

# Функціональні продукти харчування і нутригеноміка: сучасний стан і перспективи



## **Капрельянц Леонід Вікторович**

*д.т.н., к.х.н., професор., лауреат Державної премії України, заслужений діяч науки і техніки України зав. кафедри біохімії, мікробіології и фізіології харчування Одеської національної академії харчових технологій*

*Tel:(048)7124021 ,7124112*

*e-mail: [leonid@onaft.edu.ua](mailto:leonid@onaft.edu.ua)*

*Київ, НУХТ, 5-6 листопада, 2019 р.*

# Особливості сучасного раціону харчування – інтегральний фактор ризику для здоров'я

## Причини

Зниження фізичної активності и, як слідство, рівня енерговитрат

Сучасні технології переробки продовольчої сировини в продукти харчування

Зміни структури харчування; недостатнє різноманіття харчового раціону

## Слідства

Невідповідність кількості споживаємої їжі рівню енерговитрат

Споживання рафінованої їжі зниженої фізіологічної цінності

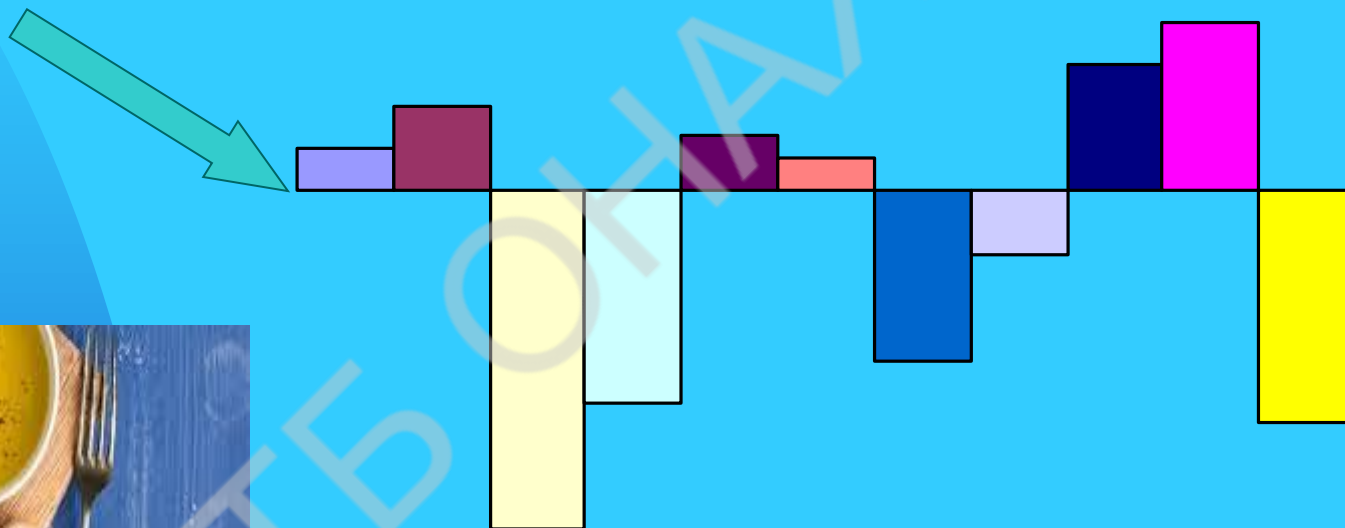
Дефіцит життєво важливих мікронутриєнтів: вітамінів, мінеральних речовин

Надмірне споживання простих вуглеводів, тваринних жирів, солі

Надмірне споживання повноцінних білків, харчових волокон, продуктів рослинного походження

# Середні профілі споживання харчових продуктів населенням України (2013- 2018р.)

Рекомендований рівень



Хлібопродукти

Картпля

Овочі

Фрукти

Цукор

М'ясо

Риба

Молоко

Яйця

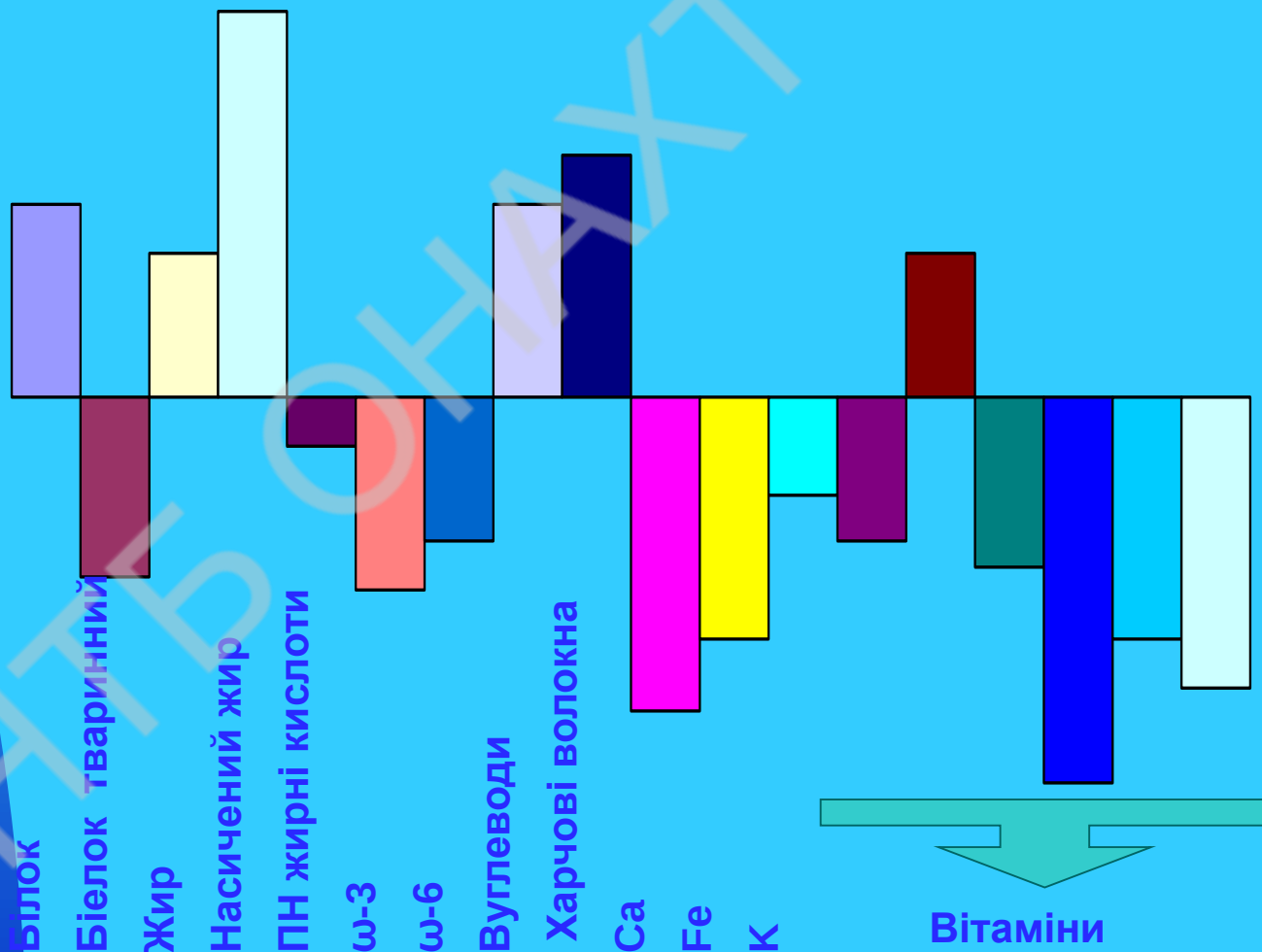
Жир тваринний

Жир рослинний



# Профілі споживання харчових речовин населенням України

Рекомендовані  
норми  
фізіологічних  
потреб населення  
України  
(затверджений  
Наказом МОЗУ  
№1073 від  
03.09.17)



# Етапи розвитку харчування людини

Технологія + Інформація

Їжа для  
підтримки  
життя

Їжа зручна  
для  
використання

Функціональна  
їжа

Нутригенетична  
їжа

Молекулярний  
підбір  
харчування

Маркери стану  
здоров'я людини

Виготовлення  
персональної їжі

Набіри для  
домашньої  
апробації

Необхідні  
нутрієнти

Конструктивні  
продукти

Масове  
виробництво

Хімічний аналіз

Наука про  
харчування

Цільові групи

Надання  
оздоровчих  
властивостей

XIX стол

XX стол.

XXI стол



# **НУТРИОЦІЛОГІЯ – наука про харчування**

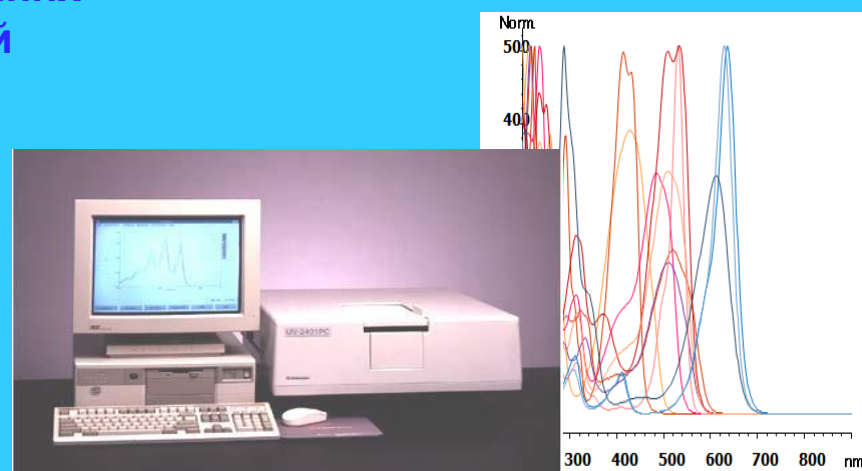
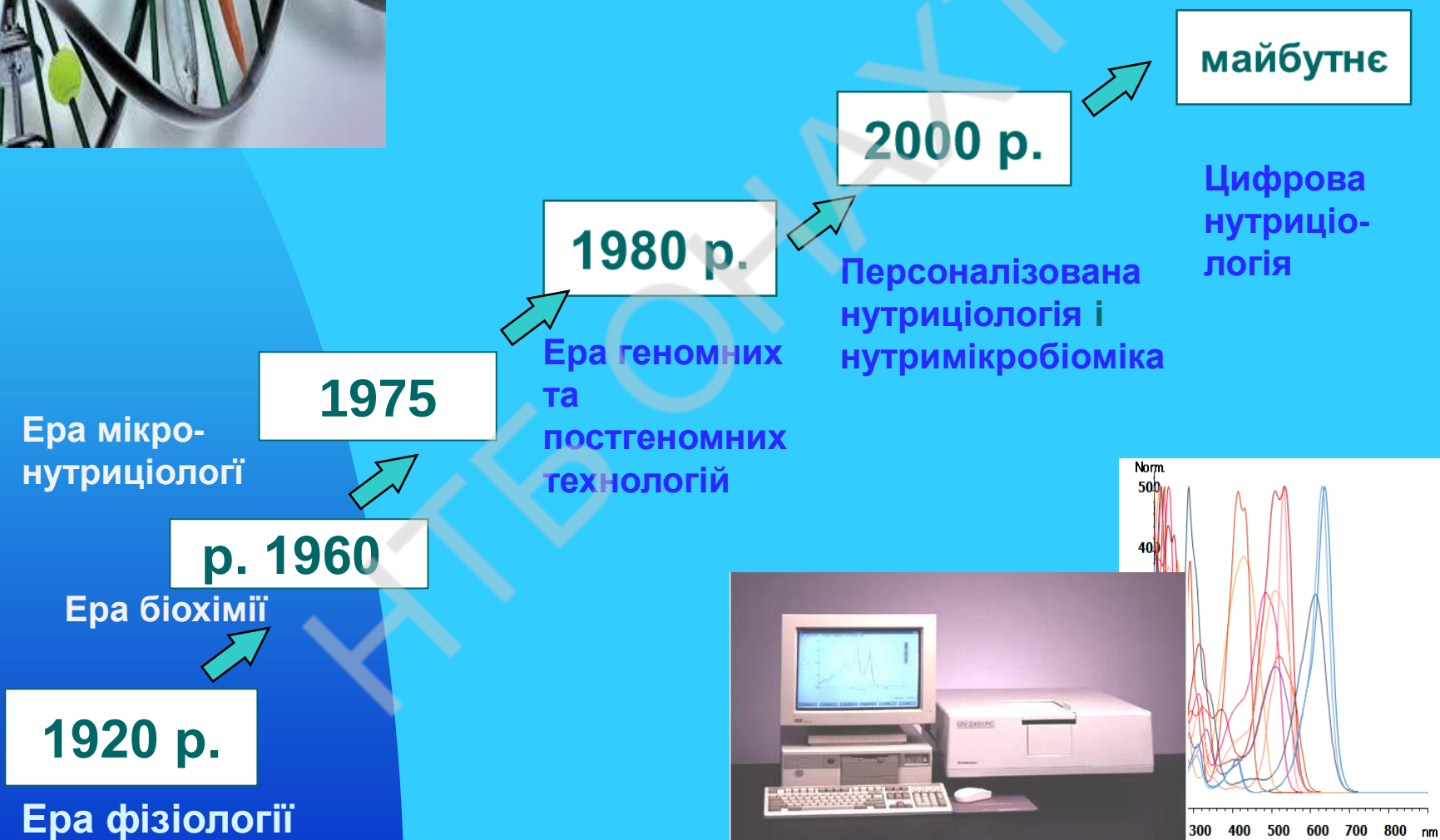
## **«НУТРИОМ»**

Сукупність всіх харчових і біологічно активних речовин необхідних для оптимального функціонування організму

