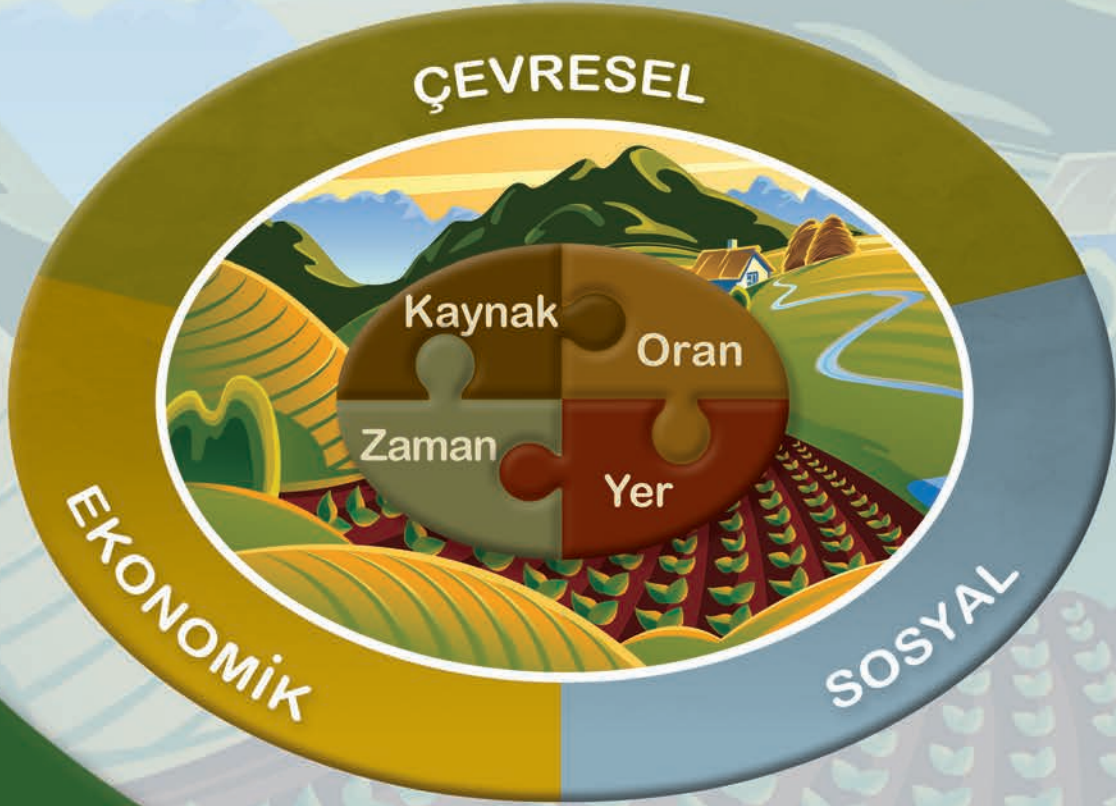


4D BİTKİ BESLEME

Bitki Besleme Yönetimini İyileştirme Kılavuzu



IPNI
INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE



nutrient
stewardship

4D BİTKİ BESLEME

*Bitki Besleme Yönetimini İyileştirme
Kılavuzu*



INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE
3500 Parkway Lane, Suite 550
Peachtree Corners, GA 30092 USA
770-447-0335
www.ipni.net

ISBN 978-0-9834988-3-4
© Copyright 2017

Önsöz, Teşekkür

Bölüm 1

Sürdürülebilir Tarımın Hedefleri	1-1
--	-----

Bölüm 2

2.1 Doğru Dozda, Doğru Zamanda ve Doğru Yere Doğru Kaynak	2-1
---	-----

4D Hassas Besin Uygulamaları Destekleyen İlkeler	2-2
--	-----

2.3 4D Bitkisel Üretim Sistemlerinin Bir Parçası Dır	2-3
--	-----

2.4 Çıktıları Değerlendirerek Sürekli İyileşme	2-5
--	-----

3.1 Besinlerin Elde Edildiği Yerler	3-2
---	-----

3.2 Doğru Kaynağın Seçimi	3-3
---------------------------------	-----

3.3 Gübre Formları	3-4
--------------------------	-----

3.4 Organik İyileştirici Formları: Hayvansal Gübreler, Kompostlar	3-6
---	-----

3.5 Karşılıklı Besin Etkileşimleri (İnteraksiyonları)	3-6
---	-----

Modüller

□ 3.1-1 Doğru potas kaynağı kullanımı Hindistan'da verim ve kaliteyi iyileştirir	3-8
--	-----

□ 3.2-1 Afrika'da mısır yetiştiriciliğinde organik ve mineral besinlerin dengelenmesi	3-9
---	-----

3.3-x Besin Kaynaklarının Özellikleri	3-10
---	------

□ Üre	3-10
-------------	------

□ Üre-Amonyum Nitrat	3-11
----------------------------	------

□ Amonyak	3-12
-----------------	------

□ Amonyum Sülfat	3-13
------------------------	------

□ Nitrofosfat	3-14
---------------------	------

□ Amonyum Nitrat	3-15
------------------------	------

□ Monoamonyum Fosfat	3-16
----------------------------	------

□ Diamonyum Fosfat	3-17
--------------------------	------

□ Polifosfat	3-18
--------------------	------

□ Single (Tek) Süperfosfat	3-19
----------------------------------	------

□ Triple Süperfosfat	3-20
----------------------------	------

□ Fosfat Kayası	3-21
-----------------------	------

□ Potasyum Klorür	3-22
-------------------------	------

□ Potasyum Sülfat	3-23
-------------------------	------

□ Potasyum Magnezyum Sülfat	3-24
-----------------------------------	------

□ Potasyum Nitrat	3-25
-------------------------	------

□ Kâserit (Sulu Magnezyum Sülfat)	3-26
---	------

□ Kükürt	3-27
----------------	------

□ Thiosülfat	3-28
--------------------	------

□ Kompoze Gübreler	3-29
--------------------------	------

□ Kaplanmış Gübreler	3-30
----------------------------	------

□ Jips	3-31
--------------	------

□ Kireçtaşı	3-32
-------------------	------

□ Sodyum Nitrat	3-33
-----------------------	------

□ 3.5-1 Azot ve potasyumu dengeleme, verim ve azot kullanım etkinliğini artırmada kilit bir öneme sahiptir	3-34
--	------

Bölüm 4

Doğru Doz

4.1 Bitki Besin İhtiyacını Belirleme	4-2
--	-----

4.2 Toprağın Besin Sağlama Durumunu Tespit Etme	4-3
---	-----

4.3 Mevcut Besin Kaynaklarının Tamamını Tespit Etme	4-5
---	-----

4.4 Gübre Kullanım Etkinliğinin Tahmini	4-7
---	-----

4.5 Toprak Özkaynağına Etkileri Değerlendirme	4-8
---	-----

4.6 Doza-Özgülü Ekonomiyi Değerlendirme	4-11
---	------

Modüller

□ 4.1-1 Arjantin'de buğday ve mısırın gereksinim duyduğu gübre azotu en iyi şekilde hemen ekim öncesinde belirlenir	4-12
---	------

□ 4.1-2 Atlanmış parsel verilerini kullanarak tahıllarda gübre dozlarını hesaplama	4-13
--	------

□ 4.6-1 Alabama'da siltli-killi-tın bir toprak üzerinde yetiştirilen pamuk için ekonomik optimum azot dozu fiyatlardaki oynamadan çok az etkilenir	4-14
--	------

□ 4.6-2 Mısır için ekonomik optimum azot dozu pazar şartlarına bağlı olarak 10 yıllık bir periyod içerisinde çok az değişmiştir	4-14
---	------

Bölüm 5

Doğru Zaman

5.1 Bitki Alımının Zamanlamasının Belirlenmesi	5-1
--	-----

5.2 Toprağın Besin Sağlama Dinamiklerinin Belirlenmesi	5-4
--	-----

5.3 Toprak Besin Kaybı Dinamiklerinin Tespit Edilmesi	5-5
---	-----

5.4 Tarla Operasyonlarının Lojistiğinin Değerlendirilmesi	5-5
---	-----

Modüller

□ 5.1-1 Yaprağın rengi ölçülerek, geç dönem ilave azot uygulamasına buğdayın verim yanıtı önceden tahmin edilir	5-7
---	-----

□ 5.1-2 Bitki kullanımıyla tüketilen toprak nitrattıyla senkronize biçimde azot uygulama	5-7
--	-----

□ 5.1-3 Asmanın azot, fosfor ve potasyum alım eğrileri uygulama zamanıyla ilgili önerileri etkiler (Shaanxi, Çin)	5-8
---	-----

□ 5.1-4 Gübreleme dozunu bölerek uygulama kalsiyumun yerfistığına yarayışlılığını artırır	5-8
---	-----

□ 5.1-5 Kışık buğdayda bölünmüş azot uygulaması tane verimi ve azot etkinliğini artırır ...	5-9
---	-----

□ 5.2-1 Yüksek toprak test seviyeleri fosfor ve potasyum uygulamalarının zamanlamasında esneklik sağlar	5-10
---	------

□ 5.3-1 İlkbahar azotlu gübre uygulaması mısır için azot geri kazanımını ve elde edilen faydayı artırır (Güney Minnesota)	5-10
---	------

□ 5.3-2 Serpme fosforlu gübre uygulamasının zamanlaması Erie gölünü korumaya yardım edebilir	5-11
--	------

Bölüm 6
Doğru Yer

6.1	Bitki Kök Büyümesi	6-1
6.2	Gübre Yerleştirme Uygulamaları	6-3
6.3	Banda Uygulamaya Karşı Toprak ve Kök Reaksiyonları	6-4
6.4	Yaprak Gübrelemesi.....	6-6
6.5	Mekânsal Değişkenliğin Yönetimi	6-7

Modüller

<input type="checkbox"/>	6.2-1 Azotlu gübre yerleştirme şekli Alberta, Kanada'da yabancı ot gelişimini ve kışık buğdayla rekabetini etkiler	6-9
<input type="checkbox"/>	6.3-1 Tropikal topraklarda yetiştirilen soya fasulyesinde fosfor yerleştirilmesi	6-10
<input type="checkbox"/>	6.3-2 Erie Gölü'nün su kalitesini koruma amacıyla fosforu toprağın içine yerleştirme.....	6-11
<input type="checkbox"/>	6.4-1 Brezilya'da şekerkamışı ve mısırdaki "doğru yer" ile amonyak kayıplarını azaltma.....	6-12

Bölüm 7
Bütün Çiftliğe
Adaptasyon
Uygulamaları

7.1	Bitkisel Üretim Sistemleri.....	7-1
7.2	Uyum Sağlayıcı Yönetim	7-1
7.3	Bitkisel Üretim Sistemlerinin Ötesi	7-3
7.4	Karar Desteği.....	7-3

Örnek Olaylar

<input type="checkbox"/>	7.1-1 Brezilya'da, besin etkinlikleri ve bitkisel verimler üzerine üretim sistemlerinin etkisi	7-5
<input type="checkbox"/>	7.1-2 Çin koşullarındaki patates yetiştiriciliğinde azot yönetimini sulama rejimi ile uyumlu hale getirme.....	7-6
<input type="checkbox"/>	7.2-1 Birleşik Devletler'in Orta-batı bölgesindeki mısır yetiştiriciliğinde yöresel verilerin kullanımıyla topraklara uyum sağlayıcı azot yönetimi.....	7-7
<input type="checkbox"/>	7.2-2 Azot yönetimi ve sulama uygulamalarının iyileştirilmesi etkinlik ve verimde artışa neden olur	7-8
<input type="checkbox"/>	7.3-1 Yetiştirici koşullarına bağlı olarak buğdayda fosfor uygulamalarının seçimi....	7-10
<input type="checkbox"/>	7.3-2 Çoklu zaman gereksinimleri altında N'lu gübre yönetiminin optimizasyonu.....	7-11
<input type="checkbox"/>	7.3-3 Yem bitkisi yönetimi aracılığıyla mandıra çiftliklerinde besin bilançolarının iyileştirilmesi.....	7-12
<input type="checkbox"/>	7.4-1 Nutrient Expert'in karar destek aracı olarak kullanılması mısır üretiminin kârlılığını artırmıştır	7-13

Bölüm 8
Destekleyici
Uygulamalar

8.1	Bitki Gözlemleri ve Besin Noksanlığı Belirtileri	8-1
8.2	Toprak Testi.....	8-3
8.3	Toprak Analizi	8-5
8.4	Bitki Analizi	8-7
8.5	Toprak Testi ve Bitki Analizi Sonuçlarının Yorumlanması.....	8-8
8.6	Atlanmış Parseller	8-10

Örnek Olaylar

<input type="checkbox"/>	8.1-1 Bitkisel üretim geçmişi toprak örnekleme derinliğini etkiler	8-12
--------------------------	--	------

Bölüm 9
Besin Yönetimi
Planlaması ve
İzlenebilirliği

9.1	Besin Yönetimi Planları	9-1
9.2	4D Hassas Besin Yönetimi Planları	9-1
9.3	Performans Ölçütleri ve Göstergeleri.....	9-2
9.4	Performans Göstergesi Olarak Besin Kullanım Etkinliği.....	9-4
9.5	4D Hassas Besin Yönetimi Planı Geliştirme Adımları	9-5
9.6	Örnek 4D Plan İşlem Tablosu	9-6
9.7	Besin Yönetim Planları için Yasal ve Gönüllü Standartların Karşılaştırması	9-8
9.8	Çevresel Etkilerin Yönetimi	9-9
9.8.1	Azotun Çevresel Etkilerinin Yönetimi	9-9
9.8.2	Fosforun Çevresel Etkilerinin Yönetimi	9-10
9.9	Yönetim Sinerjisi.....	9-12

Örnek Olaylar

<input type="checkbox"/>	9.1-1 Avustralya'nın nemli tropiklerinde yetiştirilen şekerkamışında besin yönetim planları.....	9-13
<input type="checkbox"/>	9.1-2 4D Hassas Besin Yönetimi'nin sera gazı emisyonlarını azaltma yolları.....	9-15
<input type="checkbox"/>	9.1-3 Su ve besin yönetimi uygulamaları Nebraska, ABD'de taban suyu kalitesini iyileştirmiştir.....	9-16
<input type="checkbox"/>	9.1-4 Toprak analiz düzeyleriyle gübre fosforunun yönetimi Çin'de gıda üretimini ve çevresel performansı iyileştirmiştir.....	9-18

Önsöz

4D HASSAS BESİN YÖNETİMİ dünya gübre endüstrisi tarafından iyi gübre uygulamaları için kabul edilen yeni bir yenilikçi yaklaşımdır. Bu yaklaşım, tarımsal sistemlerin sürdürülebilirliği için mutlak gerekli olup, besin yönetiminin ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarını dikkate alır. Kavram, -doğru besin kaynağını, doğru dozda, doğru zamanda, doğru yere uygulama- şeklinde oldukça basit olmakla beraber, uygulaması bilgi-yoğun ve bölgeye-özdür.

Bu kılavuz 4D Hassas Besin Yönetimini açıklamak ve dört “doğru”yu tanımlayan bilimsel esasların ana hatlarını ifade etmek için geliştirilmiştir. Burada okuyucuyu toprak verimliliği ve bitki beslemenin temelleri konusunda eğitmekten daha ziyade, sürdürülebilirlik kriterlerini karşılayan kapsamlı bir besin yönetimine söz konusu temel prensipleri adapte ve entegre etmesi konusunda kendisine yardımcı olma amaçlanmaktadır.

Kılavuz, dört D’den her birinin arkasındaki bilimsel prensipleri destekleyen uygulamaları da içeren bölümlerden oluşur. Ayrıca, çiftlik düzeyindeki uygulamaların benimsenmesi, besin yönetimi planlaması için yaklaşımları ve sürdürülebilirlik performans ölçümlerini de tartışıyoruz. Bölümlerin çoğu fikrin dünya genelindeki çeşitli uygulamalarını gösteren örnek olayları özetleyen kısımlar içermektedir. Sunulan örnek olaylar, küçük girişimlerden, büyük ticari çiftliklere ve ekili alanlara kadar çok çeşitli bitkisel üretim sistemlerinde 4D Hassas Besin Yönetimi uygulamasının yaygınlığını göstermektedir.

Elinizdeki bu materyal, 4D’nin ilkelerine dayanan iyileştirilmiş besin yönetiminin uygulaması için temel bir kaynak görevi görmektedir. Bir reçete veya rehber kitap değildir... 4D besin yönetimi bölgeye özgüdür. Detaylı bitki besleme yönetim uygulamaları, çiftçinin hedefleri, mevcut kaynaklar, bitki yetiştirme sistemi, toprak koşulları, iklimsel koşullar ve her hangi bir yönetim kararını etkileyecek diğer faktörlerce belirlenecektir.

Uluslararası Bitki Besleme Enstitüsü (IPNI) sorumlu bitki besleme yönetimi konusunda bilimsel bilgilerin geliştirilmesi ve tanıtılmasına hizmet etmektedir. 4D Hassas Besin Yönetimi, benzer bir yönetimle ilgili ilkelerin tamamını kapsar. Umuyoruz ki bu kılavuz çiftçiler ve onların danışmanları, yayımcılar, araştırmacılar, düzenleyiciler ve bitki besleme yönetimi ile ilgili herkes için kullanışlı bir araç olacaktır.



Terry L. Roberts, Ph.D.
Başkan, Uluslararası Bitki Besleme Enstitüsü

Teşekkür ve Notlar

Editörler

Dr. Tom W. Bruulsema, IPNI Direktörü, Kuzeydoğu Kuzey Amerika.
Dr. Paul E. Fixen, IPNI Kıdemli Başkan Yardımcısı (Amerika ve Okyanusya Grubu) ve Araştırma Direktörü.
Gavin D. Sulewski, IPNI Editörü.

Çeviri

Dr. Emin Bülent Erenoğlu, Çukurova Üniversitesi, Türkiye.

Yazarlar – IPNI Bilim Kadrosu

Bölüm 1 Sürdürülebilir Tarımın Hedefleri

Dr. Terry L. Roberts, Başkan.
Dr. Armando Tasistro, Direktör, Meksika ve Orta Amerika.
Dr. Jin Ji-yun, Direktör (emekli), Çin.

Bölüm 2 4D Besin Yönetimi Kavramı

Dr. Tom W. Bruulsema, Direktör, Kuzey doğu Kuzey Amerika.
Dr. Fernando Garcia, Director, Latin Amerika-Güney Cone.
Dr. T. Satyanaryana, Yardımcı Direktör, Güney Asya.

Bölüm 3 Destekleyici Bilimsel İlkeler - Doğru Kaynak

Dr. Rob Mikkelsen, Direktör, Batı Kuzey Amerika.
Dr. Luís Prochnow, Direktör, Brezilya.

Bölüm 4 Destekleyici Bilimsel İlkeler - Doğru Doz

Dr. Steve Phillips, Direktör, Güneydoğu ABD.
Dr. Kaushik Majumdar, Direktör, Güney Asya.

Bölüm 5 Destekleyici Bilimsel İlkeler - Doğru Zaman

Dr. William (Mike) Stewart, Direktör, Güney ve Merkez Great Plains.
Dr. Raúl Jaramillo, Direktör, Kuzey Latin Amerika.

Bölüm 6 Destekleyici Bilimsel İlkeler - Doğru Yer

Dr. T. Scott Murrell, Direktör, Kuzey Merkez ABD.
Dr. Vladimir Nosov, Direktör, Güney ve Doğu Rusya.

Bölüm 7 Bütün Çiftliğe Adaptasyon Uygulamaları

Dr. Paul E. Fixen, Kıdemli Başkan Yardımcısı (Amerika ve Okyanusya Grubu) ve Araştırma Direktörü.
Dr. Adrian M. Johnston, Başkan Yardımcısı (Asya ve Afrika Grubu).
Dr. José Espinosa, Direktör (emekli), Kuzey Latin Amerika.

Bölüm 8 Destekleyici Uygulamalar

Dr. Tom L. Jensen, Direktör, Kuzey Great Plains.
Dr. Robert Norton, Direktör, Avustralya ve Yeni Zelanda.
Dr. Harmandeep Singh Khurana, Uluslararası Tarımsal ve Teknik Destek Uzmanı.

Bölüm 9 Besin Yönetimi Planlaması ve İzlenebilirliği

Dr. Rob Mikkelsen, Direktör, Batı Kuzey Amerika.
Dr. Tom L. Jensen, Direktör, Kuzey Great Plains.
Dr. Cliff Snyder, Direktör, Azot.
Dr. Tom W. Bruulsema, Direktör, Kuzeydoğu Kuzey Amerika.

Katkı Veren Diğer IPNI Elemanları

AFRİKA: (Dr. Hakim Boulal, Dr. Mohamed El Gharous, Dr. Shamie Zingore); BREZİLYA: (Dr. Valter Casarin); ÇİN: (Dr. Chen Fang, Dr. He Ping, Dr. Li Shutian, Dr. Tu Shihua); ORTADOĞU: (Dr. Munir Rusan); RUSYA: (Dr. Svetlana Ivanova); GÜNEY ASYA: (Dr. Sudarshan Dutta); GÜNEYDOĞU ASYA: (Dr. Thomas Oberthür)

Editörler, bu yayının tasarımındaki yaratıcılığı ve özverisi için IPNI Yardımcı Editörü Sharon Jollay'a şükranlarını sunar.

4D Bitki Besleme Kılavuzu İçin İlave Kaynaklar

IPNI bu kılavuzla ilgili aşağıda yer alan ilave kaynakların detayları için bu kılavuzun bütün kullanıcılarına IPNI websayfasını ziyaret etmeyi önerir:

1. En son Modül ve Örnek Durum koleksiyonumuz indirilebilir.
2. Modüller ve Örnek Durumlar kütüphanemize örnekler yollamak isteyen kişiler için yönlendirici ilkeler.
3. 4D Bitki Besleme Kılavuzunun alternatif e-Kitap formatlarıyla ilgili ayrıntılar.
4. Yardımcı PowerPoint slayt setlerinin detayları.
5. 4D Besin Yönetimi ile ilgili diğer kaynakların detayları.

Geri Bildirim



Bu kılavuzun kullanıcılarından gelecek geri bildirimlere minnettar olacağız. Düşüncelerinizi, tepkilerinizi lütfen 4Rmanual@ipni.net adresine yollayınız.

IPNI. 2017. 4D Bitki Besleme Kılavuzu: Bitki Besleme Yönetiminin Geliştirilmesi için Kılavuz. 1. Revizyon.

Ed., (T.W. Bruulsema, P.E. Fixen, G.D. Sulewski, E.B. Erenoğlu, eds.), Uluslararası Bitki Besleme Enstitüsü, Peachtree Corners, GA, ABD.

Birinci baskı (İngilizce)-Nisan 2012. Ağustos 2012, Eylül 2013, Ocak 2015 ve Aralık 2016'da revize edilmiştir.



Bölüm 1

SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMIN HEDEFLERİ

YAKLAŞIK 30 YIL ÖNCE, daha sonradan World Commission on Environment and Development (WCED - Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu) Başkanı olacak olan Gro Harlem Brundtland Gıda Güvenliği, Tarım, Orman ve Çevre Danışma Heyetinden, insanlığın ekolojik olarak sürdürülebilir bir temelde, açlık tehlikesinden nasıl korunabileceği konusunda bilgi talep etmişti. Söz konusu heyete daha sonra WCED'ye sunduğu raporda şunları ifade etmiştir: “Önümüzdeki birkaç on yıl, dünyadaki gıda sistemleri için bir daha asla karşılaşılmayacak düzeyde tehditler barındırmaktadır. İhtiyaçtaki bu eşi görülmemiş artışa uyumlu bir biçimde, hem önem hem de karmaşıklık anlamındaki büyüklüğüne rağmen, gıda sistemlerinin temel ekolojik bütünlüğünü koruyarak üretimi artırma konusunda çaba harcanmalıdır. Çoğu insan kaynaklı olan mevcut engellerin giderilmesinde, başarıya ulaşmasından çok daha kolay biçimde başarısızlıkla karşılaşılabılır”. Bu aydınlatıcı ifade o gün olduğu gibi, bugün de rahatlıkla kullanılabilir.

Danışma Heyeti'nin bu raporu, Brundtland'ın Our Common Future - Ortak Geleceğimiz (1987) isimli WCED raporunda yer alan gıda güvenliği ve sürdürülebilirlik hakkındaki önerilerinin temellerine dayanmaktaydı. Rapor “**insan çevresi** ve **doğal kaynaklarda** olan artan düzeydeki bozulma ve söz konusu bozulmanın **ekonomik** ve **sosyal gelişim** üzerindeki sonuçları” hakkındaki yükselen endişeleri ifade etmekteydi. Gıda üretiminde gıda üretim sistemlerinin ekolojik bütünlüğünü korurken, ekonomik değerlerin göz

önünde bulundurulmasıyla sağlanacak artış için yapılacak bir çağrı sürdürülebilir tarımın amacının altını çizmektedir.

Sürdürülebilir tarımın sayısız tanımlamaları var olmakla birlikte, çoğu, tarımın bağlı bulunduğu doğal kaynakları riske atmadan üretim için artan talepleri karşılamaya dönük mevcut ihtiyacı vurgulamaktadır. Sürdürülebilirliğin tanımlarındaki bu çeşitliliğe rağmen, onu tanımlayan niteliklerin ortak paydası konusunda genel bir fikir birliği söz konusudur. Bunların en önemlilerinden bir tanesi, onun çok boyutluluğudur. Sürdürülebilirlik kavramı, izole bir biçimde sadece bir boyut (örneğin, sosyal, ekonomik veya çevresel) ile ilgili olmaktan daha ziyade, bu kavramların hepsiyle aynı anda ilgilidir.

Böylesine çok disiplinli bir görüşün tarıma uygulanması, sosyal, ekonomik ve çevresel bileşenler konusundaki geleneksel sınıflamaların daha ayrıntılı olarak açıklanmasıyla kolaylaşabilir. Tarımın işleyişine dahil olan kaynakların çeşitliliğinin gözlenmesindeki etkin yollardan bir tanesi, UNCTAD-UNEP (2008) tarafından önerildiği gibi, bunları beş farklı kategoride varlık ya da sermaye olarak gruplandırmaktır:

◆ **Doğal sermaye.** Bu sermaye, arazi, su ve enerji başta olmak üzere, gerekli girdilerin üretimi ya da taşınmasında kullanılan diğerleri (örneğin, gübre hammaddeleri) de dâhil olmak üzere, gıda, lif ya da kereste üretimi için kullanılan kaynakları ifade eder. Dahası bu sermaye, doğal veya yabani gıdaların ve atık yönetimi, besin döngüsü, toprak oluşumu, biyolojik hastalık kontrolü, iklim yönetimi,

yabani yaşam habitatları, fırtınadan korunma ve su baskını kontrolü, karbon bağlanması, tozlaşma ve peyzaj gibi önemli çevresel hizmetlerin de kaynağıdır.

◆ **Sosyal sermaye.** Normlara, değerlere ve insanları beraber çalışmaya yönlendiren ve mutlak gerekli müşterek girişimlerde karşılıklı olarak yansıtılan durumlara bağlıdır. Güven ve ortaklıklar konusunda yetersizlikleri olan, birbirlerine zayıf şekilde bağlı gruplar çevresel sıkıntılara ve gıda emniyetsizliklerine daha fazla maruz kalır. Kooperatifler ya da teknolojik gelişim gruplarındaki çiftçi organizasyonları beraber çalışmayı ve bilgi ve kaynakların paylaşımını teşvik eder.

◆ **İnsani sermaye.** Bireylerin birikimlerine, becerilerine, sağlık durumlarına ve beslenmelerine dayanan toplam kapasitelerini kapsar. Bu varlıklardan olacak katkılar, insanların katılımı ve hem örgün hem de yaygın eğitimle ve yeterli sağlık tedbirleriyle artırılabilir olan uzmanlıklarının kullanımının derecelerine bağlıdır. Çiftçilerin yeni teknolojik alternatiflerin (mesela çiftlik düzeyindeki araştırma) ortaya çıkarılması sürecine dahil olmaları insan sermayesinin iyileştirilmesine katkı sağlayan yaklaşıma iyi bir örnektir. Gübre yönetimi gibi tarımsal uygulamaların iyileştirilmesi gerektiğinde daha iyi bir eğitim çok açık bir ihtiyaç olarak karşımıza çıkar.

◆ **Fiziksel sermaye.** Binalar, pazar altyapısı, sulama düzenekleri, iletişim ağları, araçlar, makineler ve işgücünün üretkenliğini artıran enerji ve taşıma sistemleri gibi insan yapımı maddesel kaynakların yığılımıdır. İletişim altyapısındaki eksiklik genellikle, markete girerek pazarda yer bulunabilmesini sınırlandırır.

◆ **Parasal sermaye.** Bu sermaye, sistem içerisindeki fiyatlar, maliyetler, gelirler, fayda marjınları, tasarruflar, kredi ve düşüşler gibi faktörlere bağlı olan para akışıyla ilgilidir. Tarımsal gelişme ve gıda güvenliği için, gelişmekte olan ülkeler başta olmak üzere, fakirlik hâlâ en büyük engel olarak karşımıza çıkar çünkü insanları yaşamalarını iyileştirebilecek koşullardan uzak tutar.

Tarımsal sistemlerin sürdürülebilirliği, yukarıda açıklanan varlıklar üzerindeki etkilerince belirlenebilir. Doğal, sosyal, insani, fiziksel ya da parasal sermaye üzerinde elastik bir büyümeye neden olan tarımsal teknolojilerin sürdürülebilir olduğu kabul edilebilir. Buna karşılık, tarımsal sistemler geriye besleme aracılığıyla söz konusu bu beş sermayeyle etkileştiklerinden, bu değerlerin stoklarının artırılması etkilerinin iyileştirilmesine katkı sağlar.

4D Hassas Besin Yönetimi yaklaşımının uygulanması, yukarıda ifade edilen değerlerde çoklu pozitif sonuçlara yol açabileceğinden, sürdürülebilir tarımsal sistemlerin geliştirilmesinde mutlak gerekli bir araçtır.

Doğru besin kaynağının, doğru dozda, doğru zamanda ve doğru yere uygulanmasıyla, daha iyi bitki performansı, iyileştirilmiş toprak sağlığı, azaltılmış çevre kirliliği ve doğal hayatın korunması ile gözlemlenen doğal sermayenin bileşenleri üzerindeki faydalı etkileri arasında çok yakın bir bağlantı vardır. Benzer biçimde, çiftçilerin yaşam

kalitelerinde iyileştirme sağlayan kazançlarının artması ve içinde buldukları toplumda artan ekonomik faaliyetler gibi sonuçlarla parasal sermaye üzerinde de pozitif etkiler beklenir.

Bununla birlikte, 4D Hassas Besin Yönetimi uygulaması sosyal, insani ve fiziksel sermayeleri de iyileştirebilir. Örneğin, yöreye özgü besin yönetimi uygulamalarının geliştirilmesi, normalde paydaşlar (çiftçiler, araştırmacılar, iş ve hükümet temsilcileri) arasında daha iyi bir iletişim ile sonuçlanan ve aktif katılımlarını gerektiren çiftçi tarlalarında araştırma anlamına gelir. Ayrıca, katılımcıların eğitim düzeyi de hem örgün hem de yaygın aktivitelerle artar. Tarımsal teknolojilerin oluşturulması ve yayılması için çiftçiler tarafından yürütülen sayısız başarılı organizasyon örneği vardır.

4D Hassas Besin Yönetimi ile ilgili yeni ve kazançlı teknolojilerin benimsenmesi fiziksel sermaye üzerinde de olumlu sonuçlar doğurabilir. Çünkü genellikle, hem girdiler hem de ürünler anlamında pazarlara erişim ve iletişim için daha iyi altyapıları kapsar. Hem gübre ve diğer girdilerin tarlaya ulaştırılmasında hem de hasat ürünlerinin taşınmasında iyi ve düzenli ulaşım yollarına ihtiyaç duyulur. Tarım topluluğunun üyeleri tarafından güncellenmiş bilgilere cep telefonları ve dijital iletişim araçları yoluyla artan ulaşım, toplum için daha iyi iletişim kaynaklarının göstergesidir.

Geniş ve entegre biçimde bakıldığında, 4D Hassas Besin Yönetiminin bitkilerin beslenmesi açısından hızlı biçimde gözlemlenecek faydalarının ötesinde, potansiyel olarak tarım sistemlerinin sürdürülebilirliği noktasında daha geniş etkileri de söz konusu olabilir.



Tarımsal sistemlerin sürdürülebilirliği doğal sermaye, sosyal sermaye, insani sermaye, fiziksel sermaye ve parasal sermaye üzerine olan etkileri aracılığıyla belirlenebilir

KAYNAKLAR

Advisory Panel on Food Security, Agriculture, Forestry, and Environment & World Commission on Environment and Development. 1987. Food 2000: Global Policies for Sustainable Agriculture: A Report of the Advisory Panel on Food Security, Agriculture, Forestry, and Environment to the World Commission on Environment and Development. Zed Books. London and New Jersey. pp. 131.

UNCTAD-UNEP. 2008. Organic Agriculture and Food Security in Africa. Document UNCTAD/DITC/TED/2007/15. Geneva, Switzerland. pp. 47.

WCED. 1987. Our Common Future. The World Commission on Environment and Development. Oxford University Press. New York. pp. 400.



Bölüm (2)

4D HASSAS BESİN YÖNETİMİ YAKLAŞIMI

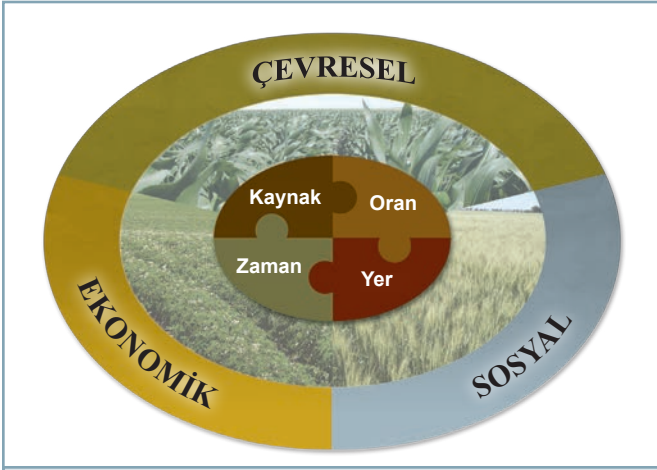
BİTKİ BESLEME YÖNETİMİ hayvan otlatma için kullanılan doğal otlak ve meralardan, bitkisel üretim yapılan alanlarda her sene ekilen bitkilerin yoğun üretimine ve hatta meyvelerin, sebzelerin ve süs bitkilerinin sera koşullarındaki kontrollü üretimine kadar çok geniş yelpazedeki sistemler için uygulanır. Söz konusu bu sistemler; dünya üzerindeki farklı topraklarda ve farklı iklimlerde yer alabilirler. Bu bölüm, sözü edilen farklı sistemler için geçerli ortak bitki besleme prensiplerini tanımlamayı ve bitki besin elementlerinin yönetiminde yer alan uygulamaların sürekli olarak iyileştirilmesi için bir taslak oluşturmayı amaçlamaktadır.

2.1 Doğru Dozda, Doğru Zamanda ve Doğru Yere Doğru Kaynak

Doğru kaynağı, doğru dozda, doğru zamanda ve doğru yere uygulama, 4D Hassas Besin Yönetimi'nin ana fikridir ve sözü edilen bu dört “doğru”, bitki beslemenin sürdürülebilir yönetimi (bitkilerin üretkenliğini sürdürülebilir biçimde artıran yönetim) için mutlak gereklidir. Önceki bölümde açıklandığı gibi, sürdürülebilirlik ekonomik, sosyal ve çevresel olarak adlandırılacak üç boyuttan oluşur. Söz konusu bu üç boyutun tamamının, herhangi bir besin yönetimi çalışmasının değerlendirilmesi aşamasında çalışmanın “doğru” olup olmadığına karar verme sürecine dahil edilmesi gerekir.

Kaynak, doz, zaman ve yer şeklindeki gübreleme doğruları sürdürülebilir gelişmenin amaçlarıyla yakından ilişkilidir (**Şekil 2.1**). Paydaşlar, herhangi bir sistemde genel hedefleri belirlerken, yöneticiler ise uygulamaları seçecek yeterliliğe sahip olurlar. Paydaşların, hedefleri belirleme sırasında bitkisel sistemin performansının bitki besleme yönetiminden nasıl etkileyeceğini en iyi şekilde anlamış olmaları gerekir. Burada sözü edilen paydaşlar, sadece yöneticiler ve onların danışmanları değil, aynı zamanda söz konusu ürünlerin ticaretini yapan, tüketen ve o çevrede yaşayan diğer insanlardır. Herkes bir dereceye kadar paydaş durumundadır çünkü bitkiye dayalı üretim sistemleri oldukça yaygındır ve insanlar gıda, akaryakıt, lif ve estetik nedenlerden bitkilere gereksinim duyar. Bu durumda, onların performans tanımlamasının sistemin üretkenliği ve kârlılığı (ekonomik boyut), toprak, su, hava ve çeşitlilik (çevresel boyut) ve yaşam kalitesi ve iş imkânları (sosyal boyut) üzerine olan etkilerini içermesi gerekir. İşletmeye özgü hedeflerin herhangi bir bölgedeki sürdürülebilir gelişimin genel hedefleriyle uyumlu olması oldukça önemlidir.

Herhangi bir gübre yönetiminin “doğru” sayılabilmesi için paydaş-merkezli performans hedeflerini desteklemesi gerekir. Bununla birlikte, çiftçi ve/veya arazinin yöneticisi, yöreye özgü toprak, hava ve bitkisel üretim koşullarına ve yöresel yasal düzenlemelere uygun ve hedeflere ulaşma konusunda en yüksek olasılığa sahip uygulamaların seçiminde en son karar verici konumundadır. Doğru karar alımını destekleyen



Şekil 2.1 4D Hassas Besin Yönetimi yaklaşımı bitki ekosistemine ait bütün paydaşlarca ihtiyaç duyulan ekonomik, sosyal ve çevresel çıktılar oluşturan gübre uygulaması için doğru kaynak, doz, zaman ve yeri tanımlar.

bilgilerle alınacak bölgesel bir karar, merkezi düzenleme yaklaşımdan daha iyi sonuç verir çünkü yöresel koşullar, uygulama günü dahil bütün durumlarda seçilecek uygulama için verilecek kararı etkileyebilir.

2.2 Uygulamaları Destekleyen İlkeler

Fizik, kimya ve biyoloji bilim dalları topraklarda yetişen bitkilerin mineral beslenmelerinin dayandığı ilkelerin temel kaynağıdır. Bitki beslemenin pratikteki yönetimine bu bilim alanlarının uygulanması, toprak verimliliği ve bitki beslemenin bilimsel çalışma alanlarının gelişmesine yardımcı olmuştur. Kaynak, doz, zaman ve yer şeklindeki yönetim bileşenlerinin her birisi, bitki besleme için önemli süreçleri tanımlayan bağımsız birer bilimdir.

