

### Pojedinačna dušična gnojiva

1. Amonijska dušična gnojiva
  - Amonijev sulfat -  $(NH_4)_2SO_4$
  - Amonijev klorid -  $NH_4Cl$
  - Amonijev hidrogenkarbonat -  $NH_4HCO_3$
2. Nitratna dušična gnojiva
  - Natrijev nitrat (čilska salitra) -  $NaNO_3$
  - Kalcijev nitrat (norveška salitra) -  $Ca(NO_3)_2$
  - Ostala nitratna gnojiva
3. Amonijsko-nitratna dušična gnojiva
  - Amonijev nitrat (AN) -  $NH_4NO_3$
  - Kalcijev amonijev nitrat (KAN) -  $NH_4NO_3 + CaCO_3$
  - Amonijev sulfonitrat -  $(NH_4)_2SO_4 \times NH_4NO_3$
4. Amidna dušična gnojiva
  - Urea -  $CO(NH_2)_2$
  - Kalcijev cijanamid -  $CaCN_2$
5. Tekuća dušična gnojiva
  - Anhidrirani amonijak -  $NH_3$
  - Urea amonijev nitrat (UAN) -  $CO(NH_2)_2 \times NH_4NO_3$
  - Amonijev hidroksid -  $NH_4OH$
6. Spororazlagajuća ili obložena dušična gnojiva

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Pojedinačna dušična gnojiva

- najviše korištena gnojiva
- izraženo prinosotvorno djelovanje
- oblik dušika je značajan iako je transformacija u tlu aktivnošću mikroorganizama vrlo brza
- višekratno unošenje u tlo poskupljuje gnojidbu
- proizvodnja i potrošnja dušičnih gnojiva na svjetskoj razini značajno veće od proizvodnje i potrošnje fosfatnih (2,4 - 3,2 puta) i kalijevih (3,3 -3,9 puta) gnojiva

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Proizvodnja dušičnih gnojiva




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 1. Amonijska dušična gnojiva

Amonijev sulfat -  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ Amonijev klorid -  $\text{NH}_4\text{Cl}$ Amonijev hidrogenkarbonat -  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ 


---



---



---



---



---



---

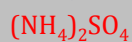


---



---

## 1. AMONIJ-SULFAT



☞ gnojivo u obliku kristala ili granulirano s najmanje 21 % N (i 27,5 % S)

☞ malo higroskopo, ima mali značaj zbog niske koncentracije N i izrazite fiziološke kiselosti

☞ primjenjuje se na alkalnim tlima, uglavnom u proizvodnji riže

☞ potpuno topiv u vodi (75 g u 100 ml vode) te se koristi za prihranu

☞ na alkalnim tlima pospješuje usvajanje fosfora i mikroelemenata

---



---



---



---



---



---



---



---

## 2. AMONIJ-KLORID

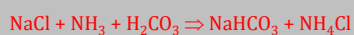
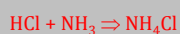


☞ fiziološki vrlo kiselo gnojivo

☞ sadrži 24-25 % N

☞ rijetko se primjenjuje zbog visokog sadržaja klora koji negativno utječe na mikrofloru tla

☞ proizvodi se na više načina:




---



---



---



---



---



---



---



---

### 3. AMONIJSKE SOLI KARBONATNE KISELINE

☞ grupa gnojiva s više različitih spojeva:

$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	amonij-karbonat (najznačajniji)
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \times 2\text{NH}_4\text{HCO}_3$	amonij-seskvikarbonat
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \times \text{H}_2\text{O}$	amonij-karbonat-monohidrat
$\text{NH}_4\text{HCO}_3$	amonij-hidrogenkarbonat
$\text{NH}_4\text{COONH}_2$	amonij-karbamat

☞ bezbojna kristalna tvar s jakim mirisom na amonijak

☞ smjesa sadrži **29-32 % N**, a skladištenjem postupno prelazi u amonij-hidrogenkarbonat uz velike gubitke dušika

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 2. Nitratna dušična gnojiva

Natrijev nitrat (čilska salitra) -  $\text{NaNO}_3$   
Kalcijev nitrat (norveška salitra) -  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$   
Ostala nitratna gnojiva

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 1. KALCIJ-NITRAT NORVEŠKA SALITRA

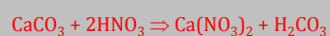


☞ fiziološki alkalno gnojivo

☞ vrlo je higroskopno, kristalizira kao  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$  ili  $\times 4\text{H}_2\text{O}$

☞ sadrži **13-16 % N**

☞ proizvodi se na sljedeći način:




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

- ☞ unatoč problemu sa higroskopnošću, smatra se vrlo dobrim dušičnim gnojivom jer sadrži Ca koji povoljno djeluje na strukturu kiselih tala i pristupačnost drugih hraniva
- ☞ dobro se otapa u vodi (127 g u 100 ml) pa je pogodno za folijarnu ishranu i kemigaciju