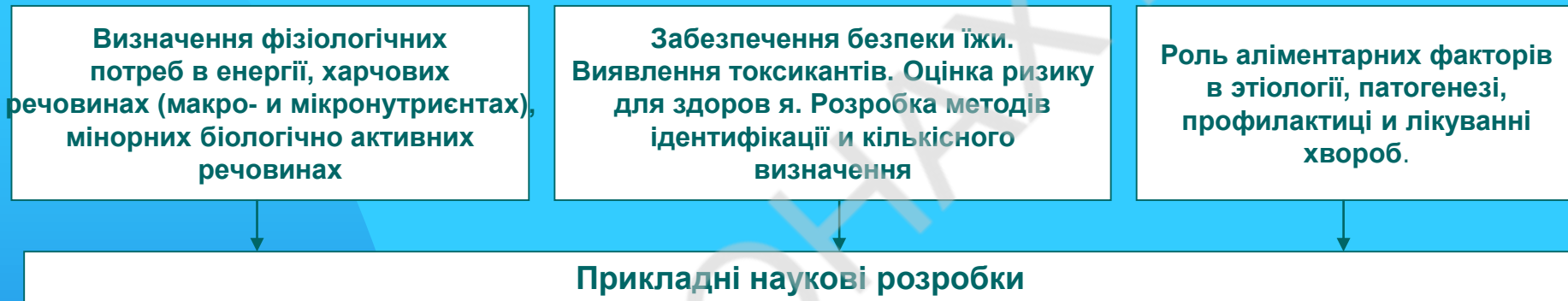
## **«НУТРИМІКРОБІОМ»**

Сукупність мікроорганізмів шлунково-кишкового тракту людини

# Фундаментальні дослідження в науці про харчування - нутриціології



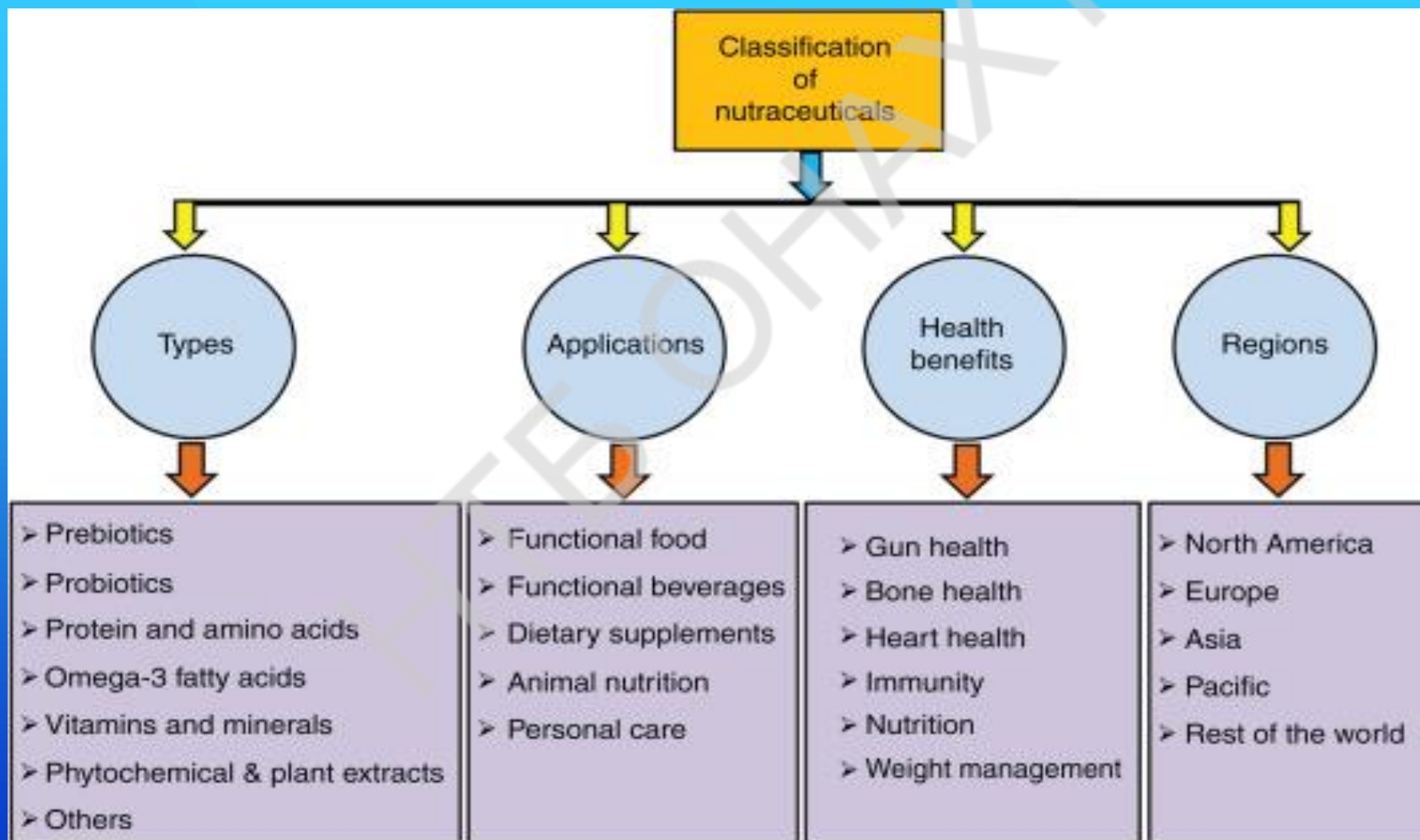
# Фундаментальні проблеми нутриціології



1. Уточнення фізіологічних потреб людини в макро- і мікронутриєнтах, мінорних компонентах їжі.
2. Вивчення фактичного харчування різних груп населення (епідеміологія харчування)
3. Вивчення хімічного складу харчових продуктів
4. Вдосконалення і іновації технологій харчових продуктів
5. Нові джерела харчових речовин
6. Безпека харчової сировини і продуктів
7. Профілактичне і лікувальне харчування

# КЛАСИФІКАЦІЙНІ ОЗНАКИ НУТРИЦЕВТИКІВ

функціональні інгредієнти   напрямки використання   оздоровчі ефекти   регіони



# ЇЖА

## Нутрієнти

Харчові речовини, які перетравлюються

Харчові речовини, які не перетравлюються

Біологічно активні компоненти їжі

Біологічно активні добавки до їжі

Харчові добавки

Контамінанти з навколишнього середовища

Білки  
Ліпіди  
Вуглеводи  
Мінеральні речовини  
Вітаміни

Целюлоза  
Геміцелюлоза  
Петин  
Лігнін та ін.

Біогенні аміни  
3, 6-н ПНЖК  
Органічні кислоти  
Глікозиди  
Гормони  
Поліфеноли

Нутрицевтики:  
Вітаміни  
Мінеральні речовини  
3, 6-н ПНЖК  
Харчові волокна  
Ферменти  
Лецитин та ін.

Ароматизатори  
Емульгатори  
Барвники  
Розпушувачі  
Консерванти  
Антиоксиданти  
Підсолоджувачі  
Загусники  
Ферменти та ін.

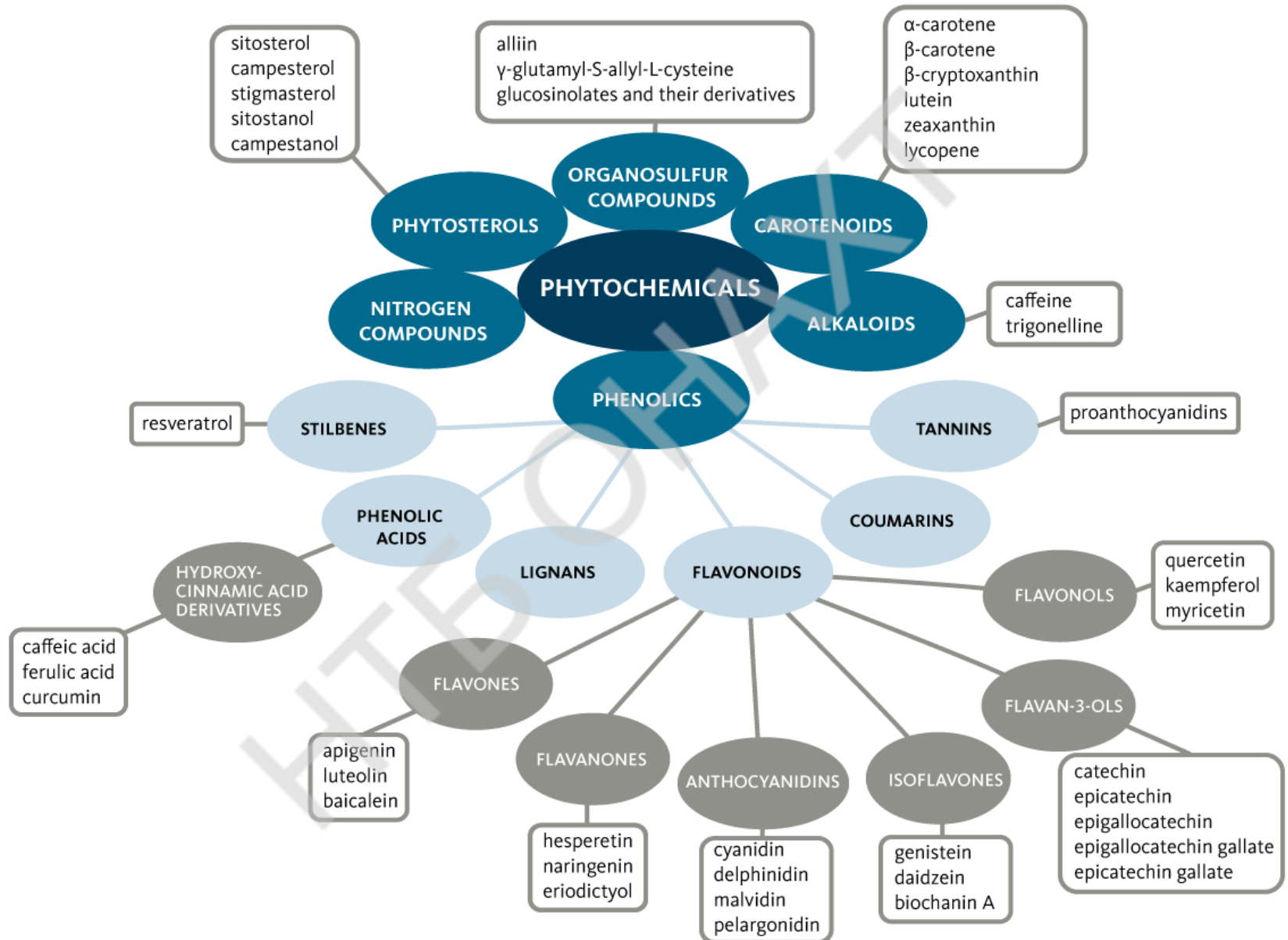
Хімічні:  
Важкі метали  
Нітрати/  
Нітри  
N-нітрозоаміни  
Пестициди  
Антибіотики  
Радіоізотопи

Парафармацевтики:  
Адаптогени  
Тонізатори  
Імуномодулятори  
Гіполіпідеміанти  
Регулятори функцій та ін.

Біологічні:  
Мікотоксини  
Бак. токсини  
ПАВ  
ПХБ  
Стимулятори росту та ін.



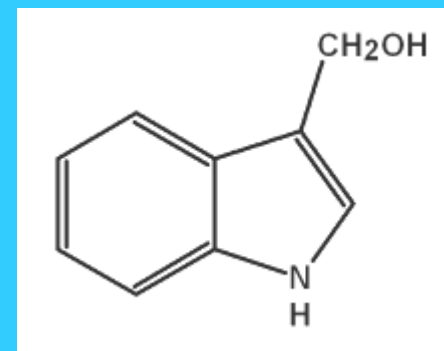
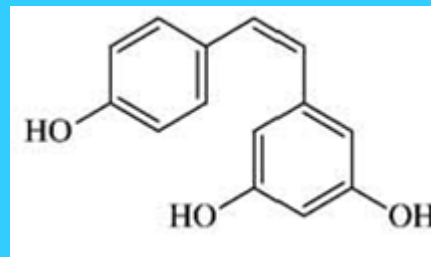
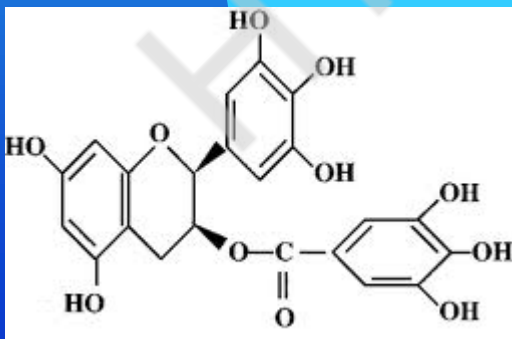
**Figure 1. Bioactive Phytochemicals in Fruit and Vegetables**

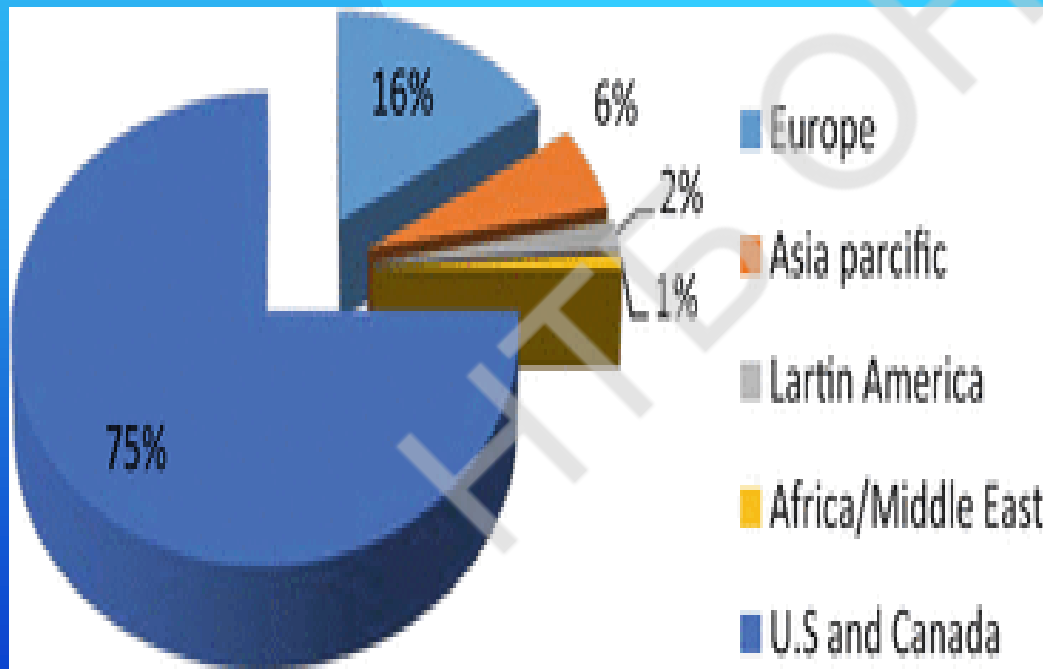
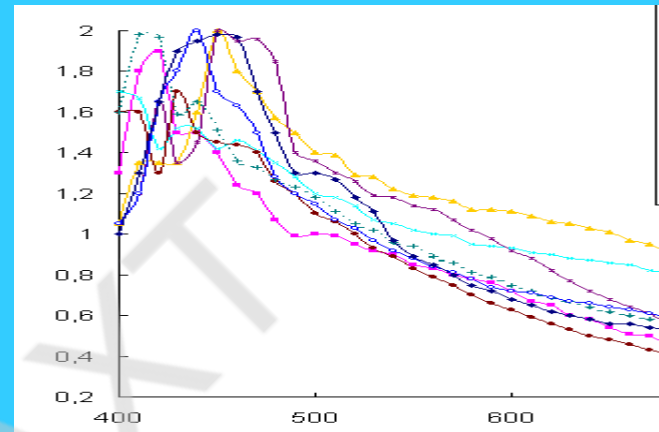


# МІКРОНУТРІЄНТИ – БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ РЕЧОВИНИ

В роботах 1980-2010 р. доказана важлива роль в харчуванні людини таких БАР, як

- Поліненасичені жирні кислоти
- Фітостерини
- Каротиноїди
- Терпеноїди
- Харчові волокна





## Global Nutraceutical Market - Summary



Source: Mordor Intelligence



# Commonly used definitions pertaining to the utilization of an ingested nutrient

| Term                                               | Definition                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u><b>Bioavailability</b></u><br>біодоступність    | The fraction of ingested nutrient that is available for utilization in normal physiologic functions and for storage.                                                                                |
| <u><b>Bioconversion</b></u><br>біоконверсія        | Fraction of bioavailable nutrient that is converted into the active form.                                                                                                                           |
| <u><b>Bioefficacy</b></u><br>біоефективність       | Fraction of ingested nutrient that has a nutritional effect                                                                                                                                         |
| <u><b>Bioaccessibility</b></u><br>біозасвоюваність | Fraction that is released from food matrix and is available for intestinal absorption (typically based on in vitro procedures)                                                                      |
| <u><b>Bioequivalence</b></u><br>біоеквівалент      | Absence of a significant difference in the rate and extent to which 2 active ingredients become available at the site of action, when administered at the same molar dose under similar conditions. |

# Біодоступність ФФІ і ФП

## BIOAVAILABILITY

Bioavailability is the key to nutritional efficiency. From the total intake of food, a lower amount is assimilated and used for storage and metabolic functions

