



NEMZETI AGRÁRKUTATÁSI ÉS INNOVÁCIÓS KÖZPONT  
ÉLELMISZER-TUDOMÁNYI KUTATÓINTÉZET



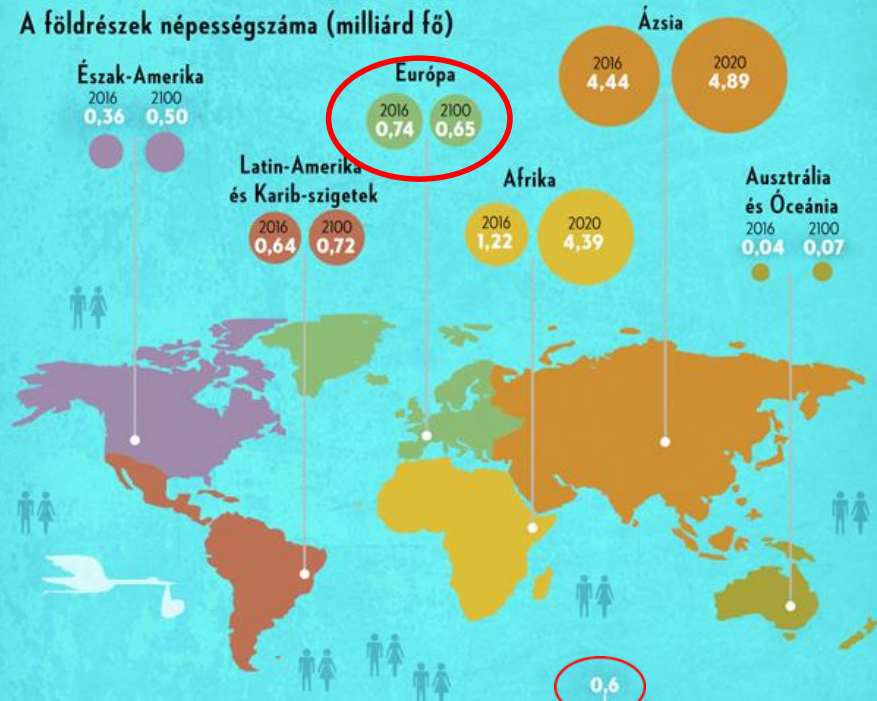
# Hüvelyesek szerepe a funkcionális élelmiszerek fejlesztésében

Gelencsér Éva

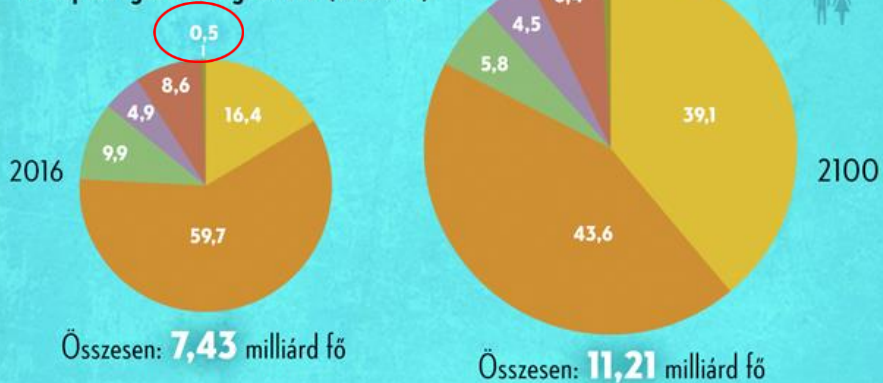


# A FÖLD NÉPESSÉGE, 2016-2100

## A földrészek népessége (milliárd fő)



## A népességszám megoszlása (százalék)



Összesen: **7,43** milliárd fő

Összesen: **11,21** milliárd fő

Forrás: KSH; World Population Prospects: The 2015 Revision

Infografika: infotandem



## A METABOLIKUS SZINDRÓMA



SZÍVBETEGSÉG



LIPID PROBLÉMÁK



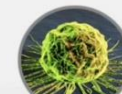
MAGAS VÉRYOMÁS



2-ES TÍPUSÚ CUKORBETEGSÉG



DEMENCIA



RÁK



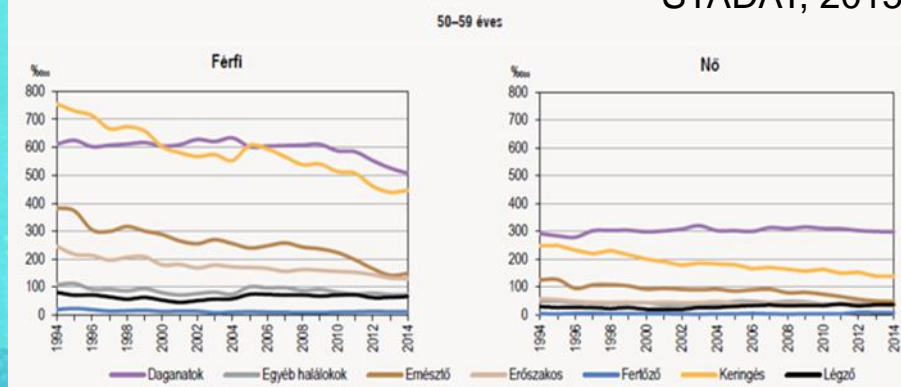
POLICISZTÁS OVÁRIUM SZINDRÓMA



NEM ALKOHOLOS EREDETŰ ZSÍRMÁJ

## Középkorúak haláloki struktúrája

STADAT, 2015

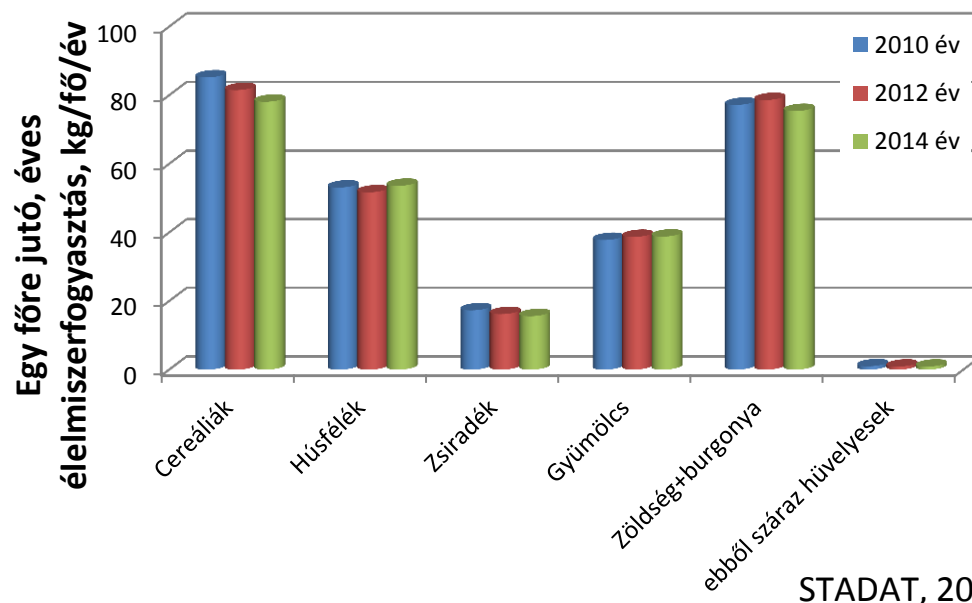




## „Tápláló magvak a fenntartható jövőért” Hüvelyesek nemzetközi éve, 2016

Kiegyensúlyozatlan tápláltsági állapot: mikro-tápanyag hiány, túltáplálás, NCDs (59% állati eredetű fehérje; néhány gabona alapélelmiszerré vált)

A hüvelyesekből származó energia bevétel az EuCA régióban: 0,2-2,82%



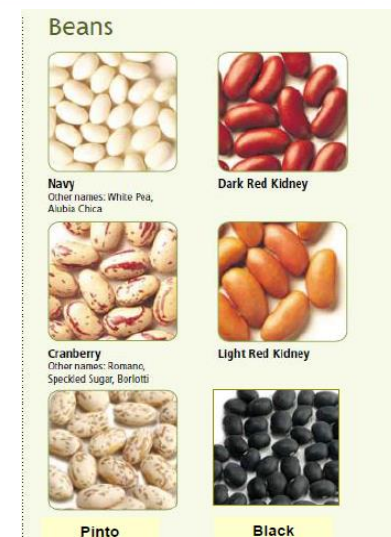
### Megoldás lehet:

- a növényi élelmiszerek sokféleségére épülő,
- fenntartható módon előállítható,
- értéknövelt és funkcionális élelmiszerek körének bővítése.