Doğru kaynak, doğru doz, doğru zaman ve doğru yeri belirleyen uygulamaların gelişimine belirli bilimsel ilkeler rehberlik eder. Söz konusu temel ilkeler ve uygulamalara ait bazı örnekler **Çizelge 2.1**'de verilmiştir. Takip eden dört bölümde, bunlarla beraber bitki beslemenin diğer ilkelerine daha detaylı biçimde değinilecektir.

Çizelge 2.1 Temel bilimsel ilkeler ve ilgili uygulamalarla ilişkili örnekler.

Dört Doğru (4R)				
	Kaynak	Doz	Zaman	Yer
Temel bilimsel ilkelere örnekler	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Besinlerin dengeli uygulanmasını sağlama ◆ Toprak koşullarına uydurma 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Bütün kaynaklardan sağlanan besinleri belirleme ◆ Bitkinin ihtiyacını belirleme 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Bitki alımı ve toprakta mevcut durumun dinamiklerini belirleme ◆ Olası kayıpların zamanlamasını belirleme 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Bitkinin köklenme şeklini tanıma ◆ Mekânsal değişkenleri yönetme
Pratikteki seçimlere örnekler	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Ticari gübreler ◆ Hayvansal atıklar ◆ Kompost ◆ Bitki artıkları 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Toprakları besin elementleri için analiz etme ◆ Ekonomisini hesaplama ◆ Bitkiyle uzaklaştırılanı dengeleme 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Ekim öncesi ◆ Ekim sırasında ◆ Çiçeklenmede ◆ Meyve tutumunda 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Serpme ◆ Banda/mibzerle/enjeksiyon ◆ Değişken oranlarda uygulama





Kaynak, doz, zaman ve yer besinlerin herhangi bir bitkiye herhangi bir uygulamasını tanımlamak için gerekli ve yeterli bileşenlerdir.

Küresel boyutta prensipler aynıdır ancak yöresel olarak nasıl uygulanacakları noktasında mevcut toprak, ürün, iklim, hava koşulları, ekonomik ve sosyal durumlara bağlı biçimde farklılıklar gösterirler. Çiftçiler ve bitkisel üretim danışmanları, seçerek uyguladıkları uygulamaların bu ilkelerle uyumlu olduğundan emin olmayı isterler.

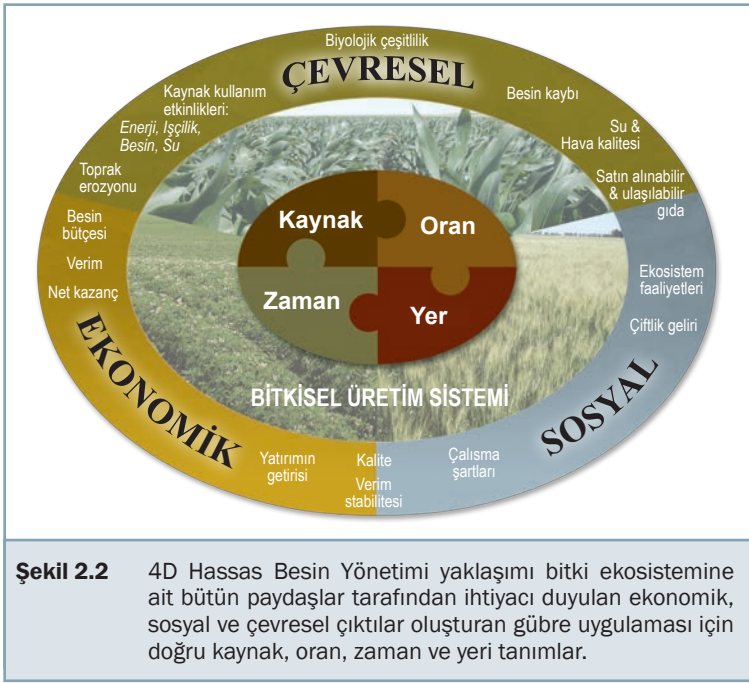
Mevcut ürünün uygun biçimde gübrenip gübrenmediği noktasında söz konusu bu dört “doğru”, basit bir kontrol listesi sağlar. Belirli bir tarladaki belirli bir ürünün gübrelemesinin iyileştirilmesi için olasılıkların tespitinde “Bitkiler doğru besin kaynaklarıyla doğru dozda, zamanda ve yerden gübrelendi mi?” şeklindeki bir soru, çiftçilere ve danışmanlara bir hayli yardımcı olur.

Söz konusu dört doğru için harcanacak çabalar arasında mutlaka bir denge olması yerinde bir davranış olacaktır. Bu denge, bir tanesini diğerlerini önemsiz kılacak şekilde gereğinden fazla önem verilmesinin engellenmesine yardımcı eder. Doz, zaman zaman kolaylığından ve maliyetle ilişkili olmasından ötürü, gereğinden daha önemli olarak algılanabilir. Kaynak, zaman ve yer sıklıkla önemsiz görülüp, göz ardı edildiğinden, performansı artırmak için daha fazla olasılık içerebilirler.

2.3 4D Bitkisel Üretim Sistemlerinin Bir Parçası Olur

Dört “doğru” da birbiriyle karşılıklı etkileşim içindedir. Bu nedenle, bunların hepsinin hem kendi aralarında hem de mevcut bitki, toprak, iklim ve yönetim ortamlarıyla uyumlu olmaları gerekir. Bitkilerin gıda, yem, lif, akaryakıt ve estetik kazanımlar elde etme amacıyla yönetildiği sistemlerin çoğunda, topraklar bitkilerin büyüme ortamıdır. Bu nedenle, toprak verimliliği bitkilerin üretken biçimde yetiştirilmesinde temel bir gereksinimdir. Verimlilik üretkenlik için yaşamsal öneme sahip olsa da, verimli toprakların hepsinin üretken olmaları beklenmez. Bütün bitki besinlerinin verimlilik düzeyleri yeterli olsa dahi, kötü drenaj, kuraklık, zararlılar, hastalıklar ve diğer faktörler üretkenliği sınırlandırabilir. Toprak verimliliğini tam olarak anlayabilmek için, üretkenliği destekleyen veya sınırlandıran diğer faktörlerin de yakından tanınması gerekir.

Bitkiler toprağa, mekanik destek, su, hava ve besinler için ihtiyaç duyar. Aynı zamanda, ışık ve sıcaklık gibi diğer dış faktörlere de bağımlıdır. Bu faktörlerin tamamı birbirleriyle ilişkili olup, bitki büyümesini ve besin alımını çok değişik yollarla etkilerler. Su ve hava topraktaki gözenek boşluklarını doldurduğundan, suyu etkileyen faktörler ister



Performans bir çok yönden, ortama uygulanan besinlerin yönetiminden olduğu kadar, bitki ve toprak yönetiminden de etkilenir. Örneğin, yüksek verim kapasiteli bir çeşit yetiştirilmesi besin kullanım etkinliğini de artırır. **Şekil 2.2**'de yer alan performans göstergeleri bitkisel üretimin karmaşıklığını açık bir şekilde göstermektedir. Çok sayıda kaynağın kullanım etkinlikleri karşılıklı denge halindedir: bir kaynağın az miktarlarda kullanıldığı durumlarda, eğer bitkisel üretim düşmüşse, diğerlerinin etkinliğini azaltma koşuluyla kullanım etkinliği artabilir. Söz konusu performans indikatörlerinden bazıları ile ilgili daha detaylı bilgi Bölüm 9.3'te yer almaktadır.

Bitkisel üretim sistemleri oldukça karmaşık olup, bitki besin maddelerinin uygulanmasına hiç beklenmedik şekilde yanıt verebilirler. Bu nedenle, belirli bir besin elementi uygulamasının etkilerini araştıran bir çalışma uygulamanın temel düzeyde nasıl çalıştığını (örneğin, kimya) tanımlamalı ve bitkisel üretim sistemi performansını (örneğin, agronomy) üzerine etkilerine göre çıktılarını değerlendirmelidir. Bütün sisteme yönelik, sistemin tamamının performansı üzerine olan etkileri ölçen araştırmalar, yönetim uygulamalarının sürekli olarak yeniden düzenlenmesi için oldukça önemlidir.

istemeyen toprağı ve havayı da etkiler. Bunun devamı olarak, su aynı zamanda toprak sıcaklığını da etkiler. Besin yarıyışlılığı hava, su ve sıcaklık gibi faktörlerin tamamından ve ayrıca, bitki köklerinin toprak sıkışması, toprak derinliği ve toprakta bulunan çok çeşitli mikrobiyal organizmalara verdiği tepkiler gibi daha birçoklarından etkilenir.

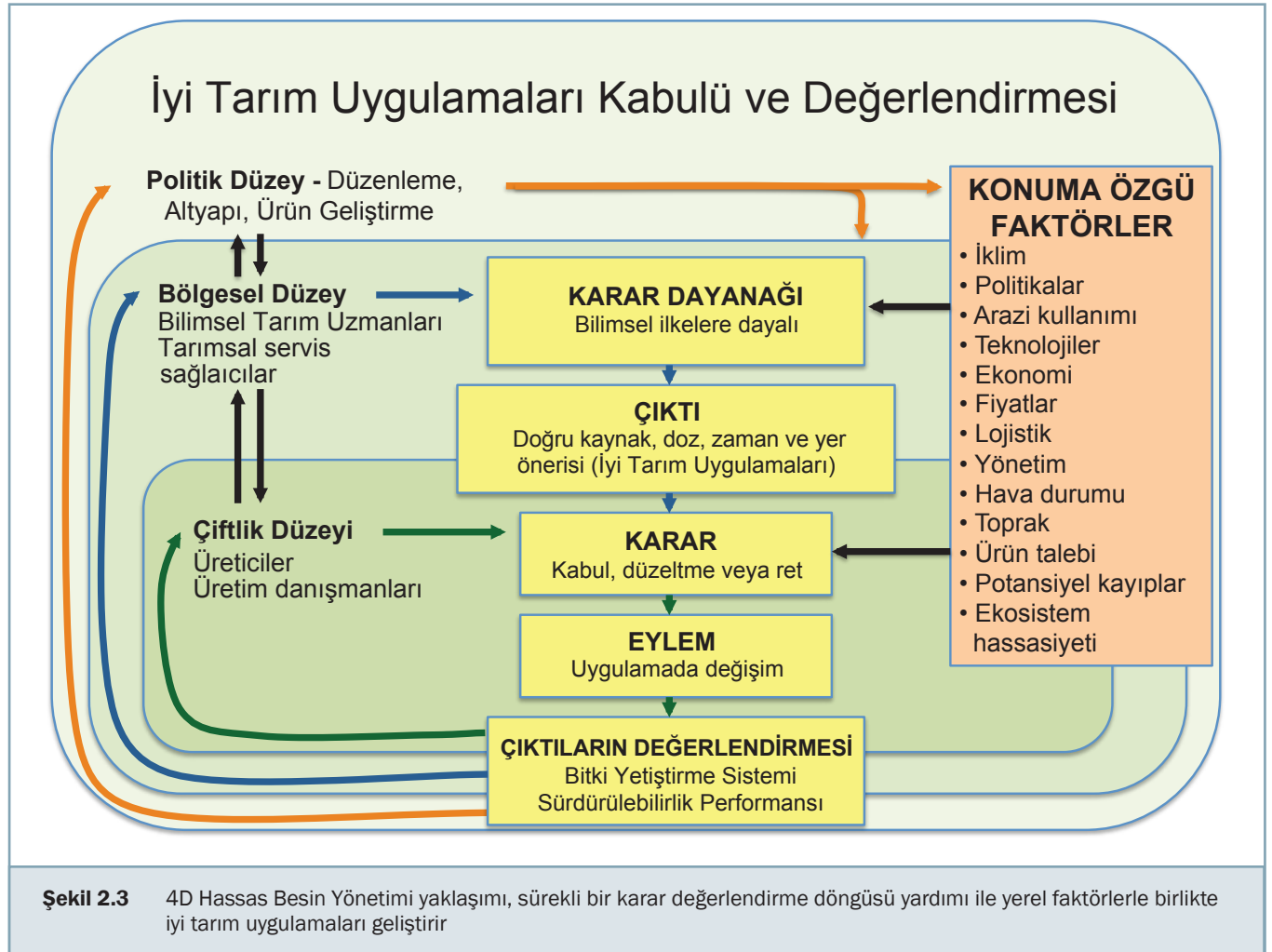
Bu nedenle, bitkilerin beslenmesi bir konumdan diğer bir konuma ve bir zamandan diğer bir zamana değişen dinamik bir sistemin parçasıdır. Yukarıda sözü edilen faktörler nedeniyle uygulanan bitki besin elementlerine yanıt farklılık göstereceğinden, bitki besleme yönetiminin konuma özgü bir faaliyet olduğu şüphe götürmez bir gerçektir. Besinler, bitkisel üretim sistemlerinde yer alan topraktan sürekli olarak, bitki veya hayvansal ürünlerle ve yıkanma, volatilizasyon ve erozyon süreçleriyle uzaklaştırılır. Besinlerin bazı formları ise, aynı zamanda kimyasal bir reaksiyon sonucu kil mineralleri ve toprağın diğer bileşenleri aracılığıyla bağlanabilir. Toprak organik maddesi ve organizmaları besinleri önce bağlar, ardında da geri sahverirler.

Bu nedenle, bitki besleme uygulamaları çevreleyen bitki-toprak-iklim sistemiyle sürekli ve karşılıklı etkileşim içindedir (**Şekil 2.2**). Gübre kullanımının sürdürülebilir olması, bu uygulamanın bitki sisteminin performansını artırmasına bağlıdır. Sistemin performansını sadece 4D değil, aynı zamanda bunların toprak işleme, drenaj, çeşit seçimi, bitki koruma, yabancı ot mücadelesi vb. diğer yönetim uygulamalarıyla nasıl etkileşimde buldukları da belirler. Genetik verim potansiyeli, yabancı otlar, zararlılar, hastalıklar, mikoriza, toprak bünyesi ve yapısı, drenaj, sıkışma, tuzluluk, sıcaklık, yağış ve solar radyasyon gibi birçok faktör bitki-toprak-iklim sistemi içinde yer alır. Ve bunların hepsi bitki besleme yönetimiyle karşılıklı etkileşim içindedir.

Sorular



- Sürdürülebilir gelişmenin en önemli yönü
 - ekonomikliğidir.
 - sosyallığıdır.
 - çevreselliğidir.
 - hepsinin dengeli olmasıdır.
- Bilimsel ilkeler aşağıdakilerden hangisinin gelişimine yardımcı olur?
 - Paydaş takımlarının.
 - Kaynak, oran, zaman ve yer için yöreye özgü kombinasyonların.
 - Nitröz oksit emisyonlarının.
 - Sürdürülebilir hedeflerin.
- Doğru kaynak, doz, zaman ve yer
 - birbirlerinden ve diğer uygulamalardan bağımsızdırlar.
 - birbirleriyle ilgilidirler ancak diğer bitki yönetim uygulamalarından bağımsızdırlar.
 - birbirleriyle ve diğer bitki yönetim uygulamalarıyla ilişkilidirler.
 - gübre yönetiminden bağımsızdırlar.



2.4 Çıktıları Değerlendirerek Sürekli İyileşme

Şimdiye kadar anlatılanlar ve **Şekil 2.1** ve **2.2** bitki besleme yönetiminin faaliyet alanını ve uygulamaların iyileştirilmesi için gerekenleri gözler önüne sermiştir. Bu noktada, ilerlemelerin gerçekleştirilmesine katkı sağlayan insanların faaliyetlerinin biraz daha ayrıntılı incelenmesinde fayda vardır. 4D Hassas Besin Yönetimi yaklaşımı, farklı düzeylerdeki performans çıktılarının faaliyet ve değerlendirme döngülerini göz önünde bulundurur (**Şekil 2.3**). Bu döngüler, çiftlik düzeyinde üreticiler ve üretim danışmanları, bölgesel düzeyde bilimsel tarım uzmanları ve tarımsal hizmet sağlayıcıları ve politik düzeyde ise hükümet ve endüstri liderleriyle ilişkili olabilir. Her bir düzey uygulamaların yöreye özgü belirli faktörlere uyumunu sağlaması amacıyla, sürdürülebilir performans hedeflerini karşılayacak biçimde çaba harcar.

Çiftlik ya da bölgesel üretim sistemleri düzeyinde, üreticiler ve danışmanları yöresel faktörlere dayanarak karar alır ve uygularlar. Daha sonra ise, döngü içerisinde, bir dahaki sefer hangi kararı alacaklarına yardımcı olması için kararlarının çıktılarını değerlendirirler. Uygulama performansının en doğru şekilde değerlendirilmesi, paydaşlarca önemli olarak kabul edilen göstergelerin tamamı göz önünde

bulundurulur. Aslında bu, sürekli sistematik değerlendirme sürecinde katılımcı öğrenme yönteminin devreye alınması sonucu, etkin üretim ve kaynak korunumu sağlama düşüncesiyle daha iyi uygulamaların geliştirilmesi için devam eden bir süreç olan uyum sağlayıcı yönetim uygulamasıdır. Bu süreçte yol gösterici olunabilmesi için, tarım danışmanlarının bazı düzeylerde profesyonel sertifika ve eğitime sahip olmaları oldukça önemlidir.

Çiftçiler ve yöneticiler, işletmelerini gelecek nesillere sağlıklı bir biçimde aktarmayla ilgili çevresel ve sosyal konuları yakından bilirler. Bununla birlikte, herhangi bir işletmenin sürdürülebilirliğinde ekonomik kârlılık mutlak gereklidir ve bu durum bazen, çevresel ve sosyal performans hedefleriyle çelişebilir. Yöneticilerin bu üç konunun birlikte ele alınması gerekliliği noktasında ihtiyaç duyduğu motivasyon genel kabul gören programlar sayesinde sağlanabilir (örneğin, sera gazlarını azaltmayla ilgili karbon dengeleri).

Bölgesel düzey, üreticilerin ihtiyaçlarını karşılamak için doğru bitki besin kaynaklarının, doğru hacimlerde, doğru zamanlarda ve doğru yere ulaşım kapasitesini etkileyen kararlarından ötürü, tarım-hizmetleri endüstrisini (bitkisel üretim girdisi satıcıları ve tarımsal servis sağlayıcıları) içine alır. Ayrıca, tarımsal hizmet endüstrisi tarafından

yerine getirilmesi gereken gübre besinlerinin taşınması ve dağıtımıyla ilgili lojistik zorluklar da mevcuttur.

Karar verme aşamasında yöneticilere yardımcı olmak için karar desteği üreten ve sağlayan bilimsel tarım uzmanları da bölgesel düzey içerisinde değerlendirilir. Bu paydaşların görevi, yine bölgesel faktörlerle ilişkili biçimde, doğru kaynak, doz, zaman ve yer konusunda önerilerde bulunmaktır. Karar destek sistemlerinin, uygun teknolojik gelişmelerin ve bitki-toprak-iklim sistemindeki değişimlerin yerleştirilmesi için sürekli bir değerlendirme ve geliştirmeye tabi tutulması gerekir. Karar destek sistemlerinin çıktılarının gerçek dünyadaki bitki üretim sistemlerinde kabul edilebilirliğinin olması önemli bir koşuldur. Geçerlilik, pratik düzeyde kullanılanlarla benzer olan birçok performans indikatörünü içerir. Bölgelerine ait ürün yanıt veri bankaları oluşturmak suretiyle, özel sektördeki tarımsal servis sağlayıcıları da söz konusu geçerlilik süreçlerine katılabilirler. Tarımsal bilim adamları ile üretim danışmanlarının profesyonel katılımı, ticari ürün danışmanları tarafından sağlanan karar desteğini geliştirmeye yönelik katkıda bulunabilir.

Politika düzeyi, üreticiler, yöneticiler, danışmanlar, tarımsal hizmet endüstrisi ve araştırma-yayım kurumlarının uyacakları düzenleyici ve kurumsal bileşenleri kapsar. Bu düzey, bitki besleme ürünlerinin ve hammaddelerinin taşınması ve ulaştırılması için gerekli altyapı ve eğitim-araştırma için destek konusunda karar alımını içine alır. Yeni gübre ürünlerinin üretimindeki endüstri kesimine ait aktiviteler de bu düzeyde oldukça önemli rol oynar. Bu seviye aynı zamanda, paydaş katkılarının belirli performans göstergeleri ve hedefleri doğrultusunda formüle edildiği forumları da kapsar. Belirli uygulamalara ait faaliyetlerin düzenlemelerini gerçekleştirme yerine, mümkün olan yerlerde, hedefleri sistem performansına göre belirlemek, mevcut girişimlere daha fazla uyar ve bu durumun, iyileştirilmiş sürdürülebilirlik konusunda gerçek ilerlemelerle sonuçlanması da oldukça muhtemeldir.

4D Hassas Besin Yönetimi fikri, çiftlik düzeyi dahil olmak üzere bütün düzeylerde sürdürülebilirlik uygulamalarının yönetimiyle ilgilidir. Çiftçilere sürdürülebilirlik hedefleri hakkındaki görüşlerinin sorulması, kabullenme ve katılım konusunda önemli katkı sağlar ve diğer kesimlerden dayatılan sürdürülebilirlik değerlendirme sistemlerinden kaynaklanması muhtemel olan olumsuz tepkileri azaltır. Uygulamaya konacak herhangi bir 4D besin yönetimi planı bu gibi sürdürülebilir hedeflerin belirlenmesini de kapsar.

Göstergeler, paydaşlarca algılanmalarını etkileyecek çok değişik yollarla sunulabilir. Herhangi bir yönelim için seçilen zaman aralığı oldukça önemlidir. Kısa-sürelili değişimler yanlış algılamalara neden olabilir. Sürdürülebilirlik uzun-soluklu bir süreç olduğundan, kabul edilebilir en uzun zaman aralığının tercih edilmesi teşvik edilmelidir. Bu noktada, mevcut şartlar devreye girebilir. Eğer bir besin bilançosu sadece fazla,

Sorular

4. Sürdürülebilirlik prensiplerine göre paydaşların aşağıdakilerden hangisinin seçimine katkı sağlamaları gerekir?
 - a. Performans göstergeleri
 - b. Yöreye özgü uygulamalar
 - c. Kaynak, doz, zaman ve yer
 - d. Gübre yönetim uygulamaları
5. Kaynak, doz, zaman ve yere göre yöreye özgü kombinasyonların seçiminde en son karar verici
 - a. düzenleyici otoritelerdir.
 - b. üretimden sorumlu yöneticidir.
 - c. kalifiye bir araştırmacıdır.
 - d. paydaş takımlarıdır.
6. Gübre yönetim uygulamalarının kabul edilebilirliği aşağıdaki performans kriterlerinden hangisinin göz önünde bulundurulmasını gerektirir?
 - a. Araştırma parsellerinde bitkisel verimdeki artışlar
 - b. Çiftlik parsellerinde bitkisel verimdeki artışlar
 - c. Paydaşların tamamınca önemli olan ve kabul görmüş indikatörler
 - d. Çevresel kazanımlar
7. Bilimsel bir gübre yönetim uygulaması
 - a. yöredeki geçmiş deneyimlere dayanır.
 - b. bilimsel ilkelerle oluşturulur ve tarla denemeleriyle de onaylanır.
 - c. mevzuatta spesifik olarak tanımlanır.
 - d. çevresel olarak tarafsızdır.

Sorular

8. Gübre kaynağı, dozu, zamanı ve yerinin doğru kombinasyonu aşağıdakilerden hangisini sağlar?
 - a. Olası en yüksek verim
 - b. Suya besinlerin en az kaybı
 - c. Havaya besinlerin en az kaybı
 - d. Sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için en iyi şans
9. Gübre yönetiminin en önemli performans göstergesi
 - a. besin kullanım etkinliğidir.
 - b. bitkisel verimdir.
 - c. ürün kalitesidir.
 - d. paydaşlar tarafından belirlenir.
10. Performans göstergeleri gübre yönetimi sayesinde aşağıdakilerden hangisinin geliştirilmesindeki ilerlemeleri yansıtır?
 - a. Su kalitesi.
 - b. Hava kalitesi.
 - c. Bitkisel verim.
 - d. Sürdürülebilirlik.

noksan ya da çıkanın girene oranı şeklinde gösteriliyorsa, sisteme giren-çıkan besin akışlarının kapsamları tam belirgin olmayacaktır. Besin bilançosunun tamamının verilmesi farklı bir algıya/bakışa neden olabilir.

Sonuç

KAYNAK, DOZ, ZAMAN ve YER gübre yönetiminde birbirleriyle tamamen ilişkilidir. Bu dördünden hiçbiri, diğerlerinden bir tanesi yanlış olduğunda doğru olamaz. Herhangi bir durum için birden fazla doğru kombinasyonu olması olasılık dâhilindedir. Ancak dördünden bir tanesi değiştirilirse diğerlerinin de değiştirilmesi gerekebilir. Söz konusu bu dört doğru birbirleriyle ve yetiştirme sistemi ve yönetilen çevreyle uyumlu olarak çalışmalıdır. 4D Hassas Besin Yönetimi, söz konusu bu yönetim seçeneği kombinasyonlarının iyileştirilmiş sürdürülebilirlik konusundaki çıktıları veya performansı üzerindeki etkilerine vurgu yapar.

Her bir besin uygulaması kaynak, doz, zaman ve yerin bir kombinasyonu olarak tanımlanabilir. Bunlardan her birinin uygunluğunu yöneten önemli bilimsel prensipler her bir kategori için bellidir. Bu bölümün devamındaki Bölüm 3'ten 6'ya kadar olan dört bölümde her bir "doğru" için mevcut belirli ilkeler ayrı ayrı tanımlanmıştır. Bu bölümler, Bölüm 7'den 9'a kadar olan ve yeniden 4D'nin bir arada değerlendirilmesini amaçlayan üç bölüm tarafından takip edilmektedir. Söz konusu bütünleşme, bütün çiftçilik sistemlerinin uyum sağlayıcı yönetimindeki 4D kombinasyonlarının seçimi ile ilgili kararları destekleyen uygulamalar ve hassas besin yönetim planlarında ifade edildiği gibi benzer entegre bir yönetimin güvenilirliği çerçevesinde olacaktır.

KAYNAKLAR

- Bruulsema, T.W., P.E. Fixen, and A. Olegario. 2010. *In Proceedings, OECD Workshop on Agri-Environmental Indicators*, Leysin, Switzerland, 23-26 March, 2010. Organization for Economic Cooperation and Development, Paris, France. Paper.
- Fixen, P.E. 2007. *In Fertilizer Best Management Practices*, First edition, IFA, Paris, France.
- IFA. 2009. The Global "4R" Nutrient Stewardship Framework: Developing Fertilizer Best Management Practices for Delivering Economic, Social and Environmental Benefits. Paper drafted by the IFA Task Force on Fertilizer Best Management Practices. International Fertilizer Industry Association, Paris, France.
- Roberts, T.L. 2009. Right product, right rate, right time and right place ... the foundation of best management practices for fertilizer. [On-line].

Notlar



Bölüm 3

DESTEKLEYEN BİLİMSEL İLKELER DOĞRU KAYNAK

Belirli bazı koşullar bütünü için doğru kaynağı tanımlayan temel bilimsel ilkeler aşağıda yer almaktadır:

- ◆ **Uygulama dozunu, zamanını ve yerini göz önünde bulundurma.**
- ◆ **Besinleri bitkilere yarayışlı formlarda uygulama.** Uygulanan besin ya bitkiye doğrudan yarayışlı formda olmalıdır ya da zaman içerisinde toprakta bitkiye yarayışlı duruma dönüşmelidir.
- ◆ **Toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini dikkate alma.** Bu kısımda sulu çeltik alanlarında nitrat ve yüksek pH'lı topraklarda yüzeye üre uygulamasının önlenmesi vb. gibi örnekler verilebilir.
- ◆ **Besin elementleri ve kaynakları arasındaki sinerjik (olumlu) ilişkileri anlama.** Fosfor-çinko interaksiyonu, N ile artırılan P yarayışlılığı, organik gübreyi tamamlayan mineral gübre gibi örnekler bu kısımda yer alır.
- ◆ **Karışıma uygunluğu göz önünde bulundurma.** Kaynakların bazı harmanları elde edildiğinde, karıştırılan materyalin homojen uygulanmasını kısıtlayacak biçimde nem çekmesi; ürünün farklılaşmasını engellemek için kaynakların granül büyüklüklerinin aynı olması vb.
- ◆ **Eşlik eden elementlere olan faydalarını ya da duyarlılıklarını tanıma.** Besinlerin çoğu, bitki için

gerekli, etkisiz ya da zararlı olabilecek refakatçi bir iyona sahiptir. Örneğin, K'a refakat ederek onu tuz haline getiren klor (Cl-) mısır için gerekli olduğu halde, tütün ve bazı meyvelerde kalite açısından zararlı olabilir. Bazı P'lu gübre kaynakları ise, bitkiye yarayışlı Ca ve S ve çok az da Mg ve mikro besinler içerebilir.

- ◆ **Besin değeri olmayan elementlerin etkilerini kontrol etme.** Örneğin, bazı fosfat kayalarının doğal depoları bitki besleme açısından hiçbir önemi olmayan iz elementler içerir. Bu elementlerin uygulama seviyeleri kabul edilebilir sınırlar içerisinde tutulmalıdır.

Bu temel ilkeler, mevcut bölümün geri kalan kısmında sunulan diğer yaklaşımlarla birlikte göz önünde bulundurulur.

Bütün bitkilerin yaşam döngülerini tamamlayabilmeleri için mutlak gerekli en az 17 elemente gereksinimleri vardır. Bu mineral besinler Çizelge 3.1'de gösterilen 14 mineral besini ve 3 tane de karbon (C), hidrojen (H) ve oksijen (O) gibi mineral olmayan elementi kapsar. Bitkiler makro besinlere göreceli olarak fazla miktarlarda ihtiyaç duyarlarken, mikro besinler bitkilerce çok daha az miktarlarda kullanılır. Doğal toprakların birçoğunda besinlerin yarayışlılık düzeyleri, bitkinin büyüme için genetik potansiyeline ulaşmasına yardımcı olan gerekli besin elementlerinin en az bir ya da daha fazlası için düşüktür. Doğal bitkiler, gübrenlenmemiş ekosistemlerdeki besin

Çizelge 3.1 Mineral besin elementlerinin önemli bazı özellikleri.

Kategori	Besin	Sembol	Bitkiye asıl alım formu	Topraktaki ana form	Bitkideki relatif atom sayısı
Makro besin	Azot	N	nitrat, NO_3^- ; amonyum, NH_4^+	organik madde	1.000.000
Makro besin	Fosfor	P	fosfat, HPO_4^{2-} , H_2PO_4^-	organik madde, mineraller	60.000
Makro besin	Potasyum	K	potasyum iyonu, K^+	mineraller	250.000
Makro besin	Kalsiyum	Ca	kalsiyum iyonu, Ca^{+2}	mineraller	125.000
Makro besin	Magnezyum	Mg	magnezyum iyonu, Mg^{+2}	mineraller	80.000
Makro besin	Kükürt	S	sülfat, SO_4^{2-}	organik madde, mineraller	30.000
Mikro besin	Klor	Cl	klorid, Cl^-	mineraller	3.000
Mikro besin	Demir	Fe	ferros demir, Fe^{+2}	mineraller	2.000
Mikro besin	Bor	B	borik asit, H_3BO_3	mineraller	2.000
Mikro besin	Mangan	Mn	mangan iyonu, Mn^{+2}	mineraller	1.000
Mikro besin	Çinko	Zn	çinko iyonu, Zn^{+2}	mineraller	300
Mikro besin	Bakır	Cu	bakır iyonu, Cu^{+2}	organik madde, mineraller	100
Mikro besin	Molibden	Mo	molibdat, MoO_4^{2-}	organik madde, mineraller	1
Mikro besin	Nikel	Ni	nikel iyonu, Ni^{+2}	mineraller	1

Sodyum (Na), kobalt (Co) ve silikon (Si) gibi ilave besinlerin, bütün bitki türleri için olmamakla beraber, bazıları için gerekli ya da faydalı olduğu gösterilmiştir

yetersizliklerine büyüme hızlarını yavaşlatarak uyum sağlar. Ancak sahip oldukları bu strateji, gıda üretimi ve ekonomik kazançlarla ilgilenen çiftçiler için kabul edilebilir değildir.

Her besin elementi bitki içerisinde belirli görev/görevlere sahiptir; bunlardan bazıları oldukça karmaşık biyokimyasal reaksiyonlarda yer alırken, bazıları ise oldukça basit görevler üstlenir. Bitki besin elementi bitkinin içerisine girdikten sonra, orijinal kaynağın artık daha fazla önemi kalmaz.

3.1 Besinlerin Elde Edildiği Yerler

Bazı bitki besin elementlerinin topraklardaki konsantrasyonları optimum düzeylerden düşük olduğundan, doğal olarak sağlanan düzeylerine çiftlik içi veya dışı kaynaklar kullanarak çiftçiler tarafından takviye yapılır. Çiftlik içi kaynaklar arasında; baklagil örtü bitkileri (yeşil gübreler), hayvansal gübreler ve bitki artıkları yer alır. Çiftlik dışı kaynaklar ise, çeşitli işlenmiş veya işlenmemiş besinler ve toprak iyileştiricileridir.

Besinlerin tamamı -azot hariç- doğal olarak oluşan yeryüzü minerallerinden elde edilir. Besinleri söz konusu bu minerallerden çıkarıp aldıktan sonra, yönetim ve taşınmalarını kolaylaştırmak ve bitki köklerine kolaylıkla yarayışlı besin sağlayan formlarda yeniden yoğunlaştırmak için mükemmel küresel bir endüstri geliştirilmiştir. Yeryüzü minerallerinden bazıları bitki besin elementi kaynağı ya da toprak iyileştiricisi olarak doğrudan kullanılabilirken, diğer

birçoğunun çözünürlüğünün artırılması veya daha etkin taşınım için yoğunluğunun artırılması amacıyla işlenmesi gerekir. Çözünür olmayan mineraller, bünyelerindeki bitki besinlerini toprak çözeltisine çok yavaş salıverirler.

Kabayonca, yonca, burçak ve fasulye gibi baklagil familyasına ait bitkiler kök nodüllerinde bakterilere (Rhizobia, Bradyrhizobia, Sinorhizobia, etc.) ev sahipliği yapma yeteneğine sahiptirler. Bu nodüller, atmosferik N_2 gazının bitkiye yarayışlı N formlarına dönüştürüldüğü yerlerdir. Tarladan kuru ot veya hayvan yemi olarak uzaklaştırılan baklagiller toprakta fazla miktarda artık N bırakmayabilirler. Tarlada yetiştirilen ve olduğu yerde bırakılan baklagiller (yeşil gübreler) ise bir sonraki bitkiyi destekleyecek N'un bağlanmasına ve toprak organik maddesinin artmasına katkı sağlarlar. Herhangi bir baklagil takiben toprakta bulunacak artık N, bitki türüne ve yöresel özelliklere bağlı olarak önemli değişiklikler gösterir.

Hayvansal gübreler ve kompostlar, uygun şekilde kullanılmaları koşuluyla çok iyi birer besin elementi kaynağıdır. Organik gübreler sahip oldukları göreceli besin elementi oranlarınca ihtiyaç duyulan miktarlardan farklılıklar gösterse dahi, bitkiler yarayışlı bütün elementleri içerirler. Ancak bazı N, P ve S formları organik olduğundan, mineralizasyon için, yani bitki köklerince alınacak formlara dönüştürülmeleri için biraz zamana ihtiyaç duyabilirler. İnkübasyon süreleri boyunca kontrollü bir bozulmaya tabi tutulan kompostlar, hayvan

atıklarından daha yavaş bozulan ve görece daha stabil olan organik ürünlerdir. Hayvan atıklarındaki ve kompostlardaki besinler, yemden ve muhtemelen gübrelenen ot olarak hasat edilen tarlalardan gelir. Burada sözü edilen ve ürün döngüsüne ilave edilen besinlerin kaynağı yakın ya da uzak herhangi bir tarla olabilir. Elbette ki hayvanlar sindirim faaliyetleri süresince herhangi bir besin üretmez, sadece yemlerinde mevcut besinlerin asimile edilmeyen kısımlarını dışarı atarlar.

Besinlerin hemen hemen tamamı kökler üzerinden bitkiye girer. **Çizelge 3.1**'de besin elementlerinin birincil alım formları yer almaktadır. Yaprak gübrelemesi sadece, ortaya çıkmak üzere olan bir noksanlığı giderme ya da ihtiyacın çok arttığı dönemlerde ilave besin katsısı sağlama gibi bazı özel koşullarda faydalı olabilir. Bununla birlikte, bitkiler ihtiyaçları olan besinlerin çoğunu kökleri aracılığıyla toprak çözeltisinden almaya uyum sağlamıştır.

3.2 Doğru Kaynağın Seçimi

Düşüncede, en uygun besin kaynağının seçimi oldukça basit gibi görünse de, böylesi bir karar alınırken çok fazla faktörün göz önünde bulundurulması gerektiği unutulmamalıdır. Yukarıda sözü edilen altı bilimsel ilkeye ilave olarak, gübre taşıma konuları, çevresel hassasiyetler, ürün fiyatı ve ekonomik sınırlamalar gibi faktörler de önemli olabilir. Farklı kaynaklara kabul edilebilir bir mesafe ile ulaşılabilir olup olmaması da alınacak karar üzerinde etkili olabilir. Gübre uygulama ekipmanlarına erişimde yaşanan kısıtlamalar da seçeneklerin azalmasına neden olabilir. Bu kararları gelenek ve deneyimler dayandırmak insanlara cazip gelse de, bu faktörlerin periyodik düzenlenmesi, bu değerli kaynaklardan ve yaptıkları önemli yatırımlardan maksimum faydayı kazanma noktasında çiftçilere yardım ederken, yeni gübre materyallerinin değerlendirilmesine de imkân sağlar.

Doğru gübre kaynağının seçimi, üretim hedeflerine ulaşmada hangi besinlerin gerçekte gerekli olduğunun tespitiyle başlar. Ürün miktarını sınırlayıcı besinlerin varlığı toprak ve bitki analizleri, doku testleri, kontrol parselleri, yaprak renk sensörleri ya da görsel noksanlık belirtileri (Bölüm 8'e bakınız) yardımıyla belirlenebilir. Elbette ki, bu tespitlerin hepsinin gübre uygulama kararından önce yapılması gerekir. Sadece ihtiyaç duyulan besinlerin tahmin edilmesi, ihtiyaçtan az veya fazla gübreleme ile ilgili birçok soruna neden olurken, belli bazı besinlerin noksanlıklarının şiddetli hale gelinceye kadar tespit edilememesine de yol açabilir. Eğer ihtiyaçtan fazla uygulanan besinler hâlihazırda yeterli düzeydeyse, sadece belirli bazı besinlerin ihtiyacının tahmin edilmesi negatif ekonomik geri dönüşlerle de sonuçlanabilir.

