

Fertilizacija

Gnojidba ili fertilizacija - agrotehnička mjera aplikacije gnojiva s konačnim ciljem postizanja visokog prinosa.

Svaka gnojidba utječe na većinu sljedećih značajki agroekosustava:

1. visina prinosa
2. kvaliteta prinosa
3. stabilnost prinosa
4. plodnost tala
5. onečišćenje okoliša
6. kruženje hraniva
7. isplativost proizvodnje
8. održivost proizvodnje.

1

Gnojidba utječe na **visinu i kvalitetu prinosa** promjenama **količina, odnosa i dinamike raspoloživih biljnih hraniva**, bilo u rizosferi unošenjem u tlo, bilo izravno u nadzemnim dijelovima biljke folijarnom aplikacijom.

(1) Visina prinosa

Utjecaj na **visinu prinosa** ukoliko je **raspoloživost** hraniva bila limitirajući činitelj.

(2) Kvaliteta prinosa

Utjecaj na **kvalitetu prinosa** – porast kvalitete (npr. veći udio bjelančevina) ili pad kvalitete ukoliko je **raspoloživost** već bila optimalna.

2

(3) Stabilnost prinosa

(4) Plodnost tla

Gnojidba također značajno utječe na **stabilnost prinosa i plodnost tala** koji su vrlo usko povezani jer veća plodnost podrazumijeva veću **raspoloživost hraniva** i veću sposobnost tala da u određenoj mjeri neutralizira nepovoljne sezonske utjecaje (npr. suša ili saturiranost tla) i nepovoljne učinke nedostatne ili suviše gnojidbe (elastičnost tla) i tako doprinosi stabilnosti prinosa.

3

(5) Opterećenje okoliša

Opterećenje okoliša poljoprivredom vrlo je značajan aspekt **održivosti poljoprivredne proizvodnje i očuvanja okoliša**.

- Prekomjerna gnojidba ili gnojidba izvan vegetacijske sezone - **raspoloživost hraniva veća od sezonske potrebe usjeva** (kasna jesen ili zima) i nepotrebni gubici hraniva (ispiranje nitrata, direktno otjecanje vodotopivih hraniva, volatilizacija dušika)

(6) Kruženje hraniva

Značajna antropogena promjena u agrosferi je intenziviranje **kruženja hraniva**.

- potreba intenziviranja ciklusa hraniva nije posljedica nedostatne ukupne količine hraniva (dušika, fosfora, kalija...) u tlu, već odnos dinamike **raspoloživih oblika hraniva** u tlu i dinamike potrebe usjeva za istim hranivima tijekom vegetacije

4

(7) Isplativost proizvodnje

- moguće je da povećanje gnojidbe čak i prije postizanja maksimalnog prinosa više nije isplativo, tj. da je ulaganje u povećanje gnojidbe (cijena jedinice gnojiva, rada mehanizacije i rada ljudi u aplikaciji gnojiva) veće od povećanja prihoda ostvarenog povećanim prinosom
- ekonomski optimalna gnojidba u tom će slučaju biti niža od biološkog optimuma kojim se postiže najviši prinos
- primjerena gnojidba u slučaju nedostatne i **niske raspoloživosti hraniva** povećava i **raspoloživost hraniva** i prinos i ekonomsku isplativost proizvodnje

(8) Održivost proizvodnje

- ekonomski isplativa proizvodnja uz očuvanje plodnosti tla

5

- zajednički nazivnik ili zajednički cilj svih aspekata gnojidbe

optimalna raspoloživost hraniva

- optimalnu raspoloživost hraniva možemo smatrati primarnim i prilično jednostavnim ciljem gnojidbe, ali su mjere kojima to postizemo složene i utjecaj gnojidbe na ekosustave je višestran
- gnojidba je agrotehnička mjera aplikacije gnojiva radi postizanja stabilnog visokog prinosa odgovarajuće kvalitete optimizacijom opskrbe usjeva hranivima održavanjem ili popravljanjem plodnosti tla bez štetnog utjecaja na okoliš

6

Osnovni razlozi ili principi gnojidbe

- da li je potrebna gnojidba radi optimizacije raspoloživosti hraniva u svim agregosustavima?
- koliko je hraniva čiju raspoloživost treba optimizirati?
- da li optimizacija svih hraniva zahtijeva iste postupke?