(FAO/WHO ICN2, 2014)

# Száraz hüvelyesek közvetlen hasznosítása a táplálkozásban

	Fehérje (%)	Szénhidrát (%)	Rost (%)	Zsír (%)
Borsó	20-27	42-49	15	1,0-1,7
Bab	20-34	32-45	23	0,7-2,3
Lencse	21-30	42-49	14	1,0-1,3
Csicseri borsó	18-31	33-44	25	4,4-6,9
Szója (zsírtalan)	47	38	18	1
Kukorica (csírámentes)	6	83	2	1
Búza (hántolt)	10-15	73	2	2



# Hüvelyes étrend kedvező hatása

Étrendi összetevők	Hatás	Előnyök
Rost, fehérje	Teltségérzés	Testtömeg kontroll
Oldható rost, rezisztens keményítő	Koleszterin (total, LDL), trigliceridek csökkenését segíti Lassú glükóz felszívódás	CVD  Diabétesz, testtömeg kontroll
Oldhatatlan rost	Széklet formálás, rövidebb vastagbél tranzitidő, jobb mikrobiális fermentáció	Testtömeg kontroll
Növényi fehérje	Telített zsírsavakban szegényebb étrend Fehérjében és AS (Arg, Leu, Lys) gazdag étrend	CVD Időskorú táplálás, AS szintézis elősegítése és szarkopénia megelőzése
Alacsony zsírtartalom, nagy tápanyagsűrűség	Zsírban szegényebb étrend, tápanyagokban gazdagabb energia bevitel	Testtömeg kontroll, betegség megelőzés

McGill, 2012

# Hüvelyesek főbb bioaktív komponensei

Bioaktív komponensek	Kémiai természet	Forrás	Biológiai aktivitás	Inaktiváció módja
Enzim inhibitorok	Fehérjék (600-24 000 Da)	Szója, babok, csicseri borsó, borsó, lencse, mogyoró	Fehérjehasznosulás és növekedés gátlás; pankreász hiperaktivitás  Vércukorszint csökkenés; rák-és víruselleni aktivitás	Hőkezelés, csíráztatás
Lektinek	Fehérjék/ Glüko-proteidek	Szója, babok, csicseri borsó, borsó, lencse, mogyoró	Fehérjehasznosulás és növekedés csökkenés; pankreász hiperaktivitás; bélproliferáció  Vércukorszint csökkenés; rák-és víruselleni aktivitás	Hőkezelés
Magfehérje globulinok és hidrolizátumok	Tartalékfehérjék	Mogyoró, szója, csillagfürt, lencse, borsó	Allergén aktivitás  Vér koleszterinszint és vérnyomás csökkenés; rákelleni aktivitás	Hőkezelés, HPP

# Hüvelyesek főbb bioaktív komponensei

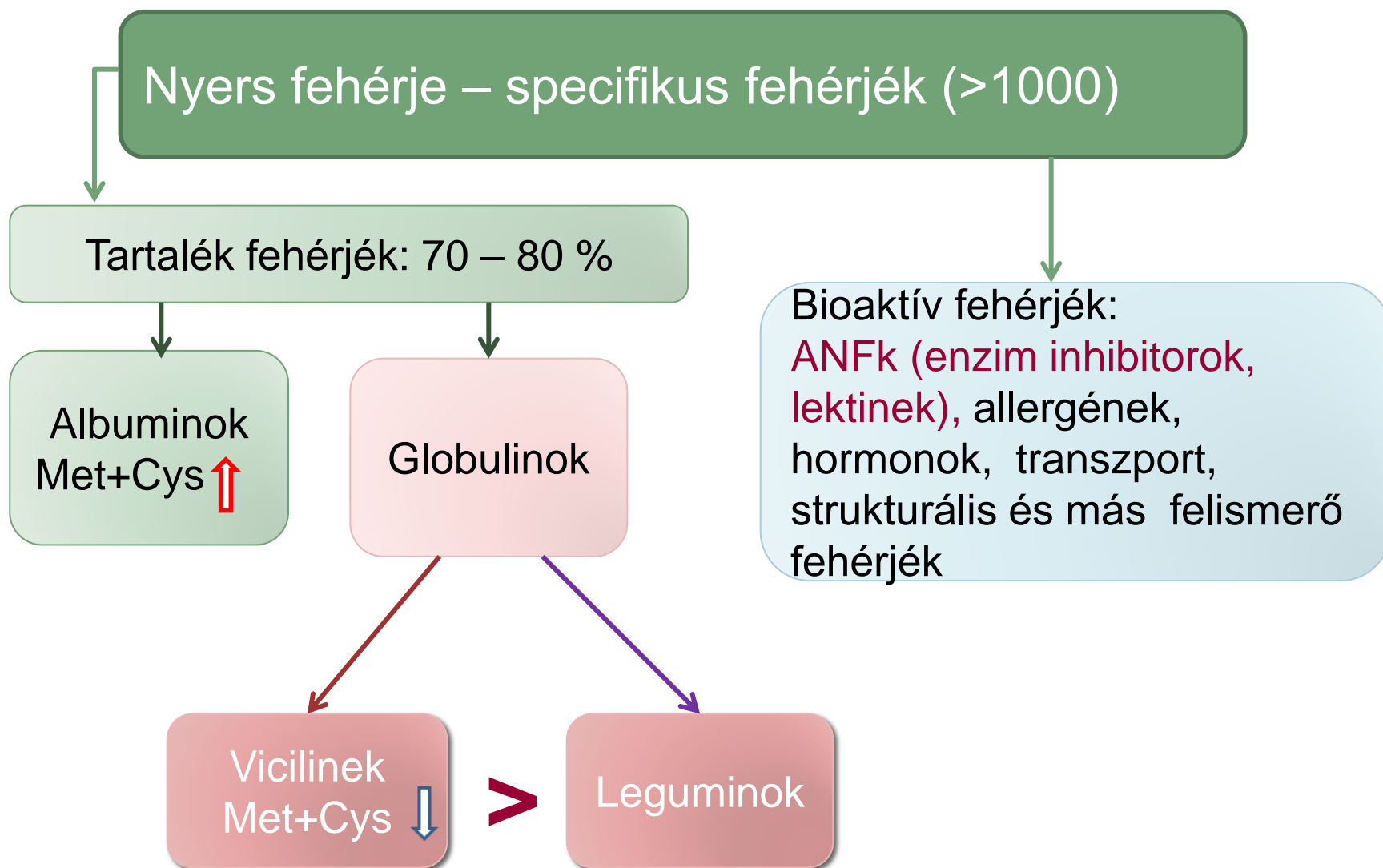
Bioaktív komponensek	Kémiai természet	Forrás	Biológiai aktivitás	Inaktiváció módja
Polifenolok	Tanninok, flavanoidok, fenolsavak, sztilbének, ligninek	Színes babok, lencsék, borsók, szójababok	Tápfelvétel, fehérje- és ásványi anyag hasznosulás csökkenés; emésztő enzimek gátlása Antioxidáns és rákelleni aktivitás	Áztatás, hántolás, hőkezelés
Fitinsav	Mio-inozitol hexafoszfát	Szójabab, babok, borsó, lencse, csicseri borsó	Ásványi anyag felszívódás (Ca, Fe, Zn) gátlása Antioxidáns és rákelleni aktivitás	Áztatás, fermentálás, csíráztatás
Favizmus faktorok	Pirimidin glükozidok (vicin, convicin)	Lóbab (major, minor)	Akut hemolítikus aneamia	Csíráztatás
Puffasztó anyagok	Alfa-galakto-oligoszacharidok (raffinóz, sztachióz, verbaszkóz)	Trópusi száraz hüvelyesek, babok, csicseri borsó, lóbab, borsó, lencse	Bélgázok Lehetséges prebiotikus hatás  Carbonaro, 2011; Mojica et al., 2014.	Áztatás, fermentálás, csíráztatás

