

# Kémiai technológia

Kémiai és Környezeti Folyamatmérnöki Tanszék

Kun Róbert

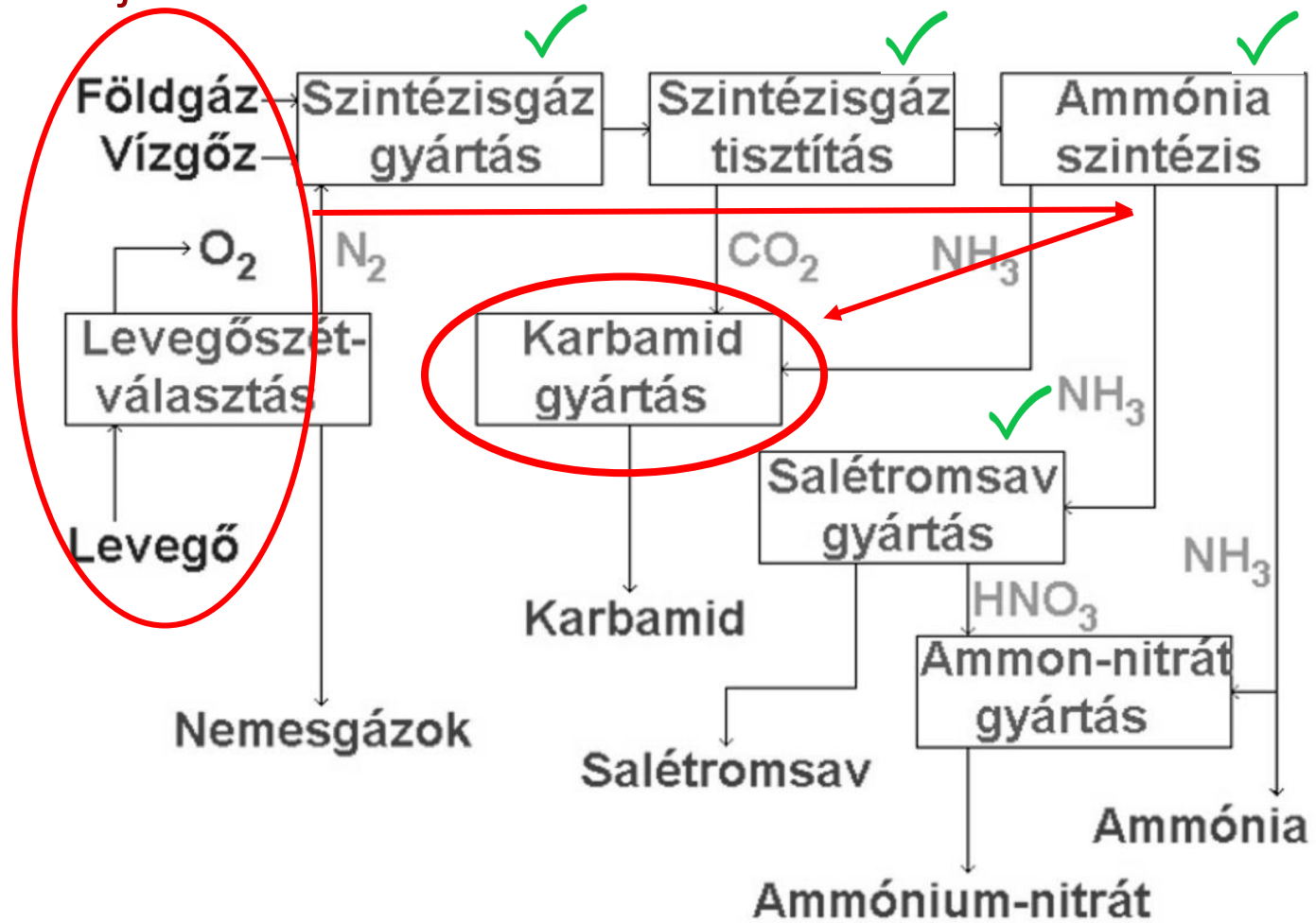


# A szervetlen vegyipar ágazatai

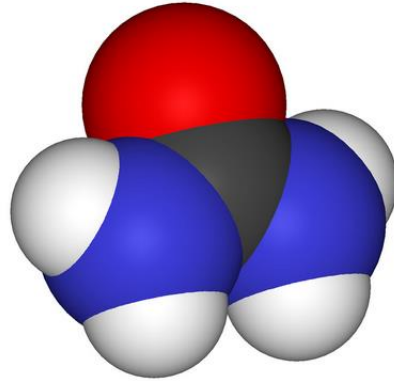
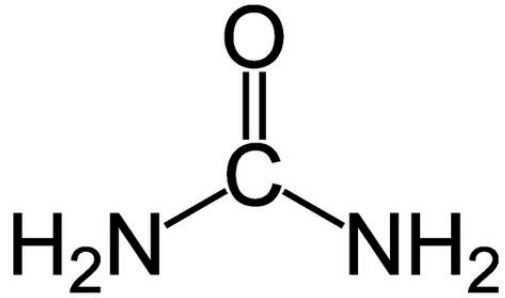
## A nitrogénipar

### Karbamid gyártás

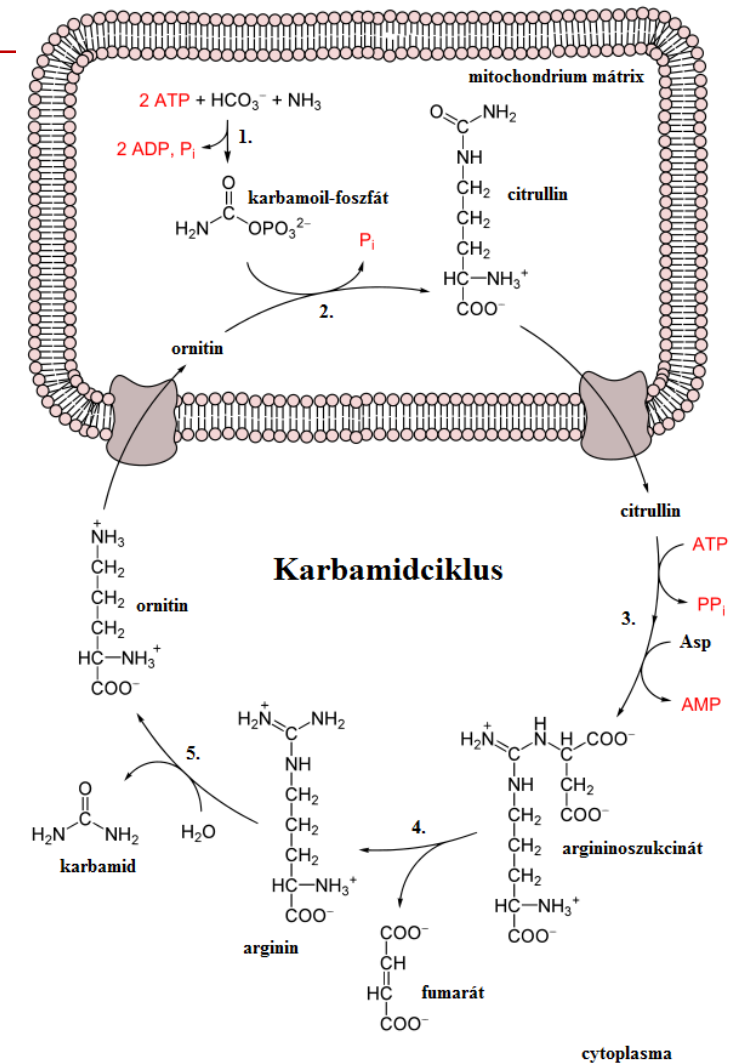
## A nitrogénipar blokk-sémája



## A karbamid



- Nitrogén tartalmú szerves vegyület
- Emlősök/ember vizeletében előforduló N-tartalmú vegyület (fehérje-anyagcsere végterméke, napi karbamid kiválasztás 15-30 g)
- Színtelen
- Szagtalan
- Vízben oldható (1079 g/L (20 °C); 4000 g/L (80 °C))
- Nem mérgező (LD<sub>50</sub>: 15 g/kg patkányban)
- Oldata semleges kémhatású
- Májban keletkezik (NH<sub>3</sub> + CO<sub>2</sub>)



A **karbamidciklus (Krebs–Henseleit-ciklus)** a májban, a májsejtek mitokondriumában és citoplazmájában lejátszódó anyagcsere-folyamat, amely elsősorban azt a célt hivatott szolgálni, hogy a szervezetben termelődő **mérgező ammóniát nem mérgező karbamid** formájában eltávolítsa.

# A karbamid világsi helyzete

mgroup.co.uk/researches/urea



Search Market Research Reports

Search

HOME

MARKET REPORTS

MARKET MONITORING

COUNTRY REPORTS

ABOUT US

BASKET

Home → Inorganics → Urea

## Urea: 2019 World Market Outlook and Forecast up to 2028

Date: July, 2019

Pages: 401

Price: US\$ 4,500.00 Single User (PDF)

License:  Single User  Corporate

Hard Copy (+ US\$ 190.00)

Monthly Market Monitoring (from \$299/month)



Download PDF Leaflet

Buy Now

Invoice me

Add to Basket



WIRE TRANSFER

CHECKOUT LATER

About

Table of Contents

List of Tables

List of Figures

Country Reports

Help & Support

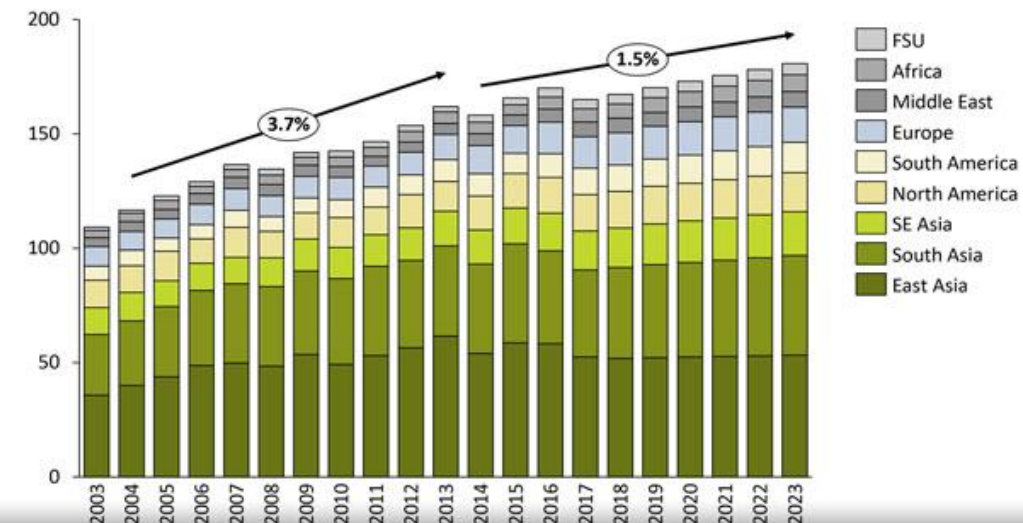
### Urea market trends, developments and prospects:

- urea is one of the most popular and accessible nitrogen fertilizers; other end-uses include urea-formaldehyde resins, melamine, livestock feed, etc.
- urea is mostly consumed by countries where it is produced and only a small amount is delivered to the global market
- Asia Pacific region accounts for 70% of global demand, followed by North America and Europe
- global urea market will be driven by Asia Pacific region, North America and Latin America
- non-fertilizer applications are expected to grow

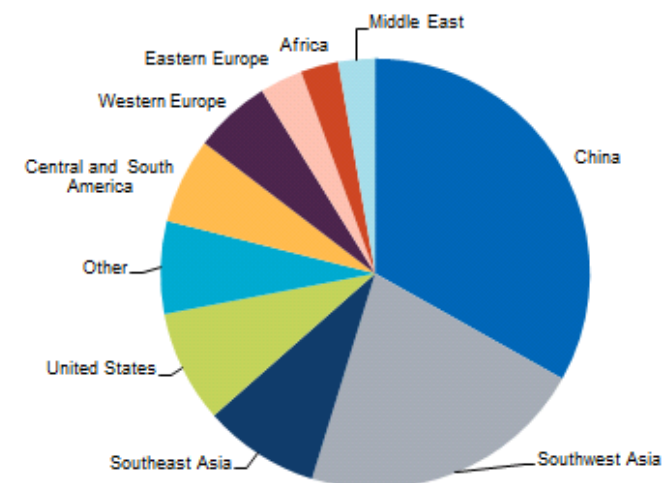
integer

**GLOBAL UREA DEMAND HAS HALVED:** Trend growth is averaging 1.5% p.a. and unless we see significant growth from Africa it's unlikely to change

Million tonnes



### World consumption of urea—2016



Source: IHS

© 2016 IHS



Budapest University of Technology and Economics  
Faculty of Chemical Technology and Biotechnology

robert.kun@mail.bme.hu



## A karbamid felhasználása

A karbamid sokoldalúan felhasználható vegyület:

- fontos N-tartalmú műtrágya
- vegyipari kiindulási alapanyag:
  - karbamidgyanták
  - ragasztóanyagok
  - impregnáló anyagok
  - szigetelőanyagok
  - kiindulási anyaga pl. a melamin, barbitursav koffein és a hidrazin előállításnak.



# Escalating worldwide use of urea – a global change contributing to coastal eutrophication

PATRICIA M. GLIBERT<sup>1,\*</sup>, JOHN HARRISON<sup>2</sup>, CYNTHIA HEIL<sup>3</sup>  
and SYBIL SEITZINGER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Maryland Center for Environmental Science, Horn Point Laboratory, P.O. Box 775, Cambridge, MD 21613, USA; <sup>2</sup>Institute of Marine and Coastal Sciences, Rutgers, The State University of New Jersey, 71 Dudley Road New Brunswick, NJ 08901, USA; <sup>3</sup>Florida Fish and Wildlife Conservation Commission, Fish & Wildlife Research Institute, 100 Eighth Ave. S., St. Petersburg, FL 33701, USA; \*Author for correspondence (e-mail: [glibert@hpl.umces.edu](mailto:glibert@hpl.umces.edu); fax: 410-221-8290)

Received 5 November 2004; accepted in revised form 12 September 2005

**Key words:** Agricultural runoff, Eutrophication, Global change, Harmful algal blooms, Nitrogen fertilizer, Organic nitrogen, Phytoplankton, Urea

**Abstract.** While the global increase in the use of nitrogen-based fertilizers has been well recognized, another change in fertilizer usage has simultaneously occurred: a shift toward urea-based products. Worldwide use of urea has increased more than 100-fold in the past 4 decades and now constitutes > 50% of global nitrogenous fertilizer usage. Global urea usage extends beyond agricultural applications; urea is also used extensively in animal feeds and in manufacturing processes. This change has occurred to satisfy the world's need for food and more efficient agriculture. Long thought to be retained in soils, new data are suggestive of significant overland transport of urea to sensitive coastal waters. Urea concentrations in coastal and estuarine waters can be substantially elevated and can represent a large fraction of the total dissolved organic nitrogen pool. Urea is used as a nitrogen substrate by many coastal phytoplankton and is increasingly found to be important in the nitrogenous nutrition of some harmful algal bloom (HAB) species. The global increase from 1970 to 2000 in documented incidences of paralytic shellfish poisoning, caused by several HAB species, is similar to the global increase in urea use over the same 3 decades. The trend toward global urea use is expected to continue, with the potential for increasing pollution of sensitive coastal waters around the world.

Worldwide use of urea has increased more than 100-fold in the past 4 decades and now constitutes > 50% of global nitrogenous fertilizer usage. Global urea usage extends beyond agricultural applications; urea is also used extensively in animal feeds and in manufacturing processes. This

Biogeochemistry (2006) 77: 441–463  
DOI 10.1007/s10533-005-3070-5



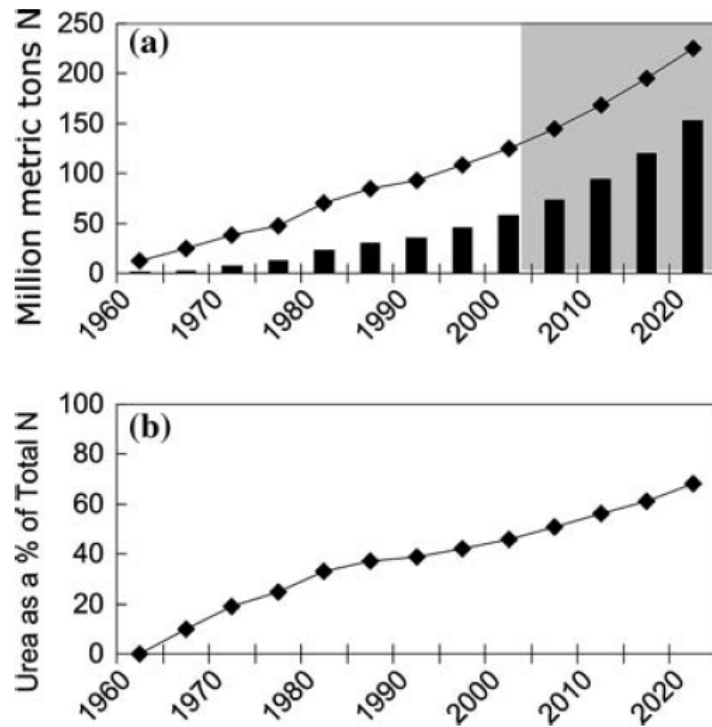


Figure 1. (a) The change in world consumption (million metric tons of N) of total synthetic nitrogen fertilizers (solid line) and urea consumption (solid bars) since 1960. The data through 1990 are from Constant and Sheldrik (1992); data for 1990–2000 are from the Global Fertilizer Industry (FAO 2001) data base; and for 2005–2020 (shown as the shaded region) are calculated assuming an annual increase of 3% in total consumption and 5% in the fraction that is urea. (b) Same data as in panel (a) with the fraction that is urea displayed as a percentage of the total nitrogen fertilizer.

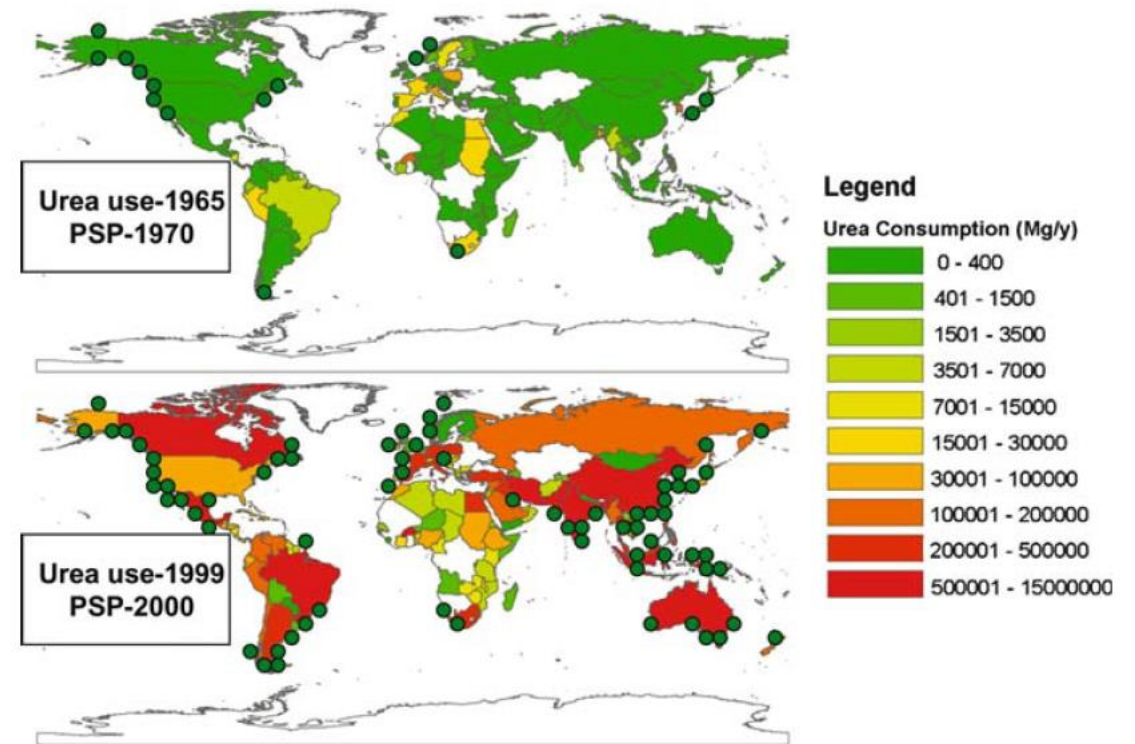


Figure 6. Global distribution of the consumption of urea fertilizer, in metric tons per year by country, in 1960 (upper panel) and in 1999 (lower panel), based on data from the Global Fertilizer Industry data base (FAO 2001), and the global change in recorded observations of dinoflagellates contributing to paralytic shellfish poisoning (PSP) or documented cases of PSP from 1970 (upper panel) to 2000 (lower panel) (modified from GEOHAB 2001). The PSP observations are shown as small circles superimposed on the base map of changes in global urea use by country from the time interval from 1965 (upper panel) to 1999 (lower panel). Note that these estimates of urea consumption do not include uses other than fertilizer.



