

Az NGT-növények EU-s szabályozása, kimutatásuk kihívásai – Darwin Projekt

Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal,
Élelmiszerlánc-biztonsági Laboratórium Igazgatóság,
Mikrobiológiai Nemzeti Referencia Laboratórium

Neszlényi Kálmán

XV. Hungalimentária 2025

Élelmiszer- és takarmánybiztonság szekció

2024. április 3.

Vázlat

- Az új genetikai technikák lényege
- Mire használják?
- A szabályozásuk körüli viták
- Kimutatásukkal kapcsolatos problémák
- Darwin-projekt

AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS **2001/18/EK IRÁNYELVE (2001. március 12.)** a géntechnológiával módosított szervezetek környezetbe történő szándékos kibocsátásáról és a 90/220/EGK tanácsi irányelv hatályon kívül helyezéséről



„GMO”: olyan szervezet, az ember kivételével, amelyben a genetikai anyagot olyan módon változtatták meg, amely nem fordulna elő a természetben párosodás, illetve természetes rekombináció útján.

I.A. MELLÉKLET

(rögzíti, hogy mely technikákkal előállított szervezetek lehetnek GMO-k)

1. DNS rekombinációs technikák,
2. Örökítő anyag bejuttatása a mikroorganizmusba, ideértve a mikroinjektálást, makroinjektálást és mikroenkapszulációt;
3. Sejtfúziós (beleértve a protoplaszt fúziót) és hibridizációs eljárások.

Új génkezelési technikák (**NGT = new genomic techniques**)

Olyan technikák, amelyek képesek egy szervezet genetikai anyagának megváltoztatására, és amelyek a GMO-kra vonatkozó **2001/18/EK** irányelv megjelenése után (**2001 óta**) **jelentek meg**, vagy amelyeket azóta fejlesztettek ki.

Gyorsan terjedő technikák: jelenleg a kutatások legfőképpen **mezőgazdasági, humán gyógyászat, ipari felhasználás** irányába folynak.

- **gyors és olcsóbb** fejlesztést tesz lehetővé,
- alacsony eszközigeny
- a genom **célzottabb és pontosabb** módosítását eredményezhetik,
- **előfordulhat, hogy e módosítások természetes úton vagy hagyományos nemesítéssel is elérhetőek lennének**

Új genetikai technikák (NGT-k) lényege:

A DNS **célzott helyéhez kötődő** fehérjékkel, RNS-vezérelt enzimek segítségével, vagy RNS/oligonukleotidokkal végzik el a kívánt változtatást a cél DNS-en.

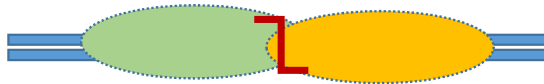
1. A célzott helyen történő **DNS vágás/törés** (nagyobb szerkesztések, génkiütés vagy inszerciók létrehozása-pl. CRISPR, TALEN)
2. A célzott helyen vágás nélküli **mutációk** létrehozása (pl. Base Editing, ODM, Prime Editing)
3. Génszabályozás célzott helyen történő metilációval vagy demetilációval (**Epigenetikai módosítások** – pl. CRISPR-dCas9, DNMT).

2001/18/EK irányelv kereteit szétfeszíti!

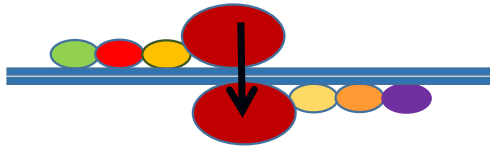
Új genetikai technikák:

Helyspecifikus nukleáz-bázisú genomszerkesztés:

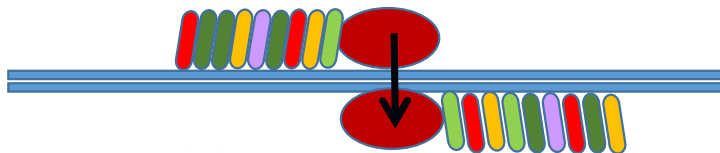
➤ *Meganukleázok:*



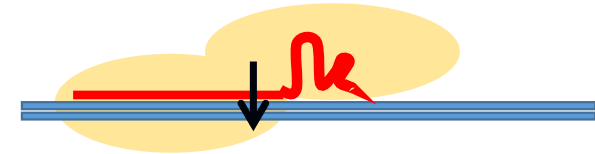
➤ *Cinkujj-nukleázok*



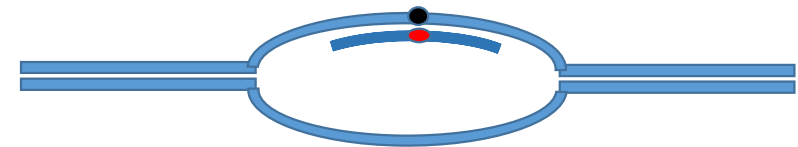
➤ *TALENs (transcription activator-like effector nucleases)*



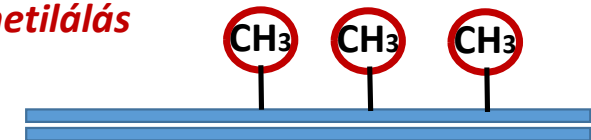
*RNS-vezérelte genomszerkesztés
CRISPR/Cas9 :*



Oligonukleotid-vezérelte mutagenézis -ODM



DNS metilálás/demetilálás



A célzott mutagenézis (1–3) és a ciszgenezis (4)



Eredeti szekvencia

ATGGGTTTACCACGCGTATA

1

Egynukleotidos variánsok (SNV)