# Hüvelyesek főbb bioaktív komponensei

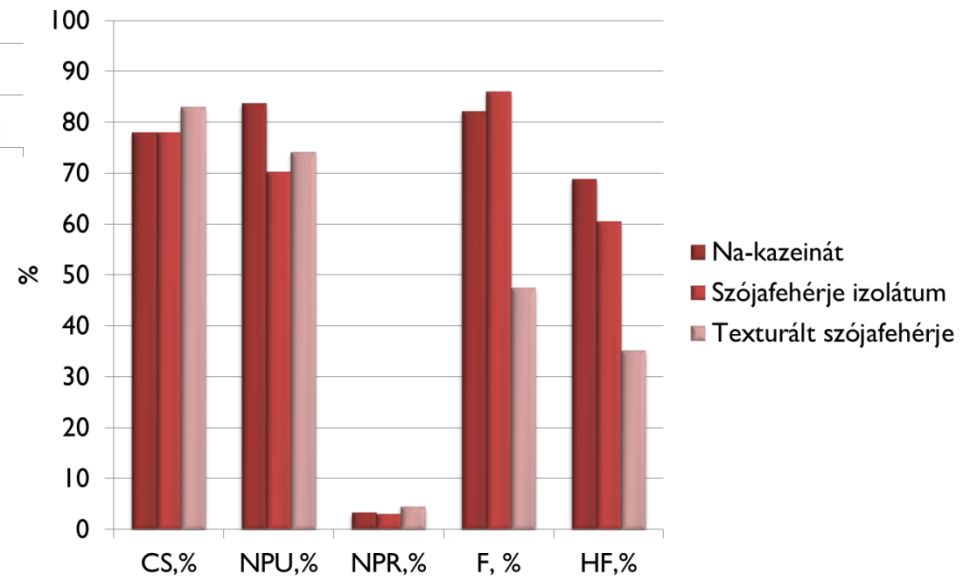
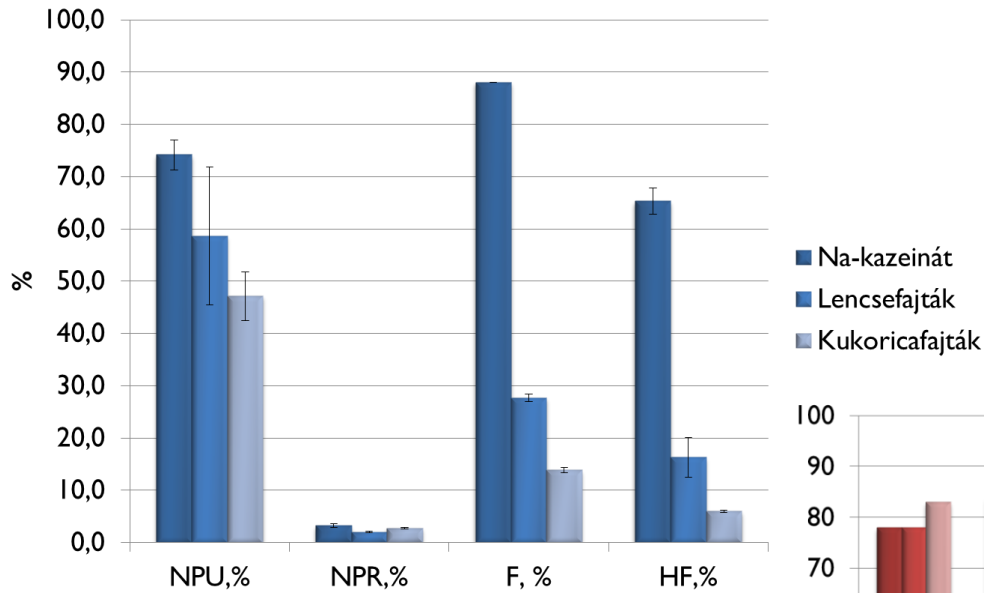
Bioaktív komponensek	Kémiai természet	Forrás	Biológiai aktivitás	Inaktiváció módja
Szaponinok	Szteroid vagy triterpén glükozidok	Szójabab, csicseri borsó, lóbab, lencse, mogyoró	Növekedés és enzimgátlás; hemolitikus aktivitás Rákelleni aktivitás; immunmodulálás; koleszterinszint csökkentés	Áztatás, hántolás, hőkezelés
Alkaloidák	Aminosavak, purinok, pirimidin származékok	Csillagfürt	Emésztésgátlás; keringési és idegrendszeri káros hatás	Sós vizes áztatás
Cianogének	Cianogén glükozidok	Lima bab, bab, csicseri borsó, borsó, lóbab	Légzési zavarok	Áztatás, hántolás, hőkezelés
Lathirogének	Aminosav származékok	Borsó, lóbab	Idegrendszeri hatás, görcsös bénulás, csontok deformációja	Hántolás, hőkezelés
Bioaktív peptidek	Fehérjéből felszabaduló peptidek	Babok, borsó	Érrendszeri, központi idegrendszeri és antioxidáns hatás; alfa-amiláz, ACE, DPP-IV gátlás	



# Hüvelyes magvak fehérje-összetétele



# Különböző fehérjeforrások hasznosulása



# Egymást kiegészítő fehérjék



McGill, 2012



# Fehérjeminőség

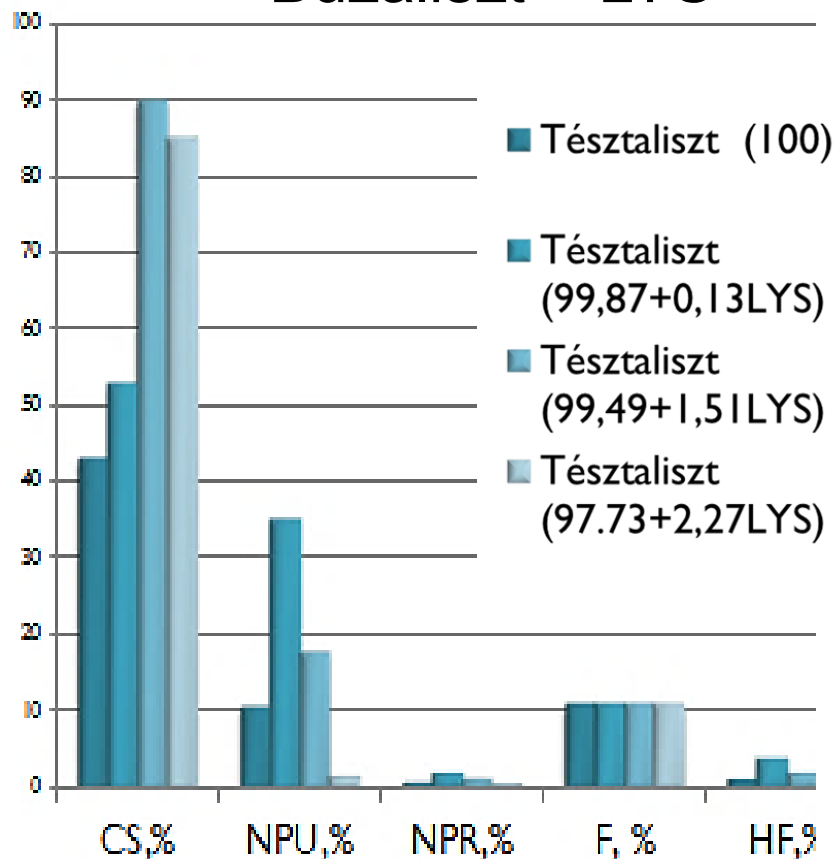
	PDCAAS
Lencse	0,63
Sárgaborsó	0,64
Fekete bab	0,53
Búzaliszt	0,43
Rizsliszt	0,50
Lencse - Búza (25:75)	0,71
Lencse - Rizs (25:80)	0,74
Fekete bab – Rizs (25:75)	0,75
Borsó – Búza (30:70)	0,75



