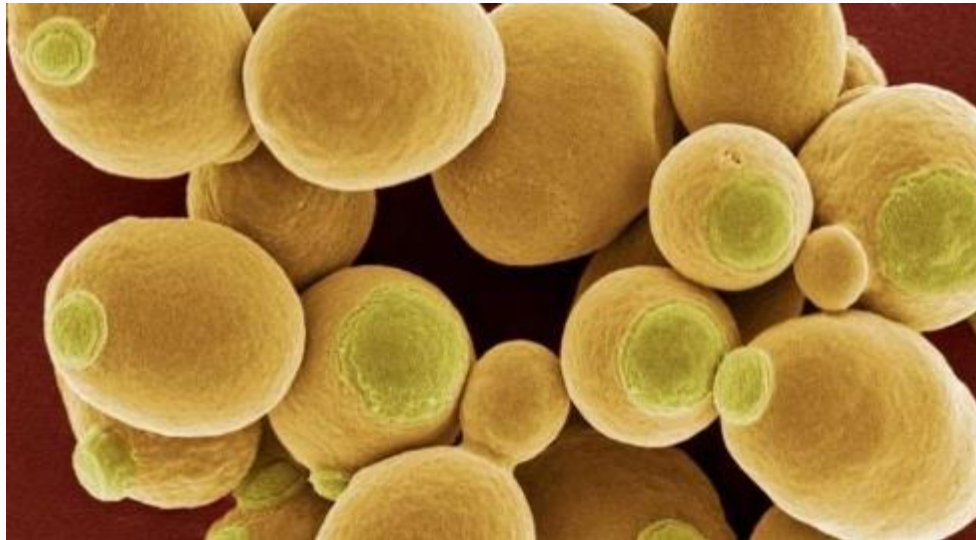
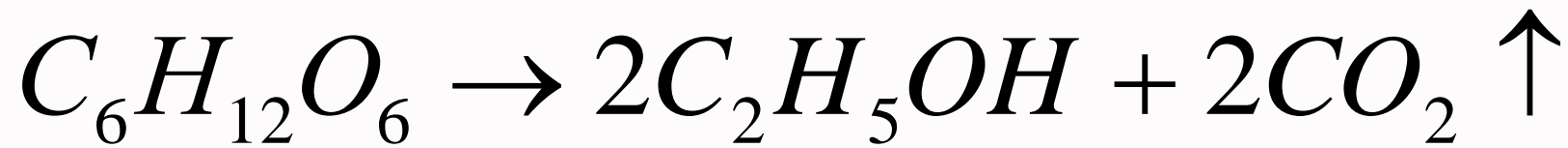
Ефективність виробництва біоетанолу із різних видів сільськогосподарських культур (джерело uk.wikipedia.org)

ОСНОВИ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ

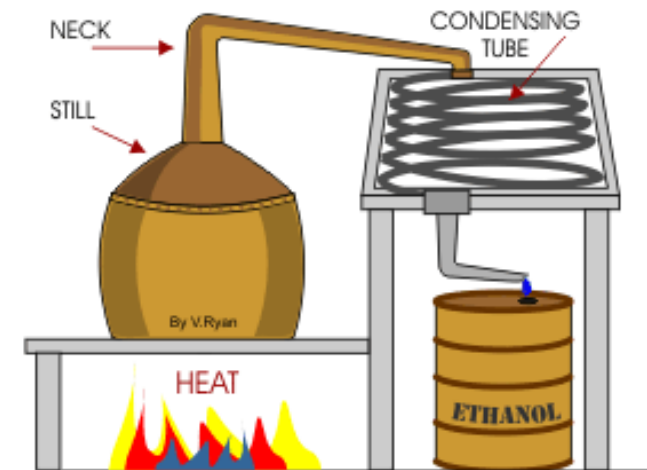
Оцукрювання – це перетворення полісахариду крохмалю у придатні для зброджування дріжджами моноцукри