Diğer elementler hariç tutularak, sadece eksik olan tek bir elemente yoğunlaşılması oldukça yaygın bir yaklaşımdır. Örneğin, yeterli N düzeyindeki bir azalma yavaşlamış büyüme ve klorotik yapraklardan kolaylıkla gözlemlenebilir. Ancak, P ve K gibi diğer noksanlıklar da giderilmeden uygulanan N'lu gübreden azami fayda sağlamak mümkün değildir. Bizler sıklıkla besin elementlerine tek tek yoğunlaşsak da, sağlıklı bir bitki büyümesi için bütün besinler birlikte görev alırlar.

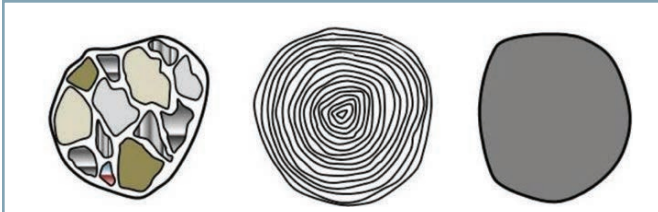
Sorular

1. Aşağıdakilerden hangisi, spesifik bir şartlar grubu için **doğru kaynağı** tarif eden yedi temel bilimsel ilkedden bir tanesidir?
 - a. besinlerin sadece bitkilere yararışlı formlarını uygulama
 - b. toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre seçim yapma
 - c. karışım yapımına uygunluğu göz ardı etme
 - d. elementlerinin birleşiminin uygulanmasını önleme
2. Bir element bitki büyümesi için gerekli olarak değerlendirilir eğer
 - a. toprak bu elementin sadece çok küçük bir miktarını içeriyorsa.
 - b. bitki söz konusu bu elementin element formuna ihtiyaç duyuyorsa.
 - c. bütün bitkiler yaşam döngülerini devam ettirebilmek için ona ihtiyaç duyuyorsa.
 - d. bitkiler tarafından alınabiliyorsa.
3. Doğru gübre kaynağının seçimi
 - a. gelenek ve deneyime dayanmalıdır.
 - b. sadece fiyata bağlıdır.
 - c. noksan olan tek bir besine yoğunlaşır.
 - d. hangi besinlerin sınırlayıcı olduğuna bağlıdır.
4. Fosfor ve K'un gübrelerdeki kimyasal formları
 - a. P_2O_5 ve K_2O eşdeğerleri olarak ifade edilir.
 - b. P_2O_5 ve K_2O 'dur.
 - c. P ve K'dır.
 - d. 2,29 ile çarpılarak element formuna dönüştürülür

Sorular standart sınav formatına göre hazırlanmıştır ancak ana bazı noktaları yeniden görmek ve grup tartışmalarına katkı sağlama düşüncesiyle tasarlanmıştır. Cevaplar için, sayfa A7'ye bakınız.

Her bir bitki besin elementinin kendisine özgü yararışlılık formu vardır ve toprağa girdikten sonra kendilerine has reaksiyonlara maruz kalırlar. Besinler bitkiler tarafından alınmadan önce, orijinlerinden ve topraktaki reaksiyonlarından bağımsız biçimde çözünerek bitkiye yararışlı formlara dönüşmeleri gerekir.

Gübreler normal şartlarda bir sınıf ya da garanti edilen minimum analiz değerleriyle satılır. Burada sınıf, ağırlık üzerinden % besin içeriğini temsil eden bir numara serisiyle temsil edilir. Bu numaralardan birincisi toplam N'u, ikincisi P_2O_5 olarak yararışlı P'ü ve üçüncüsü ise K_2O 'ya karşılık gelen çözünür K'ü temsil eder. Örneğin, 100 kg 10-15-20 gübresi 10 kg N, 15 kg P_2O_5 ve 20 kg K_2O içerir. Bu üç elementle beraber diğer besinleri de içeren gübrelerde, ilave edilen besinin



Şekil 3.1 Kompoze gübrelerin 3 tipi (her bir granül N, P ve K'nın bir kombinasyonunu içeriyor)

sembolüyle beraber ilave sayılar eklenebilir; örneğin, 21-0-0-24S gübresinin %21 N ve %24 S içermesi gibi.

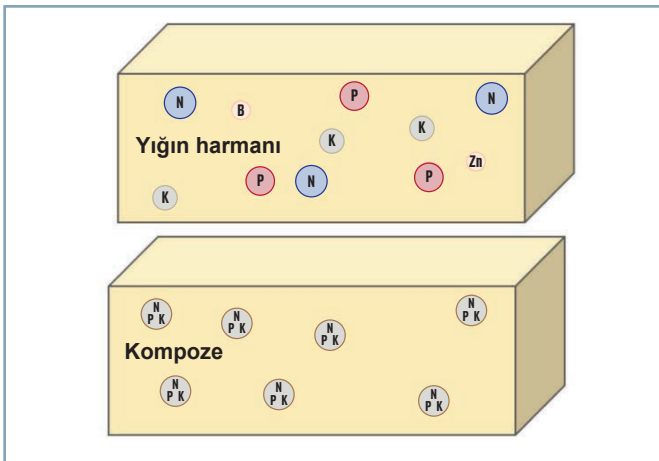
Fosfor ve K'un gübreler içindeki kimyasal formları P_2O_5 ve K_2O olmayıp, söz konusu bu oksit formlar bu gübrelerin ifade edilmeleri için kullanılan geleneksel terimlerdir. Gübrelerin P ve K içerikleri, sırasıyla P_2O_5 ve K_2O eşdeğerleri olarak ifade edilir. Söz konusu bu formlar arasındaki dönüştürme işlemleri için aşağıda yer alan dönüştürme faktörleri kullanılır:

$$\begin{aligned} P_2O_5 \times 0,437 &= P \\ P \times 2,29 &= P_2O_5 \\ K_2O \times 0,830 &= K \\ K \times 1,20 &= K_2O \end{aligned}$$

3.3 Gübre Formları

Kullanılacak gübre formunun belirlenmesi alınması gereken kararların başta gelenlerinden bir tanesidir.

Yığın harmanları (Bulk blends), çeşitli granül gübrelerin müşterinin belirli ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde bir yığın içerisinde karışımından oluşur. Karışımlar, belirli bir bitki ve toprak koşuluna uygun biçimde değişik oranlardaki besinlerle ayarlanır. En düşük-maliyet bileşenlerinden



Şekil 3.2 Yığın harmanı ve kompoze gübrelerin topraktaki besin dağılımlarının karşılaştırması. Düşük oranlarda uygulanacak gübrelerin homojen dağıtılmasında kompoze gübreler önemli iken, yığın karışımı ise her bir element için önerilen dozları elde etmede daha fazla imkân sunabilir.

Sorular ?

5. Kompoze gübreler aşağıdakilerden hangisi için uygundur?
 - a. Tek bir besin uygulaması
 - b. Spesifik ihtiyaçları karşılamak için farklı oranlarda besin uygulaması
 - c. Parçacıkların potansiyel ayrılmalarının engellenmesi
 - d. Mikro besin içermeyen makro besin uygulaması
6. Sıvı gübreler popülerdir çünkü
 - a. granül gübrelerle harmanlanırlar.
 - b. sulama suyuna kolaylıkla ilave edilebilirler.
 - c. en düşük maliyet bileşenlerinden elde edilirler.
 - d. çoklu besinleri tek bir parçacık içinde birleştirirler.

yapıldığından ve göreceli olarak bir hayli ucuz donanımlarla karıştırılabildiğinden, söz konusu karışımlar oldukça yaygın olarak tercih edilir. Ancak bu karışımın yer alan her bir gübre bileşeninin kimyasal ve fiziksel olarak karıştırılmaya ve depolanmaya uygun olması gerekir.

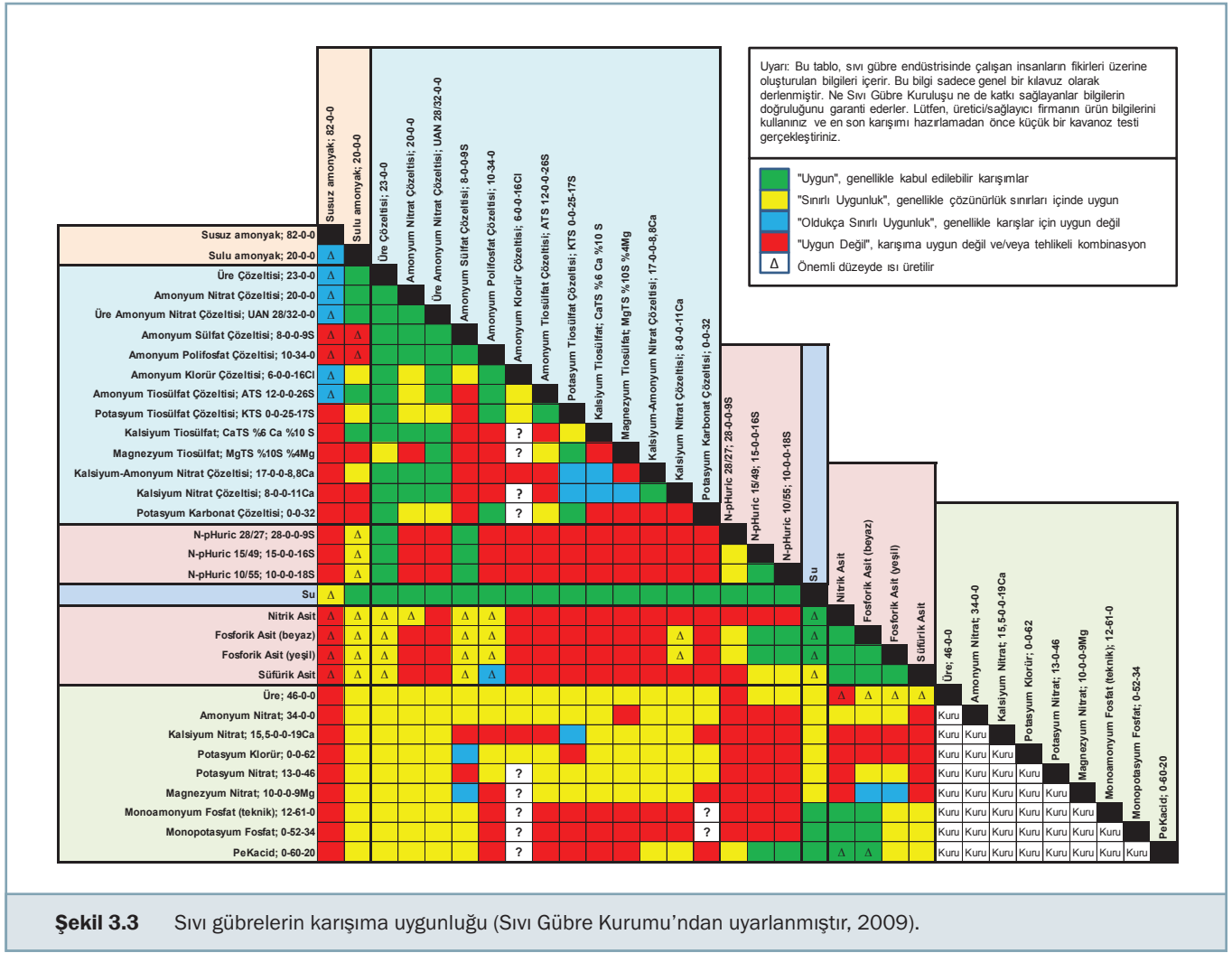
Taşıma ve dağıtım sırasında oluşabilecek olası ayrılmalara her bir gübre bileşeni için dikkat edilmesi gerekir. Gübre karıştırma sorumluları bu konudan haberdar olup, karıştırılan materyallerin taşıma sırasındaki ayrılmalarını düşük düzeyde tutmak için farklı besinlerin aynı parçacık büyüklüklerini kullanmaya gayret ederler.

Kompoze gübreler, birden fazla besinin tek bir katı gübre parçasındaki karışımıdır (**Şekil 3.1**). Bu yaklaşım, ortalama bir besin kompozisyonu elde etmek için teksele gübrelerin karıştırılmasıyla elde edilen bir harmandan farklıdır. Kompoze gübrelerin her bir parçacığı toprakta çözüldükçe ortama besin karışımı ilave eder ve taşınma ve uygulama sırasında parçacıklarda olabilecek potansiyel herhangi bir ayrılmayı engeller (**Şekil 3.2**). Kompoze gübrelerin içine ilave edildiğinde, mikro besinlerin kök bölgesi boyunca homojen dağılımı da mümkün olur. Yaygın olarak, farklı agronomik uygulamalar için uygun olan belirli besin oranları vardır ve gübre kararlarının alınmasında oldukça kolaylık sağlarlar.

Sıvı gübreler, homojen ve temiz bir sıvı içerisinde birçok besinin karıştırılmasına ve bu nedenle, tarlada homojen biçimde uygulanmasına olanak sağladığından oldukça popülerdir. Bu temiz sıvılar



Sıvı gübre



siparişle karıştırıldıktan sonra, başlangıç gübresi olarak yüzey altına yoğunlaştırılmış bant halinde ya da üst gübre olarak toprak yüzeyine uygulanabilir. Sulama suyuna ilave edilerek uygulama için oldukça popülerdirler. Sıvıların yönetimi oldukça kolay olup, çok çeşitli mikro besinler, herbisitler ve pestisitler için mükemmel birer taşıyıcı rolü üstlenirler. Birçok kimyasalın bir arada harmanlanması, tarlada gereksinim duyulan araç trafiği yoğunluğunun, bunun sonucu olarak da toprak sıkışması riskinin ve yakıt tüketiminin azalmasına neden olabilir.

Sıvı gübrelerin tamamı birbirleriyle karıştırılmaya elverişli değildir. **Şekil 3.3**'te, sıvı gübrelerin bir araya getirildiğindeki karışım uygunlukları hakkında ana hatlar yer almaktadır. Büyük miktarlar harmanlanmadan önce, daima karışıma uygunluklarının test edilmesi için gübrelerin ya da kimyasalların küçük miktarlarının bir kavanozda karıştırılması önerilir.

Sıvı gübrelerin sulama suyuyla uygulanması, (fertigasyon) genel olarak işçilikten tasarruf sağlama, besin uygulama zamanlamasındaki esnekliğinden yararlanma ve besin kullanım

etkinliğini artırma amacıyla yapılır. Fertigasyon, hem basınç uygulanan sistemler (damla, mikro yağmurlama ve pivotlar gibi) hem de karıkla sulama gibi yöntemlerle gerçekleştirilebilir. Burada önemli olan, fertigasyon için kullanılan gübrelerin sulama donanımında herhangi bir tıkanmaya ya da hedef alana ulaşmadan kimyasal çökelmeye neden olmamasıdır.

Her türlü sulama sistemine uyabilecek birçok farklı gübre kaynağı mevcuttur. Kalsiyum ve Mg içerikleri yüksek olan sulama sularına P'lu gübreler ilave edildiğinde, borular ve damlatıcılarda kimyasal çökelme ve tıkanmayı önlemek için azami önemin gösterilmesi gerekir. Aynı zamanda şu nokta da akıldan çıkarılmamalıdır ki, fertigasyonla besin dağılımının homojenliği tarlada su dağılımının homojenliğine bağlıdır.

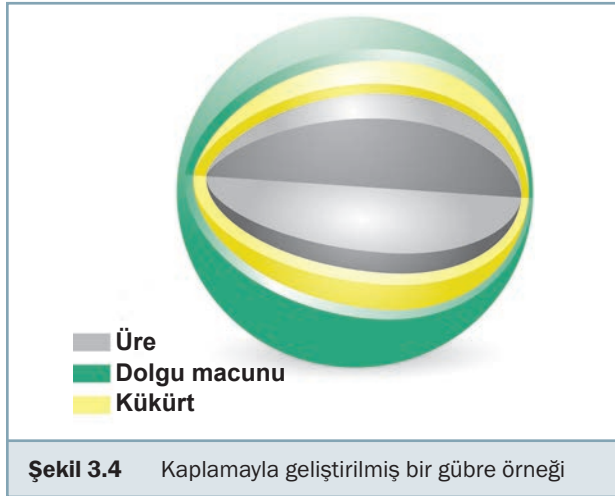
Sıvı gübreler, seyreltik bir besin çözeltisinin püskürtülmesi suretiyle yapraklardan besleme için de kullanılır. Bu teknik, özellikle, kök alımının bitki ihtiyaçlarını karşılayamadığı durumlarda besin eksikliğini giderme ya da engellemede



Yapraktan uygulanmış gübre

veya bitki besin ihtiyacının en üst düzeyde olduğu dönemlerde etkili olabilir. Bununla birlikte, genel olarak yaprakтан besleme kök sistemi üzerinden besin alımının bir tamamlayıcısı olarak kabul edilir. Potansiyel bir besin elementi noksanlığını gidermede yüksek çözünürlükteki birçok materyal yaprak gübresi olarak kullanılabilir. Ancak yaprak yüzeyine püskürtülen çözelti, yaprakta olabilecek tuz zararlanmalarını engelleme amacıyla olabildiğince seyreltik olmalıdır. Yaprak dokusu, püskürtme çözeltisindeki gübre konsantrasyonu çok yüksek olduğunda, kuruyabilir ve yaralanabilir (yaygın olarak yaprak yanması olarak ifade edilir). En üst düzeydeki beslenme kazanımlarına ulaşılması için ürün etiketleri çok dikkatli şekilde incelenmelidir.

Süspansiyon gübrelere, çok küçük parçacıkların bir çözelti içerisinde askıda tutulmasının sağlanmasıyla elde edilir. Gübre parçacıklarını çökme riskinden koruma görevi askıya alıcı olarak kullanılan kil veya jel tarafından gerçekleştirilir. Süspansiyonlar berrak sıvı gübrelere kullanılanlardan daha düşük çözünürlüğe sahip olan gübre materyallerinin kullanımına izin vererek, yüksek besin konsantrasyonları elde edilmesine imkân tanırlar. Berrak sıvı gübrelere kullanımları uygun olmayan herbisitler ve insektisitler ve yüksek miktarlarda mikro besinler çok rahatlıkla süspansiyonların içine ilave edilebilir. Süspansiyonun tam olarak homojen karışımını elde etme amacıyla çoğunlukla uygulama tankı içerisinde bir karıştırma işlemi uygulanır. Berrak sıvı gübrelere için kullanılanlardan daha geniş çıkış ağızlarının tercih edilmesiyle tıkanma riskinin önüne geçilmeye çalışılır.



Şekil 3.4 Kaplamayla geliştirilmiş bir gübre örneği

Etkinliği artırılmış gübrelere, tek bir grup materyalden oluşmayıp, standart uygulama ve materyallere göre gübre kullanım etkinliğini iyileştiren ürünler ve teknolojilerden meydana gelir.

Yavaş-salvermeli ve kontrollü-salvermeli gübrelere, gübre kullanım etkinliğini iyileştirme de etkili olabilirler. Gübre parçacığından besin salvermesini kontrol etmede birçok mekanizma mevcuttur. En yaygın olanı, polimer veya S'ün besinlerin çözünmesini ve

salverilmesini kontrol etmek için koruyucu bir kaplama olarak gübreye ilave edilmesidir (Şekil 3.4). Buradaki karakteristik salverme hızları birkaç haftadan birkaç aya kadar değişebilir. Diğer yavaş-salvermeli gübrelere, düşük çözünürlüğe sahip olma veya mikrobiyal bozulmaya karşı dayanıklı olma gibi özellikleriyle besin salverilmesini kontrol edebilirler. Bu ürünlerin her birisi belirli bazı koşullara önemli oranda uyum gösterebilir, ancak bu durum, bütün koşullara uyumlarının iyi olacağı anlamına da gelmez. Azami faydanın sağlanması için, spesifik ürünlerin uygun toprak, bitki ve çevresel faktörlerle uyumlu olması gerekir. Genellikle kontrollü salvermede N hedef besin olmakla beraber, diğer besinlerin sürekli olarak salvermesini gerektirebilecek durumlar da söz konusu olabilir.

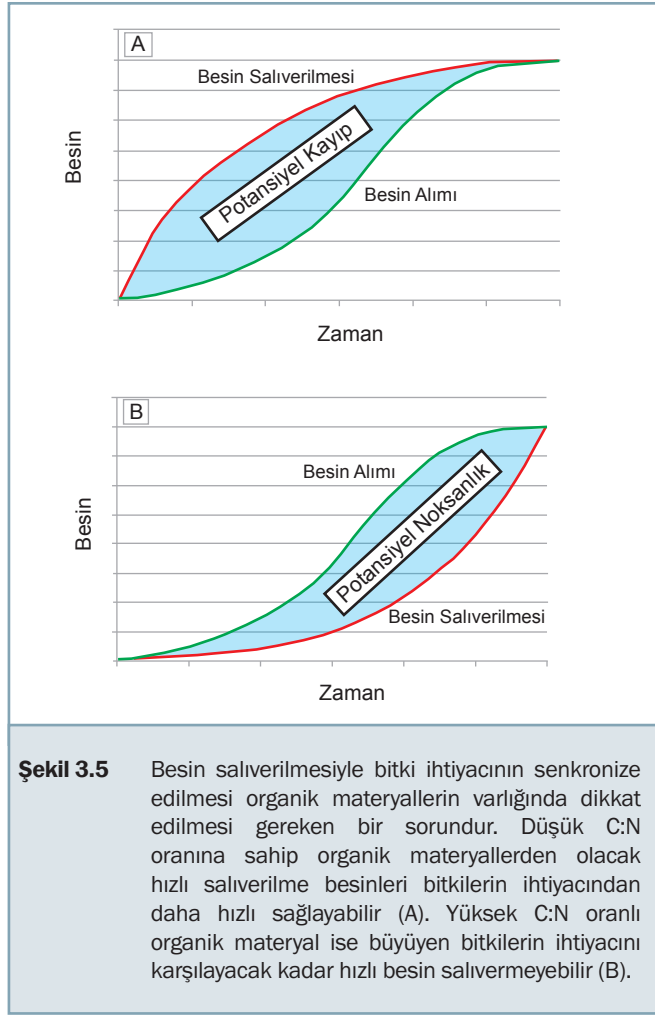
Biyolojik ve kimyasal inhibitörler (önleyiciler) zaman zaman toprakta gerçekleşen belirli bazı reaksiyonları geçici olarak artırma veya bozma amacıyla kullanılır. Amonyumun nitrata dönüşümünü yavaşlatarak, nitrat yıkanması veya denitrifikasyonu olasılığını azaltan nitrifikasyon inhibitörleri bunlardan bir tanesidir. Toprakta bulunan üreaz enzimini inaktif duruma getirerek üreinin amonyuma dönüşümünü geçici olarak geciktiren üreaz inhibitörleri bir başka katkı maddesidir. Bu gecikme özellikle, üreinin yüzeye uygulandığı durumlarda atmosfere olan amonyak volatilizasyonu kayıplarını azaltır.

Polimerik materyaller, fosforun çözünürlüğünü düşüren kimyasal reaksiyonları azaltmak için toprak katyonlarına geçici süreyle bağlanmalarını sağlama düşüncesiyle geliştirilen sıvı polimerlerdir.

3.4 Organik İyileştirici Formları: Hayvansal Gübrelere, Kompostlar

Bitkilerin beslenmesinde organik materyaller hem makro hem de mikro besinler için iyi birer kaynak olabilir. Kaynağa ve tabii tutuldukları işlemlere bağlı olarak çok değişken olduklarından, bu materyaller burada sadece genel prensipleri ile tanıtılacaklardır.

Organik gübrelere ve kompostlarda bulunan N'un büyük kısmı, bitkiler tarafından alınmadan önce toprak mikroorganizmaları tarafından amonyum ya da nitrata dönüştürülmesi (mineralizasyon) gereken organik yapılarda bulunur. Mineralizasyonun hızı çevresel faktörlere (sıcaklık ve nem gibi), organik materyalin özelliklerine (C:N oranı ve lignin içeriği gibi) ve organik materyalin konumuna (birleşme-temas) göre değişen mikrobiyal aktivite düzeyi tarafından belirlenir. Bitki N alımıyla, organik materyalden salverilen N'un uyumlu olmaması N yetersizliğine ve bitki besin noksanlıklarına ya da büyüme sürecinde ihtiyaçtan daha fazla N'un salverilmesine neden olabilir (Şekil 3.5). Organik kökenli gübrelere çoğunda, bitki ihtiyaçlarıyla uyumlu bir N:P oranı mevcut değildir. Söz konusu gübrelere bitkilerin N ihtiyacını karşılamak için ilave edildiklerinde, P'un bitkinin ihtiyacından 3-5 kat fazla uygulanma durumu söz konusu olabilir. Bu dengesizliğe dikkat edilmediği zaman, uzun dönemdeki organik gübre uygulaması P birikimine neden olabilir.



Şekil 3.5 Besin saliverilmesiyle bitki ihtiyacının senkronize edilmesi organik materyallerin varlığında dikkat edilmesi gereken bir sorundur. Düşük C:N oranına sahip organik materyallerden olacak hızlı saliverilme besinleri bitkilerin ihtiyacından daha hızlı sağlayabilir (A). Yüksek C:N oranlı organik materyal ise büyüyen bitkilerin ihtiyacını karşılayacak kadar hızlı besin salıvermeyebilir (B).

Hayvansal gübreler, belirli beslenme ve yönetim uygulamalarına göre fiziksel ve kimyasal özellikleri yönünden önemli farklılıklar gösterir. Gübrelerdeki N hem inorganik hem de organik formda bulunur. Taze gübredeki N içeriği değişkendir çünkü amonyak oldukça kolay biçimde volatilize olabilir. Bazı koşullarda, taze gübrenin ya da çamurun toprak yüzeyine uygulanması volatilizasyonla büyük N kayıplarının olmasına neden olabilir. Uygulama zamanlaması ve yeri, bu gibi kayıpları azaltmada göz önünde bulundurulması gereken önemli birer ayrıntıdır. Gübre için uygun uygulama dozunun doğru olarak belirlenmesi, besin içeriği analizinin ve uygulamadan sonra olabilecek N mineralizasyon oranının tahmininin hassas biçimde yapılmasını gerektirir. Hayvansal gübreler ve kompostlardaki P'un çok büyük bir kısmı ile K'un tamamı bitkiye hızlı biçimde yarıyışlı olan inorganik formdadır.

Kompostlar m besin içerikleri genel olarak çok düşüktür. Doğru yöntemlerle kompostlanmış materyaller yavaş biçimde dekompoze olacaklarından, aylarca veya yıllarca yavaş-salıvermeli N kaynağı olarak görev yaparlar. Kompostlar, kullanılan materyal, kompost yapım süreçleri ve işleme tarzına bağlı olarak, kalite, olgunluk ve besin içerikleri yönünden önemli farklılıklara sahip olabilir.

Sorular

7. Kontrollü salıverilen gübreler besin kullanım etkinliğini
 - a. spesifik tarla koşullarında artırabilir.
 - b. bütün besinlerde eşit artırabilir.
 - c. üreaz enzimini inaktif duruma getirerek artırabilir.
 - d. bütün tarla koşullarında artırabilir.
8. Üreaz inhibitörleri amonyak kayıplarını aşağıdaki şartlardan hangisinde azaltır?
 - a. Üre toprak yüzeyine serpiştirildiğinde.
 - b. Üre toprağın içine gömüldüğünde.
 - c. Amonyum sülfat toprak yüzeyine serpiştirildiğinde.
 - d. Üre amonyum nitrat toprak içine uygulandığında.
9. Uygulamadan çok kısa bir süre sonra, mono amonyum fosfat (MAP) diamonyum fosfattan (DAP) aşağıdakilerden hangisiyle ayrılır?
 - a. DAP daha fazla bitkiye yarıyışlı P sağlar
 - b. DAP içerisindeki azot bitkiler tarafından çok daha kolay kullanılır.
 - c. Sadece MAP polifosfata dönüşür.
 - d. MAP granülü etrafındaki toprak pH'sı daha düşük olacaktır.
10. Potasyum gübre kaynaklarının çoğu
 - a. K'u farklı kimyasal formlarda içerirler.
 - b. özellikle eşlik eden anyonca farklılaşırlar.
 - c. sadece fiyatlarına göre seçilmelidir.
 - d. K kaynağı olarak hayvan gübresine göre daha etkilidir.

3.5 Karşılıklı Besin Etkileşimleri (İnteraksiyonları)

Belirli bir besinin kimyasal formu veya konsantrasyonu diğer bir besinin davranışlarını etkilerse, karşılıklı etkileşim meydana gelir. Bu karşılıklı etkileşimler, genellikle tam olarak anlaşılammış ya da kanıtlanamamıştır. Ancak gübrelerde, toprakta, kök bölgesinde ve bitkinin içinde gerçekleştiği bilinmektedir. Faydalı etkileşimler (sinergizm) bazı besinler arasında gözlenir. Zararlı etkileşimler (antagonizm) ekstrem koşulların oluşumunu engelleme amacıyla başvuru alan bitki ve topraktaki besin durumunu gözleme ile önlenir.

Besinlerin karşılıklı etkileşimlerine örnek olarak şu örnekler verilebilir: i) NH_4^+ 'un varlığı, bitki büyümesini de iyileştirecek biçimde P yarıyışlılığını artırabilir, ii) bazı meralarda aşırı K içeren gübrelerin kullanılması, Mg alımında gerilemeye neden olabilir, bunun sonucunda otlayan ineklerde beslenme problemleri (ot tetanisi) ya da kuruda yetiştirilen ineklerin beslenmesinde kullanılması ile süt humması veya plasentanın atılmaması vakaları sıkça görülebilir, iii) topraklardaki yüksek P konsantrasyonları bazı bitkilerin

Zn asimilasyonlarıyla etkileşir, iv) kireç ilavesinden sonra yükselen pH, P ve Mo'in yarıyışlılığını artırabilirken, Cu, Fe, Mn ve Zn çözünürlüğünü düşürebilir.

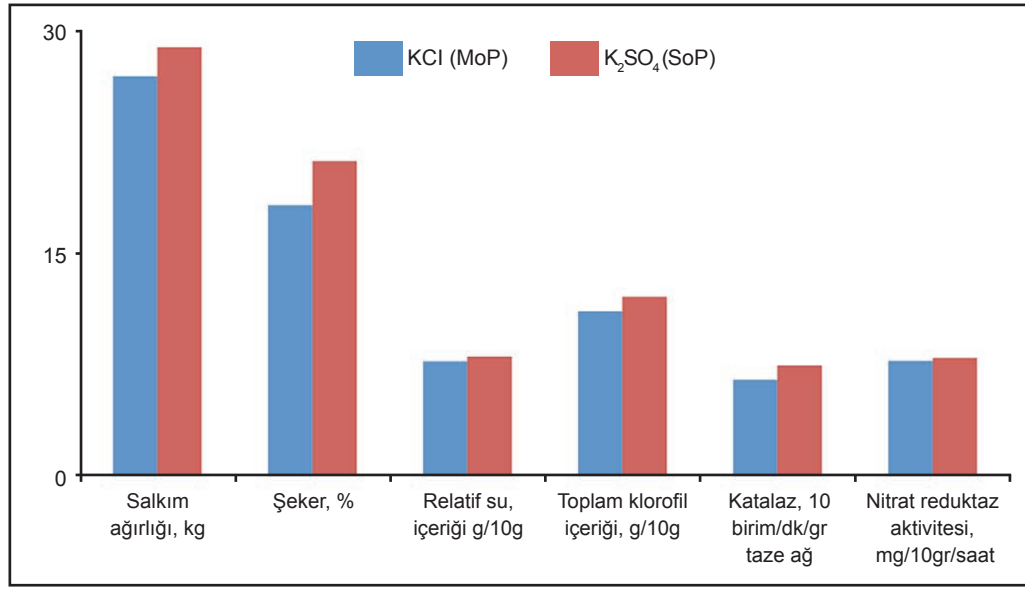
Bütün koşullara uyacak tek bir doğru besin kaynağı yoktur. Uygulamaların iyileştirilmesi için belirli besinlere duyulan ihtiyacın mümkün olan her koşul ve zamanda belirlenmesi gerekir. Gübrelerin uygunluğu, topraktaki besin reaksiyonları, dağıtma ekipmanı, ekonomik kazanım gibi faktörlerin tamamı göz önünde bulundurulmalıdır. Bu karmaşık kararlar, doğru gübre seçimi için devamlı olarak yeniden düzenlenmelidir.

KAYNAKLAR

Havlin, J.L. et al. 2005. Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. 7th edition. Pearson Prentice Hall. NJ, USA.

UNIDO-IFDC. 1998. Fertilizer Manual. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.

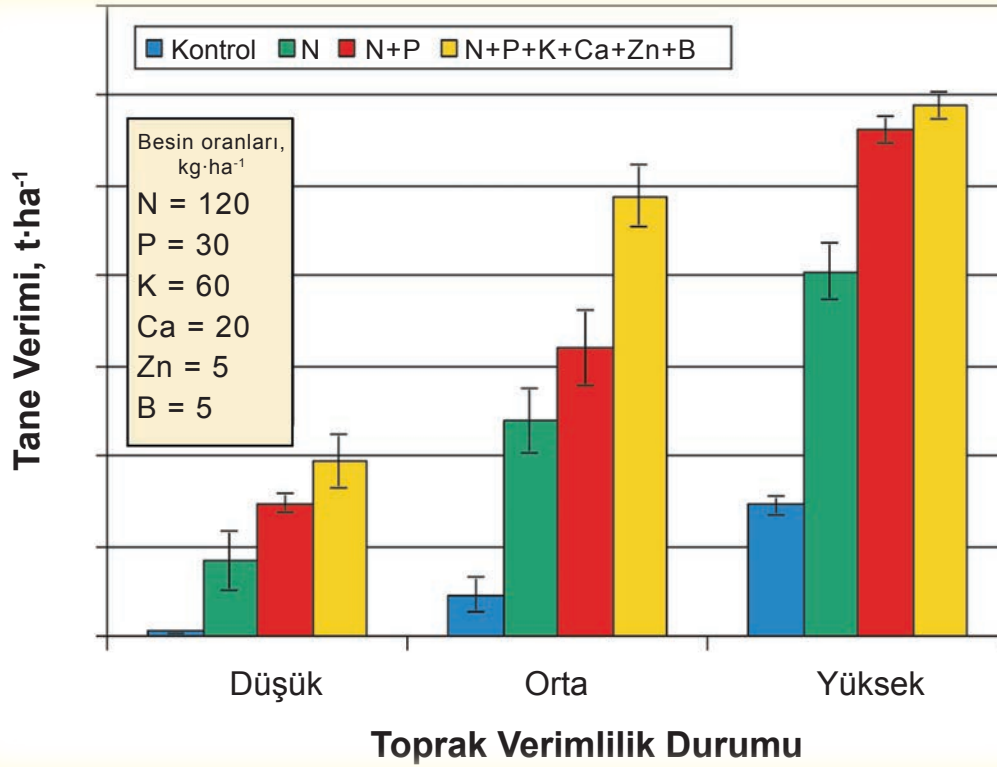
Modül 3.1-1 Doğru potas kaynağı kullanımı Hindistan'da verim ve kaliteyi iyileştirir. Potasyum muz üretiminde hem verim hem de kalite için oldukça önemli bir besindir. Potasyumun yanında bitkiye klor (Cl-) da sağlayan potasyumun klor tuzuyla (KCl veya MoP) karşılaştırıldığında, potasyumun sülfat tuzu (K_2SO_4 veya SoP) daha düşük tuz indeksine sahiptir ve aynı zamanda bitkilere kükürt (S) de sağlar. Aşağıda yer alan **Şekil 1**'de görüldüğü gibi, Güney Hindistan'daki Tamil Nadu Eyaletinde muz ile yapılan bir çalışma MoP ile karşılaştırıldığına SoP uygulamasının üstünlüğünü göstermiştir. Kumar AR ve N Kumar, 2008. *EurAsia J BioSci* 2(12):102-109'dan uyarlanmıştır.



Şekil 1. Potasyum kaynağı olarak kullanılan MoP ve SoP'a bağlı olarak muz bitkisinde salkım ağırlığı, toplam çözümlü şekerleri (brix), relatif su içeriği ve fotosentetik parametreler (klorofil içeriği, katalaz ve nitrat reduktaz aktivitesi)

HS Khurana, IPNI, Hindistan tarafından Aralık 2011'de yollanmıştır.

Modül 3.2-1 Afrika'da mısır yetiştiriciliğinde organik ve mineral besinlerin dengelenmesi. Sahra Altı'nda yapılan çalışmalar, verimli topraklarda gübre kullanımının kesinlikle daha kazançlı ve etkin olduğunu göstermiştir. Topraklarda verimlilik bozulduğu zaman, yüksek bitkisel verimlere ulaşılabilmesi için toprak verimliliğinin dengeli gübreleme ve organik madde ilaveleriyle yeniden düzenlenmesi gerekir. Organik gübreler, ekim nöbeti uygulaması ve geliştirilmiş nadas gibi toprak verimliliği yönetiminin diğer konuları, gübreleme ile stratejik olarak bir arada uygulandıklarında daha etkin sonuç verirler. Sahra Altı'nda farklı toprak verimliliklerine sahip alanlardaki tarlalarda yürütülen çalışmalarda, tek başına N uygulamasının orta ve yüksek verimliliğe sahip alanlarda en yüksek mısır verimi artışını sağladığı gözlenmiştir. Azota ilave olarak yapılan P uygulaması ile yüksek verimli tarlalarda belirgin bir artış sağlanmıştır. Ancak orta verimlilikteki tarlalarda, bitki veriminde N uygulamasının da üzerinde önemli artışlar sağlanabilmesi için, bazı katyonlara (K ve Ca) ve mikro elementlere (Zn ve B) gereksinim duyulmuştur. Düşük verimlilikteki tarlalarda, verimler N uygulamasıyla $1 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$ 'dan ve N, P, K, Ca, Zn ve B uygulamasıyla da $2 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$ 'dan daha az artış göstermiştir. Bu gibi koşullarda, toprak organik maddesini artırmak için yapılacak organik kaynak ilavesi besinlerin ve suyun bağlanması, bitki ihtiyacıyla besin sağlama zamanı arasındaki uyumun gerçekleştirilmesi ve topraktaki biyoçeşitliliğin artırılarak toprak sağlığının iyileştirilmesi için gereklidir. *Kaynak: Zignore S, 2011. Better Crops with Plant Food 95(1): 4-6.*



S Zingore, IPNI, Kenya tarafından Aralık 2011'de yollanmıştır.

Üre

Modül 3.3-1 Dünyada en yaygın kullanılan azotlu gübre kaynağı üredir. Aynı zamanda, hayvanların idrarlarıyla dışarı atıldığından doğada da yaygın olarak bulunur. Üredeki yüksek N içeriği çiftliklere taşınarak tarlalara uygulanması bakımından kendisine oldukça avantaj kazandırır.