Svi se elementi prema značaju za ishranu bilja dijele u tri grupe:

1. **neophodni ili esencijalni elementi (17):**
C, O, H, N, P, K, S, Ca, Mg, Fe, B, Mn, Zn, Cu, Mo, Cl, Ni
2. **korisni ili benefičijalni elementi (9):** Na, Si, Co, Se, V, Al, Ti, La, Ce
3. **ostali elementi** (uključujući i toksične elemente Cd, Cr, Hg, As, Pb, U...)

7

Biljkama je neophodno 17 elemenata i njihovu raspoloživost potrebno je održavati u optimalnom rasponu. Prema količini potrebnoj za ishranu bilja neophodni se elementi dijele u dvije grupe:

1. **makroelementi (10):** C, O, H, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe
2. **mikroelementi (7):** Mn, Zn, Cu, B, Cl, Mo, Ni.

Ova je podjela vrlo značajna za gnojidbu jer biljke mikroelemente prosječno trebaju tek **< 1 kg/ha**, sekundarna hraniva (Ca, Mg, S) i fosfora **nekoliko desetina kg/ha**, a **dušika i kalija > 100 kg/ha**.

Podjela elemenata koja je najbliža fertilizacijskim principima je podjela prema porijeklu, količini i funkciji hraniva:

1. **organogeni** elementi (C, O, H)
2. **glavni** makroelementi (N, P, K)
3. **sekundarni** makroelementi (Ca, Mg, S)
4. **mikroelementi** (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Cl, Mo, Ni)

8

- biljke su se prilagodile upravo razini raspoloživosti hraniva u tlima
- održavanje plodnosti tla na odgovarajućoj razini znači veću raspoloživost hraniva
- u manje plodnim tlima raspoloživost hraniva nije zadovoljavajuća te je u takvim tlima neophodno popraviti fizikalna, kemijska i biološka svojstva
- agrotehničke mjere popravaka svojstava tla nazivaju su mjere kondicioniranja tla, a uključuju sve mjere kojima se posredno povećava raspoloživost hraniva
- tri osnovna razloga neophodnosti gnojidbe (osnovni principi gnojidbe):

1. **održavanje ili popravak plodnosti tla kao supstrata ishrane bilja**
2. **dodatak prirodno nedostatnoj opskrbi hranivima**
3. **nadoknada hraniva iznesenih prinosom, ispranih ili izgubljenih iz tla nekim drugim procesima.**

9

Održavanje ili popravak plodnosti tla

- (1) Strukturnost tala
 - optimalni uvjeti za rast korijena, strukturna, prozračna, duboka tla bez zbijenih i nepropusnih slojeva
- (2) Optimalna vlažnost tla
 - u suhim je tlima reducirano kretanje i usvajanje hraniva
- (3) Optimalna pH reakcija tla
 - optimalna raspoloživost hraniva
- (4) Optimalna humoznost tala
 - potencijal mineralizacije, elastičnost, apsorpcijski kompleks, humat efekt
- (5) Optimalna tekstura tla
 - poroznost, vodrživost, prozračnost, sorpcijska sposobnost, perkolacija, zbijenost

10

- Agrotehničke mjere neophodno usmjeriti ka realizaciji 4 osnovna principa održavanja plodnosti tla koji su neophodni preduvjeti optimizacije gnojidbe:

1. održavanje optimalne vlažnosti tla (obrada tla, navodnjavanje, odvodnjavanje, humoznost)
2. održavanje optimalne pH reakcije tla (kalcizacija, gnojidba)
3. održavanje optimalne humoznosti tla (gospodarenje organskom tvari, zaoravanje žetvenih ostataka, zelena gnojidba, gnojidba organskim gnojivima)
4. optimalna obrada tla u pravcu održavanja strukturnosti tala, optimalnih vodoravnih odnosa i optimizacije uvjeta za rast korijena.