ATGGGTTT**G**CCACGCGTATA
ATGGGTTT-CCACGCGTATA
ATGGGTTT**A**CCACGCGTATA

helyettesítés
törlés
beillesztés

2

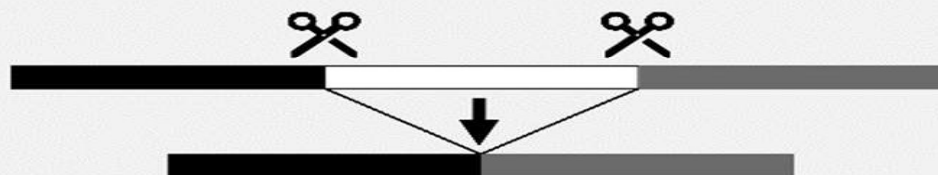
Rövid mutáció

ATGGGTTT**GAT**ACGCGTATA
ATGGGTTT- - -ACGCGTATA
ATGGGTTT**AAT**ACCACGCGTATA

helyettesítés
törlés
beillesztés

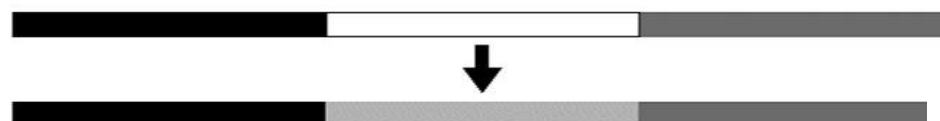
3

Hosszú törlés



4

Hosszúbeillesztés vagy helyettesítés (ciszgenezis)