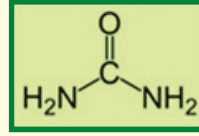
Üretim. Üre gübresinin üretimi, belirli bir sıcaklık ve basınç altında amonyak gazının (NH_3) ve karbon dioksitin (CO_2) kontrollü biçimde reaksiyonuyla gerçekleştirilir. Erimiş üre, özel granülasyon ekipmanlarınca yuvarlaklaştırılır ve bir kuleden düşüş sırasında sertleştirilerek katı bir granül hale getirilir.

İki üre molekülü, üre üretimi sırasında kontrolsüz biçimde bir araya gelerek biüre olarak adlandırılan ve püskürtüldüğünde yapraklara zarar verici olan bir bileşiğe dönüşebilir. Ticari üre gübrelerinin çoğu üretim sırasında gösterilen azami dikkatten dolayı oldukça düşük miktarlarda bi-üre içerir. Ancak bazı özel uygulamalar için düşük bi-ürelü üre kaynağı da piyasada mevcuttur.

Üre üretim tesisleri dünya çapında yaygındır ancak büyük çoğunluğu, üre üretimi için ana girdi olan NH_3 üretim olanakları olan yerlere yakın yerlerde konuşlanmıştır. Üre dünya üzerinde okyanus gemileri, mavna, tren ve kamyonlarla bir yerden başka bir yere taşınır.

Kimyasal Özellikleri

Kimyasal Formülü	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
N içeriği	%46 N
Sudaki çözünürlüğü (20°C)	1.080 gL ⁻¹



Tarımsal Kullanımı. Üre, bitkilerin büyümesinde N sağlama amacıyla birçok farklı yolla kullanılır. Yaygın olarak ya toprağa karıştırılır ya da doğrudan toprak yüzeyine uygulanır. Çözünürlüğü yüksek olduğundan, suda çözülerek toprağa sıvı olarak uygulanabilir, sulama suyuna karıştırılabilir veya yapraklara püskürtülebilir. Yaprak spreyleri içerisinde bulunan üre bitki yapraklarınca hızlı biçimde absorbe edilebilir.

Ürenin toprakla ya da bitkilerle temasından sonra, doğal olarak oluşan üreaz enzimi hidroliz olarak adlandırılan bir süreçle hızlı bir biçimde üreyi yeniden NH_3 'a dönüştürmeye başlar. Bu süreç boyunca, üredeki N, NH_3 şeklinde istenmeyen gaz kayıplarına son derece hassas bir durum alır. Bu değerli besinin kaybını asgari düzeye çekmek için çok farklı yönetim teknikleri kullanılabilir.

Üre hidrolizi uygulamadan sonraki birkaç gün içinde oluşacak kadar hızlı bir süreçtir. Bitkiler ürenin çok az bir kısmını doğrudan kullanabilirlerken, üreaz ve toprak mikroorganizmalarınca ürenin dönüştürülmesiyle ortaya çıkan amonyum (NH_4^+) ve (NO_3^-)'ı yaygın olarak kullanırlar.



Yönetim Uygulamaları. Üre, bitkilerin N ihtiyaçlarını karşılama için çok iyi bir besin kaynağıdır. Yüzeğe uygulanan üre, ürenin sudaki kolay çözünürlüğünden ötürü yağmurla veya sulama suyuyla aşağı doğru kolaylıkla taşınır. Toprak içerisinde, NH_4^+ oluşturmak için hidrolize oluncaya kadar toprakta serbestçe dolaşır. Havaya gaz formunda, yüzey suyu akışıyla ve taban suyuna karışarak oluşabilecek bütün N kayıplarını minimize etmek için azami önem verilmelidir. Uygulama zamanı ve yerine gerekli önem gösterilerek volatilizasyonla gaz formunda olması olası kayıplar kontrol altına alınabilir. Uygulamadan sonra ürenin uzun süre toprak yüzeyinde kalmasının engellenmesi gerekir. İstenmeyen N kayıpları ürün verimi ve kalitesinde azalmalara neden olabilir.

Üre, iyi depolama özelliklerine ve yüksek N içeriğine sahip bir gübredir. Uygulama ekipmanları üzerindeki aşındırıcı etkisi de çok düşüktür. Doğru biçimde yönetildiğinde, bitkiler için mükemmel bir N kaynağıdır.

Tarım-dışı Kullanımı. Ürenin, enerji üretim tesisleri ve nitroz oksit (NO_x) gazlarının emisyonunu azaltmak için dizel egzoz sistemleri gibi çok farklı endüstri alanlarında da kullanımı mevcuttur. Sığır gibi geviş getiren hayvanların beslenmelerinde protein takviyesi olarak da kullanılabilir. Yaygın olan birçok endüstri kökenli kimyasal, önemli bir bileşen olarak üre kullanılarak üretilir.

Source: <http://www.ipni.net/specifcs>

Üre-Amonyum Nitrat

Modül 3.3-2 Sıvı gübre çözeltileri veya akışkan gübreler, kullanım için güvenli, diğer besinler ve kimyasallarla karıştırmaya uygun ve uygulanmaları kolay olduğundan birçok bölgede oldukça yaygındır. İçerisinde %28-32 arasında N bulunan üre $[CO(NH_2)_2]$ ve amonyum nitrat $[NH_4NO_3]$ çözeltisi en yaygın N'lu sıvı gübredir.

Üretim. Sıvı üre-amonyum nitrat (UAN) çözeltisinin üretimi oldukça basittir. İçerisinde çözülmüş üre bulunan ısıtılmış bir çözelti, ısıtılmış amonyum nitrat çözeltisiyle berrak ve sıvı bir çözelti elde etmek için karıştırılır. Toplam N'un yarısı üreden diğer yarısı ise amonyum nitrattan gelir. Üretim bazı tesislerde partiler halinde yapılırken, diğerlerinde ise süreklidir. Karıştırma sırasında ne emisyon ne de atık ürünleri oluşur.

Üre-AN çözeltisinin çözünürlüğü, yoğun bir N çözeltisi olma özelliğinden ötürü sıcaklıktaki artışa paralel olarak artar. Hava sıcaklıklarının düşük olduğu bölgelerde, azotlu bileşenlerin kristal şeklinde çökmesini engellemek için, UAN çözeltisi daha seyreltik olarak hazırlanır. Bu nedenle, ticari UAN gübrelerindeki N konsantrasyonu bölgeye bağlı olarak %28-32 arasında değişir. Genellikle, elde edilen en son çözeltiye depolama tanklarındaki çeliği korumak için aşındırma engelleyici maddeler ilave edilir.

Kimyasal Özellikleri

	%28 N	%30 N	%32 N
Bileşim (ağırlıkça %)			
Amonyum Nitrat	40	42	44
Üre	30	33	35
Su	30	25	20
Tuz-oluşum sıcaklığı (°C)	-18	-10	-2
Çözelti pH'sı	----	yaklaşık 7	----



Tarımsal Kullanımı. Üre-AN çözeltisi bitkilerin beslenmesinde N kaynağı olarak yaygın biçimde kullanılır. Nitrat kısmı (toplam N'un %25'i) bitkilerce hemen alım için uygundur. Amonyum kısmı (toplam N'un %25'i) da bitkilerin çoğu tarafından doğrudan asimile edilebilir, ancak NO_3^- oluşturmak için toprak bakterileri tarafından hızlıca okside olur. Geriye kalan üre kısmı (toplam N'un %50'si) ise toprakların çoğunda toprak enzimlerince daha sonradan NO_3^- 'a dönüştürülecek olan NH_4^+ 'a hidrolize edilir.

Üre-AN çözeltileri bitki besleme kaynağı olarak çok yönlü özelliklere sahiptir. Kimyasal özelliklerinden ötürü, UAN diğer besinlerle ve tarımsal kimyasallarla uyumludur ve P, K ve diğer bitki besinlerini içeren çözeltilerle rahatlıkla karıştırılır. Sıvı gübreler, bir toprağın veya bitkinin özel ihtiyaçlarını hassas biçimde karşılamak için harmanlanabilir.

Üre-AN çözeltileri toprak yüzeyinin altına enjekte edilebilir; toprak yüzeyine püskürtülebilir; toprak yüzeyine banda şerit halinde akıtılabilir; sulama suyuna ilave edilebilir veya yapraktan besleme kaynağı olarak yaprakların yüzeyine püskürtülebilir. Ancak bazı bitkilerin üzerine doğrudan püskürtülürse zararlanmalara neden olabileceğinden, su ile seyreltilmeleri gerekebilir.

Yönetim Uygulamaları. Üre-AN bitkilerin N'la beslenmesinde çok iyi bir kaynaktır. Bununla birlikte, toplam N'un yarısı üre kaynaklı olduğundan, gaz formundaki kayıpları engellemek için uygulama zamanı ve yeri konusunda ilave önlemlerin alınması, hassasiyetin gösterilmesi gerekebilir. Eğer uygulanan UAN çözeltisi uzunca bir süre (birkaç gün) toprak yüzeyinde kalırsa, toprak enzimleri üreyi bir kısmı amonyak gazı şeklinde kaybolacak olan NH_4^+ 'a dönüştürür. Bu nedenle, belirgin kayıplar oluşmasını engellemek için UAN toprak yüzeyinde birkaç günden daha fazla tutulmamalıdır. Bazen, bu N dönüşümlerini azaltmaya yardımcı inhibitörler sisteme dahil edilir. Üre-AN'ın toprakla ilk temasından sonra üre ve NO_3^- suyla beraber toprak içerisinde serbest biçimde hareket eder. Amonyum ise, kil ya da organik maddedeki katyon değişim konumlarıyla ilk temas ettiği yerde toprağa bağlanır. Topraktaki ürenin çoğu 2-10 gün içerisinde NH_4^+ 'a dönüştürülerek, toprakta hareketsiz hale gelir. Başlangıçta ilave edilen NH_4^+ ve üreden dönüştürülen NH_4^+ sonunda toprak mikroorganizmaları tarafından NO_3^- 'a dönüştürülür.

Kaynak: <http://www.ipni.net/specifics>

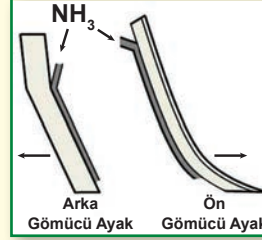
Amonyak

Modül 3.3-3 Amonyak azotlu gübre endüstrisinin temelidir. Bitki besin elementi olarak toprağa doğrudan uygulanabileceği gibi, yaygın N'lu gübrelerden birine de dönüştürülebilir. Amonyak ile çalışılırken özel güvenlik ve yönetim tedbirlerine gereksinim vardır.

Üretim. Yeryüzü atmosferinin hemen hemen %80'i N₂ gazından oluştuğu halde, bu gaz mevcut haliyle kimyasal ve biyolojik olarak kullanılamaz formdadır. İlk defa 1900'lerin başında, N₂ ve hidrojeni (H₂) yüksek sıcaklık ve basınç altında bir araya getiren ve Hâber-Bosch reaksiyonu [$3H_2 + N_2 \rightarrow 2NH_3$] olarak bilinen bilimsel bir yöntemle söz konusu bu gaz NH₃ olarak bağlanmıştır.

Kimyasal Özellikleri

Susuz Amonyak (NH ₃)	
N içeriği	%82N
Kaynama noktası	-33°C
Sulu Amonyak (NH ₄ OH)	
N içeriği	%20-24 N
pH	11-12



Fosil yakıtlarından bir tanesi H₂ kaynağı olarak kullanılabilir ancak en yaygın olarak kullanılanı doğalgazdır (methan). Bu sebeple, NH₃ üretimi en fazla doğalgaz kaynaklarına yakın yerlerde gerçekleştirilir. Amonyak atmosferde gaz formunda bulunur ancak kaynama sıcaklığı olan -33°C'in altında sıkıştırılarak ya da soğutulularak sıvı formda taşınır. Küresel ölçekteki taşınma, soğutulmuş okyanus gemileri, basınçlı raylı sistem taşıyıcıları ve uzun mesafeli boru hatları vasıtasıyla gerçekleştirilir.

Tarımsal Kullanımı. Sebep olabileceği potansiyel zararlara ve kullanımı için gerekli güvenlik uygulamalarına rağmen, en yüksek N içeriğine sahip olması ticari gübreler arasında NH₃'i popüler bir N kaynağı yapmaktadır. Amonyak toprağa doğrudan



uygulandığında, tankı terk eder etmez buharlaşan basınçla sıkıştırılmış bir sıvıdır. Amonyakın buharlaşıp gaz olarak atmosfere geçişini engellemek için, genellikle toprağın 10-20 cm altına uygulanması gerekir. Traktör tarafından çekilen çok çeşitli bıçaklar ve bacaklar, amonyağı en doğru yere uygulamada kullanılır. Amonyak, topraktaki değişim komplekslerine bağlanabilen NH₄⁺'a dönüşmek için toprakta hızlı biçimde su ile reaksiyona girer. Popüler bir sıvı gübre olan sulu amonyağa dönüştürülmek için bazen su içerisinde çözünür. Fakat sıvı amonyağın susuz amonyak kadar derine uygulanması gerekli değildir. Bu durum, tarla uygulamaları sırasında çok büyük kolaylıklar sağlar ve daha az güvenlik önlemini gerektirir. Sulu amonyak, sulama suyuna da rahatlıkla ilave edilir ve su altındaki indirgen toprak koşullarında kullanılır.

Yönetim Uygulamaları. Amonyak ile yapılan çalışmalarda güvenliğe ekstra önem verilmesi gerekir. Personel için depolama tesislerinde ve tarla uygulamalarında uygun korunma ekipmanlarına gereksinim duyulur. Serbest NH₃ suda çözünür olduğundan, akciğerler ve gözler gibi organlarda vücut nemile hızlı bir şekilde reaksiyona girerek şiddetli zararlanmalara neden olabilir. Uygun güvenlik eğitimi olmadan, ne NH₃ taşınmasında ne de uygulamasında aktif bir görev alınmamalıdır.

Enjeksiyon noktasının etrafındaki yüksek NH₃ konsantrasyonundan dolayı, uygulamadan hemen sonra geçici olarak toprak mikroorganizmalarında larında bir azalma olacaktır. Ancak NH₃, NH₄⁺'a döndükçe, uygulama noktasından başka yerlere difüze oldukça ve sonrasında da NO₃⁻'a dönüştükçe, mikrobiyal popülasyon yeniden artış gösterir. Benzer biçimde, çimlenme sırasındaki zararlanmaları engellemek için, tohumlar NH₃ uygulanan bölgenin çok yakınına yerleştirilmemelidir. Atmosfere olabilecek istenmeyen NH₃ kaçışlarının mümkün olduğunca önüne geçilmelidir. Amonyak emisyonları atmosferik yapıya katılır ve yağmur suyunun kimyasını değiştirir. Yüzey sularındaki yüksek NH₃ konsantrasyonlarının varlığı suda yaşayan canlılar için zararlı olabilir.

Tarım Dışı Kullanımları. Üretilen amonyağın %80'den fazlası gübre olarak kullanılır. Ancak endüstriyel alanlarda NH₃'in diğer pek çok kullanım alanı da mevcuttur. Ev temizlik malzemelerinin %5-10'luk kısmı suda çözülmüş amonyaktan üretilir. Sahip olduğu buharlaşma özelliklerinden ötürü, NH₃ sıklıkla buzdolaplarında da kullanılır.

Kaynak: <http://www.ipni.net/specifics>

Amonyum Sülfat

Modül 3.3-4 Amonyum sülfat bitkisel üretimde ilk ve en yaygın kullanılan N'lu gübrelere birisidir. Kullanımı azalmış olsa da, özellikle N ve S'ün her ikisine de gereksinim duyulan yerlerde oldukça önemli bir kaynaktır. Yüksek çözünürlüğü birçok tarımsal uygulama için çok yönlülük sağlar.

Üretim. Amonyum sülfat (bazen AS veya AMS olarak kısaltılır) yaklaşık 150 yıldır üretilmektedir. Başlangıçta, kömür gazı üretimi sırasında salıverilen amonyaktan veya çelik üretiminde kullanılan kok kömüründen elde edilirken, şimdilerde sülfürik asidin, ısıtılmış amonyak ile reaksiyonundan elde edilmektedir. Ortaya çıkan kristallerin iriliği reaksiyon koşullarının kontrolüyle belirlenir. İstenen büyüklüğe ulaşıldığında, kristaller kurutularak istenen parçacık büyüklüklerinde elenir. Bazıları tozlanmayı ve sertleşmeyi engellemek için bir düzenleyici ile kaplanır.

Günümüzde amonyum sülfata duyulan ihtiyacın önemli bir kısmı, farklı endüstrilerin yan ürünlerinden elde edilen üretimle karşılanmaktadır. Örneğin, naylon üretim süreçlerinin bir yan ürünü olarak amonyum sülfat elde edilebilir. Amonyak içeren veya sülfürik asit kullanan belirli bazı yan ürünler genel olarak tarımda kullanılmak için amonyum sülfata dönüştürülür. Rengi beyazdan beje doğru değişse de, her zaman çok iyi depolama özelliklerine sahip oldukça çözünür olan bir kristal olarak satılır. Parçacık iriliği ise hedeflenen amaçlara bağlı olarak değişebilir.

Kimyasal Özellikleri

Kimyasal formülü	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
N içeriği	%21
S içeriği	%24
Sudaki çözünürlüğü	750 gL ⁻¹
Çözelti pH'sı	5-6



$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ kristalleri

Tarımsal Kullanım. Özellikle, ilave N ve S'e gereksinim duyulan yerlerdeki bitkilerin beslenme gereksinimlerini karşılamak için amonyum sülfat kullanılır. Sadece %21 N içerdiğinden, idaresi ve taşınması için daha kolay imkânlar sunan ve daha ekonomik olan diğer gübre kaynakları da mevcuttur. Ancak, protein sentezi başta olmak üzere bitkilerde birçok fonksiyona sahip olan S'ü de içermesi onu tercih edilir bir gübreleme kaynağı haline getirmektedir. Amonyum sülfatın yapısındaki N amonyum formunda olduğundan, denitrifikasyon kayıplarından ötürü nitrat temelli gübrelemenin kötü bir tercih olduğu sulu çeltik alanlarında sıklıkla kullanılır.

Çözünmüş amonyum sülfat içeren bir çözelti, yabancı ot kontrolünün etkinliğini artırmak için çimlenmeden sonraki herbisit sprelerinin içine ilave edilir. Bu uygulama özellikle, kullanılan suyun içerisinde yüksek düzeylerde kalsiyum, magnezyum ve sodyum bulunması durumunda etkili olur.

Yönetim Uygulamaları. Amonyum sülfat toprağa uygulandıktan sonra, hızlı biçimde amonyum ve sülfat bileşenlerine ayrışır. Eğer toprak yüzeyinde bırakılırsa, alkali koşullarda gaz formunda kayıplar için amonyum hassas bir durum alabilir. Bu gibi koşullarda, uygulanan materyalin hızlı biçimde toprağa karıştırılması veya sulamadan ya da beklenen bir yağmurdan önce uygulanması önerilir.

Bitkilerin önemli bir kısmı büyüme için amonyum ve nitrat formlarının her ikisini de kullanabilir. Ilıman bölge topraklarında, mikroorganizmalar nitrifikasyon $[\text{NH}_4^+ + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}^+]$ süreciyle hızlı biçimde amonyumu nitrate dönüştürmeye başlarlar. Bu mikrobiyal reaksiyon süresince, sürekli kullanımı sonucunda pH'yı azar azar da olsa düşürecek olan proton $[\text{H}^+]$ salıverilir. Amonyum sülfat, topraklar üzerinde pH üzerinde çok az etkiye sahip olan sülfatın mevcudiyetinden değil nitrifikasyon sürecinden kaynaklanan bir asidik etkiye sahiptir. Amonyum sülfatın asit-üretim potansiyeli aynı miktarda N uygulanan amonyum nitratından daha yüksektir. Çünkü amonyum sülfattaki amonyumun tamamı nitrate dönüştürülürken, amonyum nitrattaki N'ün sadece yarısı nitrate dönüştürülür.

Tarım Dışı Kullanımları. Amonyum sülfat, unlu mamuller üretiminde yaygın biçimde hamur düzenleyicisi olarak kullanılır. Aynı zamanda, yangın söndürücü tozların ve alev geçirmezlik sağlayan etmenlerin de bir bileşenidir. Kimya, kâğıt hamuru, tekstil ve ilaç endüstrilerinde yer bulmuş olan ilave birçok uygulamada da kullanılır.

Kaynak: <http://www.ipni.net/specifcs>

Nitrofosfat

Modül 3.3-5 Nitrofosfat gübrelereinin üretimi ve uygulaması büyük ölçüde bölgesel olup, bu teknolojinin avantajlı olduğu yerlerde kullanımı yaygındır. Üretim sırasında fosfat kayaları sülfürik asit yerine nitrik asit ile muamele edilir ve bu süreçte yan ürün olarak jips oluşmaz.

Üretim. Ticari P'lu gübrelereinin büyük kısmı ham fosfat kayasının sülfürik asit veya fosforik asit ile reaksiyona sokulmasıyla elde edilir. Fosforlu gübrelereinin üretiminde kullanılan sülfürik asit yöntemi, bir yan ürün olan ve ilave atık maliyetleri meydana getirecek biçimde, büyük miktarlarda kalsiyum sülfat (jips) oluşumuna neden olur. Nitrofosfat üretiminde ise, fosfat kayası nitrik asit ile reaksiyona tabi tutulduğundan farklılık gösterir. Nitrik asit, amonyağın yüksek sıcaklıklarda oksidasyonu ile elde edilir. Bu yöntemin en önemli avantajı ya hiç ya da çok az S girdisine ihtiyaç duymasındır. Nitrofosfat süreciyle, fosfat kayası ile ortama giren Ca, jips yerine oldukça değerli olan kalsiyum nitrat gübresine dönüşür. Bu yöntem, ilk olarak Norveç'te geliştirilmiştir ve küresel üretiminin büyük bir kısmı hâlâ Avrupa'da gerçekleşir.

Oluşan reaksiyon kısaca şöyledir: Fosfat kayası + Nitrik asit → Fosforik asit + Kalsiyum nitrat + Hidroflorik asit. Elde edilen fosforik asit genellikle, içerisinde birçok besini aynı anda içeren kompoze gübrelereinin üretimi amacıyla diğer besinlerle karıştırılır. Bunlarla beraber elde edilen kalsiyum nitrat veya kalsiyum amonyum nitrat ise ayrı olarak pazarlanır.

Kimyasal Özellikleri

Kimyasal bileşim final granülleri elde etmek için kullanılan besinlerin kombinasyonlarına bağlı olarak değişir. Nitrofosfat yöntemi kullanılarak elde edilen en popüler gübrelereinin dereceleri şöyledir:

20-20-0, 25-25-0, 28-14-0, 20-30-0, 15-15-15,
17-17-17, 21-7-14, 10-20-20, 15-20-15 ve
12-24-12



Potasyum sülfatla formüle edilmiş 21-7-14

Potasyum klorürle formüle edilmiş 16-16-16

Tarımsal Kullanımı. Nitrofosfat gübrelereinin hedeflenen kullanımına özgü besin kompozisyonu seçimi için oldukça geniş bir aralığa sahiptir. Burada önemli olan, her bir spesifik ürün ve toprak ihtiyacı için uygun kompozisyonun seçimidir. Nitrofosfat gübrelereinin toprağa doğrudan uygulamaya için granül formlarda satılır. Yaygın biçimde toprak yüzeyine serpilir, kök bölgesine karıştırılır ya da ekimden önce toprak yüzeyinin altına konsantre bir bant şeklinde uygulanır.

Yönetim Uygulamaları. Nitrofosfat gübrelereinin, nemi çekme özelliği olan amonyum nitrattan farklı miktarlarda içerir. Kümeleşmeyi ve sertleşmeyi önlemek için, nitrofosfat gübrelereinin genellikle su geçirmeyen torbalarda paketlenirler, böylece çiftçiye ulaştırılmadan nemlenmesi önlenmiş olur.

Kaynak: <http://www.ipni.net/specifics>

Amonyum Nitrat

Modül 3.3-6 Büyük hacimlerde üretilen ilk katı azotlu gübre olmasına rağmen, amonyum nitratın popülaritesi son yıllarda bir hayli düşmüştür. Ancak hem nitrat hem de amonyum içerdiğinden ve görece yüksek besin içeriğinden, oldukça sık başvurulan bir N kaynağı olmuştur.

Üretim. Büyük çaplı amonyum nitrat üretimi, 1940'lı yılların başında, savaş döneminde cephane olarak kullanıldığı zamanlarda başlamıştır. Amonyum nitrat ancak II. Dünya Savaşı'ndan sonra ticari gübre olarak uygun hale gelmiştir. Amonyum nitrat eldesi, amonyak gazının nitrik asitle, yoğun bir çözelti ve belirli bir sıcaklık oluşturmak için reaksiyona girdiği oldukça basit bir işleme dayanır.

Pelet halindeki gübre, konsantre amonyum nitratın (%95-99) bir damlasının bir kuleden düşerek yuvarlaklaşmasıyla oluşur. Düşük yoğunluklu peletler yüksek yoğunluklulara göre daha fazla gözenek içerdiğinden endüstriyel kullanım için tercih edilirken, yüksek yoğunluklular gübre olarak kullanılır. Granül şeklindeki amonyum nitrat, dönen bir kazan içerisindeki küçük granüller üzerine konsantre çözeltinin defalarca püskürtülmesiyle elde edilir.

Amonyum nitrat higroskopik özelliğinden ötürü havadan kolaylıkla nemi çekebileceğinden, yaygın olarak havalandırılmalı depolarda ya da naylon torbalarda depolanır. Katı gübre, çoğunlukla, yapışmayı ve kümeleşmeyi engellemek için kekleşmeyi önleyici bir bileşikle kaplanır.

Amonyum nitratın, patlayıcı özelliğini azaltmak için ya amonyum sülfat gübresiyle kaynaştırılır ya da karbonat mineralleriyle muamele edilir. Karbonat mineralleri N konsantrasyonunu azalttığından ve aynı zamanda güç çözünür olduğundan, söz konusu ürünü sulama sistemleriyle (fertigasyon) uygulama için daha az uygun hale getirir.

Kimyasal Özellikleri

Kimyasal formülü	NH_4NO_3
N içeriği	%33-34
Sudaki çözünürlüğü	1.900 gL ⁻¹



HERINGER

Granüler amonyum nitrat eşit miktarlarda amonyum ve nitrat sağlar ve sebze ve yem bitkilerinin üretimi için oldukça uygundur.

Tarımsal Kullanımı. Amonyum nitrat, sahip olduğu N'un yarısını nitrat, diğer yarısını da amonyum formunda bulundurduğu için tercih edilen bir gübredir. Nitrat formu toprak suyuyla beraber bitkiler tarafından hemen alınabileceği köklere kolaylıkla taşınır. Amonyum fraksiyonu ise ya kökler tarafından alınır ya da toprak mikroorganizmaları tarafından yavaş yavaş nitrata dönüştürülür. Birçok sebze yetiştiricisi, bitkiler hızla yarıyışlı olan bir nitrat kaynağı tercih ettiğinden amonyum nitrat kullanır. Toprak yüzeyine uygulandığında, volatilizasyon kayıplarına karşı üre temelli gübrelere göre daha az hassas olduğundan, çayır-mera gübrelemesi için de tercih edilir.

Amonyum nitrat yaygın olarak diğer gübrelere de karıştırılır, ancak bu karışımlar, havadaki nemi absorbe etme eğilimlerinden ötürü uzun süreli depolanamazlar. Amonyum nitratın oldukça yüksek olan çözünürlüğü, onu hem fertigasyon hem de yaprak uygulamaları için çözeltiler hazırlamaya uygun hale getirir.

Yönetim Uygulamaları. Amonyum nitrat, kullanımındaki kolaylık ve yüksek besin içeriğinden ötürü popüler bir N'lu gübredir. Toprakta oldukça çözünür olup, nitrat kısmı suyun varlığında kök bölgesinin ötesine taşınabilir. Nitrat aynı zamanda oldukça ıslak koşullarda denitrifikasyon süreciyle nitroz oksit gazlarına dönüştürülebilir. Amonyum kısmı ise nitrata okside olana kadar önemli bir kayba maruz kalmaz. Patlayıcılar için gübrenin yasal olmayan kullanımı üzerindeki endişeler dünyanın birçok bölgesinde katı resmi düzenlemeler yapılmasına neden olmuştur. Satış ve taşınmasındaki bazı sınırlamalar, bu materyali kimi gübre satıcılarının ticari amaçla kullanmadan vazgeçmelerine neden olmuştur.

Tarım Dışı Kullanımları. Amonyum nitrat peletlerinin düşük yoğunluklu formu madencilikte, taş ocaklarında ve inşaat alanlarında patlayıcı olarak kullanılır. Fuel-oilin hızlı biçimde adsorpsiyonuna izin verecek kadar gözeneklidir. Anlık soğuk paketler birincisi amonyum nitrat, diğeri ise su içeren iki torbadan ibarettir. Torbaları ayıran bariyer ortadan kaldırıldığında, amonyum nitrat, oldukça kısa sürede paketin sıcaklığını 2-3 °C'e düşüren endotermik reaksiyon sonucu hızlı biçimde çözünür.

Kaynak: <http://www.ipni.net/specifics>

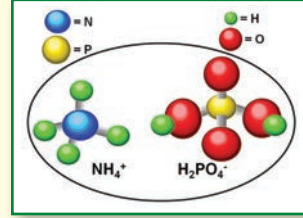
Monoamonyum Fosfat (MAP)

Modül 3.3-7 Monoamonyum fosfat (MAP) yaygın olarak kullanılan bir fosfor ve azot kaynağıdır. Son yıllarda kullanımı hızlı bir biçimde artmış olup, gübre endüstrisinin en yaygın iki bileşeninden elde edilir ve mevcut katı gübreler içerisinde en yüksek P içeriğine sahip olanıdır.

Üretim. Monoamonyum fosfatın üretim süreci oldukça basittir. Yaygın olarak kullanılan bir metotta, amonyak (NH_3) ve fosforik asit (H_3PO_4) bire bir oranlarında reaksiyona sokulur ve elde edilen harç, granülatör adı verilen ekipmanla katılaştırılır. İkinci metot ise, reaksiyonun suyu evapore ederek MAP'ı katılaştırmak için ısı oluşturduğu pipe-cross reaktörde her iki başlangıç hammaddesinin karıştırılmasına dayanır. Bu metotların varyasyonları yine MAP üretimi için kullanılır. Monoamonyum fosfat üretiminin bir avantajı, üretimleri için genellikle çok yüksek saflıkta asit gerektiren diğer gübrelere göre daha düşük kalitede bir H_3PO_4 'ün yeterli olmasıdır. Asidin saflık değerine bağlı olarak, MAP içerisindeki P_2O_5 eşdeğeri %48-61 arasında değişir. En yaygın gübre bileşimi 11-52-0'dır.

Kimyasal Özellikleri

Kimyasal formülü	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$
N içeriği	%10-12
P_2O_5 içeriği	%48-61
Sudaki çözünürlüğü	370 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$
Çözelti pH'sı	4-4,5



Tarımsal Kullanımı. Monoamonyum fosfat, uzun yıllar önemli bir granüler gübre olmuştur. Suda çözünürlüğü yüksektir; bu nedenle, yeterli nemin mevcut olması durumunda toprakta hızla çözünür. Çözünmeden sonra, gübrenin iki ana bileşeni, NH_4^+ ve H_3PO_3 salıvermek için yeniden ayrılır. Bu bileşenlerin her ikisi de, sürdürülebilir sağlıklı bir bitki büyümesi için oldukça önemlidir. Granülü saran çözeltinin pH'sının orta derecede asidik olması, bu gübreyi özellikle nötral ve yüksek pH'lı topraklarda değerli kılar. Farklı koşullarda yürütülen agronomik çalışmalar, piyasada bulunan P'lu gübrelere P beslenmesi açısından farklılık yaratmadığını göstermiştir.



Granüler MAP, toprak yüzeyinin altına büyüyen köklerin yakınlarına konsantre edilmiş bir banda veya yüzeye banda uygulanır. Yüzeye serpidikten sonra, sürüm sırasında yüzey toprağıyla karıştırılarak uygulanması da oldukça yaygındır. Toz formlardaki MAP, süspansiyon gübrelere önemli bir bileşendir. Monoamonyum fosfat, özellikle saf H_3PO_4 ile yapıldığı durumlarda, berrak bir çözelti şeklinde kolayca çözünür ve böylece yaprak gübresi olarak kullanılabilir ya da sulama suyuna ilave edilebilir. Yüksek saflıktaki MAP'ın P_2O_5 eşdeğeri genellikle %61'dir.

Yönetim Uygulamaları. Monoamonyum fosfat kullanımıyla ilgili uyulması gereken özel önlemler bulunmamaktadır. Bu gübrenin sahip olduğu hafif asidik özelliği, havaya olması muhtemel olan NH_3 kaybını azaltır. Amonyakın oluşturabileceği zararlanmalardan çekinmeden, Monoamonyum fosfat çok rahatlıkla çimlenen tohumların yakınlarına uygulanabilir. Monoamonyum fosfat banda uygulanması, P'u toprak tarafından fikse edilmekten korunurken, köklerin amonyum ve fosfat alımları arasında bir sinerjizm meydana getirir.

Monoamonyum fosfat yaprak gübresi olarak kullanıldığı veya sulama suyuna katıldığı durumlarda, kalsiyum veya magnezyum içeren gübrelere karıştırılmaması gerekir. Monoamonyum fosfat aynı zamanda oldukça iyi depolama ve kullanım özelliklerine de sahiptir. Demir ve alüminyum gibi bazı doğal kimyasal bulaşmalar, kümeleşmeyi engelleyen düzenleyiciler olarak görev yapar. Yüksek saflıktaki MAP, ilave bir düzenleyiciye gereksinim duyabilir ya da kümeleşmeyi ve sertleşmeyi önlemek için özel kullanım önlemleri gerektirebilir. Bütün P'lu gübrelere olduğu gibi, yüzeyden veya drenaj suyuna olabilecek besin kayıplarının önünü kesmek için uygun yönetim uygulamalarına başvurulmalıdır.

Yüksek saflıktaki Monoamonyum fosfat hayvan yemlerinde katkı olarak kullanılır. Yapısındaki NH_4^+ proteine sentezlenirken, H_2PO_4^- hayvanlardaki birçok metabolik fonksiyonlarda görev alır.

Tarım Dışı Kullanımları. Monoamonyum fosfat ofislerde, okullarda ve evlerde yaygın olarak bulunan kuru yangın söndürücülerinin üretiminde kullanılır. Söndürücü sprey, yakıtı kaplayıp hızlı biçimde alevi bastırarak ince şekilde öğütülmüş MAP püskürtür.

Kaynak: <http://www.ipni.net/specifics>

Diamonyum Fosfat (DAP)

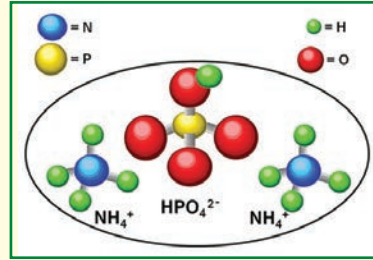
Modül 3.3-8 Diamonyum fosfat (DAP) dünyada en yaygın olarak kullanılan fosforlu gübredir. Gübre endüstrisinin en yaygın iki bileşeninden elde edilir; görece yüksek besin içeriğinden ve mükemmel fiziksel özelliklerinden dolayı oldukça popülerdir.

Üretim. Amonyum fosfat gübreleri ilk olarak 1960lı yıllarda üretilmeye başlanmış ve DAP hızlı bir biçimde bu sınıf ürünlerin en popüler haline gelmiştir. Fosforik asidin amonyakla kontrollü reaksiyona sokulması sonucu oluşan sıcak harcın soğutulup, granül haline getirildikten sonra elenmesiyle elde edilen DAP mükemmel kullanım ve depolama özelliklerine sahiptir. Diamonyum fosfatın standart içeriği 18-46-0'dır ve daha düşük besin içeriğine sahip gübre ürünleri DAP olarak değerlendirilmeyebilir.

Bir ton DAP gübresi üretmek için gerekli girdiler yaklaşık 1,5-2 ton fosfat kayası, kayayı çözmek için 0,4 ton S ve 0,2 ton amonyaktır. Bu girdilerin sağlanmasında veya fiyatlarında olacak en küçük değişiklikler DAP fiyatlarını ve erişilebilirliğini etkiler. Diamonyum fosfatın yüksek besin içeriği, kullanım, taşıma ve uygulama maliyetlerini düşürmede yardımcıdır. Dünyanın birçok lokasyonunda üretilen DAP, aynı zamanda ticareti en yaygın olarak yapılan gübre ürünüdür.

Kimyasal Özellikleri

Kimyasal formülü	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
N içeriği	%18
P_2O_5 içeriği	%46
Sudaki çözünürlüğü	588 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$
Çözelti pH'sı	7,5-8



Tarımsal Kullanımı. Diamonyum fosfatın gübresi bitkilerin beslenmesi için harika bir P ve N kaynağıdır. Oldukça çözünür olup, bu ona bitkiye yarıyışlı fosfat ve amonyumu hızlıca kök bölgesine ulaştırma yeteneği kazandırır. DAP'ın göze çarpan bir diğer özelliği de, çözünen granülün etrafında oluşan alkali pH'sıdır.



Çözünen DAP granüllerinden amonyumun salıverilmesiyle, oluşabilecek uçucu amonyak, filizler ve yakındaki kökler için zararlı olabilir. Genellikle çözünen DAP granülünün etrafındaki koşullardan kaynaklanan bu potansiyel zararlanma, toprak pH'sının 7'den büyük olduğu durumlarda daha yaygın olarak karşımıza çıkar. Filizlerde oluşabilecek olası zararlanmaların önünü kesmek için, çimlenen tohumların yanına fazla miktarlarda DAP uygulamasından kaçınmaya özel önem gösterilmelidir.

Diamonyum fosfatın içerisindeki amonyum çok iyi bir N kaynağıdır ve toprak pH'sında geçici düşüğe neden olan bir reaksiyonla toprak bakterilerince azar azar nitrata dönüştürülür. Bu nedenle, DAP granülleri etrafında gerçekleşen toprak pH'sındaki yükselme geçici bir etkidir. Başlangıçta DAP granülü yakınında meydana gelen pH'daki bu artış, fosfat ve organik maddenin

mikro düzeylerdeki reaksiyonlarını etkileyebilir.

Yönetim Uygulamaları. Ticari olarak piyasada bulunan değişik P'lu gübrelerin başlangıçtaki kimyasal reaksiyonları arasında farklılıklar olsa da, bu farklar zaman içerisinde (haftalar ya da aylar içinde) azalır ve bitkilerin beslenmesi söz konusu olduğunda ise çok düşük hale gelir. Diamonyum fosfatın ve monoamonyum fosfat (MAP) gübrelerini karşılaştırma amacıyla yapılan tarla denemeleri, uygun yönetim durumunda, P kaynağına bağlı olarak bitki büyümesi ve verim açısından ya çok düşük düzeyde farklılıklar olduğunu ya da hiç değişim olmadığını göstermiştir.

