

ZTO 204 BİTKİ BESLEME VE GÜBRELEME

Öğr. Gör. Dr. Özge ŞAHİN

**Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki
Besleme Bölümü**

06110 Ankara

osahin@ankara.edu.tr



KİMYASAL GÜBRELER



İNORGANİK GÜBRELER

Azotlu Gübreler



1. Amonyumlu (NH ₄ ' lu)	2. Nitratlı (NO ₃ ' lı)	3. Amonyumlu ve Nitratlı (NH ₄ ' lu ve NO ₃ ' lı)	4. Amidli (NH ₂ ' li)
<p>1) Kolloitler tutar, yıkanma az 2) Nitrifikasyona uğrar 3) Asidik karakterlidir. Toprağı asitleştirir 4) Genç bitkilere NH₄ olarak yararlıdır</p> <p>Amonyum sülfat, (NH₄)₂SO₄ , AS Amonyum klorür, NH₄Cl</p>	<p>1) Bitkiler N ihtiyaçlarının büyük bir kısmını NO₃ olarak karşılar 2) Kolloitler tutamaz yıkanma fazla 3) Denitrifikasyona uğrar 4) Çeltik gibi suyla doymun koşullarda yetişen bitkilerde kullanılmaz 5) Alkali karakterlidir. Toprağı alkalileştirir</p> <p>Sodyum nitrat, NaNO₃ Kalsiyum nitrat, Ca(NO₃)₂</p>	<p>1) Amonyumlu ve nitratlı gübrelerin özelliklerini birlikte taşırlar</p> <p>Amonyum nitrat Amonyum sülfat nitrat Kalsiyum amonyum nitrat</p>	<p>1) Hemen alınamayan organik formda (amid, NH₂) azot içerir 2) Toprağa verildikten sonra önce NH₄' a sonra NO₃' a dönüşür 3) Kolay yıkanabilir ve gaz şeklinde kaybolabilir</p> <p>Üre</p>

DEĞİŞİK AZOTLU GÜBRELER ve ÖZELLİKLERİ

Amonyum sülfat, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, AS

- % 21 N içeren ilk sentetik azotlu gübredir
- Ekimle birlikte, ekimden sonra ve başlık (üst) gübre olarak kullanılabilir
- Kükürt noksanlığı olan yerlerde S kaynağı olarakta kullanılır
- Toprak kolloidlerince tutularak yıkanması önlediği için sulu tarımda başarı ile kullanılır
- İndirgen koşulların hakim olduğu asit topraklarda sülfat toksikliği yaratabilir
- Asit karakterli olduğu için toprağı asitleştirir

Kalsiyum nitrat, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

- Taneli yapıdadır ve beyaz renklidir
- Yüksek oranda nem çekme özelliğine sahiptir, alkali karakterlidir ve suda kolay çözünür
- % 15.5 N içerir, kalsiyum ihtiyacı yüksek olan bir çok sebze ve meyve için en uygun N kaynağıdır

Amonyum Nitrat, NH_4NO_3 , AN

- Beyaz kristal halinde, taneli ve toz şeklinde olabilir
- Nem çekicidir, suda kolay çözünür ve % 33-34.5 N içerir
- Azotu hem NH_4 hem de NO_3 halinde içerdiği için çeltik hariç tüm bitkiler için uygun bir gübredir.
- Ekimle öncesi, ekimden sonra ve başlık (üst) gübre olarak kullanılabilir

Kalsiyum amonyum nitrat, CAN, KAN

- Amonyum nitratın olumsuz özelliklerini gidermek için amonyum nitrat gübresine kireç katılarak üretilmektedir.
- Taneleri gri veya açık kahve renkli olup akıcıdır
- % 25-28 N içerir
- İçerdiği azotun yarısı NH_4 yarısı da NO_3 halinde olduğundan amonyum nitrat gübresine benzer özellikler taşır
- Amonyum nitratın tersine, bu gübrenin toprak pH' sı üzerine etkisi nötr' dür

Üre, $CO(NH_2)_2$

- Azot kapsamı diğer azotlu gübrelerden daha fazla olduğu için taşıma, depolama ve uygulamada kolaylık sağlar
- Birim N miktarı diğer gübrelere göre daha ucuzdur
- Saf N içeriğinin fazla olması nedeniyle dünyada son yıllarda diğer azotlu gübrelere göre kullanım oranı giderek artmaktadır
- Toz veya taneli, beyaz renkli ve akıcı bir gübredir
- Nem çekicidir ve % 46 oranında amid formunda N içerir (BİÜRET !!! !!!!!)
- Üre toprağa verildiğinde hızlı bir şekilde amonyum karbonata dönüşür. Toprak tipi, yağış ve sıcaklığa bağlı olmakla birlikte NH_3 gazı şeklinde uçarak atmosfere ulaşmak suretiyle kaybolabilir.

Amonyum karbonat, $(NH_4)_2CO_3$

- % 17 N içerir, kireçli alkali topraklara verildiğinde bir miktar amonyak şeklinde N kaybı olabilir

Sıvı Azotlu Gübreler

Susuz ve sulu NH_3

N çözeltileri (Basıncılı, Basıncısız)

Azotlu Gübrelerin Etkinliğinin Artırılması

- Azotu yavaş açığa çıkaran kimyasalların kullanılabilir
- Kaplanmış gübreler kullanılabilir
- Gübrelerin tane büyüklüğü düzenlenebilir
- Nitrifikasyonu yavaşlatan kimyasallar kullanılabilir

Yavaş Etkili Azotlu Gübreler

Üreformaldehit

İsobutilendiüre

Kaplı Gübreler



Fosforlu Gübreler

Hammaddesi HAM FOSFAT (=KAYA FOSFAT, APATİT)

Ham fosfatlar **doğrudan gübre olarak ta kullanılabilir**

Asitlerle reaksiyona sokularak fosforlu gübreler üretilir

Fosforlu gübrelerin **çözünübilirlikleri dört değişik şekilde ifade edilir.**

- **Suda çözünür**, bitkiler tarafından kolayca alınabilir kısımdır.
- **Sitrik asitte çözünür**, nötr veya alkali amonyum sitrat çözeltisi veya % 2' lik sitrik asitte çözünür kısmı temsil eder. Bu çözeltiler kök aktivitesine yakın tepkimeler gösterdiğinden suda çözünür P' dan daha fazlasını çözerler.
- **Toplam fosfor**, bitkiye yararlılık açısından önemli değildir
- **% 2' lik formik asitte çözünür fosfor**, doğrudan gübre olarak kullanılacak ham fosfatlardaki bitkiler tarafından alınabilir fosforu temsil eder.