Наступна стадія ферментації чи зброджування

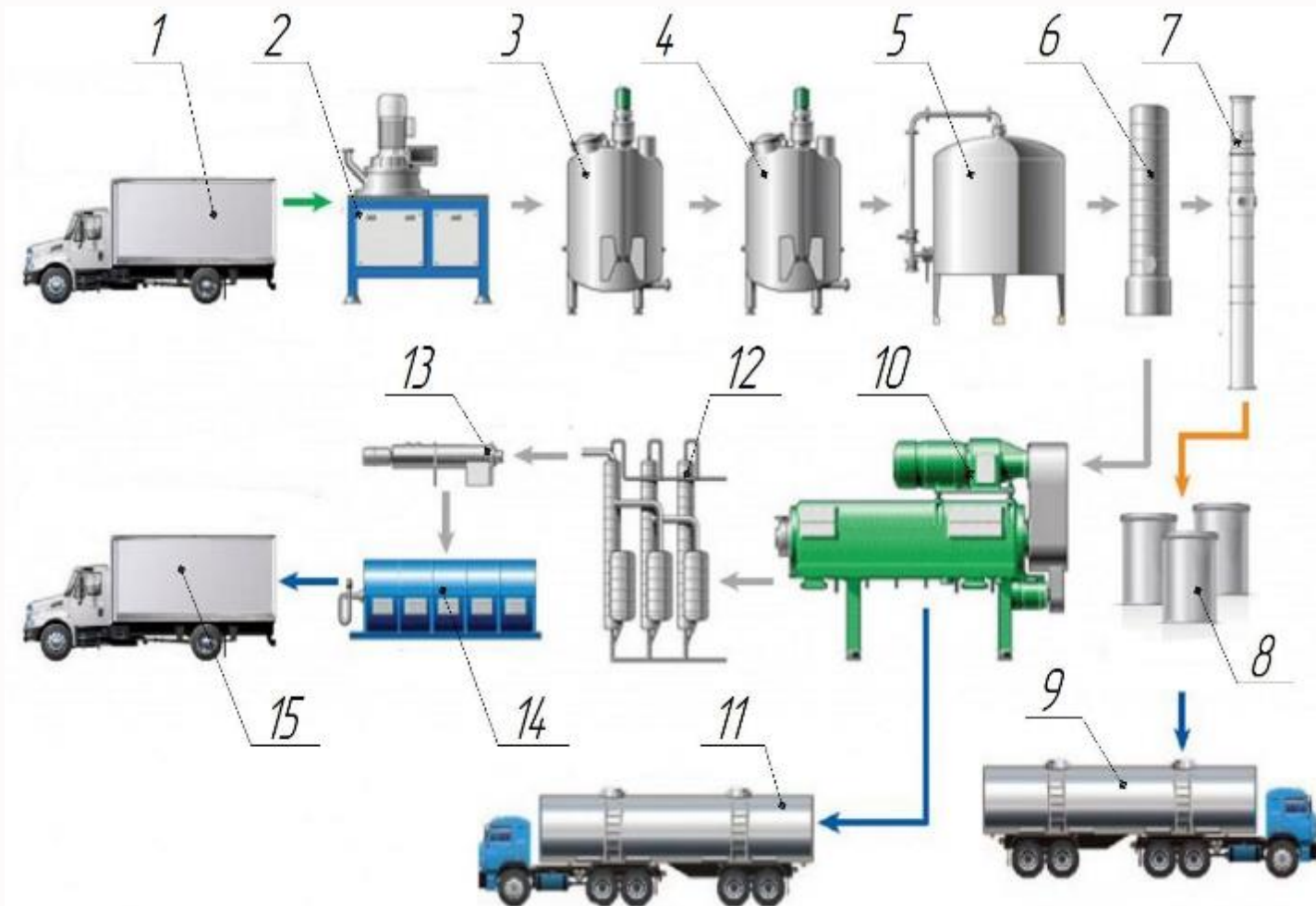


Дріжджі під мікроскопом



Найпростіший дистилятор

СПРОЩЕНА СХЕМА ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ



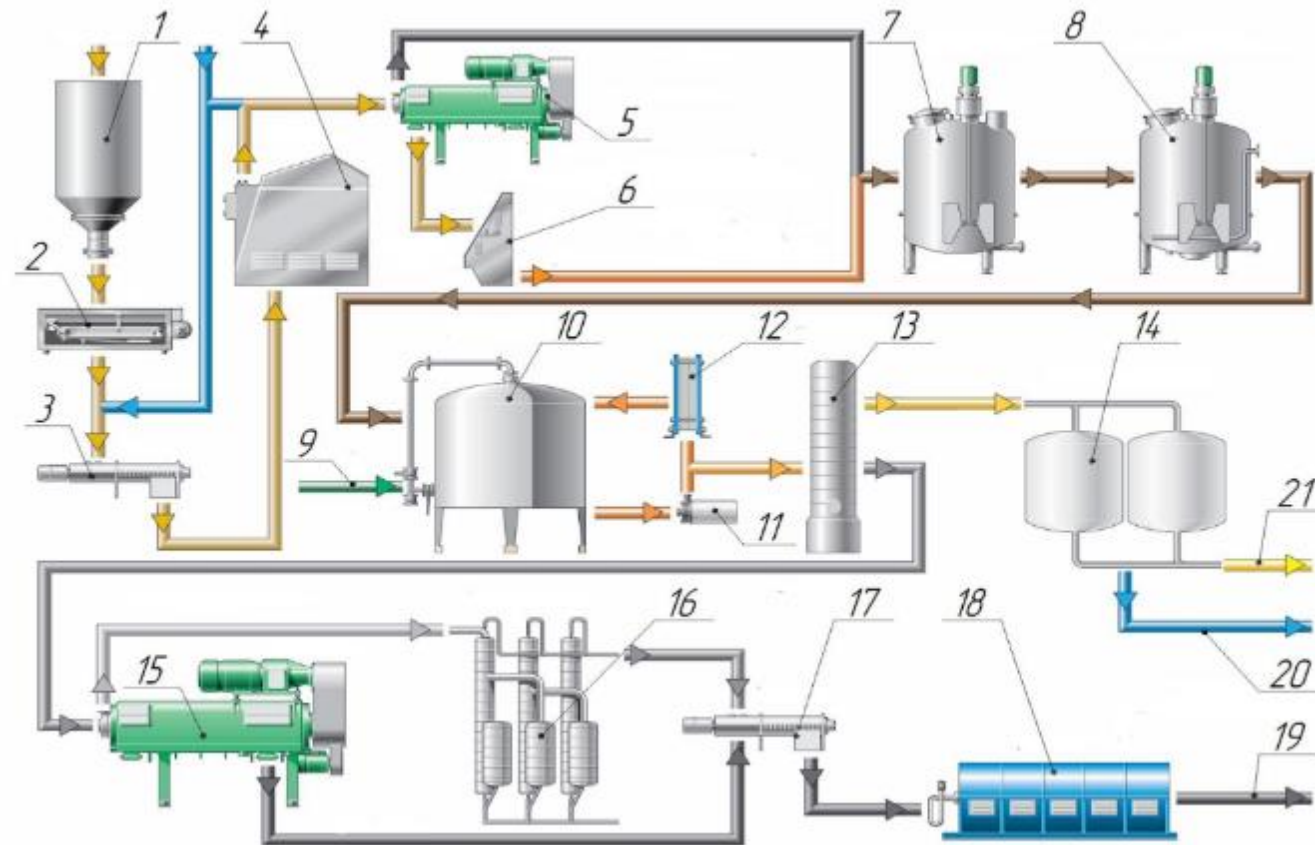
1 – постачання сировини, 2 – подрібнення, 3 – приготування замісу,
4 – оцукрювання, 5 – зброджування, 6 – дистиляція, 7 – ректифікація,
8 – зберігання біоетанолу, 9 – транспортування біоетанолу, 10 – розділення барди, 11 – транспортування рідкої барди, 12 – випаровування вологи, 13 – гомогенізація, 14 – сушіння барди, 15 – транспортування сухої барди