---

---

---

---

---

---

---

---

## 2. NATRIJ-NITRAT

### ČILSKA SALITRA



- ☞ bezbojno kristalno gnojivo, praktično nehigroskopno
- ☞ sadrži **15-16 % N**
- ☞ proizvodi se iz prirodnih naslaga čileanskog guana ili sintezom
- ☞ fiziološki najalkalnije gnojivo
- ☞ zaslanjuje alkalna i neutralna tla
- ☞ vrlo učinkovito gnojivo na kiselim tlima

---

---

---

---

---

---

---

---

- ☞ danas se vrlo rijetko koristi jer redovita primjena rezultira zaslanjivanjem tla i peptizacijom koloida:
  - ✓ stvaranje pokorice
  - ✓ narušavanje strukture
  - ✓ povećana vododrživost (veća ljepljivost tla i teža obrada)

---

---

---

---

---

---

---

---

### Amonijsko-nitratna dušična gnojiva

Amonijev nitrat (AN) -  $\text{NH}_4\text{NO}_3$   
 Kalcijev amonijev nitrat (KAN) -  $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CaCO}_3$   
 Amonijev sulfonitrat -  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \times \text{NH}_4\text{NO}_3$

---

---

---

---

---

---

---

---

### 1. AMONIJEV NITRAT



- ☞ sadrži **33,5 % N** (i **1 % MgO**)
- ☞ nitratni N djeluje odmah, a amonijski N ima produžno djelovanje te se koristi kao startno gnojivo i u prihrani
- ☞ najtopljivije dušično gnojivo (188 g u 100 ml vode) te se može koristiti za folijarnu ishranu u obliku otopine
- ☞ zbog higroskopnosti i sljepljivanja proizvodi se u obliku kondicioniranih granula (dodatak Ca i Mg nitrata)
- ☞ u prisustvu katalizatora (mineralne kiseline, oksidansi, metali) može pri povišenim temperaturama eksplodirati

---

---

---

---

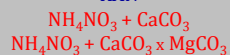
---

---

---

---

### 2. KALCIJEV AMONIJEV NITRAT KAN



- ☞ AN pomiješan s vapnencom ili dolomitom
- ☞ sadrži **27 % N** (i **4,5-5,5 % MgO** i **6,5-8,5 % CaO**)
- ☞ nitratni N djeluje odmah, a amonijski N ima produžno djelovanje te je KAN gnojivo koje se najviše koristi u prihrani, a može i startno
- ☞ poboljšana fizikalna svojstva u odnosu na AN
- ☞ fiziološka reakcija gotovo neutralna

---

---

---

---

---

---

---

---

### 3. AMONIJEV SULFONITRAT



- ☞ smjesa amonijevog nitrata i amonijevog sulfata
- ☞ sadrži **26 % N** (i **12,1, % S**)
- ☞ Amonijev sulfonitrat je vodotopivo kristalizirano ili granulirano gnojivo
- ☞ dobrih fizikalnih i kemijskih svojstava jer je manje higroskopsko nego amonijev nitrat
- ☞ Amonijev sulfonitrat pogodan je za predstjetvenu i startnu primjenu te za prihranu

---

---

---

---

---

---

---

---

### Amidna dušična gnojiva

Urea -  $CO(NH_2)_2$   
 Kalcijev cijanamid -  $CaCN_2$

---

---

---

---

---

---

---

---

### 1. UREA



- ☞ najkoncentriranije kruto dušično gnojivo s **46 % N**, bez punila
- ☞ pri otapanju urea oduzima toplinu otapalu te treba pričekati prije primjene
- ☞ urea se smatra fiziološki slabo kiselim gnojivom
- ☞ prva reakcija uree u tlu je slabo alkalna jer pod utjecajem vlage prelazi u amonij-karbamat, ali se uz vlagu, temperaturu i kisik brzo transformira do nitrata što rezultira slabim prolaznim zakišeljavanjem

---

---

---

---

---

---

---

---

- ☞ urea se vrlo dobro otapa u vodi - folijarna ishrana i kemigacija
- ☞ nije elektrolit, ne disocira i otopine imaju nižu osmotsku vrijednost te se mogu koristiti u višim koncentracijama (za pšenicu 4 %, ali vinova loza u cvatnji tek do 0,7 %)
- ☞ primjena kao osnovno gnojivo pod brazdu i tada su gubici volatilizacijom na karbonatnim tlima zanemarivi
- ☞ primjena kao startno gnojivo unesena plitko u tlo
- ☞ prihrana ureom:
  - ✓ mogući negativni učinci uz gubitak N s površine tla
  - ✓ prihrana nerazvijenih ozimih žita uz niske temperature rezultira trovanjem biljaka amonijakom i zastoja u vegetaciji
  - ✓ prihrana uz visoke temperature može izazvati oštećenje lista

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 2. KALCIJ-CIJANAMID



- ☞ dušično gnojivo s **18-22 % amidno vezanog N**
- ☞ miješa se s mineralnim uljima da se smanji prašenje pri ili se granulira i može se miješati s gnojivima koja ne sadrže amonijak
- ☞ primjena najmanje 2-3 tjedna prije sjetve jer je nerazložen štetan za sjeme i korijenje
- ☞ koristi se kao defolijans pred berbu pamuka (15-30 kg/ha) ili kao herbicid za širokolisne korove
- ☞ u kiselim i neutralnim tlima  $\text{CaCN}_2$  razlaže se do **ureje**
- ☞ u alkalnim tlima prelazi u **dicijanamid** koji toksično djeluje na biljke:  $2\text{H}_2\text{CN}_2 \Rightarrow (\text{H}_2\text{CN}_2)_2$