Suda Çözünür P içeriği yüksek gübreler: gelişme dönemi **kısa olan** bitkilere kullanılmalıdır, bu gübreler **asit topraklar yerine nötr ve alkali topraklarda kullanılmalıdır**

Suda çözünür P içeriği düşük gübreler: gelişme **dönemi uzun ve çok yıllık** bitkilere kullanılmalı, bu gübreler **asit topraklarda kullanılmalıdır**

Fosforlu gübreler taneler halinde ve banda uygulamak suretiyle kök bölgesine verilerek alınmaz forma dönüşmeleri engellenebilir

DEĞİŞİK FOSFORLU GÜBRELER ve ÖZELLİKLERİ

Normal süperfosfat, NSP

- Gri, kahverengi renkte ve taneli yapıdadır
- Toz halinde ise depolama sırasında kesikleşir
- Eşit oranlarda monokalsiyum fosfat ve kalsiyum sülfat (jips) içerir
- Kullanılan ham fosfat ve asidin kalitesine göre değişmekle birlikte % 17-20 P_2O_5 içerir
- Bunun % 90' ı suda çözünebilir formdadır ve % 16 civarında da S içerir
- Taneli normal süperfosfatın uygulanması kolaydır
- Bir çok toprak ve bitki için uygun bir gübredir
- Sıra yanına banda uygulanarak gübre ile toprak teması azaltılırsa alınamaz forma dönüşmesi geciktirilmiş olur

Triple süperfosfat, TSP

- % 44-52 P_2O_5 içerir, hemen tamamı suda çözüdür formdadır
- Toz olanı kesikleşebilir, taneli olanı akıcı formdadır
- Az miktarda serbest fosforik asit içerebilir
- Kullanımı normal süperfosfata benzer fakat daha konsantredir ve daha as S içerir
- Çok besinli gübrelerin hazırlanmasında kullanılır

Dikalsiyum fosfat

- Gri toz halindedir ve % 35 P_2O_5 içerir, bu fosforun tamamı sitrik asitte çözünebilir formdadır
- Bu nedenle asit topraklarda ve uzun gelişme dönemine sahip bitkilerde kullanılmalıdır

Bazik slaj

- Bazik slaj, çelik endüstrisinin yan ürünüdür, % 8-18 P_2O_5 içerir. Asit topraklarda kullanılırsa aynı zamanda kireçleme materyali de katılmış olur. Çok yıllık bitkilere uygulanmalıdır.

Ham fosfat

- İnce öğütülmelidir
- Nötr karakterli bir materyaldir
- Fosfor içeriği % 29-37, Ca içeriği % 35-38' dır
- Kireçleme değeri yoktur
- Yavaş etkili fosforlu gübredir

Etkisi aşağıdaki koşullara bağlıdır;

- Fiziksel ve kimyasal özellikleri ile flor kapsamına
- Öğütme inceliğine; doğrudan ise kullanılacak % 90' ı < 100 mesh olmalıdır
- Toprak reaksiyonuna; pH' sı < 5.5 (asit topraklar) ile OM' si yüksek topraklarda yararlı
- Bitki çeşidine; en iyi yararlanan bitkiler sırasıyla şalgam, taş yoncası, hardal, çay, kauçuk, kahve bitkileridir. En az yararlananlar ise pamuk, çeltik, buğday, arpa ve patates bitkileridir.
- Uygulama yöntemine; toprakla temasını artırabilmek için serpmeye olarak ve ekimden önce verilmeli

Potasyumlu Gübreler

Doğal potasyum minerallerinin saflaştırılması yoluyla üretilir

DEĞİŞİK POTASYUMLU GÜBRELER ve ÖZELLİKLERİ

Potasyum klorür, KCl

- % 60 oranında K_2O içerir, saf KCl beyaz kristal tuzdur
- Suda tamamen çözünür
- K iyonları toprak kolloitleri tarafından tutulduğu için az yıkanır, Nötr karakterdedir, toprakta asitlik ya da alkalilik yaratmaz
- Tütün ve patates gibi Cl sevmeyen bitkiler dışındaki tüm bitkilerde kullanılabilir. Tamamı temel (taban) gübreleme olarak verilebilir. Bol yağış alan yerler ile kumlu topraklar ve çeltik bitkisine bölünerek verilmesi faydalı olur.

Potasyum Sülfat, K_2SO_4

- Beyaz kristal bir tuzdur, % 48-52 K_2O , % 18 S içerir
- Suda çözünebilir ve yıkanma ile kayıp riski azdır
- Tüm bitki ve topraklara uygulanabilecek iyi bir gübredir
- Tütün, patates, meyve ve sebzelerde kullanılabilir
- Klor birikiminin sorun olduğu tuzlu topraklar ile sera toprakları için uygun bir gübredir

Potasyum magnezyum sülfat, $K_2SO_4+MgSO_4$

- Potasyum ve magnezyumu sülfat formunda içeren K' lu bir gübredir
- Bu gübre %22-30 K_2O , % 10-19 MgO ve % 16-23 S içerir
- Asit ve Mg içeriği az olan topraklar ile patates, meyve, sebze ve orman ağaçları gibi Mg ihtiyacı yüksek bitkilere uygulanır

Çok besinli (kompoze) gübreler

Gübre saflığı ya da gübre tenörü: Besin maddelerinden N, P_2O_5 , K_2O ' in bulunması gerekli ve garanti edilen en az yüzde miktarlarını ifade eder. Örneğin: 100 kg 12-6-6 gübresi en az 12 kg N, 6 kg P_2O_5 ve 6 kg K_2O içerir veya içermelidir.

Gübre oranı ya da besin maddesi oranı: besinlerin bulunuş oranlarını ifade eder,
Örnek: 12-6-6 gübresinin besin oranı 2-1-1' dir.

Dolgu maddesi: Besin maddesi içermeyen kum ve kireç gibi materyallerdir, gübreyi belirli bir saflık derecesine ulaştırmak için kullanılırlar.

Düzenleyici: Gübrenin fiziksel özelliğini iyileştirmek için katılan materyaldir.

Kaplama: Toz ya da kil ile gübre tanelerinin yüzeylerinin kaplanırsa tanelerin nemden korunup, kesekleşmeleri önlenir.

Ortam: Çok besinli gübre hazırlamak için üretilmiş materyallerdir.