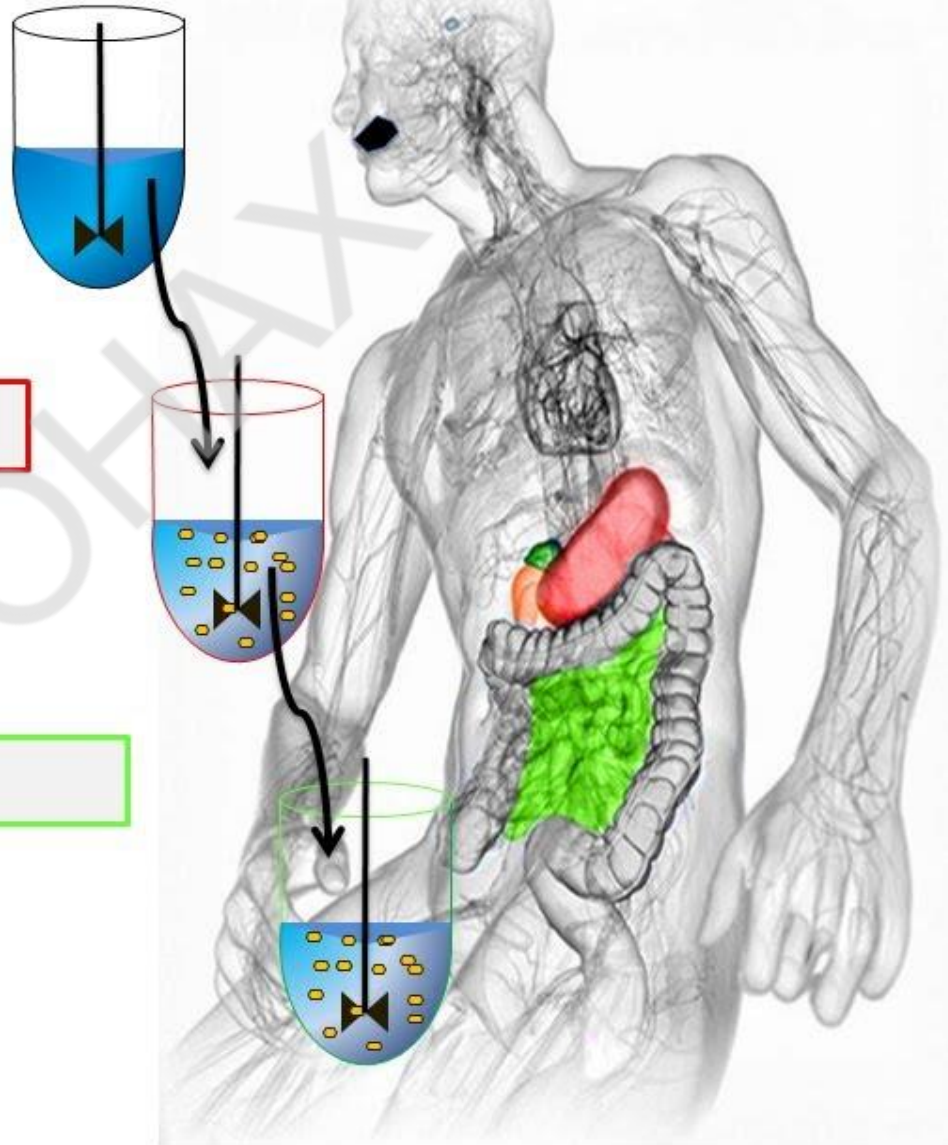
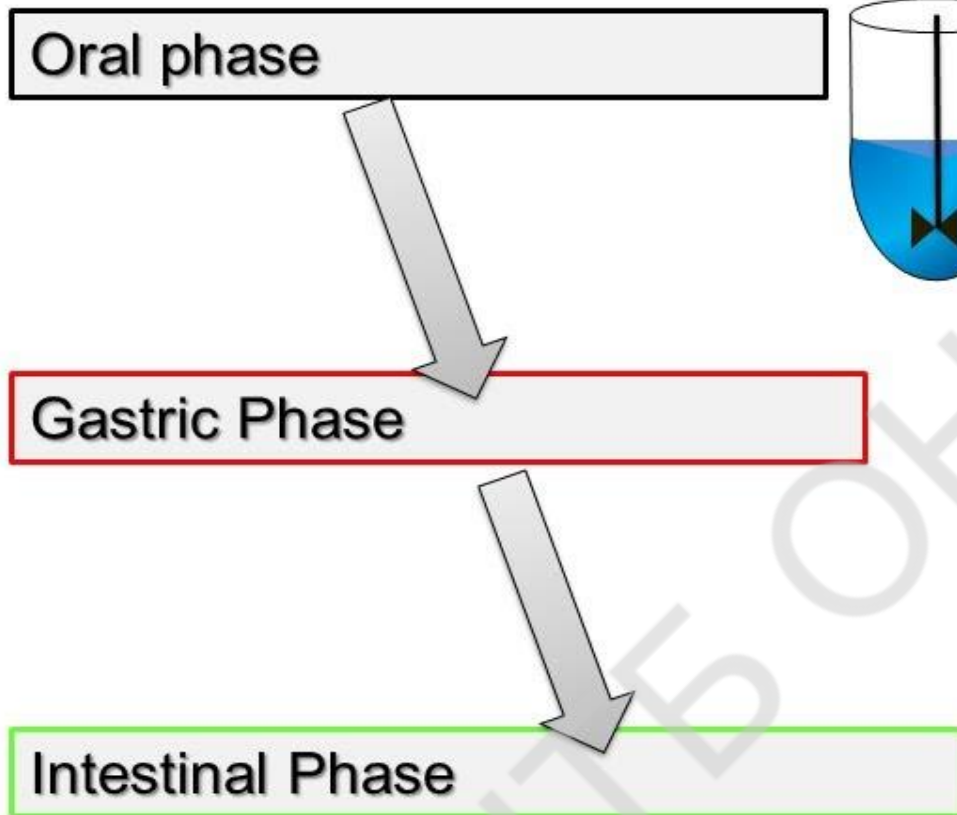
## BIOACCESSIBILITY

- Events that take place during food digestion for transformation into potentially bio accessible material
  - Absorption/assimilation through epithelial tissue
  - Pre-systemic metabolism

## BIOACTIVITY

- Transport and assimilation by the target tissue
- Events that take place during interaction with bio-molecules
- Metabolism or biotransformation and generation of a biomarker
- Physiological response

# *In Vitro* Digestion Method for Food

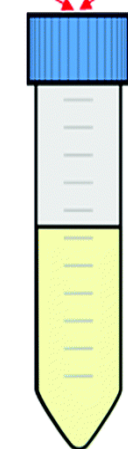




$\alpha$ -amylase

Pepsin

Pancreatin  
Lipase  
Rat intestinal powder



10 min  
37 °C



1 h  
37 °C  
pH 3.0



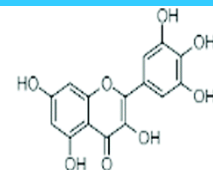
2 h  
37 °C  
pH 6.0

Aqueous  
digesta

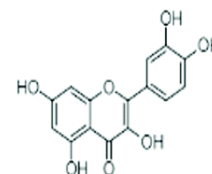
Oral phase

Gastric phase

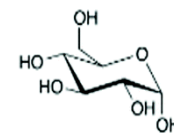
Duodenal phase



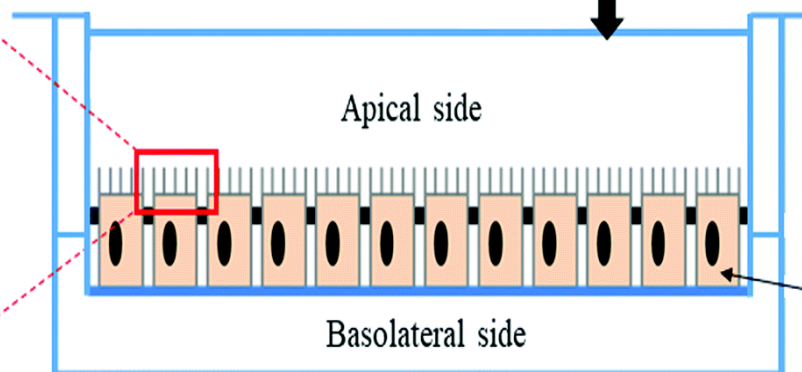
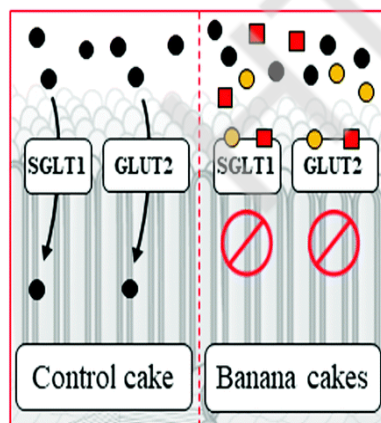
Myricetin ■



Quercetin ●



Glucose ●



Glucose  
transport  
inhibition

Caco-2 cell  
monolayer

# Концепція оптимального харчування

## Раціональне харчування

Натуральні  
природні  
продукти (Біо-, Еко-,  
Органік-  
продукти)

Функціональні  
продукти харчування  
(ФПП)

Биологично  
активні добавки  
(БАДи)

Підтримка здоров'я в сучасних умовах на оптимальному рівні

**Майбутнє у виробництві продуктів**

**Нові концепції в галузі харчування**

**НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ, які дозволяють:**

**Зберегти і поліпшити загальну якість сировини і його фізико-хімічну функціональність**

**Підтримати и посилити харчову и фізіологічну дію готового продукту**

**Підвищити безпеку харчового продукту**

**Нові способи переробки и спеціальної обробки:**  
оптимізовані теплові процеси, мікрокапсулювання, нанотехнології, біотехнології, ІЧ, радіочастотні, омічні та індуктивні методи

**ПРОДУКТИ ХАРЧУВАННЯ**

**Функціональні**

**Органічні  
(Еко, Біо, Органік)**

**Традиційні**

**Генетично  
модифіковані**

**Функціональними (ФХП)** є харчові продукти, які призначені для систематичного вживання у складі звичайних раціонів, які окрім високих нутритивних та споживних властивостей мають здатність позитивно впливати на ті чи інші функції організму завдяки вмісту в їх складі фізіологічних функціональних інгредієнтів, що зберігають і покращують здоров'я та знижують ризик розвитку пов'язаних з харчуванням хвороб.

**Фізіологічно функціональний харчовий інгредієнт (ФФХІ)** – речовина чи комплекс речовин рослинного, тваринного, мікробіологічного, мінерального походження, що володіє здатністю робити сприятливий ефект на одну чи декілька фізіологічних функцій, процеси обміну речовин в організмі людини при систематичному споживанні в кількості, що становить від 10 до 50% від добової потреби



# Місце ФП у сучасному харчуванні



## Ключові фізіологічні функції ФП

```
graph TD; A[Ключові фізіологічні функції ФП] --> B[Компенсація дефіциту біологічно активних компонентів в організмі]; A --> C[Підтримка нормальної функціональної активності органів і систем]; A --> D[Зниження ризику різних захворювань, створення дієтичного фону]; A --> E[Підтримка корисної мікрофлори в організмі людини];
```

Компенсація дефіциту  
біологічно активних  
компонентів в організмі

Підтримка нормальної  
функціональної  
активності органів і систем

Зниження ризику різних  
захворювань, створення  
дієтичного фону

Підтримка корисної  
мікрофлори  
в організмі людини

# Основні фізіологічно функціональні інгредієнти функціональних продуктів харчування



- Вітаміни та каротиноїди (групи В, А, Д, Е і ін., лікопін, лютеїн, зеаксантин, астаксанон і ін.))
- Харчові волокна (розчинні і нерозчинні)
- Мінеральні речовини (кальцій, залізо та ін.)
- Полиненасичені жирні кислоти ( $\omega$ -3,  $\omega$ -6)
- Антиоксиданти (аскорбінова кислота,  $\alpha$ -токофероли,  $\beta$ -каротин, поліфеноли і ін.)
- Пробіотики (біфідобактерії, лактобактерії і ін.)
- Пребіотики (фруктоолігосахариди, інулін, лактулоза, изомальтоолігосахариди і ін.)
- Фітосполуки (глікозиди, ізопреноїди, ізофлавіони, лігнани, фітостерини, ізотіоціанати, сульфарофани)
- Амінокислоти і пептиди (Arg, Lys, Leu, лактоферин, іммунопептиди і ін.)
- Ферменти (травні, СОД, ін.)

# Користь і ризики ФП vs ліки

| ФП і ФІ                                    | Ліки                      |
|--------------------------------------------|---------------------------|
| Енергія / харчування / необхідні для життя | Лікування хвороб          |
| Використання на протязі всього життя       | Миттєвий ефект            |
| Все населення                              | Цільове призначення       |
| Безпечні                                   | Користь > ризик           |
| Вибір споживача                            | Медичний рецепт           |
| Вартість лікування низька                  | Вартість лікування висока |

# Деякі приклади функціональних продуктів і функціональних інгредієнтів з їх ефектами на здоров'я людини

| Функціональні продукти                         | Функціональні інгредієнти             | Можливий оздоровчий ефект                           |
|------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Шоколад                                        | Флаваноїди (проантоціанідіни)         | Знижують ЛНП і холестерин                           |
| Зелений чай                                    | Катехіни                              | Знижують ризики деяких типів раку                   |
| Томати і продукти їх переробки                 | Лікопін                               | -//-                                                |
| Червоне вино                                   | Поліфенольні сполуки                  | Знижують ризик захворювань серцево-судинної системи |
| Риба                                           | ПНЖК ( $\omega$ -3)                   | -//-                                                |
| Ферментовані молочні продукти                  | Пробіотики                            | Підтримують здоров'я ШКТ та імунітет                |
| Хрестоцвітні                                   | Глюкозинолати, індולי                 | Знижують ризики деяких типів раку                   |
| Баранина, індичка, яловичина, молочні продукти | Кон'юговані лінолеїнові кислоти (КЛК) | Знижують ризики раку молочної залози                |
| Журавлиний сік                                 | Проантоціанідіни                      | Знижують інфекції уrogenітального тракту            |
| Збагачений сік                                 | Розчинні харчові волокна              | Знижують запальний і ЛНП холестерол                 |
| Часник                                         | Органосульфонові сполуки              | -//-                                                |

# Технічні можливості і рішення при створенні функціональних продуктів

## Поставлена задача

Видалення шкідливих компонентів

Підвищення концентрації корисних природних компонентів

Модифікація природних компонентів для підвищення біоактивності.

Додавання неприродних корисних компонентів

Заміна шкідливих компонентів корисними

Підвищення біодоступності корисних компонентів

Поліпшення збереження корисних компонентів в сировині чи продуктах харчув.

## Можливе рішення

Мембранне сепарування, ензиматичні процеси, екстракція суперкритичними рідинами

Технології ферментації, ензиматичні процеси, мембранне сепарування

Спеціально розроблені ензиматичні процеси, переробка під високим тиском

Процеси ферментації, емульсійні технології, переробка під високим тиском

Екстракція суперкритичними рідинами, хроматографічні методи, мембранне сепарування

Технологія ферментації, мікрокапсулювання, пульсуючі електричні поля

Процеси інкапсулювання, сферична упаковка

**Традиційний харчовий продукт**

**Концепція**

нового продукту, моніторинг якості і її ефективності корисних властивостей ФП, ідентифікація ФІ, конструювання формули ФП.