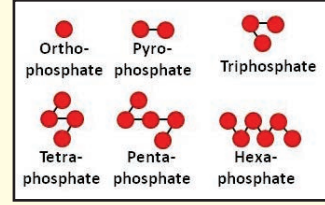
Tarım Dışı Kullanımları. Diamonyum fosfatın birçok uygulamalarda yangın önleyici olarak kullanılır. Örneğin, DAP ve diğer malzemelerin karışımı, ormanların yanmasını önlemek için yangın öncesinde uygulanabilir. Yangın tehlikesi geçtikten sonra, besin kaynağı haline gelir. Diamonyum fosfatın, metal cilalama gibi çok değişik endüstriyel süreçlerde de kullanılır. Ayrıca, şarap yapımı sırasında mayanın fermentasyonunu devam ettirmek ve peynir yapımında peynir kültürlerini desteklemek için de kullanılır.

Kaynak: <http://www.ipni.net/specifics>

Polifosfat

Modül 3.3-9 Fosfor noksanlığı dünyanın birçok bölgesinde bitkilerin büyümesini ve üretkenliğini sınırladılır. Toprakların çoğu P'ca fakir olduğundan, bitkisel üretimi ve kaliteyi artırma amacıyla bu element yaygın biçimde gübre olarak kullanılır. Fosfor, küresel olarak dağılmış jeolojik depozitlerden elde edilir. Polifosfat, tarımda yaygın olarak kullanılan çok iyi bir sıvı gübredir.

Üretim. Fosforik asit, çoğu ticari fosforlu gübrenin başlangıç materyalidir. Bununla birlikte, asit oluşu ve bazı kimyasal özellikleri bu materyalin doğrudan kullanımını zorlaştırmaktadır. Fosforik asit ve amonyak reaksiyona sokulduğunda, su uzaklaştırılır ve teksele fosfat molekülleri polifosfat sıvı gübresini oluşturmak için birbirlerine bağlanmaya başlarlar.



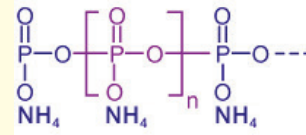
Tek bir fosfat molekülü orthofosfat olarak isimlendirilirken, "poli" ifadesi ise birden çok fosfat molekülünün zincir şeklinde birbirlerine bağlanmış halini ifade eder. Polifosfat birbirleriyle bağlantılı molekülleri kapsayan genel bir isim olduğu halde, fosfat moleküllerinin her bir bağlantısı uzunluğuna göre özel bir isimle adlandırılır.

En yaygın amonyum polifosfat gübreleri 10-34-0 veya 11-37-0 şeklinde $N-P_2O_5-K_2O$ bileşimine sahiptir. Polifosfat gübrelerinin, oldukça geniş sıcaklık aralığında istikrarlı ve uzun raf ömrüne sahip olan berrak, kristalsiz bir çözelti içerisinde yüksek besin içeriğine sahip olma gibi avantajları vardır. Diğer bazı besin elementleri de polifosfat gübreleriyle oldukça iyi karışabilir. Bu durum polifosfatları, bitkilerin ihtiyaç duyabilecekleri mikro besinler için iyi bir taşıyıcı yapar.

Kimyasal Özellikleri

Gübre Derecesi

İsim	10-34-0	11-37-0
Yoğunluk, kgL^{-1}	1,39	1,43
pH	5,9	6,1



Tarımsal Kullanımı. Polifosfat gübresinde, fosforun $\frac{1}{2}$ 'si ile $\frac{3}{4}$ 'ü arasındaki miktarı zincir polimerleri şeklindedir. Geri kalan P (orthofosfat) ise bitkiye hemen yararlı formdadır. Polimer fosfat zincirleri, topraktaki mikroorganizmalar ya da bitki köklerinde üretilen enzimler aracılığıyla öncelikle basit fosfat moleküllerine parçalanır. Polifosfatların bir kısmı enzimler olmadan da dağılır. Enzim aktivitesi, nemli ve ılıman topraklarda yüksektir. Ortalama olarak, polifosfat bileşiklerinin yarısı bir ya da iki hafta içerisinde ortofosfatlara dönüşür. Soğuk ve kuru koşullardaki dönüşüm ise, daha uzun sürebilir.



Polifosfat gübreleri ortofosfatların ve polifosfatların bir kombinasyonunu içerdiğinden, bitkiler söz konusu bu P kaynağını oldukça verimli kullanabilirler. Fosfor içeren sıvı gübrelerin çoğunun içinde amonyum polifosfat vardır. Sıvı gübreler tarımda bitkisel üretim için yaygın olarak kullanılırken, evlerde yapılan hobi üretiminde ise yaygın olarak kullanılmazlar. Sıvılar, diğer gübreler ve kimyasallarla kolaylıkla karıştırılabileceğinden ve sıvının her bir damlasındaki içerik tamamen aynı olduğundan çiftçiler için oldukça uygundur. Birçok durumda, kuru ya da sıvı gübre kullanımı konusundaki karar belirli agronomik farklılıklardan daha ziyade besinlerin fiyatına, gübre kullanım önceliklerine ve tarla uygulamalarına bağlı olarak alınır.

Yönetim Uygulamaları. Amonyum polifosfat öncelikli olarak bitkilerin P beslenme kaynağı olarak kullanılır. Toprakların çoğunluğunda P sınırlı bir hareketliliğe sahip olduğundan, materyali mümkün olduğunca gelişen köklere yakın noktalara yerleştirmekte fayda vardır. Uygulamalar, fosforun yakın sulara taşınmasını azaltma doğrultusunda olmalıdır. Yüzeysel sularındaki fazla P istenmeyen yosunların gelişmesine neden olabilir.

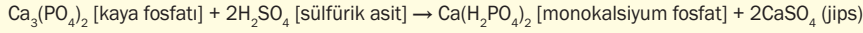
Tarım Dışı Kullanımları. Fosfat insan beslenmesinin mutlak gerekli bir bileşendir. Polifosfat, gıdalar için istenen bir katkı maddesi olup, kullanımı için özel bir tedbir gerektirmez. Polifosfat bileşikleri odun, kağıt, kumaş ve plastik gibi birçok üründe tutuşmayı önleyici olarak kullanılır. Aynı zamanda, orman yangınları için ticari bir geciktirici olarak da kullanılır. Amonyum polifosfatın yandıktan sonra, yanmış bir tabaka meydana getirerek daha fazla alev oluşmasını engellemesi bu sistemin temelidir.

Kaynak: <http://www.ipni.net/specifics>

Singel (Tek) Süperfosfat

Modül 3.3-10 Single süperfosfat (SSP) ilk ticari mineral gübre olduğundan, modern bitki besleme endüstrisinin gelişimine öncülük etmiştir. Bu materyal bir zamanlar en çok kullanılan gübre olmuş olsa da, görece düşük P içeriğinden dolayı diğer P'lu gübreler SSP'nin yerini almıştır.

Üretim. Modern gübre endüstrisi 1940'lı yıllarda, sülfürik asidin doğal olarak oluşan fosfata ilavesi sonucu meydana gelen, çok yüksek çözünürlüğe sahip, süperfosfat olarak isimlendirilen gübrenin bulunmasıyla başlamıştır. Bu reaksiyonda ilk olarak, öğütülmüş hayvan kemikleri kullanılmış, ancak kısa bir süre sonra, sınırlı bir potansiyele sahip kemiklerin yerini kaya fosfatlarının (apatit) doğal depozitleri almıştır. Singel süperfosfat üretimi, kemiklerle ve asidik topraklarda apatitle doğal olarak oluşanlarla benzerdir. Öğütülmüş fosfat kayası sülfürik asitle, daha sonradan bir konteynırda soğumaya bırakılacak olan yarı-katı bir materyal elde etmek için reaksiyona sokulur. Ardından, plastiğe benzeyen bu materyal, daha da sertleşmesi için birkaç hafta için bir depolama yığınına transfer edilir. En son olarak ise sertleşen materyal öğütülerek, ya uygun parçacık büyüklüklerine elenir ya da granül hale getirilir. Genel kimyasal reaksiyon şöyledir:



Bölgesel ihtiyaçları karşılamak için, SSP küçük ölçeklerde oldukça kolay biçimde üretilebilir. SSP mono kalsiyum fosfat (MCP, kalsiyum dihidrojenfosfat olarak da bilinir) ve jipsin her ikisini aynı anda içerdiğinden, diğer yaygın P'lu gübrelerin üretiminde oluşan yan-ürün atığı fosfojipsim gibi bir probleme sahip değildir.

Single süperfosfat aynı zamanda, adi süperfosfat ve normal süperfosfat olarak da bilinir. Bazen, kaya fosfatının fosforik asitle reaksiyonu sonucu elde edilen triple süperfosfat (TSP) üretimiyle karşılaştırılabilir.

Kimyasal Özellikleri

P ₂ O ₅ içeriği	%16-20
Ca içeriği	%18-21
S içeriği	%11-12
pH:	< 2



Singel (Tek) Süperfosfat

Tarımsal Kullanımı. Single süperfosfat, P, Ca ve S'ten oluşan üç bitki besin elementi için oldukça iyi bir kaynaktır. Fosfor bileşeni toprakta, aynen diğer çözünür gübrelerde olana benzer bir reaksiyon gösterir. Single süperfosfat P ve S'ün bir arada bulunması, her iki elementin birden noksan olduğu alanlarda agronomik üstünlük sağlayabilir. Single süperfosfatın diğer fosforlu gübrelere üstünlüklerinin gösterildiği agronomik çalışmalarda bu farklılık genellikle içerdiği S ve/veya Ca'dan dolayıdır. Lokal olarak ulaşılmasının uygun olduğu zamanlarda, hem P hem de S ihtiyacı yüksek olan otlakların gübrelemesinde, SSP oldukça yaygın olarak kullanılan bir gübredir. Single süperfosfat, sadece P kaynağı olarak daha konsantre olan diğer gübrelerden daha maliyetli olduğundan, popülaritesini zaman içerisinde kaybetmiştir.

Yönetim Uygulamaları. Single süperfosfat kullanımıyla ilgili alınması gereken özel bir önlem bulunmamaktadır. Agronomik etkinliği diğer kuru ve sıvı fosfat gübrelere benzerlik gösterir.

Gübrelenen tarlalardan yüzey akışıyla P kayıpları su kalitesi problemlerinin oluşmasına neden olabilir. Bu kayıpları asgari düzeye çeken çiftlik uygulamaları mutlaka dikkate alınmalıdır.

Tarım Dışı Kullanımları. Single süperfosfat öncelikle bitki besin kaynağı olarak kullanılır. Ancak MCP ve jips (SSP içerisindeki iki ana içerik) birçok üründe yaygın biçimde kullanılır. Örneğin, MCP hayvanların beslenme kalitelerini iyileştirmek için yemlere katılır. Fırında pişirilen unlu mamullerin kabarması için de rutin biçimde ilave edilir. Jips, gıda ev ilaç sektöründe olduğu gibi inşaat sektöründe de geniş kullanıma sahiptir.

Kaynak: <http://www.ipni.net/specifics>

Triple Süperfosfat

Modül 3.3-11 Triple süperfosfat (TSP) 20. yüzyılda kullanımı yaygınlaşan yüksek fosfor içerikli ilk gübrelerden biridir.

Teknik olarak, kalsiyum dihidrojen fosfat ve monokalsiyum fosfat [$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$] olarak bilinir. Çok iyi bir fosfor kaynağı olmakla beraber, diğer fosforlu gübre kaynaklarının popüler hale gelmesiyle kullanımı azalmıştır.

Üretim. Triple süperfosfatın üretim prensibi oldukça basittir. Granüler olmayan TSP, yaygın olarak ince biçimde öğütülmüş fosfat kayasının ve fosforik asidin konik biçimli bir mikserde reaksiyona sokulmasıyla elde edilir. Granüler TSP de benzer şekilde üretilir, ancak oluşan harç, kaplama materyali olarak küçük parçacıklar üzerine istenen ebatlarda granüller oluşturması amacıyla püskürtülür. Her iki üretim tekniğiyle elde edilen ürün de, kimyasal reaksiyonlar yavaş biçimde seyrettiğinden, kuruma için birkaç hafta bekletilir. Reaksiyonun kimyası ve süresi bir şekilde kullanılan fosfat kayasının özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösterir.

Kimyasal Özellikleri

Kimyasal formülü	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
P_2O_5 içeriği	44 to 48%
S içeriği	13 to 15%
Sudaki Çoğunlukla	Çoğunlukla >90%
Çözelti pH'sı	1 to 3



TSP hem granüler (resim) hem de granüler olmayan formlarda bulunur.

Tarımsal Kullanımı. Triple süperfosfat kendisini uzunca yıllar gündemde tutan birçok agronomik avantaja sahiptir. Azot içermeyen kuru gübreler içerisinde en yüksek P içeriğine sahip olanıdır. İçerisindeki toplam P'un %90'dan fazlası suda çözünür olup, uygulandıktan sonra bitki alımı için hızlı biçimde yararlı duruma gelir. Toprak nemi granülü çözdükçe, konsantre hale gelen toprak çözeltisi asidik hale geçer. Triple süperfosfatın içeriğindeki %15 Ca da ilave bir besin desteği sağlar.

Triple süperfosfatın diğer bazı katı gübrelerle harmanlanarak toprak yüzeyine serilmesi ya da toprak yüzeyinin altına konsantre bir bant şeklinde uygulanması gibi kullanım şekilleri mevcuttur. Biyolojik N fiksasyonunu desteklemek için ilave N gübrelemesi gerektirmeyen yonca ve fasulye gibi baklagillerin gübrenmesinde de kullanışlıdır.

Yönetim Uygulamaları. İçerisinde %11 N ve %52 P_2O_5 bulunan monoamonyum fosfat gibi amonyum fosfat gübreleri ile karşılaştırıldığında, daha az toplam besin içerdiğinden ($\text{N}+\text{P}_2\text{O}_5$) TSP'nin yaygın kullanımı azalmıştır. Amonyum fosfatlara göre daha yüksek olan üretim maliyetleri, bazı durumlarda, TSP'nin ekonomisini de kullanım için daha az uygun hale getirir.

Bütün fosforlu gübrelerin yönetimi, uygulandıkları tarlalardan erozyonla yüzey sularına olacak kayıpları önlenecek şekilde yapılmalıdır. Tarımsal alanlardan yakınlardaki yüzey sularına olan kayıplar istenmeyen yosun gelişiminin artmasına neden olabilir. Uygun besin yönetim uygulamaları bu riski minimize edebilir.

Tarım Dışı Kullanımları. Monokalsiyum fosfat kabartma tozunun önemli bir bileşenidir. Asidik monokalsiyum fosfat alkali bileşenlerle reaksiyona girerek karbondioksit oluşturur, bu da birçok unlu mamulde kabarmaya neden olur. Monokalsiyum fosfat, hem fosfat hem de Ca beslenmesine katkı sağlamak için hayvan yemlerine destekleyici olarak ilave edilir.

Kaynak: <http://www.ipni.net/specifics>

Fosfat Kayası

Modül 3.3-12 Dünyanın birçok bölgesinde toprak verimliliğini ve bitkisel üretimi iyileştirmek için fosfor (P) ilavesine ihtiyaç vardır. Spesifik bazı koşullarda işlenmemiş ham fosfat kayasının toprağa ilavesi P beslenmesinin iyileştirilmesi açısından oldukça değerli olabilir, ancak bu noktada göz önünde bulundurulması gereken birçok faktör ve sınırlama vardır.

Üretim. Fosfat kayası, dünya genelinde farklı bölgelerde bulunan jeolojik tortulardan elde edilir. Bir kalsiyum fosfat minerali olan apatit, fosfat kayasının ana bileşenidir. Çok az bir kısmı volkanik kaynaklardan elde edilirken, önemli bir kısmı sedimenter deniz çökellerinden çıkarılır. Fosfat kayaları, büyük oranda yüzey madenciliği, çok az bir kısmı ise yer altı madenciliği faaliyetleri sonucu üretim süreçlerine dahil edilir.

Maden cevheri öncelikle, madene yakın yerlerde elenerek istenmeyen bazı kısımlarından arındırılır. Çıkarılan fosfat kayalarının büyük bir kısmı çözünür fosfat üretimi için kullanılırken, çok az bir kısmı doğrudan toprağa uygulanma için tercih edilir.



Fosfat kayası, bitkilerin P ile beslenmeleri için iyi bir kaynak olsa da, her zaman doğrudan kullanımı mümkün değildir. Bu durum kısmen, doğal olarak oluşan kil, karbonat, demir ve alüminyum (Al) gibi kaynaklardan olan mineral kirliliğine bağlıdır. Fosfat kayasının direk kullanımlar için etkinliği laboratuvar koşullarında toprak koşullarını taklit etmek için kullanılan seyreltik bir asit çözeltisinde çözülmesine bağlı olarak tahmin edilir. Oldukça reaktif olarak sınıflandırılan kaynaklar topraklara doğrudan kullanım için en uygun olanlardır.

Fosfat kayalarının doğrudan kullanımı, apatiti çözünür formlara dönüştürmede gereksinim duyulan ilave süreçleri ortadan kaldırır. Hammaddenin işlenmesindeki minimal işlem hem besinin maliyetini düşürebilir hem de organik bitkisel üretim sistemlerince kabul edilebilir hale getirir.

Tarımsal Kullanımı. Suda çözünür bir P'lu gübre toprağa ilave edildiğinde, hızla çözünerek, reaksiyona girer ve düşük çözünürlüğe sahip bileşikler oluşturur. Fosfat kayası toprağa doğrudan uygulandığında ise, yavaş yavaş çözünerek besini salıverir, ancak çözünmenin hızı bazı topraklarda sağlıklı bitki büyümesini desteklemeye yetmeyecek kadar yavaş olabilir. Fosfat kayasının etkinliğini optimize etmek için aşağıdaki faktörlere dikkat edilmesi gerekir:

- Toprak pH'sı: Fosfat kayasının etkin bir besin kaynağı olabilmesi için asidik toprak koşulları gerekir. Toprak pH'sının 5,5'u aşığı topraklarda fosfat kayası kullanımı genellikle önerilmez. Toprak pH'sını yükseltme ve Al toksisitesini azaltma amacıyla yapılacak kireç ilaveleri fosfat kayasının çözünmesini yavaşlatır.
- Toprağın P fiksasyon kapasitesi: Fosfat kayasının çözünürlüğü, yüksek kil içeriği gibi nedenlerden kaynaklanan P-fiksasyon kapasitesindeki artışla beraber artar.
- Toprak özellikleri: Topraklardaki düşük Ca ve yüksek organik madde içerikleri fosfat kayasının çözünmesini hızlandırmaya yardımcı olur.
- Yerleştirme: Fosfat kayasını serptikten sonra, sürerek toprakla temasını artırmak kayanın çözünmesini hızlandırabilir.
- Tür: Bazı türler, kökleri aracılığıyla köklerinin etrafındaki toprağa organik asitler salgılamalarına bağlı olarak, fosfat kayasını daha iyi kullanabilirler.
- Zamanlama: Fosfat kayasının çözünmesi için gereksinilen zaman, uygulamanın bitki ihtiyacından önce yapılmasını zorunlu kılar.

Yönetim Uygulamaları. İşlenmemiş fosfat kayalarının hepsi toprağa doğrudan uygulamalar için uygun değildir. Ayrıca, toprakların çoğu da fosfat kayası kullanımı için uygun değildir. Bir kaynağın toplam P içeriği toprakta göstereceği potansiyel reaksiyonu için uygun bir gösterge değildir. Örneğin, birçok püskürük fosfat kayası kaynağı yüksek P içeriklerine sahip olsa da, düşük reaktifliklerine bağlı olarak çok yavaş çözündüklerinden, bitkilerin beslenmesine katkıları çok düşüktür. Bununla birlikte, bazı çevresel koşullarda, mikoriza mantarı düşük çözünürlüğe sahip materyallerden P kullanımına yardımcı olabilir.

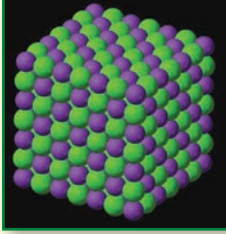
Fosfat kayalarının %90'dan fazlası asit reaksiyonlarıyla çözünerek, P gübresine dönüştürülür. Bu fosfat kayasının toprak asitliğiyle gösterdiği kimyasal reaksiyona benzer bir işlemdir. Bazı koşullarda, fosfat kayasının agronomik ve ekonomik etkinliği suda çözünür P gübrelerine eşit olabilir, ancak bu tercih yapılırken spesifik koşullar göz önünde bulundurulmalıdır.

Kaynak: <http://www.ipni.net/specifcs>

Potasyum Klorür

Modül 3.3-13 Potasyum içeren gübrelere bitki noksanlıklarını gidermede yaygın olarak başvurulur. Toprakların bitkilerin ihtiyacı olan K'u sağlayamadıkları yerlerde, mutlak gerekli olan bu besin elementinin ilave edilmesi kaçınılmazdır. Potas, tarımda kullanılan K-içeren gübreleri tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Sıklıkla MOP (İngilizce, potash muriate - muriate, klorür içeren tuzların eski adı) olarak da isimlendirilen potasyum klorür (KCl) en yaygın başvuru kaynağıdır. Potasyum minerallerde her zaman tek yüklü bir katyon (K⁺) olarak bulunur.

Üretim. Dünya üzerinde çok değişik yerlerde derinlere gömülü şekilde potas depozitleri mevcuttur. Baskın K'lu mineral sylvite (KCl), halite (sodyum klorür - NaCl) ile bir araya gelerek sylvinit adı verilen karışık minerali oluşturur. Potasyumlu minerallerin çoğu yeryüzünün derinliklerinde yer alan çok eski deniz çökelmelerinden çıkarılır. Daha sonra bunlar cevherin ufalandığı ve K tuzlarının Na tuzlarından ayrıldığı bir üretim tesisine taşınır. Potasyum klorürün rengi, sylvinit cevherinin kaynağına bağlı olarak kırmızıdan beyaza değişebilir. Kırmızıya çalan renk, az miktardaki demir hidroksitten kaynaklanır. Kırmızı veya beyaz formları arasında herhangi bir farklılık yoktur.



Potasyum klorür, her iki elementi de birebir oranında içerir.

Potasyum klorürün bir kısmı, sylvinit mineralini çözmek için yeryüzünün derinliklerine sıcak su enjekte edildikten sonra, tuzlu suyun yeryüzüne pompalanıp buharlaştırılmasıyla elde edilir. Solar evaporasyon tekniği ise, Ölü Deniz-Ortadoğu ve Büyük Tuz Gölü-Utah'da bulunan tuzlu sulardaki değerli potasyum tuzlarını kazanmak için kullanılır.

Kimyasal Özellikleri

Kimyasal formülü	KCl
Gübre bileşimi	0-0-60
K ₂ O içeriği	%60-63
Cl içeriği	%45-47
Sudaki çözünürlüğü	344 g·L ⁻¹
Çözelti pH'sı	yaklaşık 7

Tarımsal Kullanımı. Potasyum klorür, diğer kaynaklardan daha fazla K içermesine bağlı olarak sahip olduğu düşük maliyetinden ötürü, dünya üzerinde en yaygın şekilde kullanılan K'lu gübredir.

Dünyadaki küresel potas üretiminin %90'dan fazlası bitki besleme faaliyetlerinde kullanılır. Potasyum klorür sıklıkla, sürüm ve ekim öncesinde toprak yüzeyine serpilir. Tohum yatağının kenarına konsantre bir bant şeklinde de uygulanabilir. Çözünen gübre, çözünür tuz konsantrasyonunu artıracığından, çimlenen bitkide olabilecek zararlanmaları engellemek için banda uygulanan KCl tohumun yan tarafına yerleştirilir.

Potasyum klorür suda hızlı bir biçimde çözünür ve açığa çıkan K⁺, kil ve organik madde üzerindeki negatif yüklere bağlanır. Klor ise, su ile birlikte kolaylıkla toprak içerisinde hareket eder. Potasyum klorürün oldukça saf olanları sıvı gübreler içerisine karıştırılabilir veya sulama sistemlerine doğrudan uygulanabilir.

Yönetim Uygulamaları. Potasyum klorür, birincil olarak, K beslenme kaynağı şeklinde kullanılır. Bununla birlikte, bazı bölgelerde bitkilerin Cl uygulamalarına da pozitif yanıtlar verdiği bilinmektedir. Potasyum klorür genellikle bu ihtiyacı karşılamak için tercih edilen bir materyaldir. Potasyum klorür uygulamasının, normal uygulama sınırlarında kalmak koşuluyla, su veya atmosfer üzerine herhangi bir etkisi yoktur. Çözünen gübre etrafında artan tuz konsantrasyonları dikkat edilmesi gereken en önemli faktör olabilir.

Tarım Dışı Kullanımları. Potasyum, insan ve hayvan beslenmesi için mutlak gereklidir. Vücut potasyumu depolayamadığından düzenli olarak alınmalıdır. Potasyum klorür, tuz kullanımı sınırlandırılan kişiler için tuzun yerine kullanılabilir. Buz giderici olarak kullanılabilir ve buzların erimesinden sonra da bir çeşit gübre görevi görür. Su yumuşatıcılarda, suyun içindeki kalsiyumun yerini alma şeklinde bir görevle de kullanılabilir.

Kaynak: <http://www.ipni.net/specifcs>



Potasyum klorür farklı renk ve parçacık büyüklüklerinde bulunur.

Potasyum Sülfat

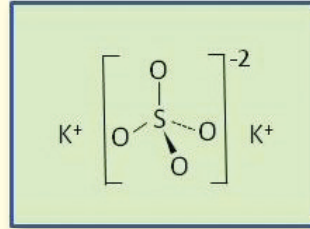
Modül 3.3-14 Potasyum gübreleri genellikle, bu elementi yeterli düzeyde sağlamada yetersiz olan topraklarda yetiştirilen bitkilerin verim ve kalitesini artırma amacıyla kullanılır. Gübre K'unun büyük çoğunluğu dünyanın çeşitli bölgelerindeki çok eski tuz katmanlarından elde edilir. Potas kelimesi sıklıkla potasyum klorür (KCl) için kullanılan genel bir terim olsa da, potasyum sülfat (K_2SO_4 , potas sülfatı ya da SOP) gibi K içeren diğer gübrelere için de kullanılır.

Üretim. Potasyum yerkabuğunda oldukça bol bulunan bir element olup, kıtaların hepsinde potaslı gübre üretimi yapılmaktadır. Bununla birlikte, K_2SO_4 doğada saf durumda bulunması oldukça seyrek rastlanan bir bileşiktir. Bunun yerine, doğal olarak Mg, Na ve Cl içeren tuzlarla bir arada bulunur. Geçmişte, K_2SO_4 , KCl'ün sülfürik asit ile reaksiyona sokulmasıyla elde edilirken, daha sonradan, bazı yerkabuğu minerallerinin K_2SO_4 üretimi için muamele edilebileceği bulunmuş ve şimdilerde K_2SO_4 üretiminin en yaygın şekli haline gelmiştir. Örneğin, doğal olarak K-içeren mineraller (kainite ve schoenite gibi) çıkarılarak, yan ürünleri uzaklaştırmak ve K_2SO_4 üretmek için su ve tuzlarla dikkatli bir şekilde yıkanır. Benzer bir yöntem Utah'taki Büyük Tuz Gölü'nden ve yeraltı mineral katmanlarından K_2SO_4 'ı çıkarmak için de kullanılır.

New Mexico-ABD'de ise K_2SO_4 , Mg gibi yan ürünleri uzaklaştırarak K_2SO_4 'ı açığa çıkaran KCl çözeltisiyle reaksiyona sokulma yöntemiyle langbeinit minerallerinden ayrılarak elde edilir. Mevcut hammaddelerin durumuna göre, benzer işleme teknikleri dünyanın değişik yerlerinde de kullanılmaktadır.

Kimyasal Özellikleri

Kimyasal formülü	K_2SO_4
K_2O içeriği	%48-53
S içeriği	%17-18
Sudaki çözünürlüğü	120 $g\cdot L^{-1}$
Çözelti pH'sı	yaklaşık 7



Tarımsal Kullanımı. Topraklardaki K seviyeleri, sıklıkla sağlıklı bitki büyümesini destekleyemeyecek kadar düşüktür. Potasyum, enzim reaksiyonlarının aktivasyonu, protein sentezi, nişasta ve şeker üretimi ve hücreler ve yapraklarda su akışını düzenleme gibi yaşamsal öneme sahip birçok görevi yerine getirmek için gereklidir.



Potasyum sülfat, bitkiler için çok iyi bir besin kaynağı olup, potasyum sülfattaki K kısmı, diğer yaygın K'lu gübrelere göre farklıdır. Bununla birlikte, bazı koşullarda bitki gelişimi için yetersiz olduğu gözlemlenen S'ün de değerli bir kaynağı durumundadır. Sülfüre bitkiler protein sentezi ve enzim fonksiyonları için ihtiyaç duyarlar. Bazı koşullarda belirli bazı topraklara ve bitkilere Cl ilavesinin mutlaka engellenmesi gerekir. Bu durumlarda, K_2SO_4 uygun bir K kaynağı görevi görür. Ancak K_2SO_4 , KCl'ün sadece 1:3'ü oranında çözünür olduğundan, eğer ilave bir S ihtiyacı yoksa sulama suyuyla uygulamaya elverişli bir kaynak değildir.

Piyasada, farklı parçacık büyüklüklerine sahip K_2SO_4 materyalleri mevcuttur. Daha hızlı çözüldüğünden, ince partiküller (<0,015 mm), sıvı ve yaprak gübresi yapımında kullanılırlar.

Potasyum sülfatlı yaprak gübrelere, topraktan alınan besinleri destekleme amacıyla, ilave K ve S uygulamaları için oldukça uygundur. Eğer yaprak uygulamalarında konsantrasyon çok yüksek tutulursa, yaprak yaralanmaları meydana gelebileceğinden dikkatli olunmalıdır.

Yönetim Uygulamaları. Daha yaygın olan KCl'den gelen ilave Cl'un istenmediği durumlarda, bitkisel üretimde K_2SO_4 'a sıklıkla başvurulur. Bu gübre kaynağının kısmi tuz indeksi de, K içeren diğer bazı yaygın gübrelere karşılaştırıldığında daha düşüktür. Böylece sisteme, birim K başına daha az toplam tuz ilave edilmiş olur. Potasyum sülfat çözeltisinin EC değeri, aynı konsantrasyondaki KCl ($10\text{ mmol}\cdot L^{-1}$) çözeltisinin değerinin yaklaşık 3'te 1'dir. Yüksek oranlarda K_2SO_4 gerektiğinde, genellikle toplam miktarın bölünerek, birkaç defada uygulanması önerilir. Bu hem K'un bitki tarafından lüks tüketiminin önüne geçer hem de herhangi bir potansiyel tuz zararı riskini azaltır.

Kaynak: <http://www.ipni.net/specifcs>

Potasyum Magnezyum Sülfat: Langbeinit

Modül 3.3-15 Langbeinit, mutlak gerekli üç besin elementini doğal olarak bir mineralde birleştiren tek bitki besin kaynağıdır. Büyüyen bitkilere kolay yarıyışlı K, Mg ve S sağlar.

Üretim. Dünyanın sadece belirli birkaç bölgesinde bulunan spesifik bir jeolojik materyaldir. Langbeinitin ticari olarak 1930'larda geliştirilen ilk sunumları Carlsbad, New Mexico (ABD) yakınlarındaki yeraltı madenlerinden gelir. Bu tabakalar, langbeinitin de dahil olduğu tuzların, çok eski okyanus yataklarının buharlaşmasından sonra geriye kaldığı milyonlarca yıl önce oluşmuştur. Bu tuz tabakaları, sedimentin yüzlerce metre altında gömülüdür. Langbeinit tabakası bugünlerde çok büyük kazı makineleriyle çıkarılır, bulaşıklıkları uzaklaştırma amacıyla yıkanır ve sonra da değişik parçacık büyüklüklerine ufalanır. Langbeinit, Mg ve S ihtiva etse de, potas gübresi (ya da K-ıçeren gübre) olarak kabul edilir. Demir oksit kirililiğinin kalıntıları bazı langbeinit partiküllerine kırmızımsı bir renk kazandırır.

Kimyasal Özellikleri

Kimyasal formülü	$K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$
K_2O içeriği	%21-22
Mg içeriği	10 to 11%
S içeriği	%21-22
Sudaki çözünürlüğü	240 gL ⁻¹
Çözelti pH'sı	yaklaşık 7



Tarimsal Kullanımı. Langbeinit özellikle, bitkisel üretim için K, Mg ve S'e aynı anda ihtiyaç duyulduğu yerlerde yaygın olarak kullanılan bir gübredir. Tarlaya serildiğinde, besinlerin homojen dağılımına yardımcı olacak biçimde, K, Mg ve S'ün üçüne birden tek bir partikülde sahip olmanın avantajına sahiptir. Langbeinit, ekonomik nedenlerden, bitkilerin K ihtiyacının tamamını karşılamak için önerilmeyebilir. Bunun yerine, uygulama miktarı Mg ve/veya S ihtiyacına göre belirlenebilir.



Exploitation minière souterraine

Langbeinit tamamen suda çözünürdür, ancak partiküller diğer potasyum kaynaklarından daha yoğun olduğundan, çözünürlüğü diğer bazı yaygın K gübrelerinden daha yavaştır. Bu sebepten, çok ince öğütülmediği sürece, çözüp sulama sistemlerinde doğrudan kullanım için uygun değildir. Nötr pH'ya sahip olup, toprak asitliği veya alkaliliği üzerinde herhangi bir etkisi yoktur. Bu durum, toprak pH'sını artıracak olan Mg'un diğer yaygın kaynaklarından (dolomit gibi) ve toprak pH'sını düşürecek olan elementer S ve amonyum sülfattan farklılıklar gösterir.

Kloru duyarlı bitkilerin (bazı sebzeler ve meyveler gibi) yetiştirilip, Cl'suz gübrelerin kullanımının zorunlu olduğu durumlarda sıklıkla başvurulur. Langbeinit, görece düşük tuz indeksine sahip, besin yoğun bir gübre kaynağıdır. Bazı ülkelerde, langbeinitin belirli bazı kaynakları organik bitkisel üretim için sertifikalandırılmıştır.

Yönetim Uygulamaları. Kabul edilebilir agronomik oranlarda kullanıldığı sürece, langbeinitin çevresel veya beslenmeyle ilgili kısıtlamaları yoktur. Langbeinitin bir formu küçük ve büyük baş ve kümes hayvanları için ilave K, Mg ve S kaynağı olarak pazarlanır. Bu besinlerin üçüne de hayvan beslenmesinde gereksinim duyulur ve her biri optimum hayvan sağlığı için spesifik bir role sahiptir. Bütün bitki besinlerinde olduğu gibi, bu kaynağın da uygun kullanımı için iyi yönetim uygulamaları gözetilmelidir. Partikül boyutlarının amaca uygun olarak seçilmesi oldukça önemlidir.

Tarım Dışı Kullanımları. Langbeinitin tarımsal amaçlar dışında belirli bir endüstriyel kullanım uygulaması yoktur.

Kaynak: <http://www.ipni.net/specifics>

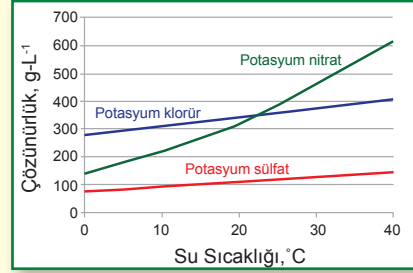
Potasyum Nitrat

Modül 3.3-16 Potasyum nitrat, iki temel mutlak gerekli besin elementinin çözünür bir kaynağıdır. Çoğunlukla, yüksek gelir getiren bitkiler için nitrat (NO_3^-)'tan elde edilen fayda ve içinde klor (Cl) bulundurmeyen bir potasyum (K^+) kaynağı olarak kullanılan bir gübredir.

Üretim. Potasyum nitrat gübresi [bazen potasin nitratı (NOP) olarak da isimlendirilir], en öz şekliyle ifade edilmesi gerekirse potasyum klorür (KCl) ve bir NO_3^- kaynağının reaksiyona sokulmasıyla elde edilir. Amaca ve elde mevcut kaynaklara bağlı olarak, NO_3^- sodyum nitrat, nitrik asit ya da amonyum nitrattan gelebilir. Sonuçta elde edilen KNO_3 , üretim süreçlerinden bağımsız olarak yaygın olarak çözünür sulama suyuna uygulama amacıyla, suda çözünür kristalin bir materyal şeklinde ya da toprak uygulamaları için granül hale getirilmiş olarak satılır. Bu bileşik geleneksel olarak saltpeter olarak da bilinir.

Kimyasal Özellikleri

Kimyasal formülü	KNO_3
N içeriği	13%
K_2O içeriği	44 to 46%
Sudaki çözünürlüğü	316 g/L



Bazı K'lu gübrelerin sudaki çözünürlüğü

Tarımsal Kullanımı. Özellikle, kloruz besin kaynağına ihtiyaç duyulan koşullarda KNO_3 kullanımı tercih edilir. Toprakta dönüştürme için herhangi ilave bir mikrobiyel olaya ihtiyaç duymayacak biçimde, uygulanan N'un tamamı NO_3^- formunda bitkilere hemen yararlıdır. Yüksek gelir getiren sebze ve meyvelerin üreticileri genellikle, verim ve kaliteyi artırmak için NO_3^- 'a dayalı bir besin kaynağı kullanmayı tercih ederler. Potasyum nitrat aynı zamanda, yaklaşık olarak 1 N'a karşılık 3 K_2O olacak şekilde, yüksek K içeriğine de sahiptir. Birçok bitki yüksek K ihtiyacına sahip olup, N kadar hatta bazı durumlarda N'tan da fazla K kaldırırlar.



KNO_3 kristalleri ve granülleri

Topraklara KNO_3 uygulamaları, büyüme sezonundan önce veya büyüme sezonu içerisinde destekleyici olarak yapılır. Seyreltik bir KNO_3 çözeltisi, fizyolojik süreçleri hızlandırmak ya da mevcut bulunan noksanlıkları gidermek için bazı durumlarda yapraklar üzerine de püskürtülür. Meyve gelişim dönemi boyunca yapraklardan uygulanacak K, bu dönem kök aktivitesinin ve bunun doğal sonucu olarak da besin alımının azaldığı ancak K ihtiyaçlarının arttığı bir fizyolojik zamana denk geldiğinden, bazı bitkiler için avantaj olabilir. Aynı zamanda, serada ve su kültüründe yapılan bitki yetiştiriciliğinde de sıklıkla kullanılır.