Kompoze Gübrelerin Avantajları

- Birden çok bitki besinini birarada içerdiğinden alınması, taşınması ve uygulanması kolay ve ucuzdur
- Uygulamada daha az zaman ve işgücü gerektirir
- Dengeli gübreleme sağlar, ürün artışı sağlar ve temel toprak verimliliğinin korunmasına yardımcı olur
- İçlerine mikro element katılarak mikro element gübrelemesi de yapılabilir

DEĞİŞİK KOMPOZE GÜBRELER ve ÖZELLİKLERİ

Monoamonyum fosfat, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, MAP

- % 52-55 P_2O_5 içerir, suda çözünebilir ve % 11-12 N içerir

Diamonyum fosfat, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, DAP

- % 18 N ve % 46 P_2O_5 içerir, suda çözünebilir

NPK kompoze gübreler

- Değişik oranlarda NPK içerir, bitki ve toprağa göre değişik tipte üretilebilir, iyi bir taban gübresidir, Ca, Mg, S içerecek şekilde formüle edilebilirler

Bileşik gübreler

- (karışık gübreler) Bileşik gübreler; tek veya çift besinli gübreler karıştırılarak ve yeniden granül hale getirilerek, iki ayrı gübre karıştırılarak (granül haldeki), toz halindeki gübreler karıştırılarak hazırlanabilirler. Bunlar karıştırıldıkları gübrelerin özelliklerini taşırlar.

Taneli kompoze gübreler

- Fabrikalarda N, P, K gübrelerinden üretilirler, bazen monoamonyum fosfat gibi iki besinli olabilirler.

Toz karışık gübreler

- Toz ve kristal gübrelerin karışımından oluşur.

Basit olarak 8-8-8 bileşiminde bir karışım şu şekilde hazırlanabilir.

Amonyum sülfat % 20.6 N	% 39
Normal süperfosfat % 16.5 P_2O_5	% 48
Potasyum klorür % 60 K_2O	<u>% 13</u>
	% 100

Dökme harmanlama

- Potasyum klorür, kalsiyum amonyum nitrat ve monoamonyum fosfat gibi gübreler ucuz bir şekilde elde edilebiliyorsa bunlar tekrar granül hale getirilmeye gerek kalmadan basit şekilde karıştırılıp, harmanlanarak ta kullanılabilir.

Sıvı karışık gübreler

- Berrak sıvı ve süspansiyon gübreler olarak iki tiptedir. Sıvı olanları suda çözüldüklerinde tortu bırakmayan ve çökelek oluşturmayan amonyum nitrat, üre, amonyum fosfat, fosforik asit ve potasyum klorürden hazırlanır. Süspansiyon gübreler kristalleşebilecek tuzları askıda tutan özel bir kil içerir.



Kalsiyumlu gübreler

- Doğrudan kalsiyum içeren gübreler üretilmemektedir. Kalsiyum,
- Süperfosfatta % 18-21
- Triple süperfosfatta % 12-14
- Kalsiyum nitrat gübresinde % 19 oranında bulunur.
- Yapraktan uygulanabilen Ca-EDTA gibi kleytlerde % 35 Ca içerirler
- Fosfat kayalarında % ~ 35 Ca bulunur
- CaCO_3 ve $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ pH düzenleyici olan Ca kaynaklarıdır.

Magnezyumlu gübreler

- Magnezyum, primer olarak gübrelerin bileşiminde yer alır
- Dolomit, Mg içeriği düşük asit topraklarda kullanılabilir.
- Potasyummagnezyumsülfat % 11 ve
- Magnezyum-sülfat % 9.8 Mg içerir.
- Magnezyumoksit % 55, magnezyumnitrat % 16, magnezyumklorür % 8-9 oranında Mg içerir Sentetik kleytler % 2-4 Mg içeren formülasyonlara sahiptir
- MgSO_4 , MgCl_2 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ve Mg kleytler yapraktan ve sıvı gübre olarak kullanılabilir

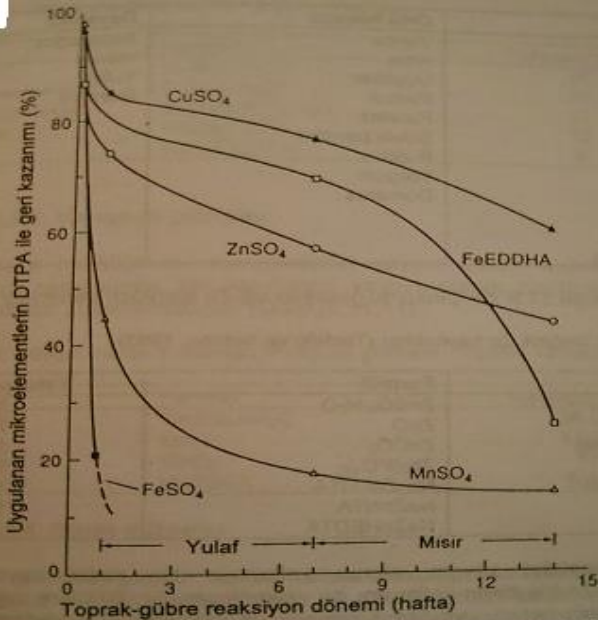
Demirli gübreler

Çizelge 11.6. Elverişili demiri düşük olan topraklarda bitkilerin Fe noksanlığına hassasiyetleri

Hassas	Orta hassas	Dayanıklı
Meyveler	Yonca	Patates
Narenciye	Arpa	Ş. Pancarı
Fasulye	Mısır	Buğday
Keten	Pamuk	
Sorgum	Bezelye	
Asma	Baklagiller	
Yerfıstığı	Yulaf	
Soya	Çeltik	
Sebzeler		

Çizelge 11.7. Bazı demirli gübreler

Kaynak	Formül	Yaklaşık Fe, %
Ferrosülfat	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	19
Ferrisülfat	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	23
Ferooksit	FeO	77
Ferrioksit	Fe_2O_3	69
Ferroamonyumfosfat	$\text{Fe}(\text{NH}_4)\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	29
Ferroamonyumsülfat	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	14
Demiramonyumpolifosfat	$\text{Fe}(\text{NH}_4)\text{HP}_2\text{O}_7$	22
Demirkleytler	NaFeEDTA	5-14
	NaFeHEDTA	5-9
	NaFeEDDHA	6
	NaFeDTPA	10



Şekil 11.1. Değişik mikroelement gübrelerinin zamana bağlı olarak DTPA ile geri kazanımları (Tisdale ve Nelson, 1993)

- %2' lik FeSO_4 çözeltisi $150-300 \text{ L ha}^{-1}$
- İki hafta aralıkla tekrarla

Çinkolu gübreler

Çizelge 11.8. Bitkilerin çinkoya hassasiyetleri

Hassas	Orta hassas	Dayanıklı
Meyveler	Yonca	Asparagus
Narenciye	Arpa	Havuç
Fasulye	Üçgüller	Yulaf
Keten	Pamuk	Bezelye
Sorgum	Patates	
Asma	Şeker pancarı	
Yerfıstığı	Buğday	
Soya	Sorgum	
Sebzeler	Domates	
Soğan		
Çeltik		
Şerbetci otu		

Çizelge 11.9. Değişik Zn kaynakları

Kaynak	Formül	Yaklaşık % Zn
Çinkosülfat	ZnSO ₄ .H ₂ O	35
Çinkooksit	ZnO	78
Çinkokarbonat	ZnCO ₃	52
Çinkofosfat	Zn ₃ (PO ₄) ₂	51
Çinko kleytler	Na ₂ ZnEDTA	14
	NaZnNTA	13
	NaZnHEDTA	9

Bitkilere uygulanacak Zn miktarı;

- 1) bitkinin çeşidi
- 2) uygulama zamanı ve
- 3) noksanlığın şiddetine bağlı olarak değişse de

(3-10 kg ha⁻¹ inorganik ve 0.5-2.0 kg ha⁻¹ Zn kleyt yeterli düzeyleridir.