**Технологічні підходи**

Вилучення шкідливих, чи їх заміна корисними компонентами

Підвищення концентрації ФІ за допомогою технологічних прийомів

Збагачення ФП корисними фізіологічно функціональними інгредієнтами

Модифікація природних компонентів для підвищення їх біодоступності

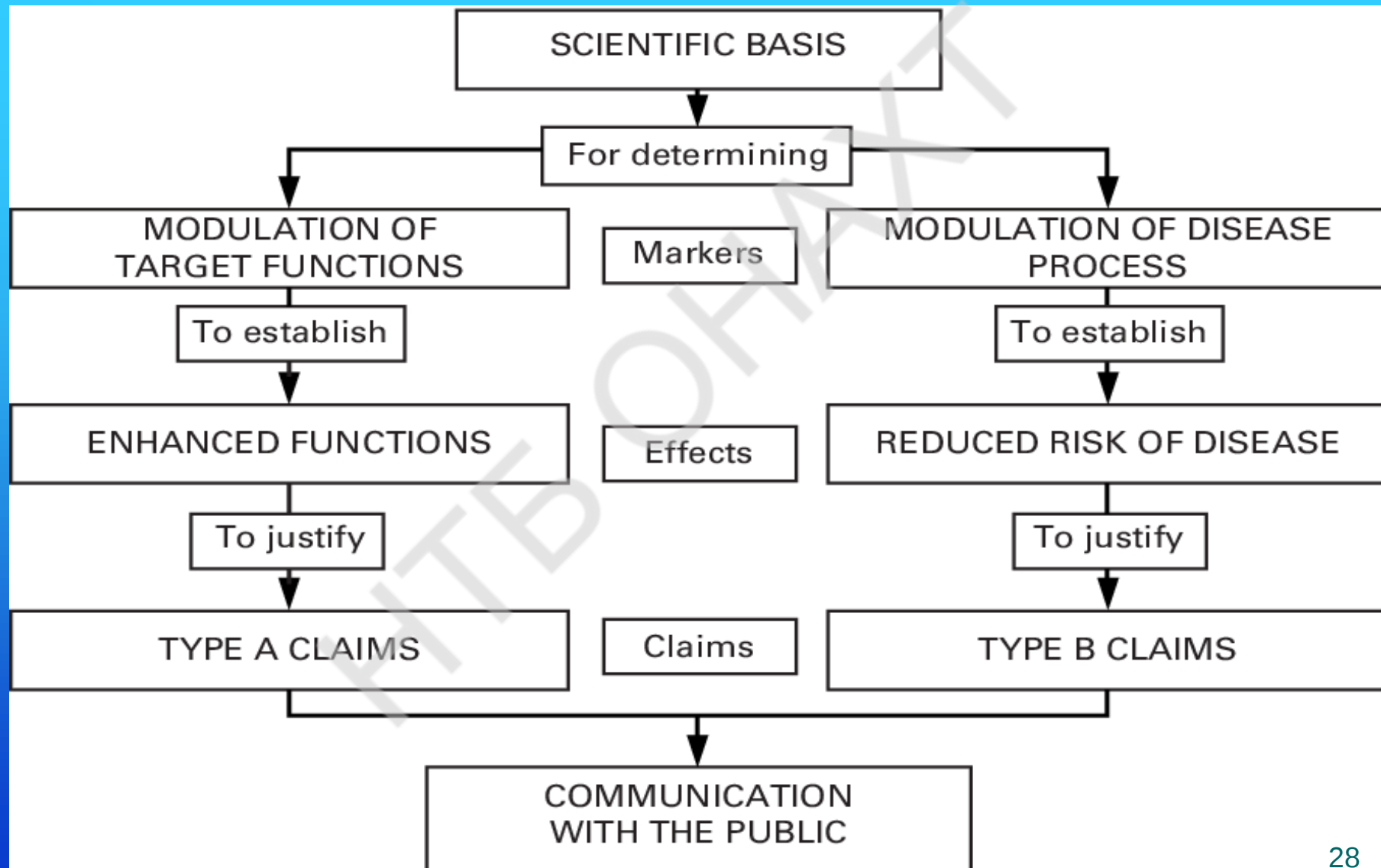
Поліпшення зберігання корисних компонентів ФП

**ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ**

Мембранні методи розділення, оптимізовані термічні процеси, сучасні нетермічні методи, екстракція суперкритичними рідинами, біотехнологічні методи (ензиматична обробка, ферментація), іммобілізація і мікрокапсулювання БАР, нові пакувальні безпечні матеріали і системи

**Функціональний продукт**

# Linking the scientific basis of functional foods with the communication about their benefits to the public



**Fig. 3** From the scientific basis for functional foods to communication with the public



# Створено нові фізіологічно функціональні інгредієнти шляхом біофракціонування і біомодифікації рослинної сировини



# Перспективні напрямки використання ферментів і мікроорганізмів при виробництві функціональних зернових продуктів



# 7 шляхів впровадження ФП на ринок

1

- Ідентифікація взаємовідносин між харчовим продуктом і користю для здоров'я

2

- Вияв ефективності і визначення рівня споживання необхідний для досягнення бажаного ефекту;
- ідентифікація біоактивного компоненту(ФІ);
- оцінка стабільності і біодоступності ФІ;
- довід ефективності через кінцеві точки і біомаркери;
- оцінки споживання певними групами населення.

3

- Визначення ефективних рівнів безпечності

4

- Розробити харчовий продукт з включеннями ФІ

5

- Продемонструвати достатні наукові докази ефективності продукту

6

- Довести вигоди до споживача

7

- Підтвердження ринку про ефективність і безпечність:
- моніторинг ефективності;
- моніторинг споживання;
- моніторинг безпечності.



# Три генерації функціональних продуктів

## 1<sup>а</sup> генерація

Харчові добавки:  
- вітаміни  
- збагачені кальцієм  
- харчові волокна

- фізіологічно активні компоненти з встановленою ефективністю
- дослідження, які базуються на епідеміологічних даних

## 2<sup>а</sup> генерація

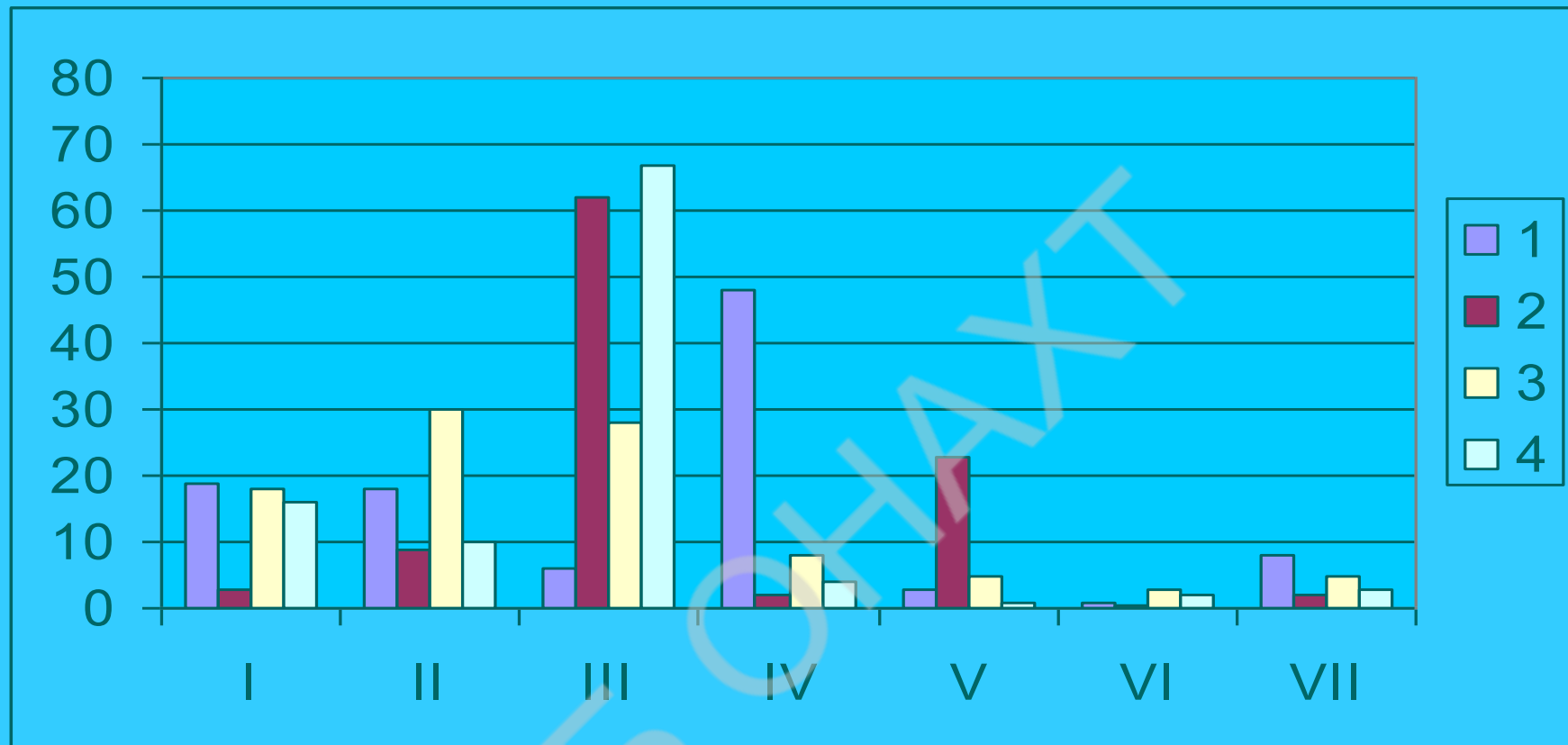
Природні ФП:  
- броколі  
- йогурти  
- зелений чай  
- цільнозернові продукти

- дослідження, які базуються на безпеці та ефективності: «відкриття» позитивних ефектів харчових компонентів
- активні інгредієнти, які ще не ідентифіковані чи ефективність яких підтверджена

## 3<sup>а</sup> генерація

Збагачені ФП:  
- нові функціональні інгредієнти  
- нові ФП

- нещодавно розроблені функціональні інгредієнти/харчові продукти з доведеною ефективністю
- дослідження, які базуються на «фармакологічному» типі скринінгу: розвиток спрямований на фізіологічних ефектах, оптимізований склад, біодоступність



### Основні групи ФП в США (1), Європі (2), Росії (3) и Україні (4)

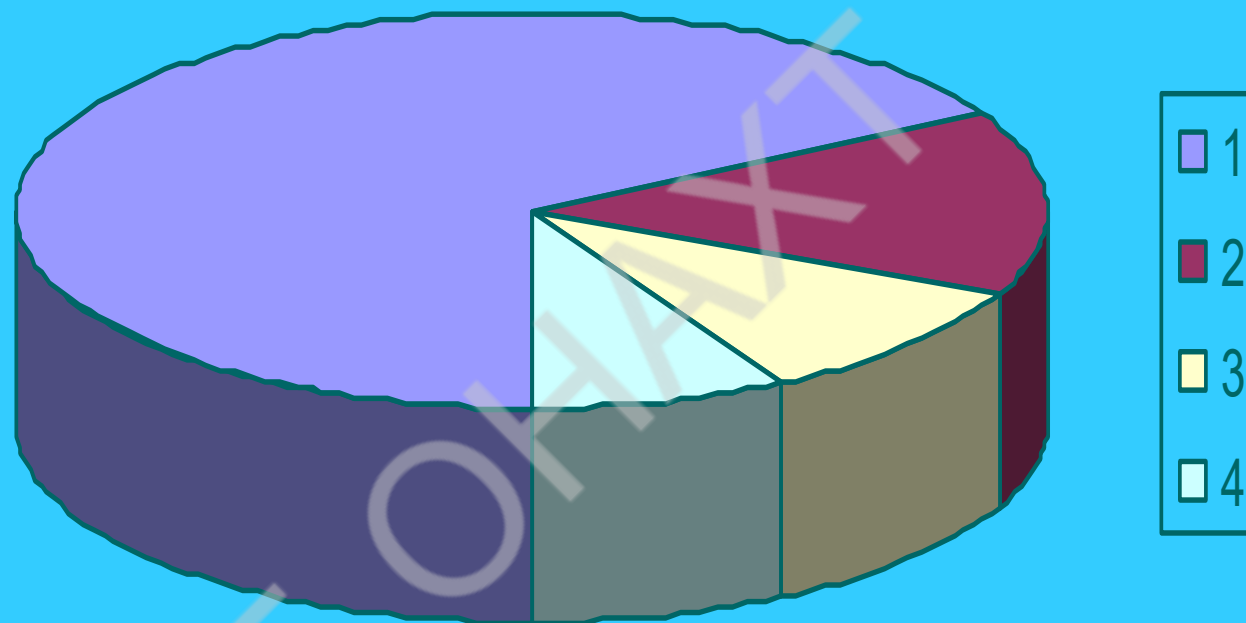
I – зернові продукт; II – хлібобулочніые вироби;

III – молочні пробіотичні продукти; IV – напої;

V – консервовані продукти; VI – кондитерські вироби;

VII – інші продукти (олієжирові, м'ясні та ін.)





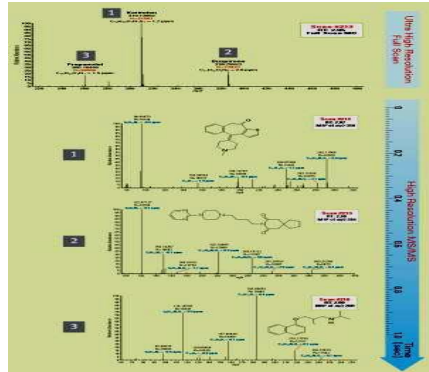
## Долі ФП на українському ринку у 2018 р.

1 – молочні продукти; 2 – зернові продукти;  
3 – хлібобулочні вироби; 4 – інші.

# Специфічні біомаркери

- . Последние достижения в области множественных «омических» (multi-omics) подходов (например, геномика, транскриптомика, протеомика, метаболомика, цитометрия и визуализация) в сочетании с биоинформатикой и биостатистикой позволили ускорить обнаружение и разработку специфических биомаркеров для сложных хронических заболеваний. Хотя многие проблемы еще предстоит решить

# КЛАСИФІКАЦІЯ БІОМАРКЕРІВ



Consumption  
of functional  
food  
component

Markers of  
exposure  
to food  
component

Markers of  
target function /  
biological  
response

Markers of  
intermediate  
endpoint

Improved state  
of health and  
well-being

or

Reduced risk  
of disease





# Біомаркери стану здоров'я і ризиків захворювань

|                                   |                                                               |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Загальний стан здоров'я           | Температура тіла, кров'яний тиск, частота пульсу, індекс ваги |
| Захворювання серця                | мікроРНА, GlycA, GPBB, CKMB, міоглобін                        |
| Атеросклеротичні захворювання     | кров'яний тиск, LDL- холестерин, HDL-холестерин, IMT          |
| Нейропсихіатричні захворювання    | GOMT, NRG1, RGS4, DAOA                                        |
| Імунна система                    | SNS, HDA і інші                                               |
| Діабет                            | толерантність до глюкози, рівень інсуліну                     |
| Функції шлунково-кишкового тракту | холецистокінін, в'язкість, час транзиту                       |
| Онкологія                         | ПСА, СА, CEA і інші                                           |
| Ожиріння                          | індекс маси тіла, вгодованість                                |
| Здоров'я кісток                   | щільність кісток, кінетика кальцію                            |

## 2.b. Role of Biomarkers (1/2)

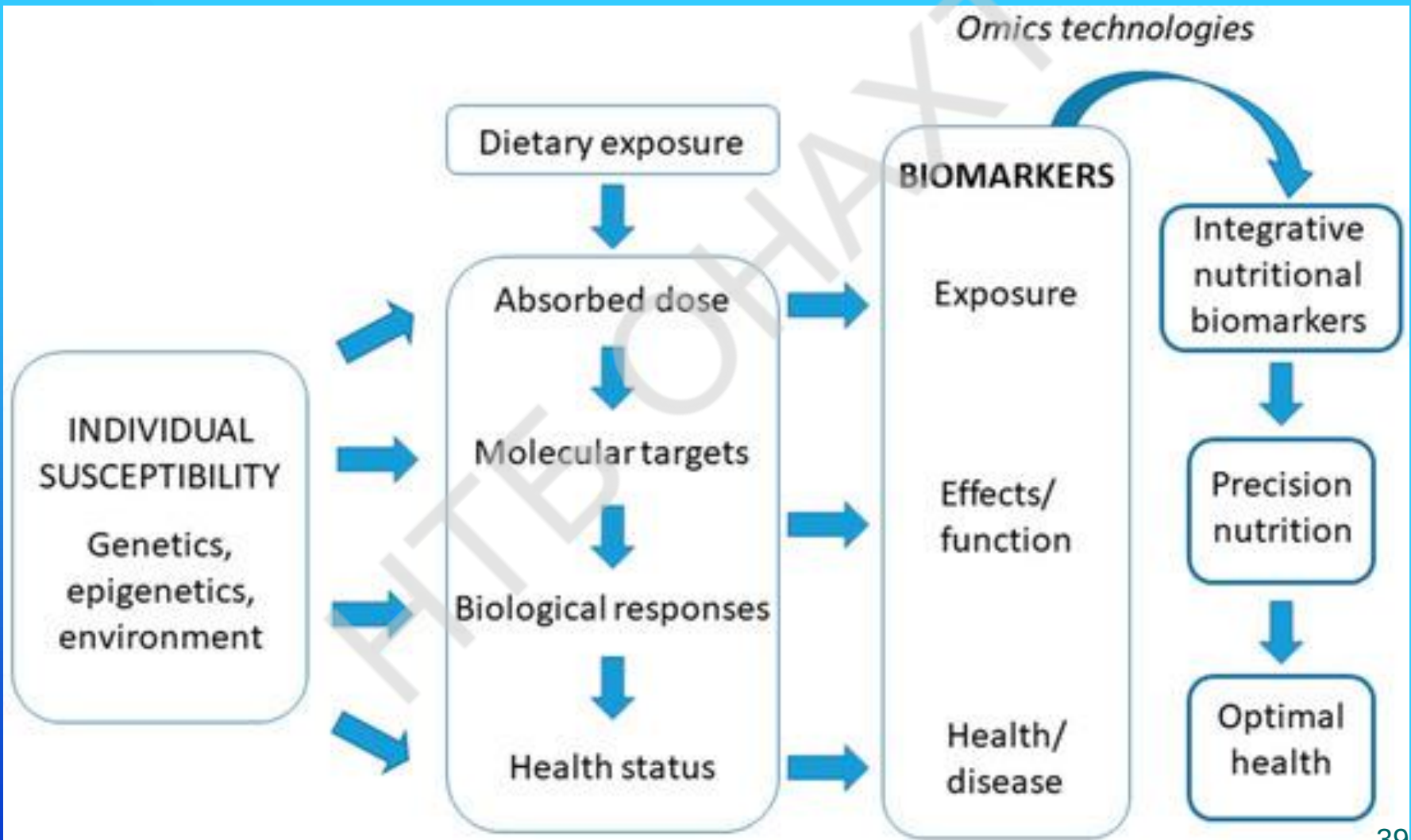
In Functional Food Research, biomarkers are usually **biological endpoints** that **directly correlate** with **health status** or **with exposure to specific health benefits**.