helyettesítés

or



beillesztés

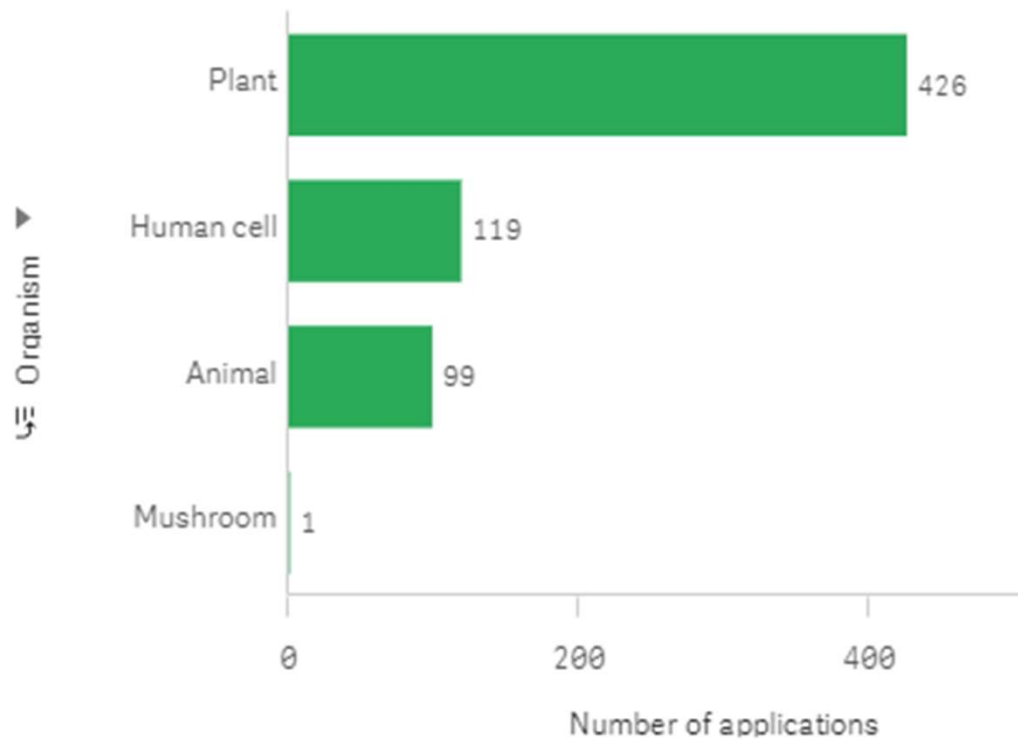
NGT technika elterjedtsége



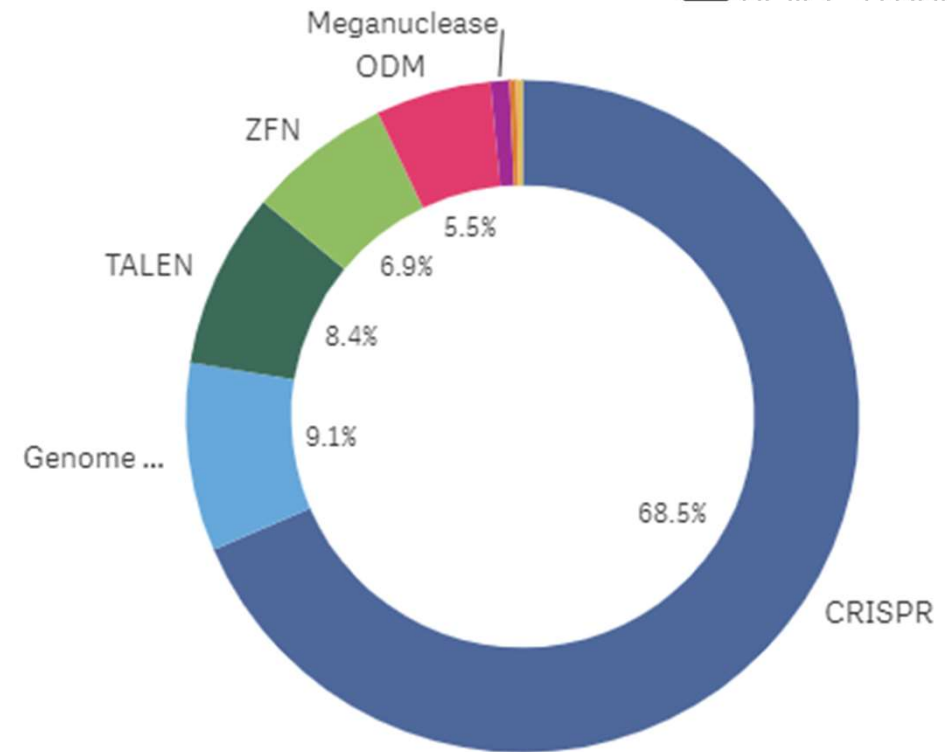
Number of applications

645

Organism and species groups

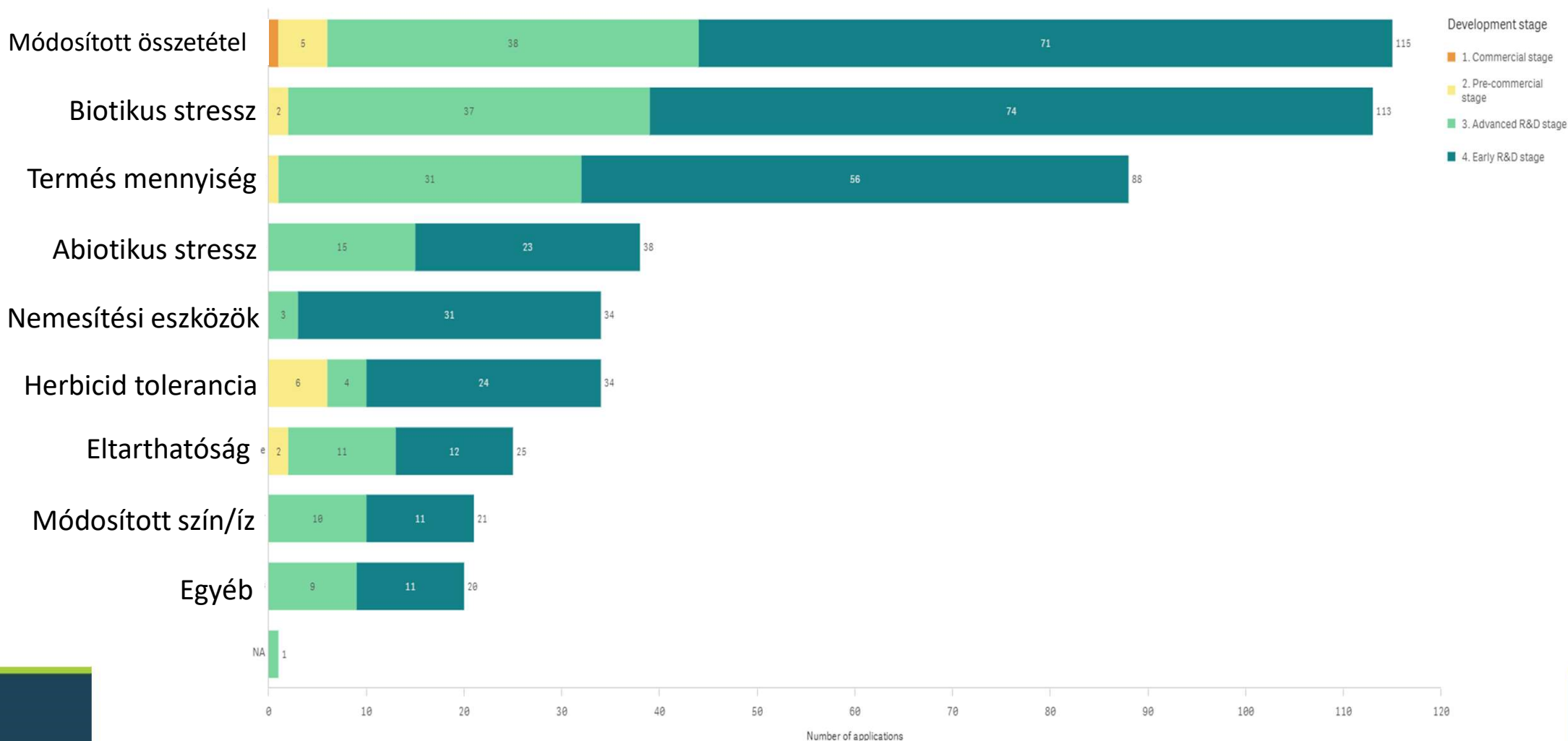


Technique share



Milyen célok érdekében módosíthatnak növényeket?

Tulajdonságok és fejlesztési szakasz



Együnk magunkat lazára!

Sicilian Rouge High GABA paradicsom - Sanatech Seed (Japán)

- A világ első közvetlen emberi fogyasztásra engedélyezett, genomszerkesztett terméke! (Crispr/Cas9 – technika)
- A glutamát-dekarboxiláz enzim szabályozását változtatták meg (elrontották!). Egyetlen nukleotidot inszertáltak, ami kereteltolódást eredményezett, mely következtében glutamát-peroxidáz enzim autoinhibitor doménja működésképtelenné vált (stop kodonok képződtek az autoinhibitor domén előtt).
- A gátló mechanizmus kiiktatásával a GABA mennyisége megsokszorozódott a paradicsomban.
- **Eredmény: magas gamma-amino-vajsav tartalom (4-5x)**
- **Segíti az ellazulást, csökkenti a vérnyomást!**
- **Engedélye van!**
- **A cég online boltjában megvásárolható!**



A Sicilian Rouge High GABA paradicsom 4 funkcionális állítással rendelkezik

Még adagolási útmutató is van hozzá!

