



# ПЕРША ШКОЛА ВОДНОЇ ТА ПРОДОВОЛЬЧОЇ СТІЙКОСТІ

ОНЛАЙН-КУРС  
**«Вода і продовольство України: прикладні  
рішення для громад, агробізнесу та науки»**

## **МОДУЛЬ 4.**

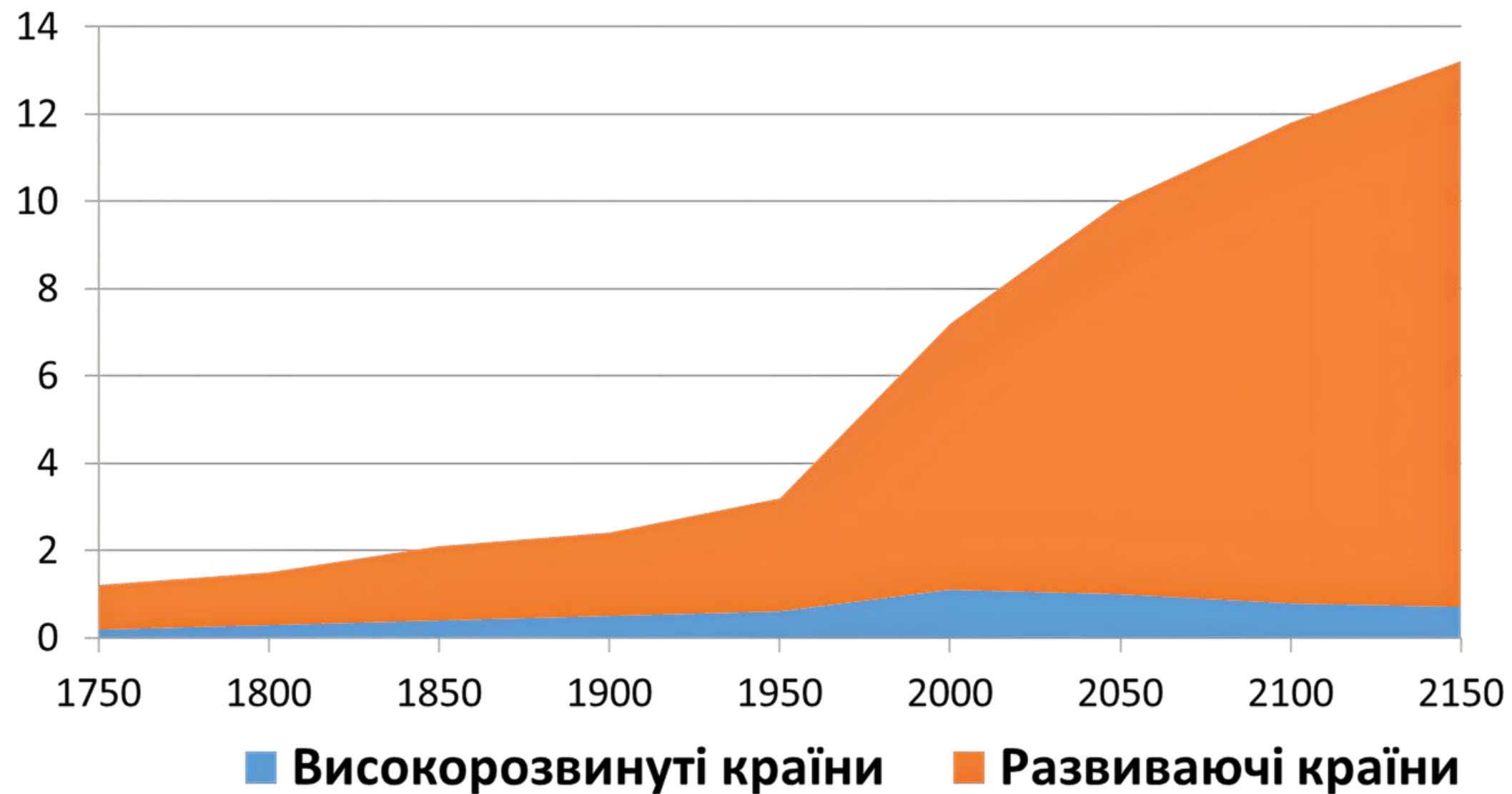
**Індустріальна ентомологія як ефективна технологія циркулярної економіки в умовах глобальних змін клімату та наростаючого дефіциту водних ресурсів**

### **ЕКСПЕРТ КУРСУ:**

**СЕРГІЙ МЕЛЬНИЧУК,**

*радник Голови Правління МХП з наукових питань, академік НААН України, д. б. н., професор*

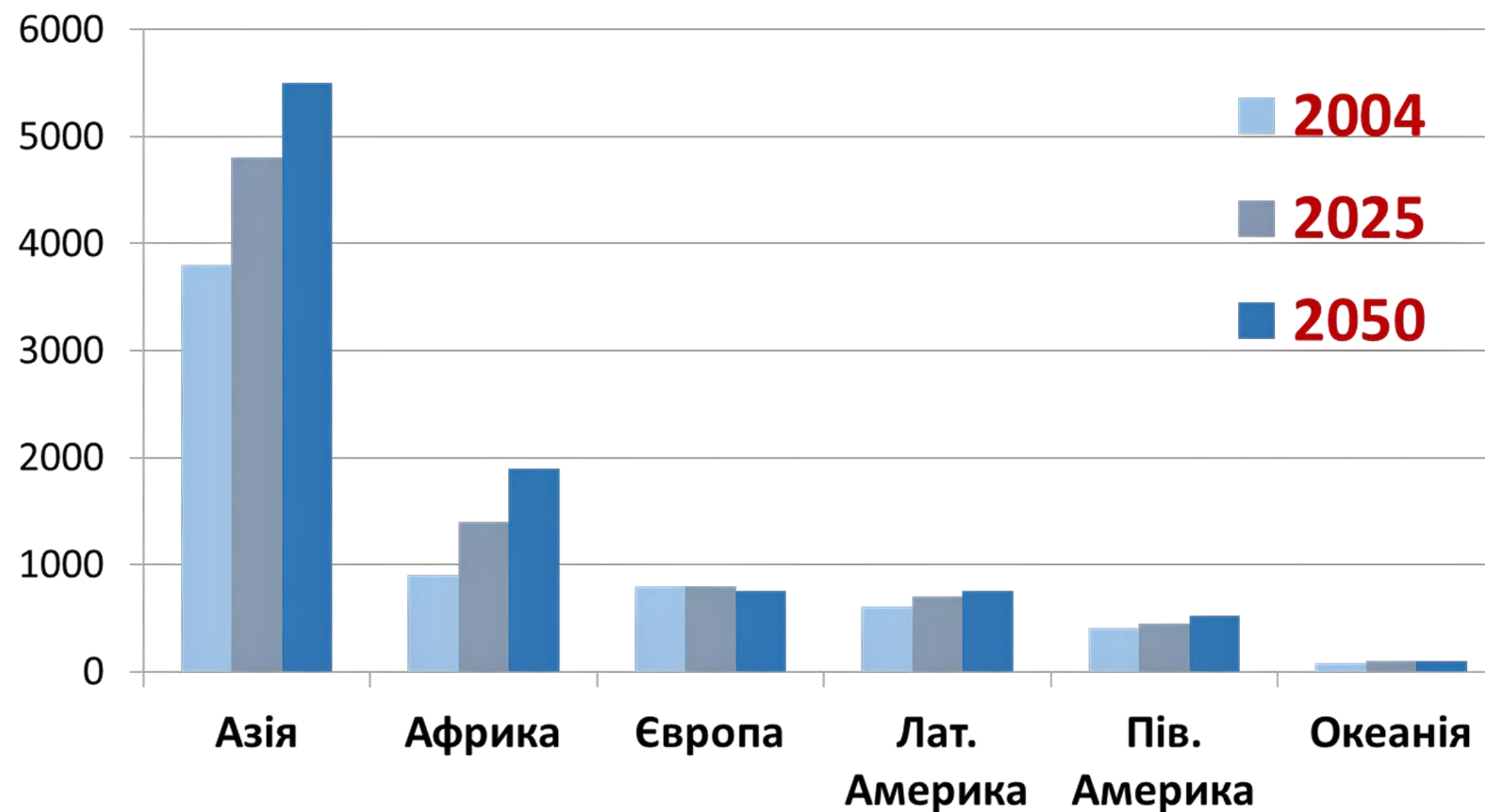
## Чисельність населення планети (1750 – 2150 рр.)