They are a specific **Physical Trait** used to measure or indicate the effects or progress of a disease or condition.

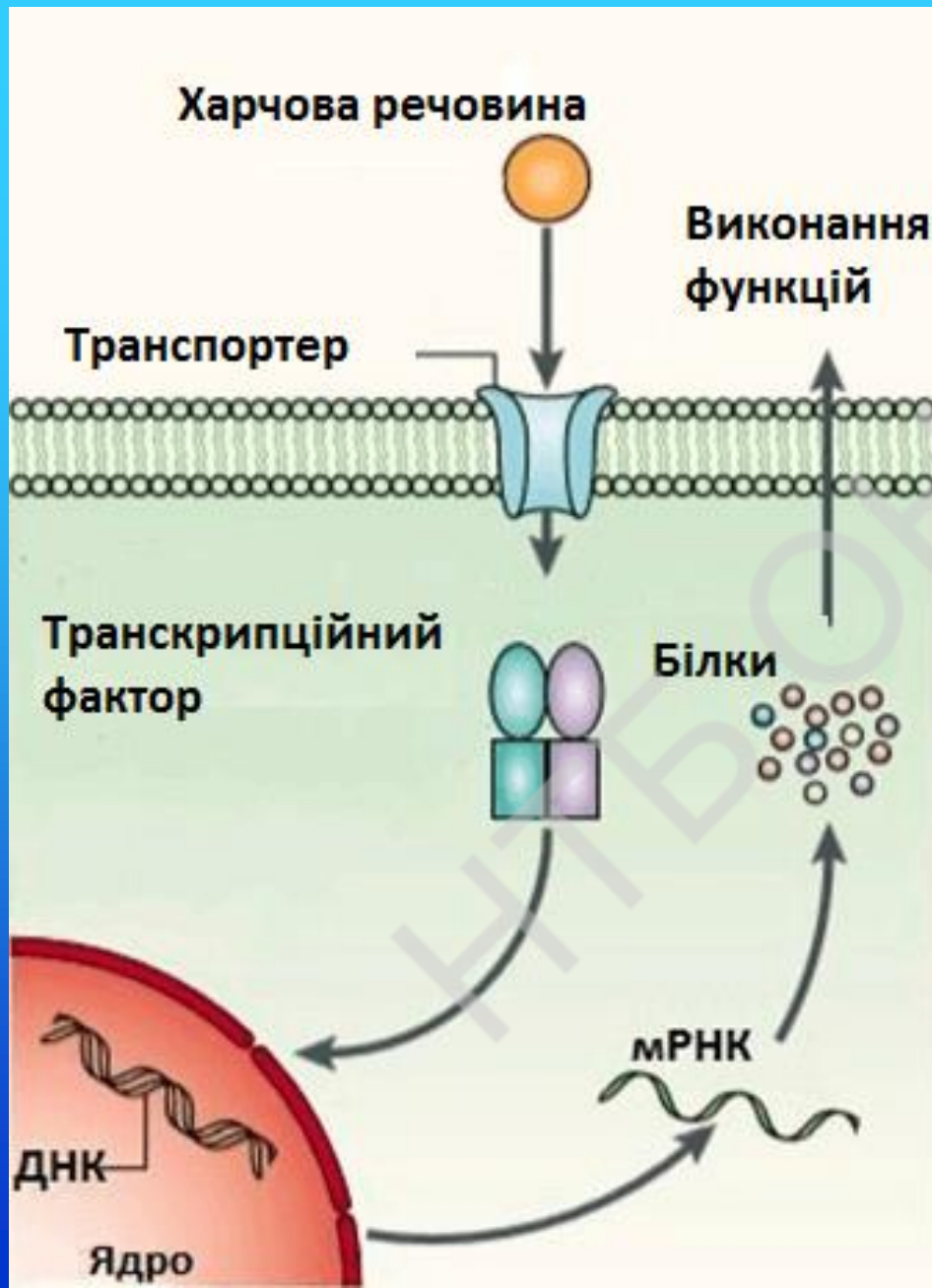




# ВІД НУТРИГЕНОМІКИ ДО оптимального здоров'я



# Нутригеномні методи досліджень



Біоінформатика та  
системна біологія

Метаболом

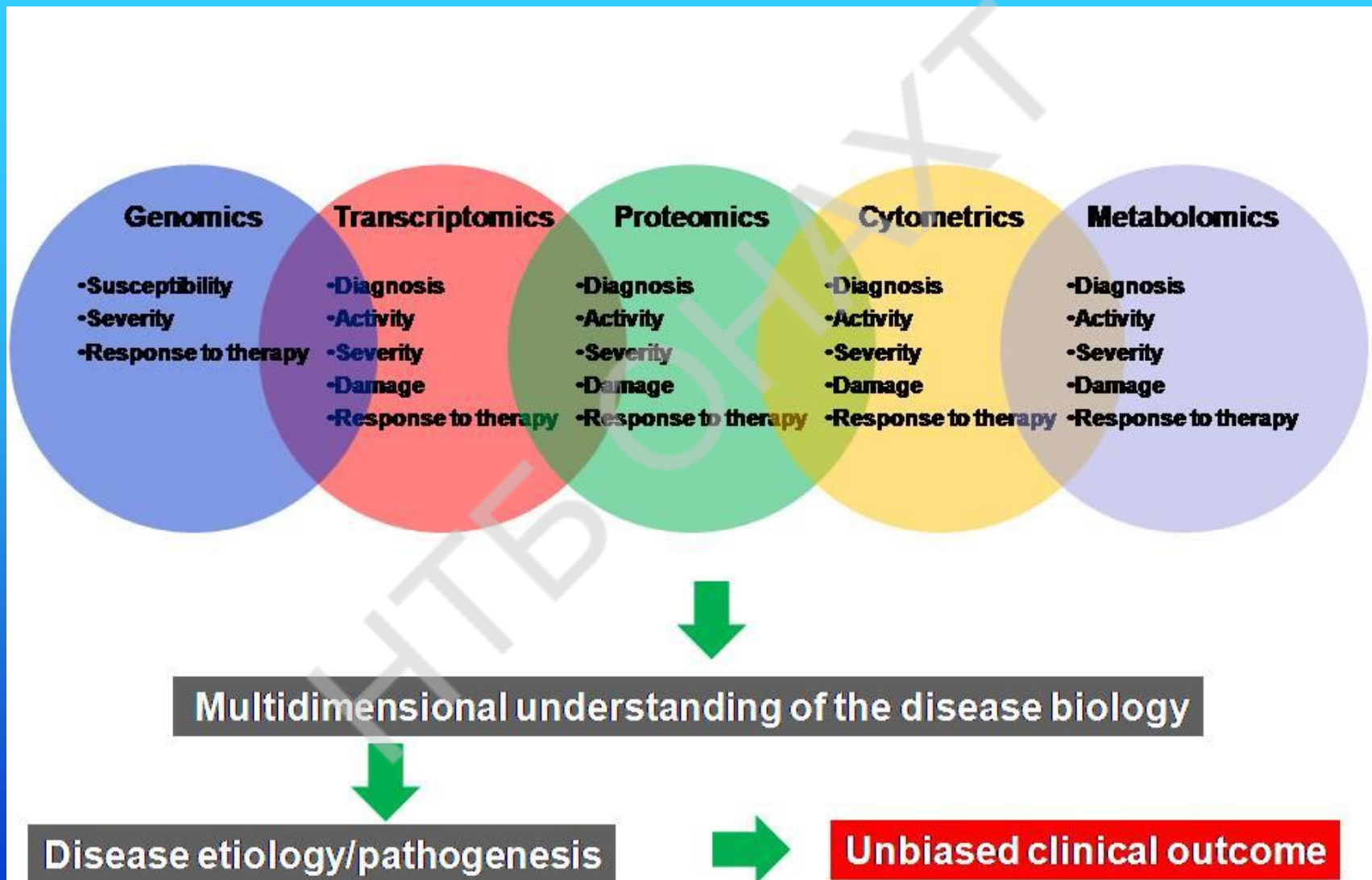
Протеом

Транскриптом

Ідентифікація  
молекулярних  
маркерів та  
мішеней для  
впливу

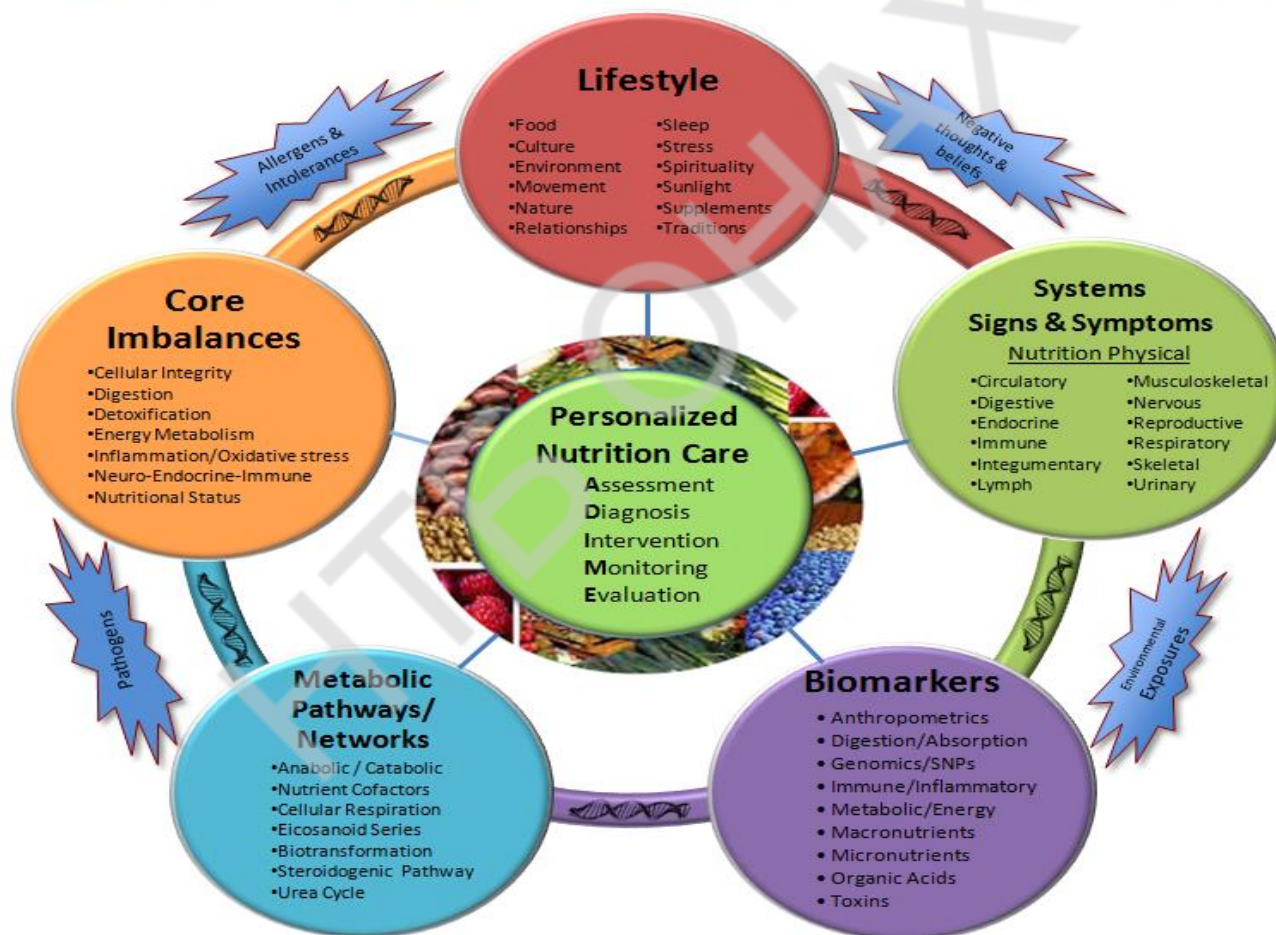
Попередження  
хвороб

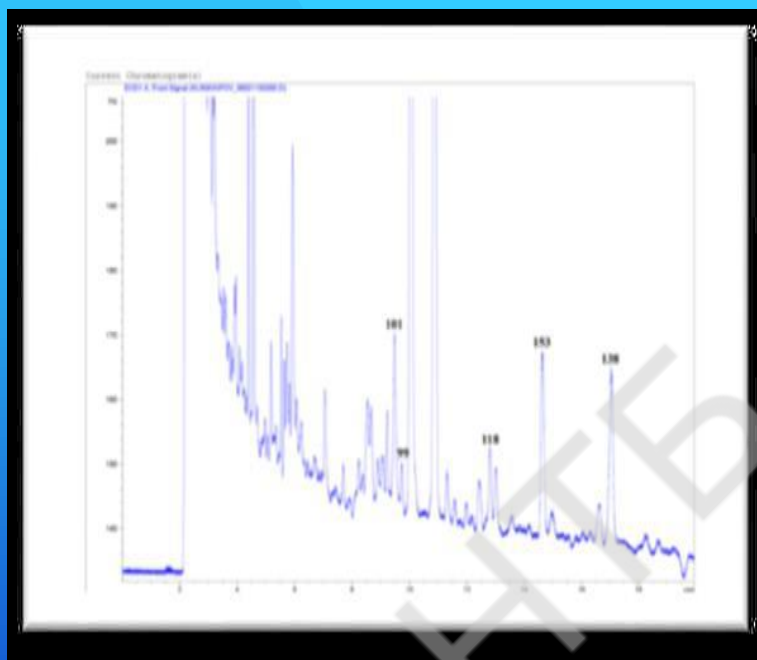
# МУЛЬТИ-ОМІЧНІ ПІДХОДИ У РОЗРОБЦІ СПЕЦИФІЧНИХ БІОМАРКЕРІВ, ФФІ та ПЕРСОНАЛІЗОВАНИХ ДІЄТ



