



A láthatatlan veszteség ára

Miért üzleti kérdés a post-harvest
innováció?

Dr. Némedi Erzsébet
élelmiszeripari mérnök,
biotechnológus

Bemutakozás

- Élelmiszeripari mérnök, biotechnológus
- A élelmiszertudományok doktora
- Termékfejlesztések, innovációk, in-vitro emésztési modellek és élelmiszer alapú klinikai vizsgálatok szakértője
- MTA szakbizottsági tag
- EFSA élelmiszer hatóság Scientific Panel szakértője
- Az EIT Food Agrifood Future Expert Community szakértője
- Startup mentor
- Hazai és nemzetközi innovációs pályázatok bírálója
- Az Expedit Nodum K+F Ügynökség alapítója és vezetője



“Plans to protect air and water, wilderness and wildlife are in fact plans to protect man”

STEWART UDALL



A VILÁGON
A MEZŐGAZDASÁG FELELŐS
AZ ÜVEGHÁZTHATÁSÚ GÁZOK
KIBOCSÁTÁSÁNAK **20%-**ÁÉRT.



2030-RA 7-BŐL
6 EMBER NAPI **3000** KALÓRIÁT
FOGYASZT MAJD NAPONTA

MA A VILÁG NÉPESSÉGÉNEK
50%-A ÉL VÁROSOKBAN,



MELY BECSLÉSEK SZERINT
66%-ra
FOG NÖVEKEDNI
2050-RE.

A KIDOBOTT ÉTELEK
ARÁNYA: **33%**



**AZ EDDIG FELJEGYZETT
16 LEGMELEGEBB NAPBÓL 15**
A 21. SZÁZADBAN KERÜLT FELJEGYZÉSRE.



AZ AUSZTRÁL
FARMEREK
ÁTLAG ÉLETKORA
56 év.

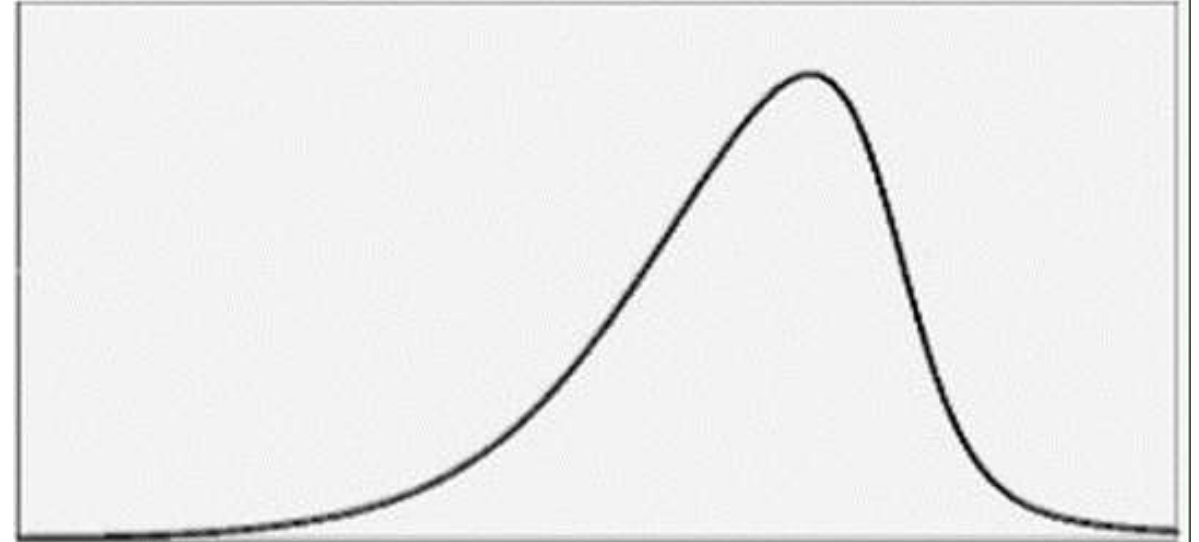


AZ ÚJ TECHNOLOGIÁK
**PIACRA KERÜLÉSÉNEK
ARÁNYA**
MAGASABB MINT VALAHA
BÁRMIKOR.

BECSLÉSEK SZERINT A VILÁG NÉPESSÉGE
A 2015-ÖS 7,3 MILLIÁRDRÓL
**2050-RE 9,7 MILLIÁRDRA
NÖVEKSIK.**

- **Ökoszisztéma rendszer**
billenőpontok (CTPk) határértékek,
amelyeken túllépve az éghajlati
rendszerben bekövetkező változások
önfenntartóvá válnak
- Jelenleg a **globális felmelegedés 2-
3,5°C-os szintje felé tart**
- **MOST 1°C-os globális felmelegedés**
veszélybe sodor minden élőlényt, az
ember létét is
- Fel kell készülni a „hard landing”-re