Джерело:

United Nations, World Population Prospects, Population Reference Bureau

## Збільшення чисельності населення



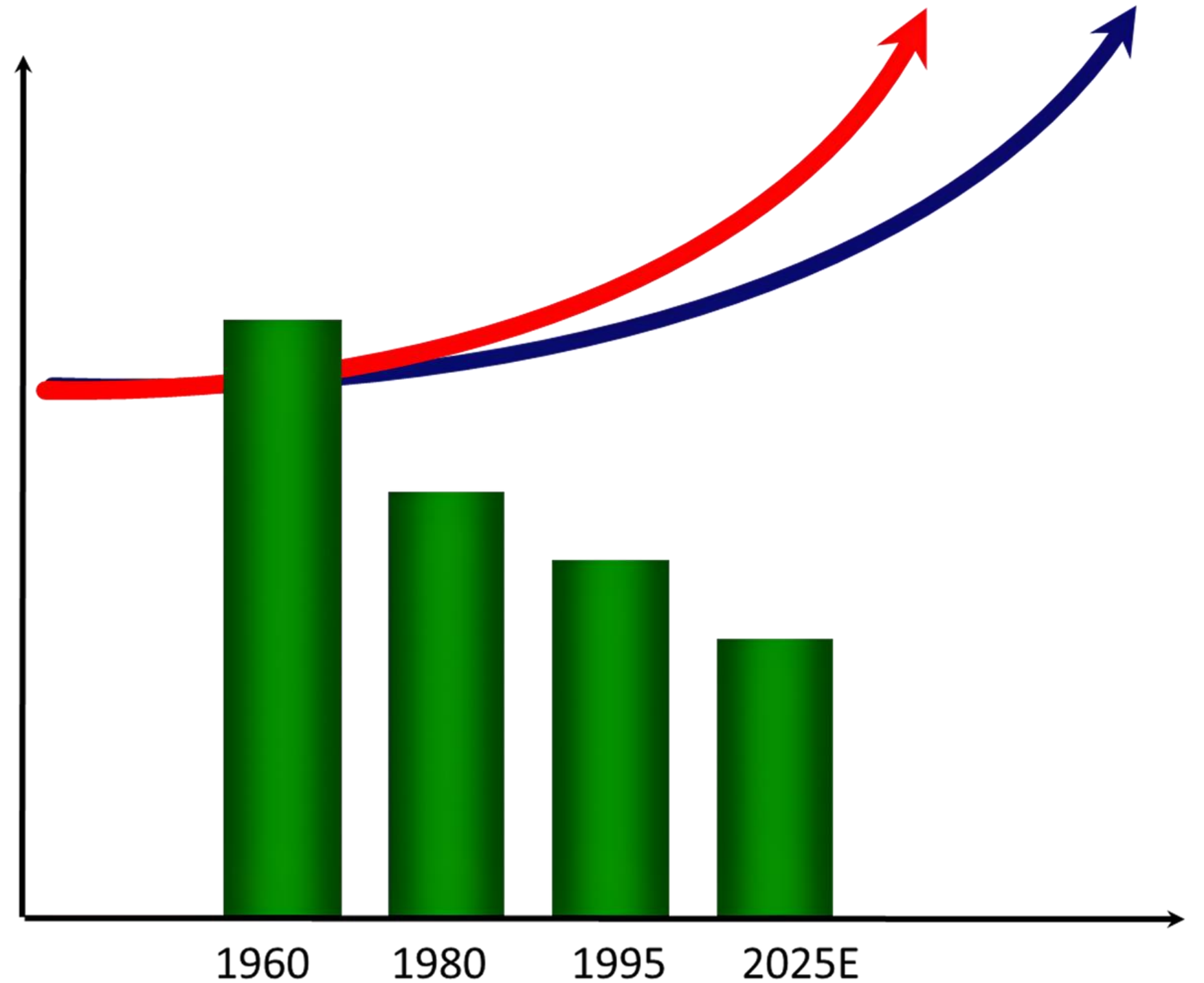
Джерело:  
Population Reference Bureau

# Демографічна ситуація

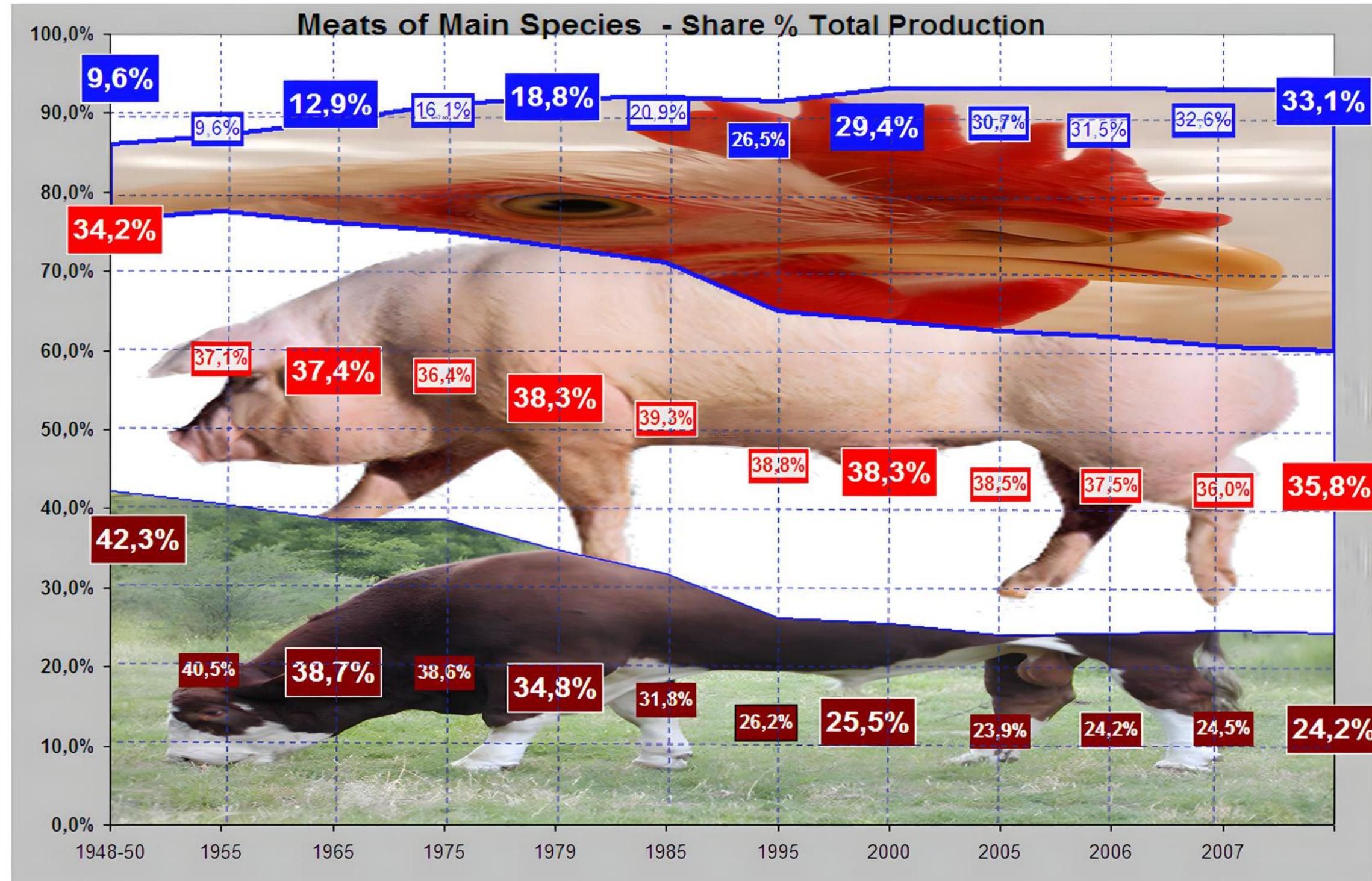
- В період часу з 2005 по 2075 роки чисельність населення планети збільшиться на **40,4%**.
- Країни Азії і Африки будуть забезпечувати цей приріст на **89,7 %**.