# Інтегративна і функціональна дієтотерапія - новий тип харчування направлений на виявлення першопричин захворювань, а не на призначення протоколів харчування на основі діагнозу

## Integrative & Functional Medical Nutrition Therapy (IFMNT) Radial





Скринінг нових функціональних  
біоактивних інгредієнтів *in vitro*

Якість і  
аутентичність  
ФП

Харчові  
технології

Виробництво  
функціональних  
Інгредієнтів  
(Рослини та  
мікроорганізми)

## Нутригеноміка



Людина

Розвиток  
біомаркерів

Генотип

Тестування  
безпеки

Тестування  
ефективності

# Геном людини: генетична платформа досліджень

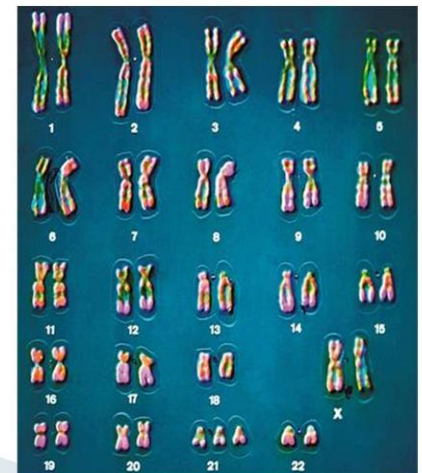
- Високопродуктивні методи виявлення поліморфізмів
- Геномно-асоціативні дослідження
- Повногеномне секвенування геному
- Визначення генетичних факторів схильності до аліментарно-залежних

## Геном людини.

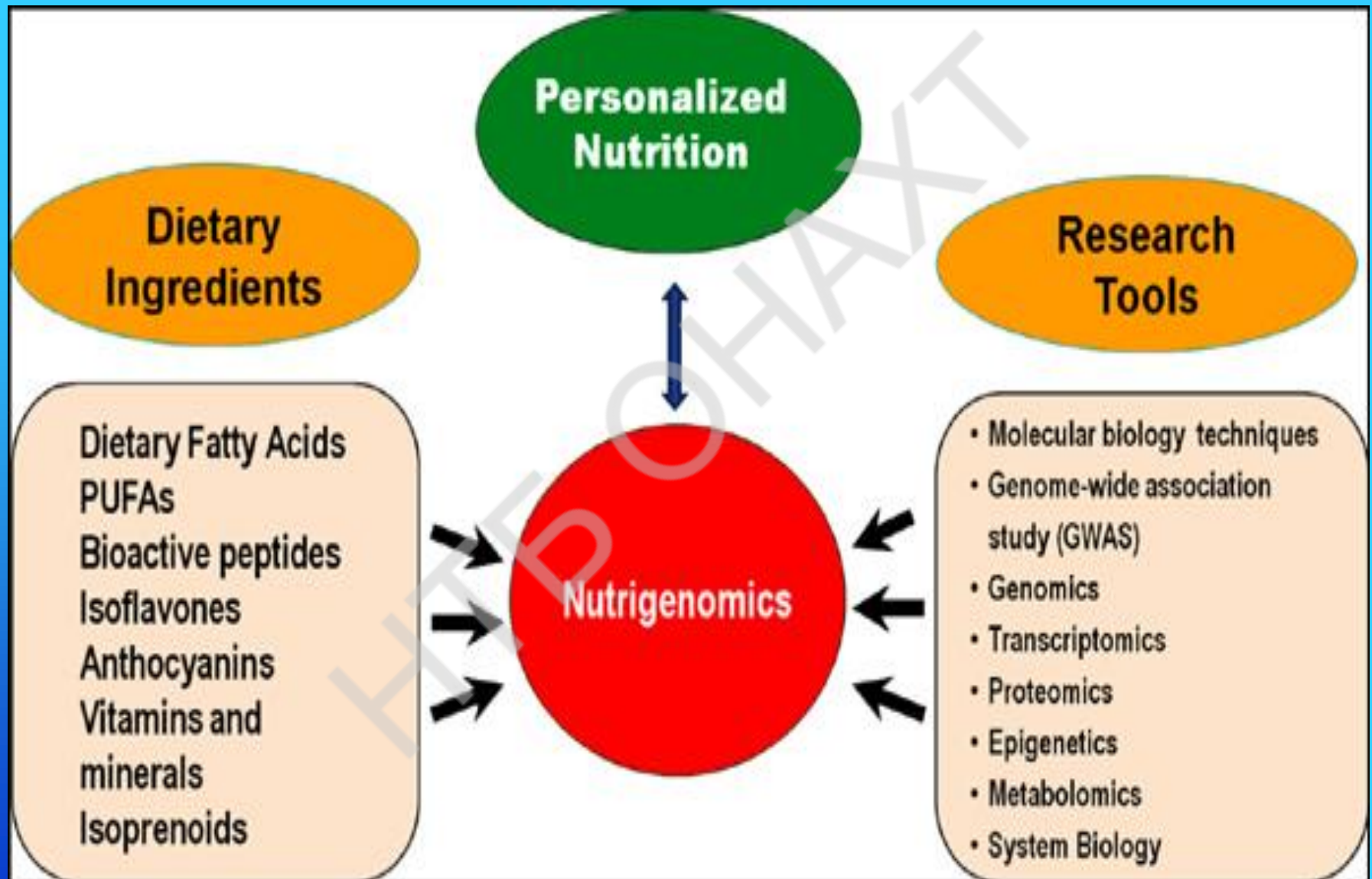
На початку 90-тих років запусканий міжнародний науково-дослідний проект «ГЕНОМ ЛЮДИНИ» (США, Росія, Японія, Німеччина, Україна...), який у 2001 році закінчився повним розшифруванням геному людини.

Він складає 3,12 млн. т. п. н., для того щоб надрукувати цю послідовність нуклеотидів потрібно 200томів по 1000сторінок.

І от, **17 травня 2006 р.** дослідники Wellcome Trust Sanger Institute разом з американськими й англійськими колегами оголосили про закінчення останнього етапу роботи з розшифровки повного генома людини – секвенування найбільшої, першої хромосоми. Про це повідомляється в статті S.G. Gregory "The DNA sequence and biological annotation of human chromosome 1", опублікованої 18 травня в журналі Nature.

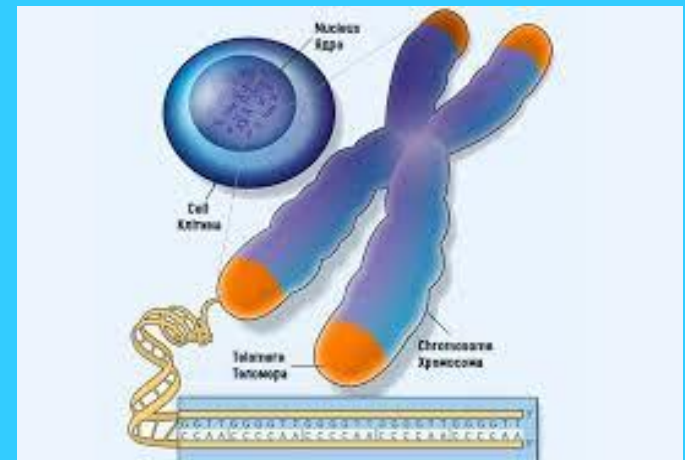
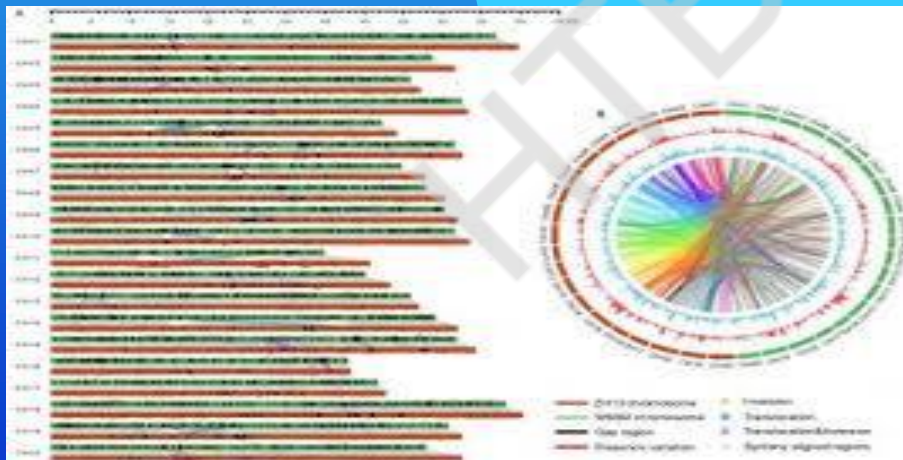


# ПЕРСОНІФІКОВАНІ ДІЄТИ



**П'ЯТИЙ (СУЧАСНИЙ) НАУКОВИЙ ЕТАП У  
РОЗВИТКУ НУТРИЦІОЛОГІЇ –  
ПЕРСОНАЛІЗОВАНА НУТРИЦІОЛОГІЯ І  
НУТРИМІКРОБІОМІКА**

- **Антропонутриціологія**, як шлях до персоналізації харчування
- **Мікробіом кишечника** – сукупність мікроорганізмів, які активно приймають участь в метаболічних і імунних процесах макроорганізму



# НУТРИМІКРОБІОМІКА – НОВИЙ ВЕКТОР НУТРИЦІОЛОГІЇ

Мікробіом кишечника людини  $10^{14}$  мікробних клітин (людина **10%** клітин еукаріот и **90%** мікробних клітин)

• **1014 видів** тільки в 4 (з 70 представлених) філумах:

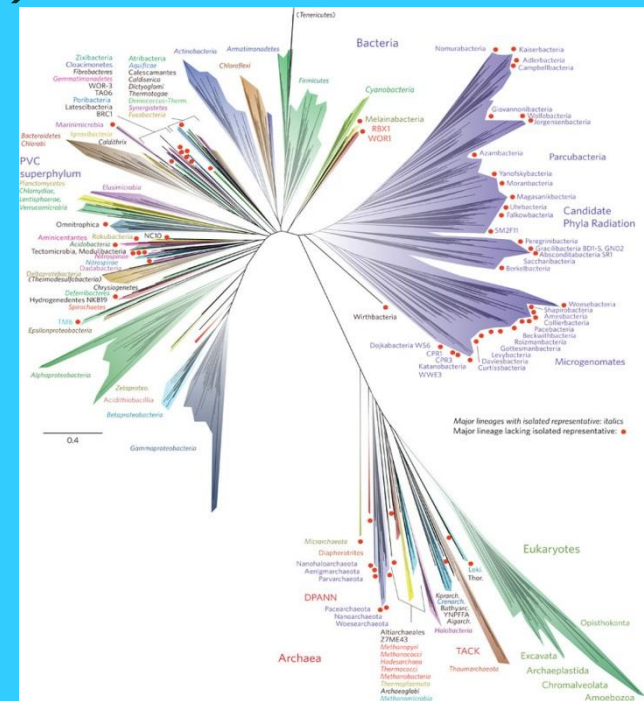
**Firmicutes** (*E. rectale*-*Cl. coccoides*, *Cl. leptum*, *Lactobacilli*)

**Bacteroidetes** (*Bacteroides*, *Prevotella*)

**Actinobacteria** (*Bifidobacterium*)

**Proteobacteria** (*Escherichia*, *Shigella*)

Сукупний мікробний геном  
містить **3,3 млн** кодуючих  
сиквенсів (відкритих рамок  
зчитування) проти **30 тис**  
у геномі людини



# ШОСТИЙ (ПРИЙДЕШНІЙ, ПРОГНОЗОВАНИЙ) НАУКОВИЙ ЕТАП РОЗВИТКУ НУТРИЦІОЛОГІЇ - ЦИФРОВА НУТРИЦІОЛОГІЯ

- Оцифровування антропометричних показників індивіда, його метаболізму і потреб в нутриєнтах
- Оцифровування хімічного складу продуктів
- Програма складання персоналізованих раціонів, які відповідають потребам індивіда
- Контроль за динамікою показників здоров'я

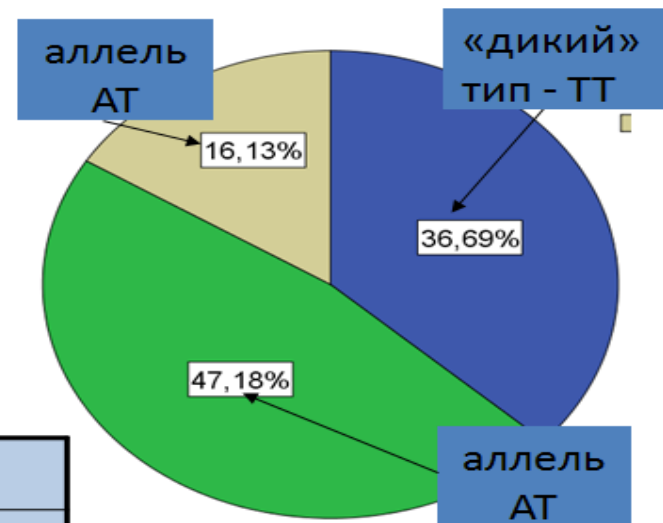


# Геном людини: генетична платформа досліджень

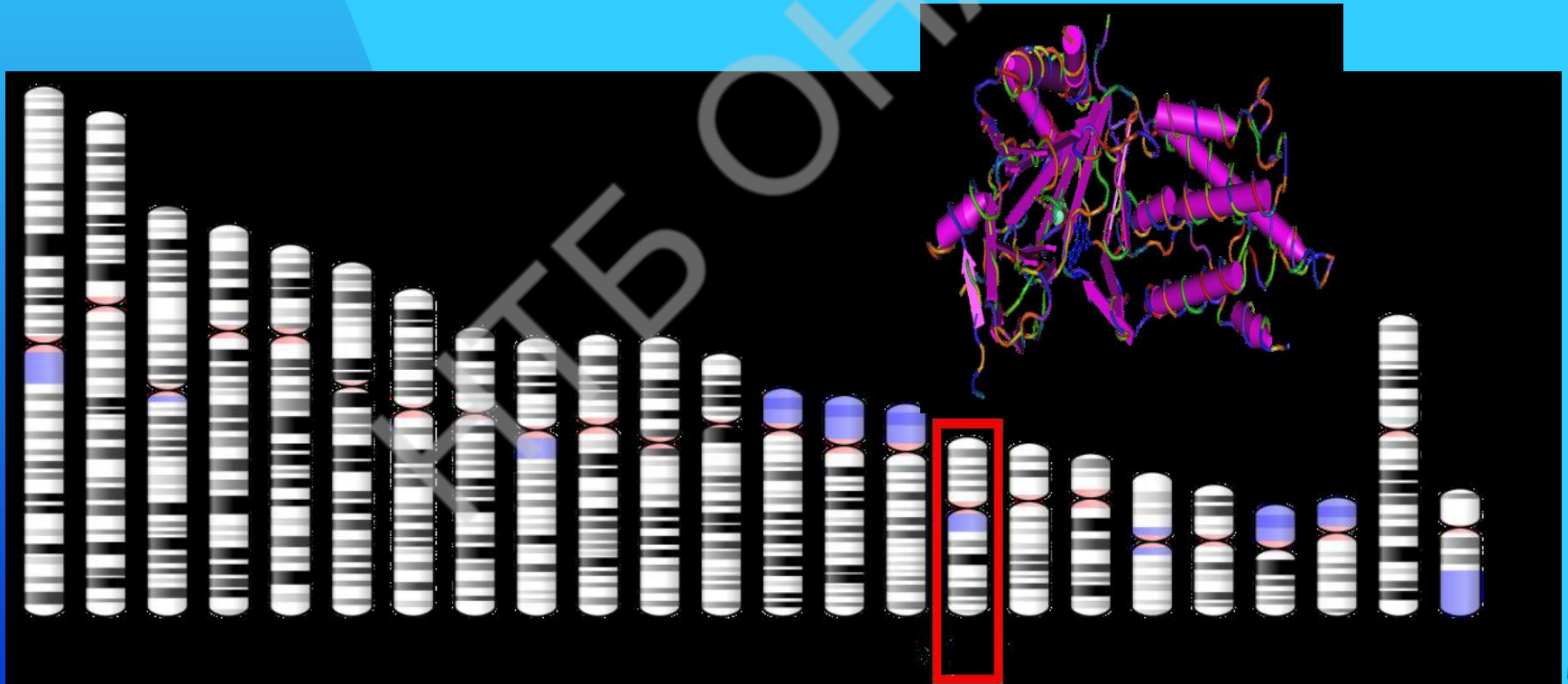
- Високоєфективні методи виявлення поліморфізму
- Повногеномне секвенування геному громадян
- Визначення генетичних факторів схильності до аліментарно-залежних захворювань