11

Dodatak prirodno nedostatnoj opskrbi hranivima

dva su osnovna razloga prirodno nedostatne opskrbe hranivima:

1. nedostatna ukupna količina raspoloživog hraniva u tlu,
 2. neodgovarajuća dinamika raspoloživosti hraniva u tlu.
- pokretljivost (mobilnost) hraniva u biljci značajno utječe na gnojidbu
 - u biljci je značajna pokretljivost hraniva u dva smjera:
 1. akropetalni smjer od korijena prema vrhu biljke (kretanje ksilemom)
 2. bazipetalni smjer od zelenih dijelova biljke prema korijenu (kretanje floemom).
- REUTILIZACIJA:
 - Remobilizacija
 - Retranslokacija
 - Resinteza

12

- Prema pokretljivosti u floemu elementi se dijele u tri grupe:
 1. pokretljivi: N, P, K, Mg, Cl
 2. srednje ili uvjetno pokretljivi: Fe, Zn, Cu, Mo, S, (Mn)
 3. teško pokretljivi ili nepokretljivi: Ca, B, (Mn)
- dinamika optimalnog usvajanja pokretljivih elemenata (N, P, K, Mg) fleksibilna je tijekom vegetacije jer biljka reutilizacijom može neutralizirati privremenu neraspodivnost hraniva u tlu
- usvajanje nepokretljivih elemenata mora kumulativno rasti tijekom vegetacije da bi bilo sukladno potrebama usjeva, a nedostatak u kritičnim fazama rasta usjeva generalno rezultira smanjenim rastom i/ili gubitkom prinosa

13

Nadoknada hraniva iznesenih prinosom ili ispranih iz tla

- nakon usvajanja pristupačnih frakcija hraniva uspostavlja se dinamička ravnoteža otapanjem manje pristupačnih rezervi hraniva koje prelaze u pristupačne oblike
- relativno spor i njegova brzina i učinkovitost ovise o plodnosti tla
- usvajanje pristupačnih frakcija hraniva (biljka može usvojiti samo raspoložive frakcije) i gubici hraniva (uglavnom vodotopivih pristupačnih oblika) erozijom, ispiranjem, volatizacijom, denitrifikacijom i fiksacijom znatno su brži procesi
- neophodno u tlo vratiti količine hranive koje su iznesene prinosom ili su izgubljene iz tla nekim od navedenih procesa
- u siromašnim tlima neophodno nadoknaditi svaki kg iznesenog hraniva
- na bogatim tlima dostatno bilanciranje u razdoblju 3-5 godina
- bilanciranje hraniva ne koristimo za mikroelemente

14

Greške u gnojidbi

1. gnojidba „napamet“ bez analize tla
2. zanemarivanje gnojidbe osnovnim hranivima (N, P, K)
3. zanemarivanje osnovnih principa održavanja plodnosti tla
4. zanemarivanje gnojidbe sekundarnim hranivima (Ca, Mg, S)
5. zanemarivanje gnojidbe mikroelementima (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo)
6. prekomjerna ili nepotrebna gnojidba
7. pogrešna aplikacija gnojiva
8. pogrešna interpretacija analiza tla ili preporuka gnojidbe
9. neodgovarajuće gnojivo s obzirom na potrebnu gnojidbu ili svojstva tla
10. nedovoljna gnojidba s obzirom na gubitak hraniva.

15

Vrste gnojiva

1. Podjela gnojiva prema načinu proizvodnje

Podjela gnojiva [prema načinu proizvodnje](#):

1. Prirodna gnojiva

sva gnojiva nastala prirodnim geološkim procesima te trošenjem, taloženjem i akumulacijom minerala, životinjskih izlučevina i organske tvari biljnog i životinjskog podrijetla...

2. Umjetna ili sintetska gnojiva

nastala su industrijskim procesima sinteze ili prerade sirovina. Česte su negativne predrasude zbog naziva "umjetna" ili "sintetska" pa se ova gnojiva češće nazivaju "mineralna". Naziv nije potpuno prikladan jer u određenim procesima sinteze umjetnih gnojiva nastaju organske molekule

Prirodna gnojiva u pravilu sadrže manje koncentracije biljnih hraniva nego umjetna gnojiva

U procesima proizvodnje umjetnih gnojiva potreban značajan utrošak energije

1

2. Podjela gnojiva prema namjeni

Podjela gnojiva [prema namjeni \(prema agrokemijskom značaju\)](#):