## Потреби населення планети

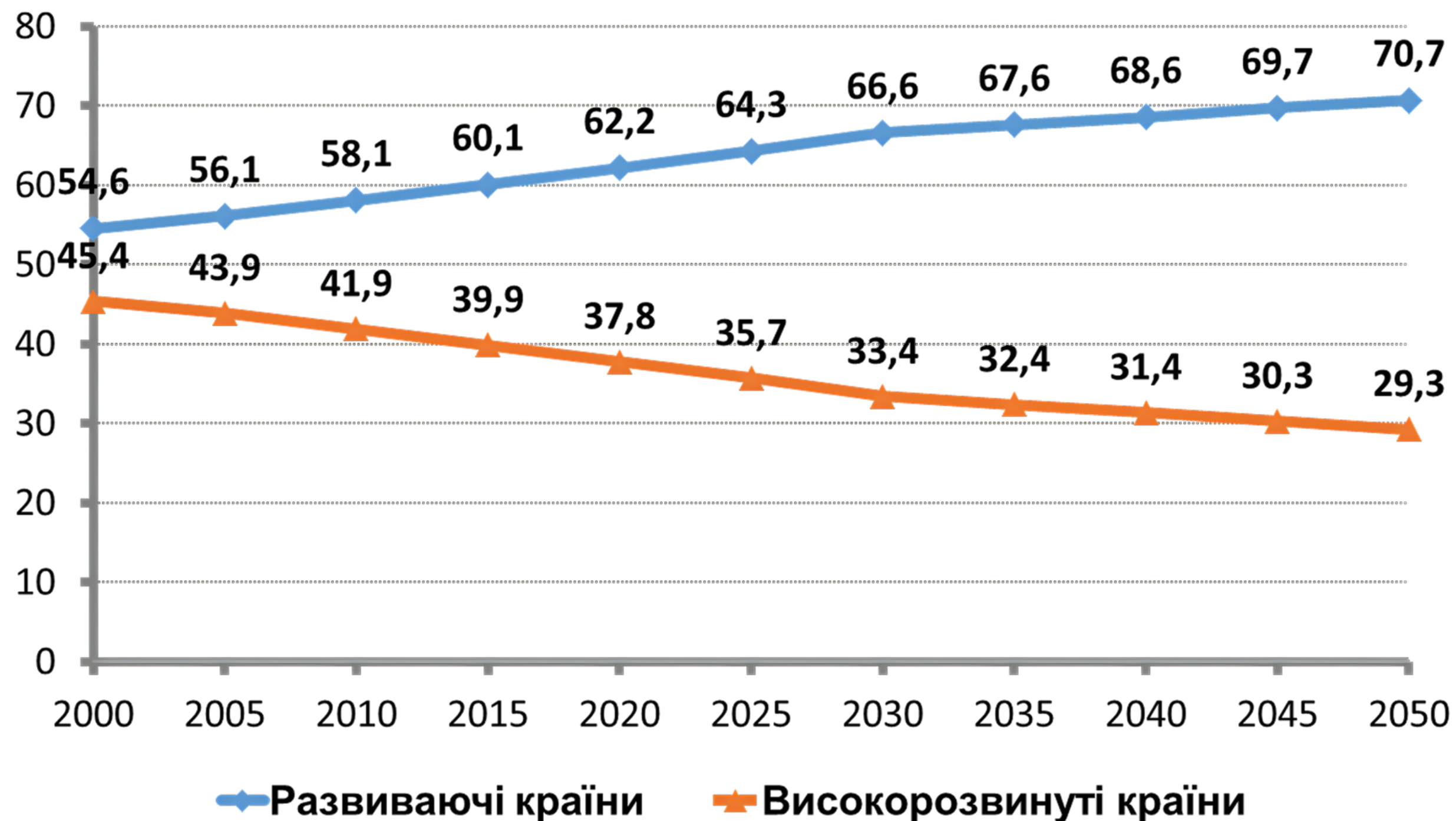
- Потреба в їжі
- Чисельність населення
- с./г. угіддя



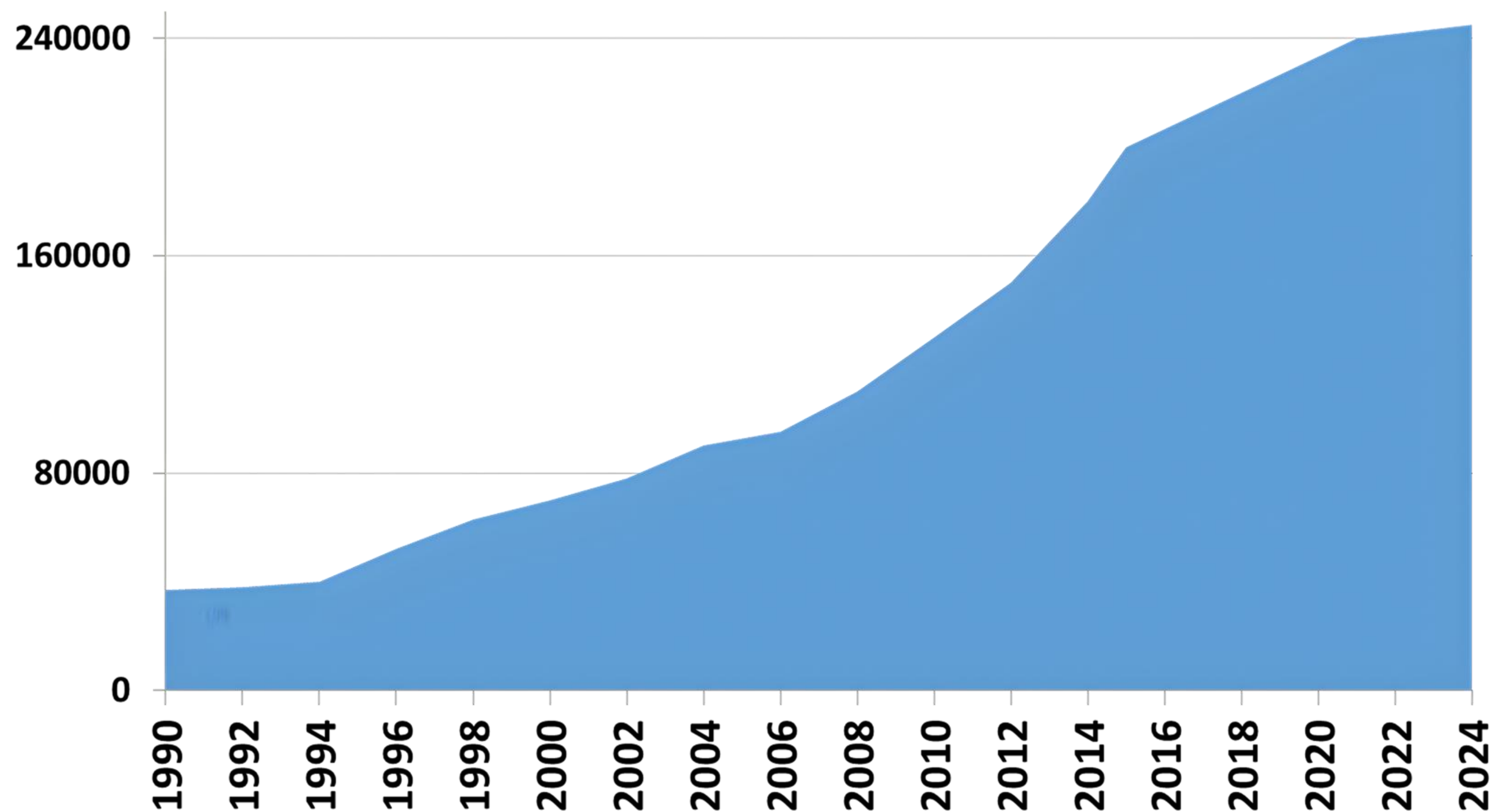
# ... МІНЯЄТЬСЯ ПОЛІТИКА М'ЯСНОГО ВИРОБНИЦТВА