Yönetim Uygulamaları. Hem N hem de K'a, hasatta ürün kalitesini, protein sentezini, hasatlıklara karşı dayanıklılığı ve su kullanım etkinliğini artırma açısından bitkilerin ihtiyacı vardır. Bu nedenle, KNO_3 sıklıkla, bitki gelişim dönemi içerisinde sağlıklı bitki gelişimini desteklemek için ya granül olarak doğrudan ya da sulama suyu içerisinde çözünerek sulama sistemleri üzerinden toprağa uygulanır.

Potasyum nitrat kullanımı, dünyadaki küresel K'lu gübre pazarının sadece küçük bir kısmına karşılık gelir. Özellikle, sahip olduğu kendine has kompozisyonu ve nitelikleriyle yetiştiricilere özel faydalar sağladığı yerlerde tercih edilir. Uygulanması oldukça kolay olup, diğer birçok gübreyle de uyumludur. Bu, tane ve lif için üretimi yapılan bitkilerle beraber, üretim değeri yüksek birçok özel bitkiyi de kapsar.

Sıcaklık arttıkça, diğer yaygın K'lu gübrelerle karşılaştırıldığında KNO_3 'ün sahip olduğu görece yüksek çözünürlüğü, daha yoğun çözeltiler hazırlanmasına izin verir. Uygulanan nitratın kök bölgesinin altına taşınmaması için su yönetimine özel önem verilmesi gerekir.

Tarım Dışı Kullanımları. Potasyum nitrat havai fişek ve silah barutu yapımında uzun zamandır kullanılmaktadır. Günümüzde ise, gıda sektöründe et ve peynirlerin kalitesini koruma amacıyla başvurulmaktadır. Bazı dış macunları da dişlerin hassasiyetini azaltmak için KNO_3 içerir. Potasyum nitrat ve sodyum nitrat (NaNO_3) karışımı ise, solar enerji sistemlerinde ısıyı depolamak için kullanılır.

Kaynak: <http://www.ipni.net/specifcs>

Kieserit (Sulu Magnezyum Sülfat)

Modül 3.3-17 Kieserit, doğal biçimde oluşmuş, kimyasal olarak magnezyum sülfat monohidrat ($MgSO_4 \cdot H_2O$) olarak bilinen bir mineraldir. Jeolojik deniz çökellerinden çıkarılır ve hem Mg hem de S için çözünür bir bitki besleme kaynağıdır.

Üretim. Kieserit, yaygın olarak Almanya'daki derin yer altı mineral tabakalarından elde edilir. Suyu buharlaşan eski okyanusların artıkları olup, günümüzde yerkabuğunun derinliklerinde gömülü biçimde bulunmaktadır. Bu mineral kaynakları, değerli birçok besin elementini içermektedir. Cevher, kuru elektrostatik işlemlerle potasyum ve sodyum tuzlarının uzaklaştırılarak magnezyum tuzlarının ayrılması için yeryüzüne çıkarılır.

Kieseritin ince kristalleri ya toprağa doğrudan uygulama için satılır ya da mekanik gübre uygulaması veya diğer gübrelerle karıştırılması için daha uygun olan iri taneler şeklinde granül haline getirilir.

Kimyasal Özellikleri

Kimyasal formülü	$MgSO_4 \cdot H_2O$
Mg içeriği	%16 (ince) %15 (granül)
S içeriği	%22 (ince) %20 granül
Sudaki çözünürlüğü	417 $g \cdot L^{-1}$
Çözelti pH'sı	9



İnce kieserit



Granül kieserit

Tarımsal Kullanımı. Kieserit, Mg ve S gibi mutlak gerekli iki besin elementinin oldukça yoğun bir formuna sahiptir. Kieserit uygulamalarının toprağın pH'sına belirgin bir etkisi olmadığından, toprağın pH'sından bağımsız olarak her türlü toprağa uygulanabilir. Çoğunlukla ya büyüme sezonundan önce ya da büyüme sezonu boyunca, bitkilerin ihtiyacını karşılamak için uygulanır. Yüksek çözünürlüğü nedeniyle, bitki ihtiyacının Mg ve S için en yüksek olduğu dönemlerde uygulanabilir. Kieserit doğal olarak oluşan tabakalardan çıkarılan bir mineral olduğundan, bazı organik sertifika sağlayan firmalarca organik besin kaynağı olarak kabul edilir.



Kieserit elde etmek için yürütülen maden çıkarma operasyonu

Kieseritin kendisi, yaprak gübresi ya da fertigasyon sistemlerinde kullanılamasa da, oldukça çözünür olan ve hem fertigasyon hem de yaprak uygulamaları için uygun olan Epsom tuzu ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) üretimi için hammaddenin görevi görür.

Yönetim Uygulamaları. Toprakların çoğu Mg'ca fakir olup, bitkisel verimin ve kalitenin iyileştirilmesi için ilave besin uygulamalarına ihtiyaç duyarlar. Kum tekstürlü ve aşırı düzeyde yıkanmış tropikal topraklar gibi düşük pH'lı topraklar sıklıkla, düşük düzeyde bitkilere yararlı Mg'a sahip olmalarıyla bilinirler. Bu gibi koşullarda, topraklardaki Mg içeriklerini yeterli gübrelemeyle mutlaka artırmak gerekir.

Yağışın yüksek olduğu bölgelerde, yıkanma kayıplarının önüne geçmek için, Mg uygulamalarının iki veya daha fazla defada uygulanması önerilir. Ilıman bölgelerin yüksek kil içerikli toprakları daha fazla Mg'a sahip olabilirler ve sıklıkla yıkanma kayıplarına daha az meyillidirler.

Magnezyumlu gübre uygulama dozları, bitki ihtiyacı, hasatla uzaklaştırılan miktar ve toprak minerallerinin, zaman içerisinde bitkinin verim ve kalitesini destekleyecek yeter Mg'u salıverme yeteneklerine bağlı olarak değişir. Birçok bitki için kieserit uygulama dozu genel olarak $200-300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ 'dir. Bitki büyüme süresince büyümenin en hızlı olduğu dönemlerde, ilave Mg ve S ihtiyaçları Epsom tuzu ya da bir başka çözünür kaynak aracılığıyla yaprak uygulaması şeklinde karşılanabilir.

Kaynak: <http://www.ipni.net/specifcs>

Kükürt

Modül 3.3-18 Kükürt, dünya üzerinde çok değişik formlarda dağılım gösterir. Bazı topraklarda, bitkinin ihtiyacını karşılayamayacak kadar az S bulunur. Noksanlıkların meydana geldiği bölgelerdeki sorunları hedefleyen, S içeren kaliteli gübre mevcuttur.

Üretim. Kükürt, yer kabuğunda görece olarak oldukça fazla bulunan bir elementtir. Önceleri volkanik birikintilerden ve tuz tepelerinden saf elemental S olarak çıkarılmıştır. Şimdilerde ise, daha yaygın biçimde, fosil yakıtlarının işlenmesi sırasında yan-ürün olarak elde edilir. Kömür, ham petrol ve doğal gaz %0,1 ve %4 arasında S içerir. Söz konusu bu S, rafinasyon işlemi veya atık gazlarının tutulması sırasında uzaklaştırılır. Yerküre minerallerinin bazıları da, tarımda S kaynağı olarak doğrudan kullanılır.

Elemental S oldukça düşük bir erime sıcaklığına (115°C) sahip olduğundan, en son ürüne dönüştürülene kadar, sıcak sıvı bir formda taşınır ve kullanılır. Küresel S üretiminin çok büyük bir kısmı, diğer işlemlerde kullanılmak üzere sülfirik aside dönüştürülür. Sülfirik asidin ana kullanım yerlerinden bir tanesi fosfat gübrelerinin üretimidir.

Yaygın Kükürt Kaynakları

Çözünmez	Elemental S
Yarı-çözünür	Jips (%15-17 S)
Çözünür	Amonyum sülfat (%24 S); Epsom tuzu (%13 S); Kieserite (%23 S); Langbeinite (%22 S); Potasyum sülfat (%18 S); thiosülfat (%10-26 S)



Elemental S



Dispersiyon ve oksidasyonu artırmak için çok az kil ilave edilmiş kükürt tabletleri

Tarımsal Kullanımı. Elemental S suda çözünür olmayıp, bitki kökleri tarafından alınmadan önce thiobacillus gibi toprak bakterilerince sülfata (SO_4^{2-}) yükseltgenmesi gerekir. Bu süreçte, toprakta şu reaksiyon meydana gelir: $2S + 3O_2 + 2H_2O \rightarrow 2H_2SO_4$. Bu mikrobiyel faaliyetin hızı, S'ün fiziksel özelliklerince olduğu kadar sıcaklık ve nem gibi çevresel faktörlerce de kontrol edilir.

Bitkiler, proteinler ve enzimler gibi yaşamsal öneme sahip birçok yapıya dönüştürmek için sülfatı birincil kaynak olarak kullanır. Elemental S'ün bitkiye yararlı sülfata dönüşümünü iyileştirmek için, çok çeşitli yaklaşımlar kullanılmıştır. Elemental S'ün oksidasyon hızı doğrudan parçacık büyüklüğüyle bağlantılıdır. Şöyle ki, parçacık büyüklüğü küçüldükçe bakteriler daha fazla yüzey alanı üzerinde etkin olabilmektedirler. Bu nedenle, büyük S parçalarının, önemli miktarlarda sülfata okside olmasından önce aylar-yıllar süren biyolojik faaliyete ihtiyaçları olabilir. İnce öğütülmüş parçacıklar kolaylıkla okside olurlar ancak uygulamaları pek de kolay değildir. Kükürt oksidasyonunu artırmak için kullanılan yaklaşımlardan bir tanesi, erimiş kükürt içine soğumadan önce bir miktar kil ilave ederek soğutmak ve küçük tabletler oluşturmaktır. Bu tabletler toprağa ilave edildiğinde, kil suyla beraber şişer ve tablet, daha kolay okside olacağı ince parçacıklara ayrılır.

Granül gübre üretimi sırasında, çok ince bir elemental S tabakası ilave edilir. Bu S, çok hızlı şekilde okside olarak bitki alımı için yararlı hale gelir. Bu reaksiyonun, pH'daki düşüşle beraber çözünürlükleri artan Zn ve Fe gibi mikro besinlerin yararlılığı üzerinde de pozitif etkiye sahip olabileceği bilinmektedir. Çok ince olarak öğütülmüş elemental S, bazı durumlarda gübre süspansiyonlarına da eklenir. Elemental S, bitki koruma alanında, fungusit olarak da yaygın bir kullanıma sahiptir. Burada, elemental S'ün yaşayan mantar dokularıyla interaksyonunu sonucu toksik hidrojen sülfid açığa çıkar.

Elemental S ve sülfirik asit, yüksek Na içeriğine sahip toprakların ıslahında ve bazı sulama suyu uygulamalarında yaygın olarak kullanılır.

Yönetim Uygulamaları. Bitkilerin belirli ihtiyaçlarını karşılamak için birçok kükürt formu mevcuttur. Elemental S genellikle, bitkinin ihtiyaç duyduğu dönemden önce uygulanır, çünkü bakteriyel oksidasyon ve sülfata dönüşümden önce belirli bir süreye ihtiyaç vardır. Sülfat bir anyon olduğundan, aynen nitratta olduğu gibi yıkanma kayıplarıyla karşı karşıya kalabilir. Bununla birlikte, sülfatin sudaki mevcut konsantrasyonlarında çevresel herhangi bir olumsuz etkisi mevcut değildir.

Tarım Dışı Kullanımları. Kükürt birçok tüketici ürünlerinde ve endüstri uygulamalarında kullanılır. Bunlara örnek olarak, kullanılmadan önce sülfata dönüştürüldüğü tekstil, kauçuk, deterjan ve kâğıt üretimi verilebilir.

Kaynak: <http://www.ipni.net/specifics>

Thiosülfat

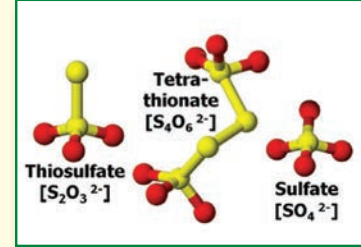
Modül 3.3-19 Thiosülfat ($S_2O_3^{2-}$) gübreleri kükürt kaynağı olarak görev yapan berrak sıvılar olup, birçok koşulda kullanılabilirler. Amonyum thiosülfat (ATS) olarak N, potasyum thiosülfat (KTS) olarak K ve ve kalsiyum thiosülfat (CaTS) olarak Ca ve magnezyum thiosülfat (MgTS) olarak da Mg olmak üzere diğer elementleri de içerirler.

Üretim. En yaygın olarak kullanılan S'lü sıvı gübre amonyum thiosülfattır. Sülfür dioksit, elemental S ve sulu amonyağın reaksiyonuyla elde edilir. Diğer thiosülfat gübreleri de benzer şekilde üretilir.

Thiosülfatların sudaki çözünürlüğü oldukça iyi olup, diğer sıvı gübrelerin çoğuyla da uyumludurlar. Amonyum TS, 28-0-0-5 (%5 S) kompozisyonunda oldukça yaygın kullanımı olan bir gübre elde etmek için, üre amonyum nitratla karıştırılır.

Kimyasal Özellikleri

Formülü	Yaygın adı	Besin içeriği	Yoğunluğu, kgL^{-1}	pH
$(NH_4)_2S_2O_3$	ATS	%12 N, %26 S	1,34	7 to 8,5
$K_2S_2O_3$	KTS	%25 K_2O , %17 S	1,46	7,5 to 8
CaS_2O_3	CaTS	%6 Ca, %10 S	1,25	6,5 to 8
MgS_2O_3	MgTS	%4 Mg, %10 S	1,23	6,5 to 7,5



Tarımsal Kullanımı. Toprağa uygulandıktan sonra, Thiosülfatın çoğunluğu, daha sonra sülfata dönüştürülecek olan tetrathionat oluşturmak için harekete geçer. Thiosülfat, sülfata dönüştürülene kadar, bitkilerin alımı için uygun formda değildir. Bu dönüştürme işlemi, ılıman bölge topraklarında 1-2 hafta içerisinde tamamlanır.

Thiosülfat bir kimyasal indirgenme materyali olup, S'ün oksidasyonundan sonra asitlik de üretir. Bu özelliklerine bağlı olarak, thiosülfatın toprak kimyası ve biyolojisinde kendine has özelliklerinin olduğu söylenebilir. Örneğin, ATS'in banda uygulamasının mikro besinlerin çözünürlüğünü iyileştirdiği gösterilmiştir. Tohum hatlarında uygulanacak en yüksek dozlar için bölgesel talimatlar takip edilmelidir.

Yeteri kadar ATS'in UAN ile karıştırılması durumunda, thiosülfat ürenin hidrolizini ve ürenin amonyuma dönüşümünü yavaşlatacağından, NH_3 gazı kayıplarını azaltabilir. Bu engelleyici etki büyük ihtimalle, thiosülfatın kendisinden ziyade, geçiş bileşiği olan tetrathionat'ın oluşumundan ve varlığından kaynaklanmaktadır. Amonyumun NO_3^- 'a dönüşüm mekanizması olan nitrifikasyon da, ATS varlığında yavaşlar. Thiosülfat gübrelerinin başlangıç pH'sı nötre yakın olduğu halde, sülfürik aside okside olan thiosülfat ve nitrik asit oluşturan ATS içindeki amonyum uygulama bölgesindeki pH'yı az da olsa düşürür. Thiosülfatlar, her türlü sulama sistemi kullanılarak uygulanabilir. Bitkilerin beslenmesi için hızlı bir kaynak oluşturacak biçimde, bunların birçoğu yapraktan püskürtülerek de uygulanabilir (ATS önerilmez).

Yönetim Uygulamaları. Bitkilerde S noksanlıklarına dünya genelinde yaygın olarak rastlanmaktadır. Yönetim ve uygulama kolaylığından, çok az güvenlik önlemi gerektirdiğinden ve diğer birçok gübreyle uyumlu olduğundan, thiosülfatlar oldukça önemli bir gübre materyalidir. Bununla birlikte, bu gübreler, thiosülfat moleküllerinin bozulmasına yol açıp, zararlı SO_2 gazlarının çıkışına neden olduğundan çok asidik çözeltilerle kesinlikle karıştırılmamalıdır.

Tarım Dışı Kullanımları. Thiosülfat materyallerine çeşitli endüstriyel uygulamalarda da başvurulur. Fotoğrafik işlemlerde, film ya da kâğıtta bulunan gümüş atomlarını bağlamak için kullanılır. Su arıtma sistemlerinde kloru uzaklaştırmak için ise sodyum thiosülfat kullanılır. Altın elementle de kuvvetli bileşikler oluşturduğundan, bu değerli metalin çıkarılması sırasında, herhangi bir toksisiteye yol açmadan kullanılır.

Kaynak: <http://www.ipni.net/specifics>



Kompoze Gübreler

Modül 3.3-20 Birçok toprak, bitki noksanlıklarını ortadan kaldırmak için farklı besin elementlerine aynı anda ihtiyaç duyar. Çiftçiler, bu gibi durumlarda, teksele besin elementlerinin bir kombinasyonunu seçme veya bütün besinlerin tek bir parçacık içerisinde bir arada bulunduğu bir gübreyi kullanma seçeneğine sahip olabilir. Bu kombinasyon (kompoze ya da kompleks) gübreler tarlada kullanım uygunluğu, ekonomik kazanç ve bitki ihtiyaçlarını karşılamada kolaylık gibi avantajlar sunabilir.

Üretim. Kompoze gübreler, NH_3 , amonyum fosfat, üre, S ve K tuzları gibi temel gübre materyalleri kullanılarak üretilir. Elde mevcut temel bileşenlere ve hedeflenen ürünlerdeki besin elementi içeriklerine bağlı olarak belirlenen spesifik üretim işlemlerine göre kompoze gübrelerin üretimde kullanılan farklı yöntemler vardır. Aşağıda bunlardan dördünün kısa açıklaması yer almaktadır:

Sıkıştırma (compaction) yöntemleri, küçük gübre parçacıklarının bir çimentolayıcı veya kimyasal bağ aracılığıyla sıkıştırılmasına dayanan yöntemi kullanılarak bir araya getirilmesidir. Diğer uygulama yöntemleri için uygun olmayacak düzeyde küçük olan parçacıklar kullanılarak değişik besin oranları bir araya getirilebilir.

Büyüme-merkezli (accretion-based) gübreler, istenen granül büyüklüğüne ulaşıncaya kadar tekrarlamalı olarak ilave edilen, sürekli olarak kurutulan ince bir besin harcı filminin çoklu tabakalarının oluşturulmasıyla üretilirler.



Kesişen-boru (pipe-cross) reaktörleri, istenen besin içeriğine sahip katı gübreler elde etmek için S, P ve K kaynakları ve mikro besinler gibi diğer besinleri içeren asitlerle, NH_3 'ü kimyasal olarak birleştirme amacıyla kullanılır.

Nitrofosfat yöntemi, fosfat kayasının, N ve P içeren bileşenlerin bir karışımını oluşturmak için nitrik asit ile reaksiyona sokulmasıdır.

Tarımsal Kullanımı. Kompoze gübreler, her bir gübre granülü içerisinde, birden çok besin içerir. Bu ortalama bir besin kompozisyonu elde etmek için farklı gübrelerin karıştırılmasıyla elde edilen gübre harmanından farklıdır. Bu farklılık, kompoze gübrelerin serpilerek uygulanmasına izin vermesinin yanında, her bir granül çözüldükçe besin karışımının homojen bir şekilde toprağa ulaştırılmasını sağlar, taşınma ve uygulama sırasında besin kaynaklarının olası ayrışmalarının önünü alır. Kompoze gübrelere ilave edildiğinde, mikro besinlerin kök bölgesinde daha homojen dağıtımı da sağlanabilir.

Bu gübreler, bitki ekiminden önce başlangıç besinleri uygulamada oldukça etkindirler. Spesifik toprak ve bitki koşulları için, farklı oranlarda besinler içeren gübreler mevcuttur. Bu yaklaşım karmaşık olan gübreleme kararlarını basitleştirmede avantajlara sahip olmakla beraber, belirli bir bitkinin ihtiyaçlarını karşılamak için gübreleri harmanlama esnekliği sağlamamaktadır. Torf üreticileri ve evde hobi üreticiliği yapanlar sıklıkla kompoze gübreleri tercih eder.



Yönetim Uygulamaları. Kompoze gübreler bazen, ilave işlemler gerektirdiğinden, birincil besin kaynaklarının fiziksel olarak bir araya getirilmesinden veya harmanlanmasından daha maliyetlidirler. Bununla birlikte, besin yönetimi ve kullanımındaki bütün faktörler bir arada değerlendirildiğinde, belirgin avantajlar da sunabilirler.

Azot, en dikkatli şekilde yönetilmesi ve büyüme sezonu içerisinde tekrar uygulanması gereken bir besindir. Bazı besinleri gereğinden fazla uygulamadan, ekimden önce bitkinin bütün ihtiyacını karşılayacak kadar azotu sadece kompoze gübreler kullanarak uygulamak pek mümkün olmaz. Büyüme döneminin başlangıcında kompoze gübreleri kullanmak, daha sonra da ihtiyaç duyulan azotu ilave etmek tercih edilmesi gereken bir yol olmalıdır.



Kompoze gübreler genellikle, yerel bitkilerin ihtiyaçlarını karşılamak için bölgesel olarak üretilir. Bu ihtiyaçları karşılamak sırasında üzerinde ayarlamalar yapılabilecek çok değişik fiziksel ve kimyasal özellikler vardır. Örneğin, kentsel yağmur sularıyla P'un kaçışını minimize etmek için bazı topluluklar torf ve süs bitkileri yetiştiriciliğinde kullanılan kompoze gübrelere P ilavesini sınırlandırmışlardır. Bir bölgenin topraklarında belirli bir besin elementinin düşük olması, kompoze gübrelere özellikle söz konusu besinin yüksek düzeylerde ayarlanmasına neden olabilir.

Kimyasal Özellikleri. Çok değişik kimyasal formüllere sahip olan kompoze gübrelere şu örnekler verilebilir: 10-10-10, 12-12-12, 17-17-17, 21-7-14 ve diğer birçokları.

Kaynak: <http://www.ipni.net/specifics>

Kaplanmış Gübreler

Modül 3.3-21 Gübre partiküllerinin üzerine, topraklardaki çözünürlüklerini kontrol etme düşüncesiyle çok değişik kaplama malzemeleri uygulanır. Besin saliverilmesinin kontrolü, çevresel, ekonomik ve verim gibi, çoklu kazanımlara yol açabilir.

Üretim. Çözünür gübrelerin kaplanmasında çok farklı materyaller kullanılabilir. Kaplama genellikle, granül ya da yuvarlaklaştırılmış N'lu gübrelere yaygın olarak uygulanmakla beraber, bazı durumlarda kompoze gübreler için de kullanılır. Üre, en yüksek N içeriğine sahip çözünür gübre olduğundan, çoğu kaplamalı gübrenin temel materyalidir.

Elemental S, gübre kaplamada yaygın olarak kullanılan ilk materyaldir. Burada önce erimiş S üre granülleri üzerine püskürtülmüş, daha sonra da olası çatlakları veya kaplama sırasında oluşan sorunları ortadan kaldırmak için kaplama reçinesi uygulanmıştır. Daha sonraları, S tabakasının etrafının bir organik polimer tabakasıyla kaplanması şeklinde bir yenilik bu işleme ilave edilmiştir.

Diğer kaplamalı gübreler, farklı reçine temelli polimerlerin gübre granülünün yüzeyiyle reaksiyonu sonucu üretilir. Diğer bir teknik ise, düşük geçirgenliğe sahip polietilen polimerlerin yüksek geçirgen kaplamalarla bir arada kullanımudur. Kaplama materyali ve işlemleri üreticiden üreticiye farklılık gösterir.

Besin saliverilme hızını belirli uygulamalar için kontrol etme amacıyla, gübre kaplamasının kompozisyonu ve kalınlığının çok dikkatli şekilde ayarlanması gerekir. Ürün etiketlerinde açıklandığı gibi, bu gübrelere besin saliverilmesi birkaç haftadan birkaç aya kadar değişebilir. Gübrenin kaplanması ile ilgili üretimde ilave bir masraf gerektiğinden, kaplamalı gübreler kaplanmamış gübrelere karşılaştırıldıklarında daha maliyetli olurlar.



Tarımsal Kullanımı. Kaplanmış gübreler, bahçe bitkileri yetiştiriciliği başta olmak üzere, bitkisel üretimin çok farklı alanlarında kullanılır. Bunlar, aşağıda bazıları verilen çok çeşitli faydalar sunacak şekilde, besinlerin saliverilme sürelerinin uzatılmasını sağlarlar:

- Yıkama ve gaz şeklindeki kayıpları azaltabilecek devamlı besin saliverilmesi.
- Birkaç defa gübre uygulaması gereksiniminin eleme edilmesiyle işçilik ve uygulama masraflarının azaltılması.
- Filizlerin, yakınlarına uygulanan gübreyle daha fazla tolerans göstermesi.
- Süresi uzatılmış besin saliverilmesinin, daha homojen bitkiler, daha iyi gelişim ve iyileştirilmiş bitki performansı sağlaması.

Kaplamalı gübreden azami faydanın sağlanması için, bitki besin alım dönemleriyle besin saliverilme sürelerinin senkronize edilmesi gerekir.

Yönetim Uygulamaları. Çok değişken toprak ve bitki yetiştirme koşullarında kaplanmış gübrelere olabilecek besin elementi saliverilmesinin önceden tahmin edilmesi oldukça karmaşık bir süreçtir, çünkü saliverilme birçok çevresel faktörün etkisi altındadır. Örneğin, birçok kaplamalı gübre, sıcaklık ve nemdeki artışla beraber, daha hızlı besin saliverirler. Bazı ürünlerin besinleri serbest hale geçirmesi topraktaki mikrobiyel aktiviteyle ilgilidir. Kaplamalı gübreden maksimum faydanın sağlanması için, besin saliverilmesinde rol oynayan mekanizmaların çok iyi anlaşılması gerekir.

Bazı kaplama materyalleri kırılma olup, sert koşullarda aşınma ve kırılmaya maruz kalabilirler. O nedenden, bu gübreler kullanıldığında, fazla işlemden mümkün olduğunca uzak durulmalıdır.

Tarım Dışı Kullanımları. Kontrollü saliverme teknolojisi birçok uygulama için önemlidir. Belki en çok bilinen kullanımı, daha az sıklıkla alınıp, kan içerisinde sabit miktarların dolaşımını sağlayan ilaçlardaki kullanımıdır. Kaplamalı materyaller veterinerlik ve bitki hastalık kontrolü gibi amaçlarla da kullanılmaktadır.

Kaynak: <http://www.ipni.net/specifcs>

Jips

Modül 3.3-22 Jips, yüzey ve yüzey altı çökeltilerden elde edilen oldukça yaygın bir mineraldir. Hem Ca hem de S için iyi bir besin kaynağı olmasının yanında, özel bazı koşullarda toprak özelliklerinin iyileştirilmesine de katkılar sağlayabilir.

Üretim. Jips, kristal ve kaya formlarında bulunur. Genellikle, tuzlu suların buharlaşması ile oluşur ve sediment koşullarında en bol bulunan minerallerden birisidir. Beyaz veya gri renkli kayalar, açık maden ocaklarından veya yeraltı çökeleklerinden çıkarıldıktan sonra ufalanır, elenir ve daha fazla işlemden geçirilmeden değişik birçok amaç için kullanılır. Tarımsal jips genellikle $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (dihidrat)'tan oluşur. Yüksek sıcaklık ve basınç altındaki jeolojik koşullarda, jips anhidrat (susuz CaSO_4) formuna dönüşür.

Jips yan ürün olarak, fosil yakıtı kullanan enerji istasyonlarının temizlenen baca gazlarından da elde edilir. Aynı zamanda, fosfat kayasının fosforik aside işlenmesi sırasında elde edilen bir yan üründür. Geri dönüştürülen duvar panellerinden elde edilen jips de, ince biçimde öğütüldükten sonra toprak uygulamaları için kullanılabilir.

Kimyasal Özellikleri

Kalsiyum sülfat

Tipi	Formül & Bileşim	Çözünürlük
Dihidrat (Jips)	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ [23% Ca, %18 S, %21 H_2O]	2,05 gL^{-1}
Anhidrat	CaSO_4 [%29 Ca, %23 S]	2,05 gL^{-1}
Hemihidrat (alçı)	$\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	[su ilavesiyle jipse döner]



Tarımsal Kullanımı. Jips toprağa ya besin kaynağı ya da toprak özelliklerini değiştirici veya iyileştirici olarak uygulanır. Jipsin su içindeki çözünürlüğü çok düşük de olsa, nötr pH'ya sahip topraklarda kireçten 100 defa daha fazla çözünürdür. Toprağa uygulandığındaki çözünürlüğü, parçacık büyüklüğü, toprak nemi ve toprak özellikleri gibi birçok faktöre bağlı olarak değişir. Jips toprakta çözüldüğünde, Ca^{2+} ve SO_4^{2-} açığa çıkarır, ancak topraktaki bu sürecin toprak pH'sı üzerine herhangi bir etkisi yoktur. Tam tersi biçimde, düşük pH'lı topraklarda kireçtaşı asitliği nötralize eder. Asidik alt topraklara sahip bölgelerde bazen, oldukça çözünür bir Ca kaynağı olarak Al toksisitesini gidermek için de jipse başvurulur.



Bazı topraklar, jipsten Ca kaynağı şeklinde yararlanır. Sodyumun (Na) çok yüksek olduğu topraklarda, jips tarafından salıverilen Ca topraktaki değişim konumlarına Na'dan daha büyük bir çekimle bağlanma eğiliminde olur. Sodyum içeriği yüksek olan topraklarda arazi işleme edicisi olarak jips kullanılması, topraklarda azalan hacim

ağırlığı, artan geçirgenlik ve su infiltrasyonu ve azalan toprak çatlama gibi toprağın fiziksel özelliklerinde iyileşmelere neden olur. Birçok durumda, jipsin kendisinin ilavesi sıkışmış ve ağır killi topraklarda benzer değişimlere yol açmaz.

Yönetim Uygulamaları. Jips uygulamasında bilinen en iyi örneklerden bir tanesi, Ca sağlama amacıyla kendine has bir büyüme eğrisi olan yerfıstığına ilave edilmesidir. Jips genellikle, toprak yüzeyine serpilerek, kök bölgesine karıştırılır. Jipsin çok ince öğütülmesine olanak sağlayan donanımlar, onun sulama sistemi aracılığıyla da dağıtımını sağlar. Jips, bazı durumlarda, hobi (ev) veya torf kullanımlarında daha kullanışlı hale getirme düşüncesiyle yuvarlatılmış şekilde de satılır.

Tarım Dışı Kullanımları. Jipsin tarım dışındaki ana kullanımı genellikle, inşaat malzemesi şeklindedir. İnşaa amaçları için, jips öğütülerek ısıtılır ve böylece bağlı suyunun çoğunu kaybetmesi yani hemihidrat formuna (alçı) dönmesi sağlanır. Tekrar su ilave edildiğinde ise, toz jipse döner ve hemen ardından kaya sertliğinde kurur. Su iyileştiricisi, gıda ve ilaç endüstrilerindeki bazı işlemlerde ve çimentoda serleştirme geciktiricisi olarak birçok farklı alanlarda da yoğun biçimde kullanılmaktadır.

Kaynak: <http://www.ipni.net/specifcics>

Kireçtaşı

Modül 3.3-23 Kireçtaşının ana bileşeni olan kalsiyum karbonat, toprak asitliğini nötralize etme ve bitkilere Ca sağlama amacıyla yaygın olarak kullanılan bir iyileştiricidir.

Üretim. Kireçtaşı, oldukça geniş dağılım gösteren jeolojik yığınlarda yaygın olarak bulunan, bir çökelti kayasıdır. Kayıtlı tarihin önemli bir kısmında, inşaat malzemesi, çimentolama malzemesi ve tarım alanında da asit toprakların iyileştiricisi olarak yerini almıştır. Bir tarımsal kireçleme materyali (ağ lime: agricultural liming material), geniş anlamıyla, toprak asitliğini nötralize etme yeteneğinde olan Ca ve Mg içeren herhangi bir malzeme olarak tanımlanır. Farklı birçok materyal bu tanım içerisinde kendisine yer bulabilir.

Tarımsal kireç, taş ocakları ve madenlerden çıkarılır ve genellikle mekanik bir parçalanmaya gereksinim duyar. Tarımsal kirecin inceliği, toprak asitliliğiyle ne kadar hızlı reaksiyona gireceğini belirlemede oldukça önemlidir. Kireçtaşı parçacıkları küçüldükçe, kimyasal reaksiyonlara maruz kalmak için çok daha fazla yüzey alanına sahip olacağından, daha hızlı reaksiyona girer. Büyük parçalar reaksiyona girmede yavaşlar, ancak asit nötralizasyonu için daha uzun süreli kullanılan bir kaynak görevi görürler. Parçacık büyüklüklerine ürün paketi üzerinde belirgin şekilde yer verilir.

Tarımsal kireç içerisindeki diğer materyaller, örneğin kil gibi, saflığını düşürüp, asitliği nötralize etme kapasitesini azaltır. Tarımsal kireç etkinliği, kendisinin saf kalsiyum karbonat (CaCO₃) ile karşılaştırılmasıyla değerlendirilir. Bu değer, kalsiyum karbonat eşdeğerinin yüzdesi şeklinde ifade edilir. Tarımsal kireç, nötr ve alkali topraklara nazaran asit topraklarda daha çözünürdür. Topraklardaki CaCO₃ varlığı, kuvvetli bir asidin damlatılması sonucu oluşan köpürmeyle belirlenir.

Tarımsal Kullanımı. Tarımsal kirecin öncelikli kullanımları asit topraklarda pH'nın yükseltilmesi ve toprak çözeltisindeki alüminyum (Al) konsantrasyonunu düşürme yönündedir. Asit topraklardaki zayıf bitki gelişimi, bitkilerin çoğunun kök sistemlerine toksik etki yapan çözünür Al'dan kaynaklanmaktadır. Kireç, aşağıda yer alan iki reaksiyonla çözünür Al miktarını düşürür:

- 1) CaCO₃ + H₂O → Ca²⁺ + 2OH⁻ + CO₂
- 2) Al³⁺ [çözünür] + 3OH⁻ → Al(OH)₃ [çözünmez]

Kimyasal Özellikleri

Kireçtaşı/Kalsit – kalsiyum karbonat [CaCO₃] Çoğunlukla su içerisinde çözünmez, ancak asitlik arttıkça çözünürlüğü artar (en fazla %40 Ca içerir).

Dolomit – kalsiyum magnezyum karbonat [CaMg(CO₃)₂] Çoğunlukla su içerisinde çözünmez, ancak asitlik arttıkça çözünürlüğü artar (%2-13 arasında Mg içerir).

Sulu/Sönmüş Kireç – kalsiyum hidroksit [Ca(OH)₂] Suda göreceli olarak çözünmez; pH'sı 12'den büyük bir çözelti oluşturur.

Yanmış kireç – kalsiyum oksit [CaO] Su ile sulu kireç oluşturmak için reaksiyona girer.

Tarımsal kireç uygulaması ortama aynı zamanda bitki besleme için oldukça önemli olan Ca (ve muhtemelen Mg) sağlar. Aşağıda tarımsal kireç uygulamasıyla toprak asitliği nötralizasyonu sağlanan ikincil faydalar verilmiştir:

- Artan P yarayışlılığı
- Baklagillerde iyileştirilmiş N fiksasyonu
- İyileştirilmiş N fiksasyonu ve nitrifikasyonu
- Daha sağlıklı bir kök sistemi sayesinde daha iyi su kullanımı, besin kazanımı ve bitki performansı



Yönetim Uygulamaları. Bir toprağı istenen bir pH değerine ulaştırmak için gerekli kireç miktarı laboratuvarla kolaylıkla hesaplanabilir. Tarımsal kireç genel olarak, toprak yüzeyine homojen biçimde serildikten sonra, kök bölgesine karıştırılır. Toprak asitliğini nötralize etme, sadece bir defa yapılacak bir uygulama değildir. Toprak ve çevre koşullarına bağlı olarak düzenli aralıklarla tekrarlanmalıdır. Uygulama miktarları genellikle hektar başına ton olarak ölçülür.

Tarım Dışı Kullanımları. Kireçtaşı, yeryüzü minerallerinin en yaygın kullanılanlarından biridir. İnşaat sektöründeki kullanımı yanında, hava kirliliği kontrolü, içme suyu ve kanalizasyon atıkları arıtma tesisleri, toprak stabilizasyonu, ilaçlar, antiasitler ve kozmetikler gibi çok farklı amaçlarla da kullanılır.

Kaynak: <http://www.ipni.net/specifcs>

Sodyum Nitrat

Modül 3.3-24 Piyasadaki ilk azotlu gübrelere biri olan sodyum nitrat, 1900'lü yılların başında Haber-Bosch işlemiyle amonyak sentezlenmesi ortaya çıkarılmadan önce, bitki besleme için oldukça önemlidir. Sodyum nitrat doğal olarak oluşan bir maden ürünü olduğundan, organik yetiştiricilik sistemlerinin bazılarında N beslenmesinin bir kısmını sağlamak için günümüzde hâlâ kullanılır.

Üretim. Sodyum nitrat, Kuzey Şili'deki Atacama Çölü'nde yüzeyde bulunan birikintilerden elde edilir. Maden filizi, 500 mil (800 km) uzunluğunda ve 10 mil (16 km) genişliğindeki bir alanın en üstteki 2 metresinde yer almaktadır. Sodyum nitrat bu ücra köşede, düşük yağış ve bölgeye has jeolojik koşullardan dolayı birikim gösterir.

Nitrat filizi ufanılarak, sodyum nitratın çözünmesi için sıcak suyla yıkanır. Daha sonra çözelti filtre edilerek, son ürünü elde etmek için soğutulur. En sonunda da, kristal veya granül hale getirilmiş olarak satılır.

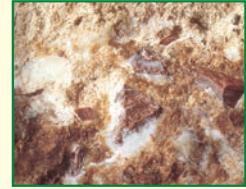
Tarımsal Kullanımı. Sodyum nitrat sudaki yüksek çözünürlüğünden ötürü, bitkiler için hızlı biçimde N sağlayan bir kaynak olup, XIX. yüzyıl ortalarından bu yana sahip olduğu dikkat çekici geçmişiyle değerli bir gübre materyali olarak kullanılmaktadır.