1. prava gnojiva

- Gnojiva kojima se u tlo unose određene količine N-P-K bez obzira na porijeklo i topivost

2. posredna gnojiva

- Gnojiva kojima se prvenstveno utječe na promjenu fizikalno-kemijsko-bioloških svojstava tla s ciljem povećanja raspoloživosti postojećih hraniva u tlu (moguća prisutnost hraniva u manjim koncentracijama)
- Posredna gnojiva često nazivamo KONDICIONERI ili POBOLJŠIVAČI tla
- Sredstva za kalcijaciju, sredstva za zakišeljavanje tla, pijesak, lapor, mikrobiološki preparati...

2

3. Podjela gnojiva prema agregatnom stanju

Podjela gnojiva [prema agregatnom stanju](#):

1. kruta (praškasta, kristalizirana, granulirana)

1. Praškasta - sitno mljeveni prirodni minerali (fosforiti, apatiti)
2. Kristalizirana - kristalizacije gnojiva iz zasićenih otopina zagrijavanjem ili vakumiranjem (kaljeva gnojiva), čestice ravnih površina, oštih bridova i vrhova
3. Granulirana gnojiva su gnojiva u krutim sferičnim granulama različite kompaktnosti koje mogu biti proizvedene na različite načine, oblikovana u čestice unaprijed određenih veličina. Procesi proizvodnje:
 - Drobljenje
 - Briketiranje ili peletiranje
 - Priliranje - zgušnjavanje kapljica zasićene otopine gnojiva
 - Granuliranje - okrupnjavanje manjih čestica sukcesivnim oblaganjem gustom zasićenom otopinom gnojiva koje se pretvara u krutinu kristalizacijom ili sušenjem

2. tekuća (prave otopine, suspenzije)

- Prave otopine gnojiva su bistre tekućine bez taloga (npr. otopina uree, NH_4Cl ...)
- Suspenzije su tekuća gnojiva s neotopljenim česticama (koloidne čestice ili talog)

3. Plinovita

- gnojiva u plinovitom stanju (npr. amonijak) koja se rijetko koriste (samo uz posebnu opremu)

4. Podjela gnojiva prema podrijetlu

Podjela gnojiva [prema podrijetlu](#):

1.Organska

- sadrže organske spojeve biljnog ili životinjskog podrijetla
- 1.stajska gnojiva
- 2. komposti
- 3. zelena gnojidba...

2.Mineralna (anorganska, umjetna, sintetska)

- sadrže hraniva u obliku anorganskih soli, a proizvedena su ekstrakcijom i/ili fizikalnim i/ili kemijskim proizvodnim procesima
- 1.umjetna gnojiva KAN, AN, urea, NPK gnojiva 7:20:30, 5:15:30...
- 2. prirodni minerali fosforit, apatit, karnalit, silvinit ...
- 3. svi međuprodukti od prirodnih minerala i amonijaka do kompleksnih gnojiva

3.Organomineralna

- organska gnojiva s dodatkom mineralne komponente (gnojivo, mineral...)

4.Biognojiva (mikrobiološka ili bakterijska)

- posredna gnojiva koja obuhvaćaju nitro-fiksirajuće bakterije i plavo-zelene alge, mikorize i druge mikroorganizme
- mikrobiološki preparati (Rhizobium, Azotobacter, Mycorrhiza...)

4

5. Vrste gnojiva prema vremenu primjene ili unošenja

Vrste gnojiva [prema vremenu primjene ili unošenja](#):

1. Osnovna
2. Startna
3. Gnojiva za prihranu

5

Osnovna gnojiva

Osnovna gnojiva koriste se za gnojidbu pri osnovnoj obradi kada u tlo treba unijeti najveći dio ukupno potrebne količine fosfora i kalija. Taj je dio 1/2 do 2/3 ukupne potrebe, a ponekad i ukupna potrebna količina fosfora i kalija.

Najveća količina unosi se osnovnom gnojidbom jer se hraniva zaoravanjem unose do dubine oranja što osigurava ravnomjerniju raspodjelu po dubini oraničnog sloja.