- ◆ Killi ve tınlı topraklarda pek çok tarla bitkisi ve sebze için 10 kg ha⁻¹
- ◆ Kumlu topraklarda ise 3-5 kg ha⁻¹ yeterli düzeylerdir.
- ◆ Çinko noksanlığında asmalar için 20 kg ha⁻¹
- ◆ Meyve ağaçları için 100 kg ha⁻¹ önerilir.

Bakırlı gübreler

- İlaçların bünyesinde yer alır
- Topraktan ve yapraktan uygulanabilir (0.5-2.0 kg ha⁻¹)

Çizelge 11.10. Gübre olarak kullanılan bakırlı bileşikler

Kaynak	Formül	Yaklaşık % Cu
Bakır sülfat	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	25
Bakırsülfatmonohidrat	$\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	35
Bakıramonyumfosfat	$\text{Cu}(\text{NH}_4)\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	32
Bakır kleytler	Na_2CuEDTA	13
	NaCuHEDTA	9

Manganlı gübreler

Çizelge 11.11. Yaygın olarak kullanılan Manganlı gübreler

Kaynak	Formül	Yaklaşık % Mn
Mangan sülfat	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	26-28
Manganoksit	MnO	41-68
Manganklorür	MnCl_2	17
Mangan kleytler	MnEDTA	5-12

Borlu gübreler

Çizelge 11.12. Bazı bitkilerin B noksanlığına hassasiyetleri

Hassas	Orta hassas	Dayanıklı
Yonca	Elma	Asparagus
Karnabahar	Brokkoli	Arpa
Kereviz	Lahana	Buğday
Şekerpancarı	Havuç	Yulaf
Turp	Ispanak	Hıyar
Şalgam	Domates	Bezelye
Yerfıstığı	Pamuk	Patates
		Soğan

Çizelge 11.13. Borlu gübreler ve bileşimleri

Kaynak	Formül	Yaklaşık % B
Boraks	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	11
Borikasit	H_3BO_3	17
Sodyumpentoborat	$\text{Na}_2\text{B}_{10}\text{O}_{16} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	18
Sodyumtetraborat	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	14-15
Solubor	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{B}_{10}\text{O}_{16} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	20-21

- Borlu gübreler için önerilen doz genel olarak 0.5-3 kg ha⁻¹ dır.

Bu düzeyler

- bitki çeşidi
- toprak özellikleri
- uygulama şekline göre değişir

sebzelerde;

- serperek uygulama için 0.5-3.0 kg ha⁻¹,
- banda 0.5-1.0 kg ha⁻¹ ve
- yapraktan uygulama için 0.1-0.5 kg ha⁻¹ yeterlidir
- **!!! Toksisitesine dikkat edilmelidir**

Gübre uygulamasına ürün ve kalite olarak bitkinin responsu

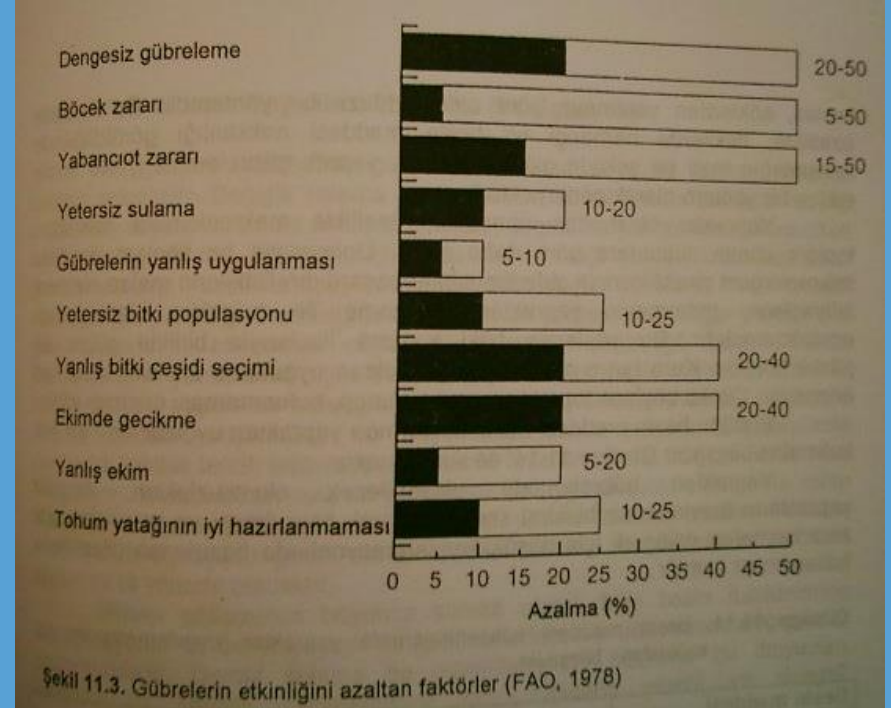
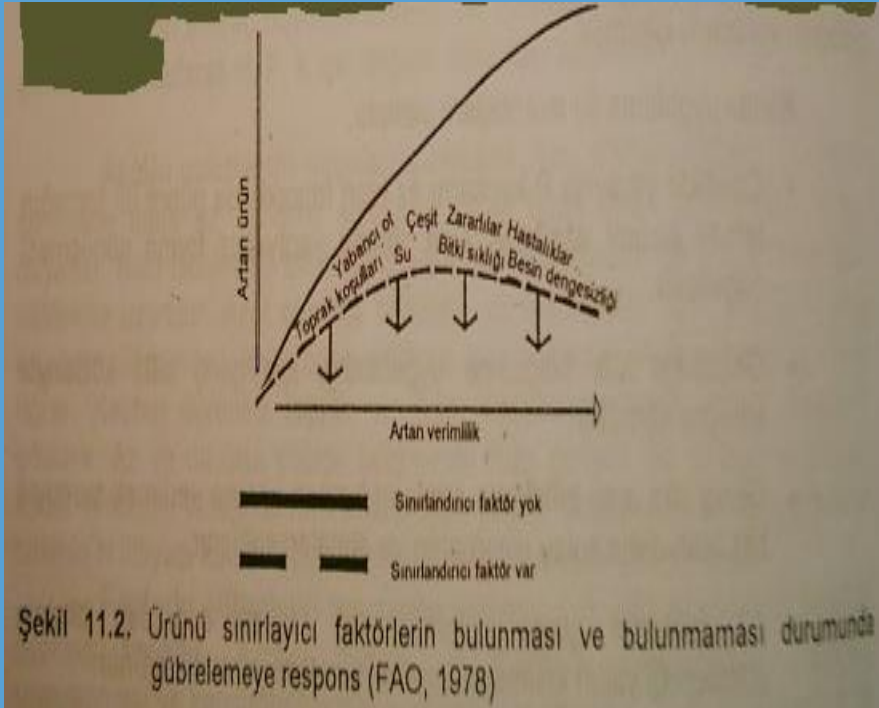
► İklim (kontrolü zor)
bilgi