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Tekuća dušična gnojiva

Anhidrirani amonijak -  $\text{NH}_3$   
 Urea amonijev nitrat (UAN) -  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \times \text{NH}_4\text{NO}_3$   
 Amonijev hidroksid -  $\text{NH}_4\text{OH}$

---

---

---

---

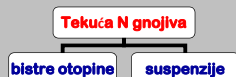
---

---

---

---

## TEKUĆA DUŠIČNA GNOJIVA



☞ svojstva tekućih N gnojiva:

1. jeftinija proizvodnja jer nema sušenja, granuliranja i pakiranja
2. zbog isoljavanja se ne mogu dobiti koncentrirane otopine
3. skladištenje je zahtjevno zbog visokih tlakova i korozivnosti
4. potrebni aplikatori za unos gnojiva u tlo na 12-15 cm

---

---

---

---

---

---

---

---

## 1. ANHIDRIRANI AMONIЈAK

☞ tekući anhidrirani amonijak je najkoncentriranije N gnojivo (82% N)

☞ isključivo predstjevena uporaba

☞ aplikacija uz dovoljnu vlažnost tla da se izbjegne isparavanje

☞ na alkalnim i neutralnim tlima mogući gubici volatizacijom

---

---

---

---

---

---

---

---



2. UAN = urea-amonij-nitrat

☞ tekuće N gnojivo s **30 % N** i pH = 7

☞ sadrži malo  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  i amonijaka kao antikorozivno sredstvo

☞ aplikacija UAN-a:

1. unošenjem u tlo
2. fertigacijom, kemigacijom
3. folijarno (čist, razrijeđen, pomješan s pesticidima)

---

---

---

---

---

---

---

---

**UAN = urea-amonij-nitrat**



---

---

---

---

---

---

---

---

**UAN = urea-amonij-nitrat**



---

---

---

---

---

---

---

---

### 3. AMONIJEV HIDROKSID i druge otopine

#### podjela tekućih N gnojiva prema tlaku otopine

**otopine bez tlaka**,  $\text{NH}_4\text{OH}$  s **20 % N**,  
vodene otopine uree i AN

**otopine niskog tlaka**,  $\text{NH}_4\text{OH}$  s **25 % N**

**amonijakati**, otopine N-gnojiva  
u amonijskoj vodi s **31-47 % N**

**otopine visokog tlaka**, anhidrirani  
amonijak s **82 % N**

---

---

---

---

---

---

---

---

### Spororazlagajuća ili obložena dušična gnojiva

- Spororazlagajuća ili obložena dušična gnojiva su gnojiva čija je topiva komponenta nakon kristalizacije, priliranja ili granuliranja obložena ili presvučena zaštitnim slojem s ciljem usporavanja ulaska vode, otapanja, razlaganja i oslobađanja hraniva
- tri osnovne kategorije materijala za oblaganje granula gnojiva:
  1. polimeri (npr. formaldehid) i monomeri (krotonaldehid, izobutilaldehid)
  2. sumporno-polimerni materijali
  3. sumporni materijali.

---

---

---

---

---

---

---

---

#### Prednosti sporozlagajućih gnojiva:

1. znatno niži gubitci ispiranjem, denitrifikacijom i volatilacijom
2. smanjena fitotoksičnost zbog neznatnog povećanja osmotske vrijednost vodene faze tla
3. apliciraju se jednom za čitavu vegetaciju
4. ne onečišćavaju okoliš.

#### Postupci oblaganja granula mineralnih gnojiva:

1. prevlačenje granula elementarnim sumporom (9-30% S), voskovima i polimerima (akrilne smole, polistiren, polietilen)
2. kondenzacija ureje s aldehidima (ureaform s 38% N, Crotodur s 28%N, Isodur s 28% N)
3. primjena inhibitora nitrifikacije.

---

---

---

---

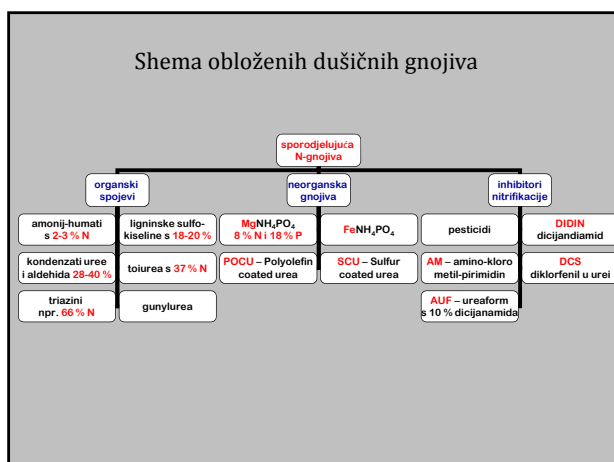
---

---

---

---

### Shema obloženih dušičnih gnojiva




---



---



---



---



---



---



---

## 07-Fosforna gnojiva

### Sirovine i načini proizvodnje

☞ sirovine:

- ① apatiti  $\text{Ca}_{10}\text{R}_2(\text{PO}_4)_6$
- ② fosforiti: sedimenti  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

☞ načini proizvodnje:

- ① elektrokemijski
- ② razlaganje jakim mineralnim kiselinama
- ③ termička prerada sirovih fosfata i drugih ruda

---

---

---

---

---

---

---

---

### podjela prema kemijskom obliku fosforne komponente

mljeveni sirovi fosfati

primarni kalcijevi fosfati  
(kalcij-dihidrogen fosfati)

sekundarni kalcijevi fosfati  
(kalcij-hidrogen fosfati)

topljeni i termofosfati

---

---

---

---

---

---

---

---

### I. Mljeveni sirovi fosfati

#### 1. Fosforitno brašno

☞ sadrži **10-36 %  $\text{P}_2\text{O}_5$**  i najčešće je sirovina za superfosfat i tripleks

☞ kao gnojivo se koristi uz dva uvjeta:

- ① fino mljeveno - 80-90 % prolazi kroz sito 0,18 mm
- ② uporaba na kiselim tlima kao sporodjelujuće gnojivo

☞ proizvodi se pod različitim imenima:

- ① Hyperfos oko **28 %  $\text{P}_2\text{O}_5$**
- ② Mikrofos
- ③ Pelofos **17 %  $\text{P}_2\text{O}_5$**

---

---

---

---

---

---

---

---

## II. Primarni kalcijevi fosfati

2. Superfosfat –  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \times \text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4$ 

- ☞ sadrži **16-19 %  $\text{P}_2\text{O}_5$**
- ☞ sivkast proizvod u obliku praha ili granula
- ☞  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  potpuno je topiv u vodi (>90 %), a gips je netopiv
- ☞ slabo higroskopno gnojivo, ali se dužim stajanjem slijepi

---

---

---

---

---

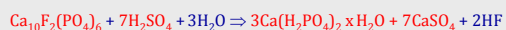
---

---

---

## ☞ proizvodnja:

razlaganje **sirovih fosfata sumpornom kiselinom:**



pri granulaciji dodaje se usitnjeni vapnenac radi snižavanja sadržaja slobodne fosfatne kiseline

---

---

---

---

---

---

---

---

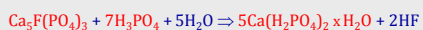
## II. Primarni kalcijevi fosfati

3. Trostruki superfosfat (tripleks) –  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \times \text{H}_2\text{O}$ 

- ☞ sadrži **42-48 %  $\text{P}_2\text{O}_5$**
- ☞  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  potpuno je topiv u vodi (>90 %), gipsa nema

## ☞ proizvodnja:

razlaganje **sirovih fosfata ortofosfatnom kiselinom:**




---

---

---

---

---

---

---

---

## II. Primarni kalcijevi fosfati

4. Obogaćeni superfosfat –  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \times \text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4$ 

☞ sadrži **22-34 %  $\text{P}_2\text{O}_5$**

☞  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  potpuno je topivo u vodi (>90 %), a sadržaj gipsa niži nego kod superfosfata

☞ proizvodnja:

razlaganje **sirovih fosfata smjesom sumporne i ortofosfatne kiseline**

---

---

---

---

---

---

---

---

## III. Sekundarni kalcijevi fosfati

5. Precipitat (Taložnik) –  $\text{CaHPO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ 

☞ sadrži do **40 %**, a najčešće **27-31 %  $\text{P}_2\text{O}_5$**

☞  $\text{CaHPO}_4$  je topivo u 2 % limunskoj kiselini (citrotopiv)

☞ proizvodnja:

❶ taloženjem iz otopine  $\text{H}_2\text{PO}_4$  s  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ili iz vodene suspenzije mljevenog vapnenca

❷ bijeli talog se suši, usitnjava i granulira

---

---

---

---

---

---

---

---

☞ dobra fizikalno-kemijska svojstva

☞ nije higroskopno

☞ neutralne fiziološke reakcije

☞ **skupa proizvodnja**

☞ bolje djeluje na kiselim i degradiranim tlima siromašnim fosforom

---

---

---

---

---

---

---

---

#### IV. Topljeni i termo fosfati

☞ proizvodnja obradom sirovina na visokoj temperaturi

☞ netopiva su u vodi te se zbog bržeg i boljeg djelovanja primjenjuju u praškastom obliku

##### 1. Topljeni fosfati:

- ❶ topljenjem sirovih fosfata s kremenom
- ❷ fosforna komponenta je citrat topiva

##### 2. Termofosfati:

- ❶ sintezom sirovih fosfata s alkalijama (npr. NaOH, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
- ❷ fosforna komponenta je djelomično citrat topiva
- ❸ gnojivo **Rhenania fosfat s 28 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

##### 3. Tomasfosfat (Tomasovo brašno) $\text{Ca}_5[\text{SiO}_4(\text{PO}_4)_2]$ :

- ❶ nusproizvod u proizvodnji čelika ako ruda sadrži >1% P
- ❷ fosforna komponenta je citrat topiva, a sadrži i Mn i Cu
- ❸ melje se da prolazi kroz sito 0,18 mm
- ❹ ovisno o polaznoj sirovini, tj. rudi ima **8-14 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**
- ❺ kao sporodjelujuće gnojivo koristi se isključivo na kiselim tlima

