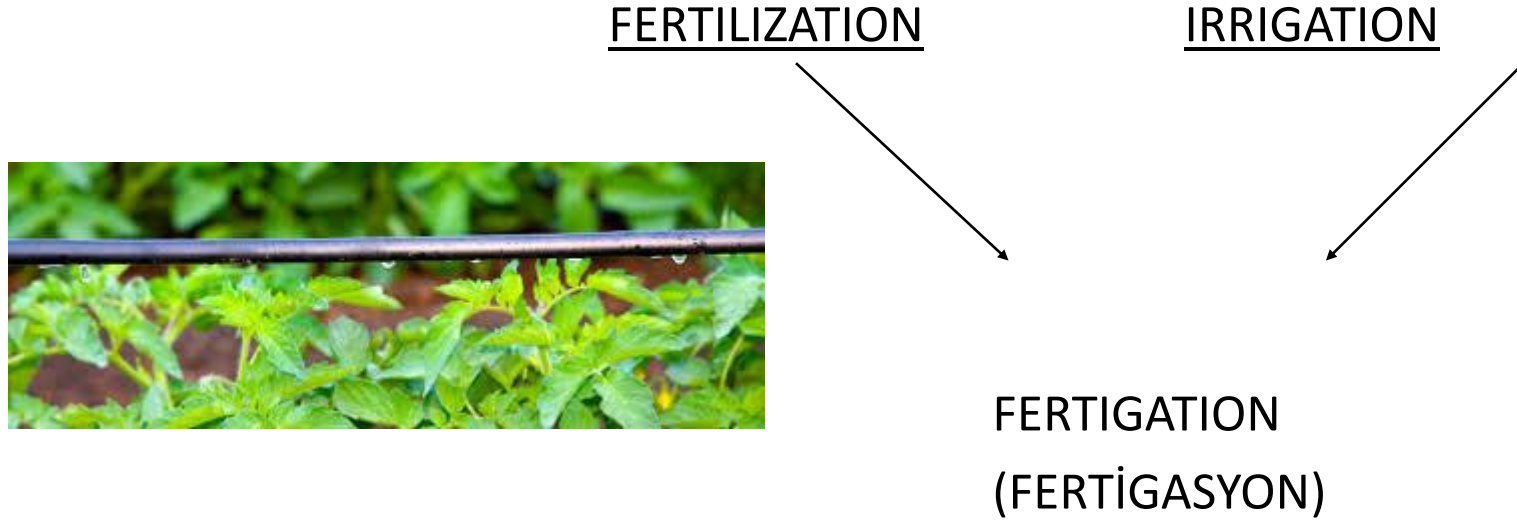


Sulama Suyuyla Gübreleme (Fertigasyon)

Suda kolaylıkla ÇÖZÜNEBİLEN GÜBRELERİN sulama suyuyla bitkilere verilme yöntemidir



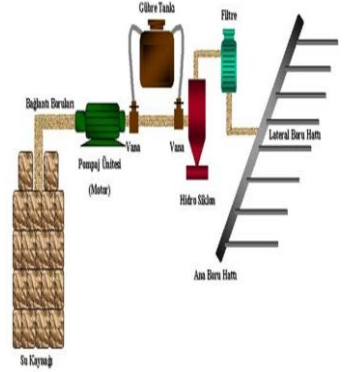
Sulama ile gübreleme anlamına gelen fertigasyon bütün sulama yöntemleri ile gerçekleştirilebilecek bir işlem olmasına rağmen damla sulamanın son yıllarda KABUL GÖREN bir sulama yöntemi olmasından dolayı fertigasyon DAMLA SULAMA ile gübreleme olarak anılmaktadır

Damla sulama ile gübreleme bütünüyle bitkilerin su tüketimine bağlı bir uygulamadır

Bu gübreleme ile bitkilerin hem su ihtiyaçları hem de besin maddesi gereksinimleri **yeterli** ve **dengeli olarak** haftalık hatta günlük karşılanabilmektedir

Damla sulama ile gübrelemeyle makro (N, P, K vb) ve mikro (Fe, Zn, Mn vb) elementleri bir arada uygulama imkanı vardır

Ancak bu yöntemde dikkat edilecek **EN ÖNEMLİ NOKTA KULLANILACAK GÜBRELERİN TAMAMEN SUDA ÇÖZÜNÜR ÖZELLİKTE OLMASIDIR**