- Ген FTO (Fat mass- and obesity-associated gene), пов'язаний з регуляцією основного обміну:
- гетеро- і гомозиготні алелі виявлені у 63% обстежених (n-340), встановлено зв'язок з поширеністю ожиріння;

|                   | AA+AT | TT   |
|-------------------|-------|------|
| ИМТ               | 38,2  | 36,0 |
| Жирова<br>маса, % | 46,2* | 38,5 |



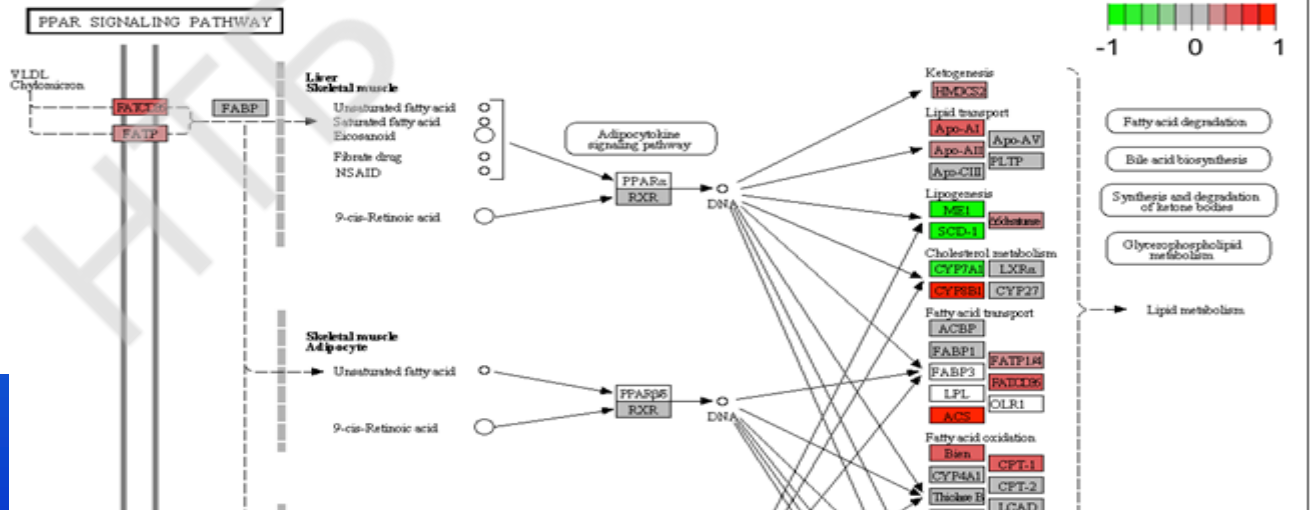
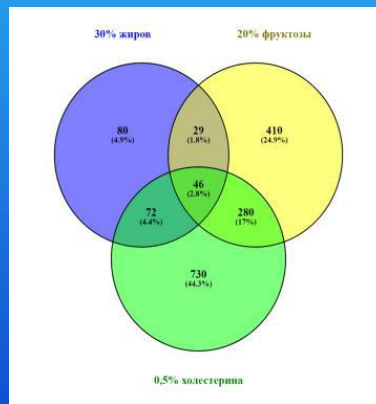
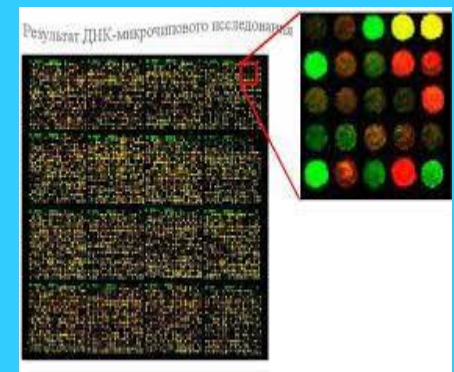
## ■ FTO gene



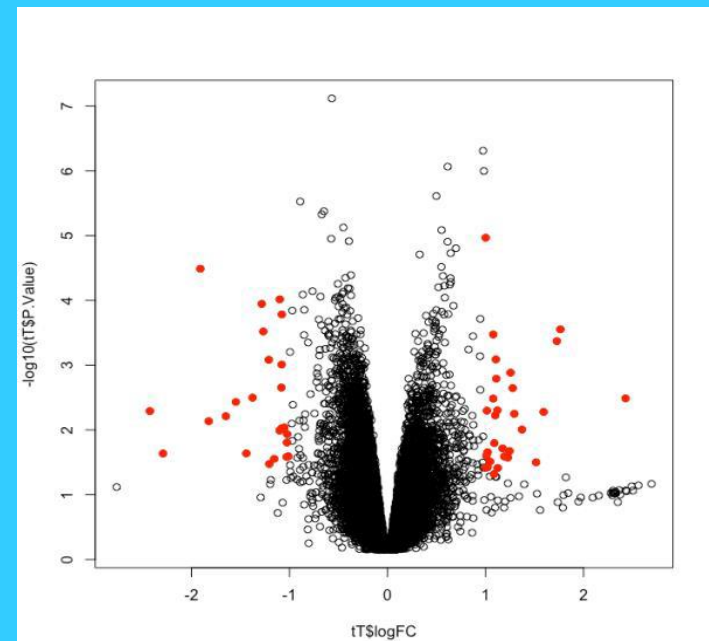
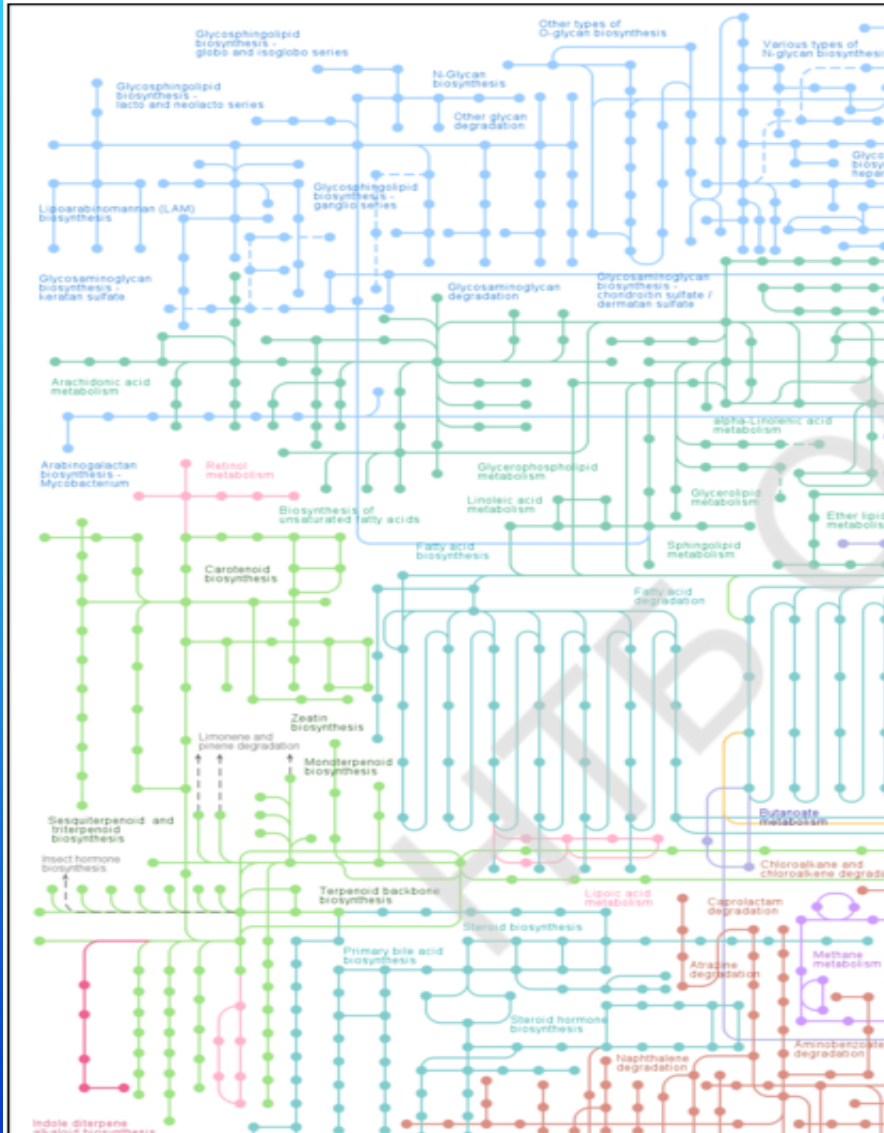
# Повнотранскриптомне профілювання в нутриціології

Одночасна кількісна оцінка експресії мРНК для 30тис генів на ДНК мікрочипі.

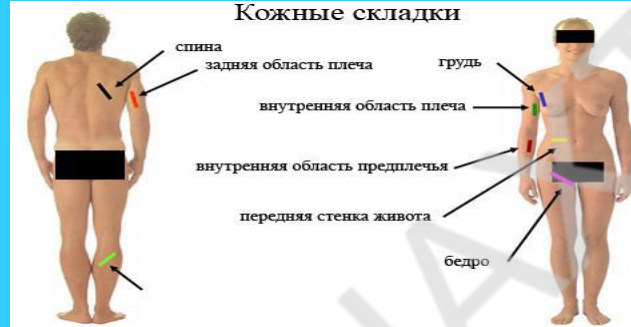
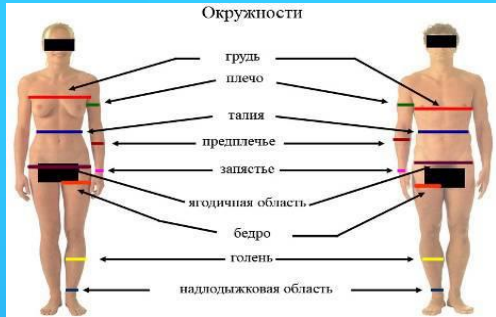
Біоінформаційний аналіз з побудовою «ефекторних мереж» генів та виявлення метаболічних шляхів- мішеней харчового впливу.



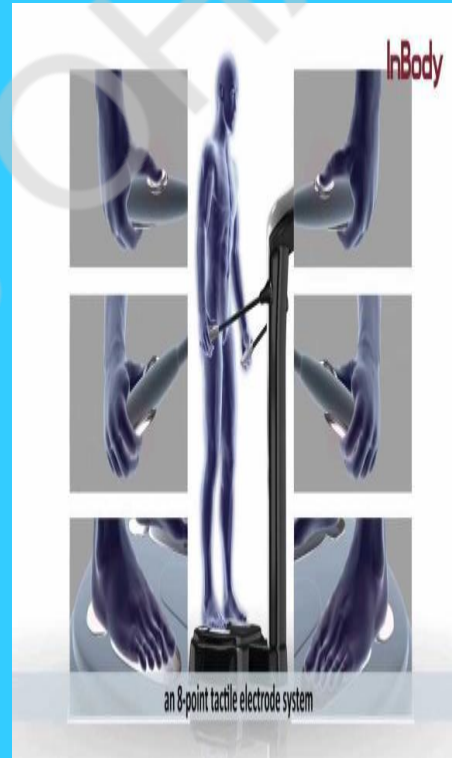
Reference pathway

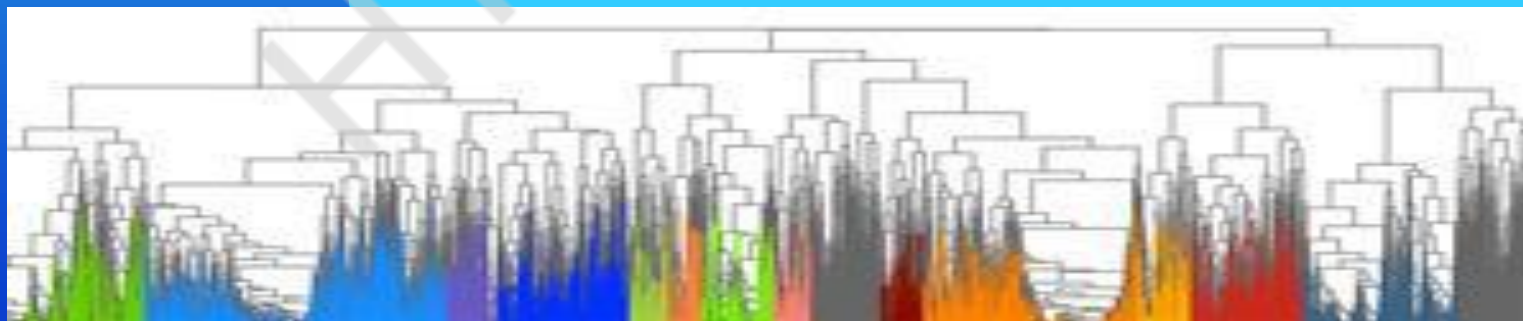


# Оцифрування антропометричних показників ідивіда:



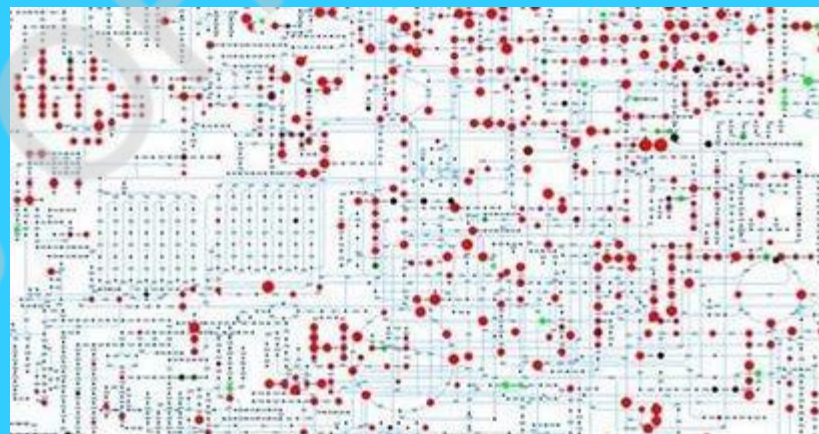
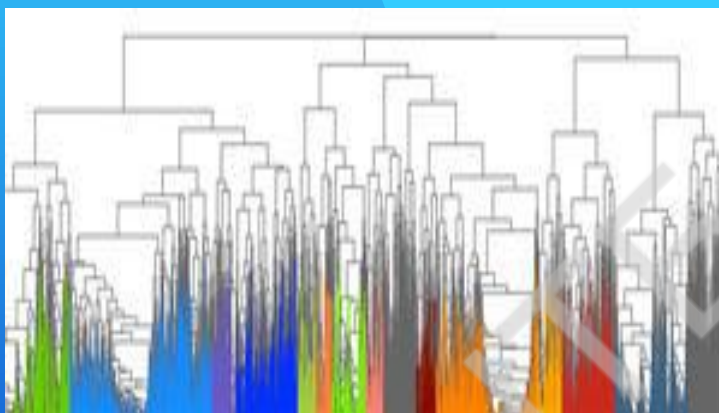
- - жирова маса
- - тоща маса
- - активна клітковинна маса
- - рідина