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Pojedinačna kalijeva gnojiva

1. Sirove kalijeve soli
2. Obogaćene sirove kalijeve soli
  - Obogaćena kainitna sol -  $K_2SO_4 \times MgSO_4 \times Na_2SO_4 \times KCl$
  - Kiserit s kalijevim sulfatom -  $MgSO_4 \times K_2SO_4$
3. Koncentrirana kalijeva gnojiva
  - Kalijev klorid -  $KCl$
  - Kalijev sulfat -  $K_2SO_4$
  - Kalijev klorid - magnezijev sulfat (Korn kalij) -  $KCl \times MgSO_4$
  - Kalijev-magnezijev sulfat (Patent kalij) -  $K_2SO_4 \times MgSO_4$
  - Kalijev-magnezijev-natrijev sulfat - Kainit (Magnesia kainit)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Pojedinačna kalijeva gnojiva

Kalijeva gnojiva proizvode se mehaničkom i/ili kemijskom obradom sirovih kalijevih soli iz prirodnih nalazišta. Kalijeva su gnojiva vodotopiva, a dijele se prema načinu proizvodnje na:

1. sirove kalijeve soli
2. obogaćene sirove kalijeve soli
3. koncentrirana kalijeva gnojiva.

Koncentrirana se gnojiva proizvode preradom sirovih soli otapanjem i frakcijskom kristalizacijom.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Sirove kalijeve soli

Sirove kalijeve soli su prirodni minerali, kloridi i sulfati, različitih udjela kalija:

silvit	$KCl$	
silvinit	$KCl + NaCl$	20-42% $K_2O$
kainit	$KCl \times MgSO_4 \times 3H_2O$	minimalno 10% $K_2O$
karnalit	$KCl \times MgCl_2 \times 6H_2O$	9-12% $K_2O$
langbeinit	$K_2SO_4 \times 2MgSO_4$	
šeinit	$K_2SO_4 \times MgSO_4 \times 6H_2O$	

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



### Obogaćene sirove kalijeve soli

#### Obogaćena kainitna sol - $K_2SO_4 \times MgSO_4 \times Na_2SO_4 \times KCl$

Pojedinačno kalijevo gnojivo proizvedeno iz sirovih kalijevih soli i obogaćeno s kalijevim kloridom (silvitom). Kao EZ gnojivo sadrži minimalno **18%  $K_2O$** .

#### Kiserit s kalijevim sulfatom - $MgSO_4 \times K_2SO_4$

Proizvod proizveden dodavanjem kalijevog sulfata kiseritu (magnezijev sulfat). Kao EZ gnojivo sadrži minimalno 6%  $K_2O$ , 8%  $MgO$  i maksimalno 3%  $Cl$ .

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Koncentrirana kalijeva gnojiva

#### 1. Kalijev klorid - $KCl$

Kalijev klorid je najšire korišteno pojedinačno kalijevo gnojivo. Potpuno je vodotopivo i proizvodi se u različitim oblicima:

1. praškasto kao sirovina za daljnju proizvodnju kompleksnih gnojiva
2. kristalno bez čestica <0,16 mm, pogodno je za ručnu raspodjelu i fertigaciju biljaka tolerantnih na kloride
3. granulirano za mehaničko raspodjeljivanje rasipačima.

Kalijev klorid proizvodi se iz različitih smjesa prirodnih minerala. Najčešća je sirovina silvinit (smjesa silvita  $KCl$  i halita  $NaCl$ ) iz kojega se otapanjem i frakcijskom kristalizacijom proizvodi kalijev klorid:  
 $KCl \times NaCl \rightarrow KCl + NaCl$

Kalijev klorid sadrži **60%  $K_2O$** , a kao EZ gnojivo sadrži minimalno **37%  $K_2O$** .

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Koncentrirana kalijeva gnojiva

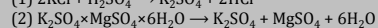
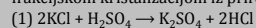
#### 2. Kalijev sulfat - $K_2SO_4$

Kalijev sulfat je pojedinačno vodotopivo kalijevo gnojivo koje se koristi za gnojidbu biljaka osjetljivih na kloridni anion (vinova loza, duhan, krumpir). Na tržištu je prisutno s **50%  $K_2O$**  u različitim oblicima (50–52%):

1. kristalno kao sirovina za daljnju proizvodnju kompleksnih gnojiva i za ručno rasipavanje (50-51%  $K_2O$  s 0,5-1%  $Cl$ )
2. kristalno poboljšane topivosti za fertigaciju i folijarnu primjenu (52%  $K_2O$ )
3. granulirano za mehaničko raspodjeljivanje rasipačima (50%  $K_2O$ ).

Kalijev sulfat kao EZ gnojivo sadrži minimalno **47%  $K_2O$**  i maksimalno 3%  $Cl$ .

