

## ЛЕКЦІЯ № 11

з курсу: «Медична екологія» на тему  
«Екологічні проблеми харчування»



Викладач курсу: доцент кафедри  
фізіології, імунології і біохімії з курсом  
цивільного захисту та медицини  
Григорова Наталя Володимирівна



# План



Загальні уявлення



Шкідливі хімічні речовини  
природного походження



Алергії, що викликаються  
продуктами харчування



Токсичні сполуки, що утворюються  
в продуктах харчування і організмі людини



Ксенобіотики, що надходять в організм  
у результаті отримання, обробки або  
зберігання харчових продуктів



# План



Шкідливі речовини, що утворюються під час приготування їжі



Речовини, що використовуються в сільському господарстві



Пестициди. Хлоровані циклічні вуглеводні



# РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Гігієна та екологія : підручник / [В. Г. Бардов, С. Т. Омельчук, Н. В. Мережкіна та ін.]; за заг. ред. В. Г. Бардова. Вінниця : Нова Книга, 2020. 472 с.
2. Гончаренко М. С., Бойчук Ю. Д. Екологія людини. Суми : Університетська книга. 2019. 391 с.
3. Гребняк М. Щ., Щудро С. А. Медична екологія : навч. посібник. Дніпропетровськ : Акцент, 2016. 483 с.
4. Димань Т. М. Екологія людини. Київ : Академія, 2009. 380 с.
5. Іщейкіна Ю. О., Буря Л. В. Гігієна та екологія. Полтава : АСМІ, 2018. 305 с.
6. Кушнірук Ю. С. Рекреація та курортологія : навч. посібник. НУВПГ, 2012. 146 с.
7. Мороз О. І., Петрушка І. М., Кузь О. Н., Руда М. В. Технології адаптації до змін клімату. Львів : Львівська політехніка, 2022. 452 с.
8. Основи екології та профілактична медицина : підручник для мед. ВНЗ I-III р. а. Затверджено МОЗ / Д. О. Ластков, І. В. Сергета, О. В. Швидкий, А. Ю. Сергієнко та ін. Київ, 2017. 472 с.



# 1. Загальні уявлення

Харчові продукти являють собою складні багато-компонентні суміші, що складаються з сотень хімічних сполук. До складу харчових продуктів входять, в основному, три групи сполук. **Нутрієнти** - білки, ліпіди, вуглеводи, мінеральні речовини і вітаміни, які потрібні організму для пластичних цілей, як джерела енергії, для нормального перебігу процесів травлення і метаболізму. **Неаліментарні компоненти** - сполуки, які беруть участь у формуванні органолептичних якостей харчового продукту. До них відносяться: попередники нутрієнтів, продукти їх розпаду, а також інші біологічно активні речовини. Більшість речовин цієї групи знаходиться в продуктах харчування в незначних кількостях.

Серед них розрізняють:

- **антиаліментарні фактори** - речовини, що перешкоджають перетравленню або утилізації нутрієнтів (наприклад, інгібітори протеаз, що містяться в бобових);
- **шкідливі хімічні речовини природного походження**: постійні компоненти деяких натуральних продуктів (алкалоїди, пептиди); речовини, що містяться в продуктах при певних умовах (соланін у картоплі); мікроелементи (Б, Бе, Br та ін.) у високих концентраціях за рахунок існування аномальних біохімічних провінцій.

**Ксенобіотики** - сторонні, токсичні, потенційно небезпечні речовини антропогенного походження.

Ксенобіотики можуть бути неорганічної та органічної природи, в тому числі мікробного походження. До них не відносять вітаміни, провітаміни, мікроелементи, кухонну сіль, приправи, ароматичні і смакові речовини природного походження, що додаються в продукти, а також інертні механічні домішки.

## *Ксенобіотики можна розділити на три групи:*

- природного походження;
- сполуки, що утворюються в організмі людини при певних умовах;
- сполуки, які надходять в організм у результаті отримання, обробки або зберігання харчових продуктів.

До останніх сполук відносяться:

- нова харчова сировина або продукти, одержані шляхом хімічного або мікробіологічного синтезу;
- речовини, що використовуються в сільському господарстві (метали, пестициди, компоненти добрив, біостимулятори), а також надходять із забруднених продуктів тваринництва і птахівництва, що пов'язане з ветеринарно-профілактичними та терапевтичними заходами (антибіотики, антигельмінтні препарати та інші медикаменти);
- харчові добавки (барвники, консерванти, антиокислювачі), в тому числі застосовуються для прискорення технологічних процесів;