## A karbamid felhasználása

A karbamid (urea) szerepel a WHO hatóanyag jegyzékében (lásd Model List of Essential Medicines), mint keratolitikus (hámlasztó/hámlást elősegítő) és nedvesítő (hidratáló hatású) hatóanyag száraz, repedezett és viszkető bőr esetén.



[**Keratolízis** (görög *kerato* - „bőr“ und *lyein* - „feloldani“): a legkülső hámszövetet alkotó szarusejtek feloldása, eltávolítása/leválása. A keratolízis járhat látható bőrelváltozással (pl. száraz bőr leválás, kipirosdás, égő érzés).]

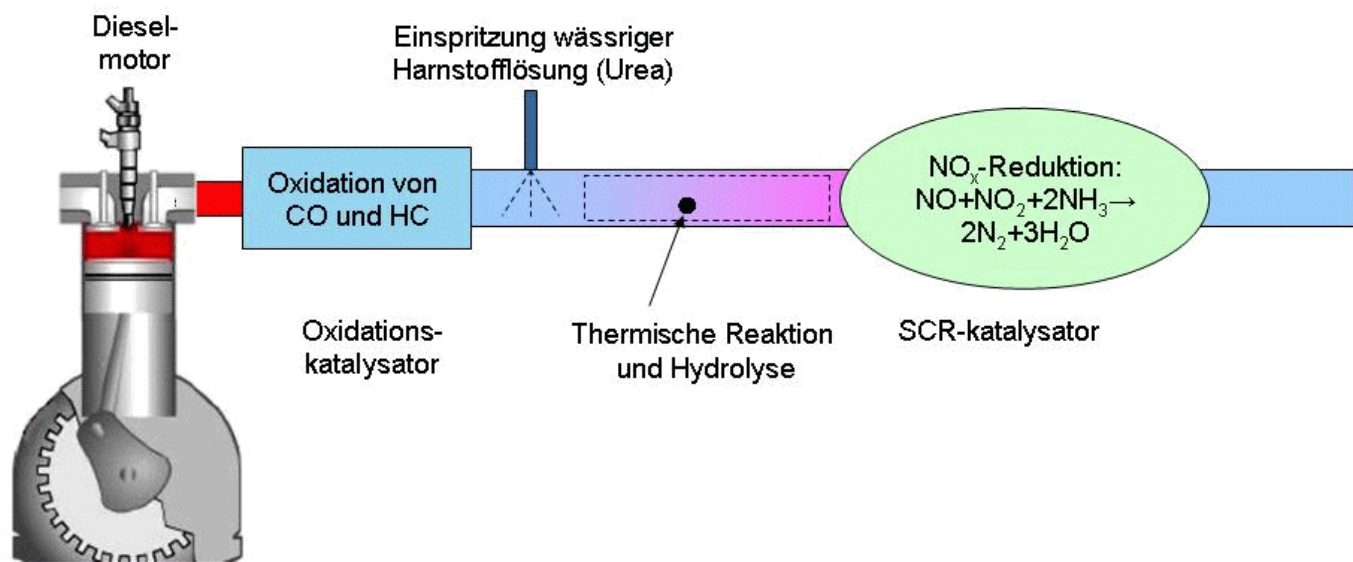
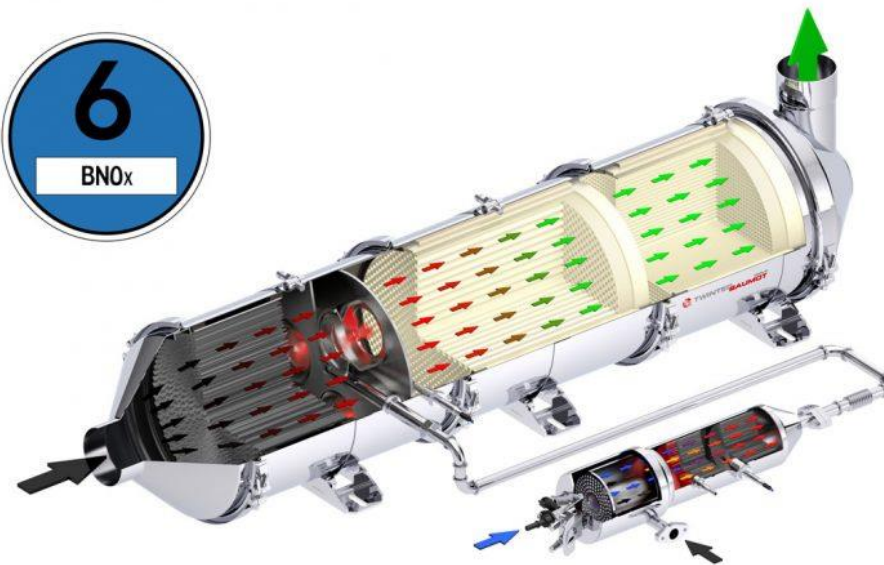
# A karbamid felhasználása SCR = selective catalytic reduction



**AdBlue** : A Német Autógyártók Szövetségének (*Verbandes der Automobilindustrie (VDA)*) bejegyzett márkaneve

**AdBlue összetétele:**

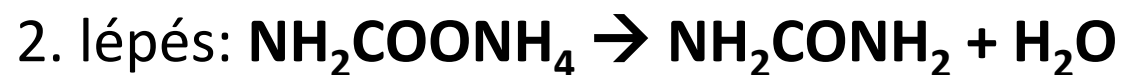
- Karbamid 31,8–33,2 m/m%
- Desztillált víz



## A karbamid gyártása

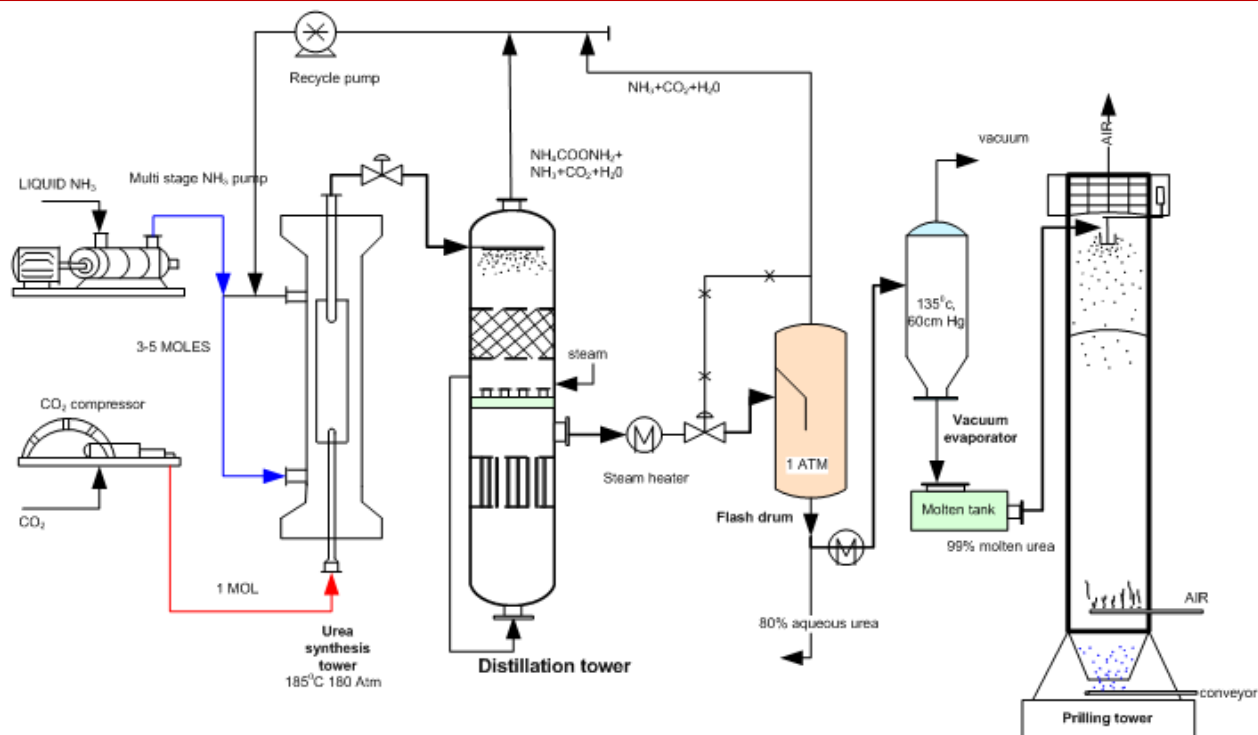
### Basaroff-eljárás

- Ammónia + szén dioxid reakciója
- Nyomás alatt (>150 bar)
- Emelt hőmérséklet (150-200 °C)

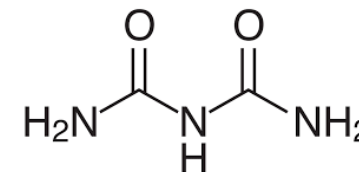
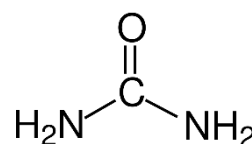
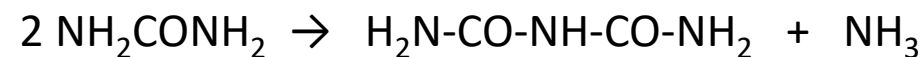


#### Jellegzetességek:

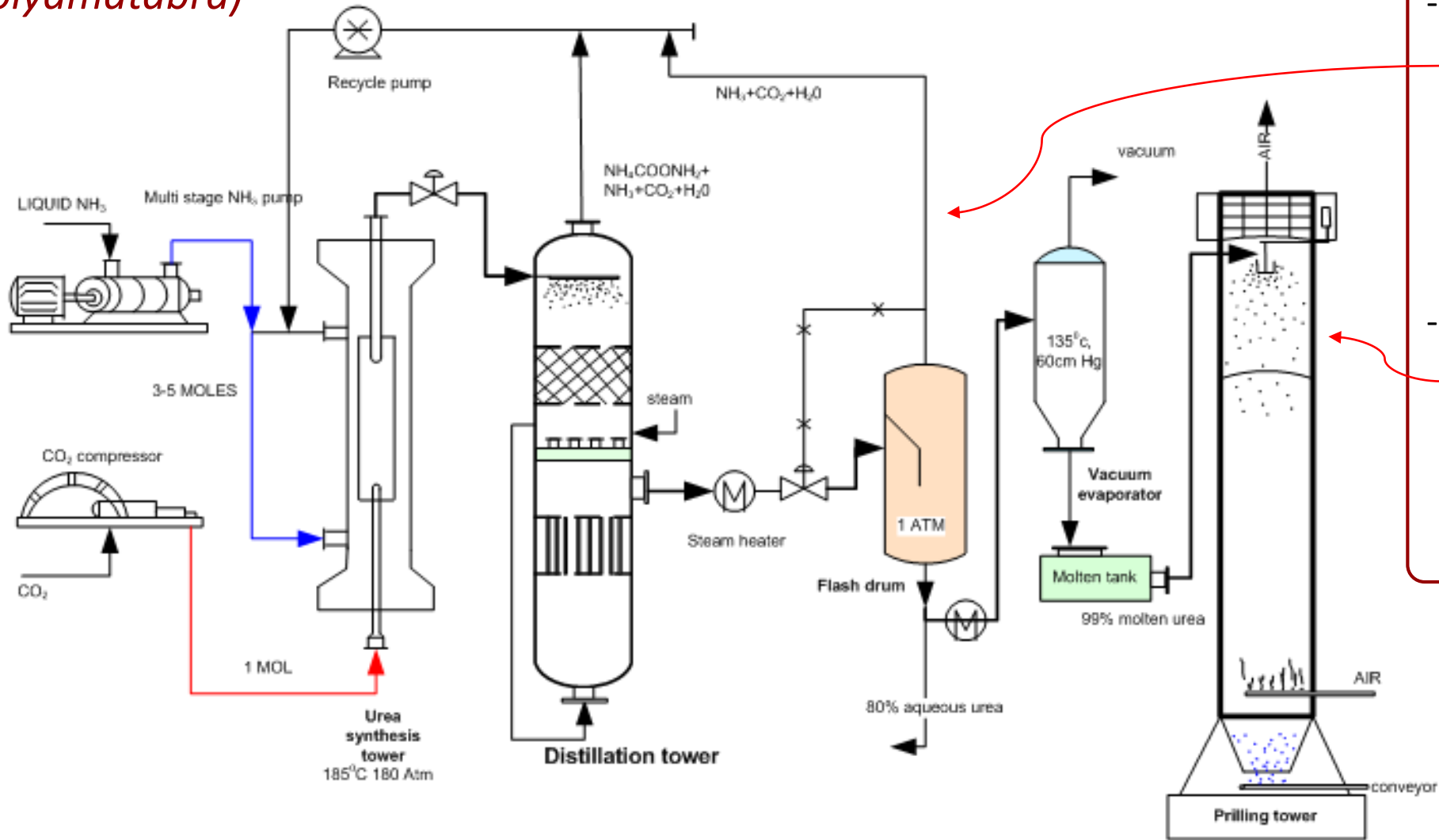
- 1. lépés exoterm, gyors reakció, teljesen végbemegy
- ammónium-karbamát nagyon korrozív (lásd 1. lépés terméke), drága berendezések, beruházásigényes eljárás
- 2. lépés (endoterm) lassabb, ~200 °C/30 bar, nem megy végbe teljesen, egyszeri áthaladáskor 40-50% konverzió (lásd 2. lépés)
- az át nem alakult reaktánsokat recirkuláltatják



Elkerülendő a karbamid magas hőmérsékleten (karbamid op. felett; ~135 °C) történő biuret képződése:



# A karbamid gyártása (folyamatábra)



- A karbamát-bontóból távozó karbamidoldat hevítés közben kitágul az alacsonyabb nyomáson → a kivált NH<sub>3</sub>-t visszavezetik.
- A keletkezett oldatot tovább koncentrálják ömledékké és ezután granulálják levegő hűtésű spray-rendszerrel.



# A karbamid gyártása

## Nyomás

- Magasabb nyomás kedvez a karbamid képződésnek.
- Magasabb hőmérsékleten magasabb az egyensúlyi nyomás.
- A nyomás magasabb legyen, mint a karbamát disszociációs nyomása az adott hőmérsékleten.

## H<sub>2</sub>O/CO<sub>2</sub> arány

- Vízfelesleg rontja a karbamid konverziót.
- Vízfelesleg recirkulációja csökkenti a reaktánsok rendelkezésére álló reaktor térfogatot.
- Alacsony arányszám duguláshoz vezethet.
- Optimális arány 0,4-1

## A szintézist befolyásoló paraméterek

## Hőmérséklet

- A hőmérséklettel nő az átalakulás sebessége.
- 195-200 °C-on van maximális hozam.
- Magasabb hőmérsékleten nő a korróziós veszély.

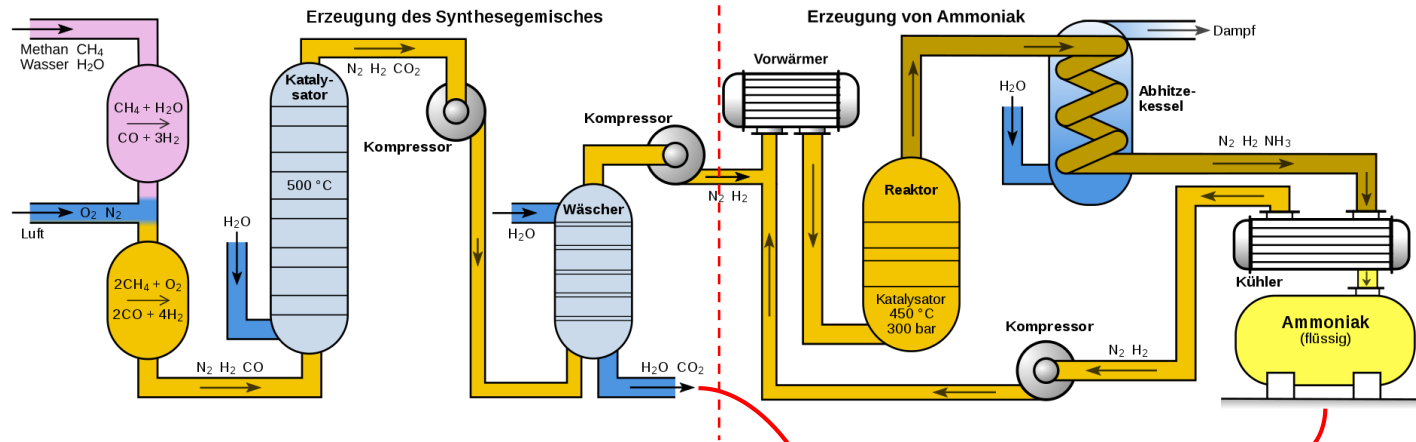
## Tartózkodási idő

- Hosszabb tartózkodási idő → magasabb konverzió
- Magasabb tartózkodási idő → növekvő költségek
- Az egyensúly eléréséhez szükséges minimális tartózkodási idő kb. 20 min.

## NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> arány

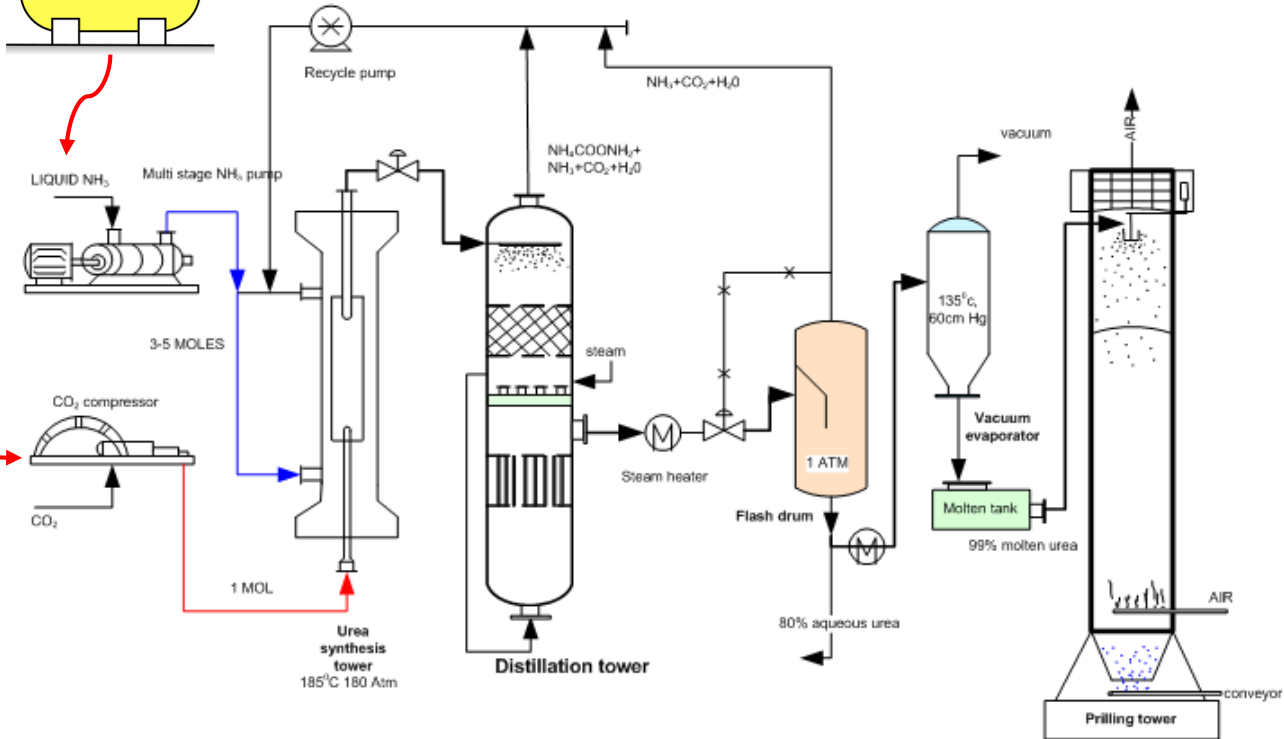
- NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> növelése javítja a konverziót.
- Elméleti arányszám 2, csak ~43-44% konverzió (@150 °C/170 bar).
- NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> növelés 2 → 9 - konverzió 44% → 85%!
- NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> csökkentés 2 → 0,5 - konverzió 44% → 46% (kissé nő!)
- De! – CO<sub>2</sub> dús közeg korrozív
- Iparban alkalmazott NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> arány 3-5.

# Emlékeztetőül: Az ammóniaszintézis (Haber-Bosch eljárás)



Haber-Bosch ammóniaszintézis szintézis gáz gyártás **mellékterméke** (CO-konverzió CO<sub>2</sub>-dá) felhasználható értékes **műtrágya előállításához!**

(lásd költségparaméter csökkentési elv)



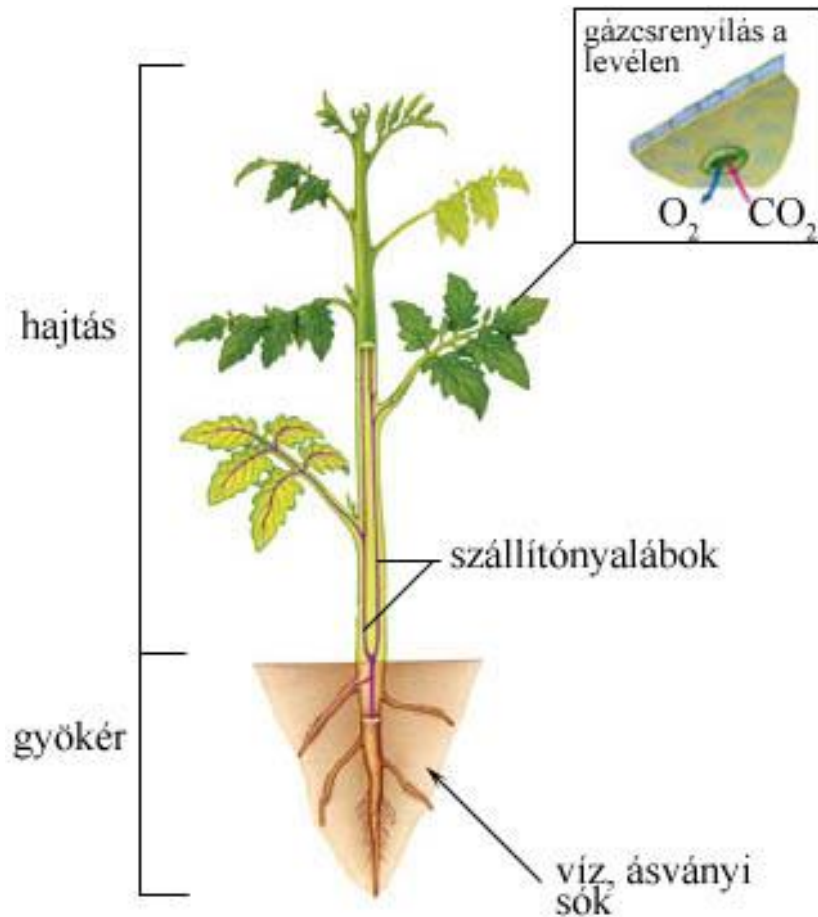


# A szervetlen vegyipar ágazatai

## A nitrogénipar

### Műtrágyák

# A (gazdasági-)növények tápanyagigénye



## Makro elemek (NPK)

Nitrogén (N)  
Foszfor (P)  
Kálium (K)

**N:** aminosavak, fehérjék felépítéséhez  
( $NO_3^-$  formájában; pillangósok direkt N-felvétel levegő  $N_2$ -ből)

**P:** sejtmag felépítése, anyagcsere, energiatárolási folyamatok  
( $PO_4^{3-}$  formájában)

**K:** vízháztartás szabályozása  
( $K^+$  formájában)

## Mikroelemek

Bór (B)  
Kalcium (Ca)  
Kén (S)  
Magnézium (Mg)  
Vas (Fe)  
Réz (Cu)  
Cink (Zn)  
Mangán (Mn)  
Molibdén (Mo)

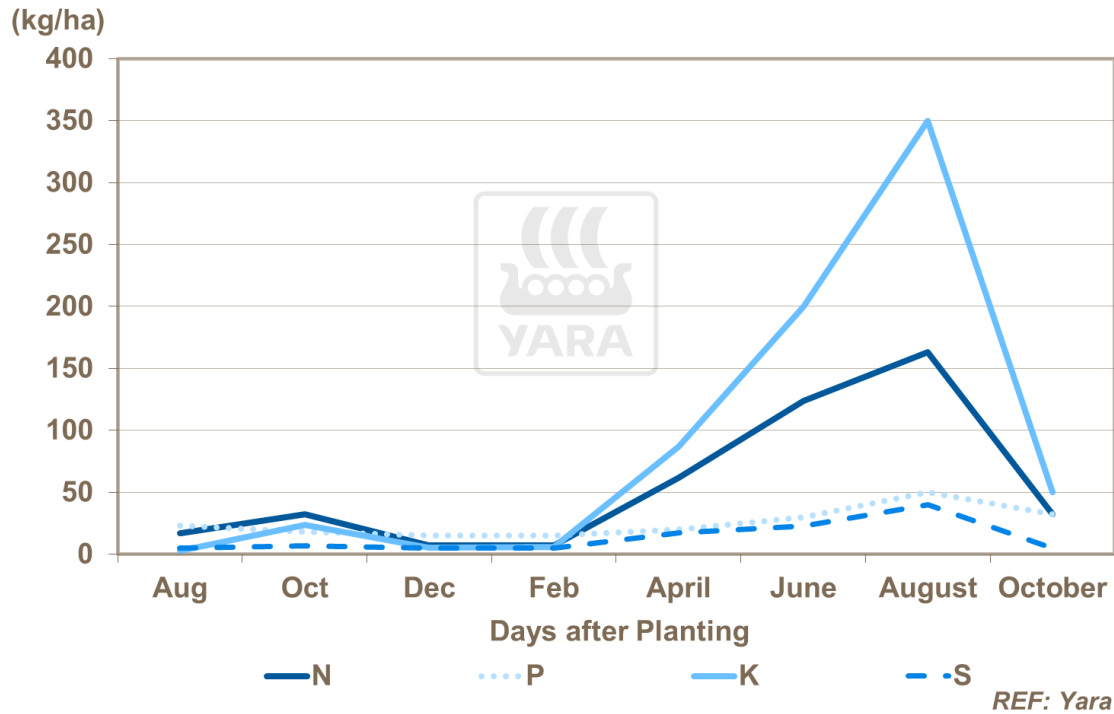
## Nélkülözhetetlen tápelemek

+ kedvező hatású tápelemek (pl. Na, Cl, Si)

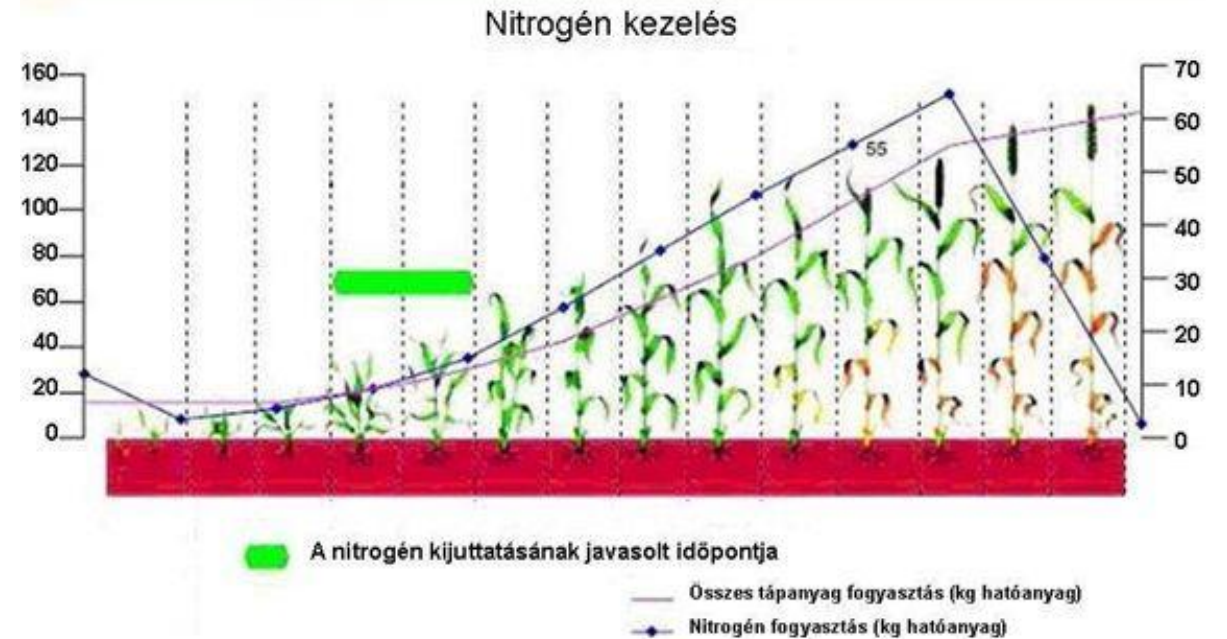


# A (gazdasági-)növények tápanyagfelvétele

## Az őszi búza tápanyag-felvétele (kg/ha)



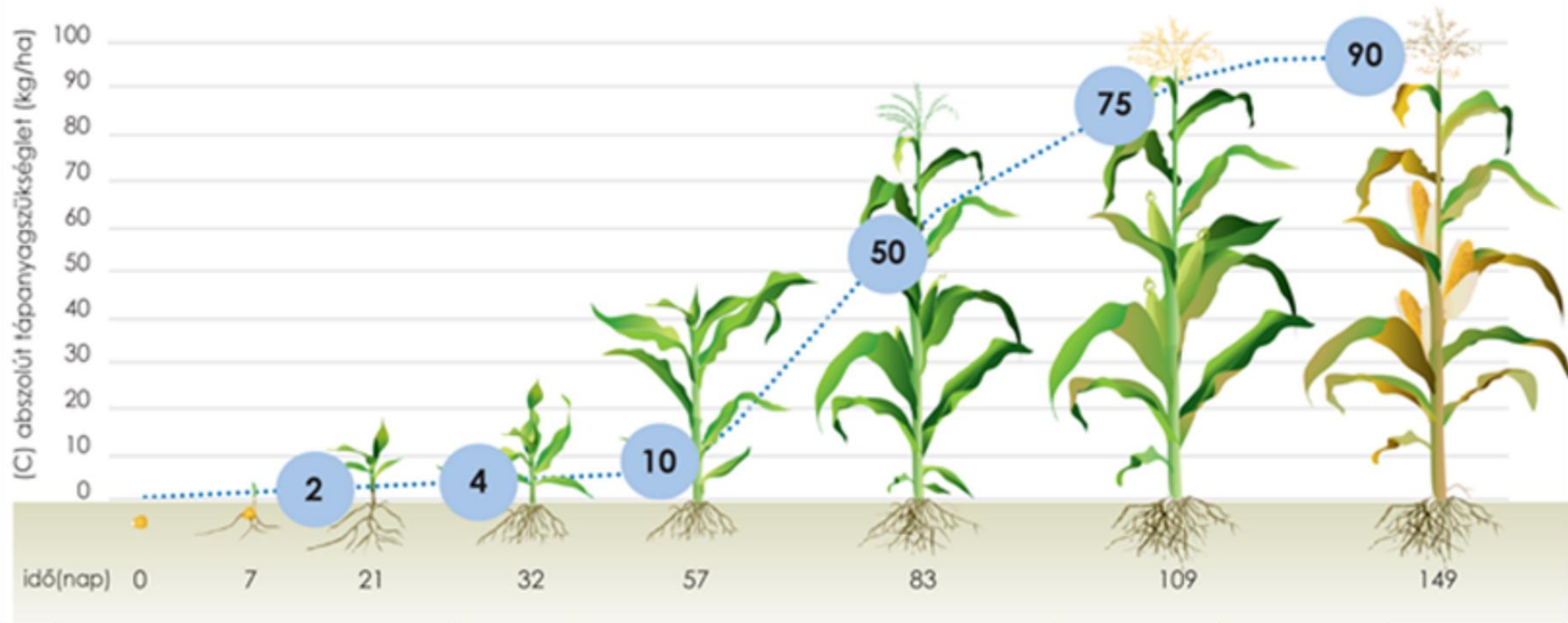
Szeptembertől februárig	Március 10-től április 10-ig (EC21-EC31)
0 kg <sup>+</sup> ha <sup>-1</sup>	40-50 kg <sup>+</sup> ha <sup>-1</sup>
Április 10 és május 10 között (EC21-EC37)	Május 10 és június 10 között (EC38-EC51)
40-50 kg <sup>+</sup> ha <sup>-1</sup>	50-70 kg <sup>+</sup> ha <sup>-1</sup>



# A (gazdasági-)növények tápanyagfelvétele

A kukorica foszfor felvétele 10 t/ha terméscél esetén  $P_2O_5$ -ben értékkel

Forrás: INRA



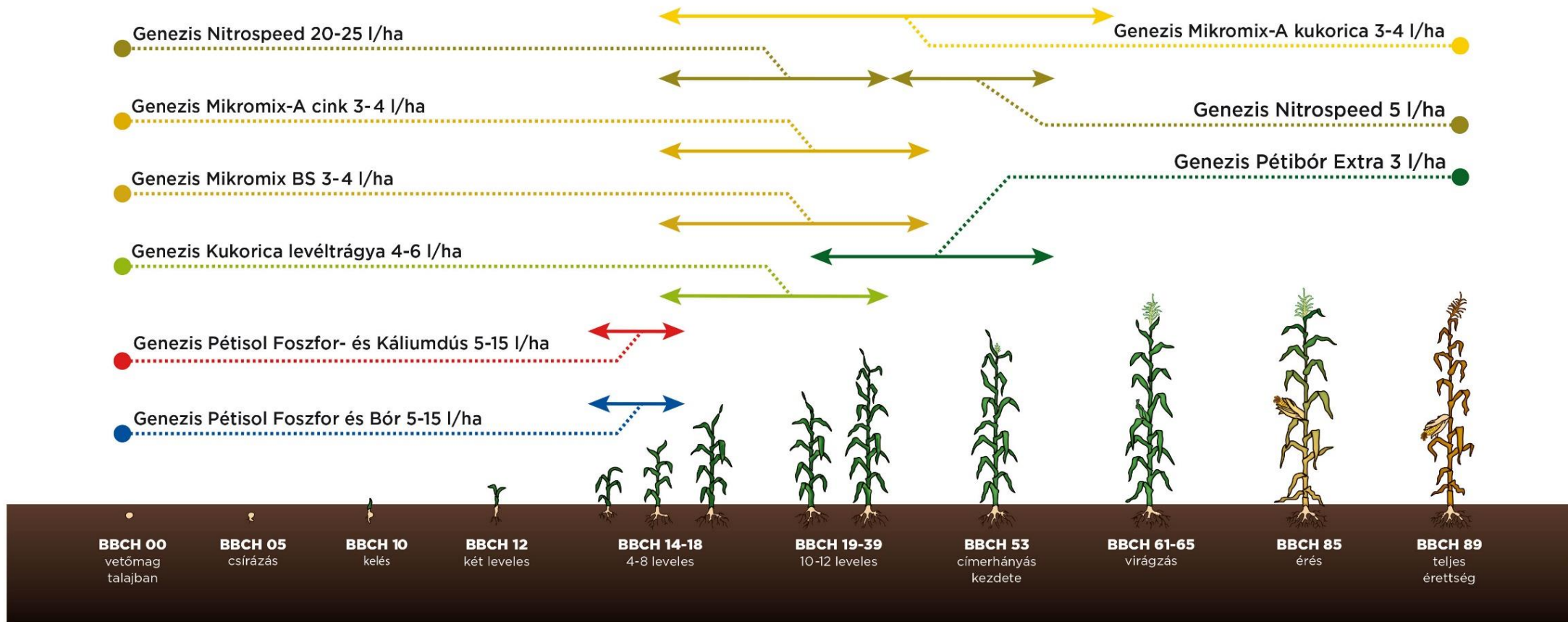
### **A kukorica átlagos tápelemigénye:\***

<b>Nitrogén(N)</b>	<b>25 kg/t (18-35)</b>
<b>Foszfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</b>	<b>11 kg/t (9-25)</b>
<b>Kalium (K<sub>2</sub>O)</b>	<b>26 kg/t (9-36)</b>
<b>Kalcium(CaO)</b>	<b>8 kg/t</b>
<b>Magnézium (MgO)</b>	<b>3 kg/t</b>

(Antal, 2000).