Ayrıca bazı besin maddelerinin KİMYASAL TUZLARI suda tamamen çözünmelerine karşın sistem içerisindeki DİĞER BESİN MADDELERİYLE ya da SULAMA SUYUNDA YÜKSEK MİKTARLARDA BULUNABİLEN KALSİYUM ve MAGNEZYUM ile reaksiyona girerek ÇÖKELTİ oluşturabilir

Damla sulama ile gübrelemede mikro element gübreleri kullanılırken bu besin maddelerini (özellikle Fe ve Zn) kleytli bileşikler şeklinde içerenler tercih edilmelidir

Fosforlu gübre kaynağı olarak çözünürlüğü düşük ve kalıntı bırakan DAP ve TSP gibi gübreler yerine MAP ve Fosforik asit tercih edilmelidir

Fertigasyonda azot kaynağı olarak amonyum nitrat, amonyum sülfat ve üre gübreleri kullanılabilir

Bu yöntemle gübrelemede yine çözünürlüğü yüksek potasyum nitrat ideal bir potasyum kaynağıdır



Damla sulama ile gübreleme sadece açık arazide ve toprakta yetiştirilen bitkilerde değil aynı zamanda örtü altında topraklı ve topraksız sebze yetiştiriciliğinde de yaygın biçimde kullanılmaya başlamıştır

ÖZELLİKLE TOPRAKSIZ ORTAMLARDA KULLANILAN MATERYALLER (kum, perlit, kaya yünü torf vb) BİTKİLERİN KULLANABİLECEĞİ BESİN MADDELERİNİ ÇOK AZ veya HİÇ İÇERMEDİKLERİNDEN bu tür yetiştiricilikte bitkilerin gereksinim duyduğu besinlerin tamamını GÜBRELERLE vermek zorunludur

Böyle koşullarda besin maddelerinin ideal oranlarda kullanılmaması BESİN MADDELERİ ARASINDA ETKİLEŞİME (interaksiyon) YOL AÇABİLMEKTEDİR

Ayrıca bu tür ortamlarda TAMPONLUK ÖZELLİĞİ topraklarda olduğu kadar yüksek olmaması nedeniyle yanlış hazırlanan gübre karışımları ANİ pH DEĞİŞİMLERİ, TUZLULUK ve TOKSİDİTE gibi olumsuzluklar yaratabilmektedir

Damla Sulamayla Gübrelemenin Olumlu Yanları

- Gübreleme bitkinin gereksinim duyduğu dönemde ve miktarda kontrollü bir Şekilde yapılarak yeterli ve dengeli beslenmeye olanak sağlar
- Gübreler su ile birlikte sadece köklere verilerek kökün olmadığı yerlere gereksiz gübre verilmemiŐ olur
- Gübreleme bitkilerin geliŐmesi boyunca sürekli yapıldığından yıkanma ile besin maddesi kayıpları en alt düzeyde olur ve bu sayede gübreden tasarruf sağlanır
- Daha az iŐçilik ve zaman gerektirir

Damla Sulamayla gübrelemenin Olumsuz yanları

- Kuruluş ve bakım giderleri yüksektir
- Geleneksel gübreleme yöntemlerine göre daha fazla bilgi gerektirir
- Özellikle tuzlu alanlarda ve tuzlu sulama suyu kullanıldığında yıkanma olmadığından tuzların kök bölgesinde birikmesi
- Kullanılan gübrelerin özel ve pahalı olması