# Ксенобіотики



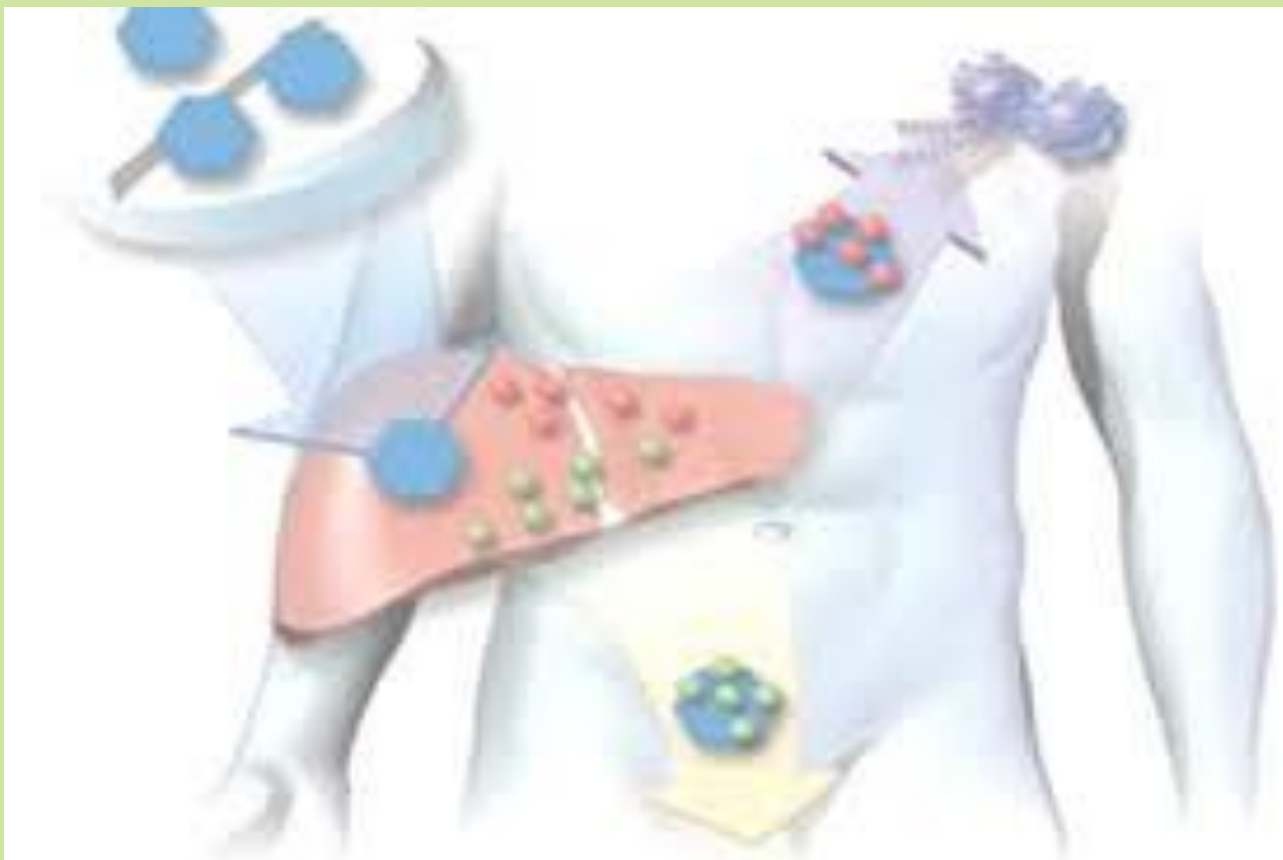
- речовини, що надходять при контакті з полімерними та іншими матеріалами; велику роль відіграють розчинні допоміжні синтетичні матеріали, що додаються до пластмас для додання їм бажаних властивостей. Сюди відносяться забруднювачі, що мігрували в харчові продукти з посуду, інвентарю, тари, пакувальних матеріалів;
- речовини, що надходять у харчову сировину або харчові продукти з забрудненого навколишнього середовища (атмосферного повітря, водойм, ґрунту);
- речовини біологічного походження: при розмноженні на продуктах харчування цвілі, грибів (мікотоксини), мікроорганізмів (бактеріальні токсини) через недотримання санітарних вимог до технології отримання та зберігання продуктів;
- сполуки, що утворюються при впливі термічної або іншої кулінарної обробки, а також хімічній взаємодії (**бенз [а] пірен і нітрозаміни** - при копченні; **лізілаланін** - при варінні м'яса в лужній воді).

# Метболізм ксенобіотиків



Вивчаючи медичні аспекти дії на організм людини ксенобіотиків, які перебувають у харчових продуктах, необхідно коротко розглянути основні принципи гепатотоксичності в силу тієї обставини, що токсичні компоненти, потрапивши у внутрішнє середовище організму, обов'язково депонуються в печінці, де відбувається їх подальший метаболізм.

**Гепатотоксичність** - це властивість хімічних речовин викликати структурно-функціональні порушення печінки. Висока чутливість печінки до хімічних сполук визначається декількома обставинами. **Печінка** - основний орган, відповідальний за метаболізм чужорідних речовин. Патологічні стани печінки хімічної етіології можна віднести до одного з двох класів: цитотоксичний або холестатичний. **Цитотоксичні пошкодження** печінки проявляються стеатозом, некрозом, канцерогенезом. **Холестатичні** - порушенням секреції жовчі, розвитком жовтяниці.



**Стеатоз, або жирове переродження печінки**, - це стан, що характеризується надмірним накопиченням жиру в гепатоцитах. Одночасно відзначається зниження вмісту в плазмі крові ліпідів і ліпопротеїдів. Стеатоз часто є найбільш раннім проявом токсичного пошкодження органу. Механізм ініціації стеатоза при інтоксикаціях різними гепатотоксикантами різний. Накопичення жиру може бути наслідком або порушення процесів катаболізму ліпідів, або надлишкового надходження вільних жирних кислот у печінку, або пошкодження механізмів виділення тригліцеридів у плазму крові.

**Некроз** - дегенеративний процес, що призводить до клітинної загибелі. Загибель клітин супроводжується пошкодженням плазматичних мембран; їй передують ряд морфологічних змін гепатоцитів: збільшення об'єму цитоплазми, дилатація цитоплазматичного ретикулума, набухання мітохондрій з розривом крист, деградація полісом, руйнування органел і ядра клітини, стеатоз.

Біохімічні зміни, що передують загибелі клітини, включають: ініціацію вільнорадикальних процесів; зв'язування токсикантів або їх метаболітів з білками, нуклеїновими кислотами і ненасиченими жирними кислотами мембран клітин; порушення пластичних і біоенергетичних процесів; різке підвищення вмісту в клітині вільного кальцію.