3. ОСНОВИ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ БІОЕТАНОЛУ

Технології виробництва біоетанолу залежать від вибраної сировини. Однак всі вони, як правило, включають наступні етапи:

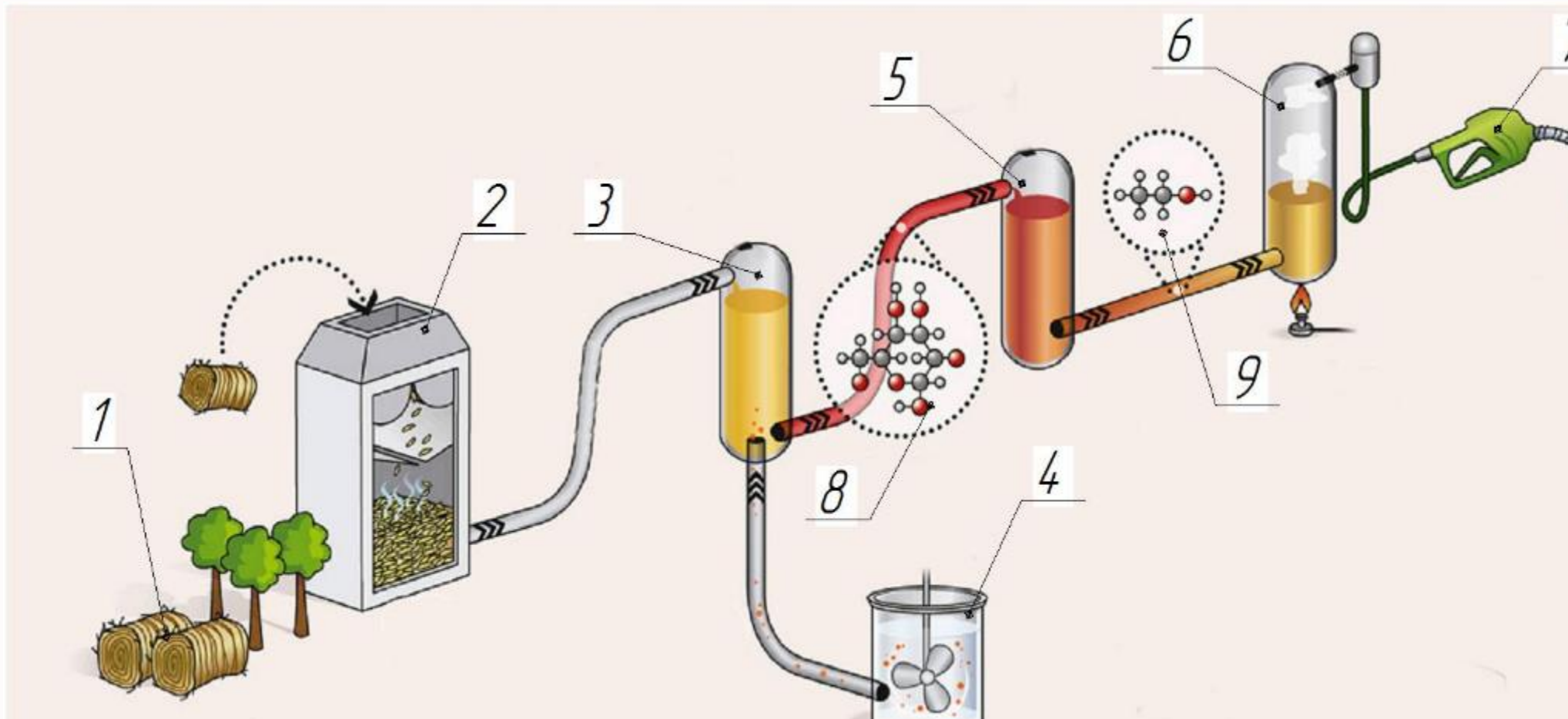
1. Підготовка сировини.
2. Екстракція цукру або гідроліз (оцукрювання) сировини.
3. Ферментація (зброджування) оцукреної маси.
4. Дистиляція (перегонка) браги.
5. Очищення (ректифікація) спирту.

ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЦТВА СПИРТУ ІЗ ЗЕРНО-КАРТОПЛЯНОЇ СИРОВИНИ



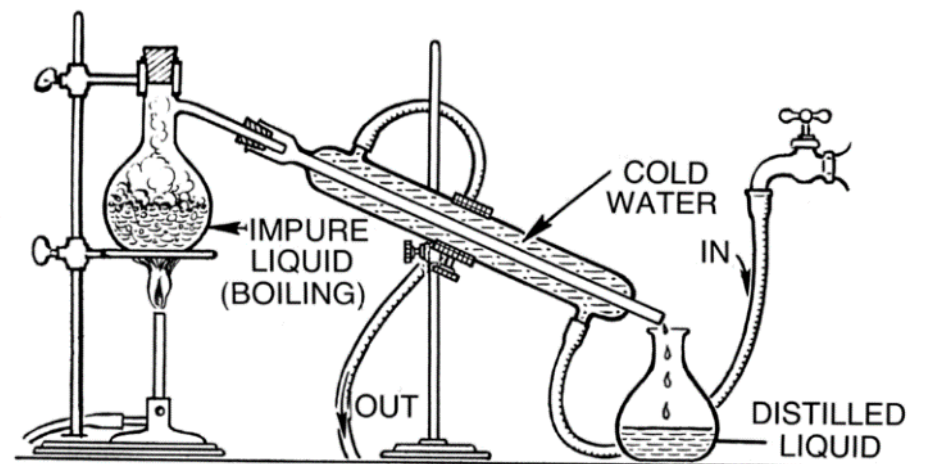
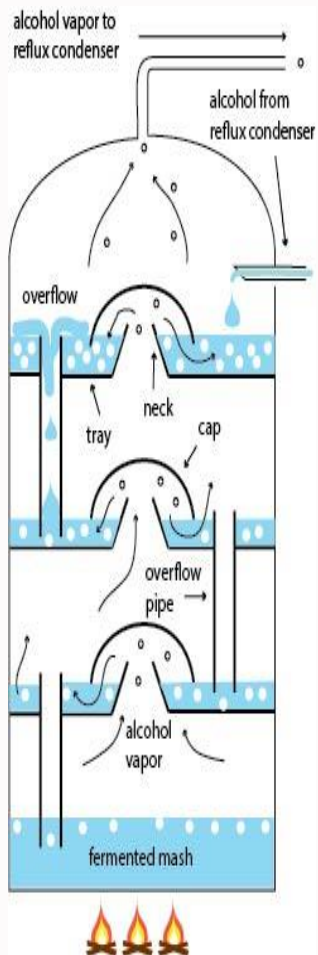
1 – бункер для сировини, 2 – дозатор, 3 – змішувач, 4 – агломератор, 5 – серпаратор, 6 – промивач клейковини, 7 – ємкість для суспендування, 8 – ємкість для оцукрювання, 9 – дріжжі, мінеральні солі, 10 – ємкість для зброджування, 11 – насос, 12 – пластинчастий теплообмінник, 13 – дистиляційна колона, 14 – молекулярне сито, 15 – сепаратор, 16 – випарювач, 17 – змішувач, 18 – сушарка, 19 – кормові дріжжі, 20 – вода, 21 - біоетанол

5. ОТРИМАННЯ БІОЕТАНОЛУ ІЗ ЦЕЛЮЛОЗОВМІСТНИХ МАТЕРІАЛІВ



Спрощена схема ензиматичного методу виробництва біоетанолу:
1 – целюлозовмісна сировини, 2 – попередня обробка, 3 – гідроліз під дією ензимів, 4 – підготовка ензимів, 5 – ферментація, 6 – дистиляція, 7 – використання біоетанолу, 8 – структура молекули глюкози, 9 – структура молекули біоетанолу

6. ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ

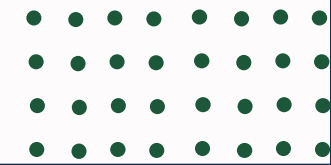
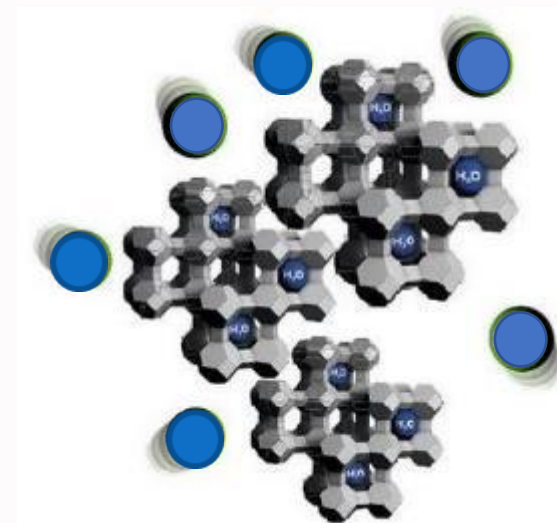
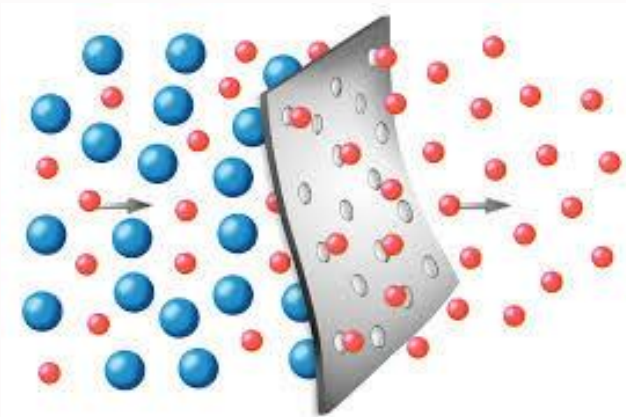


Промислова ректифікаційна колона та побутовий дистилятор

ЗАВОД ІЗ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ



МОЛЕКУЛЯРНІ СИТА



1. ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ БІОЕТАНОЛУ ЯК МОТОРНОГО ПАЛИВА

Властивість	Од. виміру	Вид палива	
		бензин	біоетанол
Щільність при 20°C	кг/м ³	740	810
Нижча теплотворна здатність	МДж/кг	43,3-44,0	25,0-26,8
	МДж/л	32,50	20,25
Калорійність стехіометричної суміші	кДж/м ³	3439-3910	3850
Теплота пароутворення	кДж/кг	330	850
Температура кипіння	°C	30-205	78
Температура спалаху	°C	230-260	404
Стехіометрична потреба повітря в процесі згоряння	кг. пов./кг пал.	14,9	9
Октанове число:			
	–по моторному методу	–	82-84
–за дослідницьким методом	–	92-100	108
Цетанове число	-	3-14	8
Температура полум'я в повітрі	°C	2062-2197	1962

2. СВІТОВИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ БІОЕТАНОЛУ



Паливна колонка в Іст-Лансінг, штат Мічиган для продажу сумішевого палива марок E10, E15, E30 і E85

У 2014 році автомобілі з багатопаливними двигунами виробляли такі компанії, як Chevrolet, Fiat, Ford, Peugeot, Renault, Volkswagen, Honda, Mitsubishi, Toyota, Citroen, Nissan, Kia Motors, Volvo та ін.

В Європейському Союзі до 2005-го, за встановленими нормами, в бензин додавали 2% біоетанолу, до 2010-го вже 5%, а до 2020-го цей показник планують збільшити до 10%. Але при цьому, відповідно до встановлених норм, у всіх регіонах Євросоюзу має бути гарантована наявність інфраструктури, яка б забезпечувала заправки і поставки бензину без вмісту біоетанолу для неадаптованих транспортних засобів.

3. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОЕТАНОЛУ В УКРАЇНІ



Багатопаливний трактор XT3- 2511G

Упродовж останніх років виробництво біоетанолу та добавок на його основі здійснюється на ДП «Наумівський спиртовий завод», ДП «Гайсинський спиртовий завод», ДП «Лужанський експериментальний завод» та Хоростківському МПД ДП «Укрспирт».