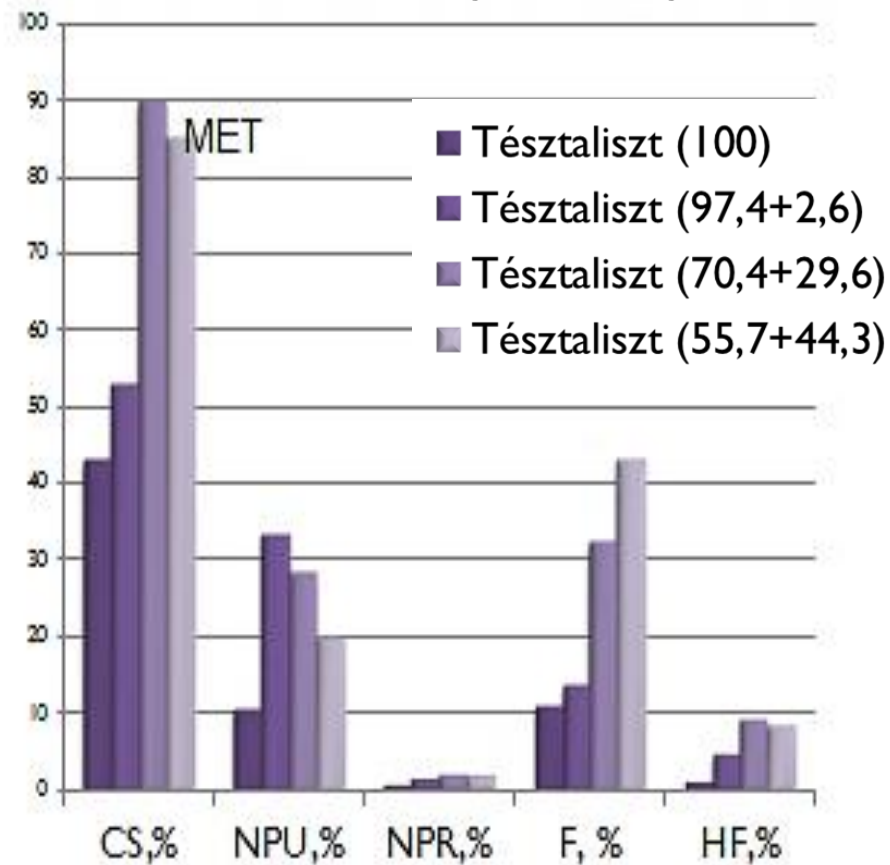
# Száraztészta fehérje hasznosulása



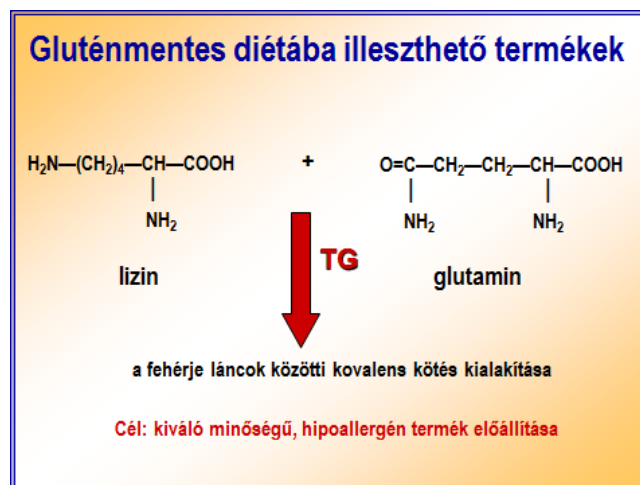
## Búzaliszt + LYS



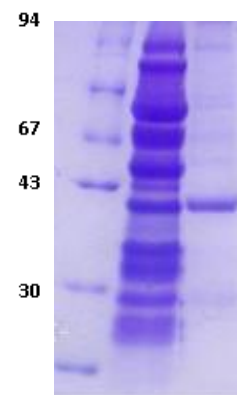
## Búzaliszt + szójafehérje



# Gluténmentes étrendbe illeszthető, sárgaborsóliszt alapú száraztészta



Mt. (kDa) 140 mg TG/kg liszt



1 2 3

1. Mt standard
2. Sárgaborsó
3. Sárgaborsó +TG

Takacs et al., 2007

## Hüvelyes fehérjék főbb ANF tartalma

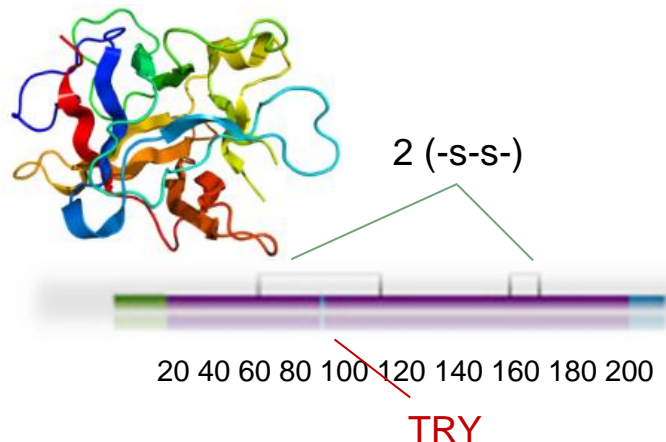
Hüvelyes magvak	Lektinek	Kunitz TI** (KTI)	Bowman-Birk TI ** (BBI)	aAI
Tehénborsó	alacsony	-	mérsékelt	-
Csillagfűrt	alacsony	alacsony	alacsony	-
Szójabab*	mérsékelt	magas	mérsékelt	mérsékelt
Vesebab	magas	-	alacsony	magas

\*Az ANF tartalom a teljes mag fehérje közel 6%-a;

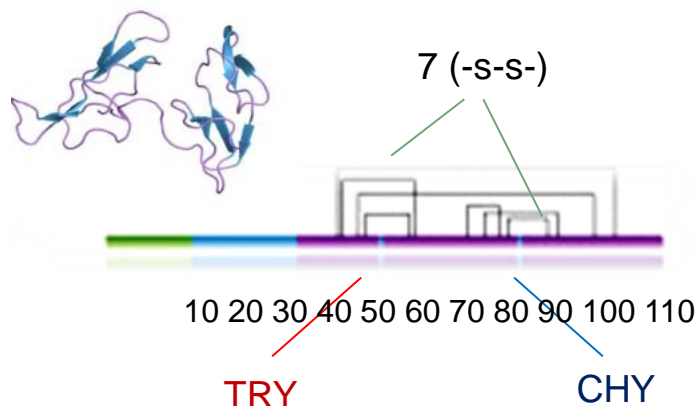
\*\* a TIA 80%-a KTI eredetű; szerepük tisztázatlan (csírázásnál proteolízis kontroll, biotikus stressz védelem, S-AS tartalék; BBI rák megelőző és gátló hatású gyógyszer, bakteriális proteáz inhibitor)

## Szója proteáz inhibitorok (KTI, BBI)

**KTI Mt: 20.1 kDa**



**BBI Mt: 8 kDa**



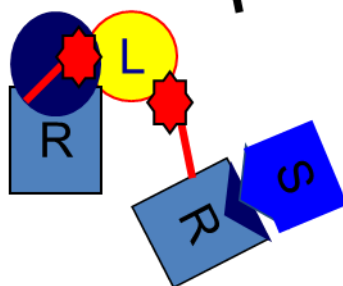
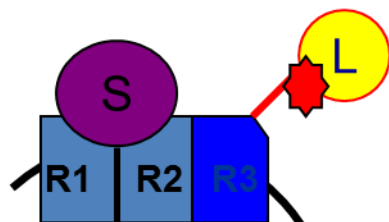
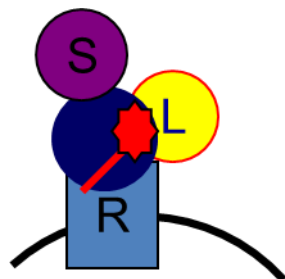
- ▶ proteolízisnek ellenálló a tápcsatornában
- ▶ **KTI - tripszin** aktív kötőhely blokkolása
- ▶ **BBI - tripszin-kimotripszin** kötőhelyek blokkolása
- ▶ csökkent fehérje/peptid emészthetőség
- ▶ pankreász hiperplázia és hiperszekréció
- ▶ megnövekedett endogén fehérje szekréció
- ▶ negatív N-mérleg
- ▶ **BBI kemopreventív (szájüreg, posztata, végbél) és/vagy terápiás (neurodegeneratív, gyulladásos) tulajdonságok**

**A BBIC 1992-ben „új gyógyszer” státuszt kapott az FDA-tól. (IND no. 34671; A. R Kennedy)**



# Szója lektin (SBA)

Mt: 30 kDa (150 kDa)



- ▶ proteolízisnek ellenálló a tápcsatornában
- ▶ specifikus kötődés glükó-konjugátumokhoz (tápcsatorna/mikroba)
- ▶ mitogén hatás (vékonybél proliferáció)
- ▶ endocitózis (szisztémás hatás a szerveken/immunmodulálás)
- ▶ pankreász hiperplázia és hiperszekréció
- ▶ hosszantartó etetésnél negatív N-mérleg

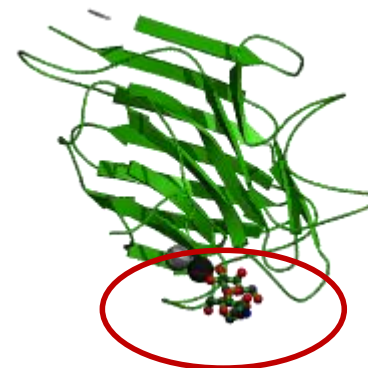
S - szignál

L – lektin

R – receptor

M – sejt membrane

Lektin –receptor kölcsönhatás

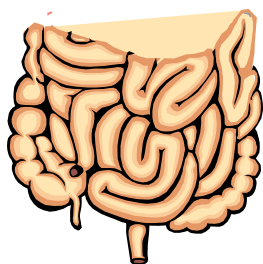


# Patkánymodell (SBA, KTI, BBI)



90 perc múlva

Gyomorszondás adagolás  
20 mg/ml of SBALB



Extrakció a bélfalról  
0,01M PBS-0,1M N-galaktóz (pH=7,4)