Manji dio ukupne potrebe dodaje se osnovnom gnojidbom na laganim pjeskovitim tlima, a ukupna potreba P i K osnovnom se gnojidbom dodaje kada nije planirana startna gnojidba ili prihrana fosforom i kalijem.

Udio N u gnojivima za osnovnu gnojidbu je nizak jer će biljke do proljeća usvojiti male količine N, tako da unos većih količina nije potreban. Ovaj je dušik u amidnom ili amonijskom obliku, a nikako ne u nitratnom. U osnovnoj se gnojidbi dušik najčešće dodaje u amidnom obliku ureom, također s ciljem ravnomjernog raspodjeljivanja po dubini oraničnog sloja, tj. po dubini buduće rizosfere.

6

Predsjetvena ili startna gnojiva

Predsjetvenom i/ili startnom gnojidbom dodaje se preostala potreba fosfora i kalija, tj. 1/3 do 1/2 ukupno potrebne količine. Ovom se gnojidbom hraniva unose na dubinu 10-15 cm, što uz prethodno zaoravanje dijela hraniva osigurava optimalnu distribuciju hraniva po dubini oraničnog sloja.

U ovim je gnojivima veći udio dušika nego u gnojivima za osnovnu gnojidbu jer je njihova aplikacija vremenski bliža značajnim potrebama biljaka prema N.

Primjena P i K u osnovnoj i predsjetvenoj gnojidbi najbolja je zbog činjenice da su ta dva hraniva vrlo slabo mobilna tijekom vegetacije, tj. njihovo je descendentno premještanje u tlu prosječno 2-5 cm godišnje. Stoga bi aplikacija ukupnih potreba fosfora i kalija samo u predsjetvenoj gnojidbi značila relativno plitku raspodjelu tih hraniva i povećanu akumulaciju u plićem sloju tla. Posljedica može biti pliće ukorjenjivanje usjeva, što bi imalo naglašeno negativan učinak u svim vegetacijama sa sušnim razdobljima.

7

Gnojiva za prihranu

Prihranom usjeva uglavnom se dodaje dušik.

Fosfor i kalij prihranama se dodaju u fertigacijskim sustavima, a površinskom aplikacijom rijetko jer je njihova učinkovitost plitkom aplikacijom tijekom vegetacije vrlo mala. Osim toga, prihrana fosforom i kalijem povećava rizik plitkog ukorjenjivanja i pojačanog štetnog učinka nedostatka vode u tlu.

Gnojiva za prihranu po površini uglavnom su jednostavna dušična gnojiva, osim u fertigacijskim sustavima gdje se koriste potpuno vodotopiva gnojiva s različitim omjerima dušika, fosfora i kalija za faze ukorjenjivanja, intenzivnog vegetativnog porasta, cvjetanja i plodonošenja.

Gnojiva namijenjena za folijarnu primjenu spadaju u grupu gnojiva za prihranu.

Gnojiva za prihranu fertigacijskim sustavima ili folijarnom aplikacijom vrlo često sadrže sekundarna hraniva i/ili mikroelemente.

8

Podjela mineralnih gnojiva

Kriteriji podjele i razvrstavanja gnojiva na određene tipove dogovoreni su prema udjelu biljnih hraniva razvrstanih u tri grupe:

1. primarna hraniva: N, P, K
2. sekundarna hraniva: Ca, Mg, S, Na
3. mikrohraniva: B, Cu, Fe, Mn, Zn, Mo, Co.

9

Prema sadržaju primarnih hraniva

Vrste gnojiva [prema sadržaju primarnih hranjivih elemenata](#) (podjela se temelji na prisutnosti 3 glavna hranjiva elementa, N-P-K u gnojivu):

1. **Pojedinačna**
 - Sadrže samo jedno od tri hraniva, samo N, samo P ili samo K
 - Primjer pojedinačnih gnojiva urea, KAN, tripleks, KCL...
 - npr. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ JE POJEDINAČNO gnojivo jer sadrži samo N (P i K ne), iako sadrži i Ca koji je makroelement (kao i NaNO_3 i NH_4NO_3)
 - npr. KNO_3 NIJE POJEDINAČNO gnojivo jer sadrži i N i K
2. **Složena gnojiva (dvojna i trojna ili potpuna)**
 - Sva gnojiva koja sadrže kombinaciju dva od tri glavna hranjiva elementa su DVOJNA gnojiva (N-P, N-K ili P-K) ili sadrže sva tri elementa (N-P-K) te se nazivaju TROJNA ili POTPUNA