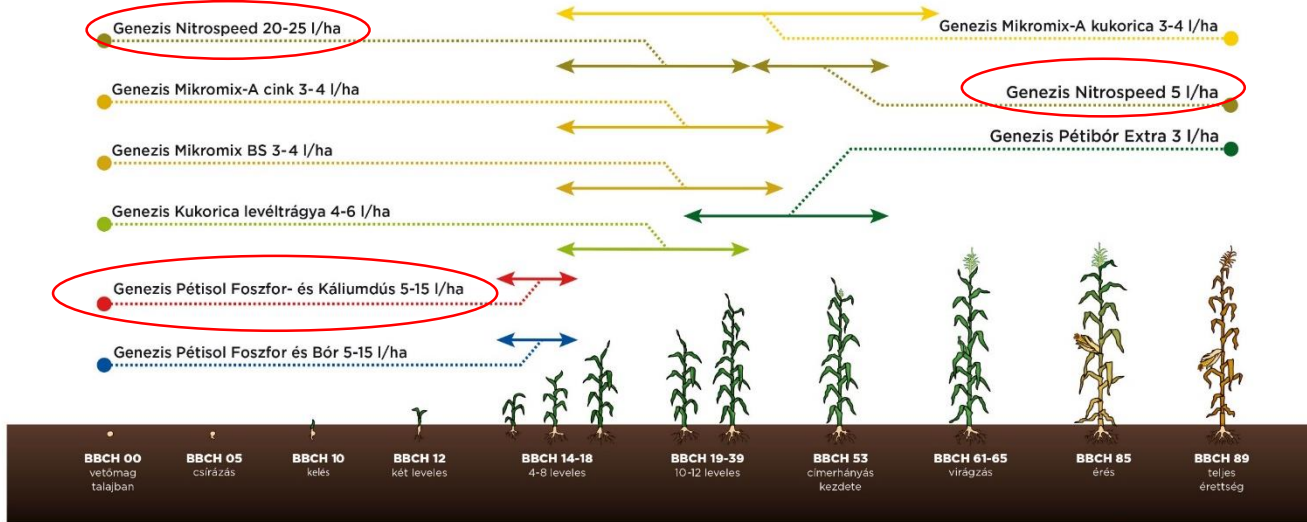
*\*Az átlagos tápelemigény a talajtípus és a talaj tápanyag ellátottságának függvényében.*

# Genesis kukorica lombtrágya technológia





## A (gazdasági-)növények tápanyagfelvétele



Nitrogénműtrágya oldat kén- és magnéziummal. Lombtrágyaként minden növényi kultúrához ajánlott.

### Jellemzők:

Nitrogén túlsúlyos folyékony műtrágyaoldat. A nitrogéntartalom nagyobb része a levélen keresztül azonnal felvehető, kisebb része lassú hatású nitrogén-forma.

### Összetevők:

Nitrogén (N)	23%
Kén-trioxid (SO <sub>3</sub> )	5,3%
Magnézium (MgO)	3%



Mikroelem-tartalmú komplex levél- és talajtrágya.

### Jellemzők:

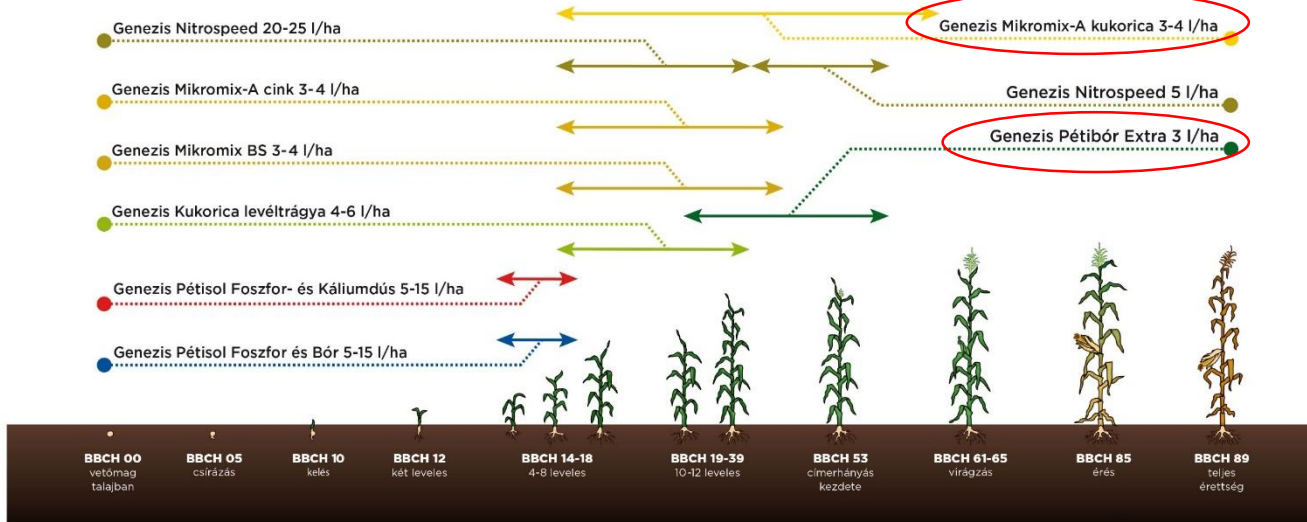
Vízben tökéletesen oldódó, *kelatizált mikroelemeket* is tartalmazó, kloridmentes folyékony komplex levél- és talajtrágya. Alkalmazható nitrogén-, valamint foszfor- és káliumhiány esetén, illetve a megfelelő tápanyagellátás elősegítésére kalászosok, szántóföldi növények lombtrágyázására.

Tápelem-tartalma a növény számára azonnal felvehető és hasznosítható formát képvisel, amely segíti a növény tápanyagfelvételét, valamint a növényben található egyéb tápanyagok forgalmát és hasznosulását.

### Összetevők:

Nitrogén (N)	9%
Foszfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	14%
Kálium (K <sub>2</sub> O)	18%
Mikroelem	0,1%

## A (gazdasági-)növények tápanyagfelvétele



Mikroelem-oldat műtrágya, a növények mikroelem hiánybetegségeinek megelőzésére és gyógyítására.

### Jellemzők:

Magas hatóanyag-tartalmú, összetett készítmény, elsősorban kukorica, illetve egyéb cinkigényes kultúra mikroelem ellátására.

### Összetevők:

Bór (B)	0,2%
Réz (Cu)	0,3%
Cink (Zn)	2,2%
Mangán (Mn)	0,2%



Magas bórtartalmú folyékony műtrágya.

### Jellemzők:

Korszerű bórműtrágya, amely oldat formában tartalmazza a bór tápelemet. Biokémiai hatékonyságot növelő termésfokozó szer, [biztonságosan használható biotermesztésben is.](#)

Bórhiány betegségek megelőzésére vagy a hiánytünetek megjelenésekor azok gyógyítására zöldségfélékben, gyümölcsösben, szántóföldi kultúrákban.

A készítménnyel végzett mezőgazdasági kísérletek igazolják, hogy nagy hatékonyságának köszönhetően alacsony dózisban kijuttatva is igen hatásos.

Legalább 10% elemi bórt tartalmaz, ami 135 g/liter bór, azaz 772 g bórsav/liter töménységnek felel meg.

### Összetevők:

Bór (B) 10%

**Liebig minimum törvény** **Justus von Liebig** (Darmstadt, Németország, 1803. – München, 1873.) a *mezőgazdasági kémia* egyik alapítója.

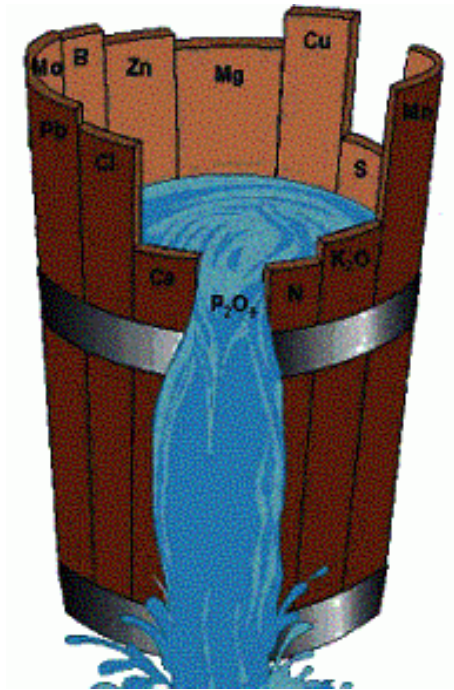


Kiderítette mely elemek játszanak szerepet a növények táplálkozásában, és az egyes tápelemek egymáshoz való arányának jelentőségét.

Megállapította, hogy minden tápelemnek optimális mértékben kell a növény rendelkezésére állnia ahhoz, hogy a növény optimálisan fejlődjön.

Hiába jut hozzá a növény az összes tápelemhez, mert ha, mondjuk a kalcium nem elegendő a talajban akkor a növény sárgulni fog, és végül elpusztul.

**Tétele szemléltetésére egy olyan öreg hordót használt, amelyiknek a dongái már különböző hosszúságig elkorhadtak. Azt mondta, hogy hiába a legtöbb donga egészséges, a hordót mégis csak a legjobban elkorhadt donga magasságáig lehet feltölteni, a növényélettan nyelvén; az van minimumban.**



**A termés nagyságát a *növények igényéhez képest a minimumban lévő tápelem határozza meg (relatív *minimum*).***

**A termést valamennyi tápanyag mennyisége és aránya együttesen szabja meg, de termésnövekedést leginkább a minimumban lévő elem pótlásával lehet elérni.**

„A minimumban lévő erőforrások határozzák meg a *maximális teljesítményt*.”



### **TRÁGYA** (főnév)

1. Háziállatok ürülékének alommal való keveréke, amelyet termőföld javítására, ill. termőerejének fenntartására **használnak**. Állati, érett, nedves, száraz trágya; trágyát hord, szárít, tereget. *Sovány ugarnak trágya kell, de sok.* (Arany János) *Kihordta a trágyát az istállóból, friss almot rakott be.* (Nagy Lajos)
2. (csak jelzővel v. összetételben) Minden olyan anyag, amely a földre juttatva fokozza a talaj termékenységét. Ásványi, mesterséges trágya.

Szóösszetétel(ek): 1. trágyabűz; trágyacsomó; trágyaféreg; trágyahalom; trágyahányó; trágyahordás; trágyahúzó; trágyaigényes; trágyakupac; trágyarakás; trágyaszag; trágyaszórás; trágyaszóró; trágyaszükséglet; trágyataposás; trágyatelep; trágyatózeg; trágyaverem; trágyavilla; 2. istállótrágya; lótrágya; műtrágya; zöldtrágya.

### **MŰTRÁGYA** (főnév)

Trágyaként haszn., gyárilag előállított vegyi anyag, főleg nitrogénnek, foszfornak v. káliumnak vmely vegyülete. **A műtrágyák kiegészítik a szerves trágyát a talaj javításában.**

Szóösszetétel(ek): műtrágyaakció; műtrágya-ellátás; műtrágyagyár; műtrágyagyártás; műtrágyahitel; műtrágya-kiosztás; műtrágyamennyiség; műtrágyaszóró; műtrágyaszükséglet.  
műtrágyás.

**Technikailag: Azokat a szerves és szervetlen anyagokat, amelyek a növények számára fontos tápanyagokat felszívódásra alkalmas formában tartalmazzák **trágyának** nevezzük.**

A növények optimális fejlődését trágyázással három féle módon lehet elősegíteni:

- 1) Életfunkciókhoz szükséges tápanyagok biztosítása
- 2) A talaj pH értékének beállításával, szabályozásával
- 3) A talaj szerkezetének javításával (lásd *közvetett trágyák*)

### A (mű)trágyák hatásmechanizmus szerinti csoportosítása

A **közvetlen trágyák** szerves, illetve szervetlen összetevői előnyösen hatnak a termesztett növények fejlődésére. Két nagy csoportjuk:

- *Kémiai hatású trágya*: a tápanyagok kioldódnak belőlük (fő tápanyagok szerint nevezzük meg, úgy, mint N-, a P- és a K-trágya).
- *Teljes trágya*: tápanyag kioldódás mellett fizikai hatásuk is kedvező (pl. istállótrágya, keveréktrágya).

A **közvetett trágyák** nem juttatnak a talajba plusz tápanyagokat, de vagy elősegítik azok kioldódását (a talajban oldhatatlan, illetve a növények számára fel nem vehető formában előforduló tápanyagokat mobilis, felvehető formába alakítják, pl. pH szabályzás révén), vagy a talaj fizikai tulajdonságait, szerkezetét befolyásolják a növény számára kedvezően (talajlazítás) (lásd pl. „Pétisó” dolomitliszt tartalma).

## A műtrágyák csoportosítása

### Hatóanyag szerinti felosztás

- Nitrogén
- Foszfor
- Kálium

### Formulázás szerinti felosztás

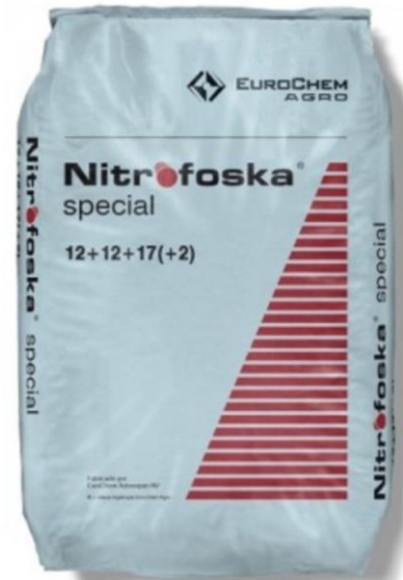
- Egyszerű (egy komponensű műtrágya, pl. karbamid)
- Összetett (két vagy több, tápelemet tartalmazó vegyület keveréke, kompozit műtrágya)
- Összetett tápanyag mellett talajjavító szereket (gipsz, mész, stb.) tartalmaz (lásd „Pétisó”).



### Összetétel szerinti felosztás

- Egyszerű (vegyületeikben csak egy tápelemet tartalmaznak, pl.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )
- Összetett (egy vegyületben két vagy több tápelemet tartalmaznak, pl.  $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$  (MAP: mono-ammónium-foszfát))

BASF



szuperfoszfát [ $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ]  
ammónium-nitrát [ $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ]  
kálium-klorid [KCl]

### Genezis Nitrosol (Nitrogénművek)

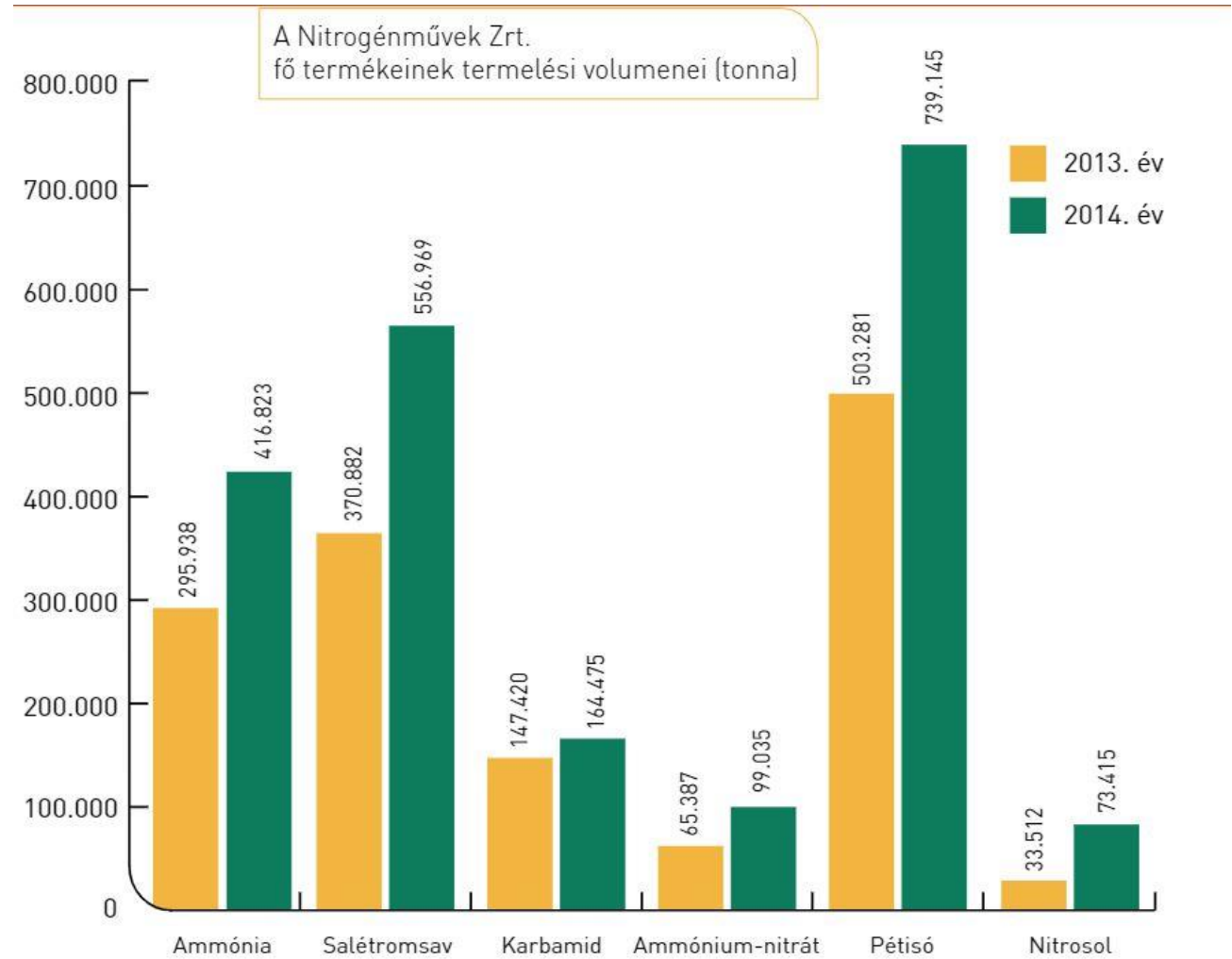
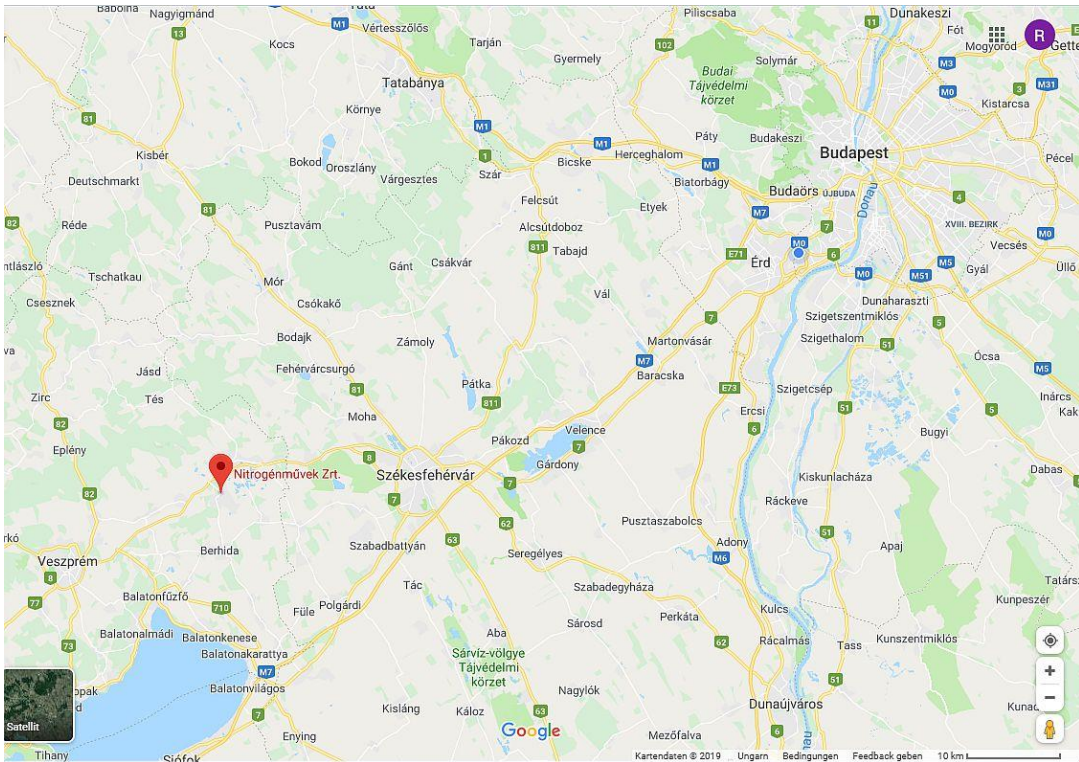
#### Jellemzők

Gabonatermesztésben és az öntözéses növénytermesztésben kiválóan alkalmazható fej-, levél- és öntözőtrágya. *Előnye, hogy gyorsan (nitrát-nitrogén) és lassabban ható (ammónium- és amid-nitrogén) komponenseket is tartalmaz.*

# Hazai műtrágya termelés



Pétfürdő



**Pétisó:** nitrogén tartalmú műtrágya ( $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ )

**Nitrosol:** Folyékony nitrogénműtrágya, karbamid és  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  vizes oldata.