Kimyasal Özellikleri

Kimyasal formülü	NaNO ₃
N içeriği	%16 (nitrat olarak bulunur)
Na içeriği	%26 (ince)
Sudaki çözünürlüğü	880 gL ⁻¹ (20 oC)



Sodyum nitrat



Kalişe filizi

Özellikle, nitrat formundaki azotla beslenen tütün başta olmak üzere, birçok bitki için tercih edilen bir besin kaynağıdır. Sodyum nitrat, Birleşik Devletler Ulusal Organik Programı tarafından, N beslenmesini tamamlayıcı bir kaynak olarak kabul edilir. Bunun nedeni, karbon içeren organik N kaynaklarının mineralizasyonunun her zaman büyüyen bitkinin N ihtiyacını karşılamaya yeter hızda olmamasıdır. Mineralize olan ile ihtiyaç duyulan arasındaki bu fark, uygun sodyum nitrat kullanımıyla telafi edilebilir. Organik çiftçilerin, sodyum nitratın uygun kullanımı hakkında bilgi almak için bölgesel sertifikasyon kuruluşlarına başvurmaları tavsiye edilir.

Yönetim Uygulamaları. Her hangi bir gübreden ki buna sodyum nitrat da dâhildir, azami faydanın sağlanması için uygun yönetim uygulamalarına ihtiyaç vardır. Nitrat topraklarda oldukça hareketli olduğundan, yer, zaman ve doz konusundaki dikkatli değerlendirmeler, istenmeyen kayıplarını minimize edecektir. Sodyum nitrat toprak yüzeyine serpmeye, yüzeye veya toprağın altına gelecek biçimde konsantre bir bant şeklinde uygulanabilir. Azotun bu kaynağı gaz formundaki kayıplar için duyarlı olmadığından, amonyum ve üre-içeren diğer gübrelere göre ilave esneklikler sağlayabilir.

Ancak gübre içeriğindeki Na bazen endişe uyandırır. Bilindiği gibi, fazla Na toprak yapısı üzerinde zararlı etkilere neden olabilir, ancak bu risk sodyum nitratın pratikte uygulanan oranlarında asgari düzeydedir. Organik üretim söz konusu olduğunda, sisteme Na girdileri oldukça düşüktür. Örneğin, toprağa 13 kg N uygulandığında, toprağa sadece 22,7 kg Na ilave edilmiş olur. Sodyum, topraktaki değişim konumlarına, yaygın olarak bulunan diğer katyonlardan daha zayıf bağlandığından, mevcut yağmur ve sulama uygulamalarıyla kolaylıkla yıkanabilir.

Sodyum nitrat filizi doğal olarak oluştuğundan, yapısında iyodat, borat, perklorat, magnezyum, klor ve sülfat gibi değişik element ve kimyasallardan da az miktarda içerebilir.

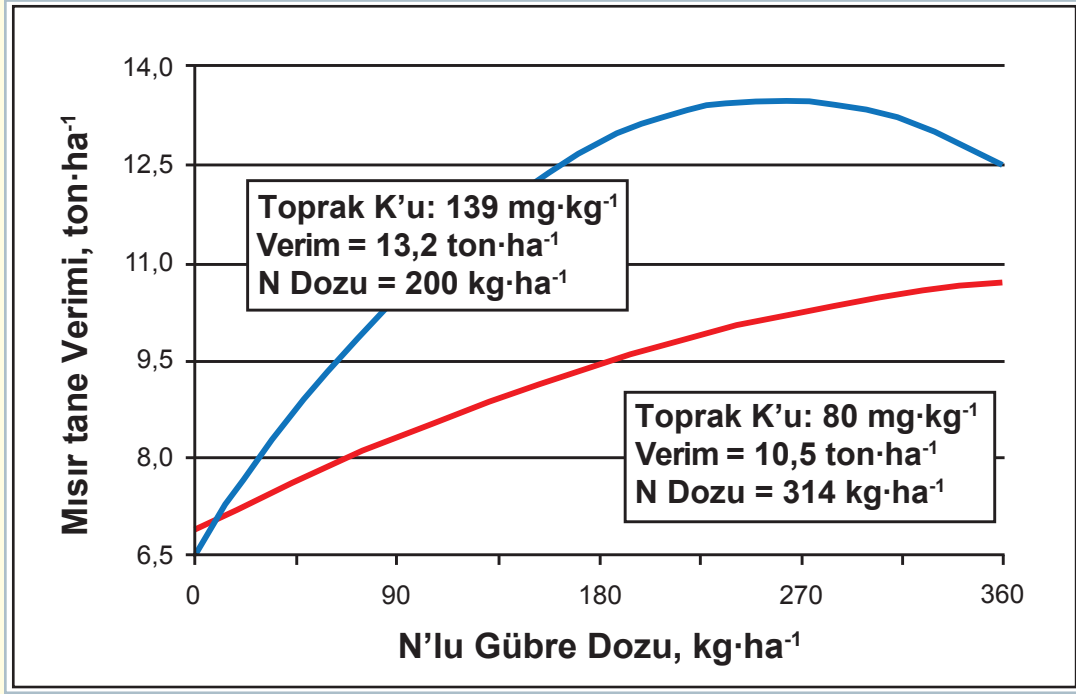
Tarım Dışı Kullanımları. Sodyum nitrat kuvvetli bir yükseltgendir ve çok değişik endüstriyel ve gıda üretim süreçlerinde kullanılır. Örneğin, kömür birikintilerine ilave edilerek daha kolay yanmaları sağlanır, ayrıca cam yapımında ve atık su arıtmasında kullanılır. Kırmızı ve beyaz et üretiminde gıda katkı maddesi olarak kullanılır (hazır yemek üretiminde koruyucu olarak kullanılan sodyum nitritle karıştırılmamalıdır).

Sodyum nitrat diğer nitrat materyalleriyle, solar termal projelerden elde edilen ısıyı depolamak için bir araya getirilir. Solar termal tesisler enerjiyi, elektrik pilleri yerine erimiş nitrat tuzlarında depolarlar.

Kaynak: <http://www.ipni.net/specifics>

Modül 3.5-1 Azot ve potasyumu dengeleme, verim ve azot kullanım etkinliğini artırmada kilit bir öneme sahiptir.

Ohio, ABD'den verilen aşağıdaki örnekte N gübrelemesinden maksimum faydanın, ikincil K noksanlığının giderilmesiyle elde edildiği görülmektedir. Kaynak: Murrell & Munson, 1999. Better Crops with Plant Food 93(3): 28-31.



TS Murrell, IPNI, ABD tarafından Aralık 2011'de yollanmıştır.

Notlar



Bölüm 4

DESTEKLEYİCİ BİLİMSEL İLKELER DOĞRU DOZ

Belirli bazı koşullarda doğru dozu tanımlayan temel bilimsel prensipler aşağıda verilmiştir:

- ◆ **Uygulama kaynağı, zamanı ve yerini göz önünde bulundurma.**
- ◆ **Bitki besin ihtiyacını belirleme.** Verim, bitki tarafından olgunluk dönemine kadar alınan besinlerin miktarıyla doğrudan ilişkilidir. Optimum bitki ve besin yönetimiyle gerçekleştirilebilen anlamlı bir verim hedefinin seçimi ile beraber, bu hedefin tarladan tarlaya ve yıldan yıla gösterdiği varyasyonlar, toplam bitki besin ihtiyacının belirlenmesinde önemli yönlendirmeler yapar.
- ◆ **Toprağın besin sağlama durumunu belirlemede uygun yöntemler kullanma.** Burada kullanılan uygulamalar arasında toprak ve bitki analizleri, gübre uygulamasına yanıt denemeleri, atlanmış (kontrol) parselli denemeler vb yer alabilir.
- ◆ **Mevcut/kullanılabilir besin kaynaklarının tamamını belirleme.** Çiftliklerin çoğu için bu değerlendirme, ticari gübrelerin olduğu kadar organik

gübreler, kompost, biyolojik katılar, bitki artıkları, atmosferik birikim ve sulama suyunda bulunan besin elementlerinin miktarı ve yarıyışlıklarını da kapsar.

- ◆ **Gübre kullanım etkinliğini öngörme.** Sistemden bir miktar besin kaybı kaçınılmazdır. Bu nedenle, bitki ihtiyacını karşılamak için kaybolan miktar mutlaka değerlendirmeye alınmalıdır.
- ◆ **Toprak kaynağına olan etkileri göz önünde bulundurma.** Eğer bir bitkisel üretim sisteminden besin çıkışları girdilerini aşarsa, toprak verimliliği uzun süreçte düşer.
- ◆ **Doza özgü ekonomik koşulları değerlendirme.** Toprakta bağlanmayan besinler için uygulamanın ekonomik dozu, uygulanan besinin son biriminin sebep olduğu verim artışının değerine eşit olduğu yerdir (azalan verim kanunu). Toprakta tutulan besin elementlerinin değerleri sonraki yıllarda yetiştirilecek bitkiler için de dikkate alınmalıdır. Ekonomik olarak en uygun dozların tahmininin olasılıkları ve tahmindeki hatadan kaynaklanan net getiriler üzerine olan etkisi de göz önünde bulundurulmalıdır.

Belirli bir besin elementinin, yetersiz ya da gereğinden fazla uygulanmasının bitkisel üretime ait ekonomik ve/veya çevresel sonuçları olabilir. Gübre ya da diğer besin kaynaklarının üretilen ürünün değeriyle karşılaştırıldığında göreceli biçimde pahalı olmadığı veya bitki fazla besine negatif tepki vermediği sürece (örneğin, fazla N uygulamasının küçük tanelilerde yatmaya, şeker pancarında şeker içeriğinde azalmaya ya da kaba pamuk oluşumuna neden olması), hassas besin tavsiyelerinin teşvik edici etkisi oldukça düşük olur. Benzer etki, fazla besinin tespit edilmiş bir çevresel etkisi (örneğin, yüzey sularında P kirliliği) ortaya konmadığı ve önemsenmediği durumlarda da karşımıza çıkar. Bununla birlikte, besin fiyatlarının yüksek ve/veya bitkisel ürün fiyatlarının düşük olduğu dönemlerde, yetiştiricilerin etkin gübreleme programlarının gelişimine olan ilgileri belirgin şekilde artar.

Liebig'in Minimum Kanunu, her hangi bir bitkiye ait verimin, en kısıtlayıcı düzeydeki element tarafından belirleneceğine vurgu yapar. Diğer bir ifadeyle, bir elementin noksanlığı, diğer bir

elementin fazlalığıyla düzeltilemeyeceğine. Bu nedenle, bitkinin ihtiyaçlarının tam olarak karşılanabilmesi için mutlak gerekli 17 besin elementinin tamamının yeter miktarlarda bulunması gerekir. Uygulanması gereken doğru doz, doğru kaynak, doğru zaman ve doğru yere bağlıdır. Besin kaynağı, büyüyen bitkilerin ihtiyaçlarını karşılamak için yarayışlı besin formlarını doğru dozda, doğru zamanda ve doğru yere salıvermelidir.

4.1 Bitki Besin İhtiyacını Belirleme

Doğru gübre dozunu seçmenin kilit bilimsel prensiplerinden bir tanesi, bitki için sağlanacak besin miktarını bitkinin ihtiyacıyla eşleştirmektir. Besin ihtiyacı, büyüme sezonu içinde bitki tarafından alınması gereken besinlerin toplam miktarına karşılık gelir. Bu besinlerin bir kısmı, bitkinin hasat ürünleriyle tarladan uzaklaştırılırken, geri kalanlar bitki artığı olarak sisteme geri döner. Balya yapmak için hasat edilen ve toprak üstü aksamın çoğunun uzaklaştırıldığı yem bitkilerinde olana benzer durumlarda ise, besin alımı ve uzaklaştırılan besin değerleri yaklaşık olarak aynı da olabilir. Tahıl tanesi üretiminin söz

Çizelge 4.1 Seçilmiş bazı bitkilerin toplam besin alımları*.

Bitki***	Ülke	Besin Alımı (kgton ⁻¹)**			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
Armut	Çin	5,0	2,0	5,0	
Arpa	Arjantin	26	9,2	24	4,2
Aspir	Hindistan	39	8,4	22	13
Ayçiçeği	Arjantin	40	25	35	5,0
Bermudaçimi	ABD	23	6,0	25	
Bezelye, yeşil	Hindistan	42	15	31	4,3
Buğday, kışlık	ABD	32	11	33	
Buğday, yazlık	ABD	37	13	26	
Çeltik	ABD	16	8,4	24	
Domates	Hindistan	2,8	1,3	3,8	
Hardal	Hindistan	33	15	11	14
Kabayonca (KA)	Arjantin	27	5,7	25	3,5
Kanola	Çin	43	27	87	
Mısır	ABD	18	9,6	25	
Nohut	Hindistan	46	8,4	50	
Patates	Avustralya	4,9	2,1	12	
Portakal	Çin	2,6	0,8	3,6	
Soya Fasulyesi	ABD	82	18	38	
Süpürge Darısı	Hindistan	22	13	34	
Şeftali	Çin	4,5	1,5	5,0	
Şekerkamışı	Çin	1,8	0,4	2,1	
Şekerpancarı	Çin	4,8	1,4	9,3	
Tütün	Çin	39	12	71	
Üzüm	Çin	5,6	5,2	8,5	
Yerfıstığı	Hindistan	63	12	37	3,9

* Toplam alım, olgunluk veya alımın en yüksek olduğu örnekleme zamanında bitkinin toprak üstü aksamında ve hasat edilen kısımlarında biriken besin miktarına karşılık gelir

** Verilen besin alım katsayıları büyüme koşullarına bağlı olarak bölgesel olarak değişebilir. Eğer uygun ise bölgesel verileri kullanınız.

*** KA: kuru ağırlık temelli; diğer şekilde nem içeriği standart pazar düzenidir veya belirtilen nem içeriğindedir.

konusu olduğu diğer durumlarda ise, bitki tarafından alınan besinlerin sadece belirli bir kısmı tarladan uzaklaştırılır.

Bitkilerin besin elementlerine duydukları ihtiyaçlar da farklılıklar gösterir. Genel olarak, makro besinler miktar olarak en fazla gereksinim duyulan elementlerdir. Birincil olarak ifade edilen makro besinler (N, P ve K) genellikle, bitkisel verimleri ılıman bölge topraklarında ikincil olarak ifade edilenlerden (Ca, Mg ve S) daha fazla sınırlanırlar. Birçok tropikal bölge toprağı için ise, birincil ve ikincil makro besinler arasındaki bu ayrım geçerli değildir. Bir bitkinin toplam besin ihtiyacı, ulaşılabilir verimin **Çizelge 4.1**'de verilen uygun katsayıyla çarpılmasıyla tahmin edilebilir. Mikro besinlere doğal olarak daha az miktarlarda ihtiyaç duyulur.

Verimdeki artışa bağlı olarak bitkilerin besin gereksinimleri de artar. Gübreleme için besin hedefinin belirlenmesinde bazı zorluklar söz konusudur. Aşağıda bu konuyla ilgili kullanışlı bazı ilkeler yer almaktadır:

- ◆ Verim hedefi hem gerçekçi hem de motivasyonu artırıcı olmalıdır.
- ◆ Oldukça sıklıkla başvuru yapılan gerçekçi verim hedefleri belirleme yaklaşımı, belirli bir iklim koşulunda bir bitkinin potansiyel veriminin (su ve besin kısıtlaması olmaksızın) %80'ini hedef alır. Bitki simülasyon modelleri potansiyel verimi belirlemede önemli katkılar sağlayabilirler.
- ◆ Ortalamanın üzerinde bir verim ile söz konusu tarlada kısa bir süre önce ulaşılan maksimum bir verim arasında bir değer ya da benzer üretim ve yönetim geçmişine sahip olanlardan birisi hedef verim olarak ayarlanabilir.
- ◆ Hedefi, kuraklık, aşırı yağış ya da hastalık gibi etkenlerle aşırı verim kayıplarına uğramayan bitkinin son 3-5 yıl içerisindeki ortalama veriminin %10 üstüne ayarlamak da yaygın biçimde tavsiye edilen bir yöntemdir. Bu metot, her tarla için kayıtların tutulmasını ve tahminler yaparken benzer üretim potansiyellerine sahip tarlaların göz önünde bulundurulmasını gerektirir.
- ◆ Gübrelenen verim hedefinin seviyesi, herhangi bir yıl içinde verimi mutlak olarak sınırlandırmaz. Yüksek verime yol açan, olağan dışı havalar, aynı zamanda topraktan normalden daha fazla besin salıverilmesine ya da olağanüstü yüksek besin kullanım etkinliklerine neden olur.

Gübre dozlarını belirlemede kullanılan verime dayalı yaklaşımın kullanımındaki zorluklardan bir tanesi, herhangi bir çevrede herhangi bir yıl içerisinde birden fazla yetiştiriciliğin yapıldığı büyüme sezonu içinde olduğu gibi, yıldan yıla değiştiği iyi bilinen verim seviyeleridir. Bitkilerin gübrelere verdikleri yanıtlar, verim potansiyelinden bağımsız olarak, çevresel faktörlerin bir sonucu olarak da dalgalanmalar gösterir. Verim potansiyeli ve bitkilerin yanıt verebilirlikleri yıllık gübre ihtiyaçlarının miktarını etkiler. Bitki besin ihtiyacını belirlemede, verim potansiyeli yanında sıklıkla değerlendirmeye alınan diğer faktörler şunlardır: i) bitki yetiştirme sistemi, ii) toprak üretkenliği ve iii) gübre fiyatı/ürün fiyatı oranıdır. Bitki verimini ve besin alımını önceden tahmin eden eşitlikler ve modeller de N dozu tavsiyelerinin hassas ayarlanması için kullanılabilirler.

Sorular

1. Belirli bazı koşullar için doğru dozu tanımlamada kullanılan yedi ana bilimsel ilkedenden bir tanesi,
 - a. bütün mevcut/kullanılabilir besin kaynaklarını belirlemez.
 - b. yüksek gübre kullanım etkinliği olduğunu farz etmez.
 - c. önemin çoğunu ekonomiye vermektir.
 - d. bitkinin ihtiyaç duyacağı kadar uygulamaktır.
2. Birincil makro besinlerin birincil olarak ifade edilmesinin nedeni
 - a. bütün elementler arasında en fazla alınanları olmalarıdır.
 - b. ikincil olarak sınıflananlardan daha sıklıkla bitkisel verimi sınırlamalarıdır.
 - c. keşfedilen ilk bitki besinleri olmalarıdır.
 - d. ikincil olarak isimlendirilenlerden daha pahalı satılmalarıdır.
3. Liebig'in Minimum Kanunu'na göre bir bitkinin verimi
 - a. N, P ve K
 - b. Ca, Mg ve S
 - c. mikro besinler
 - d. en sınırlayıcı durumda olan besin tarafından belirlenir.
4. Bitki ihtiyacını belirleme gerçekçi bir verim hedefini kapsar çünkü
 - a. besin alımı verimle orantılıdır.
 - b. verim hedeflenen verimi aşamaz.
 - c. uygulanan miktar besin alımına eşit olmalıdır.
 - d. olağan dışı verimler üreten hava durumu besin kullanım etkinliğini düşürür.

4.2 Toprağın Besin Sağlama Durumunu Tespit Etme

Bitkilerin besin ihtiyacının bir kısmı toprak tarafından karşılanır. Toprakların büyüyen bir bitkiye besin sağlama kapasiteleri çeşitli mekanizmalara bağlı olarak değişir. Sözü edilen bu mekanizmalar aşağıda sıralanmıştır:

- ◆ besinler ile toprağın organik maddesi arasındaki mineralizasyon ve immobilizasyon ilişkileri;
- ◆ topraktaki besin adsorpsiyon-desorpsiyon olayları;
- ◆ toprak çözeltisindeki besin elementi düzeylerini ayarlayan çökme ve çözünme reaksiyonları;
- ◆ çok yüklü besinlerin tür ve çözünürlüklerini değiştiren indirgenme/yükseltgenme reaksiyonları;

Çizelge 4.2 Toprakta bulunan bazı bitki besin elementlerin bitkiye yararlılıklarını etkileyen faktörler †.

Faktör	N	P	K	S	Ca & Mg	Mikrolar
Soil pH	X	X	X	X	X	X
Nem	X	X	X	X	X	X
Sıcaklık	X	X	X	X	X	X
Havalanma	X	X	X	X	X	
Toprak Organik Maddesi	X	X		X	X	X
Kil miktarı	X	X	X	X	X	X
Kil tipi		X	X		X	X
Bitki artıkları	X	X	X	X	X	X
Toprak sıkışması		X	X			
Toprağın besin durumu		X	X		X	X
Diğer besinler		X	X		X	X
Bitki türü	X	X		X		X
Katyon değişim kapasitesi (KDK)			X		X	X
%'de KDK doygunluğu					X	

† - Faktörlerin pek de ayrıntılı olmayan listesi verilen bu çizelgede, sadece baskın faktörler ve besinler arasındaki yaygınlıklara örnekler yer almaktadır

◆ Çözeltideki besinlerin kök değişimi, kütle akışı ve difüzyon yolu ile besin elementini alacak olan bitki köklerine hareketi.

Toprak organik maddesi, bitki büyümesi için ihtiyaç duyulan besinlerin çoğuna sahip olmakla birlikte, söz konusu besinlerin birçoğunun miktarı bitkilerin ihtiyacını karşılayamayacak kadar düşüktür. Özellikle, N ve S gibi bazı besinler için, toprak organik maddesi bazı üretim sistemlerinde en önemli kaynak da olabilir. Organik maddenin miktarı ve tipine ve mikrobiyal ayrışma için uygun koşulların varlığına bağlı olarak, bitkiye yararlı besin formlarına mineralize olabilen organik madde miktarı değişir. Bu faktörler aynı zamanda, büyüme sezonu içerisinde bitkiye yararlı hale gelecek besinlerin miktarının tahminini de zorlaştırır.

Yukarıda ifade edilen topraktaki besin sağlama durumunu etkileyen faktörler, tekstür ve kil tipi ve miktarı gibi fiziksel, pH gibi kimyasal ve sıcaklık, nem ve havalanma gibi iklimsel parametrelerce de etkilenir. Toprakta bulunan farklı besinlerin bitkiye yararlılığını etkileyen faktörler **Çizelge 4.2**'de listelenmiştir.

Toprakların bitki besin elementi sağlanmasına yapacağı katkıları tespit etmenin en iyi yolu toprak testleridir. Toprakların örnekleme ve analizleri hakkında daha detaylı bilgi Bölüm 8'de yer almaktadır. Doğru gübre dozunu belirlemede toprak testleri en etkin yöntem olmakla beraber, bazı altyapı yetersizliklerinden ötürü dünyanın her köşesi için her zaman uygun veya kullanışlı değildir. Toprak testi, nemli ve yüksek yağış alan alanlarda N ve S gibi daha hareketli olan

bazı elementlerin yararlılıklarını tahmin için her zaman güvenilir bir araç da değildir. Bu gibi durumlarda, negatif kontrol parseli prensibine dayanarak yürütülen denemelerde (omission plot experiments) bitkilerin vereceği yanıt, topraktaki besin elementi içeriğinin bir göstergesi olarak kullanılabilir. Belirli bir besinin elemine edildiği parseldeki (diğer sınırlayıcı elementlerin yeter dozlarıyla) verim, toprağın o besin elementini sağlama kapasitesi hakkında dolaylı bir bilgi sağlar. Tam gübrelenmiş ve eksik bırakılmış parseller arasındaki verim farkı ise araştırılan besinin ilavesinin potansiyel etkisini yaklaşık olarak yansıtır.

4.3 Mevcut Besin Kaynaklarının Tamamını Tespit Etme

Doğru gübre dozu seçilirken, mevcut besin kaynaklarının tamamından gelen besinlerin, söz konusu bitkinin besin ihtiyaçlarını karşılamadaki katkıları da dikkate alınmalıdır. Bu kaynaklardan bazıları; doğal besin sağlayıcıları (bitki artıkları ve yeşil gübreler gibi araziye uygulanmayanlar), hayvansal gübreler, kompostlar, biyolojik katılar (biosolids), atmosferik birikim ve sulama suyu şeklinde sıralanabilir. Bu kaynaklardaki besinlerin miktarı ve bitkiye yararlılıkları çok farklı ve tahmin etme açısından da oldukça zor olabilir; bununla birlikte, bunları dikkate almak için de mutlaka çaba harcanmalıdır. Seçilmiş bazı hayvansal gübrelerin ortalama besin içerikleri **Çizelge 4.3**'te listelenmiştir. Bu değerler bölgeden bölgeye, çiftlikten çiftliğe önemli düzeyde farklılıklar gösterir. Bu nedenle, uygulanacak materyalin

Çizelge 4.3 Seçilmiş bazı hayvan gübrelerinin yaklaşık kuru ağırlıkları ve besin bileşimleri (Havlin ve ark., 2005)

Hayvanın Türü	Atık Yönetim Sistemi	Kuru Ağırlık, %	Besin, kg-ton ⁻¹			
			N		P ₂ O ₅	K ₂ O
			Yarayışlı*	Toplam**		
Katı Yönetim Sistemleri						
Domuz	Altıksız	18	3	5	4,5	4
	Altıklı	18	2,5	4	3,5	3,5
Et sığırı	Altıksız	15	2	5,5	3,5	5
	Altıklı	50	4	10,5	9	13
Süt sığırı	Altıksız	18	2	4,5	2	5
	Altıklı	21	2,5	4,5	2	5
Kümes hayvanları	Talaşlı	45	13	16,5	23	17
	Talaşsız	75	18	28	22,5	17
	Derin çukur (komost)	76	22	34	32	22,5
Sıvı Yönetim Sistemleri						
Domuz	Sıvı çukuru	4	10	18	13,5	9,5
	Oksidasyon hendeği	2,5	6	12	13,5	9,5
	Gölcük	1	1,5	2	1	0,2
Et sığırı	Sıvı çukuru	11	12	20	13,5	17
	Oksidasyon hendeği	3	8	14	9	14,5
Süt sığırı	Gölcük	1	1	2	4,5	2,5
	Sıvı çukuru	8	6	12	9	14,5
Kümes hayvanları	Gölcük	1	1,2	2	2	2,5
	Sıvı çukuru	13	32	40	18	48

* öncelikle büyüme sezonu boyunca bitkiye yarayışlı olan NH₄⁺-N. ** Yavaş salıverilen NH₄⁺-N ve organik N toplamı
Kaynak: Sutton ve ark., 1985. Univ. Of Minn. Ext. Bull. AG-FO-2613.

yöreye uygun formlarını ve laboratuvar analiz sonuçlarını kullanmak daha iyi sonuçlar verebilir.

Topraklardaki en önemli doğal N kaynaklarından birisi, baklagillerce gerçekleştirilen simbiyotik N fiksasyonu olarak kabul edilir. Birçok besin yönetim kılavuzu, bitkiler için N dozu ayarlamalarını, bir baklagil bitkisinin dahil olduğu ekim nöbetini dikkate alarak yapar. Bununla birlikte, bağlanan N miktarları ve ardından gelecek bitkiye N yarayışlılığı noktasında birçok faktöre bağlı olarak geniş bir varyasyon söz konusudur. Bazı baklagiller tarafından bir yıl içerisinde bağlanan N miktarlarının tahmini değerleri **Çizelge 4.4**'te verilmiştir. Baklagillerin varlığı, daha sonra üretimi yapılacak bitkilere uygulanacak N gübresi miktarını etkilerken, baklagil bitkisin nodülasyon, verim ve artık N'u kapsayan performansı, P ve K başta olmak üzere, diğer gübrelerle doğru gübrenmesiyle doğrudan ilişkilidir.

Çizelge 4.4 Çeşitli baklagillerin tahmini yıllık N fiksasyon aralıkları.

Baklagil	Bağlanan N, kg-ha ⁻¹ -yıl ⁻¹
Kabayonca	150-250
Yonca	100-150
Burçak	50-150
Soya fasulyesi	50-150
Kuru fasulye	30-50
Tarla bezelyesi	3-250
Mercimek	3-190
Yerfıstığı	35-200

Çizelgede verilen değerler birçok kaynağın ortalamasıdır, uygulama oranlarına karar verilirken yerel tahmini rakamlar kullanılmalıdır.

Sorular ?

5. Toprakların besin durumlarını tespit etmenin en iyi yolu toprak analizleridir çünkü
 - a. güvenilir biçimde dünyanın her tarafında yaygın biçimde yapılır.
 - b. doğru gübreleme dozlarının belirlenmesinde etkin olabilirler.
 - c. N için güvenilir toprak testleri yüksek yağışlı alanlar için uygundur.
 - d. toprak testleri bitki-kök temas bölgesindeki besinleri önceden tahmin ederler.
6. Aşağıdakilerden hangisi doğal yollarla besin sağlayıcılardandır?
 - a. Biyolojik katılar.
 - b. Kompostlar.
 - c. Bitki atıkları.
 - d. Sulama suyu.
7. Simbiyotik N bağlanması topraklarda önemli bir doğal besin kaynağıdır çünkü
 - a. mikroorganizmalar N'ü bütün bitkiler için bağlarlar.
 - b. baklagiller fazla miktarda N'ü fikse edebilirler.
 - c. baklagiller fazla miktarda P ve K. bağlayabilirler.
 - d. baklagilleri takip eden bitkiler her zaman daha fazla N'a ihtiyaç duyar.

Bitki artıkları önemli miktarlarda bitki besin elementi içerir. Bu gibi artıkların toprağa geri karıştırılması, doğal besin kaynağı miktarına katkı sağlar. Tam tersi biçimde, hasat edilen bitki artıkları, K başka olmak üzere, besinlerin tarladan uzaklaştırılmasına neden olur ve besin dengesinde negatif bir bileşen olarak değerlendirilmelidir. Bitki artıklarının toprağa karıştırılması, önemli besin kaynağı ilavesi yanında, toprağın organik karbon dengesini, toprak nemini ve sıcaklık düzenlerini iyileştirir, toprak struktürünü geliştirir ve erozyon kontrolüne yardımcı olur. Bazı bitkilerin saman ve hasat artıklarıyla uzaklaştırılan ortalama besin miktarları **Çizelge 4.5**'te verilmiştir. Bitki artıklarıyla tarladan uzaklaştırılan besin miktarları, yağışa ve bitkinin karşı karşıya kaldığı kötü hava koşullarına ve bitkinin büyümesini geriletken veya ilerleten diğer faktörlere bağlıdır.

Örtücü bitkiler, gelir getiren ana bitkiler arasındaki dönemde ya da meyve bahçelerinin veya bağların sıra aralarında ekilen birçok bitki türünü (en yaygın olarak otsu bitkiler ve baklagiller) kapsar. Toprak erozyonunu azaltmaya, nitrat yıkanmasını düşürmeye ve ayrıştıktan sonra organik maddeyi artırmaya ve arkadan gelen bitkilerin beslenmelerini iyileştirmeye katkıda bulunabilirler. Baklagil olan örtücü bitkiler ise, biyolojik fiksasyon ile ilave N sağlar. Bağlanan N'un miktarı birçok faktöre bağlıdır, ancak örtücü bir bitki için büyüme süresi ve oluşturulan biyokütle bütün sezon bitkilerinden genellikle daha azdır, bağlanan N **Çizelge 4.4**'te verilen rakamlardan daha düşük olur.

Doğal kaynaklardan bitkilere besin katkısı oldukça değişken olup, elde mevcut olması durumunda, gübre dozu tavsiyelerinin ayarlanması için yönergeler kullanılmalıdır.

4.4 Gübre Kullanım Etkinliğinin Tahmini

Gübre kullanım etkinliği (GKE) ihtiyaç duyulan gübre dozunu belirlemede kullanılan temel bir faktördür. Besin kullanım etkinliği Bölüm 9'da daha detaylı şekilde ele alınmıştır. Bütün doz tavsiyeleri, GKE'ne ya üstü kapalı değindir ya da tavsiyeleri hesaplamak için kullanılan eşitliklere net bir biçimde yer verir. 4D Hassas Besin Yönetimi'ne bağlı iyi yönetim uygulamalarıyla dahi, uygulanan gübredeki besinlerin kullanılan kısmı her zaman %100'den daha düşük olur. Çiftçiler, kayıpları azaltmayı ve etkinliği artırmayı amaçlarken, uygulanan besin elementlerinin bir kısmı, özellikle organik madde seviyelerinin arttığı topraklar başta olmak üzere, toprak organizmaları tarafından da kullanılır. Gübre kaynaklı besin elementleri alımının etkinliği sıklıkla, her bir tarlada bulunan doğal kullanıcılar (sinks) ve kayıplara neden olan mekanizmalar tarafından ters orantılı biçimde etkilenir. Gübre kullanım etkinliği, hava durumu, toprak tipi ve bitki deseni gibi konuma özgü faktörlere göre de değişkenlik gösterir. Bu nedenle, gübre dozu gereksinimlerine karar verilirken etkinliğe bağlı düzenlemelere de mutlaka yer verilmelidir. 4D Hassas Besin Yönetimi'nin ana amaçlarından bir tanesi, yüksek GKE elde etme amacıyla iyi yönetilen bitkisel sistemlerde gübre dozunu tahmin etme sürecinde, ilgili doğru kaynak, zaman ve yer uygulamalarını kullanmaktır. Bitki doz gereksinimlerini belirlemede kullanılan olan GKE hesaplama yöntemlerinden birisi agronomik etkinliktir (AE).

Agronomik etkinlik, uygulanan birim gübre başına verimde elde edilen artış ifade eder. Eğer ürün artışı ve gübre dozları için aynı birim kullanılırsa, ifade birimsiz hale gelir ve aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$AE = (V - V_0) / G$$

Burada, V, gübre uygulandığındaki verim; V₀, söz konusu elementin uygulanmadığı durumdaki verim; G ise gübreyle uygulanan toplam besin miktarıdır.

Tipik AE aralığı 10-25 olup, iyi yönetilen sistemlerde, optimuma göre daha düşük besin dozlarında ya da düşük toprak besin içeriklerinde >20'dir.

Bir bitkinin ulaşılabilir verim hedefinin 9.500 birim olduğu durumda, negatif kontrol parseli çalışmaları, N için AE'nin (AE_N) söz konusu koşullarda 20 (uygulanan her bir birim N için 20 birim tane artışı) ve beklenen N atlanmış parsel veriminin de 6.000 birim olduğunu göstermektedir. Verim birimi ve gübre birimi aynı olmak zorunda (örneğin, tane için kg·ha⁻¹ ve gübre için kg·ha⁻¹) olduğu göz önünde bulundurularak kullanılacak gübre dozu aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\text{Gübre N'u} = (\text{ulaşılabilir verim} - \text{N atlanmış parsel verimi}) / AE_N$$

Yukarıdaki örnekte verilen sayıları kullanarak, N dozu tavsiyesi şöyle olacaktır:

$$\text{Gübre N'u} = (9.500 - 6.000) / 20 = 175 \text{ birim}$$

Gübre kullanım etkinliğini hesaplamanın diğer bir yolu da, bazı durumlarda gübre doz gereksinimlerine karar vermede kullanılan geri kazanım etkinliğidir (GKE). Geri kazanım etkinliği, uygulanan besin dozunun oranı olarak bitkinin (birçok bitki için) toprak üstü aksamına besin almındaki artış ifade eder ve aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$GKE = (A - A_0) / G$$

Burada, A, söz konusu elementin gübre olarak uygulandığında bitkinin toprak üstü kısmındaki toplam miktarı; A₀, söz konusu elementin gübre olarak uygulanmadığında bitkinin toprak üstü kısmındaki toplam miktarı; G, gübreyle uygulanan besin miktarıdır.

Bu eşitlik, uygulanacak gübre dozunu belirlemeye izin verecek biçimde aşağıdaki şekilde yeniden düzenlenebilir:

$$G = (A - A_0) / GKE$$

Agronomik etkinliği kullanan bir önceki örnekte olduğu gibi, negatif kontrol parseli verimleri de kullanılabilir ancak bu durumda, verimler, Çizelge 4.1'de verilen birim bitki verimi başına tipik alım değerleri kullanılarak alıma dönüştürülmelidir. Tahıllar için N uygulaması söz konusu

Sorular ?

8. Eğer bir negatif kontrol parsel denemesi sonucunda V, 9,000 kg·ha⁻¹, V₀, 7,500 kg·ha⁻¹, AE_N, 15 ise, benzer koşullarda aynı bitki için kg·ha⁻¹ olarak hangi N dozu önerilmelidir?
 - a. 50.
 - b. 100.
 - c. 150.
 - d. 200.
9. Tahıllar için tipik kazanım etkinliği
 - a. %10-25 arasında değişir.
 - b. iyi yönetilen sistemlerde >%20'dir.
 - c. %30-50 arasındadır.
 - d. %50-80 arasında yer alır.
10. Uzun dönemde, uygulanan besin miktarı....., yarayışlı besinlerin seviyeleri toprakların çoğunda optimum düzeylerde korunur.
 - a. bitki almına aşarsa
 - b. bitki tarafından uzaklaştırıldıktan az olursa
 - c. bitki tarafından uzaklaştırılana eşit olursa
 - d. bitki almına eşit olursa

olduğunda tarla koşullarındaki tipik GKE değerleri 0,3-0,5 (%30-50) arasında değişir. İyi yönetim uygulamaları altında, bu değer 0,5-0,8 (%50-80) aralığına yükselebilir. AE örneğindeki verimi kullanarak, bir birim verim için 0,0215 birim N alındığını ve GKE'nin 0,50 olduğunu varsayarak, gübreleme dozu şöyle hesaplanır:

$$\text{Gübre N'u} = [(9,500 \times 0,0215) - (6,000 \times 0,0215)] / 0,50 = 150 \text{ birim}$$

4.5 Toprak Özkaynağına Etkileri Değerlendirme

Bitki besleme faaliyetleri toprak kaynağının kalitesini çok çeşitli yollarla etkileyebilir. Öncelikle, uygulanan bitki besin elementleri bitkinin gelişimini iyileştirecek düzeyde olduğunda, bitkilerce toprağa ilave edilecek organik karbon miktarı, bitki büyümesinin besin eksiklikleri tarafından sınırlandırıldığı zamanlardan daha fazla olur. Yüksek karbon ilavesi, toprak yapısının korunmasında kilit bir faktör olan toprak organik maddesinin korunmasına, oluşumuna ve azalma hızının düşmesine katkı sağlar ve bitki gelişimi için önemli diğer birçok faktörü etkiler. İkinci olarak da, birçok besin toprakta tutulur ve onların ilave dozları, zaman içerisinde topraktaki yarayışlı kısımlarının seviyelerini etkiler.

Fosfor ve K ve herhangi bir toprak analiz raporunda (Toprak analizi ile ilgili detaylı bilgi için Bölüm 8'e bakınız) yer alan besin elementlerinin çoğu toprakta bağlanan besinler

Çizelge 4.5 Bazı bitkilerce kaldırılan besin*.