The Seneca Effect



Increases are of sluggish growth,
but the way to ruin is rapid

Lucius Annaeus Seneca, 4 BC - 65 AD

INNOVÁCIÓ

Társadalom

Gazdaság

Monetáris

Erőforrás
hozzáférhet
őség↓

Energia
hozzáférhe
tőség↓

CO₂ ↑

+1,5
C°↑

Seneca
elv

Időjár
ás↔

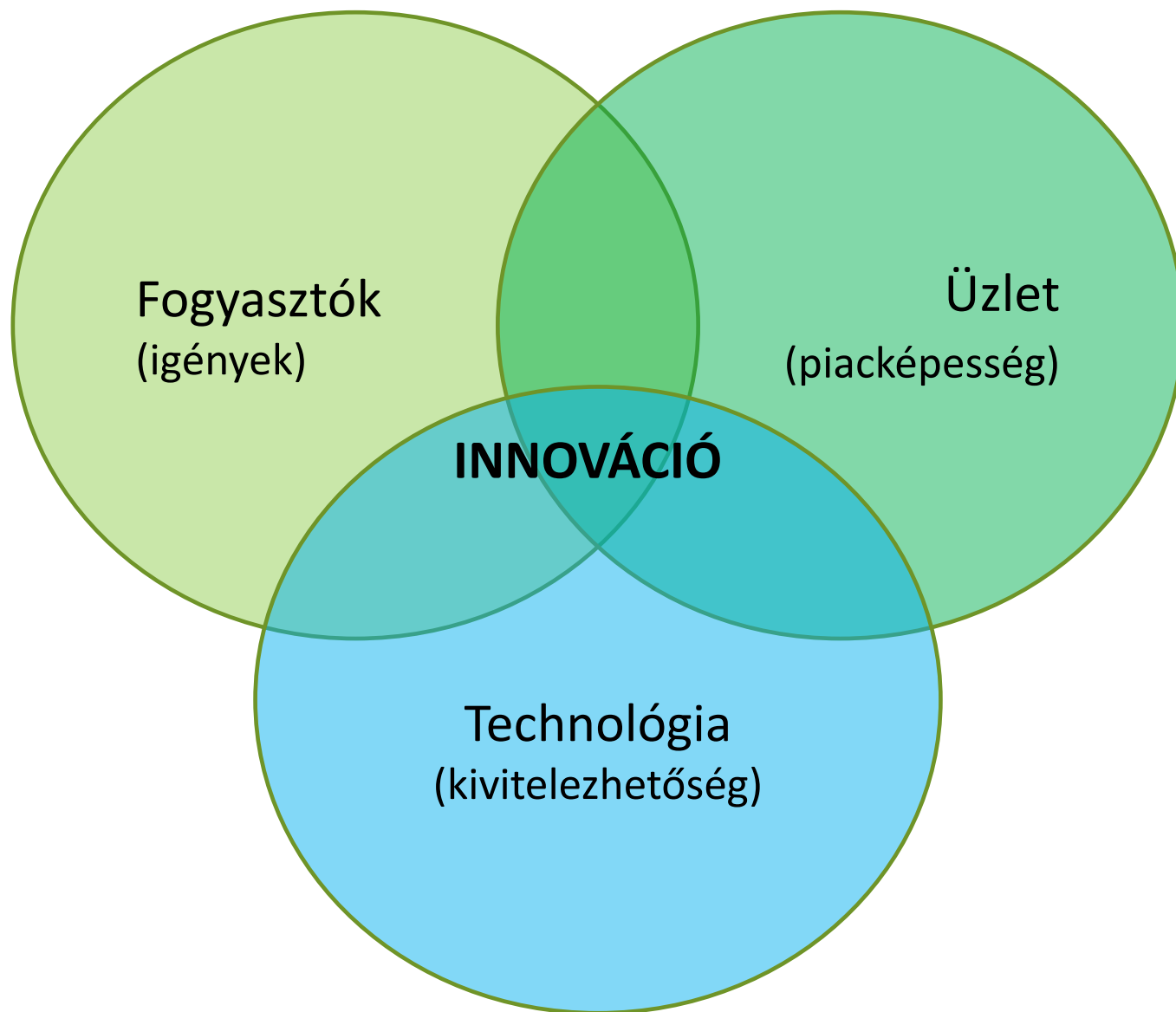
Energi
a
árak
↑

Árfol
yam
↔

Termé
kárak
↑

Vevők
↑

Valódi innováció



Az innováció a **tudás** arra való felhasználása, hogy olyan **új termékeket**, kínálhassunk a vevőknek, amelyek **hozzáadott értéket** kínálnak számukra, ezzel egyidejűleg **technológiailag kivitelezhetőek** és **anyagilag megvalósíthatóak** úgy, hogy a cég számára, lehetővé teszi az **üzlet növekedését**.

Valódi innovációval elérhető előnyök



- Fenntarthatóság
- Termelékenység
- Hulladék csökkentés
- Értékteremtés
- Humán erőforrás optimalizálás
- Biztonság

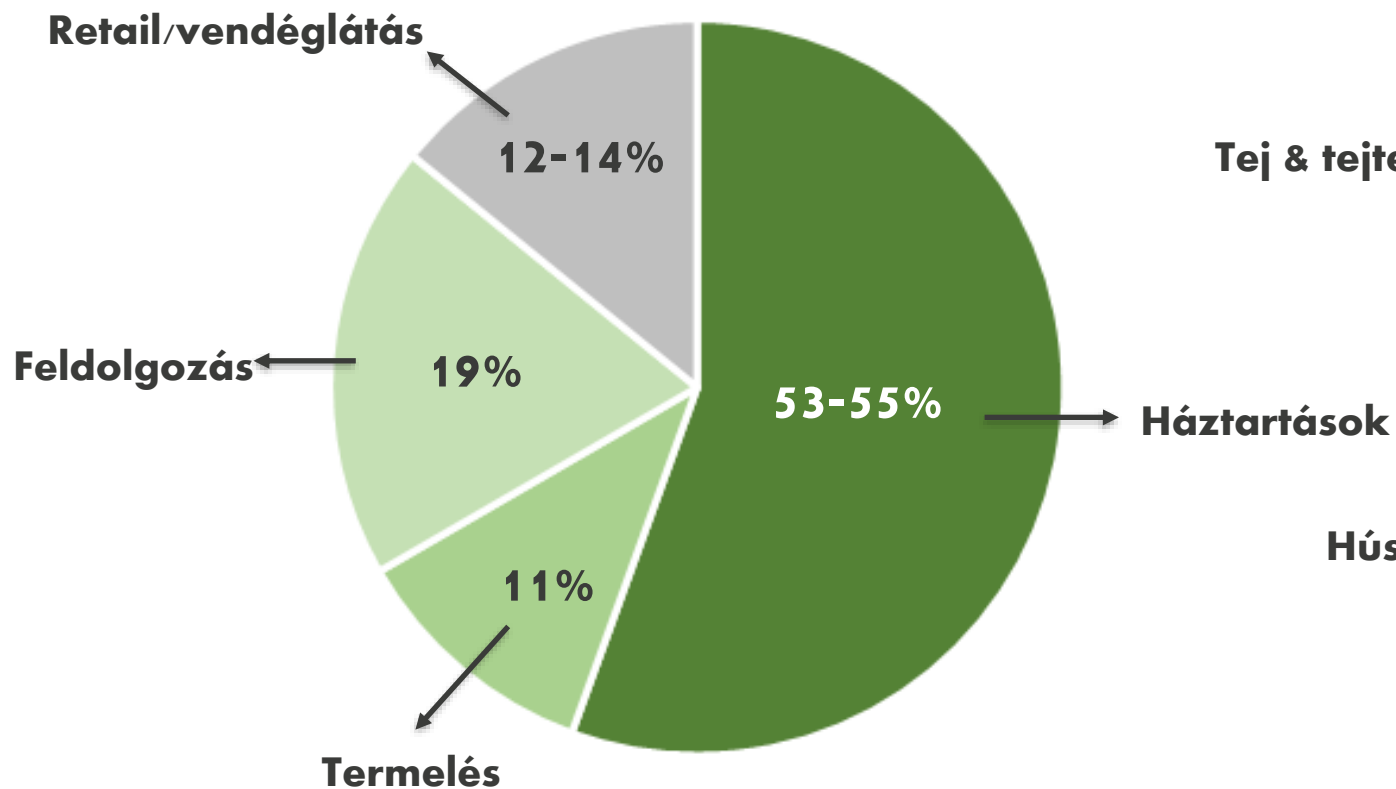
- Versenyképesség
- Racionalizálás
- Körforgásos gazdálkodás
- Új üzleti modellek
- Döntéstámogatás
- Big Data