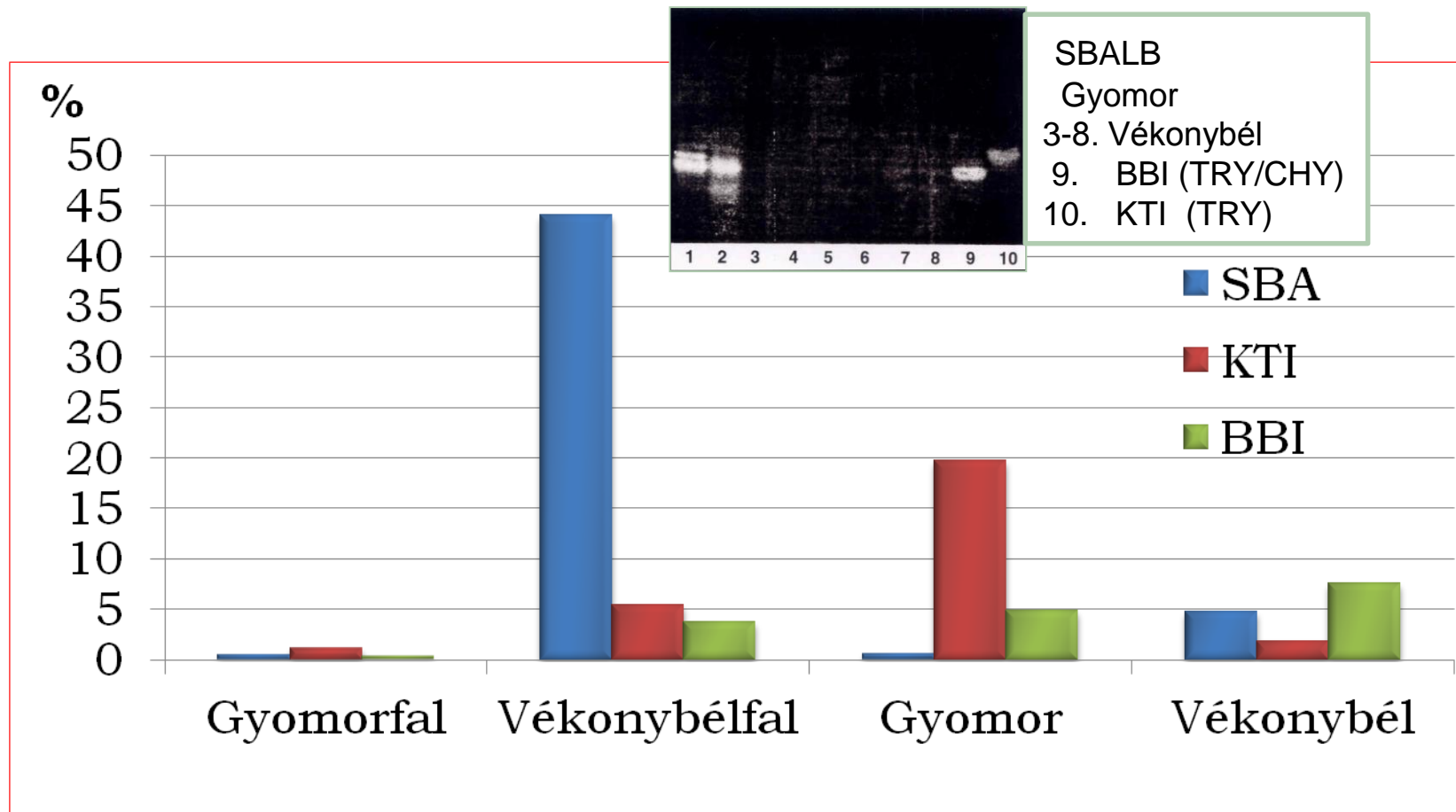
Lektinek (SBA)



Gyomor, béltartalom mosás aprotinin tartalmú jeges DV vízzel

Tripszin inhibitorok (BBI, KTI)  
és más bioaktív fehérjék/allergének

# Tápcsatornában túlélő antinutritív fehérjék (ELISA)

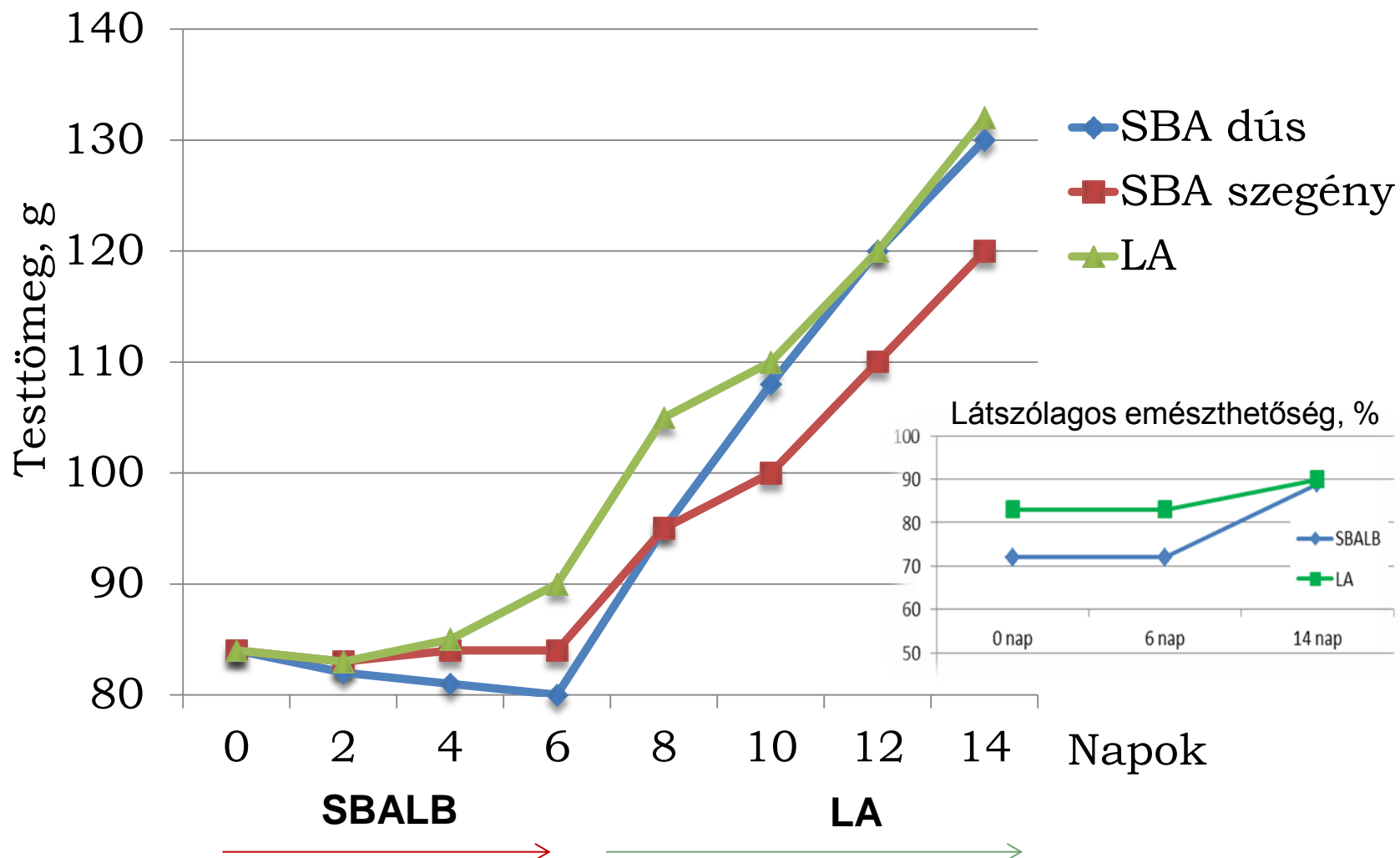


## Növényi lektinek túlélése a tápcsatornában

Lektin	Forrás	Cukor specificitás	Visszanyerés, %
ConA	Jack bab	$\alpha$ -D-mannóz, $\alpha$ -D-glükóz	>90
PHA	Vörös vesebab	N-acetil- galaktózamin	>90
GNA	Hóvirág hagyma	$\alpha$ -1-3 mannóz	>90
SBA	Szójabab	N-acetil - D-galatózamin	40-50
WGA	Búzacsíra	N-acetil- $\beta$ -D- glükózamin	50-60
PSA	Borsó	$\alpha$ -D-mannóz	30-40
VFL	Lóbab	$\alpha$ -D-mannóz	20-30