- **1 paradicsom** csökkentheti a magas vérnyomásban szenvedők vérnyomását
- **2 paradicsom** enyhítheti a munkából/tanulásból származó átmeneti stresszt.
- **5-7 paradicsom** javíthatja az alvás minőségét (például mélyebb és frissítőbb alvást)
- **5-7 paradicsom** védheti a bőr egészségét a bőr rugalmasságának megőrzésével

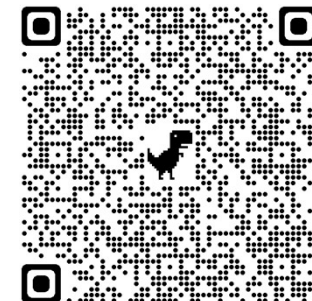


**AZ EURÓPAI BÍRÓSÁG ÍTÉLETE
(nagytanács)**

2018. július 25.

ECLI:EU:C:2018:583

(C-528/16. sz. ügyben)



1. Kapcsolódó veszélyek hasonlónak bizonyulhatnak, mint a GMO-k esetében.
2. Gyors fejlesztést tesz lehetővé, nehezen követhető a fejlődés.

A GMO-irányelvet (2001/18/EK irányelv) a mutagenézis azon technikái útján nyert szervezetekre is alkalmazni kell, amelyek az említett irányelv elfogadása óta jelentek meg.

NGT-növények

Az Európai Unióban jelenleg az új génszerkesztési módszerekkel (NGT-technikákkal) előállított **NGT-növények**kel kapcsolatos álláspontot és szabályozást szeretnék rögzíteni.

(Még sok vitás kérdés van!)

„NGT növény”: olyan géntechnológiával módosított növény,

- 1) amelyet **célzott mutagenézissel vagy ciszgenezissel** illetve ezek kombinációjával állítottak elő
- 2) azzal a feltétellel, hogy **nem tartalmaz a nemesítői génállományon kívülről származó olyan genetikai anyagot**, amelyet az NGT növény kifejlesztése során ideiglenesen beilleszthettek

„nemesítői génállomány”: egy **adott fajban és az azzal keresztezhető** rendszertanilag különálló fajokban rendelkezésre álló teljes genetikai információ.

A Bizottság javaslata: AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS RENDELETE az egyes új génkezelési technikák útján nyert növényekről és a belőlük származó élelmiszerekről és takarmányokról, valamint az (EU) 2017/625 rendelet módosításáról

Az NGT növényeket az Európai Unió szabályozás két kategóriára osztaná.

Objektív kritérium-rendszert kell felállítani!

Státusz megállapítása!
Objektív kritériumok?

1. Kategóriájú NGT-növény

Olyan módosított növény, amely akár a természetben is előfordulhat vagy hagyományos nemesítési technikákkal is előállítható lenne.

Ezeket a növényeket hagyományos növényekként kellene kezelni, mivel egyenértékűek azokkal és kockázataik összehasonlíthatóak.

NGT-1 X NGT-1 = NGT-1

Enyhébb szabályozás!

2. kategóriájú NGT-növény

Az NGT-1 kategóriába nem sorolható, bonyolultabb genetikai változások. Nem egyenértékűek a hagyományos növényekkel.

Erős, GMO-szintű szabályozás!



Kis változtatások!?

Magyarország minden NGT-növény esetében szigorú szabályozást szeretne!

Javaslat az NGT-1 növények kritérium-rendszerére, valamint az EP és a tagállamok álláspontja

Még nem rögzített! Az álláspontok távol vannak egymástól!

Kritérium-rendszer	EU Bizottság javaslata (2023)	Európai Parlament álláspontja (2024-2025)	Tagállamok (Coreper) álláspontja (2025 március)
Összes módosítás száma	Legfeljebb 20 genetikai módosítás egy genomban.	Lehet, hogy csökkenteni akarják ezt a számot (pl. 10-re).	Elfogadja. (Több ország még vitatja, egyesek szigorítanak.)
Nukleotid helyettesítés/bevitel	Legfeljebb 20 nukleotid módosítása.	Szigorúbb korlátokat vezetnének be (pl. kevesebb mint 10).	Elfogadja. (Egyes tagállamok támogatják a szigorítást)
Nukleotid törlés (delécio)	Tetszőleges számú nukleotid eltávolítása.	Szigorítást javasolhatnak.	Elfogadja. (Vita alatt, de néhány tagállam szigorítana.)
Célzott beillesztés (endogén DNS-szekvencia)	Csak akkor, ha nem szakít meg gént .	Lehet, hogy pontosítanak, milyen esetekben engedélyezett	Elfogadja. (Egyes tagállamok szigorítást akarnak.)
Célzott helyettesítés	Csak a nemesítői génállományban meglévő DNS használható.	Egyetértenek, de több ellenőrzést szeretnének.	Elfogadja. (A tagállamok többsége egyetért.)
Szekvencia inverziója	Tetszőleges méretű szekvencia célzott inverziója engedélyezett.	Törölnék	Elfogadja. (Vita alatt, de valószínűleg egyetért.)
Tetszőleges méretű bármely más módosítás	Engedélyezett, ha az így létrejövő szekvenciák már előfordulnak egy faj nemesítői génállományában.	Törölnék.	Törölnék.

NGT 1. kategóriába tartozó növények és termékek egyenértékűnek(?)
tekintendő a hagyományosan előállítottakkal

Vita alatt, ez változhat!