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

•Çizelge 11.16. Gübrelerin birbirleriyle karıştırılabilirlik durumları

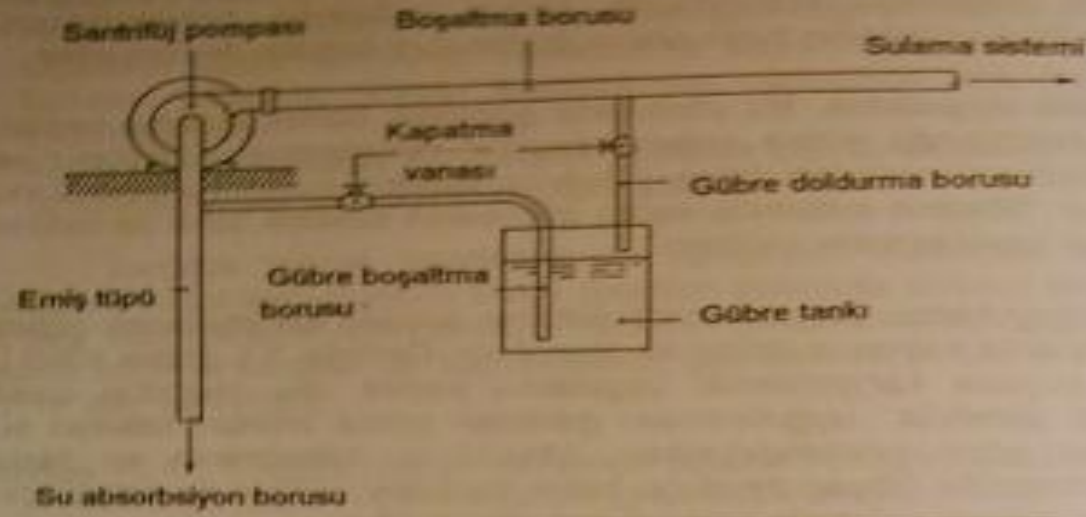
Gübre	Üre	AN	AS	KN	MAP	MKP	PN	PS	MS	FA
Üre		+	+	+	+	+	+	+	+	+
Amonyum nitrat (AN)	+		+	+	+	+	+	+	+	+
Amonyum sülfat (AS)	+	+		-	+	+	-	+	+	+
Kalsiyum nitrat (KN)	+	+	-		x	x	+	-	+	x
Mono amon fosfat (MAP)	+	+	+	x		+	+	+	-	+
Mono pot fosfat (MKP)	+	+	+	x	+		+	+	-	+
Potasyum nitrat (PN)	+	+	-	+	+	+		+	+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

+ Karışır, - Kısmen karışır, x Karışmaz

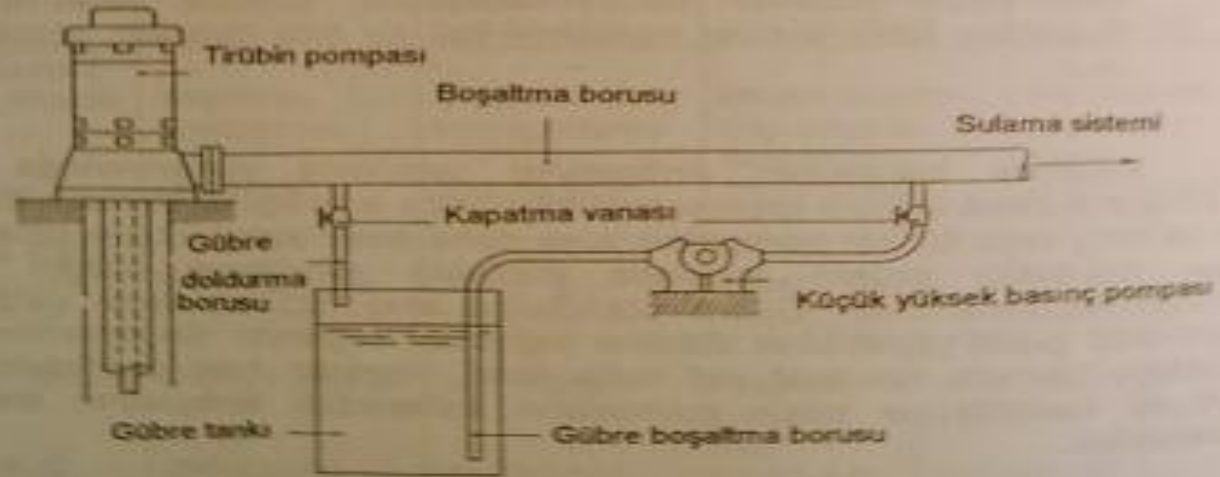
Fertigasyon yöntemleri

- **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 gübre 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= Gübre tankının hacmi (L)

F= Gübre 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
- bitki popülasyonu
- iklim faktörlerine büyük ölçüde bağlıdır.
- eşidi
- gelişme dönemi ve
- beklenen rn

Fertigasyonun uygulandığı ortamların;

- Tamponluk zellikleri (pH ve EC değişimlerine direnç)
- Fiksasyon gleri BBM' nin yarayışlılığı açısından önemlidir

Azot kaynakları ve oranları;