## Nitrogén műtrágyák

### Természetes nitrát-előfordulások:

- chilei salétrom ( $\text{NaNO}_3$ )
- guanó (N-, P-tartalom; Chile/Peru)



Az ammóniaszintézis ipari eljárásának kidolgozása miatt (Haber-Bosch) az 1930-as évek elejére összedőlt a salétrompiac ( $\text{NaNO}_3$ ). A veszteséges működtetés miatt végül 1960-ban bezárták a Santa Laura, majd 1961-ben a Humberstone salétrom művet.



## Nitrogén műtrágyák

### Természetes nitrát-előfordulások:

- chilei salétrom ( $\text{NaNO}_3$ )
- guanó (N-, P-tartalom; Chile/Peru)



Guanó vagy huano (spany.), tengeri halakkal élő madarak ürüléke, melyekhez különböző állati maradványok, csontok, döglött madarak, tengeri állatok stb. keveredtek. A G. rendszerint világosabb v. sötétebb barna port képez, mely **nagyobb mennyiségben foszforsavas meszet, néha azonkívül nitrogénvegyületeket is tartalmaz s ennél fogva trágyázási célokra nagyon alkalmas.** Nagy mennyiségben előfordult a G. különösen Dél-Amerikában Peru és Chile tengerpartjain, a Ciniha és Lobos szigeteken, helyenként 20-30 m. vastagságban, É.-Amerikában, Mexiko, Kalifornia és a Patos szigetek partjain s a Csendes-tenger számos szigetén. (...) (Kislexikon)

## Kulcsvegyület az ammónia!

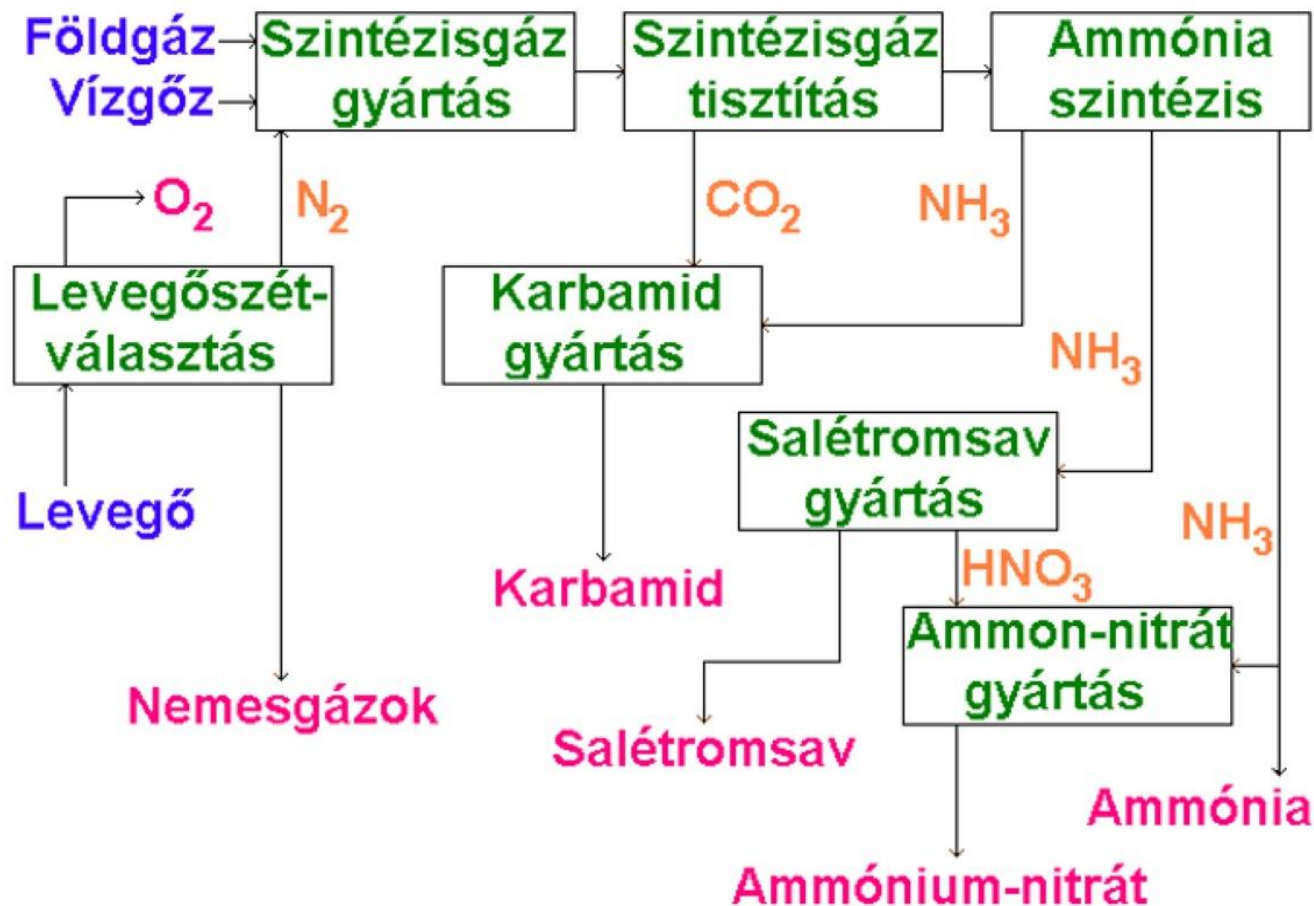
Ammónium-nitrát

Karbamid

Nátrium-nitrát

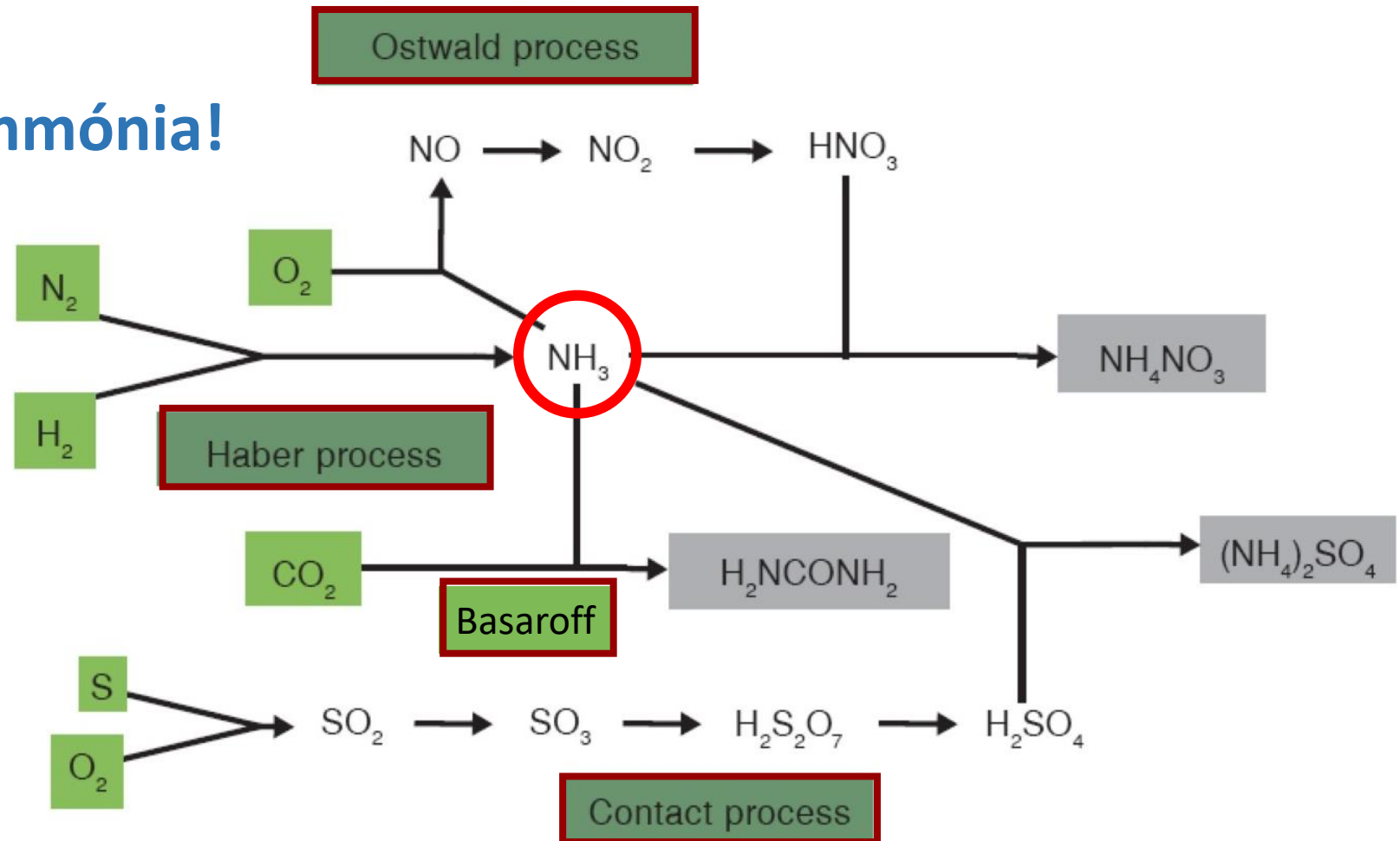
Salétromsav (→ szuperfoszfát)

A nitrogénipar blokkcsémája



# A nitrogénipari eljárások/termékek kapcsolódási pontjai

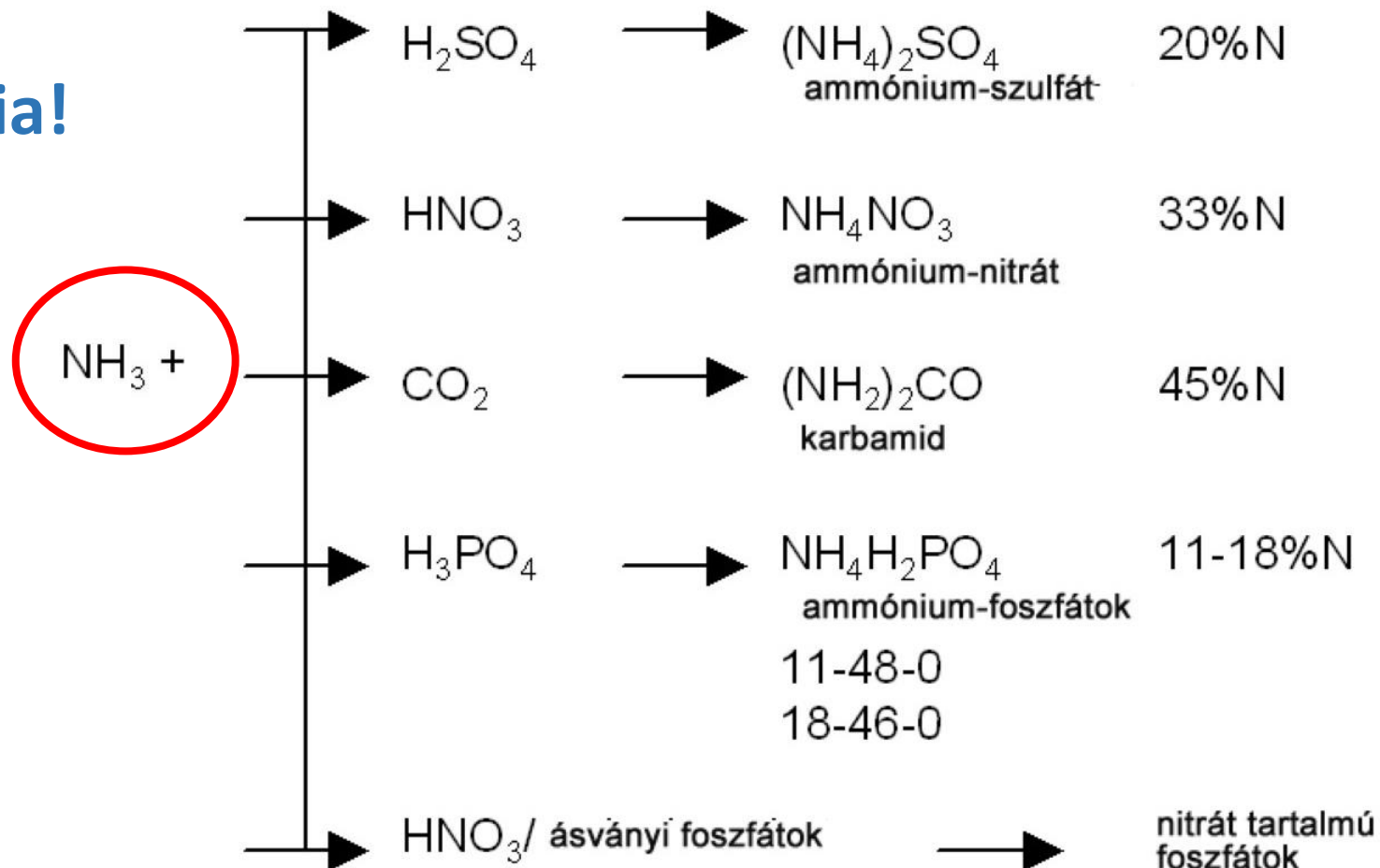
## Kulcsvegyület az ammónia!



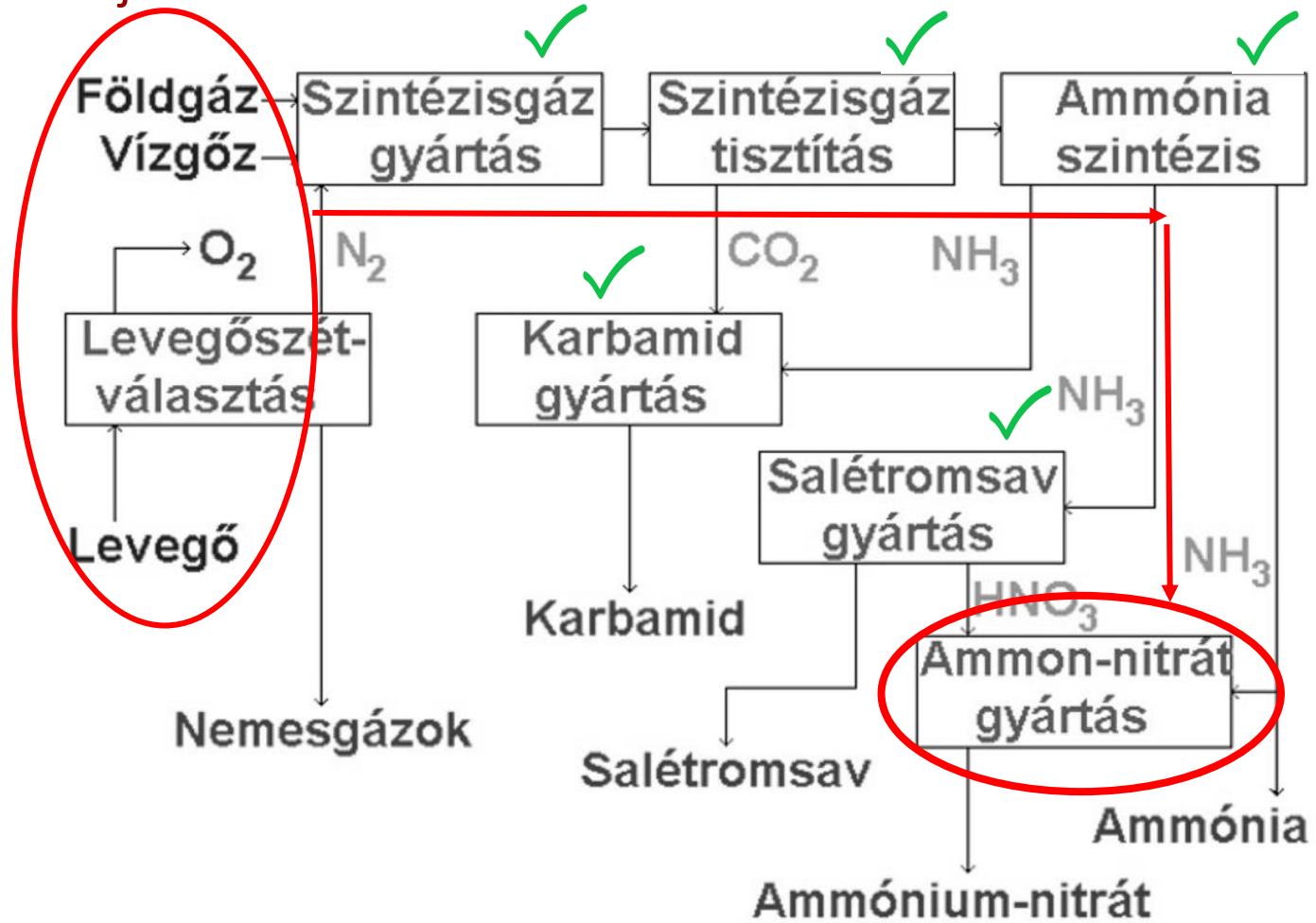


## Kulcsvegyület az ammónia!

Ammónium-nitrát  
Karbamid  
Nátrium-nitrát  
Salétromsav (→ szuperfoszfát)



## A nitrogénipar blokskéája



## Nitrogén műtrágyák – ammónium-nitrát és pétisó



### Összetevők

Nitrogén (N)	27%
Kalcium-oxid (CaO)	7%
Magnézium-oxid (MgO)	5%

A Pétisó nitrogénjében azonos arányban van jelen a lassabban ható **ammónium-nitrogén**, és a gyors hatást biztosító **nitrát-nitrogén**.

A nitrogén mellett jelenlévő dolomittartalom csökkenti a talaj savasságát, ezért különösen ajánlott savanyú talajok kezelésére.

A kalcium (és magnézium) javítja a talaj szerkezetét, agyag-humin-komplexei révén morzsalékossá teszi (víz-, hő-, levegőmegtartó képessége nő a pórusosság miatt), növeli annak termőképességét. Az ionegyensúly javításával, a többi tápelem felvételét illetve hasznosulását növeli.

A növény fejlődési ütemének megfelelő, osztott adagú nitrogéntrágyázás nemcsak a termés mennyiségi és minőségi növekedését, hanem a jobb nitrogénhasznosulást is lehetővé teszi.

# Az ammóniumnitrát műtrágya hátrányai a Pétisóval szemben

## Az ammóniumnitrát **lassabban oldódik**

Az Ammóniumnitrát higroszkópos (nedvszívó) vegyület, vagyis a levegő nedvességéből vizet képes felvenni. A tiszta Ammóniumnitrát vizet vesz fel, ha a levegő relatív nedvességtartalma 63% felett van, és szárad, ha a levegő relatív nedvességtartalma 63% alatt van. Az Ammóniumnitrát higroszkópossága a műtrágya tárolása során káros tulajdonság.