[illegible]



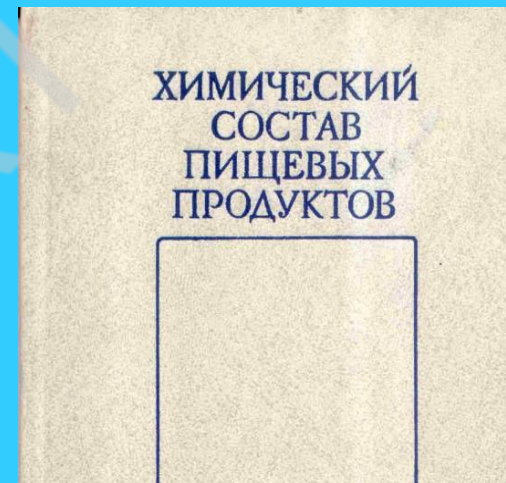
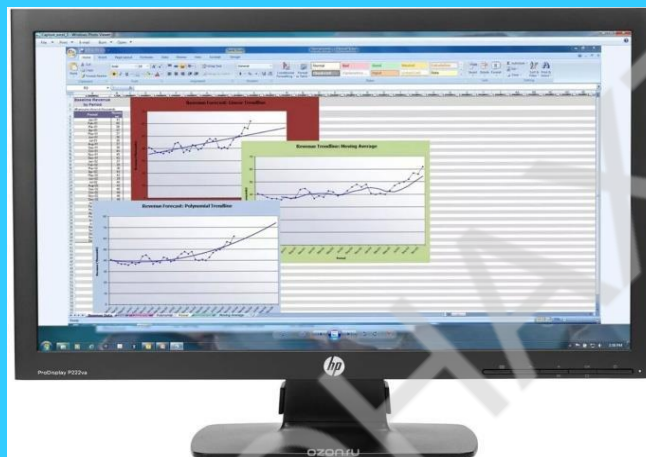
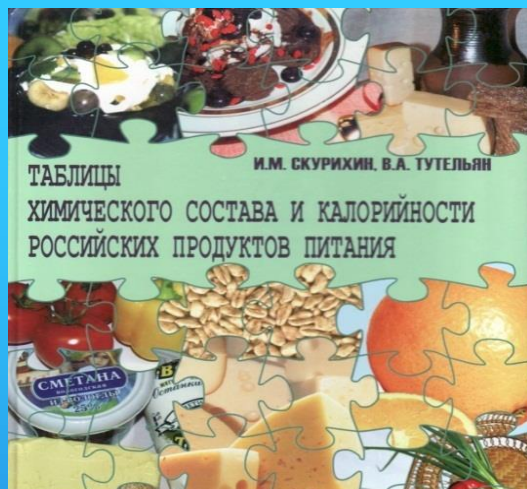
# Персоналізована нутриціологія

Система багаторвневої діагностики порушень харчового статусу і оцінка ризиків аліментарно-залежних захворювань.



Індивідуальний підбір дієтичних рекомендацій

# ■ Оцифрування хімічного складу харчових продуктів

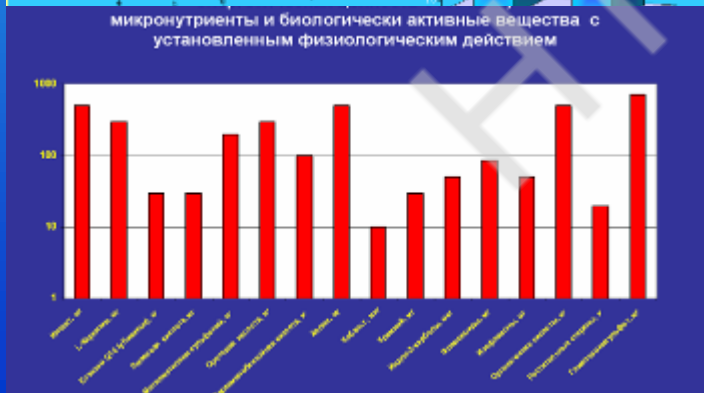


ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА  
БАЗА ДАННЫХ "ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ, ИСПОЛЗУЕМЫХ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ"

- [-] Молоко и молочные продукты
- [-] Яйцепродукты
- [-] Мясо и мясные продукты
- [-] Рыба. Нерыбные объекты промысла и продукты из них
  - [-] Рыба
    - [-] Печень рыб
    - [-] Икра. Соленая продукция
    - [-] Ракообразные
      - [-] Краб камчатский (мясо)
      - [-] Крабы натуральные. Консервы
      - [-] Креветка дальневосточная (мясо)
      - [-] Креветка антарктическая (мясо) варено-мороженая
      - [-] Креветка антарктическая натуральная. Консервы
      - [-] Раки речные
        - [-] Раки речные вареные
        - [-] Раки морские (лангуст, омар)
        - [-] Раки морские вареные
  - [-] Моллюски
  - [-] Млекопитающие
- [-] Жировые продукты (жирностью более 50%)
- [-] Зерно и продукты его переработки
- [-] Бобовые, орехи
- [-] Овощи, грибы и продукты их переработки
- [-] Фрукты, ягоды и продукты их переработки
- [-] Кондитерские изделия
- [-] Напитки
- [-] Вспомогательные пищевые продукты и улучшители вкуса

| Наименование      | Значение |
|-------------------|----------|
| Вода, в %         | 75,5     |
| Белок, в %        | 20,3     |
| Жир, в %          | 1,3      |
| НЖК, в %          | 0,3      |
| Холестерин, в %   | 175      |
| МДС, в %          | 0        |
| Крахмал, в %      | 0        |
| Углеводы, в %     | 1        |
| Пищ вол, в %      | 0        |
| Орган кисл, в %   | 0        |
| Зола, в %         | 1,9      |
| Натрий, в мг%     | 354      |
| Калий, в мг%      | 330      |
| Кальций, в мг%    | 60       |
| Магний, в мг%     | 31       |
| Фосфор, в мг%     | 290      |
| Железо, в мг%     | 2,4      |
| Ретинол, в мкг%   | 10       |
| Каротин, в мкг%   | 0        |
| Ретин экв, в мкг% | 10       |
| Токо экв, в мг%   | 1,6      |
| Тиамин, в мг%     | 0,1      |
| Рибофлавин, в мг% | 0,06     |

# Програма складання персоналізованих раціонів, які відповідають потребам індивіду



# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

| Периоды                             | Ряды | Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В   |                                 |                                 |                                |                                   |                                |                                 |                                 |                               |                                 |                                |   |     |  |      |   | Энергетический уровень       |  |
|-------------------------------------|------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---|-----|--|------|---|------------------------------|--|
|                                     |      | I                               |                                 | II                              |                                | III                               |                                | IV                              |                                 | V                             |                                 | VI                             |   | VII |  | VIII |   |                              |  |
|                                     |      | а                               | б                               | а                               | б                              | а                                 | б                              | а                               | б                               | а                             | б                               | а                              | б | б   |  |      | а |                              |  |
| 1                                   | 1    | <b>H</b><br>водород<br>1,008    |                                 |                                 |                                |                                   |                                |                                 |                                 |                               |                                 |                                |   |     |  |      |   | <b>He</b><br>гелий<br>4,003  |  |
| 2                                   | 2    | <b>Li</b><br>литий<br>6,941     | <b>Be</b><br>бериллий<br>9,0122 | <b>B</b><br>бор<br>10,811       | <b>C</b><br>углерод<br>12,011  | <b>N</b><br>азот<br>14,007        | <b>O</b><br>кислород<br>15,999 | <b>F</b><br>фтор<br>18,998      |                                 |                               |                                 |                                |   |     |  |      |   | <b>Ne</b><br>неон<br>20,179  |  |
| 3                                   | 3    | <b>Na</b><br>натрий<br>22,99    | <b>Mg</b><br>магний<br>24,312   | <b>Al</b><br>алюминий<br>26,982 | <b>Si</b><br>кремний<br>28,086 | <b>P</b><br>фосфор<br>30,974      | <b>S</b><br>сера<br>32,064     | <b>Cl</b><br>хлор<br>35,453     |                                 |                               |                                 |                                |   |     |  |      |   | <b>Ar</b><br>аргон<br>39,948 |  |
| 4                                   | 4    | <b>K</b><br>калий<br>39,102     | <b>Ca</b><br>кальций<br>40,08   | <b>Sc</b><br>скандий<br>44,956  |                                | <b>Ti</b><br>титан<br>47,956      | <b>V</b><br>ванадий<br>50,941  | <b>Cr</b><br>хром<br>51,996     | <b>Mn</b><br>марганец<br>54,938 | <b>Fe</b><br>железо<br>55,849 | <b>Co</b><br>кобальт<br>58,933  | <b>Ni</b><br>никель<br>58,7    |   |     |  |      |   |                              |  |
|                                     | 5    | <b>Cu</b><br>медь<br>63,546     | <b>Zn</b><br>цинк<br>65,37      | <b>Ga</b><br>галлий<br>69,72    | <b>Ge</b><br>германий<br>72,59 | <b>As</b><br>мышьяк<br>74,922     | <b>Se</b><br>селен<br>78,96    | <b>Br</b><br>бром<br>79,904     |                                 |                               |                                 |                                |   |     |  |      |   | <b>Kr</b><br>криптон<br>83,8 |  |
| 5                                   | 6    | <b>Rb</b><br>рубидий<br>85,468  | <b>Sr</b><br>стронций<br>87,62  | <b>Y</b><br>иттрий<br>88,906    | <b>Zr</b><br>цирконий<br>91,22 | <b>Nb</b><br>ниобий<br>92,906     | <b>Mo</b><br>молибден<br>95,94 | <b>Tc</b><br>технеций<br>[99]   | <b>Ru</b><br>рутений<br>101,07  | <b>Rh</b><br>родий<br>102,906 | <b>Pd</b><br>палладий<br>106,4  |                                |   |     |  |      |   |                              |  |
|                                     | 7    | <b>Ag</b><br>серебро<br>107,866 | <b>Cd</b><br>кадмий<br>112,41   | <b>In</b><br>индий<br>114,82    | <b>Sn</b><br>олово<br>118,69   | <b>Sb</b><br>сурьма<br>121,75     | <b>Te</b><br>теллур<br>127,6   | <b>I</b><br>йод<br>126,905      |                                 |                               |                                 |                                |   |     |  |      |   | <b>Xe</b><br>ксенон<br>131,3 |  |
| 6                                   | 8    | <b>Cs</b><br>цезий<br>132,905   | <b>Ba</b><br>барий<br>137,34    | 57–71<br>лантаноиды             |                                | <b>Hf</b><br>гафний<br>178,49     | <b>Ta</b><br>тантал<br>180,948 | <b>W</b><br>вольфрам<br>183,85  | <b>Re</b><br>рений<br>186,207   | <b>Os</b><br>осмий<br>190,2   | <b>Ir</b><br>иридий<br>192,22   | <b>Pt</b><br>платина<br>195,09 |   |     |  |      |   |                              |  |
|                                     | 9    | <b>Au</b><br>золото<br>196,967  | <b>Hg</b><br>ртуть<br>200,59    | <b>Tl</b><br>таллий<br>204,37   | <b>Pb</b><br>свинец<br>207,19  | <b>Bi</b><br>висмут<br>208,98     | <b>Po</b><br>полоний<br>[210]  | <b>At</b><br>астат<br>[210]     |                                 |                               |                                 |                                |   |     |  |      |   | <b>Rn</b><br>радон<br>[222]  |  |
| 7                                   | 10   | <b>Fr</b><br>франций<br>[223]   | <b>Ra</b><br>радий<br>[226]     | 89–103<br>актиноиды             |                                | <b>Rf</b><br>резерфордий<br>[261] | <b>Db</b><br>дубний<br>[262]   | <b>Sg</b><br>сигборгий<br>[263] | <b>Bh</b><br>борий<br>[262]     | <b>Hn</b><br>ханний<br>[265]  | <b>Mt</b><br>мейтнерий<br>[268] | <b>110</b>                     |   |     |  |      |   |                              |  |
| ВЫСШИЕ<br>ОКСИДЫ                    |      | $R_2O$                          | $RO$                            | $R_2O_3$                        |                                | $RO_2$                            | $R_2O_5$                       | $RO_3$                          | $R_2O_7$                        | $RO_4$                        |                                 |                                |   |     |  |      |   |                              |  |
| ЛЕТУЧИЕ<br>ВОДОРОДНЫЕ<br>СОЕДИНЕНИЯ |      |                                 |                                 |                                 |                                | $RH_4$                            | $RH_3$                         | $H_2R$                          | $HR$                            |                               |                                 |                                |   |     |  |      |   |                              |  |



Д.И. Менделеев  
1834-1907



- s-элементы
- p-элементы
- d-элементы
- f-элементы

## ЛАНТАНОИДЫ

|                                   |                                 |                                      |                                  |                                   |                                  |                                   |                                     |                                   |                                    |                                   |                                 |                                  |                                    |                                   |
|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 57 <b>La</b><br>лантан<br>138,906 | 58 <b>Ce</b><br>церий<br>140,12 | 59 <b>Pr</b><br>празеодим<br>140,908 | 60 <b>Nd</b><br>неодим<br>144,24 | 61 <b>Pm</b><br>прометий<br>[145] | 62 <b>Sm</b><br>самарий<br>150,4 | 63 <b>Eu</b><br>европий<br>151,96 | 64 <b>Gd</b><br>гадолиний<br>157,25 | 65 <b>Tb</b><br>тербий<br>158,926 | 66 <b>Dy</b><br>диспрозий<br>162,5 | 67 <b>Ho</b><br>гольмий<br>164,93 | 68 <b>Er</b><br>эрбий<br>167,26 | 69 <b>Tm</b><br>тулий<br>168,934 | 70 <b>Yb</b><br>иттербий<br>173,04 | 71 <b>Lu</b><br>лютеций<br>174,97 |
|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|

## АКТИНОИДЫ

|                                  |                                  |                                      |                                |                                   |                                   |                                  |                                |                                  |                                    |                                     |                                  |                                      |                                   |                                     |
|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 89 <b>Ac</b><br>актиний<br>[227] | 90 <b>Th</b><br>торий<br>232,038 | 91 <b>Pa</b><br>протактиний<br>[231] | 92 <b>U</b><br>уран<br>238,029 | 93 <b>Np</b><br>нептуний<br>[237] | 94 <b>Pu</b><br>плутоний<br>[244] | 95 <b>Am</b><br>амерций<br>[243] | 96 <b>Cm</b><br>кюрий<br>[247] | 97 <b>Bk</b><br>берклий<br>[247] | 98 <b>Cf</b><br>калфорний<br>[251] | 99 <b>Es</b><br>эйнштейний<br>[254] | 100 <b>Fm</b><br>фермий<br>[257] | 101 <b>Md</b><br>менделевий<br>[258] | 102 <b>No</b><br>нобелий<br>[259] | 103 <b>Lr</b><br>лоуренсий<br>[260] |
|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|

# ГЕНОМ ОРГАНІЗМІВ

| Організм          | Приблизна кількість генів | Приблизна кількість пар нуклеотидів |
|-------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Кишкова паличка   | 4 200                     | 4,6 млн                             |
| Тополя            | 73 000                    | 480 млн                             |
| Пекарські дріжджі | 6 200                     | 12,1 млн                            |
| Шовкопряд         | 14 000                    | 432 млн                             |
| Миша              | 20 200                    | 2,7 млрд                            |
| Людина            | 20 000                    | 3,2 млрд                            |



**«ЯКЩО ВИ НЕ ЛЮБИТЕ БАКТЕРІЇ,  
ВАМ НЕ ПОЩАСТИЛО З ПЛАНЕТОЮ.  
ЗЕМЛЯ - ЦЕ ПЛАНЕТА БАКТЕРІЙ»**

**КРЕЙГ ВЕНТЕР**  
ГЕНЕТИК, БІОЛОГ

*Щиро дякую за  
увагу!*