A post-harvest probléma nagyságrendje

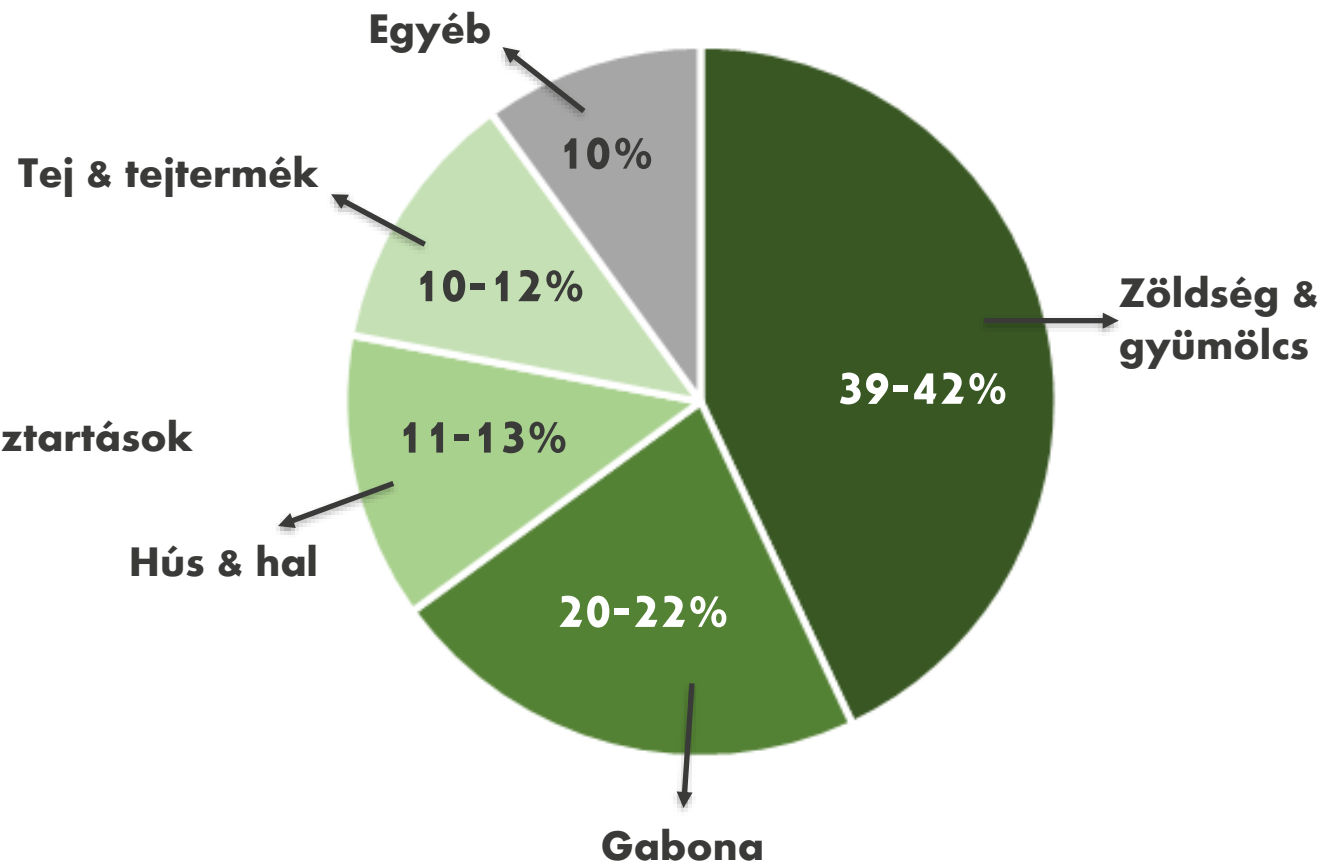
EU éves FLW becslés: ~88 millió tonna/év