- Dereguláció (bejelentési kötelezettség, nyilatkozattal) / **Legyünk szigorúbbak?**
- Nincsen kockázatértékelés / **Mégis legyen?**
- Nincsen jelölés, kivéve vetőmag és szaporítóanyag / **Mégis legyen?**
- Nincsen nyomonkövetés / **Legyen nyomonkövetés?**
- Nincsen engedély, csak egy, a kritériumoknak való megfelelésről szóló hatósági nyilatkozat? / **Mégis legyen engedély?**
- **Ökogazdálkodásban tilos / Egyetértés!**

**Probléma: Az NGT-növények rutinszerű kimutatására jelenleg
nem vagyunk elég felkészültek!**

- A hagyományos GMO-kkal ellentétben **az NGT-növényekben nincs jól meghatározható, kimutatható idegen DNS-szakasz.**
- Jelenleg **nincsenek olyan rutinszerűen alkalmazható laboratóriumi módszerek**, amelyek megbízhatóan és egyértelműen bizonyítani tudnák egy növény NGT-eredetét.
- **Sok esetben nem különböztethetők meg a természetes mutációval létrejött vagy hagyományosan nemesített növényektől.**

Darwin projekt

HORIZON-CL6-2023-FARM2FORK-01-11: Új kimutatási módszerek az új genetikai technikákból származó termékekre, nyomon követhetőség, átláthatóság és innováció az élelmiszerrendszerben.

Biztonságos és fenntartható élelmiszerrendszerekre való átállás/átmenet az új genetikai technikákkal előállított növényi alapú termékek kimutatását szolgáló innovatív detektálási módszerek és digitális megoldások révén, közös fejlesztésen alapuló megközelítéssel.

TECHNOLÓGIA, TUDOMÁNY, TÁRSADALOM, GAZDASÁG

A Darwin-projekt tagjai:

darwin

NEW GENOMIC TECHNIQUES



NORCE

NORCE NORWEGIAN
RESEARCH CENTER AS

anses

AGENCE NATIONALE DE LA
SECURITE SANITAIRE DE L
ALIMENTATION DE L
ENVIRONNEMENT ET DU
TRAVAIL

cirad

CENTRE DE COOPERATION
INTERNATIONALE EN
RECHERCHE AGRONOMIQUE
POUR LE DEVELOPPEMENT -
CIRAD EPIC

Graminor

GRAMINOR AS

מכון המחקר הלאומי לחקלאות
המרכז הלאומי לחקלאות

A JERUZSÁLEMI HÉB
EGYETEM

ICONS

FONDAZIONE IKONOK

IFOAM
ORGANICS EUROPE

ÖKO MEZŐGAZDASÁGI
MOZGALOMOK NEMZETKÖZI
SZÖVETSÉGE EURÓPAI UNIO
REGIONÁLIS CSOPORT

IRTA
Institute
of Agrifood Research
and Technology

INSTITUT DE RECERCA I
TECNOLOGIA
AGROALIMENTARIES

ISTITUTO ZOOPROFILATTICO
SPERIMENTALE DELLE
REGIONI LAZIO E TOSCANA

ISTITUTO ZOOPROFILATTICO
SPERIMENTALE DELLE
REGIONI LAZIO E TOSCANA

**JUSTUS-LIEBIG-
UNIVERSITÄT
GIESSEN**

JUSTUS-LIEBIG-
UNIVERSITÄT GIESSEN

nébih

NEMZETI ELELMISZERLANC-
BIZTONSÁGI HIVATAL

sciensano

SCIENSANO

UNR
Universidad
Nacional
de Rosario

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
ROSARIO

VLOG
Lebensmittel
ohne Gentechnik

VERBAND LEBENSMITTEL
OHNE GENTECHNIK EV

WINGS
ICT SOLUTIONS

WINGS ICT SOLUTIONS
TECHNOLOGIES
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΑΝΩΝΥΜΗ
ΕΤΑΙΡΕΙΑ

Nébih:

- módszer validálás
- ismeretterjesztés

**11 ország,
15 szervezete**

2024 eleje – 2027 júliusáig

nébih

Darwin projekt céljai



NEW GENOMIC TECHNIQUES
NEW FOOD SYSTEMS

Kihívás: Az NGT-termékek felderítésében és azonosításában meglévő tudományos és technológiai akadályok.

Cél: Nagy teljesítményű PCR- és szekvenálási módszereket, valamint úttörő bioinformatikát kíván fejleszteni, digitális technológiák és döntéstámogató eszközök használatával párosulva.

- ✓ Új detektálási módszerek fejlesztése az **NGT-termékek azonosítására. (Nébih - validálás)**
- ✓ **Digitális nyomon követési rendszerek kidolgozása** az élelmiszerlánc átláthatóságának növelése érdekében.
- ✓ Gazdasági társadalmi hatások elemzése az NGT-termékek bevezetésével kapcsolatban.
- ✓ Együttműködésen alapuló kommunikáció. **(Nébih - ismertetterjesztés)**

További cél az átláthatóság javítása a teljes élelmiszerláncban annak érdekében, hogy a fogyasztók megalapozott vásárlási döntéseket hozzanak.

- **Célzott és célzatlan analitikai módszerek kidolgozása az NGT-k szűrésére, kimutatására, azonosítására és mennyiségi meghatározására:**
 - a. **A továbbfejlesztett nagy érzékenységű célzott PCR módszerek (NGT detektálás, azonosítás és mennyiségi meghatározás)**
 - b. **Teljes genom szekvenáláshoz kapcsolódó célzatlan szekvenálási módszerek**
 - c. **Lézeres mikrodisszekción alapuló szekvenálás (csak a kiválasztott sejteket vizsgálja)**
 - d. **Nagy teljesítményű metagenomikai szekvenálás**
- **Digitális technológiák, genetikai ujjlenyomatok meghatározása, adatbázis létrehozása:**
 - a. **AI (Mesterséges intelligencia) és ML (Gépi tanulás) eszközök fejlesztése, melyekkel a DNS-célpontokat lehet azonosítani a kimutatási módszerekhez, illetve a vizsgálati eredmények összevethetők az adatbázisban tárolt információkkal.**

Modellfajok: rizs, paradicsom



NEW GENOMIC TECHNIQUES
NEW FOOD SYSTEMS

A Darwin-projekt a rendszer kidolgozásához két modellfajt (**rizs, paradicsom**) választott ki.