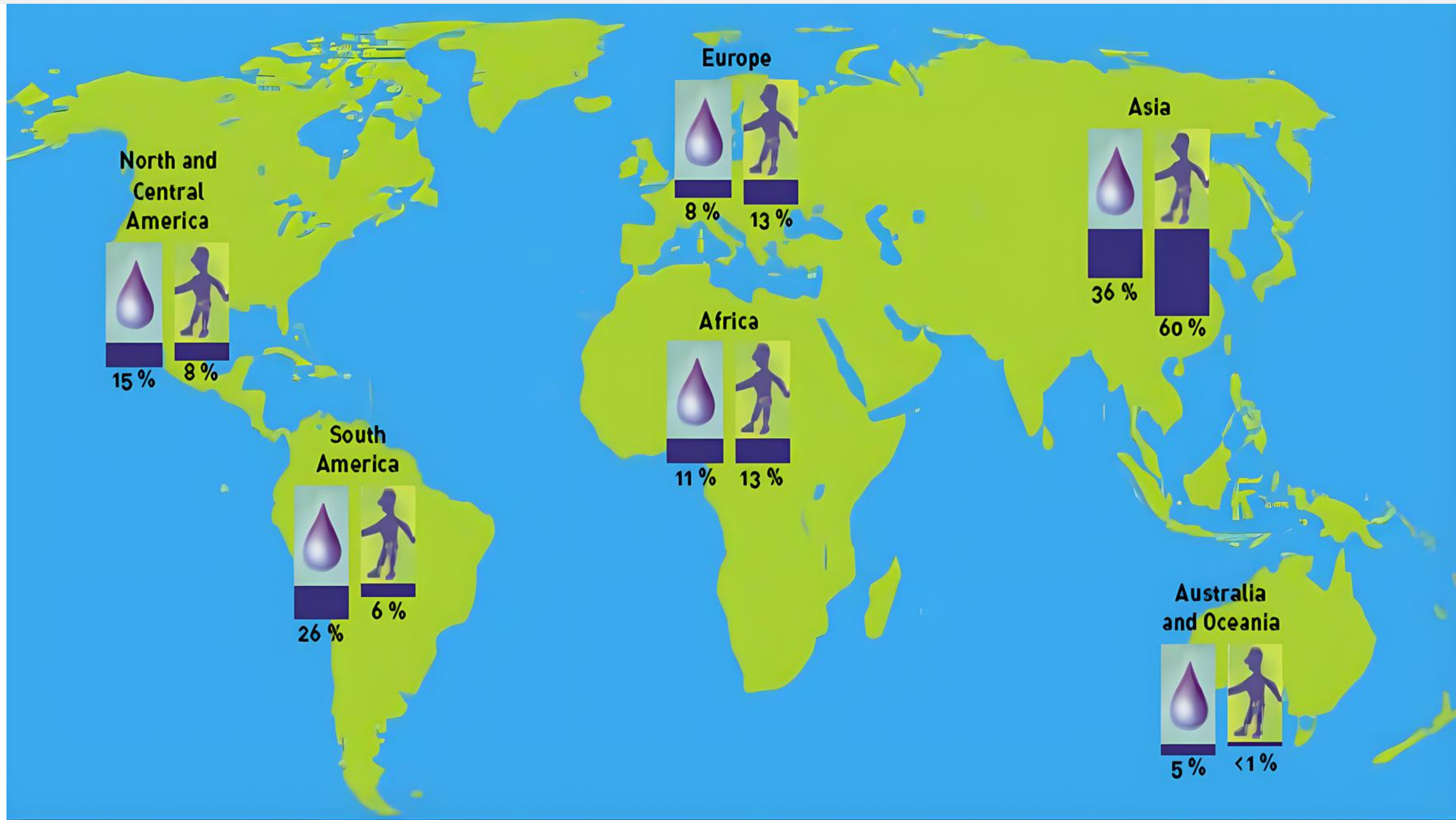
## Перерозподіл світового виробництва м'яса, (у %)



## Динаміка виробництва кормів у Китаї (млн. тон)



# Співвідношення світових ресурсів питної води і населення

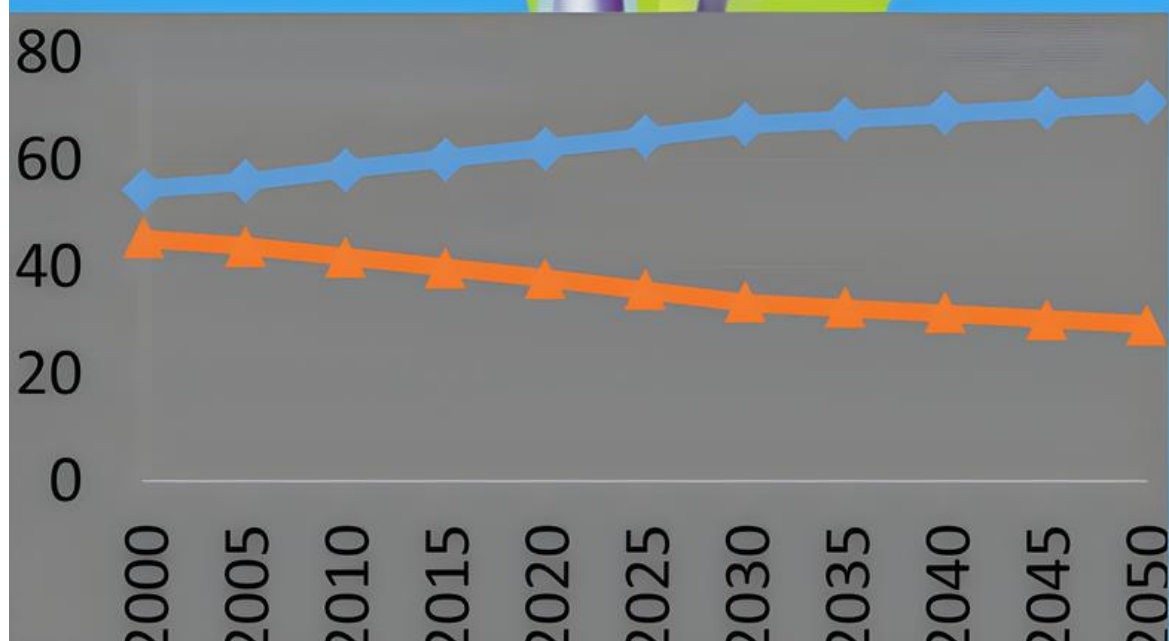
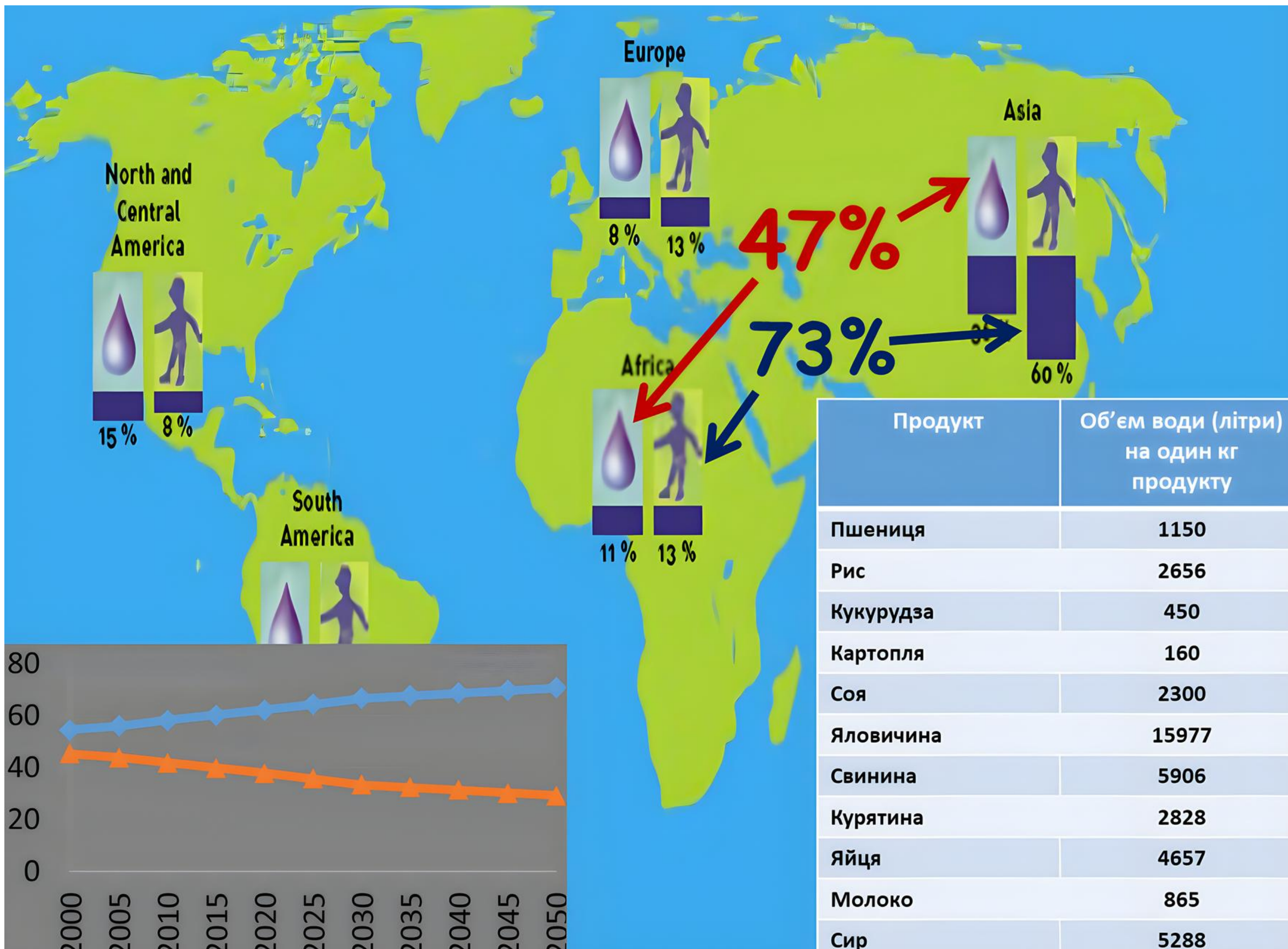