Вважають, що фатальним, необоротним етапом розвитку **гепатоцелюлярного некрозу** є порушення гомеостазу внутрішньоклітинного  $\text{Ca}^{+2}$ . Підвищення концентрації кальцію в цитоплазмі клітини призводить до пошкодження клітинних мембран і органел (мітохондрій, ендоплазматичного ретикулума, лізосом), денатурації структурних протеїнів, інактивації ензимів.

**Канцерогенез** спостерігається при дії цілого ряду природних та промислових токсикантів.

**Холестаз** проявляється порушенням процесу жовчовиділення, посиленням проникності стінок жовчовивідних каналів, дисфункцією мікроворсинок епітелію жовчних ходів, що забезпечують струм жовчі. Запалення або закупорка жовчних ходів також призводить до затримки жовчі в печінці, що в свою чергу супроводжується розвитком жовтяниці.

**Фіброз** - кінцевий результат патологічних процесів, які мають хронічний перебіг і розвиваються в печінці при впливі токсикантів. У пошкодженому органі з'являються колагенові тяжі, що руйнують нормальну структуру органу та порушують внутрішньопечінковий кровотік, жовчовиділення. Клінічно цей стан проявляється синдромом портальної гіпертензії.

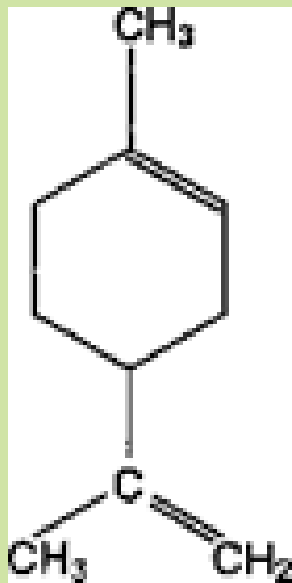


## 2. Шкідливі хімічні речовини природного походження

Значна частина хімічних сполук, які володіють токсичними властивостями і що містяться в продуктах харчування, має природне походження. Підраховано, що щоденне надходження ксенобіотиків природного походження при звичайній дієті людини становить близько 2 г, у той час як надходження синтетичних пестицидів одно 0,09 мг. При цьому різноманітність природних токсикантів та продуктів їх перетворень дуже велике (5000-10 000). Концентрація природних ксенобіотиків у харчових продуктах становить від 1 частини на тисячу до 1 частини на мільйон, концентрація ж антропогенних пестицидів - 1 частина на мільярд. Деякі зі згаданих сполук мають виражену канцерогенну активність.

Для кількісної оцінки канцерогенної активності в модельних умовах використовують індекс **відносної канцерогенної активності (ВКА)**. ВКА показує, який відсоток потенційної канцерогенної активності (ТО 50 мг/кг/день), що тестується на лабораторних тваринах, отримує людина щодня протягом свого життя. Чим менше значення індексу ВКА, то більше потенційна канцерогенна активність продукту. Незважаючи на надходження в організм людини сполук з вираженою канцерогенною активністю, їх дія багато в чому нівелюється: по-перше, адаптованою під це системою детоксикації ксенобіотиків; по-друге, антиканцерогенною дією, якою володіє цілий ряд сполук, що містяться в харчових продуктах.

Сюди належать антиоксиданти - аскорбінова кислота, вітаміни Е і А. Потужну антиканцерогенну дію має рослинний монотерпен - лімонен, що міститься у великих кількостях у цедрі citrusових. Саме тому дуже важливе значення в харчуванні людини на сучасному етапі має надходження в організм достатніх кількостей антиканцерогенних сполук, які здатні нейтралізувати дію ксенобіотиків природного й антропогенного походження.



Структурна формула  
аскорбінової кислоти



### 3. Алергії, що викликаються продуктами харчування

Алергія індукується переважно білковими речовинами, що містяться в продуктах харчування. Найчастіші **алергени** - а-лактальбумин, Р-лактглобулін, казеїн і ліпопротеїни молока корів. Альбумін, що міститься в пшениці, також виявляє сильну алергійну дію. Можуть також мати місце алергічні реакції на горіхи, цитрусові, кісточкові плоди, різні овочі (наприклад, стручкові, помідори), курячий білок, білок, що знаходиться в рибних продуктах, а також на харчові добавки. У 90% людей з наявної харчовою алергією спостерігаються зміни з боку шкіри та легеневої системи. Найчастіше уражається слизова оболонка губ, очей та язика. Надалі можуть зустрічатися: нудота, головний біль, судоми, ураження серцево-судинної системи.



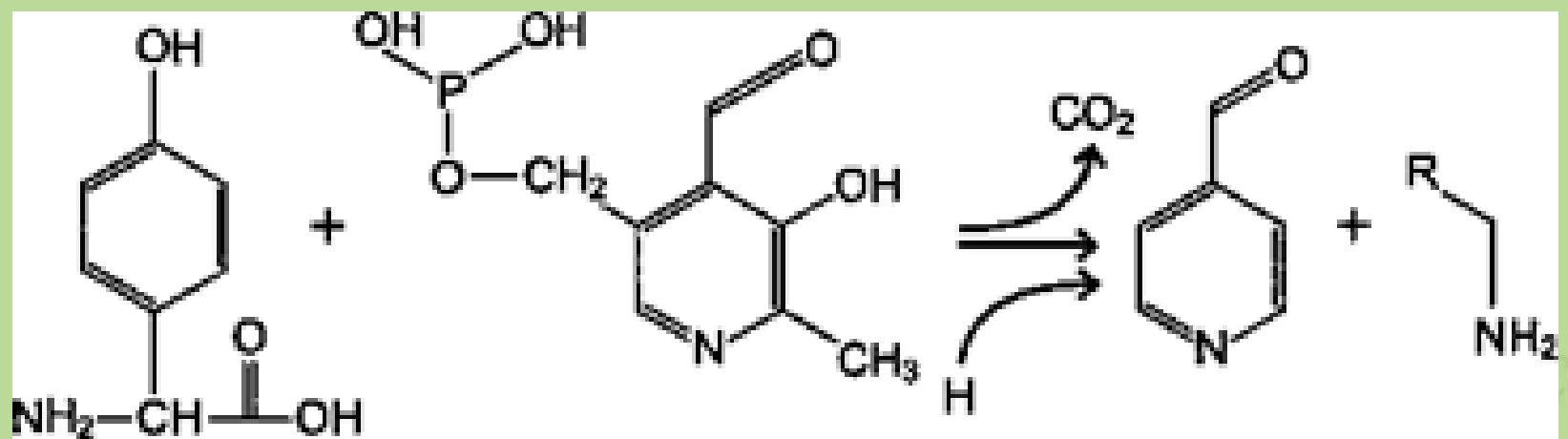
Особливо часто спостерігається реакція з боку шлунково-кишкового тракту (діарея).