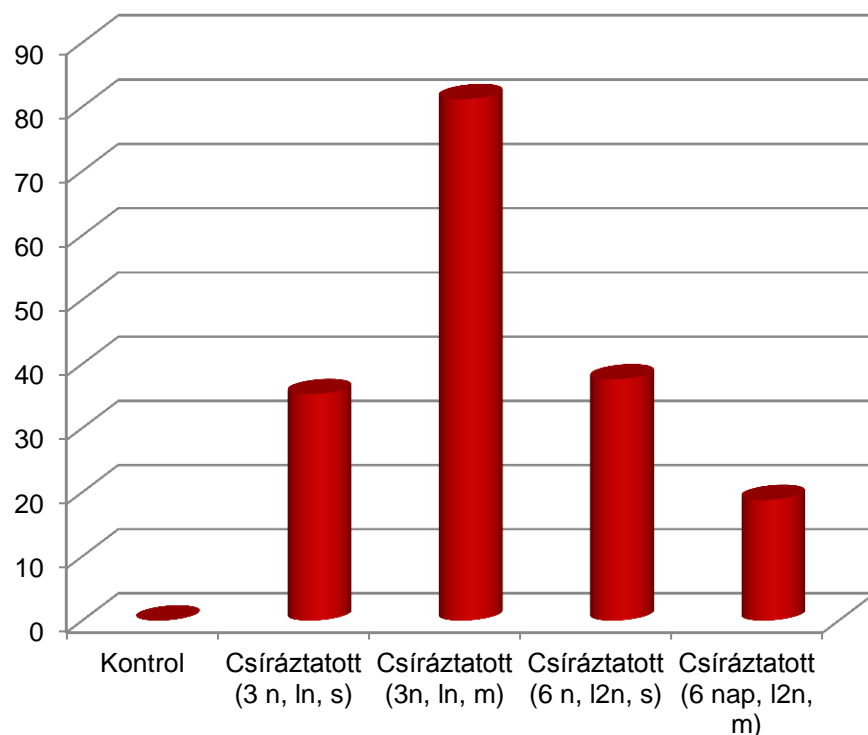


# SBA hatása a patkány testtömeg növekedésére

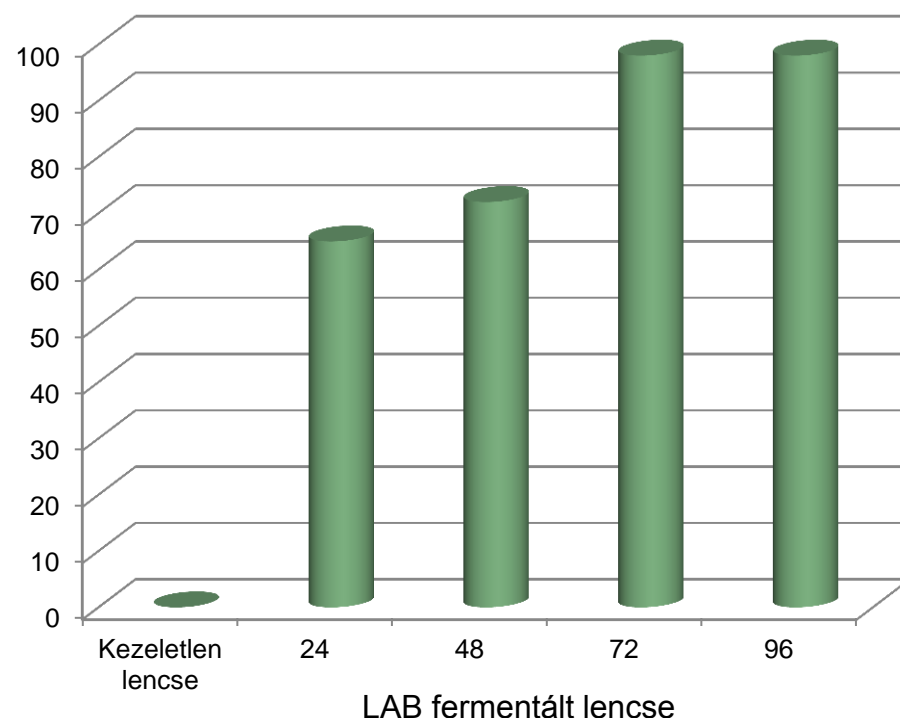


# Lektinben (LCA) dús, csíráztatott és lektinben szegény, természetes fermentációval erjesztett lencse

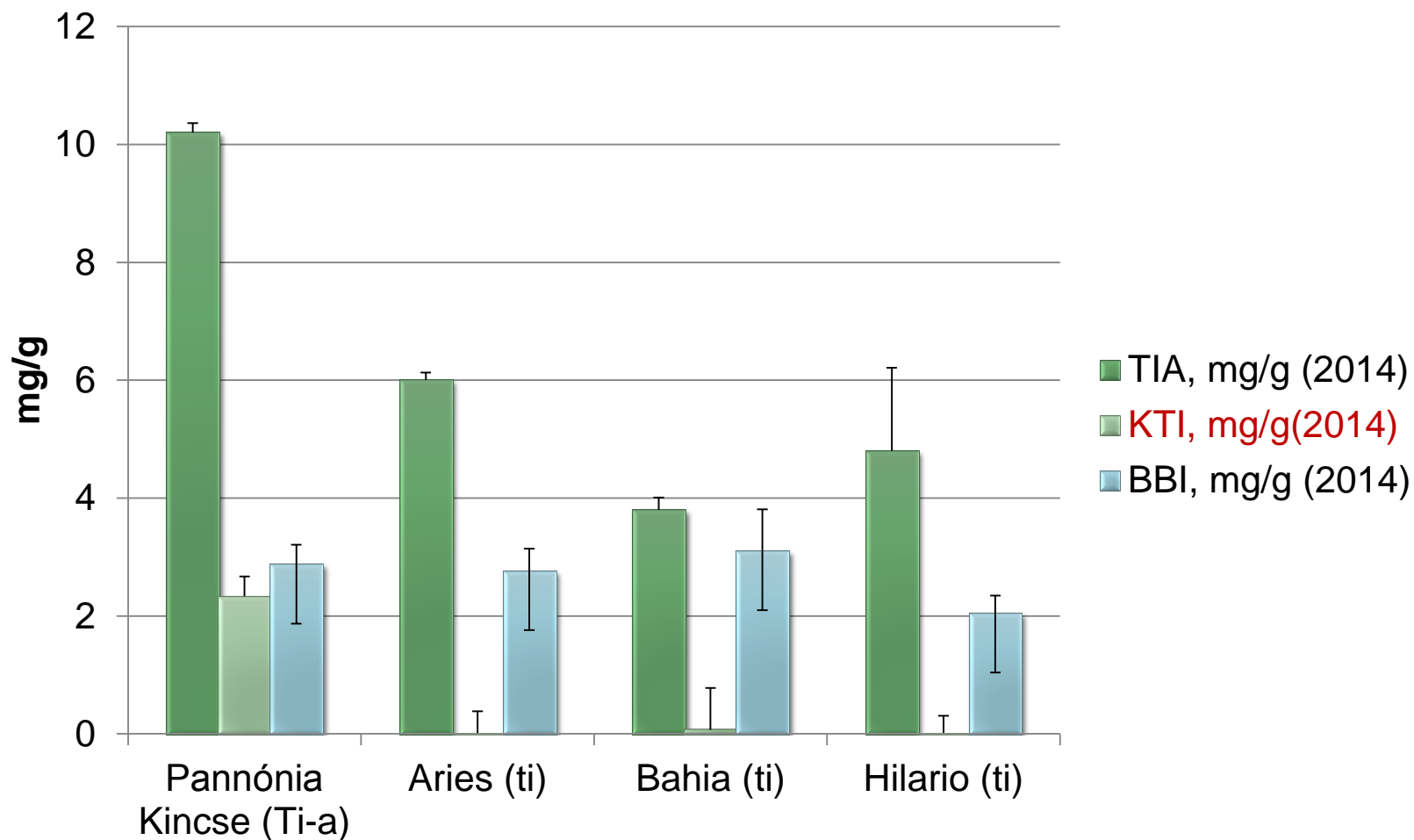
LCA koncentráció növelése, %



LCA koncentráció csökkentése, %



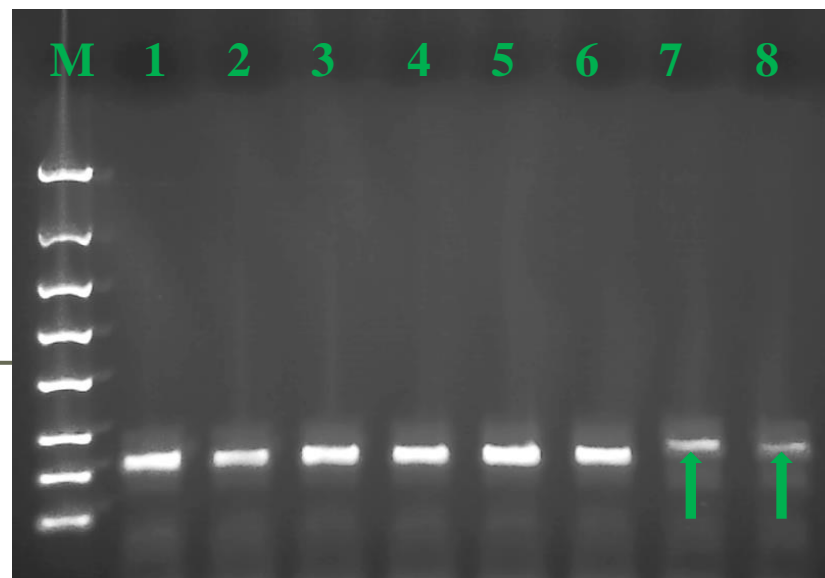
## Csökkentett TIA szójafajták (ti) KTI és BBI tartalma (ELISA)



# Csökkentett tripszin inhibítor tartalmú szójafajták (ti) azonosítása SSR markerrel

## ● DNS izolálás: Wizard módszerrel

Minta neve	Izolált DNS mennyisége (ng/mg)	DNS tisztasága (R érték)
Aires	974,83	1,73
Bahia	767,99	1,86
Hilario	682,87	1,85
Pannónia kincse	818,06	1,89