- sulama suyu (pH< 7.5 olmalı)
- toprak (pH x iz element yarayışlılığı!!!!)
- yetişme 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, ETbitki) mm gün-1

Açık su yüzeyinden buharlaşma ile kaybolan su miktarı ET0

Evapotranspirasyon katsayısı (Kbitki) 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 dağılımındaki homojenliğe bağlı olarak gübre de homojen bir şekilde dağılmaktadır. Suyula 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

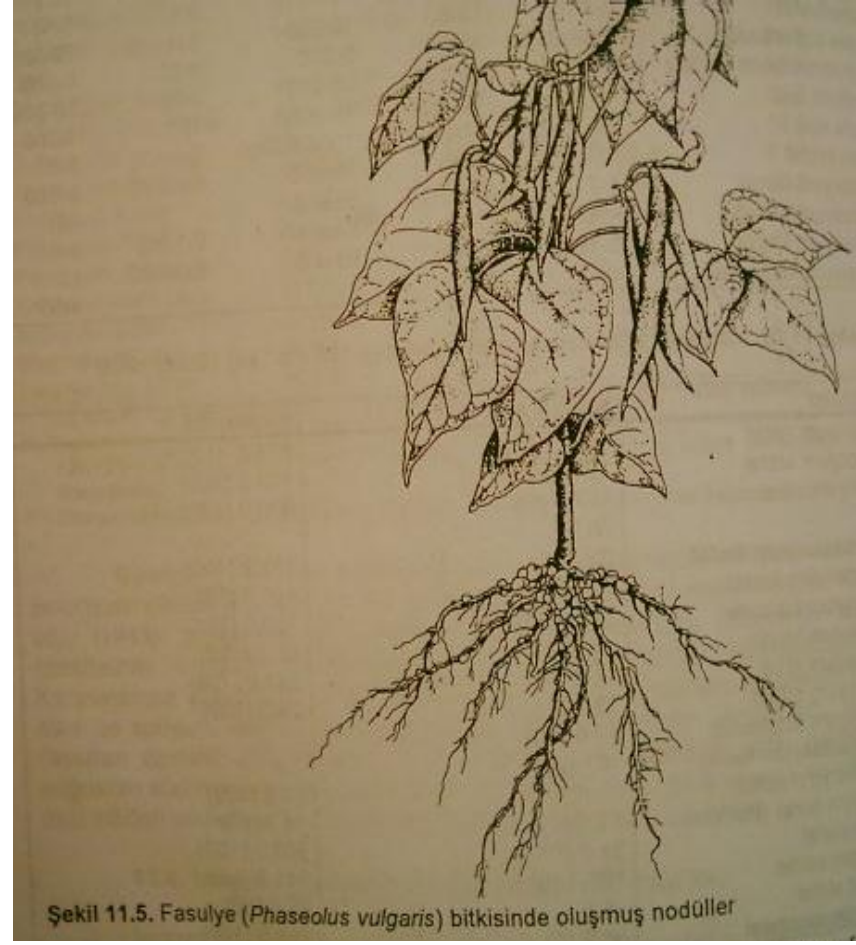
Mikrobiyolojik Gübreleme ve Uygulama Yöntemleri

- 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.



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.

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

Toprak aşılanmasının tercih edileceği durumlar;

- toksik özellikte olan ilaçlar ile kaplanmışsa,
- ekim işleminin sıcak ve kurak dönemlerde yapıyorsa
- topraklarda etkin olmayan rizobium popülasyonları 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 tohumla uygulanmadıkları için fungusitlere göre olumsuz etkileri genel olarak daha azdır.

Sonuçta

☺Gübrelemeden beklenen faydayı elde etmek için,

☺ne kadar gübreyi

☺ne zamanda ve

☺ne miktarda uygulamalıyım

sorusuna en iyi cevap alındığı koşulları oluşturmak gerekir.

Ayrıca,

Gübre-verim ilişkisi iyi kurulmalı ve ekonomik analiz mutlaka yapılmalıdır.

- 😊Gübrelerin toprağa uygulama yöntemlerinin saptanmasında
- 😊tarımı yapılan bitki ve
- 😊toprak özellikleri yanında
- 😊gübredeki besin elementlerinin özellikleri ve
- 😊gerekli olan aletlere sahip olma durumu belirleyici etki yapmaktadır.