► Toprak (kontrolü zor)

► Teknik

Kontrol edilebilir faktörler;

- gübrelerin dengeli
- uygun zamanda
- uygun yere verilmesi
- sulama
- ilaçlama gibi faktörlerdir.



Yaprak Gübrelmesi

Çizelge 11.14. Besin maddesi noksanlıklarında yapraktan uygulamada kullanılan bileşikler.

Besin maddesi	Bileşigi
Azot	Potasyum nitrat, amonyum nitrat, üre
Fosfor	Potasyum dihidrojen fosfat
Potasyum	Potasyum nitrat
Magnezyum	Magnezyum nitrat, magnezyum sülfat
Kalsiyum	Kalsiyum nitrat
Kükürt	Amonyum sülfat, sülfirik asit
Demir	Demir sülfat, demir kleytler
Mangan	Mangan sülfat
Bor	Boraks, borik asit
Bakır	Bakır sülfat
Çinko	Çinko sülfat
Molibden	Sodyum molibdat, amonyum molibdat

Sulama Suyu ile Gübreleme (Fertigasyon)

Fertigasyon gübrelerin sulama suyu ile birlikte verilmesidir.

- örtüaltı yetiştiricilikte ve meyvecilikte yaygın bir şekilde tercih edilir.
- Bu yöntemle gübreleme bitkilerin ihtiyaçlarını kontrollü olarak sağlar
- Bitkiler yeterli ve dengeli beslenirler
- sulama periyodlarına göre haftada bir defa ve hatta günlük uygulanabilir
- N,P,K+ ME uygun oranlarda ve miktarlarda bir arada uygulanabilir

Kullanılacak gübrelerin;

- Çözünürlükleri
- Karışabilirlikleri
- Cl yerine SO₄ içerenleri tercih edilmeli
- Mikro besinlerin **KLEYT** formları tercih edilmeli
- Çözünürlüğü kolay P kaynakları kullanılmalı

•Çizelge 11.15. Fertigasyonda kullanılan gübre kaynaklarının çözünürlükleri

Gübreler	20°C' de ve 100 L' de çözünen miktar (kg)	Çözünme süresi (dak)	Çözünmeden sonra çözeltilinin pH' ı	Çözünmeyen miktar (%)
Üre	105	20 ^(a)	9.5	yok
Amonyum nitrat	195	20 ^(a)	5.62	yok
Amonyum sülfat	43	15	4.5	0.5
Mono amonyum fosfat (MAP)	40	20	4.5	11
Diamonyum fosfat (DAP)	60	20	7.6	15
Potasyum klorür	34	5	7-9	0.5
Potasyum sülfat	11	5	8.5-9.5	0.4-4
Potasyum nitrat	31	3	10.8	0.1

(a) Çözeltilinin sıcaklığı 0°C ye kadar düşer bu da üre ile beraber çözülmeye çalışan diğer gübrelerin çözünürlüğünü azaltır.

•Çizelge 11.16. Gübrelerin birbirleriyle karıştırılabilirlik durumları

Gübre	Üre	AN	AS	KN	MAP	MKP	PN	PS	MS	FA
Üre		+	+	+	+	+	+	+	+	+
Amonyum nitrat (AN)	+		+	+	+	+	+	+	+	+
Amonyum sülfat (AS)	+	+		-	+	+	-	+	+	+
Kalsiyum nitrat (KN)	+	+	-		X	X	+	-	+	X
Mono amon fosfat (MAP)	+	+	+	X		+	+	+	-	+
Mono pot fosfat (MKP)	+	+	+	X	+		+	+	-	+
Potasyum nitrat (PN)	+	+	-	+	+	+		+	+	+
Potasyum sülfat(PS)	+	+	+	-	+	+	+		+	+
Magnezyum sülfat (MS)	+	+	-	-	-	-	+	+		+
Fosforik asit (FA)	+	+	+	X	+	+	+	+	+	

+ Karışır, - Kısmen karışır, x Karışmaz

Fertigasyon yöntemleri

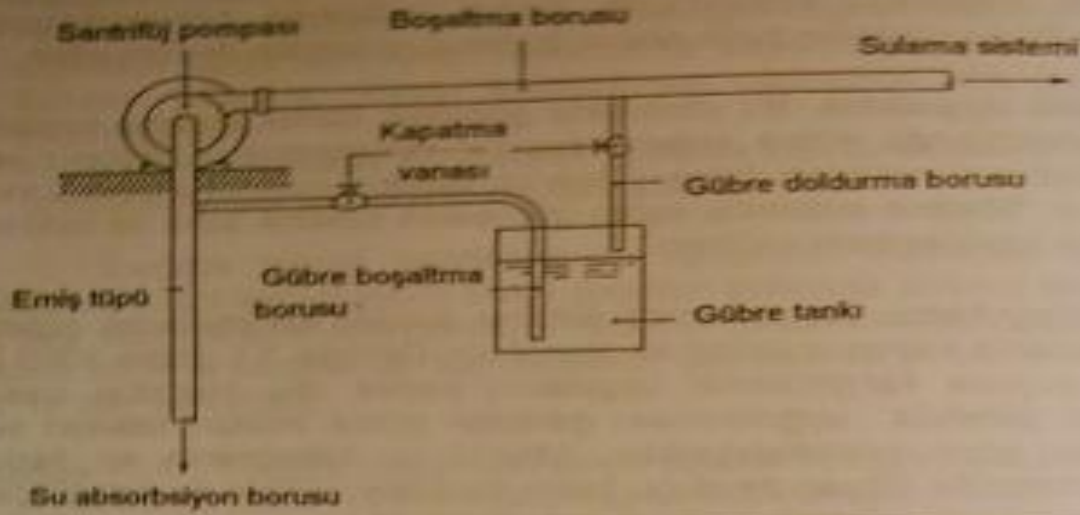
1. Sürekli uygulama Gübre sulama başlangıcından bitişine kadar sabit oranda sulama suyuna karıştırılarak uygulanır (enjekte edilir).