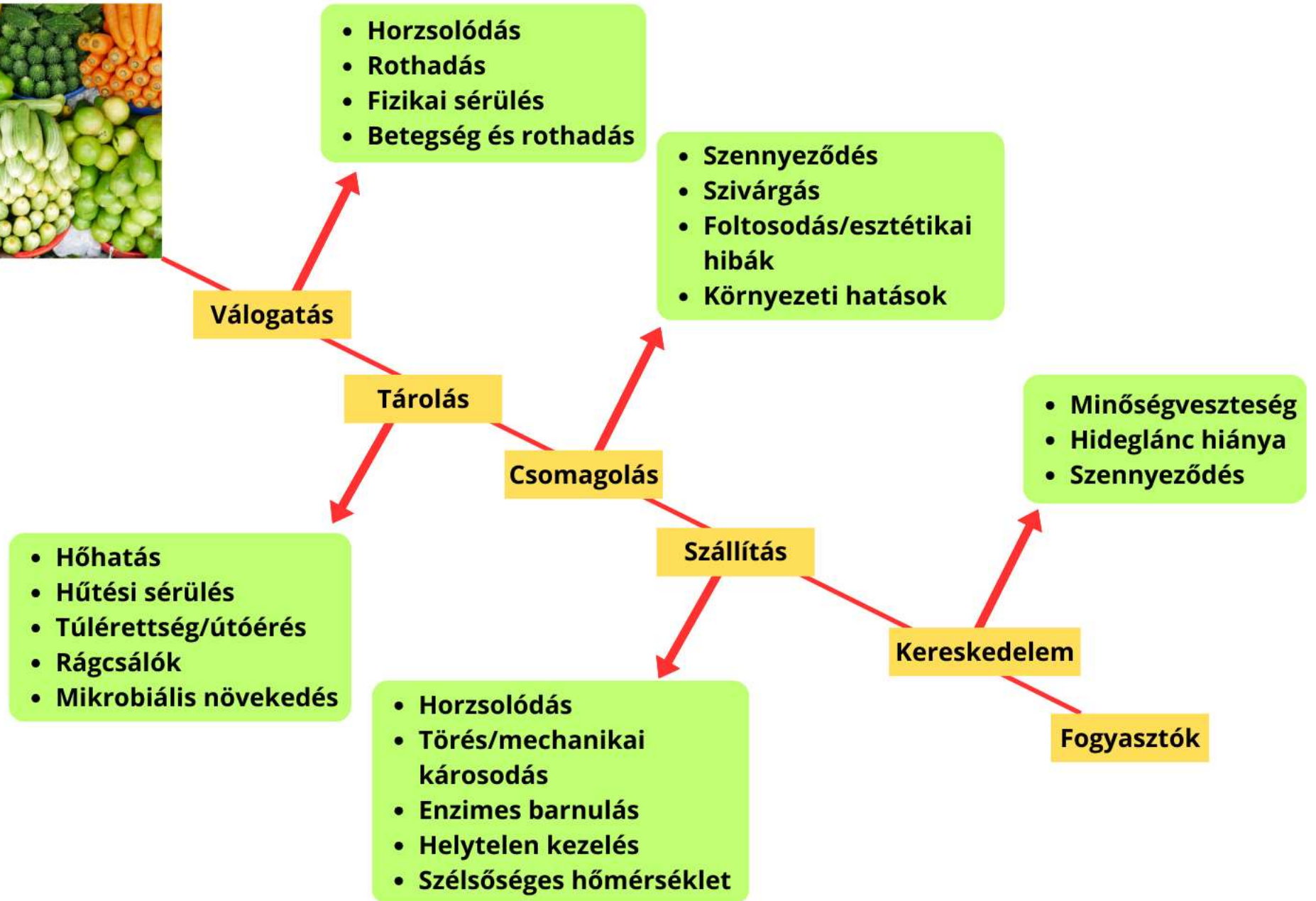


Megoszlás szakaszok szerint



Termékkategóriák szerinti veszteség





Veszteségtípusok



- **Mennyiségi veszteség:** eladhatatlan romlott termék, súlyvesztés (vízvesztés)
- **Minőségi veszteség:** textúra-puhulás, színvesztés, ízromlás, tápanyagok csökkenése (C-vitamin)
- **Élelmiszer-biztonsági kockázat:** penészek, patogén baktériumok elszaporodása
- **Gazdasági veszteség:** árbevétel-kiesés + plusz kezelési és hulladékkezelési költség



Miért romlanak gyorsan?



- Magas víztartalom → gyors mikrobiális romlás, fonnyadás
- Intenzív légzés és enzimaktivitás → hőtermelés, szöveti öregedés
- Mechanikai sérülések (ütődés, vágás) → kapu a kórokozónak, felgyorsult lebomlás
- Fajspecifikus különbségek: klimakterikus (alma, paradicsom) vs. nem klimakterikus (citrus, szőlő) termékek



Környezeti tényezők

Hőmérséklet

Időjárás

Fény

Relatív
páratartalom

Okok

Postharvest veszteségek

Elsődleges okok

Kezelési hibák:

- Betakarítás
- Cséplés/tisztítás
- Őrlés
- Csomagolás
- Tárolás
- Szállítás

Biológiai tényezők

Légzés

Etilén

Transzspiráció

Kártevők és
kórokozók

Betakarítás hatása a tárolhatóságra



- **Túl korai betakarítás:** fejletlen bőrszövet → nagyobb transzspiráció, hamarabb fonnyad; tartaléktápanyagok/fitohormonok nem alakulnak ki → rövidebb frissesség
- Korai betakarításnál induláskor indokolatlanul magas légzésintenzitás, erősebb rothadási hajlam
- **Túl késői betakarítás:** erősebb utóérés, hajtásképződés, tisztítási/válogatási veszteség nő (pl. fejes káposzta, sárgarépa)
- Késői betakarításnál a tárolási idő második felében túlzott légzésintenzitás, az optimális tárolhatóság lerövidül
- Optimális érettség
- Kíméletes technológia

Automatizált és szenzoros betakarítás



- Gépi látás alapú betakarítógépek: szín, forma, méret alapján az optimális érettség kiválasztása
- Képfeldolgozás: hibás, sérült, túl kicsi/nagy darabok automatikus kiszórása
- Érzékelők: rezgés- és nyomásminimalizálás a sérülések csökkentésére
- Eredmény: homogénebb minőség, kevesebb válogatási- és romlási veszteség



Roncsolásmentes vizsgálatok (NIRS)



- Közeli infravörös spektroszkópia: víz-, cukor-, szárazanyag-, szilárdság becslése a termény felvágása nélkül
- Online/inline mérések szortírozó gépsorokon (pl. alma, kiwi, burgonya)
- Gyors, nagy áteresztőképességű ellenőrzés → kevesebb selejt és reklamáció
- Kombináció más módszerekkel: képfeldolgozás + NIRS



Újfajta érettségmeghatározó módszerek



- Advanced Vision paprika osztályozó gép
- Inscan IQA alma osztályozó gép
- DA mérő
- Felix – Produce Quality Meter