## Az ammóniumnitrát **kevésbé jól tárolható**

Az Ammóniumnitrát műtrágya hajlamos a tárolás során az összetapadásra. Az összetapadás úgy jön létre, hogy a műtrágya a levegő nedvességéből vizet vesz fel. A műtrágyaszemcsék felületén telített sóoldat keletkezik. Az oldat magasabb hőmérsékleten több sót tud oldatban tartani. A napi hőmérsékletváltozás során az éjszakai lehűlésnél az oldhatóság csökkenése miatt só válik ki kristályos formában. A kristályok kristályhidakat alkotnak, amelyek a szemcséket összekötik. Ez az összeköttetés maradandó, a továbbiakban már nem szűnik meg, vagyis a szemcsék tapadása létrejött.

## Az ammóniumnitrátnak **alacsony a szemcsezilárdsága és a hőfoktűrése**

A műtrágyaszemcsék szilárdsága a műtrágya tárolása és anyagmozgatása során sem közömbös. Az alacsony szilárdságú szemcsék törnek és porlódhatnak. Az Ammóniumnitrát műtrágya nem tartalmaz ammónium-szulfát ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ), kalcium-nitrát ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) és magnézium-nitrát ( $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ) adalékokat. Az ammónium-szulfát a szemcsék szilárdságát növeli, a magnézium-nitrát pedig a műtrágya hőfoktűrési hajlamát javítja. A 34%-os Ammóniumnitrát műtrágya szilárdsága fele a Pétisó szemcsék szilárdságának.



---

# Az ammóniumnitrát műtrágya hátrányai a Pétisóval szemben

## Az ammóniumnitrát **robbanásveszélyes**

Az Ammóniumnitrát különböző szennyezők (elsősorban szerves anyagok, kloridok és fémek) hatására robbanásra hajlamos, így az ütésre, és a dörzshatásra érzékeny.

Az ammóniumnitrát **ADR köteles**, tehát nehezebben szállítható.

## Az ammóniumnitrát **talajsavanyító hatású**

Az ammóniumnitrátban nem található dolomit, amely hatására nő a talaj kalcium-koncentrációja és pH-értéke, ezért savanyító hatású. Így nem javul a talaj szerkezete, nem nő a nitrogén- és foszforszolgáltató képessége és mikroelem-készlete, a talajélet sem élénkül. Ezáltal az ammóniumnitrát használatával kisebb termésmennyiséget és gyengébb termésminőséget érhetünk el.

## Az ammóniumnitrát **gyengíti a növény stressztűrő képességét**

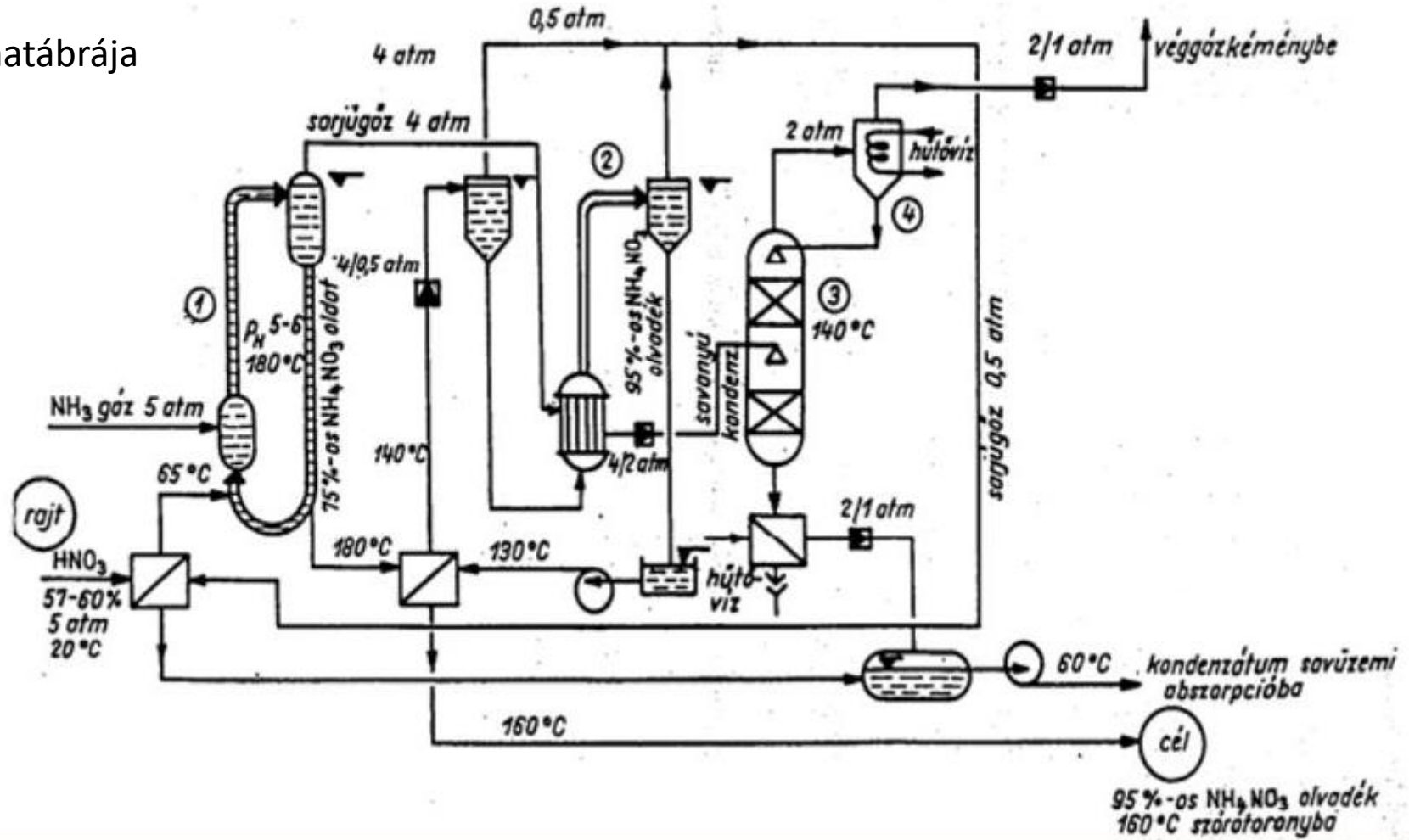
Az ammóniumnitrát **nem tartalmaz dolomitot**, amivel kalciumot és magnéziumot juttathatnánk a talajba.

*A kalcium a gyökér normális növekedéséhez elengedhetetlen, amely a növény aszálytűrő képességének a záloga. A magnézium a klorofill alkotórésze, szerepe van bizonyos enzimatis folyamatokban. A szénhidrát-anyagcserében és a sejtlégzésben kimagaslóan nagy az élettani hatása.*

Az ammóniumnitrát használatával **alacsonyabb termésátlagot és alacsonyabb fehérje- és sikértartalmat lehet elérni.**

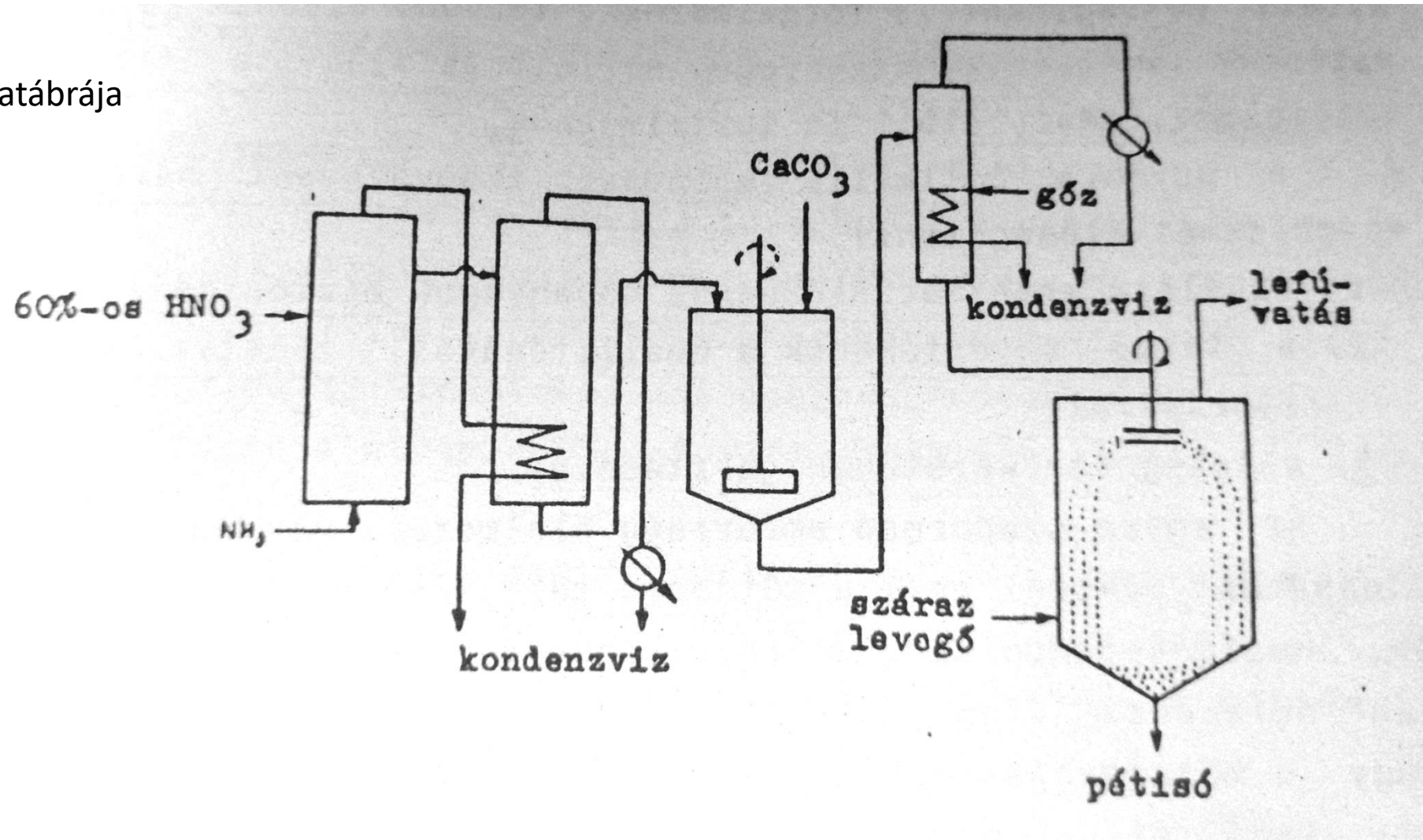
# Nitrogén műtrágyák – ammónium-nitrát és pétisó gyártása

Pétisóüzem elvi folyamatábrája

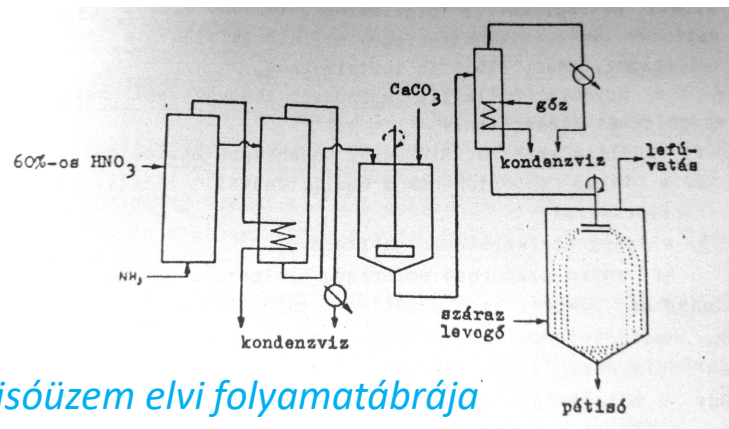


# Nitrogén műtrágyák – ammónium-nitrát és pétisó gyártása

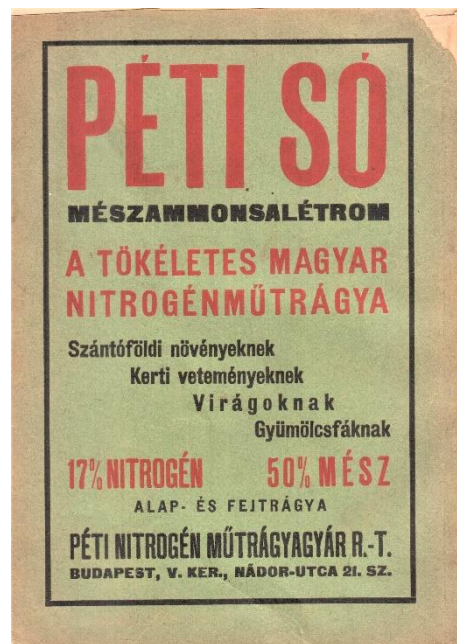
Pétisóüzem elvi folyamatábrája



# Nitrogén műtrágyák – ammónium-nitrát és pétisó gyártása



Pétisóüzem elvi folyamatábrája



$\text{NH}_4\text{NO}_3$  keverése  
mész-kőliszttel ( $\text{CaCO}_3$ ):

- Higroszkópos
- Robbanásveszélyes

## Az eljárás három lépése:

### 1) Semlegesítés

$\text{NH}_3 + \text{HNO}_3$  (Ostwald eljárásból, ammónia oxidáció)



[a reakcióhővel hőcserélőben gőzt fejlesztenek ezt az  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  oldat bepárlására használják]

### 2) Vákuumbepárlás

eredménye  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  olvadék

### 3) Szemcsészés

szóró-toronyban történik; torony tetején bepórlasztják az olvadékot, ellenáramban haladó hideg levegő lehűti, a torony alján a szemcsés termék elvezethető.



## Nitrogén műtrágyák – Karbamid



Kiváló alaptrágya, főként kalciummal jól ellátott talajokon, levegős, élénk mikrobiológiai életű talajok műtrágyája. **Összetevők:** Nitrogén (N) 46%

### Jellemzők

Felületkezelt műtrágya. A felületkezelés célja a tárolás során a szemcsék összetapadásának megakadályozása. A felületkezelő anyag növeli a termék szilárdságát is. A felületkezelt karbamid műtrágyázásra és egyes ipari célokra alkalmazható.

A felületkezelt karbamid nem higroszkópos, nem hajlamos összetapadásra, ezért ömlesztve is szállítható, fedett helyen tárolható. Ammóniumnitrát-tartalmú műtrágyákkal nem keveredhet.

0,5-1%-os oldat formájában lombtrágyázásra is használható, mivel vizes oldata nem perzseli a növényzetet.

### Felhasználási javaslat

A karbamid amid-nitrogénje viszonylag hosszabb hatástartamú. Biokémiai folyamatok során **alakul át nitráttá** és a közbenső termékek a talajból nem mosódnak ki, ezért e termék kiválóan alkalmas alaptrágyázásra. Takarmány-karbamidként a **kérődző állatok fehérjeszükségletének 25-30%-a** fedezhető karbamiddal. Az iparban **formaldehiddel gyantaszerű aminoplasztok és faipari ragasztóanyagok előállítására is alkalmas**. A karbamidot ajánlatos a vetés előtt legalább két-három héttel a talajba juttatni, így a bomlása során keletkező szalmiak (ammónia) nem gátolja a magok csírázását.

Kedvező szemcsemérete és fizikai tulajdonságai révén egyaránt alkalmas földi és repülőgépes kijuttatásra, hagyományos röpitőtárcsás és pneumatikus rendszerű műtrágyaszóró gépek egyaránt alkalmazhatók. Oldata a növényvédő szerekkel általában jól keverhető, így a lombtrágyázás különböző kémiai növényvédelmi eljárásokkal együtt végezhető.

## További nitrogén műtrágyák

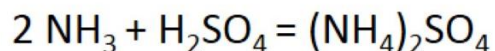
### 1. Ammónium-klorid

$\text{NH}_4\text{Cl}$  24-26% N

### 2. Ammónium-szulfát

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  20-21% N

visszaszorult, savanyító hatású, ezért lúgos kémhatású talajon ajánlott



kénsavban nyeletik el az ammóniát, bepárlás, kristályosítás

### 3. Mésznitrogén



### 4. Nátrium-nitrát

$\text{NaNO}_3$  16% N

Chilei salétrom

Kilúgozzák a sótartalmat, átkristályosítás.

### 5. Kalcium-nitrát

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  11,9-14% N a víztartalomtól függően,  
higroszkópos



Magyarországon nyersfoszfátok salétromsavas feltárása során melléktermék.

## Nitrogén műtrágyák – összefoglalás

Műtrágya	ÖSSZETÉTEL	N%
<b>AMMÓNIUM-VEGYÜLETEK</b>		
Ammóniumnitrát (AN)	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	34
Mészammonsalétrom (mas), pétisó	$\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CaCO}_3$	25-28
Dolomitos pétisó	$\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CaCO}_3 * \text{MgCO}_3$	28
Ammóniumsulfát (AS)	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	21
<b>NITRÁT-VEGYÜLETEK (fémnitrátok)</b>		
Káliumnitrát (KN)	$\text{KNO}_3$	13
Nátriumnitrát (NaN)	$\text{NaNO}_3$	16
Kalciumnitrát (CaN)	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	12
<b>AMID-NITROGÉNT TARTALMAZÓ VEGYÜLETEK (karbamid és származékai)</b>		
Karbamid (U)	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	46
KarbamidAldehyd-kondenzátumok (Formurin- Mg, lbdu, Cdu)	Formaldehyd-kondenzátum Izobutil-, krotón-aldehyd - kondenzátumok stb.	30-34
Bevonatos-karbamid	Változó bevonattal	30-36
Paramid	Paraffin-zsírsvav bevonat	41



# Nitrogén műtrágyák – összefoglalás

## nitrogén műtrágyák

### Ammónia

- cseppfolyós  $\text{NH}_3$  82,3% N
- talajban sókat képez  $\rightarrow$  elnyelődik
- veszteségek miatt mélyebbre kell bejuttatni a talajba (15-20 cm)



Hírek | Piactér | Gépiac | Terménypiacok | Novényvédelem

Kezdőlap > Hírek > Szántóföld > Folyékony ammónia – a tápanyag-utánpótlás leghatékonyabb módja

### Folyékony ammónia – a tápanyag-utánpótlás leghatékonyabb módja

2015. április 22., 11:15 | Agroinform.hu - Farkas Imre (x)

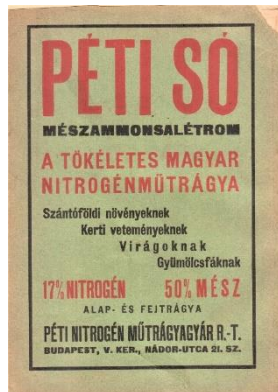
Szóljon hozzá Ön is! | Címkék: műtrágya, növénytermesztés, tápanyagviszaporítás, tápanyagutánpótlás

A hazai gazdálkodók közül is egyre többen ismerik fel a folyékony tápanyag-utánpótlás, azon belül is a folyékony ammóniakijuttatás előnyeit a hagyományos szilárd műtrágyázással szemben.

A tavaszi munkák szezonjának indulásával kiemelt fontosságú feladat az optimális időben, ideális körülmények között, minimális veszteségekkel végzett tápanyag-visszapótlás. A **Polgári Agrokémia Kft.** több évtizede nyújt szolgáltatást az északkeleti régió gazdaságai számára a tápanyag-visszapótlás terén. A cég ügyvezetőjét, Garzó Gabriellát kérdeztük cégük szolgáltatásairól.