Деякі продукти харчування (цибуля, редька, гострі прянощі) і змінена кишкова флора (наприклад, завдяки розмноженню грибкових мікроорганізмів) сприяють алергічним реакціям. Вміст алергенів у рослинах може змінюватися в залежності від частини уживаної рослини і від стадії її зрілості. Деякі алергени можуть легко денатурувати (наприклад, у коров'ячому молоці та пшениці при нагріванні до 120 °С, в яблуках - шляхом окислення на повітрі). Навпаки, алергени в м'ясі птиці, риби, горіхах і бобах дуже стійкі.



## 4. Токсичні сполуки, що утворюються в продуктах харчування і організмі людини

**Біогенні аміни (БА)** можуть утворюватися мікроорганізмами, наприклад при ферментативному декарбоксилюванні. Зроблені за допомогою мікробіологічної техніки продукти харчування (наприклад, сири, пиво) містять значну кількість БА. При псуванні продуктів харчування в них також може збільшуватися вміст БА внаслідок діяльності мікроорганізмів. Високе надходження амінів з продуктами харчування при одночасному прийомі певних медикаментів здатне підвищувати кров'яний тиск, наприклад через **тирамін**, зазвичай розщеплюється в кишечнику за допомогою ферменту моноамінооксидази (МАО). МАО може інгібувати гіпотензивними препаратами, антидепресантами або протитуберкульозними препаратами таким чином, що концентрація тираміну в кишечнику збільшується.



Тирозин

Пиридоксальфосфат

Біогенний

Первинний  
альдегід біогенний амін

**Схема утворення біогенних амінів в продуктах харчування  
при окислювальному декарбоксилюванні**



У цьому випадку всмоктується велика кількість тираміну, що сприяє звільненню **норадреналіну** з симпатичних нервових закінчень і підвищення кров'яного тиску.

Вміст тираміну в продуктах харчування становить в середньому близько 50 мкг/г. Однак в деяких з них (шоколаді, сирі, пиві, вині і квашеній капусті) тирамін міститься в підвищених кількостях. Сир може містити до 900 мкг/г, а екстракти дріжджів до 2000 мкг/г. Пацієнтам з високим кров'яним тиском часте вживання цих продуктів харчування може бути шкідливо.

Подібним же чином такий біогенний амін, як **серотонін** (що міститься в бананах, волоських горіхах, помідорах), здатний також збільшувати кров'яний тиск. Інший БА - **гістамін**, що знаходиться в деяких сортах вин, де його вміст може досягати 25 мг на літр, здатний вступати в сполуку з етанолом. Прийом значних кількостей гістаміну призводить до гострої інтоксикації у людини, яка виражається сильним головним болем і спазмами гладенької мускулатури.

Вміст БА в продуктах харчування може бути знижено промиванням водою або зміною консервуючої рідини.



## 5. Ксенобіотики, що надходять в організм у результаті отримання, обробки або зберігання харчових продуктів

**Генетично модифіковані (трансгенні) продукти (ГМП)** - це вироби, які були отримані генно-інженерними технологіями. За останнє десятиліття обсяг виробництва генетично змінених продуктів у світі різко зріс.