# Потреби у воді для виробництва 1 кг продукту

Продукт	Об'єм води (літри)
Пшениця	
Рис	
Кукурудза	
Картопля	
Соя	
Яловичина	
Свинина	
Курятина	
Яйця	
Молоко	
Сир	

# Співвідношення затрат води до окремих видів продуктів

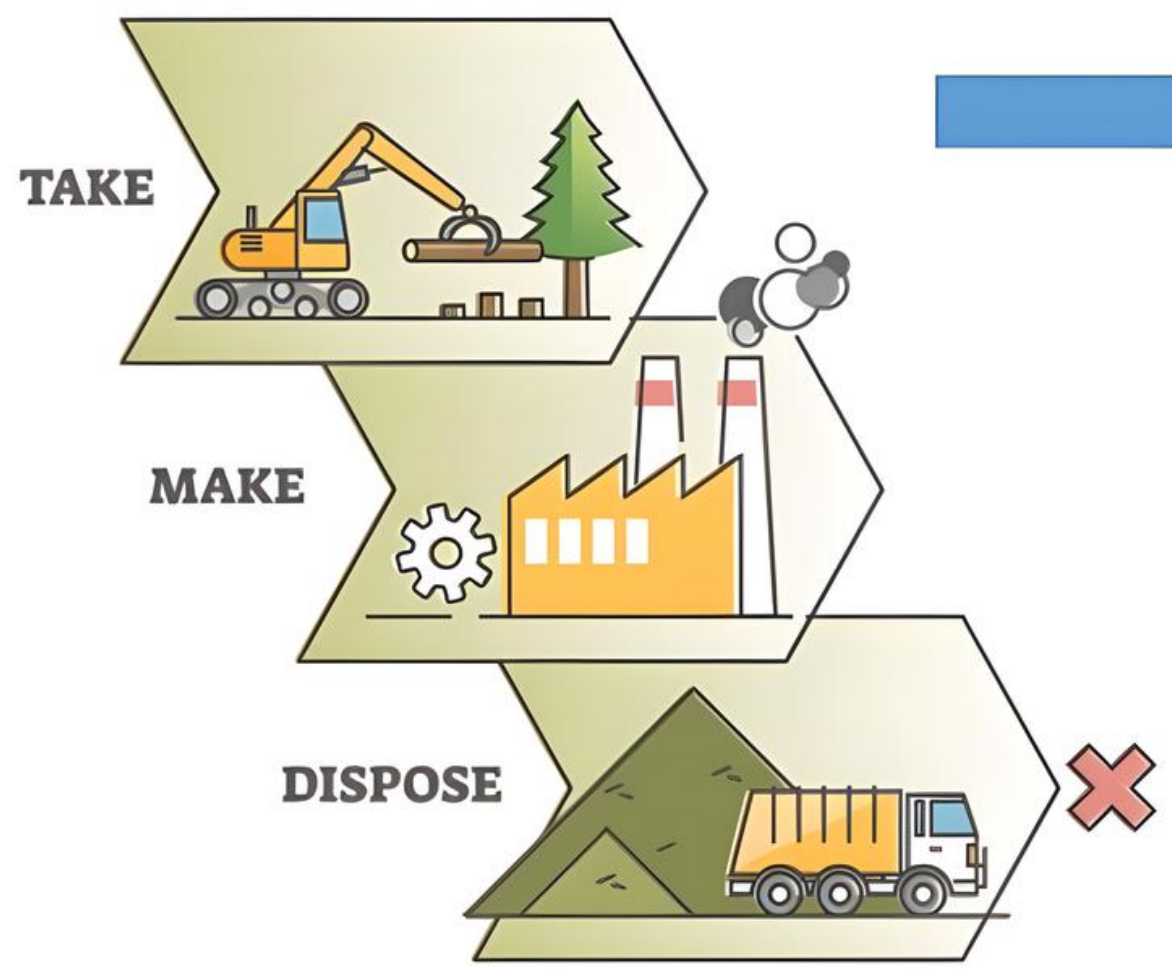
	кількість продукції, яку можна отримати	
	Яловичина	Свинина
Пшениця	1,389	
Рис	602	
Кукурудза	3,550	1
Картопля	9,986	3



## Виклики сьогодення

- Зростаючий попит на м'ясо ставить тиск на білок тваринного походження
- Індекс родючості землі значно зменшується при інтенсифікації виробництва м'яса, і матиме значний вплив на навколишнє середовище.
- Вартість натуральної їжі зростає, і стає менш доступною.
- Тварині і птиці необхідні 4 білки рослинного походження для синтезу 1 білка тваринного походження.
- Третина вироблених харчових продуктів у світі – псується і викидається.
- 95% харчових відходів потрапляє на звалища.