Proizvodnja kalijevog sulfata iz kalijevog klorida i sulfatne kiseline (1), ili frakcijskom kristalizacijom iz prirodnih kompleksnih soli (2):




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Koncentrirana kalijeva gnojiva

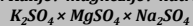
#### 3. Kalijev klorid - magnezijev sulfat (Korn kalij) - $KCl \times MgSO_4$

Kalijevo gnojivo s **40%  $K_2O$** . Granulirano je pogodno za raspodjeljivanje rasipačima, a sadrži i nešto magnezija (6% MgO), sumpora (4% S) i natrija (3% Na).

#### 4. Kalijev-magnezijev sulfat (Patent kalij) - $K_2SO_4 \times MgSO_4$

Kalijevo gnojivo s **30%  $K_2O$** . Granulirano je pogodno za raspodjeljivanje rasipačima, a sadrži i nešto magnezija (10% MgO) i sumpora (17% S). Dozvoljena je uporaba u ekološkoj poljoprivredi.

#### 5. Kalijev-magnezijev-natrijev sulfat - Kainit (Magnesia kainit)



Kalijevo gnojivo dobiveno iz sirovih kalijevih soli, sadrži samo **11%  $K_2O$** . Granulirano je pogodno za raspodjeljivanje rasipačima, a sadrži i nešto magnezija (5% MgO) i sumpora (4% S) te dosta natrija (20% Na). Dozvoljena je uporaba u ekološkoj poljoprivredi. Kao EZ gnojivo mora sadržavati minimalno 10%  $K_2O$ .

---

---

---

---

---

---

---

---

### Složena mineralna gnojiva

#### Kompleksna gnojiva

Kompleksna gnojiva iz grupe AMOFOSA

MAP - Monoamonijev fosfat -  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$

DAP - Diamonijev fosfat -  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

Amonij polifosfati

Trojna gnojiva iz grupe AMOFOSA

Kompleksna gnojiva iz grupe NITROFOSA

(AMONITROFOSA)

Kompleksna dvojna PK gnojiva

Kompleksna dvojna NK gnojiva

Kalijev nitrat -  $\text{KNO}_3$

Miješana gnojiva

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Složena mineralna gnojiva

Složena mineralna gnojiva su kompleksna ili miješana gnojiva koja sadrže najmanje dva od tri glavna hraniva. Prema tome, složena gnojiva mogu biti dvojna (NP, NK i PK gnojiva) i trojna ili potpuna (NPK gnojiva).

Kompleksno gnojivo proizvodi se kemijskim reakcijama te se sušenjem i granulacijom ili otapanjem proizvodi kruto ili tekuće složeno gnojivo. Svaka granula pri tome sadrži jednaki omjer deklariranih hraniva.

Miješano gnojivo proizvodi se suhim miješanjem nekoliko gnojiva bez kemijske reakcije.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Složena gnojiva deklarirana kao EZ gnojiva moraju sadržavati minimalno 15-20% aktivne tvari ( $\text{N}+\text{P}_2\text{O}_5+\text{K}_2\text{O}$ ) uz minimalno 2-5% N, 3-5%  $\text{P}_2\text{O}_5$  i 3-5%  $\text{K}_2\text{O}$ , ovisno o vrsti i agregatnom stanju gnojiva

Tip gnojiva	%N	% $\text{P}_2\text{O}_5$	% $\text{K}_2\text{O}$	$\Sigma$ %
Kruto NP gnojivo	3	5	-	18
Kruto NP gnojivo + urea*	5	5	-	18
Kruto NK gnojivo	3	-	5	18
Kruto NK gnojivo + urea*	5	-	5	18
Kruto i tekuće PK gnojivo	-	5	5	18
Kruto NPK gnojivo	3	5	5	20
Kruto NPK gnojivo + urea*	5	5	5	20
Tekuće (otop. ili susp.) NP	3	5	-	18
Tekuće (otopina) NK	3	-	5	15
Tekuće (suspenzija) NK	3	-	5	18
Tekuće (otopina) NPK	2	3	3	15
Tekuće (suspenzija) NPK	3	4	4	20

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Kompleksna gnojiva

Sirovine za proizvodnju kompleksnih gnojiva:

1. **sirovi fosfati** (fosforiti i apatiti)
2. **amonijak** (industrijski sintetiziran Haber-Boschovim postupkom)
3. **sulfatna kiselina** (proizvedena od elementarnog sumpora, piritu ( $\text{FeS}_2$ ) ili gipsa ( $\text{CaSO}_4$ ))
4. **fosfatna kiselina** (proizvedena razlaganjem sirovih fosfata sulfatnom kiselinom)
5. **nitratna kiselina** (proizvedena od amonijaka)
6. **kalijeve soli** (kalijev klorid i kalijev sulfat proizvedeni frakcijskom kristalizacijom prirodnih kalijevih minerala)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Kompleksna gnojiva iz grupe AMOFOSA

Gnojiva iz grupe AMOFOSA (**amonijak + fosfor**) proizvode se neutralizacijom amonijaka i fosfatnih kiselina. Postupku neutralizacije prethodi proizvodnja fosfatne kiseline razlaganjem prirodnih fosfata sulfatnom kiselinom te možemo reći da proizvodnja amofosa počinje razlaganjem sirovih fosfata sulfatnom kiselinom. Proces proizvodnje gnojiva odvija se u dva (dvojna NP) ili tri (trojna NPK) osnovna stupnja:

1. razlaganje sirovih fosfata sulfatnom kiselinom i proizvodnja fosfatne kiseline:  

$$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2 + 10\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 6\text{H}_3\text{PO}_4 + 10\text{CaSO}_4 + 2\text{HF}$$
2. neutralizacija fosfatne kiseline amonijakom za proizvodnju AMOFOSA:  

$$\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$$
3. dodavanje kalijeve soli amofosu za proizvodnju trojnog gnojiva:  

$$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{KCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{KH}_2\text{PO}_4$$

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Kompleksna gnojiva iz grupe AMOFOSA

Svojstva gnojiva iz grupe amofosa:

1. dušik je isključivo u amonijskom obliku (nema nitratnog dušika)
2. fosfat je u vodonopivom obliku
3. kalij je vodonopiv
4. moguće je proizvesti gnojiva s većim udjelom aktivne tvari nego postupkom proizvodnje amonitrofosa.

Dakle, neutralizacijom fosfatne kiseline amonijakom nastaje niz gnojiva iz grupe AMOFOSA.

U prvom stupnju nastaju dvojna gnojiva MAP i DAP, a dodavanjem kalijeve soli nastaju trojna gnojiva različitih formulacija.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Kompleksna gnojiva iz grupe AMOFOSA

#### 1. MAP - Monoamonijev fosfat - $NH_4H_2PO_4$

Monoamonijev fosfat ili MAP je vodotopivo dvojno kompleksno bezbalastno NP gnojivo. Uglavnom se proizvodi i koristi u granuliranom obliku, ali može se koristiti i u praškastom obliku. MAP je stabilno gnojivo dobrih fizikalnih svojstava. Kemijska stabilnost omogućuje uporabu bez praktične bojazni gubitka dušika skladištenjem ili nakon aplikacije.

Kemijski čisti MAP ima **12% N i 52%  $P_2O_5$**  (formulacija 12-52-0).

#### 2. DAP - Diamonijev fosfat - $(NH_4)_2HPO_4$

Diamonijev fosfat ili DAP je dvojno kompleksno bezbalastno NP gnojivo. Proizvodi se i koristi u granuliranom obliku. DAP je gnojivo dobrih fizikalnih svojstava, ali raspodjeljivanjem po površini tla bez odgovarajuće aplikacije postoji opasnost gubitka dijela dušika volatilacijom (posebice pri pH tla >7). DAP ima **16% N i 48%  $P_2O_5$**  (formulacija 16-48-0).

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Kompleksna gnojiva iz grupe AMOFOSA

#### 3. Amonij polifosfati

Amonij polifosfati su polimeri ravnih lanaca dok metafosfati imaju cikličan oblik. Proizvode se neutralizacijom fosfatne kiseline anhidriranim amonijakom. Česta formulacija krutih polifosfata je 15-62-0, a mogu biti različitih formulacija: 27-60-0      43-74-0      17-80-0

#### 4. Trojna gnojiva iz grupe AMOFOSA

Trojna NPK gnojiva iz grupe amofosa koriste se za osnovnu gnojidbu i predstjetvenu gnojidbu, sav dušik je u amonijskom obliku, a fosfor je vodotopiv.

Za osnovnu gnojidbu pogodne su formulacije 5-20-30, 5-15-30, 6-18-36, 7-20-30, 8-26-26 i 10-30-20, dok je za predstjetvenu gnojidbu pogodna formulacija 15-15-15.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Kompleksna gnojiva iz grupe NITROFOSA (AMONITROFOSA)

Gnojiva iz grupe NITROFOSA proizvode se izravnim razlaganjem sirovih fosfata nitratnom kiselinom. U razlaganjem nastalu kiselu masu uvodi se amonijak te se ova grupa gnojiva naziva i amonijev nitrofos ili AMONITROFOS (amonijak + nitrat + fosfor). Proces proizvodnje amonitrofosa uključuje 4 stupnja do proizvodnje trojnih gnojiva:

- Razlaganje sirovih fosfata nitratnom kiselinom:  
 $Ca_{10}(PO_4)_6F_2 + 20HNO_3 \rightarrow 6H_3PO_4 + 10Ca(NO_3)_2 + 2HF$
- Uvođenje amonijaka za proizvodnju AMONITROFOSA:  
 $2H_3PO_4 + 3Ca(NO_3)_2 + 4NH_3 \rightarrow 4NH_4NO_3 + 2CaHPO_4 + Ca(NO_3)_2$
- Razgradnja  $Ca(NO_3)_2$  uvođenjem u otopinu  $CO_2$  iz sinteze amonijaka:  
 $Ca(NO_3)_2 + H_2CO_3 + 2NH_3 \rightarrow 2NH_4NO_3 + CaCO_3$  (karbonitratni postupak)
- Dodavanje kalijeve soli amonitrofosu za proizvodnju trojnog gnojiva:  
 $NH_4NO_3 + CaHPO_4 + KCl \rightarrow NH_4NO_3 + CaHPO_4 + KCl$