10

Prema sastavu ili načinu proizvodnje

Vrste gnojiva [prema sastavu](#):

1. **Pojedinačna**
 - Sadrže samo jedno od tri hraniva, samo N, samo P ili samo K
 - Primjer pojedinačnih gnojiva superfosfat, apatiti...
 - npr. trostruki superfosfat JE POJEDINAČNO gnojivo jer sadrži samo P (N i K ne), iako sadrži i Ca i S koji su makroelementi
 - npr. MAP (mono-amonij-fosfat $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) NIJE POJEDINAČNO gnojivo jer sadrži i N i P
2. **Miješana**
 - Složena gnojiva (sadrže dva ili tri glavna hranjiva elementa) nastala **mehaničkim miješanjem** pojedinačnih gnojiva, bez obzira da li se radi o mineralima (npr. apatit i silvinit) ili koncentriranim pojedinačnim gnojivima (npr. taložnik i KCl)
3. **Kompleksna**
 - Složena gnojiva (sadrže dva ili tri glavna hranjiva elementa) nastala **kemijskim reakcijama** neutralizacije, dekompozicije ili dvostruke dekompozicije prirodnih minerala, kiselina, amonijaka i drugih spojeva

11

Kvaliteta mineralnih gnojiva

- kvalitetu definira učinak gnojiva na visinu i kakvoću prinosa te na očuvanje plodnosti tala i opterećenje okoliša
- svojstva gnojiva koja utječu na kvalitetu:
 1. Sadržaj aktivne tvari
 2. Formulacija gnojiva
 3. Omjer hraniva
 4. Kemijski oblik hraniva
 5. Kemijska stabilnost i postojanost
 6. Vrsta i ujednačenost čestica gnojiva

1

1. Sadržaj aktivne tvari ili koncentracija hraniva

- Sadržaj aktivne tvari ili koncentracija hraniva je suma postotnog težinskog udjela dušika, fosfora i kalija (N+P2O5+K2O).
- N KAN 27% N
- P₂O₅ (P) MAP 64 % (12% N i 52% P₂O₅)
- K₂O (K) NPK 5-15-30 = 50%
- CaO (Ca)
- MgO (Mg)
- Na₂O (Na)
- SO₃ (S)

$$- P_2O_5 \rightarrow P \quad F = \frac{2 \times Ar(P)}{Mr(P_2O_5)} = \frac{2 \times 30,97}{(2 \times 30,97) + (5 \times 16)} = \frac{61,94}{61,94 + 80} = \frac{61,94}{141,94} = 0,436$$

$$- P \rightarrow P_2O_5 \quad F = \frac{Mr(P_2O_5)}{2 \times Ar(P)} = \frac{(2 \times 30,97) + (5 \times 16)}{2 \times 30,97} = \frac{61,94 + 80}{61,94} = \frac{141,94}{61,94} = 2,292$$

2. Formulacija gnojiva

- Formulacija gnojiva je prikaz težinskih postotnih udjela svih hraniva u gnojivu što se prvenstveno odnosi na glavna hraniva (npr. NPK 6-18-36)
- Formulacija dvojnog gnojiva npr. NP gnojiva MAP je NPK 12-52-0 ili NP 12-52, dok je formulacija dvojnog PK gnojiva NPK 0-20-30 ili PK 20-30
- Deklaracija složenog mineralnog gnojiva sa sekundarnim hranivom npr. NPK(SO₃) 5-20-30 (26) ili 7-14-21 (24), NPK(MgO) 8-16-24 (2) ili NPK(MgO, SO₃) 7-14-21 (2, 18). Gdje je prisutno više od jednog sekundarnog hraniva, navodi se ovim redom: CaO, MgO, Na₂O, SO₃.
- Deklaracija mikrohraniva u mineralnim gnojivima: npr. NPK(MgO, SO₃) 12-11-18 (3, 17) s mikrohranivima borom (B), željezom (Fe), manganom (Mn) i cinkom (Zn)