## LINEAR ECONOMY



## CIRCULAR ECONOMY

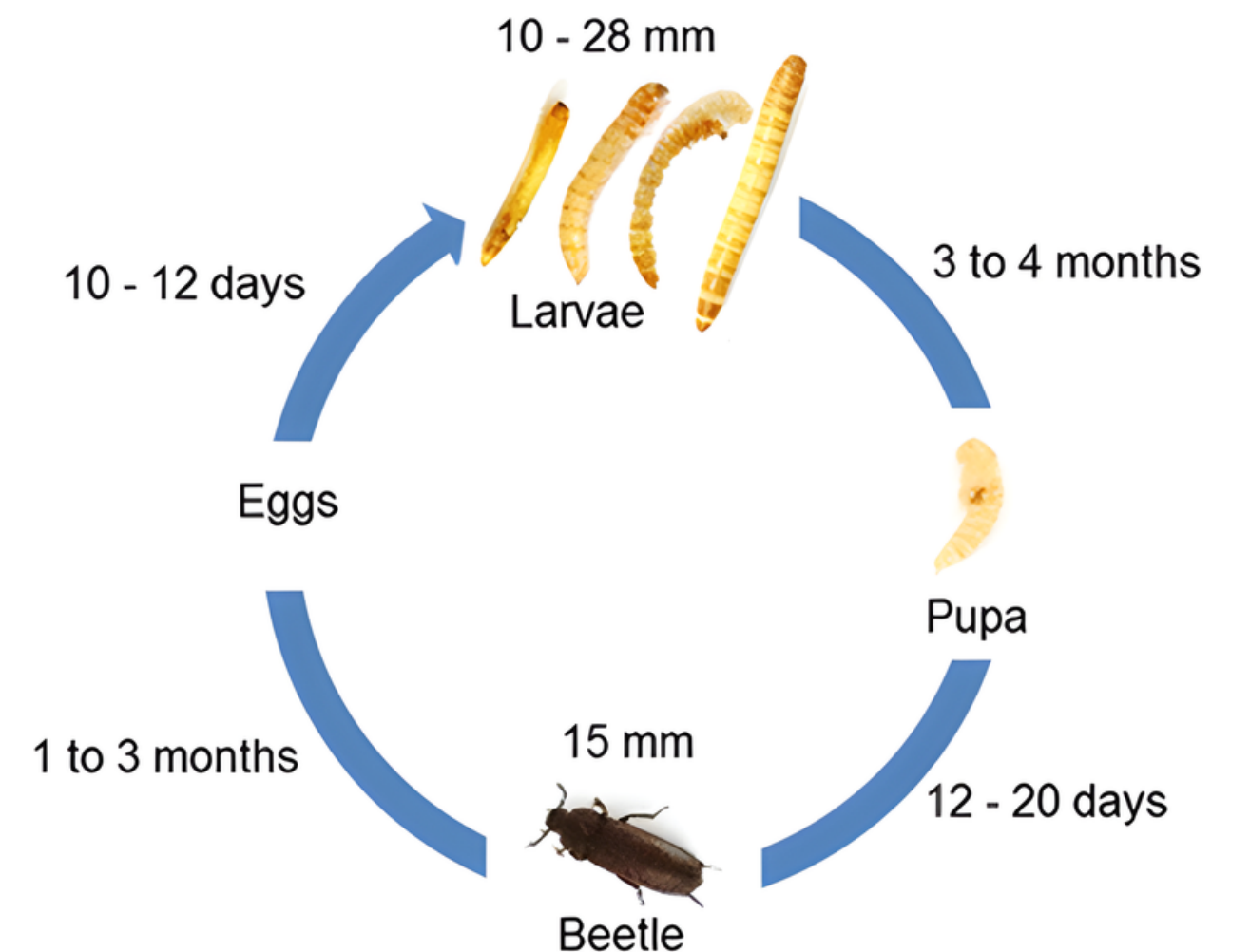
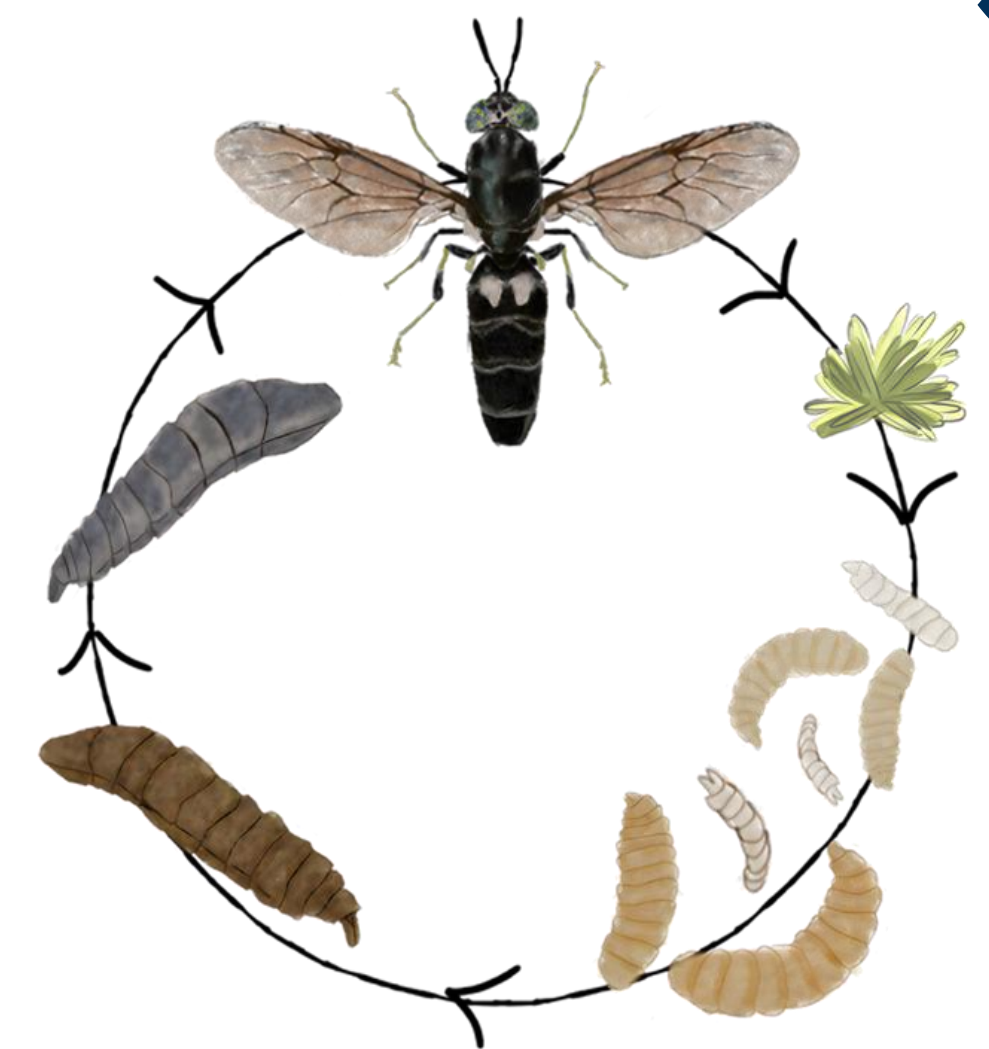


**RE•use**  
**RE•duce**  
**RE•cycle**



## Одне із рішень сьогодні

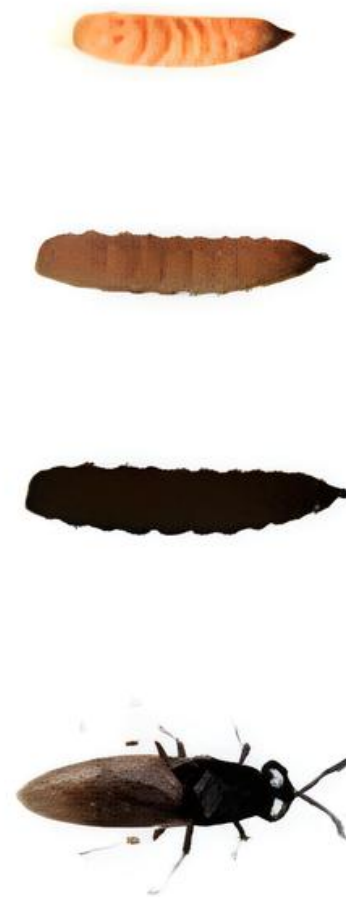
- Комахи здатні швидко синтезувати поживні речовини з органічних залишків і повернути їх у ланцюжок доданої вартості продуктів, що посилює циркулярну економіку.
- Так як для їх виробництва **не потрібна родюча земля і великі об'єми води, вони є перспективним і стійким новим джерелом енергії**, порівняно з основними сьогоднішніми альтернативами.
- Такі види індустріальних комах як: Чорна львинка і борошняний хробак добре підходять для культивувації у промислових масштабах.



# Current EU regulations

Black Soldier Fly feed substrate	
<p style="text-align: center;"><b>Prohibited</b></p> <p style="text-align: center; font-size: 2em; color: red;">✗</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unprocessed former foodstuff (fish, meat and poultry)</li> <li>• Manure (human and animal)</li> <li>• Restaurant waste and slaughter house products</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Approved</b></p> <p style="text-align: center; font-size: 2em; color: green;">✓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fruit and vegetable</li> <li>• Agri-crop biomass</li> <li>• Unprocessed former foodstuff (dairy, eggs and honey)</li> <li>• F &amp; V industrial by-products</li> </ul>

## BSF rearing



	Black Soldier fly		
	Live	Fat	Protein
	✓	✓	✓
	✓	✓	✓
	✓	✓	✓
	✓	✓	✓

# Чорна львинка (Hermetia Illucens, BSF)

## Коротка історія і характеристика

- Муха Чорна львинка або Чорний солдат (Hermetia illucens) є уродженцем Південного Сходу США.
- Найперші дослідження по вирощуванню мух і личинок чорної львинки (Hermetia Illucens) були проведені трьома дослідниками Фурманом, Янгом і Кеттсом (Furman, Young and Catts) ще у 1959 році.
- Муха Чорної львинки є **100% безпечний об'єкт- не являється шкідником, не цікавить людське житло або продукти харчування**. Дорослі особини не харчуються, виживаючи за рахунок запасів поживних речовин, отриманих на личинкової стадії.
- Личинка чорної львинки - ненаситний споживач перегниваючих органічних речовин, в тому числі кухонних (харчових) відходів, зіпсованих кормів для тварин, гною і відходів фермерських ринків тощо.