Tisztítás és fertőtlenítés



- Klasszikus mosás + klóros vizek helyett: ultrahang, ózon, elektrolizált víz, biológiailag lebomló antimikrobiális mosóanyagok
- Cél: mikrobaszám csökkentése maradékanyagok nélkül, víz- és vegyszerfelhasználás minimalizálása
- Ultrahang: kavitáció → biofilm fellazítása, jobb mosóhatás
- Ózon: erős oxidálószer, gyorsan oxigénné bomlik → nincs maradék



Tárolás alapparamétere

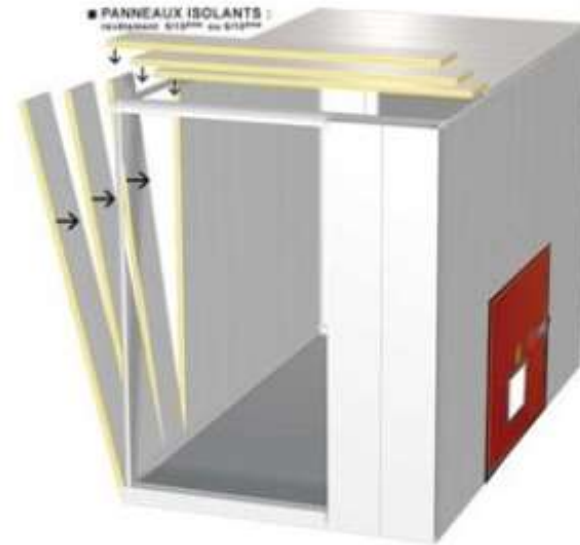


- Hőmérséklet: minden 10 °C csökkentés kb. 2–3× lassabb légzést eredményez
- Relatív páratartalom: 90–95% a legtöbb leveles zöldségnél (fonnyadás vs. kondenzáció veszélye)
- Légcserre/légsebesség: hő és etilén elvezetése de nem szabad kiszárítani a terméket
- Fajspecifikus optimumok (brokkoli 0–1 °C, paradicsom 10–13 °C, stb.)



Tárolás

- Szabályozott atmoszféra (CA)
 - Eltarthatóság brokkoli:
7-10 napról → 20-25 napra
- Dinamikusan szabályozott atmoszféra (DCA)
 - Valós idejű monitoring (O_2 , CO_2 , ET)
 - Hosszú exportláncoknál hasznos
- Hipobárikus tárolás
 - Alacsony nyomás → mikrobiológiai és élettani folyamatok gátlása
 - Magas értékű terményeknél



Etilén szerepe

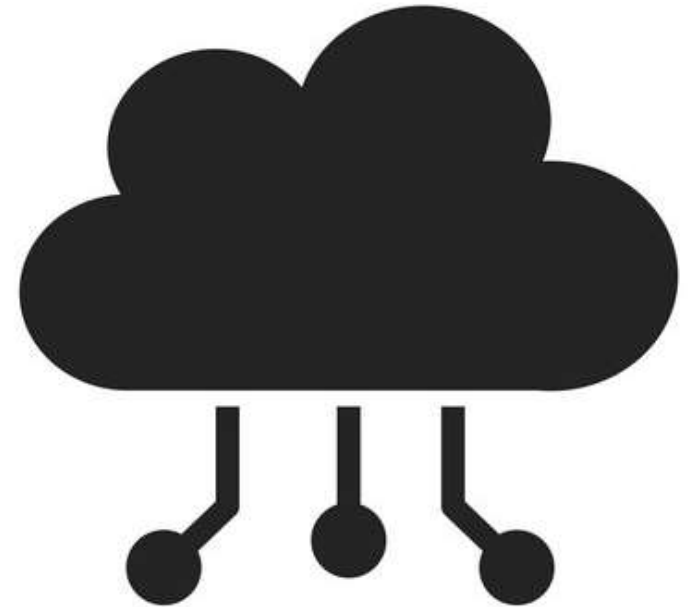
- Természetes növényi hormon, ami az érés, öregedés, klorofillbomlás fő szabályozója
- Klimakterikus gyümölcsöknél (alma, banán, paradicsom) különösen kritikus
- Post-harvest eszközök: etilénelnyelők (KMnO_4), katalitikus égetők, 1-MCP kezelés
- Hibás etilénkezelés: túl puha, lisztes állomány, íz- és aroma-eltérések



Okos tárolórendszerek



- IoT szenzorok: hőmérséklet, RH, O₂/CO₂, etilén, NH₃, illékony vegyületek
- Adatgyűjtés felhőbe, dashboard üzemeltetőknek (riasztások, trendek)
- Prediktív analitika: romlás / meghibásodás előrejelzése (pl. kompresszor hiba)
- Integráció ERP-vel, logisztikával → jobb készletgazdálkodás, kevesebb selejt



Csomagolás szerepe



- Mechanikai védelem, szennyeződés elleni gát
- Mikroklíma szabályozás: gázpermeabilitás, páraáteresztés, kondenzáció csökkentése
- Jelölés, nyomonkövethetőség (GS1 vonalkód, QR-kód, tételazonosítók)
- Fogyasztói kényelem: előrecsomagolt saláták, snack zöldségek

Lebomló és okos csomagolóanyagok



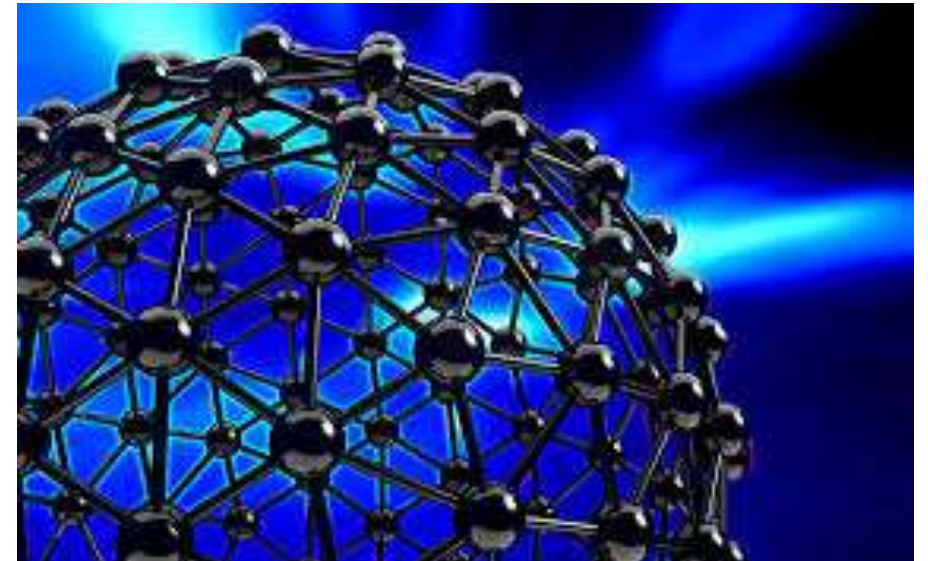
- Alapanyagok: PLA, keményítőalapú fóliák, cellulóz, kitózán, algapolimerek
- Előny: csökkent fosszilis műanyaghasználat, kisebb környezeti terhelés
- Kihívás: vízgőz- és oxigéngátlás, mechanikai stabilitás, költség
- Kombináció aktív/intelligens funkciókkal is lehetséges (biopolimer + TTI)