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Kompleksna gnojiva iz grupe NITROFOSA (AMONITROFOSA)

Svojstva gnojiva iz grupe amonitrofosfa:

1. dušik je u amonijskom i nitratnom obliku
2. fosfat je djelomično ili potpuno u citrotopivom obliku
3. kalij je vodotopiv
4. proizvodni procesi pružaju uži raspon formulacija proizvedenih gnojiva te se udio aktivne tvari povećava dodavanjem fosfatne kiseline

Gnojiva iz grupe amonitrofosfa karakterizira nekoliko različitosti od amofosa:

1. zbog prisutnosti dušika u oba oblika, amonijskom i nitratnom, amonitrofosfi su pogodniji za startnu gnojidbu nego za osnovnu gnojidbu.
2. koriste se i u prihrani.
3. zbog manje topivosti fosfora koji je citrotopiv, pogodnija su gnojiva za kisela tla, a manje pogodna za neutralna i alkalna tla.

Za predsjetvenu i startnu gnojidbu pogodne su formulacije 7-14-21, 8-16-24, 13-13-21, 13-10-12, a za prihranu formulacije 15-15-15, 18-9-9 i 20-10-10.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Kompleksna dvojna PK gnojiva

Proizvodnja kompleksnih dvojnih PK gnojiva nije tako zastupljena kao proizvodnja amofosa i amonitrofosfa. Gnojiva se proizvode neutralizacijom kalijevog hidroksida ortofosfatnom, pirofosfatnom ili metafosfatnom kiselinom.

Kalijevi fosfati su odlična gnojiva zbog visokog sadržaja fosfata. Ovoj grupi gnojiva pripadaju kalijevi ortofosfati, pirofosfati i metafosfati. Koriste se najčešće u proizvodnji tekućih gnojiva za folijarnu aplikaciju.

Prednosti su ovih gnojiva:

1. visok sadržaj aktivne tvari
2. nemaju klorida
3. nizak indeks zaslanjavanja i nizak indeks osmotskog tlaka otopine tla.

Formulacije kalijevih fosfata:

monokalijev fosfat	$\text{KH}_2\text{PO}_4$	0-52-35
dikalijev fosfat	$\text{K}_2\text{HPO}_4$	0-40-54
tetralkalijev pirofosfat	$\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$	0-40-57
kalijev metafosfat	$\text{KPO}_3$	0-60-40 ili 0-57-35.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Kompleksna dvojna NK gnojiva

#### Kalijev nitrat - $\text{KNO}_3$

Kalijev nitrat je kompleksno dvojno NK gnojivo bez balasta ili punila. Bijeje je boje, vrlo malo higroskopno. U granuliranom obliku pogodno je za aplikaciju u tlo, a u kristaliziranom obliku za fertigaciju. U praškastom obliku se s kalijevim solima koristi za pripremanje miješanih gnojiva. Pogodno je za gnojivo za kaliofilne biljne vrste koje zahtijevaju dosta kalija (povrće, voće) i koje su osjetljive na kloridni anion.

Sadrži **14% N** i **46.5%  $\text{K}_2\text{O}$**  te je formulacije 14-0-46,5.

Prirodna nalazišta kalijevog nitrata (salitre) su vrlo oskudna, sadržavajući uglavnom natrijev nitrat s manjim udjelom kalijevog nitrata te klorida i sulfata.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Miješana gnojiva

Miješana gnojiva nastaju mehaničkim miješanjem krutih pojedinačnih gnojiva u praškastom ili granuliranom obliku. Po agrokemijskim svojstvima i fertilizacijskom učinku takva se gnojiva ne razlikuju od kompleksnih i mogu se dobiti različite formulacije. Međutim, kompleksna gnojiva imaju značajno veću koncentraciju aktivne tvari što snižava troškove prijevoza, skladištenja i raspodjele.

Miješana gnojiva kao punilo obično sadrže veće količine kalcijevog karbonata koji povoljno djeluje na fizikalna svojstva tla i neutralizira dio suvišne kiselosti kiselih tala. Miješana gnojiva zadržavaju kemijska svojstva pojedinačnih gnojiva jer se u smjesama koriste gnojiva koja tijekom i nakon miješanja neće kemijski reagirati. Svakako ne smije doći do bilo kakvih promjena koje snižavaju kvalitetu miješanog gnojiva u usporedbi s početnim pojedinačnim gnojivima.

### Miješana gnojiva

U proizvodnji miješanih gnojiva mogu se dodati mikroelementi, zaštitna sredstva, stimulatori rasta i druge komponente u količini koja je primjerena nekom tlu, biljci ili etapi razvitka.

Primjeri miješanih gnojiva:

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1. urea + DAP (diamonijev fosfat)               | 35-17-0             |
| 2. superfosfat + KCl                            | 0-20-30 ili 0-15-20 |
| 3. superfosfat + K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 0-14-22             |
| 4. Tomasov fosfat + KCl                         | 0-10-20             |
| 5. Kalcinirani fosfat + KCl                     | 0-15-22 ili 0-18-20 |
| 6. Meki kameni fosfat + KCl                     | 0-15-25 ili 0-20-20 |