## Відходи



## Культивація



## Корм



## Хрущак борошняний (*Tenebrio molitor*) — жук з родини чорнотілок. Загальна характеристика

Імаго має чорне забарвлення, довжина тіла 13—16 мм. Личинки відомі як «борошняні хробаки» до 30 мм довжиною.

Без їжі можуть жити до 8 місяців.

Жуки та личинки живляться борошном, зерном та іншими продуктами.

Розвивається одне покоління за рік.

Комахи живуть у пластикових коробках. Харчуються дрібно-змеленою зерновою сумішшю із додаванням овочів – морква, картопля, капуста. Через **два місяці хробаки готові для переробки.**



## В Світі – це вже легальна їжа



## Переваги Інсект-технологій

- Прямі «Зелені технології»
- Значно знижується вміст шкідливих бактерій в органічних відходах
- Маса відходів зменшується на 50 і більше %, а концентрація азоту знижується на 62%.
- Швидка утилізація відходів дозволяє виключити, або значно зменшити процеси гниття, появи неприємних запахів.
- Значне зменшення утворення парникових газів, що позитивно впливає на навколишнє середовище.
- Швидке виробництво зоокормів і зоогумусів
- Очікується, що в період з 2012 по 2050 рік попит на тваринний білок збільшиться на 70-80 відсотків, оскільки нинішній сектор тваринництва є основною причиною погіршення стану навколишнього середовища.

## Вміст поживних речовин в комах і користь для здоров'я

- Високобілковий продукт, який має збалансований амінокислотний профіль
- Значний вміст ненасичених жирних кислот
- Є гарним джерелом мікроелементів, вітамінів та мінералів
- Містять природні імуномодулятори, такі як хітин і антимікробні пептиди
- Білки комах можуть синтезуватись на спланованому (практично любому) місці.
- 100%-натуральний дієтичний та природний компонент



100 gram beef:  
 285 calories  
 52 % proteine  
 48 % fat  
 0 carbs  
 30 mg calcium  
 2.09 mg iron  
 10 mg phosphor

production needs 285 g CO2  
 2193 litres of water



100 gram insect:  
 96 calories  
 72 % proteine  
 16 % fat  
 12 % carbs  
 75.8 mg calcium  
 9.5 mg iron  
 185.3 mg phosphor

production needs 0.157 g CO2  
 almost no water



10 kg feed produces



1 kg beef

or



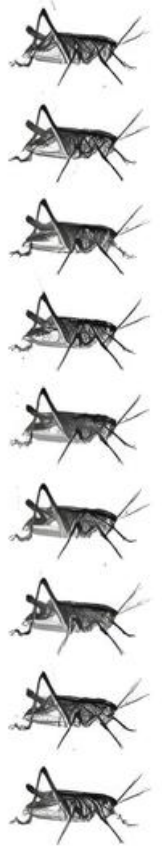
3 kg pork

or



5 kg chicken

or

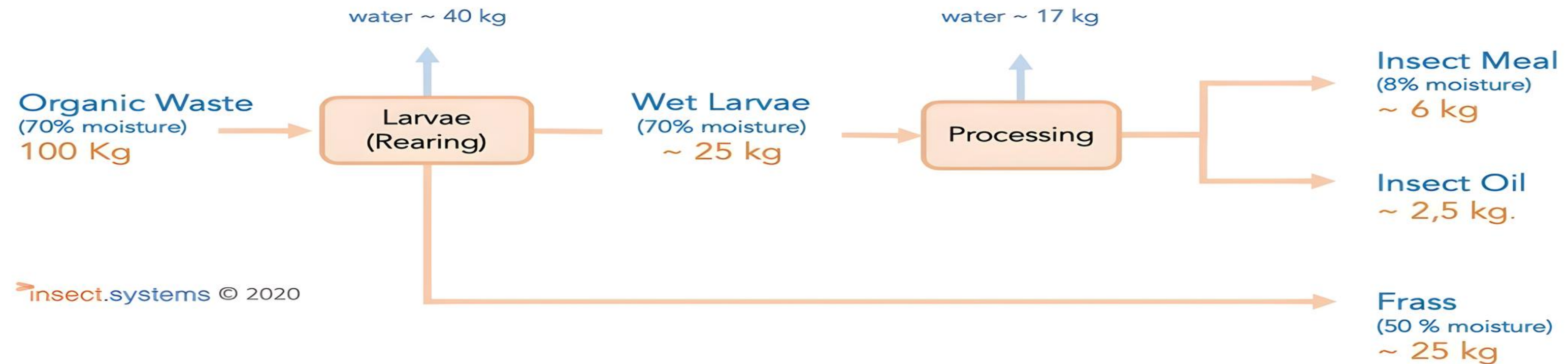


9 kg insect meat

**Вуглецевий слід – менше у 1815 разів**  
**Використання H<sub>2</sub>O – менше у 500 разів**

## Технологія: відходи у капітал

BSF waste conversion: *From waste → value*  
 Example 100 kg organic waste input.



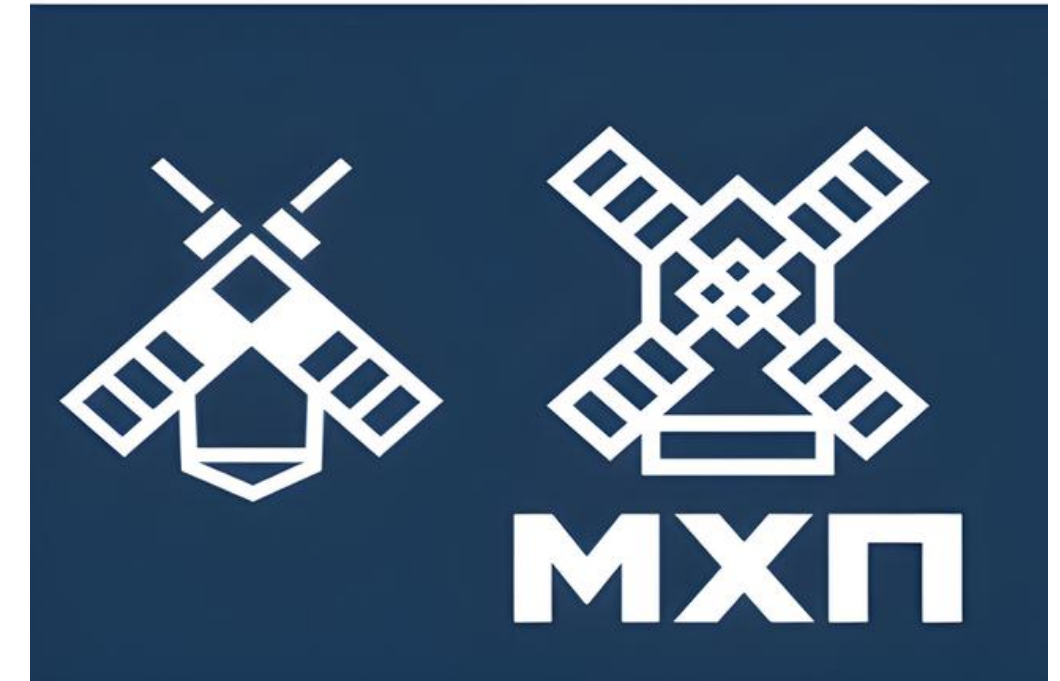
- Комерційний продукт – тваринний протеїн (борошно) (6 %)
- Вторинні продукти - жир (2,5 %), активні інгредієнти (хітин, меланін) , зоогумус (25 %)
- Очищена (конденсована) вода (біотехнологічна фільтрація) – 57 %

**Процес переробки личинками Чорної львинки побічних продуктів та відходів – це натуральний і інноваційний метод боротьби за збереження навколишнього середовища і вдосконалення зелених технологій!**