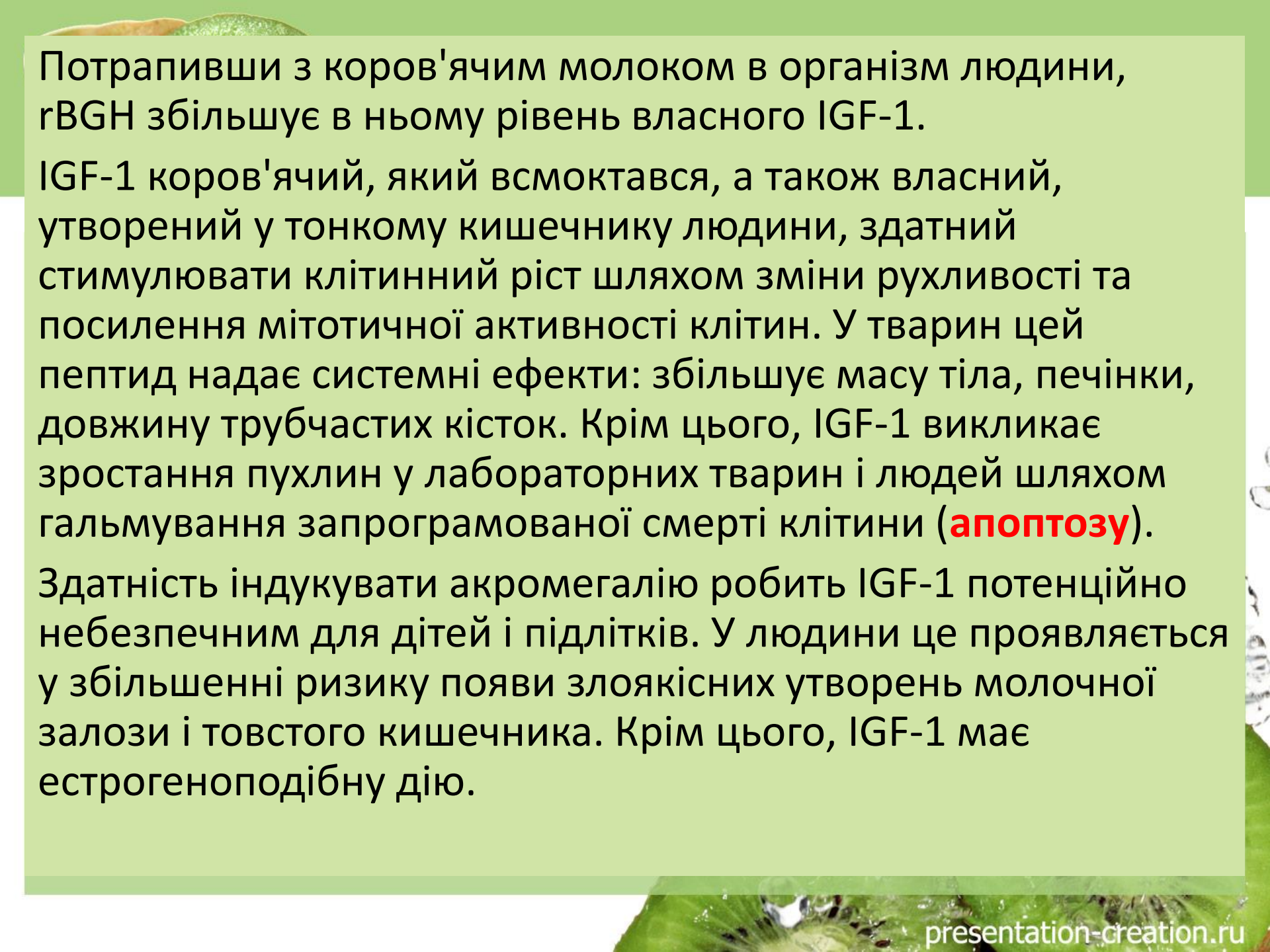
Цілі, які переслідують при отриманні генетично змінених рослин, такі: підвищення резистентності до дії шкідників (маїс, бавовна, картопля), вірусів (картопля); зміна якісного складу продукту, наприклад за вмістом жирних кислот (ріпак, соя), білка (картопля), антиоксидантів (томати) та ін.; зміна зовнішнього вигляду рослин, наприклад за забарвленням (гвоздика). Проводяться інтенсивні роботи зі створення рослин, які продукують лікарські речовини (за допомогою тютюну - гемоглобін, колаген; за допомогою картоплі - інтерферон, сироватковий альбумін; з допомогою ріпаку - герудин).

Ризик для людини полягає в можливому активному чи непрямому втручанні генетично змінених продуктів у фізіологічну і метаболічну активність клітин і тканин людського організму з усіма наслідками, що звідси випливають. Так, наприклад, молоко корів може містити **рекомбінантний гормон росту (Гвон)**, відомий як **рекомбінантний бичачий соматотропін**. Фірмова назва РовПас. З 1993 року цей препарат виробляється методами генної інженерії. Використовується в тваринництві з метою підвищення надоїв. Препарат вводять тваринам кожні два тижні, викликаючи стимуляцію утворення молока на 5-20%. Введення Гвон призводить до збільшення ймовірності маститів, перебіг яких пов'язаний з попаданням у молоко патогенних мікроорганізмів. Основний спосіб лікування маститів у тварин - введення їм антибіотиків. У свою чергу, їх використання викликає підвищення стійкості мікроорганізмів, наприклад сальмонел, що створює труднощі в лікуванні у людини інфекційних захворювань.

Більш того, мутантні бактерії можуть передавати свої гени іншим мікроорганізмам. Це відбувається шляхом обміну ланцюга ДНК, так званою **плазмідю**. Навіть відносно непатогенні бактерії типу *E. coli*, присутні в кишечнику людини, можуть отримувати несприйнятливість до антибіотика і передавати її у спадок, а також до інших бактерій, наприклад збудників тифу або холери.

Крім цього, показано, що rBGH збільшує в організмі тварин концентрацію інсуліноподібного чинника-1 (IGF-1). IGF-1 складається з 70 амінокислот і має таку ж первинну структуру, як людський пептид.

У присутності казеїну, основного протеїну коров'ячого молока, IGF-1 не піддається руйнуванню при пастеризації, а також при травленні. Казеїн забезпечує захисний ефект на IGF-1 молока корів, і гормон залишається неушкодженим у кишечнику тих людей, які вживають молоко після стимуляції тварин rBGH.

The background of the slide is a light green kiwi fruit with a darker green kiwi slice at the bottom. The text is overlaid on the kiwi background.

Потрапивши з коров'ячим молоком в організм людини, rBGN збільшує в ньому рівень власного IGF-1.

IGF-1 коров'ячий, який всмоктався, а також власний, утворений у тонкому кишечнику людини, здатний стимулювати клітинний ріст шляхом зміни рухливості та посилення мітотичної активності клітин. У тварин цей пептид надає системні ефекти: збільшує масу тіла, печінки, довжину трубчастих кісток. Крім цього, IGF-1 викликає зростання пухлин у лабораторних тварин і людей шляхом гальмування запрограмованої смерті клітини (**апоптозу**).

Здатність індукувати акромегалію робить IGF-1 потенційно небезпечним для дітей і підлітків. У людини це проявляється у збільшенні ризику появи злоякісних утворень молочної залози і товстого кишечника. Крім цього, IGF-1 має естрогеноподібну дію.