### Ammónium sók

- $\text{NH}_4\text{NO}_3$
- $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CaCO}_3$  (Péti só) (mész-ammon-salétrom)



### Fém-nitrátok

- $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

Kristályos kalciumnitrát tetrahidrát

„EK-műtrágya”, hiánytünetek (Ca-N) kezelésére alkalmas talaj-, és levéltrágya. Minden szántóföldi és kertészeti kultúrához alkalmazható.

Hatóanyag tartalom ( $6\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ): Nitrogén (N) 15,3%, Nitrát (N) 14,2%, Kalciumoxid (CaO) 26,5%

Felhasználás, adagolás: Tökéletesen vízdoldó műtrágya, mely a növények számára azonnal felvehető kalcium- és nitrogénpótlást biztosít. A kalcium-nitrát kalciumhiány megelőzésére, kezelésére szolgáló készítmény talaj, és levéltrágyaként. Talajtrágyaként általános adagja 200-400 kg/ha, levéltrágyaként 3-10 kg/ha. Szulfát és foszfát műtrágyákkal nem keverhető.

### Karbamid



### Lassan ható (retard) szerek

- karbamid-aldehid kondenzátumok
- bevonatos műtrágyák
- inhibitoros műtrágyák
- *controlled release fertilizers*

### Ellenőrzött hatóanyag kibocsátású műtrágyák (Controlled release fertilizers)

Karbamid-formaldehid műtrágyák (Ureaformaldehyde, UF)  
Metilén-karbamid műtrágyák (Methylene Urea, MU)  
Izobutil-vinilidén-karbamid műtrágyák (Isobutylidinediurea, IBDU)  
Polimer kénnel bevont karbamid műtrágyák (Sulfur coated urea, SCU)  
Polimer bevonatú karbamid műtrágyák (Polymer coated urea)  
Reaktív réteggel bevont karbamid műtrágyák (Reactive layer coated urea, RLC)



# Inhibitoros nitrogén műtrágyák

<https://www.magro.hu/agrarhitek/heteken-at-tarto-nitrogenfelvetel-promo/>

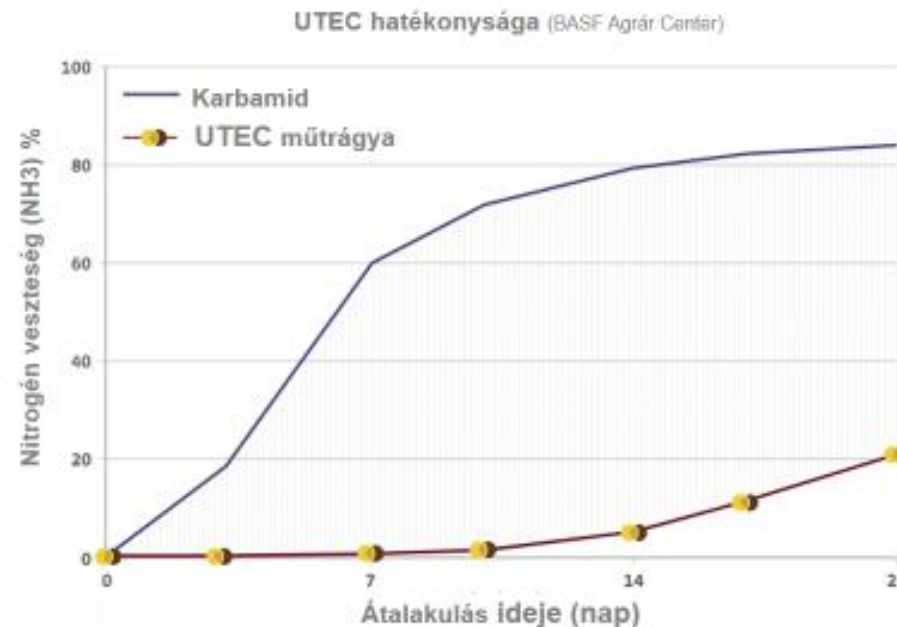
## A kiszámíthatatlan csapadékeloszlás kivédése

A standard **MAS-t** (*mész-ammon-salétrom, Péti só*), **karbamidot** és **ammónium-nitrátot** jól ismerik a magyar gazdák, viszont ezek használata kevésbé hatékony, ugyanis a nitrogén egy része kimosódással vagy gáz alakban elillanással elveszik.

Az EuroChem saját fejlesztésű technológiái a nitrogén veszteségek csökkentésére szolgálnak, mely biztonságot ad a termelőknek és szélsőséges időjárásnál redukálja a termesztési kockázatokat.

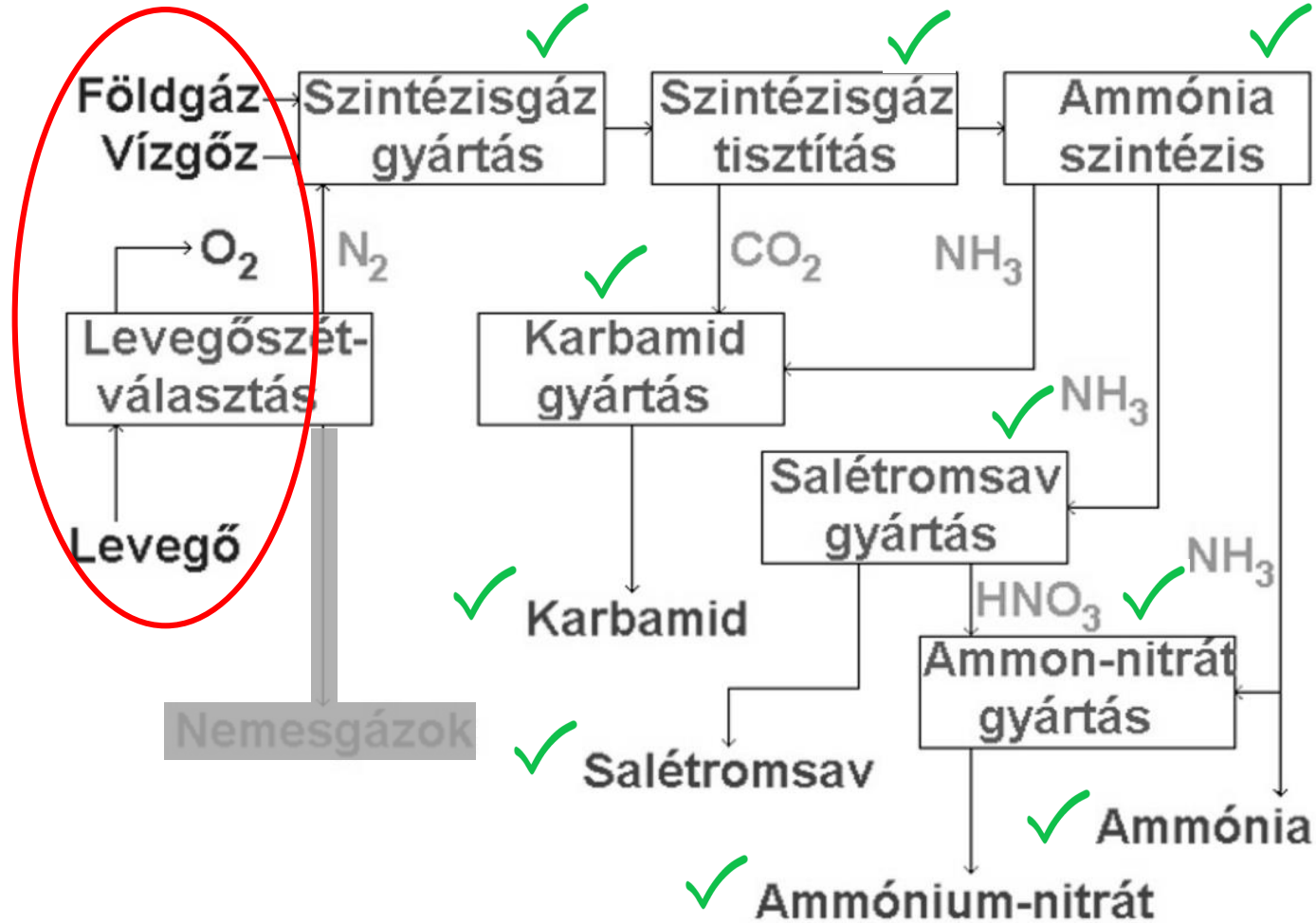
Az UTEC, **inhibitoros karbamid** elérhetővé válik Magyarországon is. A standard karbamidhoz képest a nitrogén feltáródása sokkal hosszabb ideig, 2 -3 hétig tart! Ezért a standard karbamidhoz viszonyított kipárolgás csökken, a nitrogénveszteség sokkal kevesebb és megfelelően hasznosul a hatóanyag. Tehát az UTEC karbamid kiszórásával nem kell arra várni, hogy jön-e eső.

## UTEC és karbamid kipárolgás közötti különbsége



A stabilizált műtrágyákkal a növény folyamatosan felveheti a nitrogént, mert az inhibitor lassítja a nitrifikációt, azaz gátolja az ammónium átalakulását nitráttá. Ezáltal a műtrágya alkalmazkodik a növény igényeihez, hosszabb ideig – 90-120 napig – juthat hozzá a tápanyaghoz. A stabilizált műtrágya nem mosódik ki a talajból, ami a nitrát-érzékeny területeken gazdálkodóknak kulcsfontosságú lehet. Ráadásul így a nitrogénveszteség is sokkal kisebb.

## A nitrogénipar blokskémaja



Nitrogéniparok ✓

## foszfor műtrágyák

### természetes

- Guanó
- Csontliszt
- Halliszt

### mesterséges

- Thomas-salak (*konverteres acélgyártás salakja*)
- Szuperfoszfát

Szuperfoszfát gyártás nyersanyagai a **nyersfoszfátok (apatitok)**



Ásvány neve	Összetétel
Fluorapatit	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$
Klórapatit	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$
Hidroxilapatit	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$

Előfordulások:

- Szahara (Marokkó, Algéria)
- Florida (USA)
- Kola-félsziget (RUS)

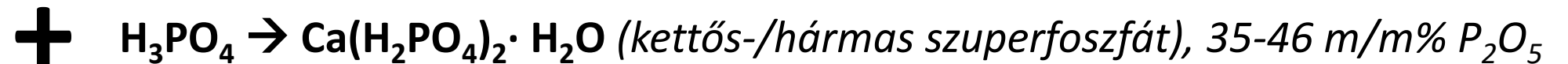
## Foszfor (foszfát) műtrágyák – Szuperfoszfát

Savas feltárás során nyersfoszfátból (vízben oldhatatlan) vízben oldható foszfátvegyületek előállítása.

### Savas feltárás

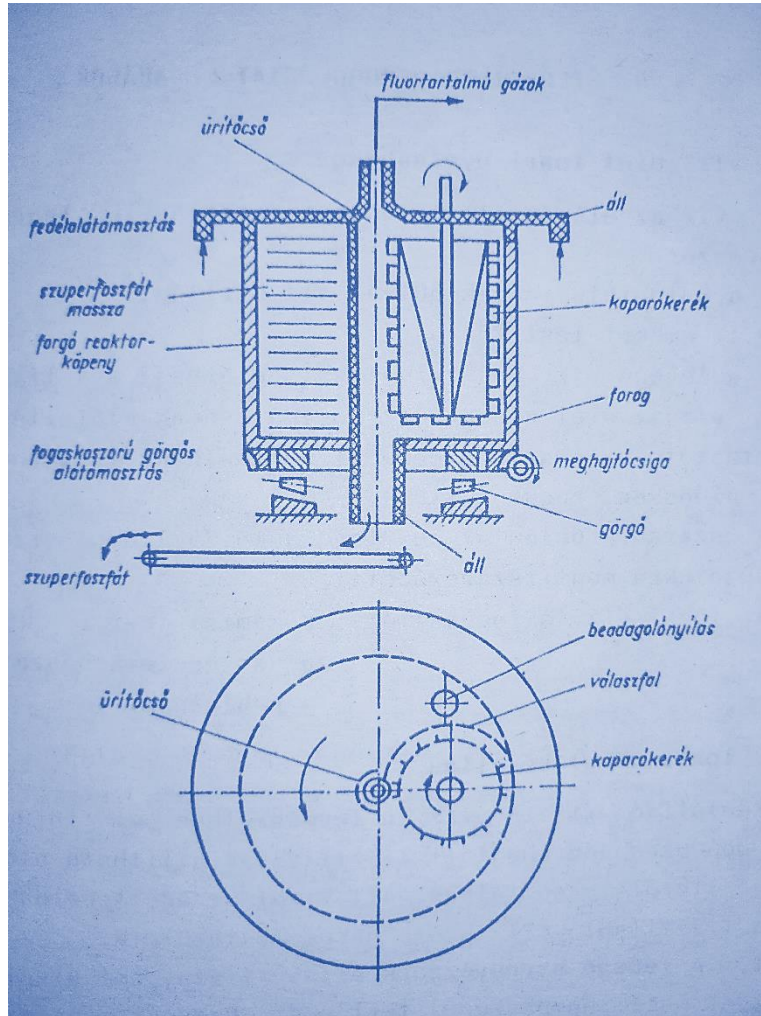


*(kénsavas feltárás)*





## Fosfor (foszfát) műtrágyák – Szuperfoszfát



Apatit (nyersfoszfátok) feltárására szolgáló reaktor (Moritz-Standaert)



Fe és Al tartalom káros →  
 $\text{H}_2\text{SO}_4$ -at fogyaszt  
 Mészkeg hasznos → fejlődő  
 $\text{CO}_2$  lazítja a kőzetet,  
 hatékonyabbá teszi a feltárást

↓  
 kriolit gyártás  
 (Al előállítás)

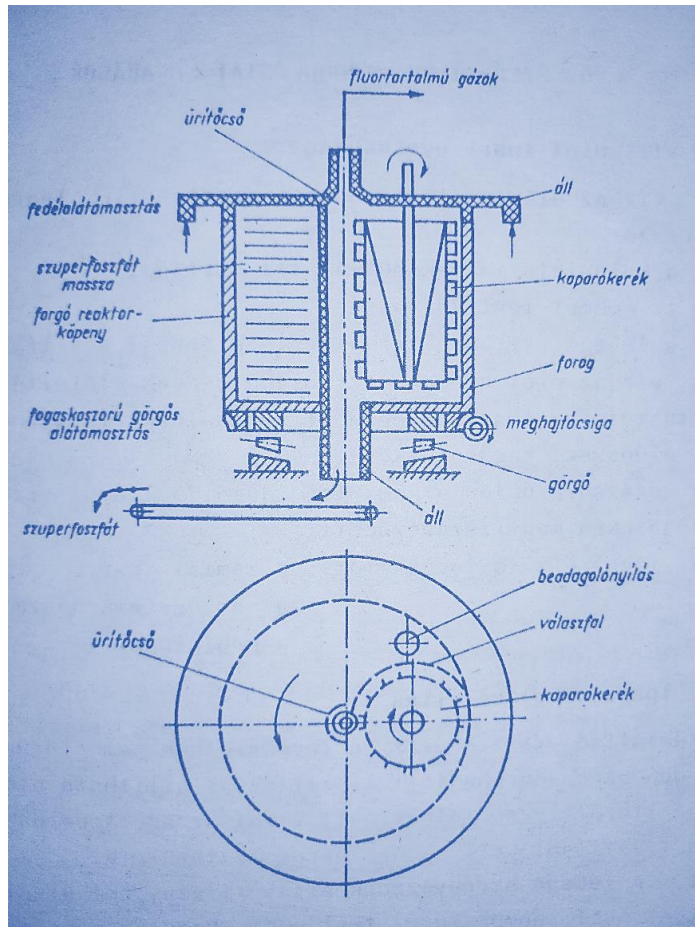
2 lépéses eljárás

Az „utófeltárás” a raktározás (pihentetés) alatt játszódik le



Praktikus: kénsavgyár mellett szuperfoszfát gyár (lásd Bige Holding Kft. Szolnok, egykor „Tiszamenti Vegyiművek” - TVK)

# Fosfor (foszfát) műtrágyák – Szuperfoszfát



## 1. Nyersanyag előkészítése:

Apatit gondos finomra őrlése (nagy fajlagos felület), a kénsav mennyiségének, koncentrációjának (67-68%), hőmérsékletének (60-70°C) beállítása

## 2. Nyersfoszfátok feltárása:

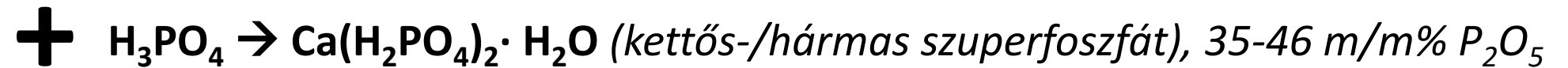
A nyersanyagok összekeverése után különböző feltáró berendezésekben történik. A **Moritz-Standaert** rendszerű szuperfoszfát feltáró reaktor: 7 m átmérőjű, acélköpenyes, vasbeton forgóhenger. A forgó reaktortestet fogaskaszorún keresztül csigával hajtják meg. Egy fordulat 1-3 óra. Bal oldalon történik az anyag feltárása, jobb oldalon pedig kaparó szerkezet távolítja el a szuperfoszfátot.

## 3. Késztermékké alakítás

- Utóérlelés: 2-10 hét
- Hideg vagy meleg eljárással granulálás

*Apatit (nyersfoszfátok) feltárására szolgáló reaktor (Moritz-Standaert)*

## Foszfor (foszfát) műtrágyák – Hármás szuperfoszfát



### Jellemzők

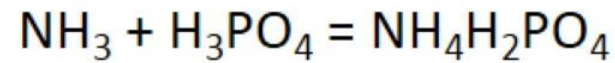
- magas hatóanyag tartalom
- feltáró  $\text{H}_3\text{PO}_4$  tisztaságától függő hatóanyag tartalom
- gipszmentes
- nem higroszkópos (nem csomósodik, jól szórható marad)
- előállítás költségesebb



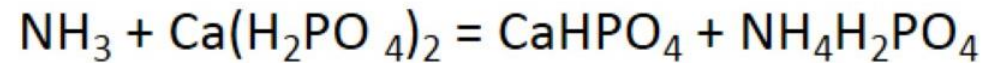
## Foszfor (foszfát) műtrágyák – ammonizált szuperfoszfát



A szabad  $\text{H}_3\text{PO}_4$ -at semlegesítik  $\text{NH}_3$ -val



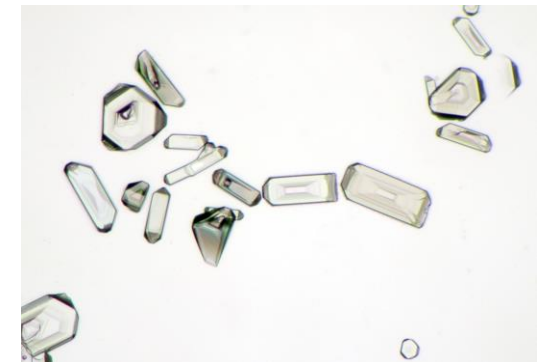
*Mono-ammónium-foszfát (MAP)*



$\text{P}_2\text{O}_5$ : 17 – 18%

N: 3 – 4%

szárítás, osztályozás, őrlés, hűtés, púderozás  
jobb fizikai tulajdonságok



ammónium-dihidrogén-foszfát  
kristályok (tetragonális)



## Foszfor (foszfát) műtrágyák – összefoglalás

Műtrágya	Összetétel	Közvetlenül hasznosítható <sup>+</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %
Szuperfoszfát (sp)	Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> + CaSO <sub>4</sub>	17-20
Dúsított szuperfoszfátok	Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> + CaSO <sub>4</sub>	18-46
Triple szuperfoszfát (Tsp)	Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	42-52
Ammonizált szuperfoszfát	CaHPO <sub>4</sub> + NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	17-18+3-5% N
Termofoszfátok*	CaNaPO <sub>4</sub>	24-28
Thomas salak*	Változó	14-20

\*Magyarországon nem forgalmazzák

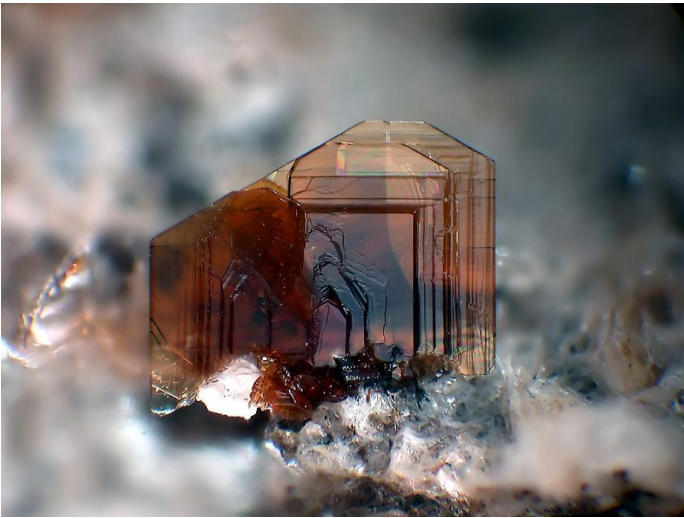
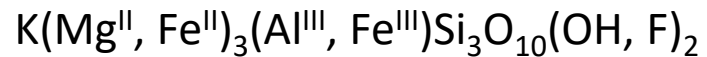
<sup>+</sup>A közvetlenül hasznosítható foszfor hatóanyag a vízben, ill. ammónium-citrátban oldható formákat tartalmazza.