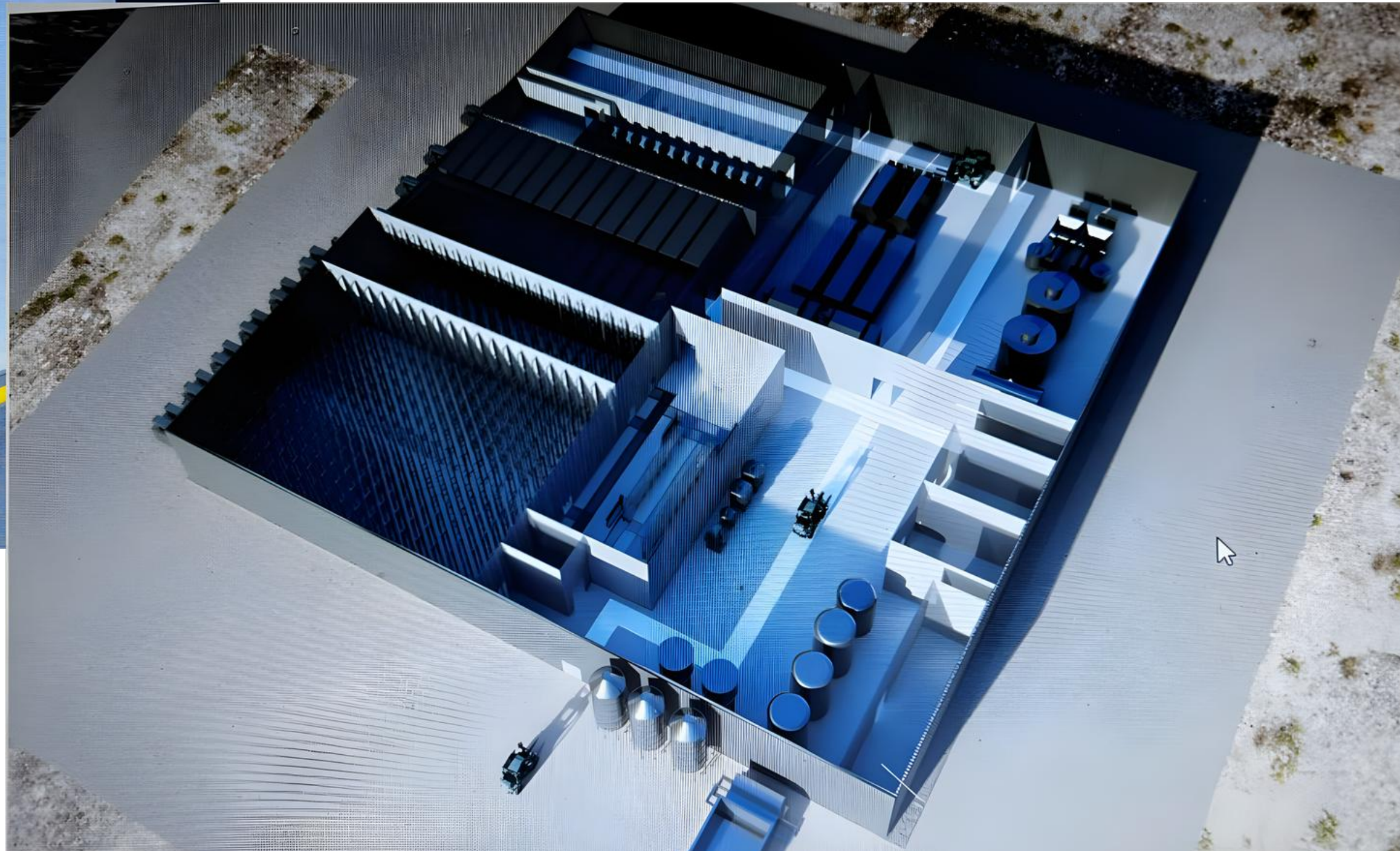
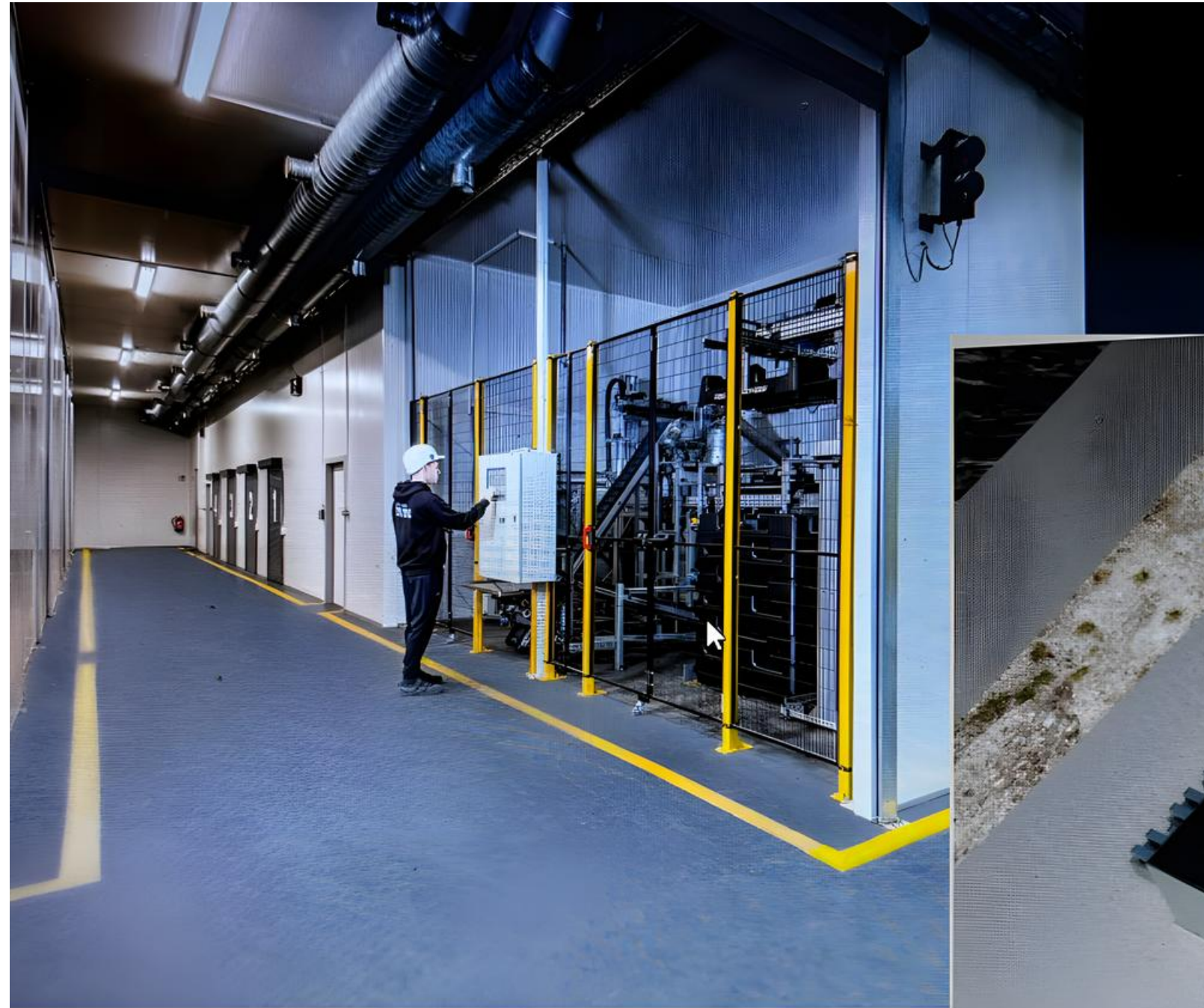
## МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД

- Сьогодні дану технологію почали активно втілювати в життя багато країн Світу – країни Азії і Африки – лідери технології.
- Країни Західної Європи та США розпочинають масштабні інвест-проекти по переробці відходів даної категорії і вирішення проблем захисту навколишнього середовища згідно Картахенського протоколу.
- В Китаї успішно запроваджена Національна програма Уряду по утилізації відходів і виробництву енергетичних ресурсів



## Наш досвід і результати

- Створений пілотний центр по технологіям культивації і переробки продуктів із комах
- Стандартизована технологія вирощування Личинок Чорної львинки із сталими показниками хімічного складу
- Відпрацьовуються технології індустріального виробництва інсект-продуктів в Україні
- Програма раціонального використання водних ресурсів для виробництва





**Все в наших руках, давайте  
робити добро в Світі разом!**



# ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

**NL** Netherlands

**PAEW** Professional Association of  
Environmentalists of the World