Ще один приклад потенційної небезпеки «нових продуктів» - генетично спроектований помідор *Flavr Savr*. Ця рослина містить ген, який надає стійкість до дії антибіотика канаміцину. Цей ген може бути переданий бактеріям в шлунково-кишковому тракті людини, створюючи тим самим нові нечутливі до антибіотиків мікроби, що загрожує серйозними наслідками для здоров'я.



## 6. Шкідливі речовини, що утворюються під час приготування їжі

**Продукти «реакції Маллард».** Виникають між карбонільними групами відновлених цукрів і аміногрупами амінів, пептидів і білків. При приготуванні їжі вони бажані для додання продукту аромату, визначених смакових властивостей і специфічного забарвлення. При цьому виникають побічні, токсичні і мутагенні продукти.

**Поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ).** До ПАВ відноситься бенз [a] пірен, що утворюється при копченні продуктів, а також при приготуванні їжі на грилі в тому випадку, якщо жир потрапляє на розпечений деревне вугілля. Копчена шинка може містити бенз [a] пірену до 3 мкг / кг, приготований на грилі м'ясо - до 50 мкг/кг. Дозвільна кількість для м'ясних продуктів складає 1 мкг/кг.



Овочі та зерно можуть накопичувати ПАВ з ґрунту і повітря до 20 мкг/кг (сумарний вміст). При харчуванні людина отримує щодня в сумі тільки близько 3 мкг ПАВ. Підвищене споживання подібних ксенобіотиків може мати наслідки для здоров'я людини. Твердо встановлено, що бенз [а] пірен володіє відносно людини і тварин мутагенною та канцерогенною дією.

**Гетероциклічні аміни (ГЦА).** У кінці 70-х рр. ХХ ст. японські дослідники з Національного центру по вивченню раку повідомили про те, що екстракти зі смаженої риби містять висококанцерогенні сполуки, яких немає у вихідній сировині. Було висловлено припущення, що зазначені сполуки можуть виникати при смаженні м'яса (свинина, бенз [а] пірену яловичина), а також при приготуванні гамбургерів. Більш того, було встановлено, що деякі амінокислоти, такі як триптофан, глютамінова кислота, а також білки, які їх містять, також можуть давати канцерогенні продукти в результаті процесу піролізу (нагрівання при високій температурі). Ці сполуки були виділені і позначені як гетероциклічні аміни. У даний час їх відомо близько 20.

Утворюються ГЦА майже виключно при кулінарній обробці м'яса. Справа в тому, що саме в м'язовій масі міститься речовина креатин, яке виконує важливу роль в енергетичному забезпеченні скорочувального процесу. У присутності деяких амінокислот (наприклад, фенілаланіну) при нагріванні утворюється метилфенілімідазол- пиридінамін (МФІПА). Вуглеводи, присутні в м'ясі, сприяють цій реакції. Існує кілька чинників, що впливає на утворення ГЦА. Чим вище температура кулінарної обробки і її тривалість, тим вищий вміст ГЦА в кінцевому продукті. Показано, що їх утворення починається при 150 °C і стає максимальним при 250 °C. Іншим фактором є вид кулінарної обробки. Найбільші кількості цих канцерогенів дає підсмажування м'яса, а також приготування барбекю. У той час як варіння м'яса, тушкування, обробка в мікрохвильовій печі взагалі не сприяють утворенню ГЦА.



Серед усього сімейства ГЦА, присутніх у раціоні європейських народів, найбільшу потенційну небезпеку мають п'ять: смажена яловичина, смажений бекон, лосось (барбекю), відварний лосось, запечений лосось.

З ГЦА пов'язують виникнення злоякісних пухлин кишечника та молочної залози. Висока ймовірність захворювань на рак молочної залози пов'язана з великою активністю згаданої ацетилтрансферази, одного з ферментів метаболічної активації цих сполук.

На канцерогенність ГЦА впливають багато факторів, які здатні знизити їх вплив або, навпаки, підсилювати їх активність. До числа перших з них відносяться хлорофіл, індол, ізотіоціанати, ізофлавоноїди, поліфеноли, які містяться в зелених рослинах, овочах і фруктах.



При цьому грубі волокна і хлорофіл гальмують поглинання ГЦА. Індол, ізотіоціанати, ізофлавоноїди гальмують метаболічну активацію і стимулюють знешкодження.

Природні антиоксиданти (токоферол, каротин), поліфеноли, що містяться в чаї, а також кальцій пригнічують прогресію злоякісно трансформованої клітини, гальмуючи формування пухлини.

До факторів, які здатні потенціювати активність ГЦА, відноситься тваринний жир. Отже, багата на жир їжа буде сприяти розвитку пухлин.

І, нарешті, важливу роль відіграють способи приготування їжі. При цьому слід уникати пережарювання м'ясних продуктів, рідше вживати барбекю.



## 7. Речовини, що використовуються в сільському господарстві

**Медикаменти та кормові добавки** використовуються і як лікарські (антибіотики), і як допоміжні засоби. Вони можуть по харчовому ланцюжку потрапляти в організм людини. У людей, яких виробляється резистентність до антибіотика, можуть виникати алергічні реакції. Кількість застосованих у сільському господарстві **антибіотиків** колосально. Підраховано, що приблизно половина з 7 тис. тон усіх вироблених у світі антибіотиків використовується в тваринництві. Крім цих сполук дуже широко застосовуються статеві гормони (наприклад, естрадіол, тестостерон).