Ok: A rizs és a paradicsom **kontrasztos tulajdonságokkal rendelkeznek, valamint az egész világon elterjedtek.**

A DARWIN genotípus portfóliója/adatbázisa a rizs és a paradicsom különböző vonalait tartalmazza. A nemesítői génállomány feltérképezése, és teljes genetikai génállományának kereshető adatbázisban tárolása.

A projekt rizsből és paradicsomból előállított különböző NGT-kre dolgoz ki kimutatási módszereket, melyeket bioinformatikai eszközökkel támogat meg.

NGT-k nyomon követése - Blokklánc (Blockchain) rendszer

(Ezen az elven alapulnak a kriptovaluták is nyilvántartásai is.)

1. **A blokklánc egy decentralizált adatbázis**, amely blokkok láncolataként működik.
2. **Minden blokk egy-egy adatcsomagot tartalmaz**, jellemzően tranzakciók információit.
3. **A blokkok időrendben, kriptográfiai azonosítóval vannak összekapcsolva**, ami rögzíti a helyét a láncolatban.
4. **A blokk tartalmaz egy időbélyeget**, hogy mikor hozták létre a blokkot, valamint az **előző blokk egyedi azonosítóját** (nem visszafejthető kód).
5. Az így létrejövő adatstruktúra **átlátható és megváltoztathatatlan**.
6. **Bármilyen blokk módosítása azonnal láthatóvá válna**, hiszen a lánc többi blokkja is változna.

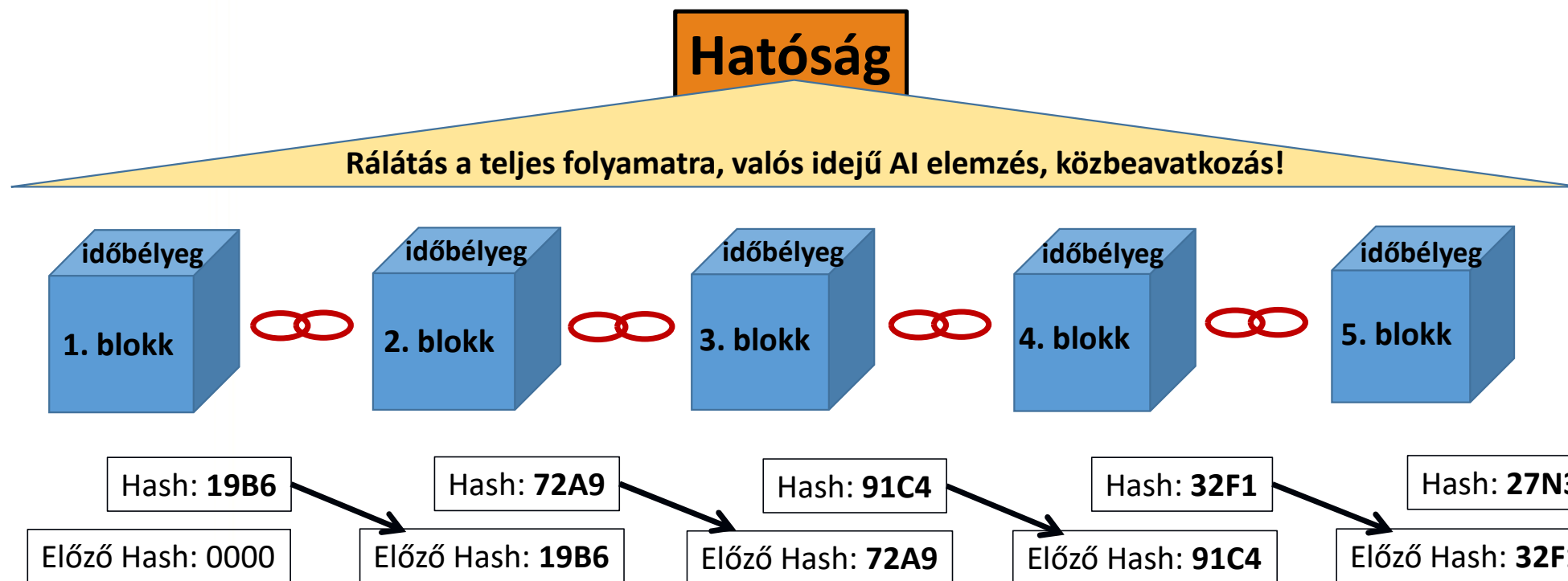
NGT-k nyomon követése - Bloklánc (Blockchain) rendszer

(Ezen az elven alapulnak a kriptovaluták nyilvántartásai is.)

Hash / hasító érték: Kriptográfia segítségével előállított egyedi kombináció, mely az előző blokkra utal.