Виробництво біоетанолу України як високооктанової кисневмісної добавки до бензинів було розпочато в 1999 році. Річна сумарна потужність спиртових заводів в Україні – 4,6 млн. т/рік, потреба внутрішнього споживання етилового спирту становить 1,8 млн. тонн, а експорт – 0,6 млн. тонн, коефіцієнт завантаження потужностей становить близько 40%. У 2013 році українські спиртові заводи виробили приблизно 50 тис. тонн біоетанолу.

4. ВИКОРИСТАННЯ БІОЕТАНОЛУ, ЯК ПАЛИВА ДЛЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

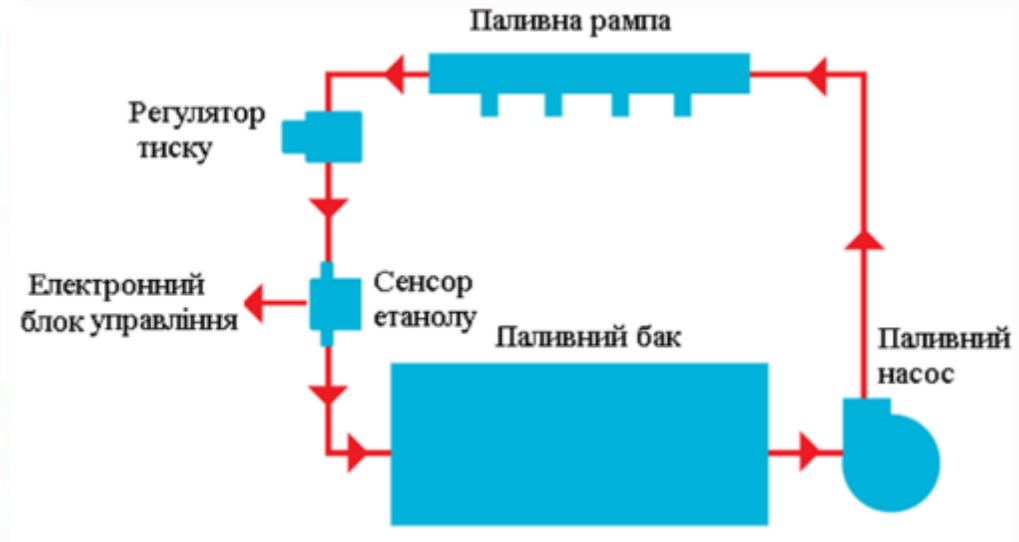


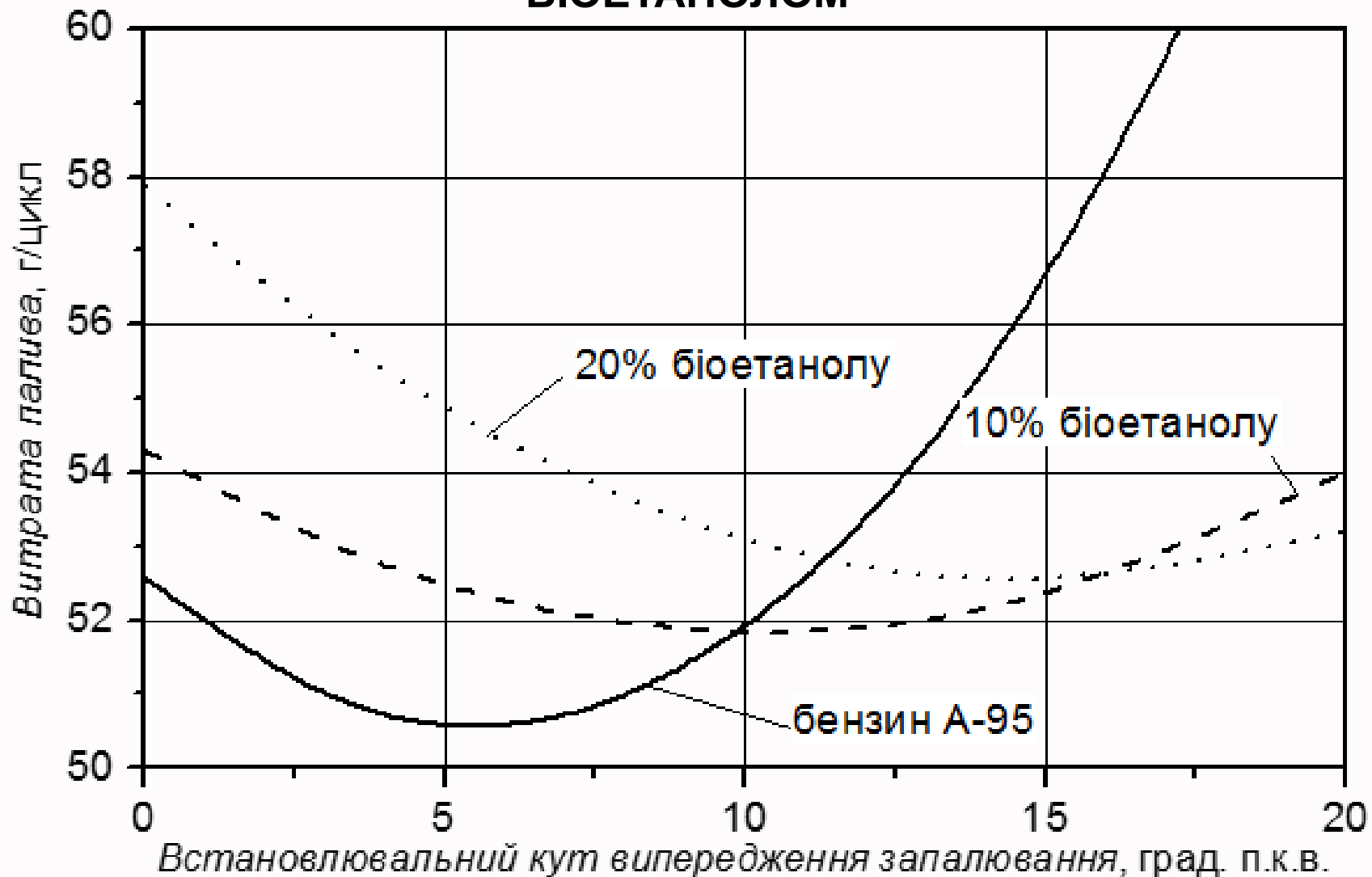
Схема паливної системи FFV "flexible-fuel vehicle" із сенсором етанолу в паливній суміші

Маркування сучасних багатопаливних автомобілів, які приданні для використання біоетанолу



Автобус, що працює на паливі E95

5. ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ДВИГУНА МЕМ3-245 НА ПАЛИВНИХ СУМІШАХ З БІОЕТАНОЛОМ



Витрата палива автомобілем ЗАЗ-1102 залежно від кута випередження запалення при використанні бензину А-95 та його сумішей з додавання біоетанолу

ВПЛИВ ВЕЛИЧИНИ ВКВЗ НА ВИТРАТУ ПАЛИВА ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ АВТОМОБІЛЯ ЗАЗ-1102 "ТАВРІЯ"

Паливо		A-95	10% біоетанолу		20% біоетанолу	
ВКВЗ, град. п.к.в.		5	5	10	5	14
Витрата палива	г/цикл	50,60	52,49	51,85	54,88	52,56
	л/100 км	6,57	6,80	6,71	7,08	6,78
	МДж/100 км	219,8	218,8	216,1	219,1	209,8
Масові викиди, г/цикл	CO	4,98	3,63	3,51	3,23	2,91
	C _m H _n	0,504	0,398	0,415	0,411	0,466
	NO _x	0,877	0,577	0,782	0,309	0,575
	CO ₂	208,2	201,9	195,9	205,8	195,8
	зведені до CO	42,64	28,58	36,96	17,25	28,02



Програма управління знаннями для розвитку сталої біоенергетики

Дякуємо!

Геннадій Голуб

gagolub@ukr.net



Савелій Кухарець

kikharets@gmail.com