## Kálium (Káli-)műtrágyák

- Kálium a 7. leggyakoribb elem a földkéregben (annak 2,4-2,5%-át alkotja).
- Elsődleges előfordulása *magmatikus kőzetekben* (biotit, leucit, ortoklász).
- Az alkálivegyületek a magmatikus őskőzetekben a felső rétegben koncentráálódtak (kis fajsúly miatt).

### Biotit

Szilikátásvány (monoklin)



Előfordulása: gránitokban, ritkábban kiömlési magmás kőzetekben (pl. riolit és bazalt). A káliumos hidrotermális átalakulás egyik jellemző ásványa.

### Leucit

K-Al-szilikát (tetragonális)



Előfordulása: Nagyobb hőmérsékleten képződik kálidús magmákból. Káliföldpáttá alakulhat, és instabillá válik a huzamos kristályosodási állapotok között. Így kizárólag kiömlési kőzetekben fordul elő.

### Ortoklász

K-Al-triszilikát (monoklin)



Előfordulása: Fő ásványa a vulkáni kőzeteknek. Jelentős mennyiségű ortoklász található magmás kőzetekben, mint például a riolitban és az andezitben.

# Kálium (Káli-)műtrágyák

Kálium tartalmú szilikátok mállása → vízzeloldható kálium vegyületek

Tápanyagul szolgál(t)  
a növényvilágnak

Tengervízbe jutott  
lefüződés,  
bepárlódás

## Kálisótelepek fontosabb ásványai

### Kloridok

- Halit ( $\text{NaCl}$ )
- Szilvin ( $\text{KCl}$ )
- Karnallit ( $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ )
- Bischofit ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ )

### Szulfátok

- Kieserit ( $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )
- Anhidrit ( $\text{CaSO}_4$ )
- Gipsz ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )
- Polihalit ( $2 \text{CaSO}_4 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ )
- Glaserit ( $2 \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4$ )
- Schönit ( $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ )

### Klorid-szulfátok

- Kainit ( $\text{KMgSO}_4\text{Cl} \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ )

## Kálisó telepek

- Kálisó a kősó kristályosodása után válik ki.
- Homok, agyagréteg fedi a sótelepeket.
- Réteges lerakódás Ca-szulfát (anhidrit + gipsz) és halit (konyhasó), váltakozva.

## Kálium (Káli-)műtrágyák

- A bányászott kálisó nagy részét tovább alakítják, értékeőbb kálisókká alakítják.
- Oldhatóságbeli különbségek alapján dolgozzák fel.
- Mechanikai elválasztási módszerek, flotálás.
- Főbb lépések: oldás – szűrés – bepárlás – hűtés  
pl. szilvin (KCl) feldolgozása:  
frakcionált kristályosítás (KCl/NaCl szeparáció)

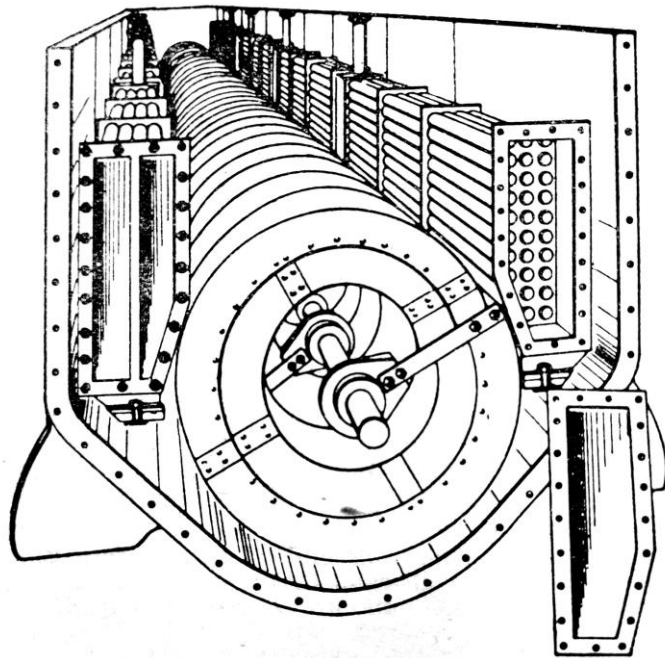
Ásvány	Összetétel	K <sub>2</sub> O tartalom (%)
Szilvinit	KCl · NaCl	28
Szilvin	KCl	63
Karnallit	KCl · MgCl <sub>2</sub> · 6 H <sub>2</sub> O	17
Kainit	KCl · MgSO <sub>4</sub> · 3 H <sub>2</sub> O	18
Polihalit	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · MgSO <sub>4</sub> · CaSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	15
Langbeinit	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · 2 MgSO <sub>4</sub>	22
Schönit	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · MgSO <sub>4</sub> · 4 H <sub>2</sub> O	23
Niter	KNO <sub>3</sub>	46



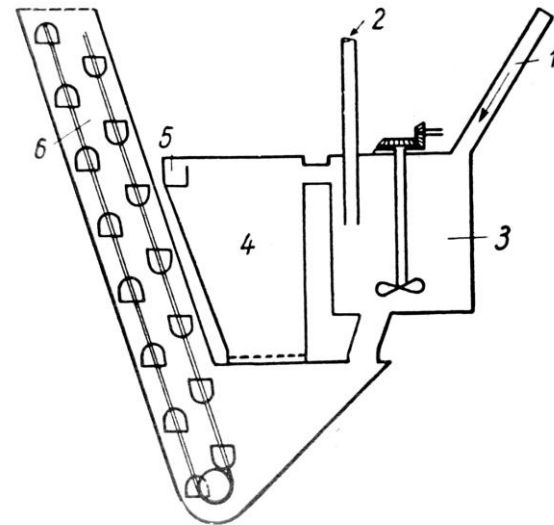
# Kálium (Káli-)műtrágyák

## A kálisó-feldolgozás fontosabb gépi berendezései

- Oldó berendezések (folyamatos üzeműek, csigás oldó, 10-30 m hossz, 3 m széles vályú, keverőcsigával kiegészítve, derítő csatlakozhat a készülékhez)
- Ülepítők (gyakori művelet az ülepítés, kónikus fenekű hengeres ülepítők, tiszta oldat felül a túlfolyón távozik, iszapok ülepítésére)

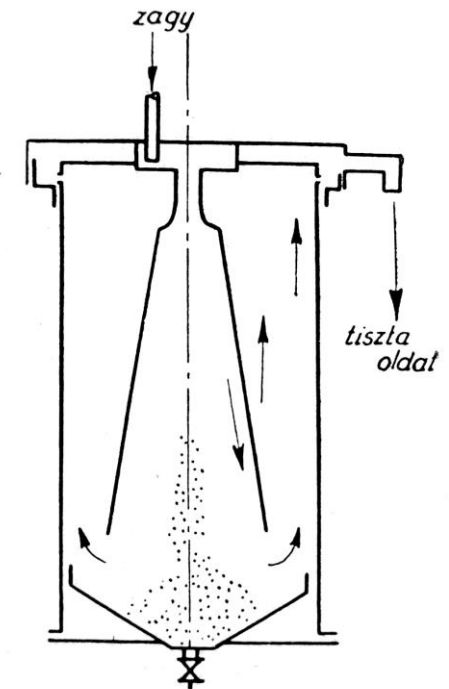


Csigás oldó berendezés



44.34. ábra. Gyors oldó berendezés: 1 — nyersó beadagolás; 2 — oldólúg-beadagolás; 3 — oldótartály; 4 — előderítő; 5 — túlfolyó; 6 — iszapkihordó

Gyors oldó berendezés

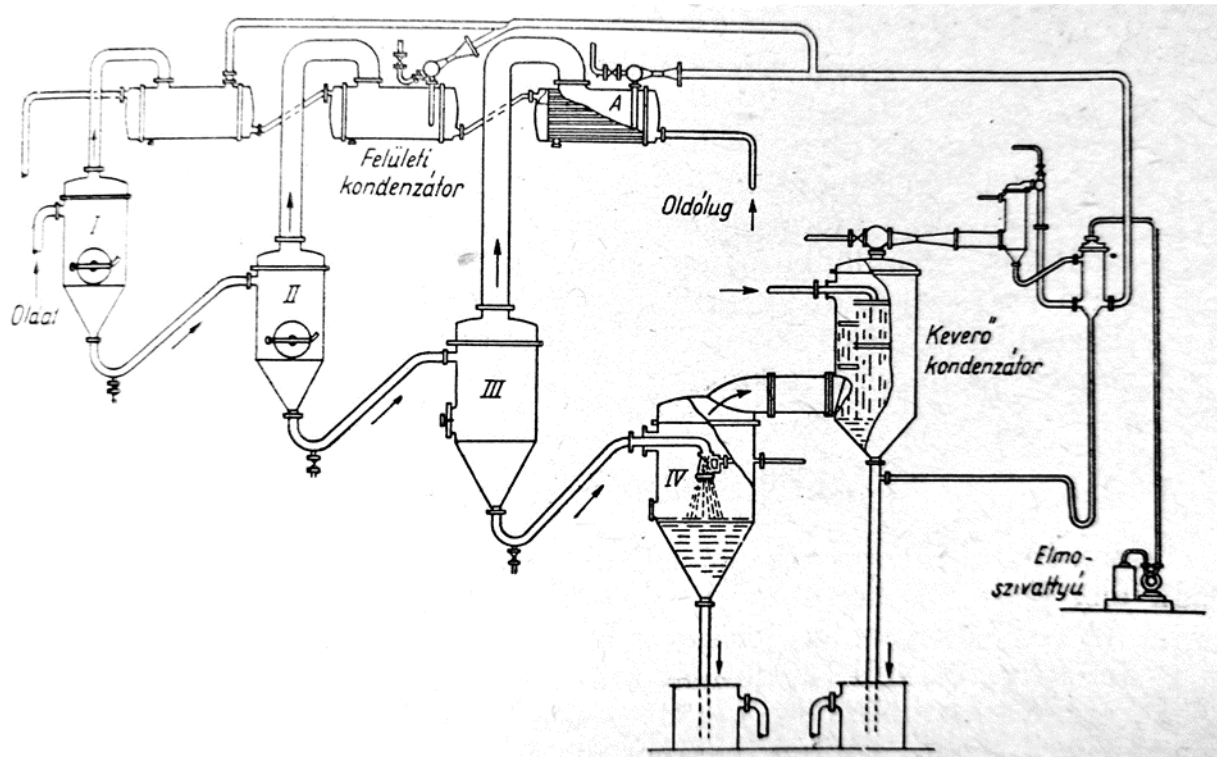


Fél-folyamatos ülepítő berendezés

# Kálium (Káli-)műtrágyák

## A kálisó-feldolgozás fontosabb gépi berendezései

- Hűtők (forró, telített oldatok hűtésére vákuumhűtők, töményedés és a fáradt gőz hő hasznosítása – előmelegítés)
- Szűrők (ülepített iszapok szűrése, forgódobos vákuumszűrő, szűrőcentrifuga)
- Bepárlók (többlépcsős vákuum elgőzöltető, szárításra forgó csőkemence)



Négylépcsős vákuumhűtő

# Kálium (Káli-)műtrágyák

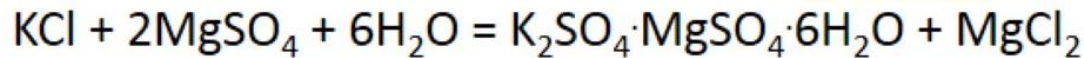
## 1. Kálisó KCl

- 40%-os ( 38-42%) K<sub>2</sub>O
- 50 és 60%-os kálisó ( 50-60% K<sub>2</sub>O)
- fehérszürkés és kissé vörös színű műtrágyák
- jól oldódnak, semlegesek
- fiziológiai savanyító hatással rendelkeznek
- kissé higroszkópos, helytelen tároláskor csumósodik
- klórra érzékeny növények: dohány, komló, bogyósok



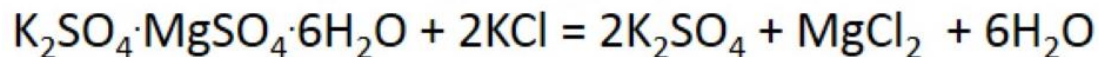
## 2. Káliumagnézia v. patent-káli

- 30% K<sub>2</sub>O



## 3. Kálium-szulfát K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

- 48-52% K<sub>2</sub>O káliumagnézia v. patent-káli 30%



kálikamex



## Kálium (Káli-)műtrágyák

Műtrágya	K <sub>2</sub> O %
60 %-os kálisó (KCl)	Min.60
Káliumnitrát (KNO <sub>3</sub> )	45
Patentkali (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	30
Magnesia Kainit (nyers kálisó +Mg)	11
40%-os kálisó (KCl)	38-42
50%-os kálisó (KCl)	48-52
Káliumszulfát(K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	48-52
Káli-kamex	38-42
Korn-Káli (KCl)	40



## A műtrágyagyártás környezeti hatásai

- A műtrágya előállítási technológiák emissziói a  $\text{NO}_x$ , és az  $\text{NH}_3$ , a feltárási és semlegesítési lépésekből, valamint a por kibocsátás a szárítás és a granulálás folyamataiból erednek.
- A  $\text{NO}_x$  a foszfát ásványok feltárása során keletkezik, abban az esetben, ha a salétromsav oxidálható komponenssel reagál, ilyenek a vas vegyületei és szerves anyagok. Ezért célszerű olyan foszfátot használni, aminek minimális a vas és a szerves anyag tartalma.
- A forgó dobos szárítás és granulálás során a szárító levegőbe por kerül, amit ciklonokban választanak le, hogy ne jusson ki a külső térbe. A száraz, granulált terméket le kell hűteni, mielőtt tárolásra kerül. Erre a célra forgó dob és fluidizált hűtő mellett újabban lemezes hűtőket használnak. Ezekben a forró granulátum saválló acél lemezfelületek között csúszik lefelé, miközben a lemezeket belülről vízzel hűtik. A módszer előnyei a kisebb mértékű porzás és a szükséges kisebb mennyiségű energia. Alkalmazzák az energia takarékoság és a kisebb por emisszió miatt a levegő recirkulációját a szárítóban, ennél szükséges a ciklonos és szűrős porleválasztás. A szemcseméret optimalizálásával lehetséges csökkenteni a visszaforgatandó elporlott anyagot és a túlméretes szemcséket.
- A foszfát feltárásból, a homok elválasztásából és a kalciumnitrát szűréséből származó  $\text{NO}_x$  tartalmú véggázokat mosóban ártalmatlanítják, ahol  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  oldattal érintkeztetik, amit visszaforgatnak az NPK gyártáshoz. A mosást ciklonos leválasztással is kombinálhatják, a mosófolyadékokat pedig recirkuláltatják. A folyamatból származó szennyvizet biológiai tisztításra kell vinni, adott esetben a foszfátok előzetes leválasztása után.

## Összetett komplex műtrágyák

Műtrágya	Összetétel	Hatóanyag-tartalom %
Monoammónium foszfát	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	52 % $\text{P}_2\text{O}_5$ és 11 % N
Diammónium foszfát	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	54 % $\text{P}_2\text{O}_5$ és 21 % N
Mg-ammónium foszfát	$\text{MgNH}_4\text{PO}_4$	40 % $\text{P}_2\text{O}_5$ , 8 % N és 14 % Mg
Kálium metafoszfát	$\text{KPO}_3$	60 % $\text{P}_2\text{O}_5$ és 40 % K

## Összetett technológiailag kevert műtrágyák

Műtrágya	Összetétel	Hatóanyag-tartalom %
Mikramid	N + K + Mg + mikroelemek	45 % N, 0,5 % $\text{K}_2\text{O}$ és 3 % (Mg, Fe, Cu, Zn, Mo, B)
Kemira Power műtrágyák	NPK + CaMgS mikroelemek	Változó összetételben
Kemira Cropcare Műtrágya Család	NPK + CaMgS mikroelemek	Változó összetételben
TC teljes szántóföldi trágyák	NPK + CaMgS mikroelemek	Változó összetételben
TC teljes kertészeti trágyák	NPK + CaMgS mikroelemek	Változó összetételben
Volldünger (linz, ausztria)	NPK + Mg + mikroelemek	14 % N, 7 % $\text{P}_2\text{O}_5$ , 20 % $\text{K}_2\text{O}$ (szulfát) és 1 % (Fe, Cu, Mn, B stb.)



## Néhány ismert összetett iparilag kevert műtrágya

Műtrágya	Összetétel	Hatóanyag-tartalom %
Péti Kevert NPK	NPK	16,5 :16,5:16,5 15:15:15
NPK Kevert Műtrágya Család (Tiszamenti Vegyiművek, Szolnok)	NPK + CaMgS + mikroelemek	Változó összetételben
KEMIRA KEMISTAR- OPTIMA MŰTRÁGYÁK	NPK + CaMgS + mikroelemek	Változó összetételben
PERETRIX (Agroterm Kft. Peremarton)	NPK	Változó összetételben Pl. 8:21:21
PERETRIX XYZ MIKROELEMES PERMETTRÁGYA CSALÁD (Agroterm Kft. Peremarton)	NPK + CaMgS + mikroelemek	Változó összetételben

## Műtrágyák jelölései

- **Műtrágya hatóanyag tartalom** – az összes nitrogén (N), rendelkezésre álló foszfor ( $P_2O_5$ ), és vízoldható kálium ( $K_2O$ ) százalékos értékei.



- **Összes hatóanyag tartalom** – a hatóanyagok százalékos értékeinek összege (ált. N,P,K és S) a műtrágyában  
17-0-17-12 = 46% összes hatóanyag  
14-14-14-12 = 54% összes hatóanyag
- **Hordozóanyag tartalom** – alkalmazásra alkalmas formához szükséges egyéb anyag tartalom pl.  $100\% - 46\% = 54\%$  hordozó