2. Üç aşamalı sulama Toprak ıslanana kadar sulama yapılır sonra gübre sulama suyuna karıştırılmaya başlanır ve sulama tamamlanmadan önce gübrenin sulama suyuna enjeksiyonu durdurulur.

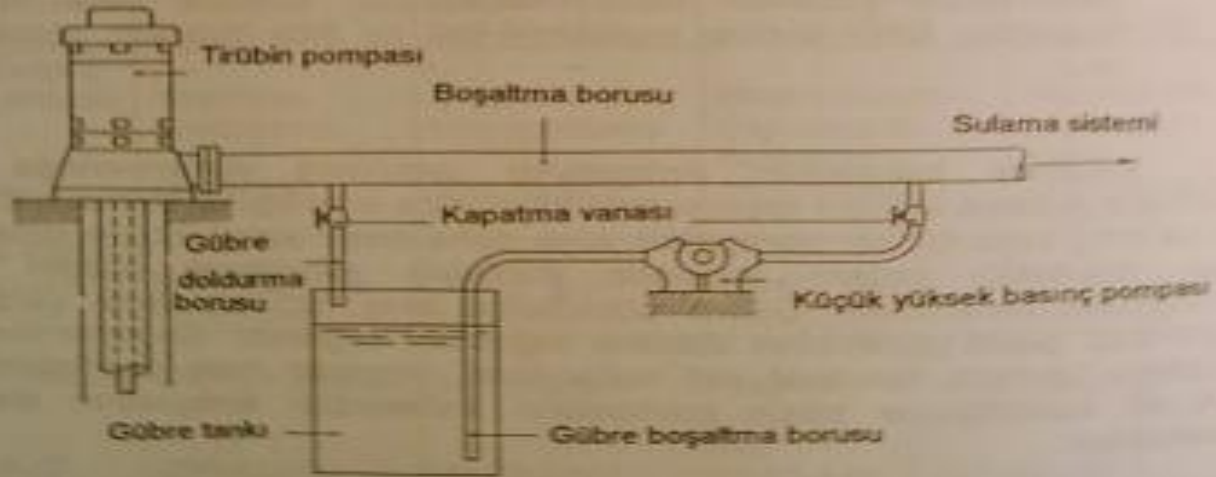
3. Oransal uygulama Sulama suyunun karıştırılacak gübre miktarı sulama suyunun debisi arasında orantı kurulur (1 L gübre/1000 L su) uygulanması gereken gübre miktarı bitkinin su tüketimine göre ayarlandığından, bitkinin su tüketiminin en fazla olduğu dönemde ihtiyaç duyduğu besin maddesi miktarı da arttığı için bu ihtiyaç gerçek anlamda karşılanmış olmaktadır.

4. Kalitatif uygulama Bu uygulamada her bir sulama bloğu için gerekli olan besin çözeltisi miktarı hesaplanır, böylece besin maddesi ihtiyaçları farklı olması muhtemel her bir blok ayrı ayrı gübrelenmiş olur.

SANTRİFÜJ POMPALI MODEL



TİRÜBİN POMPALI MODEL



Şekil 11.4. Fertigasyon sistemlerinin şematik görünümü

Fertigasyonun uygulanması

Fertigasyonun etkinliği sulama sisteminin etkinliğine bağlıdır.
Sulama sisteminde gubre konsantrasyonu 5 g l⁻¹ den fazla olmamalıdır.
Aşağıdaki eşitlikten **maksimum enjeksiyon oranını** belirlemek mümkündür.

Maksimum enjeksiyon oranı= (5 x Q x L)/(F x 60)

Burada; Q=Pompadan çıkan suyun debisi (L s-1)

L= Gubre tankının hacmi (L)

F= Gubre tankındaki gübrenin miktarı (g)

Fertigasyondan beklenen faydayı sağlayabilmek için

bitkilerin günlük su tüketimlerini
besin maddesi tüketimlerini
yetiştirildikleri ortamın özelliklerini dikkate almak gereklidir.

Bitkilerin besin maddesi tüketimleri:

- bitkinin cinsi
- çeşidi
- beklenen ürün
- bitki popülasyonu
- gelişme dönemi ve
- iklim faktörlerine büyük ölçüde bağlıdır.

Fertigasyonun uygulandığı ortamların;

- Tamponluk özellikleri (pH ve EC deđişimlerine direnç)
- Fiksasyon güçleri BBM' nin yayışlılığı açısından önemlidir

Azot kaynakları ve oranları;

- sulama suyu (pH < 7.5 olmalı)
- toprak (pH x iz element yayışlılığı!!!!)
- yetiştirme ortamının pH' sını etkiler

K/NO₃- oranı eşit olursa ortam pH' sında değişimler çok az olur

Fertigasyonda sulama planı:

Sulama için günlük su tüketimi (evapotranspirasyon, ET_{bitki}) mm gün-1
Açık su yüzeyinden buharlaşma ile kaybolan su miktarı ET_0
Evapotranspirasyon katsayısı (K_{bitki}) ile şu formüle göre belirlenir.

$$ET_{bitki} = K_{bitki} \times ET_0$$

•Çizelge 11.18. Bitkilerin değişik gelişim dönemlerinde evapotranspirasyon katsayıları (K_{bitki})

Bitki	Dikim	Vejetatif dönem	Meyve tutumu	Olgunluk	Hasat	Tüm gelişim dönemi
T. Fasulye	0.30-0.40	0.65-0.75	0.95-1.05	0.90-0.95	0.85-0.95	0.85-0.90
Lahana	0.40-0.50	0.70-0.80	0.95-1.10	0.90-0.95	0.80-0.95	0.70-0.80
K. soğan	0.40-0.60	0.70-0.80	0.95-1.10	0.85-0.90	0.75-0.95	0.80-0.90
T. soğan	0.40-0.60	0.60-0.75	0.95-1.05	0.95-1.05	0.95-1.05	0.65-0.80
Biber	0.40-0.50	0.60-0.75	0.95-1.20	1.00-1.15	0.95-1.10	0.70-0.80
Domates	0.40-0.50	0.70-0.80	1.05-1.25	0.80-0.95	0.60-0.65	0.75-0.90
Karpuz	0.40-0.50	0.70-0.80	0.95-1.05	0.80-0.95	0.65-0.75	0.75-0.85

Fertigasyonda yetiştirme ortamına uygulanan su yer çekimi ile hareket ederken suyun dağılmasındaki homojenliğe bağlı olarak gübre de homojen bir şekilde dağılmaktadır. Suyu birlikte verilen gübre çözeltisinin toprakta köklerin yoğun bulunduğu derinliğe ulaşabilmesi (infiltrasyon) için geçen süre toprak tekstürüne bağlı olarak değişiklik gösterir.