## ● Alkalmazott primerek:(Satt228)

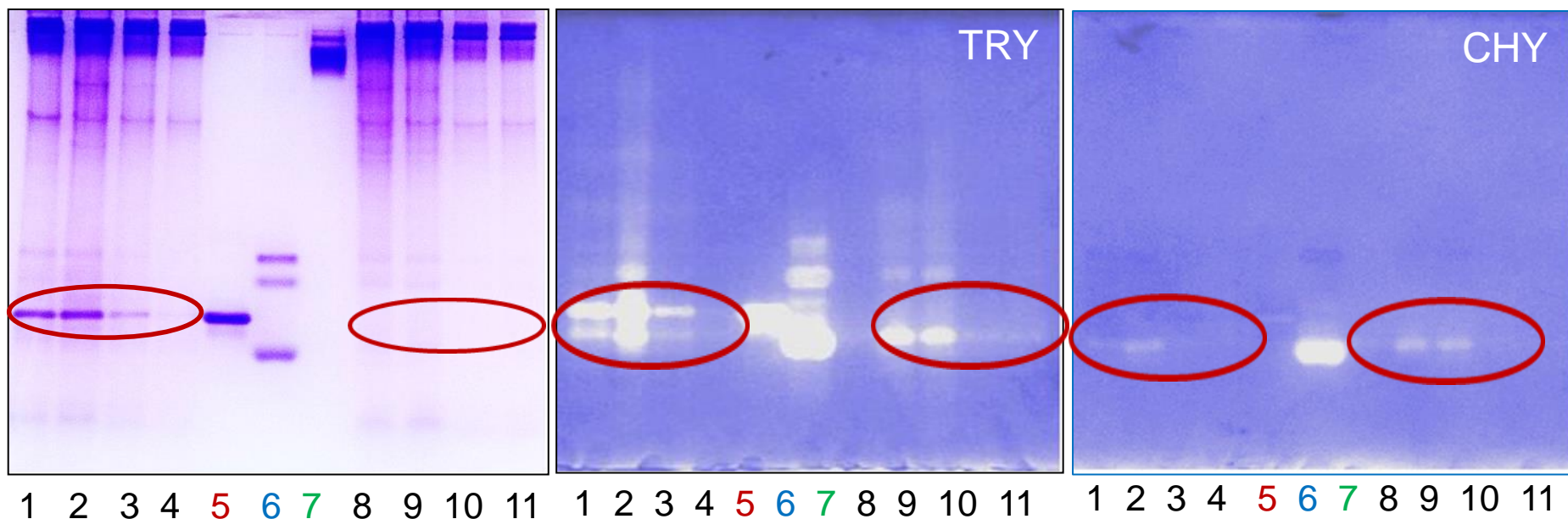
**Forward:**5'-TCATAACGTAAGAGATGGTAAACT-3'

**Reverse:** 5'-CATTATAAGAAAACGTGCTAAAGAG-3'

**M:** bp marker (50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1031 bp), **1-2.** Aires; **3-4.** Bahia, **5-6.** Hilario; **7-8.** Pannónia kincse



# RF kezelés hatása a KTI (Ti-a) gént hordozó és KTI mentes (ti) szójafajtákban (12%-os natív-PAGE/TRY/CHY)

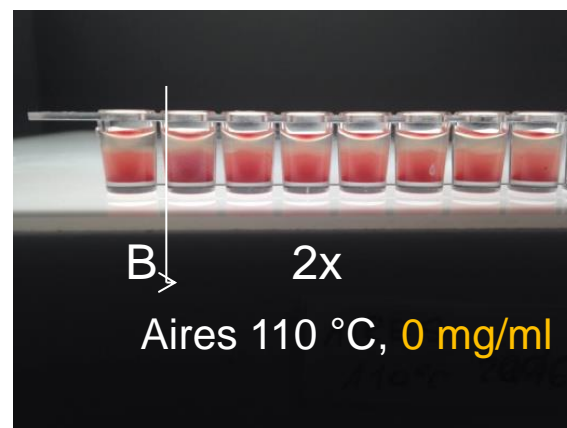
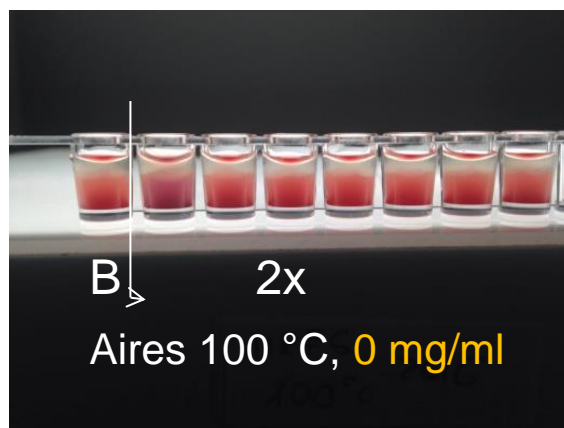
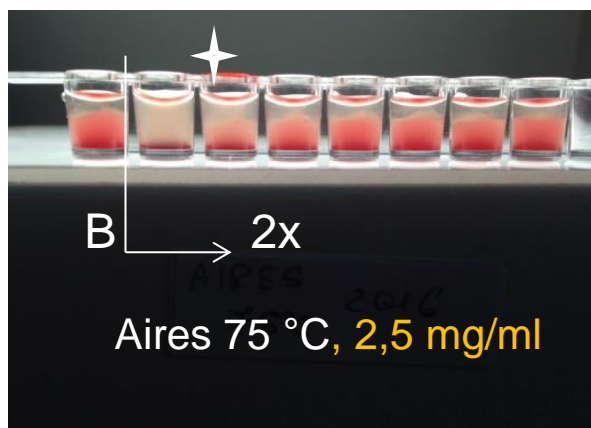
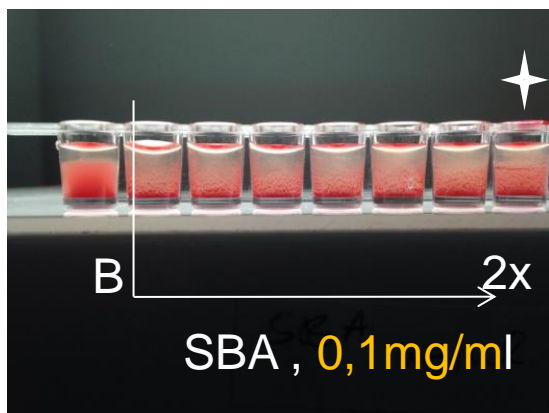


1. Pannónia kincse (Ti-a)
2. Pannónia Kincse 75 °C
3. Pannónia Kincse 100 °C
4. Pannónia Kincse 110 °C

5. KTI
6. BBI
7. SBA

8. Aires (ti)
9. Aires 75 °C
10. Aires 100 °C
11. Aires 110 °C

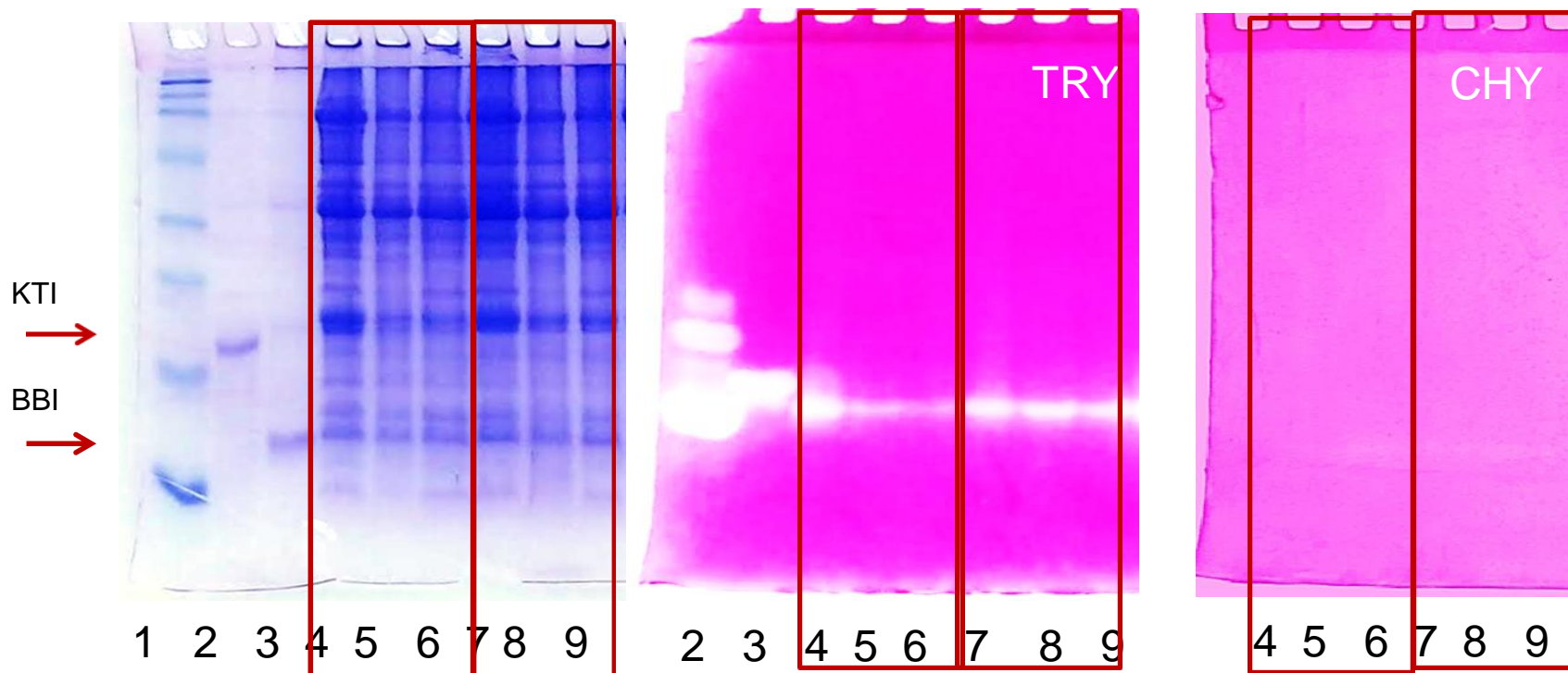
# RF kezelés hatása a TIA csökkentett szója HU aktivitás értékekre