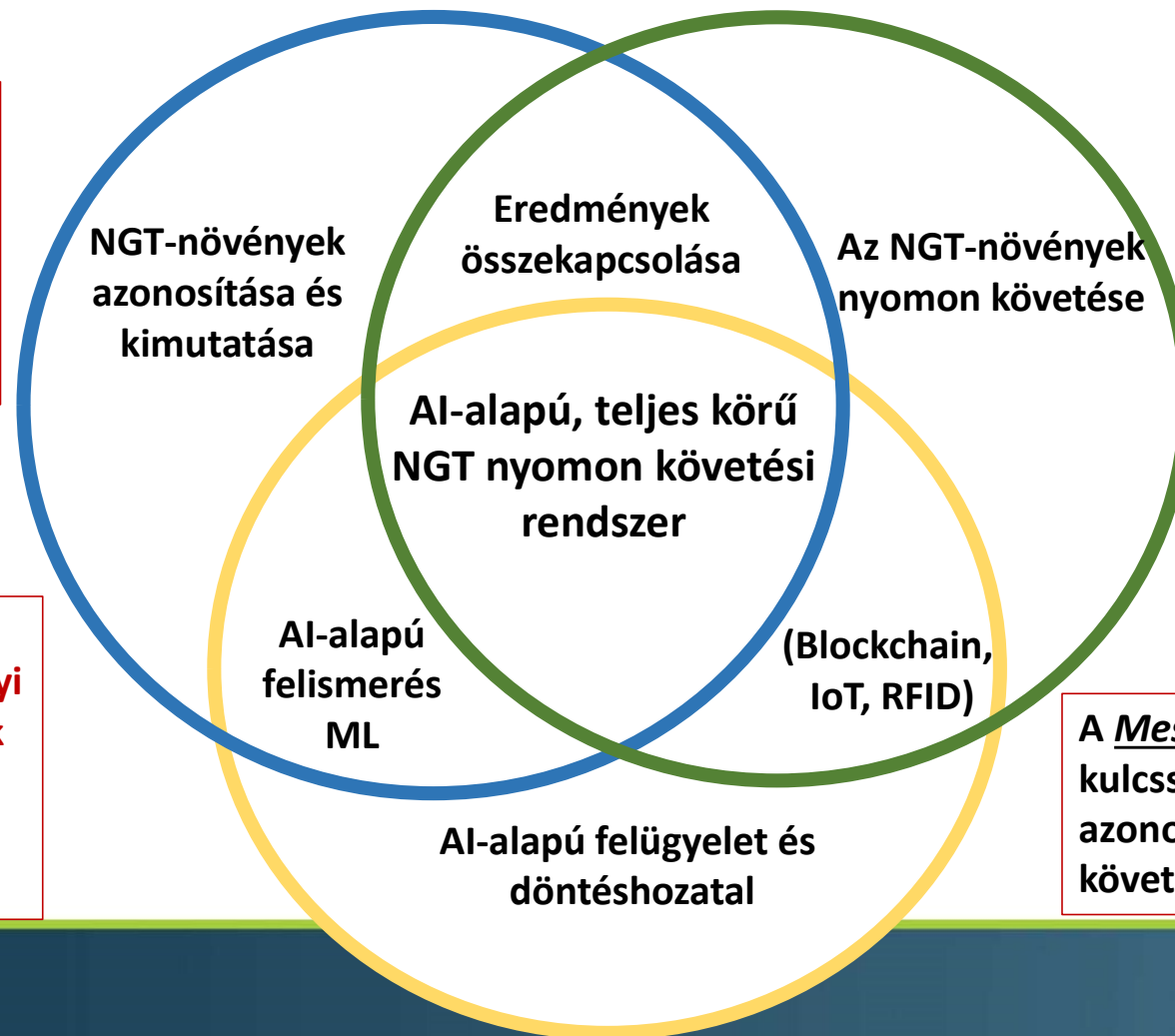
Tetszőleges byte átírásával a hash-kulcs véletlenszerűen megváltozik, ezért alkalmazható a fájlok eredetiségének vizsgálatára. Az esetleges megváltozás utólag megállapítható, ezért a fájlok integritása ellenőrizhető.

A lánc minden szereplője hozzáfér az adatokhoz!



Összefoglalás

NGT-növények az élelmiszerrendszerben.



Az NGT- növényekben nincs jól meghatározható, kimutatható idegen DNS-szakasz, ezért szükséges új kimutatási módszerek kifejlesztése!

Az NGT növények nyomon követését meg kell oldani!

Az NGT-növényekkel kapcsolatos tiszta jogszabályi környezetet az érintett felek javaslatainak/aggályainak figyelembe vételével, minél előbb ki kell alakítani!

A Mesterséges Intelligencia kulcsszerepet kap az NGT-növények azonosításában, nyomon követésében és felügyeletében!

Függelék

I. függelék

AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS **2001/18/EK IRÁNYELVE (2001. március 12.)** a géntechnológiával módosított szervezetek környezetbe történő szándékos kibocsátásáról és a 90/220/EGK tanácsi irányelv hatályon kívül helyezéséről

„GMO”: olyan szervezet, az ember kivételével, amelyben a genetikai anyagot olyan módon változtatták meg, amely nem fordulna elő a természetben párosodás, illetve természetes rekombináció útján.

I.A. MELLÉKLET

(rögzíti, hogy mely technikákkal előállított szervezetek lehetnek GMO-k)

- 1. DNS rekombinációs technikák**, amelyek magukban foglalják a genetikai anyag új kombinációinak létrehozását olyan nukleinsav molekulák beépítésével vírusba, bakteriális plazmidba vagy egyéb hordozóba, amelyeket bármilyen módon egy szervezeten kívül hoztak létre, és azok beépítését egy gazdaszervezetbe, amelyben azok természetes körülmények között nem fordulnak elő, de amelyekben azok képesek a folyamatos reprodukcióra;
- 2. Olyan eljárások**, amelyekkel a mikroorganizmuson kívül előállított **örökítő anyagot juttatják a mikroorganizmusba**, ideértve a **mikroinjektálást, makroinjektálást és mikroenkapszulációt**;
- 3. sejtfúziós (beleértve a protoplaszt fúziót) és hibridizációs eljárások**, amelyekkel két vagy több sejt fúziója által, természetes körülmények közt elő nem forduló módszereket alkalmazva, örökölhető génállomány új kombinációjával rendelkező élő sejtet hoznak létre.

II. függelék

A BÍRÓSÁG ÍTÉLETE (nagytanács)

2018. július 25.