İnorganik Gübrelerin Tuz İndeksleri

Çizelge 11.19. Gübrelerin toprak tuzluluğuna etkisi

Gübreler	Besin mad. içeriği	Tuz indeksi*	Toplam besin**	Oransal tuzluluk***
Sodyum nitrat	16.5 N	100	16.5	100
Amonyum nitrat	35 N	104.7	35.0	49.4
Amonyum sülfat	21 N	69.0	21.0	53.7
Amonyak çözeltisi	82 N	47.1	82.0	9.4
Kalsiyum nitrat	11.9 N, 17 Ca	52.5	28.8	30.1
Üre	46 N	75.4	46.0	26.7
Diamonyum fosfat	21 N, 23 P	34.2	44	12.7
Monoamonyum fosfat	12 N, 27 P	29.9	39	12.7
Süperfosfat	7.8 P	7.8	7.8	16.5
Triple süperfosfat	19.6 P	10.1	19.6	8.5
Potasyum klorür	49.8 K	116.3	49.8	38.5
Potasyum nitrat	13 N, 38 K	73.6	51	23.6
Potasyum sülfat	45 K	46.1	45	17.0
Kalsiyum karbonat	40 Ca	4.7	40	1.90
Kalsiyum sülfat	23 Ca	8.1	23	5.80
Magnezyum oksit	60 Mg	1.7	60	0.50
Magnezyum sülfat	16 Mg	44	16	44.5

* Tuz indeksi eşit ağırlıkta gübrenin ozmotik basınçta oluşturduğu artıştan hesap edilmiştir.

** Toplam besin N, P, K, Ca, Mg toplamı olarak verilmiştir. Örneğin monoamonyum fosfatta $12N+27P=39$ olurken, süperfosfat=7.8 olmuştur. Süperfosfattaki Ca bitkiye Ca kaynağı olarak düşünülmez.

*** Oransal tuzluluk birim bitki besininin ozmotik basınçta oluşturduğu artıştan hesap edilmiştir.

İnorganik Gübrelerin Mikroelement İçerikleri

Çizelge 11.20. İnorganik gübrelerin mikroelement içerikleri (mg kg⁻¹)

Gübreler	B	Cu	Mn	Mo	Zn
Amonyum sülfat	0.2-25	0-20	Eser-80	Eser-0.2	0-100
Amonyum nitrat	0.4-2.0	Eser-1.0	<5	0.1-0.3	1-5
Üre	0-10	0-4	1-10	-	0-50
Kalsiyum nitrat	Eser-90	1-20	1-10	-	<1.0
Sodyum nitrat	50-300	1-25	<1	0.1	1-10
Süperfosfat	3-15	10-60	10-200	Eser-10	70-500
Triple süperfosfat	Eser-200	30-200	0-200	3-20	0-100
Monoamonyum fosfat	10-100	10-100	30-200	2-10	30-200
Fosforik asit	<6	15-100	40-2000	100	1-300
Bazik slaj	20-1000	10-60	1000-50000	Eser-10	3-30
Ham fosfat	<50	1-30	10-200	Eser-20	5-300
Potasyum nitrat	1-2	Eser-30	Eser-8	-	<8
Potasyum sülfat	<30	1-10	Eser-50	0.1-0.3	0-6
Potasyum klorür	0-150	0-10	Eser-8	Eser-0.2	<3
Kalsiyum karbonat	<0.3	0-50	-	-	3-30

Çizelge 11.16. İnorganik gübrelerin çözünürlükleri (g 100 cm⁻³ su)

Gübreler	Soğuk su	Kaynar su
Amonyum nitrat	118.3 (0)	871.0 (100)*
Amonyum sülfat	70.6 (0)	103.8 (100)
Kalsiyum nitrat	102.5 (0)	376.0 (100)
Üre	78.0	173.2 (100)
Monoamonyum fosfat	22.7 (0)	106.0 (70)
Diamonyum fosfat	57.5 (0)	156.0 (100)
Potasyum karbonat	112.0 (20)	56.7 (100)
Potasyum klorür	34.7 (20)	247.0 (100)
Potasyum nitrat	13.3 (0)	24.0 (100)
Potasyum sülfat	12.0 (25)	73.8 (100)
Potasyum ortofosfat	90.0 (20)	14.2 (55)
Monopotasyum fosfat	167 (20)	203.3 (100)
Magnezyum sülfat	26 (0)	111.2 (54)
Sodyum borat (Boraks)	1.6 (10)	48.6 (50)
Bakır sülfat	31.6 (0)	115.5 (100)
Mangan sülfat	105.3 (0)	
Demir sülfat	15.6	
Sodyum molibdat	56.2 (0)	

* Parantez içindeki rakamlar gübrelerin çözüldükleri sıcaklıkları (°C) göstermektedir

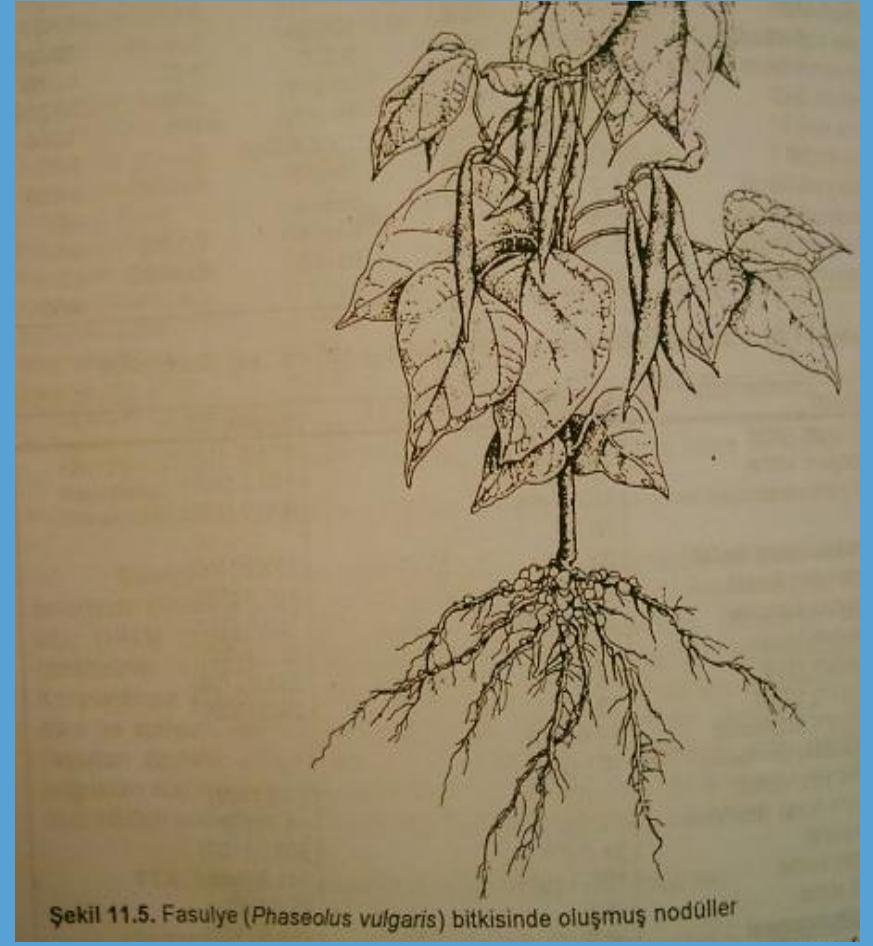
Mikrobiyolojik Gübreleme ve Uygulama Yöntemleri