Використання тиреостатиків призводить до збільшення ваги тварин. Продукт їх розпаду - **тіосечовина** - є канцерогеном. Глюкокортикоїди (кортизон),  $\beta$ -блокатори і психофармацевтичні засоби (наприклад, валіум) дають свиням в якості седативних препаратів для запобігання стресу, і тим самим вони також можуть потрапляти в організм людини. Вітаміни призначаються як лікарські засоби і добавки, які накопичуються в печінці тварин (наприклад, вітамін А) та внаслідок надлишкового надходження здатні викликати негативні реакції у людей.



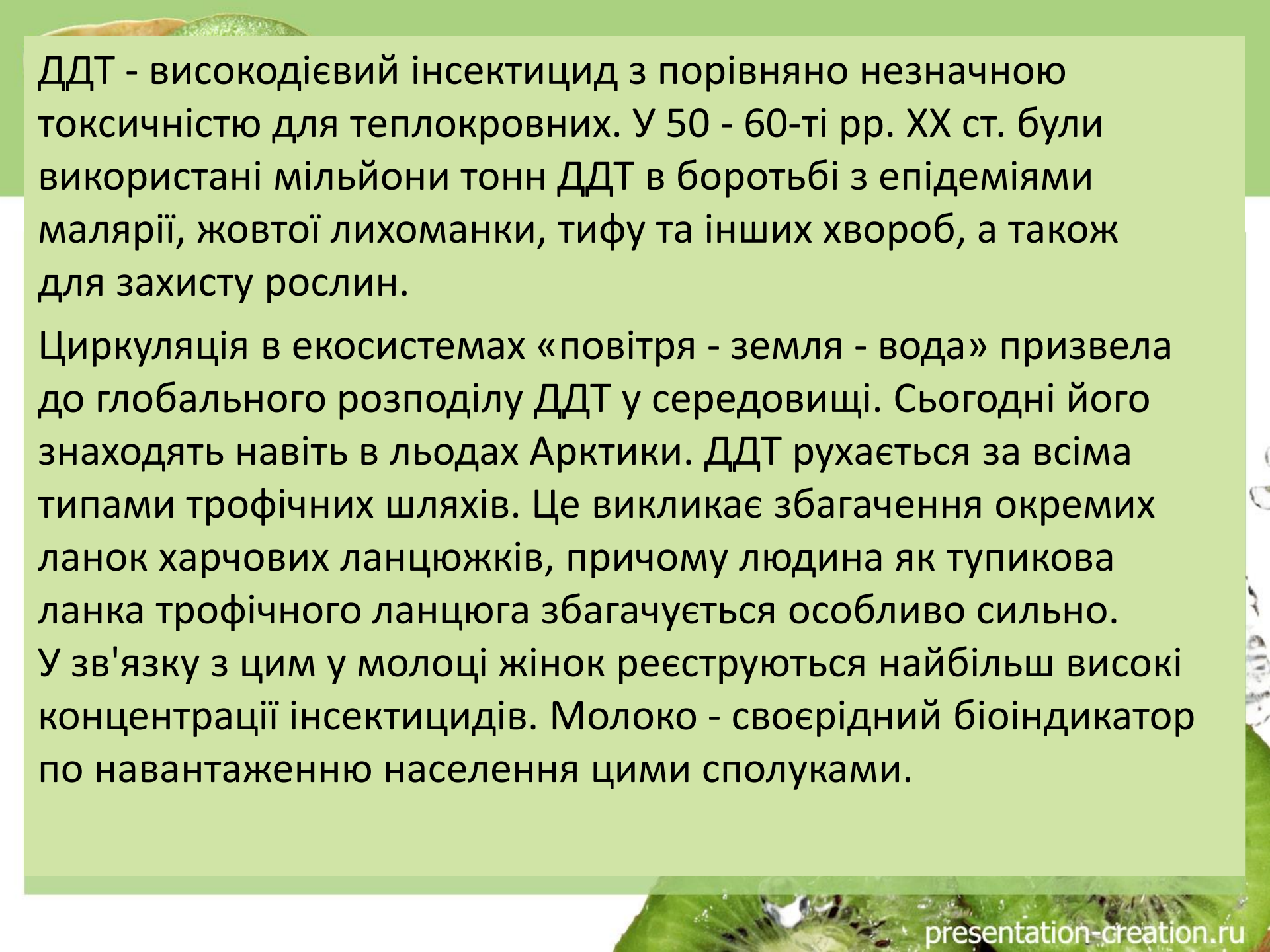
## 8. Пестициди. Хлоровані циклічні вуглеводні

У всьому світі смертні випадки і хронічні хвороби через вплив пестицидів складають приблизно 1 млн осіб на рік.

Циклічні хлорорганічні сполуки діють на комах як контактні отрути. Вони проникають через зовнішню хітинвмісну кутикулу комах і паралізують нервову систему.