3

3. Omjer hraniva

- omjer hraniva je omjer dušika, fosfora i kalija u formulaciji gnojiva, tj. omjer njihovih težinskih udjela u gnojivu
- u složenom gnojivu NPK 10-20-30 omjer hraniva 1:2:3, u gnojivu 15-15-15 omjer je 1:1:1, a u gnojivu 5-15-30 omjer je 1:3:6.
- za osnovnu gnojidbu najpogodniji su najmanji udjeli N prema P i/ili K u omjerima 1:4:6, 1:3:6, pa sve do dvojnih PK gnojiva bez dušika
- za predstjetvenu ili startnu gnojidbu mogu koristiti i složena NPK gnojiva namijenjena za osnovnu gnojidbu (ovisno o omjeru potrebnih hraniva), ali se češće koriste gnojiva s užim omjerima 1:2:3 do 1:1:1.
- za prihranu krutim gnojivima koriste se jednostavna dušična gnojiva te rjeđe složena gnojiva velikog relativnog udjela N u odnosu na P i K. To su gnojiva u kojima je dušik u amonijskom i nitratnom obliku, s omjerima hraniva 1:1:1 ili 2:1:1 ili više

4

Omjer hraniva i formulacije za osnovnu i startnu gnojidbu te prihranu

Tip gnojiva	Formulacija	Omjer hraniva
Gnojiva za osnovnu gnojidbu		
NPK gnojivo	5-20-30	1:4:6
NPK gnojivo	5-15-30, 6-18-36	1:3:6
NPK gnojivo	8-26-26	1:3,2:3,2
NPK gnojivo	8-24-24	1:3:3
NPK gnojivo	7-20-30	1:2,9:4,3
NP gnojivo (MAP)	12-52-0	1:4,3:0
NP gnojivo (DAP)	16-48-0	1:3:0
PK gnojivo	0-20-30	0:2:3
PK gnojivo	0-10-30	0:1:3
Gnojiva za predstjetvenu i startnu gnojidbu		
NPK gnojivo	8-16-24, 7-14-21, 10-20-30	1:2:3
NPK gnojivo	10-30-20	1:3:2
NPK gnojivo	15-15-15	1:1:1
NP gnojivo	20-20-0	1:1:0
Gnojiva za prihranu		
NPK gnojivo	15-15-15	1:1:1
NPK gnojivo	13-10-12	1,3:1:1,2
NPK gnojivo	18-9-9, 20-10-10	2:1:1
NPK gnojivo	22-6-6	3,7:1:1

5

4. Kemijski oblik hraniva

- Kemijski oblici u kojemu se nalaze dušik, fosfor, kalij i ostala hraniva utječu na značajne karakteristike gnojiva:
 1. brzina djelovanja
 2. topivost i raspoloživost hraniva
 3. fiziološka reakcija ili rezidualna reakcija gnojiva.
- Brzina djelovanja, topivost gnojiva i raspoloživost hraniva usko su povezani, ali su i posljedica različitosti hraniva. Vodotopiva frakcija svih hraniva u gnojivima je ujedno i frakcija raspoloživa biljkama.
- Dušik je u mineralnim gnojivima u nitratnom, amonijskom ili amidnom obliku. Svi navedeni oblici su vodotopivi, ali nitratni je dušik biljkama raspoloživ odmah nakon otapanja čestica gnojiva (granula).
- Fiziološka reakcija ili rezidualna reakcija gnojiva je utjecaj gnojiva na promjenu pH reakcije tla (ili rizosfere) nakon aplikacije gnojiva i reakcije mikroorganizama i korijena.