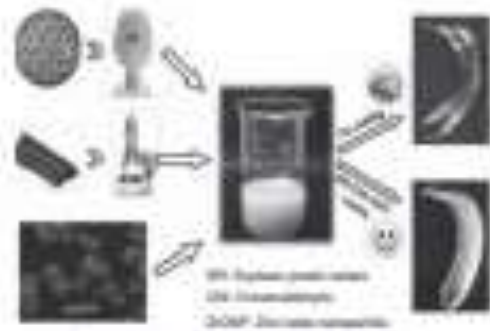


Nanotechnológia



- Nanorészecske-tartalmú bevonatok (ezüst, cink-oxid, agyagásványok) → antimikrobiális, gátoló hatás
- Gáz- és páraáteresztés javítása nanokompozit fóliákkal
- Funkcionális nanoemulziók (antioxidáns, illóolaj) gyümölcsök felületén
- Szabályozási / fogyasztói elfogadottsági kérdések (jelölés, biztonság)

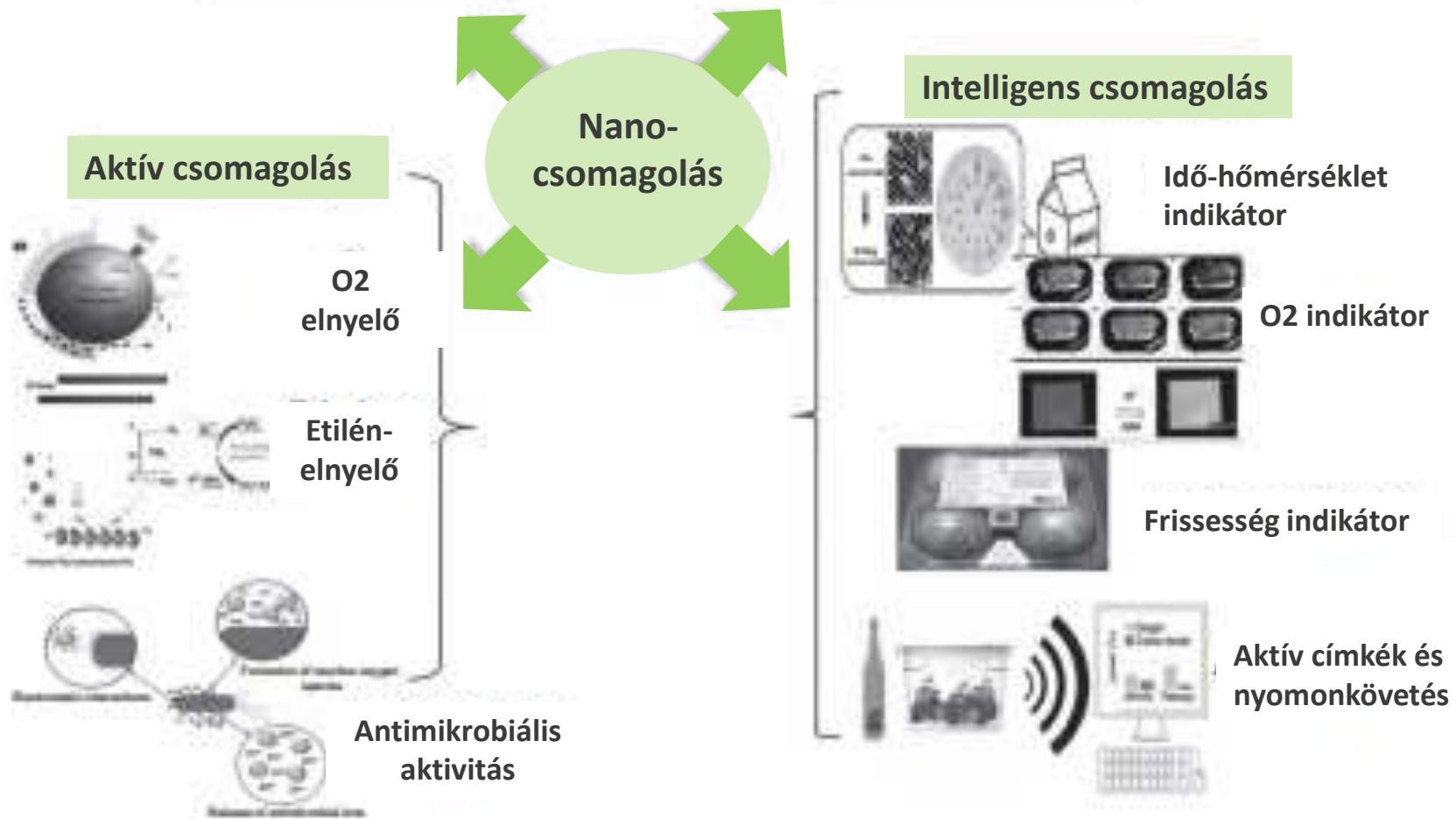




Nano bevonatok



Nanokompozitok



Nanotechnológia az intelligens élelmiszeriparban

Nano csomagolás

Aktív és intelligens antimikrobiális csomagolás

Ehető és biológiailag lebomló csomagolás

Intelligens nanobevonatok

Intelligens nanoszenzorok

Okos nanokompozitok

Nano kapszulázás

Nano tartósítószer

Vízkezelés

Romlás csökkentése

Páratartalom szabályozás