# LAB fermentációval előállított BBI dús szójatejek

15% SDS-PAGE

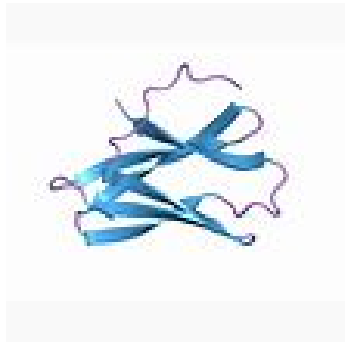
12%-os natív-PAGE/TRY/CHY



1. Standard (200, 114, 80, 46, 34, 27, 17, 6 kDa)
2. KTI
3. BBI
4. Pannónia kincse szójatej
5. Pannónia Kincse LAB 1 fermentált
6. Pannónia Kincse LAB 2 fermentált

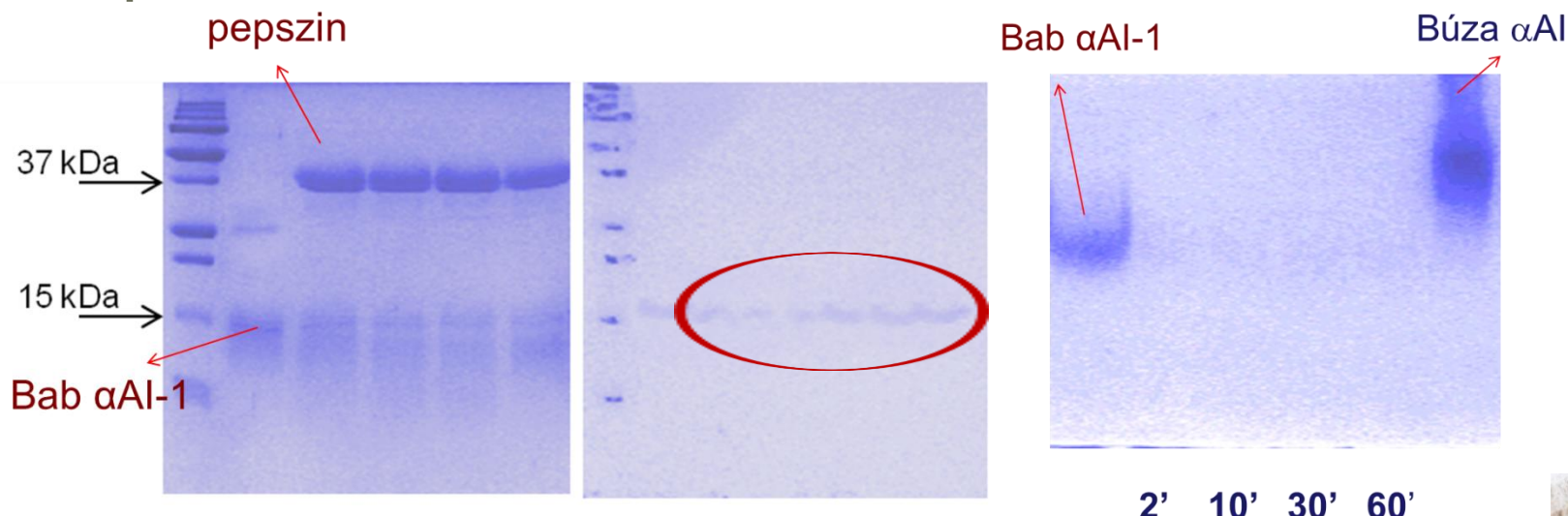
7. Aires szójatej
8. Aires LAB 1 fermentált
9. Aires LA 2 fermentált

## $\alpha$ -amiláz inhibitorok ( $\alpha$ AI)



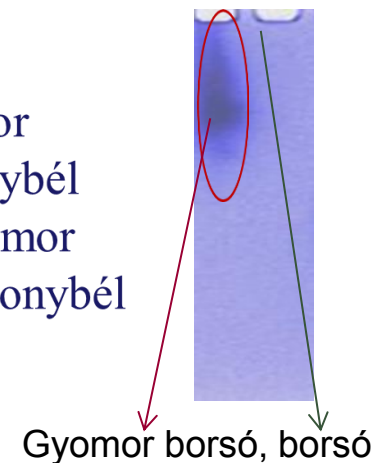
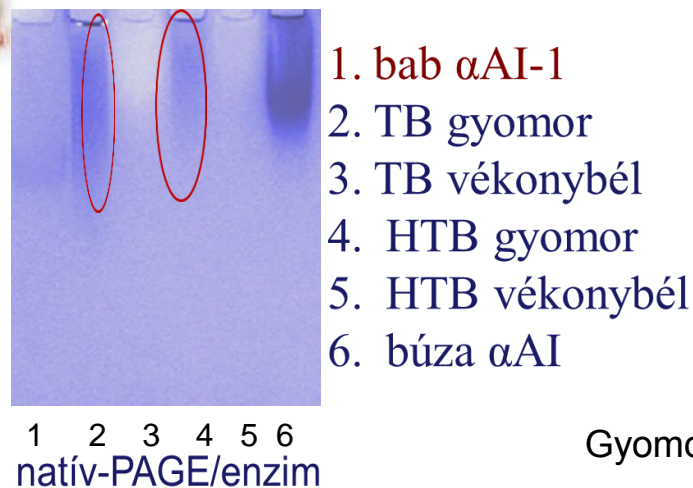
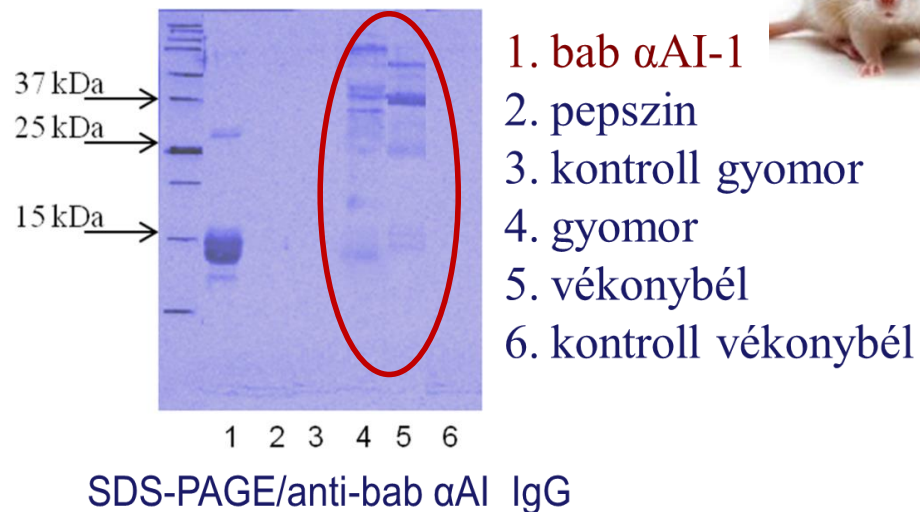
- glükoproteidek
- $\alpha$ AI-1 a humán nyál és pankreász eredetű amiláz enzimek működését gátolja
- blokkolja a keményítő lebomlását az emésztés során
- számos  $\alpha$ AI-1 preparátumot (vesebab) alkalmaztak elhízottak és 2. típusú cukorbetegség diétájában, illetve testtömeg kontrollban (Phaseolamin 2250 vagy Phase2, USA; 1,500 to 6,000 mg/nap)
- klinikai vizsgálatokban a tisztított készítmények kevésbé voltak hatékonyak a részleges tisztított készítményekkel szemben

# Bab alfa-amiláz inhibitor vs bab extraktum viselkedése a tápcsatornában – elhízottak, diabetesz 2



Bab αAI-ok SDS-PAGE/ anti-bab αAI IgG

Natív PAGE/enzim





# Köszönöm megtisztelő figyelmüket !



Köszönettel tartozom a kutatásban résztvevő munkatársaimnak!