ECLI:EU:C:2018:583

(C-528/16. sz. ügyben)

Bíróság megállapítja, hogy a **mutagenesis új technikáinak alkalmazásához kapcsolódó veszélyek hasonlóan bizonyulhatnak azokhoz, amelyek a GMO-k transzgenézis útján történő előállításából és kibocsátásából erednek**, mivel valamely szervezet genomjának mutagenesis útján elért közvetlen módosítása ugyanolyan hatások elérését teszi lehetővé, mint egy idegen génnek az említett szervezetbe történő behelyezése (transzgenézis), és **ezen új technikák olyan ütemben és arányban teszik lehetővé géntechnológiával módosított fajták előállítását, amelyek nem mérhetők össze a véletlenszerű mutagenesis hagyományos módszereinek alkalmazásából eredőekkel.**

A GMO-irányelvet (2001/18/EK irányelv) a mutagenesis azon technikái útján nyert szervezetekre is alkalmazni kell, amelyek az említett irányelv elfogadása óta jelentek meg.

III. függelék

Legfontosabb szakkifejezések

- „**célzott mutagenézis**”: mutagenézis-technika, amely egy szervezet genomjának pontos helyein a DNS-szekvencia módosítását (módosításait) eredményezi;
- „**ciszgenézis**”: géntechnológiai módosító technikák, amelyek a nemesítői génállományban már meglévő genetikai anyagnak egy szervezet genomjába történő beillesztését eredményezik;
- „**intragenezis**”: a ciszgenézis egy alcsoportja, amelynek eredményeként a genetikai anyag egy átrendezett, a nemesítői génállományban már meglévő két vagy több DNS-szekvenciából álló másolatát illesztik be a genomba.
- „**transzgénikus élőlény**”: olyan genetikailag módosított élőlény, melynek az örökítő anyagába géntechnológiai eljárással idegen, más fajokból származó gént/géneket juttatnak be, amely stabilan integrálódik a genomba, működik és öröklődik. Nem fordulhat elő a természetben párosodás, illetve természetes rekombináció útján.

IV. Függelék

A kimutatásra, azonosításra és ellenőrzésre szolgáló módszerek fejlesztésével és validálásával kapcsolatos analitikai kihívások.



Technika	Módosítás típusa	Módszer kidolgozása és validálása	Módszer megvalósíthatósága
Célzott mutagenézis	Egyetlen nukleotid eltérés a DNS-szekvenciában SNV (Single nucleotide variant)	A technikai megvalósíthatóság esetfüggő . Specifikussága, robusztussága és a mennyiségi meghatározás nehezen demonstrálható.	Nehéz/lehetetlen az eredmények nem megbízhatók
	Rövid mutáció	A technikai megvalósíthatóság esetfüggő . Specifikussága, robusztussága és a mennyiségi meghatározás bizonyos esetekben nehezen igazolható	Nehéz/lehetetlen az eredmények nem megbízhatók
	Hosszú beillesztés/törlés	Technikailag megvalósítható, de az eseményspecifikussága attól függ, hogy a módosítás létrehozott-e vizsgálatra alkalmas egyedi szekvenciákat.	Megvalósítható, ha az esemény-specifikusság bizonyított.
Ciszgenézis	Célzott szekvencia beillesztés vagy helyettesítés	Technikailag megvalósítható, de a módszer eseményspecifikussága attól függ, hogy a megváltozott új szekvencia mennyire különbözik (hány nukleotidokkal) a fajban már meglévő hasonló szekvenciáktól.	Megvalósítható, ha az esemény-specifikusság bizonyított. Problémák merülhetnek fel abban az esetben, ha az új szekvencia a meglévő szekvenciáktól csak SNV vagy rövid mutációban különbözik.
	Teljes gén beillesztése	Megvalósítható	Megvalósítható
Intragenézis	Teljes gén, vagy szekvencia beillesztése/cseréje	Megvalósítható	Megvalósítható
Különféle technikák együtt	Többféle módosítási típus	Megvalósíthatóság a módosítások típusától függ.	Nagy költségek, hosszú vizsgálati idő, mennyiségi meghatározás nehéz.

Minden növény, vagy tétel kap egy **egyedi azonosítót**, amellyel **belép a blokklánc hálózatba**.
Ez az azonosító fogja végigkísérni a növényt a blokkláncon és a növény történetét az ahhoz jogosultak megtekinthetik.

A termesztéstől kezdve a **minden fontos adatot rögzítenek blokkláncban** az adott NGT-növényről:

- I. **Genomikai adatok** - specifikus adatok (név, mire módosították, specifikus jellemzők)
- II. **Termesztési adatok** – Mikor, hol, milyen körülmények között termesztették a növényt (talajminőség, időjárás, növekedési paramétere, agrotechnológiai adatok)
- III. **Logisztikai adatok** – az élelmiszerláncban minden lépését rögzítik a termelőtől a feldolgozón keresztül a fogyasztóig.)
- IV. **Minőségbiztosítási adatok** – Pl. vizsgálatok eredményei, GMO-mentesség igazolása, specifikus NGT jellemzők

Az **adatok megváltoztathatatlanok**, az ellátási lánc minden szereplője **hozzáfér** az adatokhoz.

A **fogyasztók** a boltban is hozzájuthatnak bizonyos adatokhoz, a **QR-kód leolvasásával megtudhatják**, hogy milyen NGT, hol termesztették, milyen tanúsítványokkal rendelkezik az adott termék. **Megalapozott döntést hozhat!**

Az adatokhoz a hatóság is hozzáfér! A rendszer MI-vel összekapcsolva azonnal jelezheti, ha a megszokottól eltérő dolog történik a növényvel. A hatóság szükség esetén azonnal ellenőrizhet, közbeavatkozhat.

Köszönöm a figyelmet!