Nano élelmiszerbiztonság

Kémiai romlás elleni védelem

Nehézfémek csökkentése elleni védelem

Biofilm-képződés gátlása

Antimikrobiális hatás

Növényvédőszer-maradványok elleni védelem

Allergének elleni védelem

Nano élelmiszer funkcionális

Javított tápérték

Javított táplálkozási minőség

Élelmiszerek szerkezeti módosítása

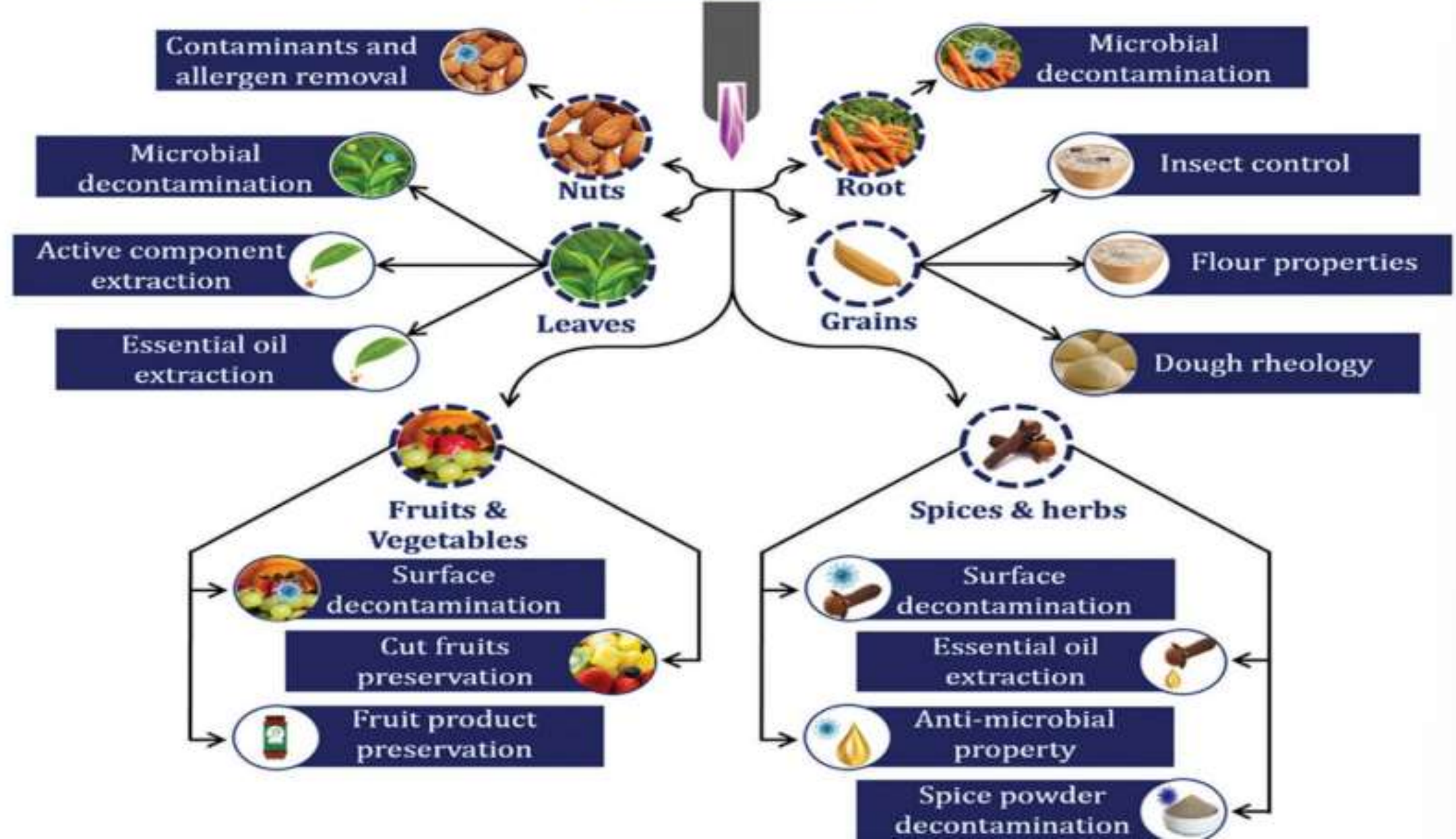
Élelmiszerek fizikai tulajdonságainak javítása

Speciális technológiák

- Krioprezerváció, vitrifikáció, enkapszulációs-dehidratáció: hosszú távú génbank, fajtamegőrzés, referencia-anyagok
- Nagynyomású tartósítás (HPP) gyümölcslevekhez – mikrobaölés hő nélkül
- Hidegplazma-kezelés: felületi fertőtlenítés, minimális hőterhelés
- Jelenleg főleg kísérleti / prémium piacokon, de erős K+F trend