- Mikrobiyolojik gübreleme, bazı mikroorganizmaların topraklara veya tohumlara aşılınmaları yoluyla dolaylı olarak bitkilerin özellikle azot olmak üzere bazı besin maddesi ihtiyaçlarının karşılanmasıdır.
- Pek çok toprakta azot fikse eden nodül bakterilerinin sayısı veya kalitesi yeterli olmamaktadır. Bu koşullarda toprak veya tohumun etkinliği yüksek olan rizobium kültürleriyle aşılınması gereklidir.

Kaliteli bir inokülant aşağıdaki özellikleri taşımalıdır:

- N fikse etme yeteneği iyi olmalıdır. Tek çeşit rizobium inokülantları daha etkili olmaktadır.
- İnokülantların canlılığı yüksek (>1 milyon tohum/10 000 canlı rizobium) olmalıdır
- Taşıyıcı ortamlar ambalaj paketinde rizobiumları korumalıdır.
- İnokülantlar, rizobiumlar haricindeki bakterileri içermemelidir.
- Ambalajlar rizobiumları canlı tutacak şekilde gaz alışverişini sağlamalı ve kurumayı önlemelidir
- Ambalajda kullanma kılavuzu bulunmalı ve kullanılacağı baklagil belirtilmelidir.
- Ambalajın saklanma şekli ve son kullanma tarihi ile üretici firmanın adı ve adresi belirtilmelidir.

İnokülantlar, tohum ve toprak uygulaması şeklinde iki tip hazırlanırlar.



Şekil 11.5. Fasulye (*Phaseolus vulgaris*) bitkisinde oluşmuş nodüller

Çizelge 11.22. İnokülasyon denemesinin yorumlanması

Sonuç	Açıklama
İnokülasyon yapılmamış uygulama	
1. Nodül yok. Bitkiler sarı .	Doğal rizobiumlar bitkinin azot ihtiyacını karşılayamamış .
2. Kök sisteminde çok sayıda küçük nodül. Bitkiler sarı .	Doğal rizobiumlar N fiksasyonu bakımından etkisiz .
3. Nodül yok. Bitkiler yeşil .	Toprakta yüksek mineral N. Doğal rizobiumlar nodül oluşturamamış .
4. Küçük nodüller. Bitkiler koyu yeşil .	Toprakta yüksek mineral N. Doğal rizobiumlar etkili veya etkisiz .
5. Fazla sayıda iri nodül. Bitkiler koyu yeşil .	Doğal rizobiumlar etkili . İnokülasyona gerek yok .
İnokülasyon yapılmış uygulama	
6. Azot uygulanmış-Nodüller küçük. Bitkiler yeşil .	Rizobiumlar etkili. Azot uygulamasından dolayı nodüller aktif değil .
7. Nodül yok. Bitkiler yeşil .	Uygun olmayan inokülant veya inokülanttaki rizobiumlar cansız .
8. Küçük nodüller ve bitkiler koyu yeşil renkli.	Toprakta yüksek düzeyde azot, nodüller aktif değil .
9. Nodüller iri, içleri kırmızı. Bitkiler koyu yeşil renkli.	Doğal rizobiumlar etkisiz, inokülant oldukça etkili .
10. İnokülasyon+azot uygulaması- Bitkiler sadece inokülasyon uygulamasına göre daha büyük ve yeşil . Nodüller küçük veya çok iri değil.	Rizobium yetersiz, daha etkili aşılama gerekli.
11. İlave P ve K uygulamasında yetiştirilen, gübrelenmemiş ve inoküle edilmiş bitkilerden daha iyi gelişmiş bitkiler.	Toprakta azot fiksasyonu için P ve K yetersiz .

İnokülasyon yöntemleri

- Tohum aşılama (4-6g/1 kg tohum) (su ve şeker)
- Toprak aşılama (0.28-0.42 kg ha⁻¹)

Çizelge 11.23. Değişik baklagil tohumlarının aşılamalarında kullanılması gereken inokülant ve su miktarı

Baklagil Çeşitleri	1 kg tohum adedi	İnokülant (g 25 kg ⁻¹ tohum)	Su (ml 25 kg ⁻¹ tohum)	İnokülant çözeltisi (ml 25 kg ⁻¹ tohum)
<i>Trifolium repens</i>	2000000	110	625	750
<i>Medicago sativa</i>	500000	110	550	650
<i>Coronilla varia</i>	250000	110	550	650
<i>Vigna radiata</i>	25000	110	500	550
<i>Vigna unguiculata</i>	10000	110	375	437
<i>Glycine max</i>	5000	110	250	287
<i>Cicer arietinum</i>	2000	110	250	287
<i>Vicia faba</i>	1250	110	175	200

- Rizobiumları asit koşullardan korumak için aşılandıktan sonra kireç ile kaplanmalıdır.

Toprak aşılmasının tercih edileceği durumlar;

- toksik özellikte olan ilaçlar ile kaplanmışsa,
- ekim işlemi sıcak ve kurak dönemlerde yapılıyorsa
- topraklarda etkin olmayan rizobium populasyonları baskın ise

Rizobiumlara toksik oldukları bilinen fungusitler

- Captan N-trichloromethylthio-4-cyclohexene-1, 2-dicarboximide
 - Carboxin 5, 6 dihydro-2-methyl-N-phenyl-1,4 oxathiin-3-carboxamide
 - Chloranil 2, 3, 5, 6 tetrachloro-1,4 benzoquinone
 - PCNB pentachloronitrobenzene
 - Thiabendazole "Tecto" 2-(4' thiazolyl)-benzimidazole
 - Thiram tetramethyl-thiuram-disulphide
- İnsektisitler ve herbisitler doğrudan tohuma uygulanmadıkları için fungusitlere göre olumsuz etkileri genel olarak daha azdır.