6

5. Kemijska stabilnost i postojanost

- kemijska stabilnost gnojiva uvjetovana je oblikom u kojem se nalaze hraniva
- moguće nepovoljne reakcije nakon neodgovarajućeg miješanja gnojiva
- hidratacija je relativno česta pojava u kojoj se molekule gnojiva vežu s molekulama vode i pogoršana su fizikalna svojstva uz sljepljivanje granula; primjeri izrazito higroskopskih gnojiva su norveška salitra, tj. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ i amonijev nitrat (NH_4NO_3)
- gubitak hraniva iz gnojiva nakon proizvodnje najčešće se odnosi na amonijski oblik hraniva. Primjer je kristalna smjesa amonijskih soli karbonatne kiseline (amonijev karbonat → amonijev hidrogenkarbonat)
- poseban oblik nestabilnosti gnojiva je eksplozivnost amonijevog nitrata koji u prisustvu tvari koje djeluju kao detonatori ili upaljači (mineralne kiseline, oksidansi, metali Al, Pb, Ni, Cu i Zn) lako može eksplodirati
- u proizvodnji pojedinih mineralnih gnojiva koriste se kondicioneri ili hidrofobne opne da bi se smanjila hidratacija ili kemijska nestabilnost gnojiva

7

6. Vrsta i ujednačenost čestica gnojiva

- S obzirom na vrstu čestica, kruta mineralna gnojiva mogu biti u tri osnovna oblika:
1. praškasta
 2. kristalizirana
 3. granulirana.

Prašakasta mineralna gnojiva su kruta gnojiva u obliku vrlo sitnih čestica. Mineralna gnojiva su se proizvodila u praškastom obliku prije razvoja procesa granuliranja, a danas se u praškastom obliku proizvode i primjenjuju samo gnojiva manje topivosti i raspoloživosti hraniva.

Kristalizirana gnojiva rezultat su kristalizacije gnojiva iz zasićenih otopina zagrijavanjem ili vakumiranjem. Takvim načinom proizvode se amonijev sulfat i kalijeva gnojiva. Kristali su čestice ravnih površina, oštih bridova i vrhova (kao kristali šećera i kuhinjske soli). Ponekad se veliki kristali nazivaju granule. Danas se na tržištu u kristalnom obliku nalaze gnojiva za fertigacijske sustave i za ručno raspodjeljivanje po proizvodnim površinama.

8

Granulirana gnojiva su sva kruta gnojiva koja su oblikovana u čestice unaprijed određenih veličina. Granuliranja obuhvaćaju sve procese kojima se proizvode čestice krutih gnojiva ujednačenih oblika i dimenzija:

1. drobljenje
2. briketiranje ili peletiranje
3. priliranje
4. granuliranje (u užem smislu).

Drobljenje je postupak lomljenja i usitnjavanja stijena i minerala na listiće ili zrnate proizvode određenih dimenzija.

Briketiranje ili peletiranje je postupak okrupnjavanja čestica gnojiva (suprotno postupku drobljenja) kombinacijom zbijanja sitnih čestica i istiskivanja.

Priliranje je postupak proizvodnje granula (prila) zgušnjavanjem kapljica zasićene otopine gnojiva hlađenjem u struji zraka. Prile su glatke sferične granule, manjih dimenzija i čvrstoće od granula proizvedenih drugim načinima.

Granuliranje u užem smislu je proizvodnja granula okrupnjavanjem manjih čestica sukcesivnim oblaganjem gustom zasićenom otopinom gnojiva koje se pretvara u krutinu kristalizacijom ili sušenjem.

Pakiranje i isporuka mineralnih gnojiva

- Pakiranje i isporuka mineralnih gnojiva prilagođeno je fizikalno-kemijskim svojstvima gnojiva, posebnostima transporta i isporuke te potrebama korisnika. Najčešći oblici pakiranja krutih mineralnih gnojiva su:
 1. polietilenske vreće po 25, 40 i 50 kg
 2. velike vreće po 500 i 1000 kg
 3. rasuto stanje (nije dozvoljeno za AN gnojiva s velikim udjelom dušika).



10

- Manjim proizvodnim sustavima i mikrognjojivima primjerenija su manja pakiranja:
 1. polietilenske vreće po 25 kg
 2. polietilenske vreće po 5 kg
 3. pakiranja po 1 kg (mineralna gnojiva sa sekundarnim hranivima, mineralna gnojiva s mikrohranivima).



11

- Tekuća se gnojiva pakiraju i isporučuju primjereno vrsti i namjeni gnojiva:
 1. spremnici po 1000 L (npr. UAN)
 2. pakiranja po 1 ili 5 L (folijarna gnojiva).



12