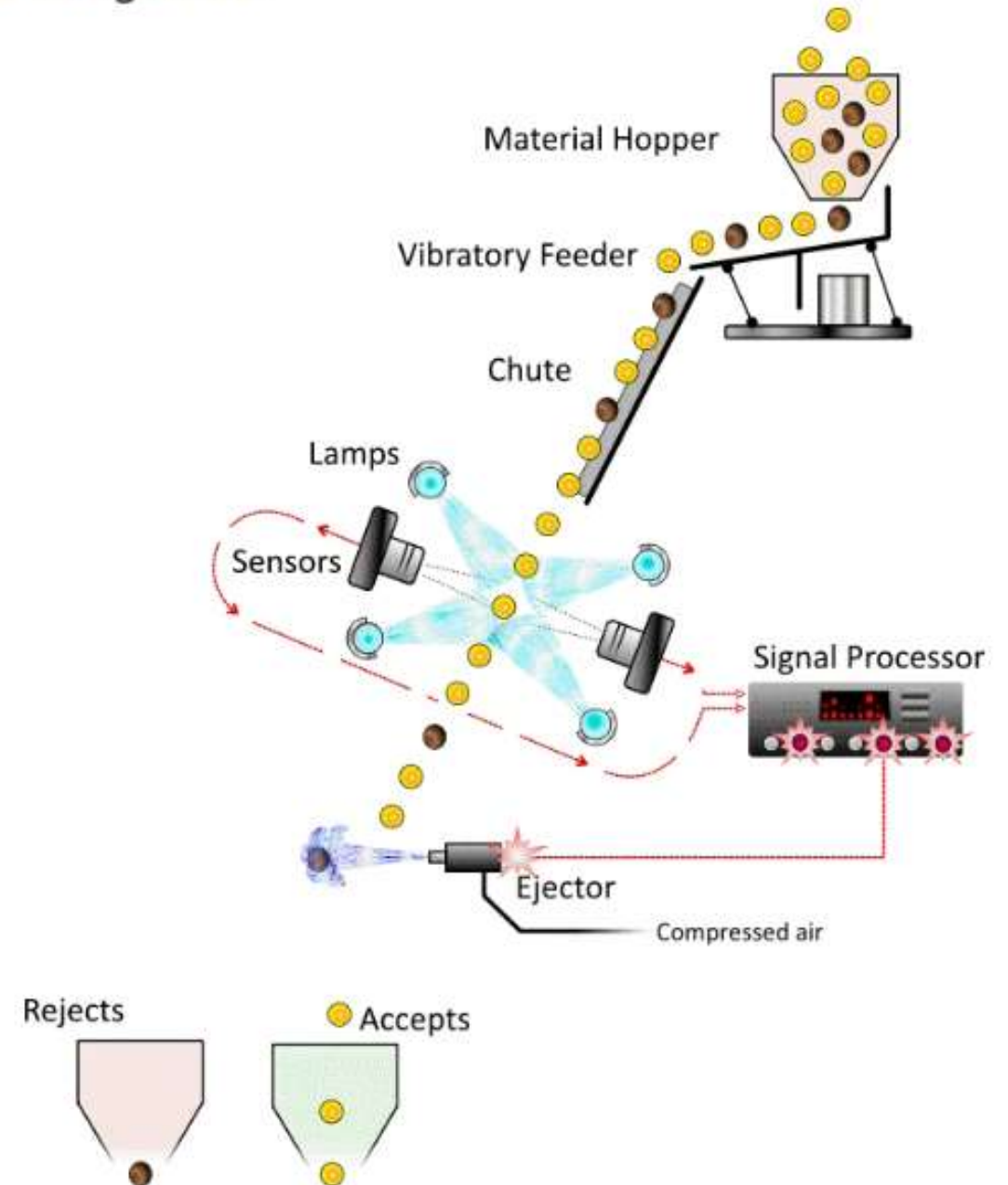
Plasma Treatment



Jövő irányai

- Integrált rendszerek: termőföldi szenzoroktól a bolti polcig (farm-to-fork adatlánc)
- AI-alapú előrejelzés: romlási kockázat, optimális logisztikai útvonal, dinamikus árazás
- Fogyasztói edukáció és csomagolási információs rendszerek (pl. app + QR-kód)
- Cél: veszteségminimalizálás, értéknövelés, fenntarthatóság egyszerre

Optikai válogató elv



Gyakorlati példák

- Brokkoli: CA tárolás 0 °C-on, 1–2% O₂ → polci élet 7–10 napról **20–25 napra** nő
- Előrecsomagolt saláta: védőgáz + mosás + hűtőlánc → 1–2 nap helyett **5–7 nap**
- Alma: DCA tárolás → 8–10 hónapig piacképes keménység és lédúság
- Paradicsom: etilénkontroll (szedési érettség + kontrollált utóérés) → kevesebb selejt exportnál



Gazdasági és környezeti hatás



- Post-harvest veszteség 10%-os csökkentése → közvetlen árbevétel-növekedés a teljes láncban
- Kevesebb selejt → alacsonyabb hulladékkezelési költség, jobb munkaerő-kihasználás
- CO₂-lábnyom csökkenése: ugyanannyi termésből több eladható termék
- Pénzügyi mutatók: beruházási költség vs. megtérülés (CA/DCA, okos tároló, aktív csomagolás)



Miért éri meg makroszinten? - példa



1 USD post-harvest beruházás → 3–5 USD társadalmi haszon

Az egyik legolcsóbb módja az élelmiszer-ellátás növelésének új termelés nélkül

Klímapolitikailag hatékonyabb, mint hozamnövelés

Konkrét éves vállalati példa

Egy 100 millió EUR árbevételű feldolgozó esetén:

- Post-harvest veszteség: ~8% → 8 millió EUR
- Optimalizációval elérhető csökkenés: 25%
- Éves megtakarítás: ~2 millió EUR
- Beruházás: 1,5 millió EUR
- Payback: < 2 év

“Reducing post-harvest losses is one of the fastest and most cost-effective food security interventions.”

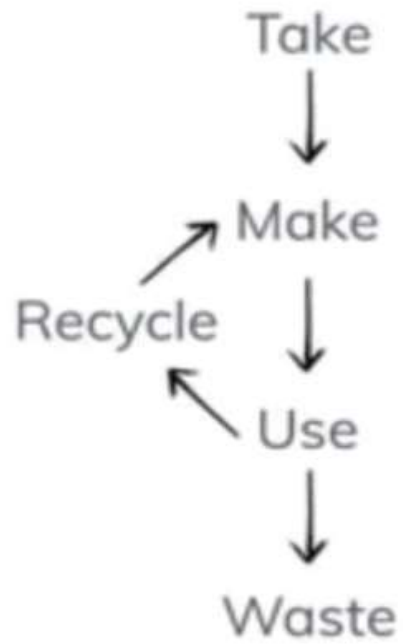
— FAO

Az élelmiszeripari és agrár innovációk célja
kell hogy legyen az **erőforrások** takarékos
felhasználása, azok újratermelése az **emberi
szervezet** fenntarthatóságának, egészségének
megőrzése céljából **folyamatosan növekvő
népesség** mellett.

LINEAR ECONOMY



RECYCLING ECONOMY



CIRCULAR ECONOMY





Köszönöm a megtisztelő figyelmet!

E-mail cím: expeditnodum@expeditnodum.com

Telefonszám: +36-20-914-8075