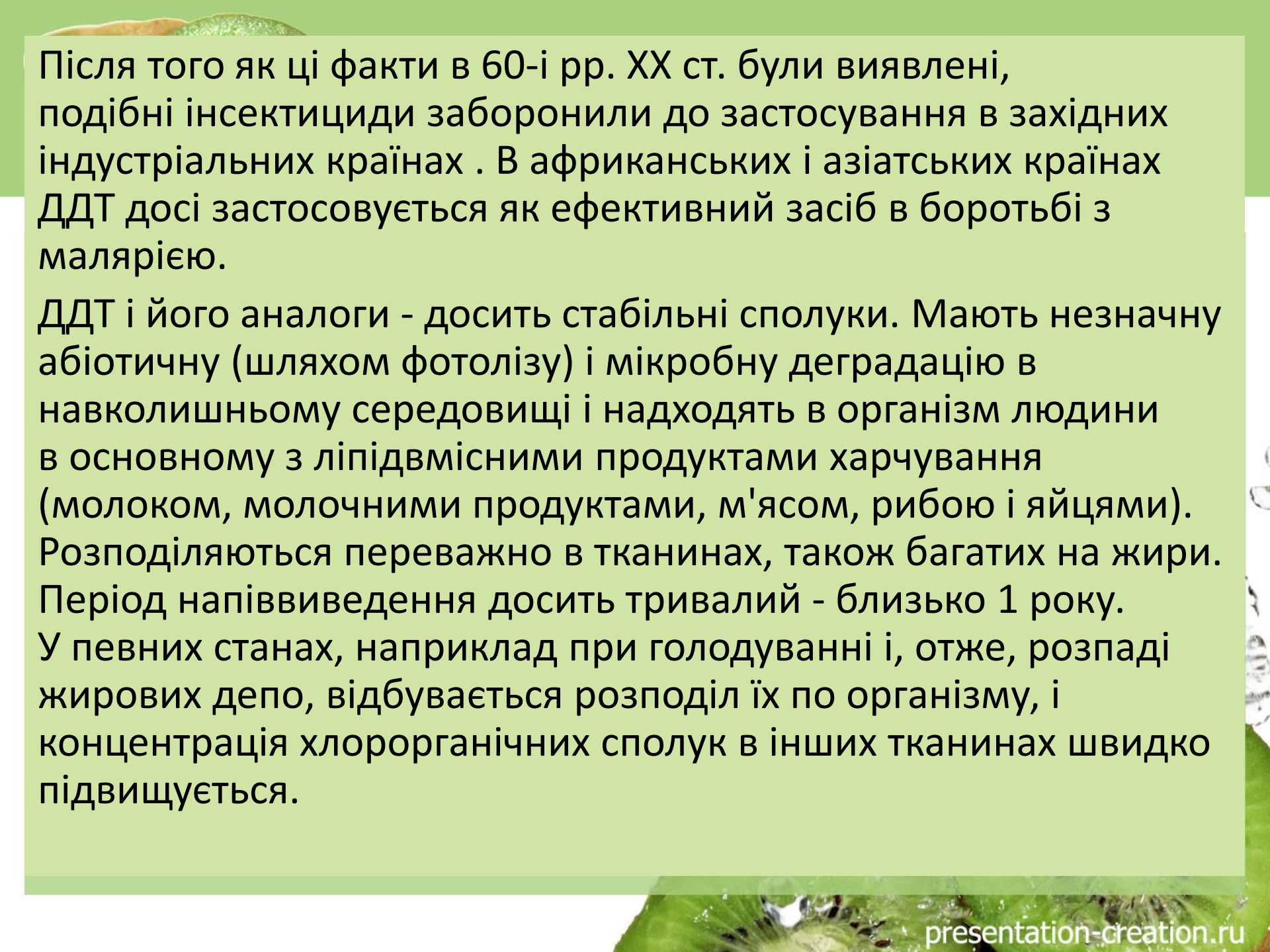
Найвідоміший представник цієї групи сполук - **дихлордифенілтрихлоретан (ДДТ)**. Першовідкривач хімік П. Мельник у 1948 р. за його синтез отримав Нобелівську премію.

Інші представники: **альдрин, гексахлорциклогексан, гексахлорбензол** ін. Застосовуються в овочівництві, садівництві для передпосівної обробки насіння, в боротьбі з шкідниками лісу, домашньому господарстві.

A background image showing several slices of kiwi fruit, with their green flesh and black seeds visible, arranged around the text.

ДДТ - високодієвий інсектицид з порівняно незначною токсичністю для теплокровних. У 50 - 60-ті рр. ХХ ст. були використані мільйони тонн ДДТ в боротьбі з епідеміями малярії, жовтої лихоманки, тифу та інших хвороб, а також для захисту рослин.

Циркуляція в екосистемах «повітря - земля - вода» призвела до глобального розподілу ДДТ у середовищі. Сьогодні його знаходять навіть в льодах Арктики. ДДТ рухається за всіма типами трофічних шляхів. Це викликає збагачення окремих ланок харчових ланцюжків, причому людина як тупикова ланка трофічного ланцюга збагачується особливо сильно. У зв'язку з цим у молоці жінок реєструються найбільш високі концентрації інсектицидів. Молоко - своєрідний біоіндикатор по навантаженню населення цими сполуками.

The background of the slide is a close-up photograph of a kiwi fruit, showing its green flesh and black seeds. The kiwi is sliced, and the slices are arranged to form a border around the central text area.

Після того як ці факти в 60-і рр. ХХ ст. були виявлені, подібні інсектициди заборонили до застосування в західних індустриальних країнах . В африканських і азійських країнах ДДТ досі застосовується як ефективний засіб в боротьбі з малярією.

ДДТ і його аналоги - досить стабільні сполуки. Мають незначну абіотичну (шляхом фотолізу) і мікробну деградацію в навколишньому середовищі і надходять в організм людини в основному з ліпідвмісними продуктами харчування (молоком, молочними продуктами, м'ясом, рибою і яйцями). Розподіляються переважно в тканинах, також багатих на жири. Період напіввиведення досить тривалий - близько 1 року. У певних станах, наприклад при голодуванні і, отже, розпаді жирових депо, відбувається розподіл їх по організму, і концентрація хлорорганічних сполук в інших тканинах швидко підвищується.

Те ж спостерігається при деяких захворюваннях, наприклад при раку. При грудному вигодовуванні у жінки також знижуються запаси жиру в організмі і тоді подібні сполуки з'являються в грудному молоці. При впливі ДДТ у людини відбувається індукція мікросомальних печінкових ензимів, що супроводжується прискореним окислювальним метаболізмом ксенобіотика. У тварин ДДТ і його аналоги впливають на репродуктивну систему і крім цього мають канцерогенну дію.

***ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!***