Bitki ***	Kaldırılan Besin, kg-ton ⁻¹ **			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
Arpa anızı	6,5	2,6	20	1,5
Arpa anızı (ton tane başına)	8,3	3,3	25	2,1
Arpa tanesi	21	8,3	6,7	1,9
Ayçiçeği hasat artığı	12	1,0	17	2,5
Ayçiçeği hasat artığı (ton tane başına)	28	2,4	41	6,0
Ayçiçeği tanesi	27	9,7	9,0	2,5
Bermuda çimi	23	6,0	25	
Bromus (KA)	16	5,0	23	2,5
Buğday samanı	7,6	1,9	15	2,7
Buğday tanesi (kışlık)	19	8,0	4,8	1,7
Buğday tanesi (yazlık)	25	9,5	5,5	1,2
Buğday samanı (ton tane başına)	12	2,7	20	2,3
Burçak (KA)	29	7,5	25	
Çavdar anızı	6,0	1,5	11	1,0
Çavdar anızı (ton tane başına)	14	3,8	27	2,5
Çavdar tanesi	25	8,2	5,5	1,8
Çayır kelp kuyruğu (KA)	13	5,5	21	1,0
Çeltik anızı	8,3	2,7	21	
Çeltik tanesi	13	6,7	3,6	
Çim (KA)	22	6,0	22	
Dallı darı (KA)	11	6,0	29	
Akdarı hasat artığı	7,7	2,2	20	
Akdarı tanesi	28	8,0	8,0	1,6
Domates	1,3	0,46	2,9	
Domuz ayrığı (KA)	18	6,5	27	2,9
Fasulye (kuru)	50	13	15	8,7
Gazelboynuzu (KA)	23	5,5	21	
Kabayonca (KA)	26	6,0	25	2,7
Kanola tanesi	38	24	40	6,8
Karabuğday	17	5,0	4,4	
Keten hasat artığı	13	2,9	39	2,7
Keten tohumu	45	13	11	3,4
Melez Yonca (KA)	21	5,5	27	1,5
Mısır hasat artığı	8,0	2,9	20	1,3
Mısır hasat artığı (ton tane başına)	8,0	2,9	20	1,3
Mısır silajı (%67 su)	4,9	1,6	3,7	0,55
Mısır silajı (ton tane başına - %67 su)	29	9,1	21	3,2
Mısır tanesi	12	6,3	4,5	1,4
Nane yağı	1.900	1.100	4.500	
Pamuk (lif)	64	28	38	
Pamuk hasat artığı	9,4	3,3	11	
Parlak yalancı darı	22	6,0	18	
Patates hasat artığı	2,0	0,5	3,0	0,20
Patates yumrusu	3,2	1,2	5,5	0,30
Poa (KA)	15	6,0	23	2,5

Bitki ***	Kaldırılan Besin, kg·ton ⁻¹ **			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
Soya fasulyesi balya (KA)	23	5,5	13	2,5
Soya fasulyesi hasat artığı	20	4,4	19	3,1
Soya fasulyesi hasat artığı (ton tane başına)	18	4,0	17	2,8
Soya fasulyesi tanesi	55	12	20	3,0
Süpürge darısı tanesi	13	7,8	5,4	1,2
Süpürge darısı hasat artığı	14	4,2	21	3,0
Süpürge darısı hasat artığı (ton tane başına)	11	3,2	17	2,4
Süpürge darısı sudan otu (KA)	15	4,8	17	2,9
Şeker pancarı kökü	1,9	1,1	3,7	0,23
Şeker pancarı üst kısmı	3,7	2,0	10	0,20
Şeker kamışı	1,0	0,65	1,8	
Tütün yaprakları	36	9,0	57	6,0
Üçgül	23	6,0	21	1,5
Yem kanyaşı	15	6,6	13	
Yerfıstığı hasat artığı	16	3,4	12	
Yerfıstığı taneleri	35	5,5	8,5	
Yulaf anızı	6,0	3,2	19	2,3
Yulaf anızı (ton tane başına)	9,7	5,0	29	3,4
Yulaf tanesi	24	8,8	5,9	2,2
Yumak (KA)	19	6,0	27	2,9

* Kaldırılan besin, bitki hasadı sırasında tarladan uzaklaştırılan besin miktarını ifade eder.

** Besin uzaklaşma katsayıları yetiştirme şartlarına bağlı olarak bölgesel farklılıklar gösterebilir. Uygunsa yöresel veriler kullanılır.

*** KA: kuru ağırlık temelli; diğer şekilde nem içeriği standart pazar düzenidir veya belirtilen nem içeriğindedir

Örnek: **Çizelge 4.5**'i kullanarak 10 ton·ha⁻¹ mısırın topraktan 63 kg P₂O₅ (10 ton x 6,3 kg·ton⁻¹) uzaklaştırdığı bulunacaktır. Böylece, uygulanması gereken P₂O₅ 63 kg·ha⁻¹ olacaktır.

Çizelge 4.6 Missouri, ABD'de mısır, soya fasulyesi ve buğdayın hasat edilen kısımlarıyla uzaklaştırılan besinlerdeki değişkenlik (Nathan, 2011).

	Uzaklaşma, kg·ton ⁻¹ *								
	Mısır			Soya Fasulyesi			Buğday		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Ortalama	12	6,2	4,5	46,8	11,5	18,5	18,5	8,0	5,2
Median	12	6,1	4,3	45,7	11,7	18,7	18,7	8,2	5,0
Minimum	7,0	4,1	2,1	32,8	7,0	12,3	12,2	5,0	3,3
Maksimum	17,3	10,4	7,7	61,8	14,8	22,3	25,2	11	7,8
VK, %	13	17,1	23,4	11,8	14,1	10,6	14,4	13,3	17,5
Sayı	511	509	512	269	270	267	177	179	174

Tane örnekleri 3 yıl boyunca eyaletin bütün yerleşkelerinden toplanmıştır. Örneklerin 3'te 2'si, ortalamadan elde edilen bir VK'nın artı ve eksi değerleri arasında yer almaktadır.

grubuna dâhildir. Bu besinlerin toprakta çok düşük olması durumunda, optimum bitki verimini elde etmek için, bitki tarafından almandan çok daha fazla besine gereksinim duyulabilir. Yüksek olduğunda ise, bitki almından çok daha az besin uygulaması yeterli olacaktır. Toprakların bu besinler açısından istenen veya optimum düzeyde olduğu durumlarda, genel olarak, hasat edilen bitki ile uzaklaştırılan kadar besinin her yıl uygulanmasıyla mevcut düzeylerin korunacağı kabul edilir. Bazı bitkilere ait topraktan besin uzaklaştırma katsayıları **Çizelge 4.5**'te verilmiştir. Mevcut bitkilere ait tipik değerler **Çizelge 4.5**'te verildiği halde, gerçek değerler, **Çizelge 4.6**'da gösterildiği gibi, önemli düzeylerde değişebilir. Bu nedenle, mümkün olan yerlerde bölgesel değerler dikkate alınmalıdır.

Bazı topraklarda, istenen toprak analiz değerlerine ulaşabilmesi bitkinin ihtiyacından daha fazla ya da daha az besin ilavesi gerektirebilir. Bunların birincisine örnek olarak, P ya da K'u sorpsiyon, kimyasal çökme veya kil tabakaları arasına hapsedme şeklinde bağlayan topraklar verilebilir. Diğer durum ise, toprak minerallerinden ya da organik fraksiyondan net mineralizasyonun olduğu durumlarda gerçekleşebilir. Bu nedenle, P ve K gibi besinlerin istenen düzeylerde olup olmadığını test etmek için, her 3-5 yılda bir analiz edilmeleri tavsiye edilir. Toprak analizleri, uygulanacak gübre dozlarının bitkilerce uzaklaştırılan miktarlardan fazla ya da az veya eşit olup olmayacağı şeklindeki soruya cevap vermeye yardımcı olur.

4.6 Doza-Özgü Ekonomiyi Değerlendirme

Ekonomik optimum besin dozu (EOBD), yetiştiriciliği yapılan bitkiden uygulanan gübreye karşılık gelen en yüksek para getirisiyle sonuçlanacak besin dozunu ifade eder. Bu doz genellikle, maksimum verim artışına neden olan minimum dozu ifade eden agronomik optimum besin dozundan (AOBD) daha düşüktür ve girdi fiyatlarının artması ve ürün fiyatlarının sabit kalmasıyla düşer. Diğer taraftan, eğer satış fiyatları artar ve girdi fiyatları sabit kalırsa, EOBD, AOBD'ya yaklaşır. Genellikle, ürün ve gübre fiyatlarındaki dalgalanmalar aynı zamanda meydana gelir; girdi fiyatlarıyla, ürün fiyatları arasındaki oran sabit kalır ve böylece EOBD önemli düzeyde değişikliğe uğramaz.

Aslında ekonomik optimum besin dozunu belirleme, N ve S gibi toprakta mobil olan ve yıldan yıla bağlanmayan besinler için kullanılan bir yaklaşımdır. Topraklarda tutunabilen, P ve K gibi besinlerden elde edilecek faydalar doğada uzun sürelidir; bu nedenle, onların maliyetleri uzun yıllar boyunca amortize edilir. Toprak verimliliğini iyileştirme amacıyla uygulama dozları, tek-yıllık bitki yanıtları için, genellikle EOBD'nun üzerinde olur. Fakat takip eden yıllardaki iyileştirici etkileri de göz önünde bulundurulduğunda, uzun dönemde ekonomik fayda sağlarlar.

Toprak verimliliği seviyelerini optimum aralığa taşımanın faydaları arasında kaynak, doz, zaman ve yer seçiminde kullanılacak olan yüksek esneklik seviyesi önemli bir yer tutar. Artan bu esneklik, çiftçilere, piyasa koşullarındaki ve gübre

fiyatı dalgalanmalarındaki avantajlardan yararlanma olanağı sağlar. Yüksek fiyat oranları (ürün değerine göre yüksek girdi maliyetleri), bitki verimi ve kârlılığı optimize etmek için gereksinim duyulan gübre uygulama dozlarını belirlemede iyi yönetim uygulamalarının değerini artırır. Düşük fiyat oranları (ürün değerine göre düşük girdi maliyetleri) genellikle kazanç için daha düşük bir risk yaratır; bununla birlikte, besinlerin yüksek dozlarda uygulanması sonucu ortaya çıkacak risk daha yüksektir. Bu konu hakkında daha fazla bilgi için Bölüm 8.5'e bakınız.

Herhangi bir ekonomik senaryoda, en iyi risk yönetimine, doğru gübre dozlarının seçiminde bilimsel kriterlerin kullanılmasıyla ulaşılır.

KAYNAKLAR

- IPNI. 2005. Nutrients Removed in Harvested Portion of Crop. Norcross, GA. [On-line].
- Havlin, J.L. et al. 2005. Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. 7th edition. Pearson Prentice Hall. NJ, USA.
- Ladha, J.K. et al. 2005. Advances in Agronomy 87: 85-176.
- Nathan, M. 2011. Improving accuracy of nutrient removal estimates status report. University of Missouri, Colombia.

Modül 4.1-1 Arjantin'de buğday ve mısırın gereksinim duyduğu gübre azotu en iyi şekilde hemen ekim öncesinde belirlenir. Aslında, dünyadaki yarı-nemli ve yarı-kurak bölgelerde gübre N'u ihtiyacını belirlemede ekim zamanı toprakta bulunan yarıyıllı (anorganik) N'un göz önünde bulundurulması kullanışlı bir yöntem olagelmıştır. Ekim döneminde, daha fazla uygulanırsa dahi gübre N'una herhangi bir yanıt alınmayacağı yarıyıllı N seviyesi belirli bir alanda tahmin edilebilir. Bu yaklaşım, Arjantin'in Pampas bölgesindeki birçok alanda, buğday ve mısır için başarılı şekilde kalibre edilmiştir. Azotlu gübre dozları (Ng), ekimden önce belirlenen NGER düzeyi ve $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u miktarı arasındaki farktan belirlenir:

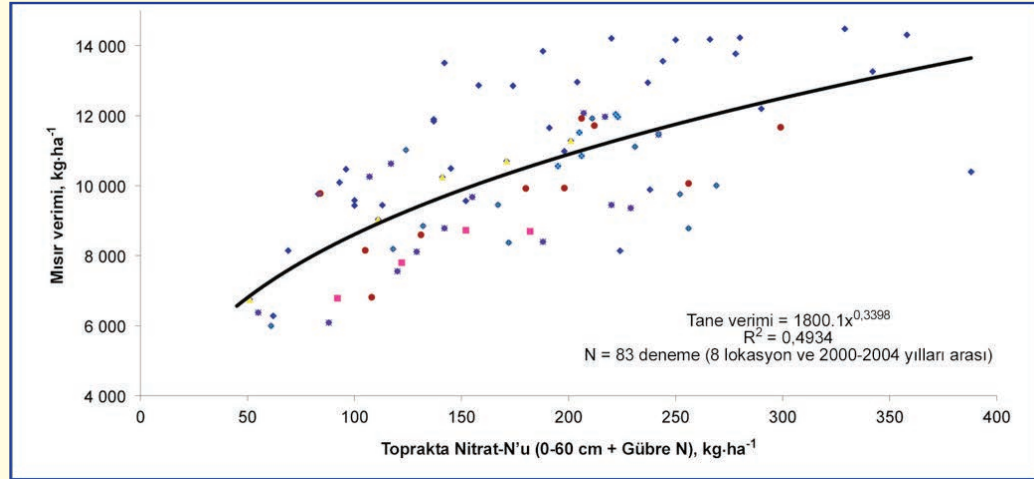
$$N_g = \text{NGER} - X$$

Burada, Ng, uygulanması gereken gübre miktarı; NGER, toprak N'u ve gereksinilen gübre N'unun toplamı ve X ise toprakta 0-60 cm arasında bulunan toplam $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u miktarıdır.

Eğer ekim döneminde yapılan bir toprak analiz sonucu $70 \text{ kg ha}^{-1} \text{ NO}_3\text{-N}$ 'u yarıyıllığı gösterirse, verim, **Şekil 1'e** göre, 7.700 kg ha^{-1} olarak tahmin edilir. Böylece, belirli bir tarlada ulaşılabilir verim $10.000 \text{ kg ha}^{-1}$ ise, yarıyıllı N için 150 kg ha^{-1} 'lık bir NGER hedeflenir ve buradan da, tavsiye edilen N oranı 80 kg ha^{-1} gübre N'u şeklinde hesaplanır.

Farklı toprak ve iklim özelliklerine sahip bölgeler için buğday ve mısırın beklenen verimlere göre NGER seviyeleri **Çizelge 1'de** gösterilmiştir.

Kaynak: Bianchini A, F Garcia & R Melchiori. 2008. In J. Hatfield & R Follet (eds). Nitrogen in the Environment: Sources, problems, and management. Elsevier - Academic Press, San Diego, CA. USA. Pp 105-124.



Şekil 1. Central Pampas'ta 2000-2004 yılları arasında 8 konumda yürütülen 83 tarla denemesinden elde edilen sonuçlara göre, toprakta yarıyıllı N ($\text{NO}_3\text{-N}$) ve mısır tane verimi arasındaki ilişki.

Çizelge 1. Farklı bölgeler için N gereksinimleriyle ilişkili beklenen verimler

Bölge	NGER seviyesi, ($\text{NO}_3\text{-N}$, 0-60 cm)	Beklenen verim	Kaynak
----- kg ha^{-1} -----			
Buğday			
Güneydoğu Buenos Aires	125	3.500	González Montaner ve ark., 1991
Güneydoğu Buenos Aires	175	5.000-5.500	González Montaner ve ark., 1991
Merkez ve Güney Santa Fe	92	3.500-4.000	Salvagjotti ve ark., 2004
Güney Santa Fe ve Córdoba	100-150	3.200-4.400	Garcia ve ark., 2006
Mısır			
Kuzey Buenos Aires	150	9.000	Ruiz ve ark., 2001
Kuzey Buenos Aires	150-170	10.000	Alvarez ve ark., 2003
Merkez ve Güney Santa Fe	135 162	< 9 500 > 9 500	Salvagjotti et al., 2004
Güney Santa Fe ve Córdoba	150-200	10 000-11 000	Nutrition network CREA Southern Santa Fe, 2009

F Garcia, IPNI, Arjantin tarafından Eylül 2011'de yollanmıştır.

Modül 4.1-2 Atlamış parcel verilerini kullanarak tahıllarda gübre dozlarını hesaplama. Tahıllar (çeltik, buğday, mısır) için gübre dozlarını hesaplamadaki kontrol parseli yaklaşımı araştırılan besinin uygulanmadığı ve yeter düzeylerde olduğu parsellerden elde edilen tane verimlerine ait verileri kullanır. Diğer besinler, verimi sınırlamadıklarından emin olunacak düzeylerde uygulanır. Kontrol parselindeki verim, bu besinin toprak tarafından sağlanma kapasitesinin dolaylı bir tahmini olarak kullanılır. Besin uygulanmamış ve yeter düzeyde gübrelenen parseller arasındaki tane verimi farkı, farklı verim hedefleri için gereken gübre dozlarını tahmin etmede kullanılabilir.

Çizelge 1. Hindistan'da kışık buğdayla yürütülen bir atlanmış parcel denemesinin verimleri

Uygulama	Verim, kg-ha ⁻¹
1. +N, +P ve +K	5 556
2. -N, +P ve +K	1 667

Çizelge 1'deki yeter parselinde uygulanan N dozu 150 kg-ha⁻¹ olduğundan, bu parcel $(5.556 - 1.667)/150$ veya kg gübre azotu N'u başına 26 kg tane şeklinde bir agronomik etkinliğe (AE_N) sahiptir.

Eğer bölgede bulunan diğer tarlaların topraklarında benzer toprak N içerikleri ve benzer etkinlik değeri (26 kg tane/kg gübre N) beklenirse, aşağıda yer alan **Çizelge 2'**den farklı verim hedefleri (1 ve 2 nolu tarlalar) için önerilen dozlar elde edilebilir. Eğer bölgede daha önce denenmemiş bir bitkiyle negatif kontrol parseli denemesi gerçekleştirilir ve aşağıda yer alan tarla 3'teki gibi bir sonuç elde edilirse, bu bilgi de doz hesaplamalarında kullanılabilir.

Çizelge 2. Üç kışık buğday örneği için doz hesaplamaları.

Tarla	Hedef verim, kg-ha ⁻¹	Kontrol parseli verimi, kg-ha ⁻¹	Hesaplanan N dozu, kg-ha ⁻¹
1	6,500	1,667	$(6,500 - 1,667) / 26 = 186$
2	4,500	1,667	$(4,500 - 1,667) / 26 = 109$
3	6,500	2,500	$(6,500 - 2,500) / 26 = 154$

Birçok farklı denemeden elde edilen değerlerle karşılaştırıldığında, **Çizelge 1'**den hesaplanan AE_N görece olarak yüksektir (Kısım 4.4 ve **Çizelge 3**). Öneriler, yöreye özgü AE_N, kontrol parseli verimi ve hedef verimlere ait değerler elde edilebilirse, daha hassas bir durum alır.

Çizelge 3. Hindistan'da yapılan agronomik denemelerden seçilen tahıllar için gözlemlenen AE_N aralıkları

Bitki	Sadece N ¹	N yeteri kadar P ve K ile beraber ¹	Çiftçi uygulaması, Punjab ²	Yöreye özgü besin yönetimi
Mısır	4-7	7-14	-	26-28 ³
Buğday	7-12	17-24	-	20-28 ³
Çeltik	7-12	14-23	8-10	22-34 ³

¹ Biswas, P.P. and P.D. Sharma. 2008. Indian J. Fert. 4(7):59-62.

² Khurana, H.S. et al., 2007. Agron J. 99:1436-1447.

³ IPNI Unpublished data, 2011.

⁴ Singh, B. et al. 2012. Field Crops Research 126:63-69.

Atlanmış parcel (veya kontrol parseli) yaklaşımı, dünyanın, toprak analiz servislerinin uygun olmadığı bölgelerinde toprak testlerine dayanan yaklaşıma karşı güçlü bir alternatif olabilir. Bu durum, dünyanın gelişmekte olan bir çok ülkesinde yaygın olarak karşımıza çıkmaktadır.

K Majumdar, IPNI, Hindistan tarafından Ocak 2011'de yollanmıştır.

Modül 4.6-1 Alabama'da siltli-killi-tın bir toprak üzerinde yetiştirilen pamuk için ekonomik optimum azot dozu fiyatlardaki oynamayla çok az değişir. Bu örnekte, pamuk ve N fiyatları önemli düzeyde değiştiği halde, maliyet ve fiyat oranlarını görece olarak sabit ve EOAD (ekonomik optimum azot dozu)'nu görece olarak stabil tutacak şekilde beraber farklılaşmışlardır.

Kaynak: Snyder CS & WM Stewart, 2005. Using the most profitable nitrogen rate in your cotton production system. [On-line].

N Fiyatı	Pamuk Fiyatı			
	1,15 \$·kg ⁻¹	1,37 \$·kg ⁻¹	1,58 \$·kg ⁻¹	1,81 \$·kg ⁻¹
\$·kg ⁻¹	EOAD, kg·ha ⁻¹			
1,10	91	94	96	99
1,21	88	92	95	97
1,32	87	91	93	96
1,43	85	88	92	95
1,54	83	86	91	94
1,65	81	85	90	93

S Phillips, IPNI, USA, Eylül 2011'de yollanmıştır.

Modül 4.6-2 Mısır için ekonomik optimum azot dozu pazar şartlarına bağlı olarak 10 yıllık bir periyot içerisinde çok az değişmiştir. Indiana'nın batı-orta ve kuzeybatı bölgelerinde, soyayı takip eden mısırdaki N kısıtlarını kaldırmak için gerekli ortalama doz 192 kg N·ha⁻¹ olarak belirlenmiştir. Azot dozundaki son artışın, tane veriminde kendi masrafını karşılayacak kadar artışa neden olduğu oran olarak tanımlanan ekonomik optimum doz, fiyat oranına bağlıdır ve genellikle daha düşüktür. 2000-2009 yılları arasında, N gübresi ve mısır tanesi arasındaki fiyat oranı (\$·ton⁻¹ N'un \$·ton⁻¹ tane ile bölümü olarak ifade edilir) 5-10 arasında değişmiştir (daha yüksek bir oran görece daha pahalı gübreyi yansıtır). Bu fiyat oranlarındaki önerilen dozlar (kg·ha⁻¹) aşağıda yer alan çizelgede görüleceği üzere değişiklikler göstermiştir.

Kaynak: Camberato ve ark. 2011. Nitrogen management guidelines for Indiana. [On-line].

N maliyeti·ton ⁻¹	Tane fiyatı, \$·ton ⁻¹					
	110\$	130\$	150\$	170\$	190\$	210\$
440\$	181	183	184	185	185	186
660\$	177*	178	180	181	183	183
880\$	171	175	177	178	179	180
1.100\$	167	170	173	175	177	178
1.320\$	162	166	169	171	174	175
1.540\$	156	162	166	168	170	172
1.760\$	152	158	162	165	168	170
1.980\$	148	153	158	162	165	167
2.200\$	142	149	155	159	162	165

*Boyalı hücrelerdeki değerler, 5-10 arasında yer alan fiyat oranlarındaki (\$·ton⁻¹ N'un \$·ton⁻¹ tane ile bölümü olarak ifade edilir) EOAD önerilerini (kg·ha⁻¹) temsil eder

S Phillips, IPNI, USA tarafından Eylül 2011'de yollanmıştır.

Notlar



Bölüm 5

DESTEKLEYİCİ BİLİMSEL İLKELER DOĞRU ZAMAN

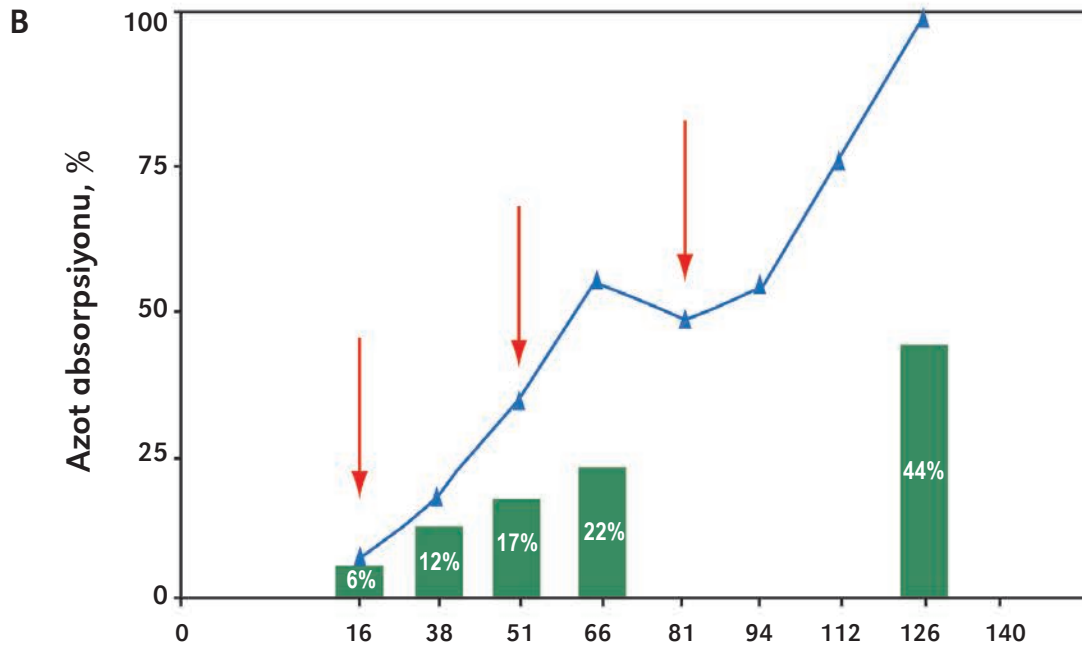
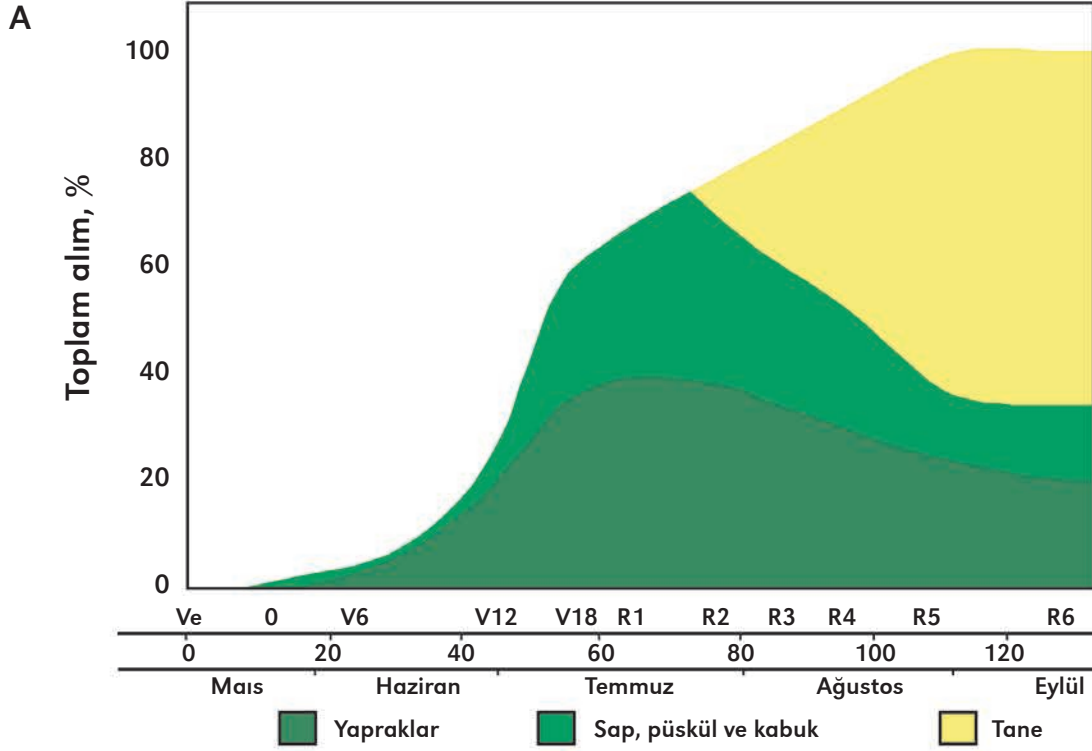
Belirli bazı koşullar için doğru zamanı tanımlayan temel bilimsel prensipler aşağıda verilmiştir:

- ◆ **Uygulama kaynağı, dozu ve yerini göz önünde bulundurma.**
- ◆ **Bitki besin alımının zamanlamasını belirleme.**
Besinler, ekim zamanı, bitki büyüme karakteristikleri, belirli büyüme dönemlerdeki besin noksanlıkları hassasiyetleri gibi koşullara bağlı olarak şekillenen, dönemsel bitki ihtiyaçlarını karşılamak için uygulanmalıdır.
- ◆ **Toprağın besin sağlama dinamiklerini belirleme.**
Bazı elementler açısından, toprağın organik maddesinin mineralizasyonu oldukça önemli bir kaynaktır. Ancak, bitkilerin alım ihtiyaçlarının organik maddeden salıverileni geçmesi durumunda, noksanlıklar üretkenliği sınırlayabilir.

- ◆ **Toprağın besin kaybı dinamiklerini tanıma.**
Örneğin, ılıman bölgelerdeki yıkanma kayıpları, ilkbahar ve sonbaharda daha fazla olma eğilimindedir.
- ◆ **Arazi faaliyetlerinin lojistiğini değerlendirme.**
Örneğin, besinlerin bitki koruma ürünleriyle bir arada uygulanmaları koşula bağlı olarak, olabilir de olmayabilir de. Besin uygulamaları, bitki ekimi gibi zamana duyarlı operasyonlarda gecikmelere neden olmamalıdır.

5.1 Bitki alımının zamanlamasının belirlenmesi

Besin uygulamaları için en uygun zamanın belirlenmesinde, bitkilerin besin alım dinamikleri ve modellerinin tespiti önemli bir bileşen olarak düşünülebilir. Ana besinlerin alımı



Şekil 5.1

Mısırdaki kümülatif N alımının bitki organlarına dağıtılmış hali (A) ve çeltikte en yüksek ihtiyaç zamanlarıyla (yeşil kolonlar) beraber kümülatif N alımı ve önerilen uygulama zamanları (kırmızı oklar) (B). **Kaynaklar:** A) "How a Corn Plant Develops, Iowa State University Special Report No. 48, November 2008"den uyarlanmıştır; B) "Bertsch F. Estudios de absorción de nutrientes como apoyo a las recomendaciones de fertilización. Informaciones Agronomicas 57:1-10. 2005"den uyarlanmıştır.

ve kuru madde üretim şablonları, birçok tek yıllık bitki için benzerdir ve genellikle sigmoid ya da “S” şekilli olarak isimlendirilen eğriyle uyumludur (**Şekil 5.1**). Bu durum genellikle, erken dönemlerde yavaş alım, hızlı büyüme döneminde maksimuma ulaşma ve bitki olgunlaştıkça da düşüş şeklinde tanımlanır. Bu nedenle, bitki besin elementi alım oranları sezon boyunca sabit değildir. Belirli büyüme dönemleri için zamanlaması iyi yapılan ve hedeflenen uygulamalar, N başta olmak üzere, bazı besinler için belirli üretim sistemlerinde bitki verimi ve/veya kalitesi için faydalı sonuçlar doğurabilir. Zamanlı ve hedefli uygulamalar, topraklardan olacak besin kayıplarının çevresel etkilerini azaltma açısından da, faydalı etkilere neden olabilir.

Gübre uygulama zamanlamaları ve bitki büyüme dönemleri arasındaki ilişkiyle ilgili birçok örnek verilebilir. Aşağıda bunlardan sadece birkaç tanesine yer verilmiştir.

◆ **Pamuğa N ve K uygulaması.** Pamuk üretiminde ihtiyaç duyulan N ve K’un büyük kısmı birinci çiçeğin görünmesinden veya üreme sürecinin başlamasından sonra alınır. Bu nedenle, ihtiyacın en yüksek olduğu bu dönemlerde, yeter düzeyde besinin büyüme ortamında mevcut olduğundan emin olunmalıdır. Bazı durumlarda, birinci çiçeğin ortaya çıkmasıyla yapraktan uygulanacak N, hatta K da, pamuk verimini ve/veya kalitesini artırabilir.

◆ **Buğday gibi küçük tanelilere N uygulaması.** Buğdayda gübreleme tavsiyelerinin büyük çoğunluğu, N’un bir kısmının ekim sırasında; daha fazlası olacak biçimde geri kalanının ise, sapa kalkmadan önce üst gübre olarak uygulanmasını önerir. Daha sonra büyüme sezonu içinde, başaklanma döneminin başlangıcında buğday ihtiyaç duyduğu N’un büyük kısmını alır ve eğer öncesinde N için iyi yönetim uygulamaları uygulanmamışsa, verimde sorun yaşanabilir. Verim başaklanma döneminde belirlense de, bu dönemden daha geç uygulanacak N, bazı üretim sistemlerinde tanedeki protein miktarını artırarak kalite üzerinde etkili olabilir. Bu durum özellikle, protein içeriği yüksek ürünlere ilave ödemelerin yapıldığı yerlerde önemli olabilir. Ancak geç dönem uygulamalarında, tane dolumunu etkileyecek sonuçlara neden olabilecek yaprak yaralanmalarına (örneğin, bayrak yaprağı yanması) karşı dikkatli olunmalıdır.

◆ **Meyve ağaçları.** Besin alım ve dağıtım karakteristikleri birçok tarla bitkisinden farklı olan meyve ağaçları çok yıllık bitkilerdir. Bunlara iyi bir örnek, besin alımı için 3 belirgin aşaması olan asmadır: filizlenme/erken yaprak gelişimi-yeni gövde/meyve gelişimi arası dönem, erken meyve gelişimi-meyve büyümesi arası dönem ve meyve büyümesi-meyve olgunluğu arası dönem.

◆ **Yarı-çok yıllık tropikal bitkiler.** Yağ palmyesi ve muz gibi, devamlı olarak hasat edilen bitkilerde doğru zamanlama büyük ölçüde hava durumuna ve uygulamaya

imkânlarına bağlıdır. Bununla birlikte, üretimin önceden tahmin edilebilen zirve noktalarının (örneğin, kuru bir dönemden sonra gelen yağmuru) gelişim üzerindeki etkilerini de dikkate almak gerekir.

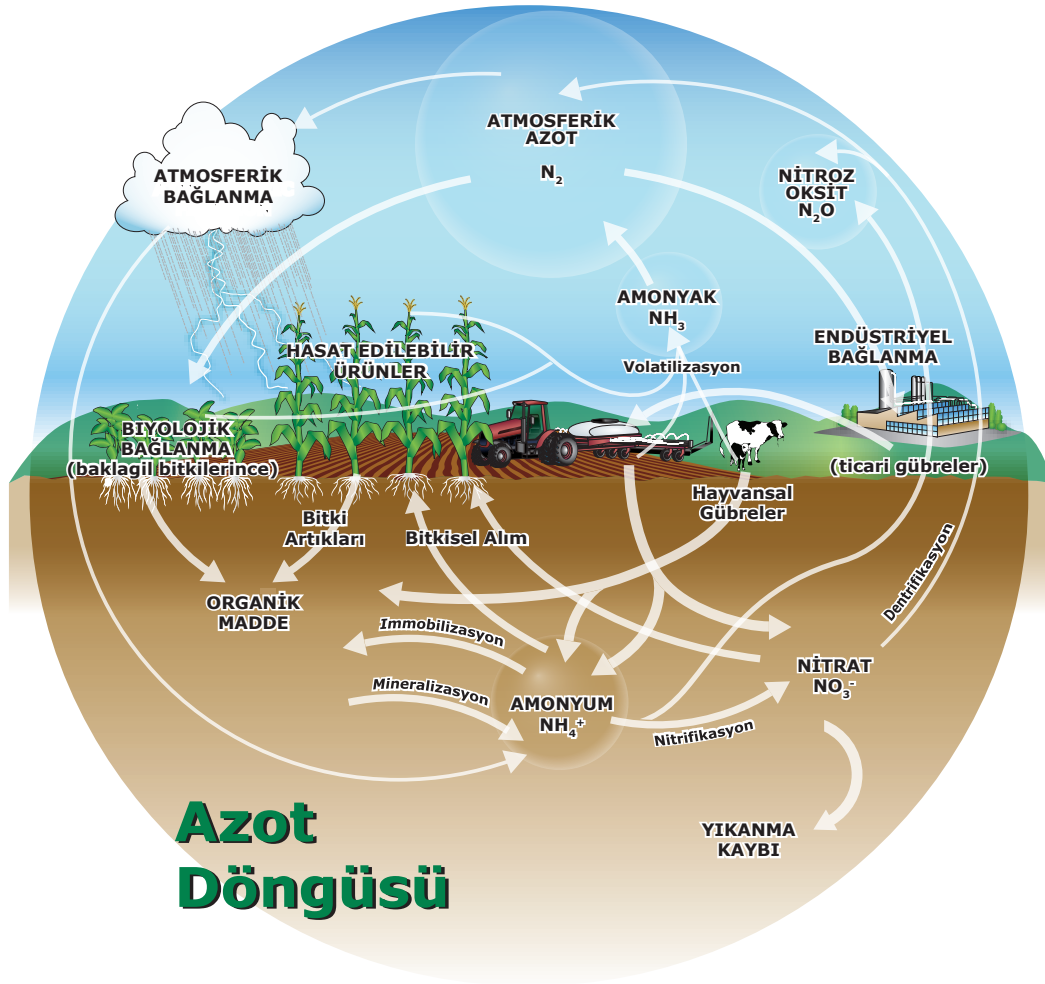
◆ **Yerfıstığında Ca.** Yerfıstığı, Ca noksanlığına hassasiyeti özellikle yüksek olan bir bitkidir. Yerfıstığı kabuklarının geliştiği toprak kısımlarında, yüksek düzeylerde yarayışlı Ca’ya gereksinim duyulur. Bu nedenle, çiçeklenme öncesi çözünür Ca materyallerinin (örneğin, kalsiyum sülfat ve kalsiyum nitrat) uygulanması, yerfıstığında bazı durumlarda olumlu sonuçlar doğurabilir.

◆ **Soya fasulyesinde Mn.** Mangan noksanlığı belirtilerinin bitki dokularında görüldüğü alanlarda, yapraktan yapılacak erken dönem Mn uygulaması, soya için genellikle faydalı sonuçlar doğurur.

Zamanlama için dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta da, genellikle toprak koşullarıyla ilişkili olan belirli besin noksanlıklarına karşı bitkilerin duyarlılığıdır. Bazı bitkiler belirli bazı noksanlıklara diğerlerinden daha hassastırlar. Bu nedenle, duyarlı olan bitkiler için tam olarak düzenlenmiş bir gübre uygulama zamanlaması gerekebilir.

Sorular ?

1. Belirgin bazı koşullar için doğru zamanı tanımlayan beş temel bilimsel prensipten bir tanesi
 - a. besinleri hemen tane-dolumun döneminden önce uygulamadır.
 - b. tarla operasyonlarının lojistiği göz önünde bulundurmaz.
 - c. toprak besinlerinin yavaş mineralize olduğunu farzetmektir.
 - d. besinleri yıkanma riskinin yükseldiği dönemlerden hemen önce uygulamadır.
2. Birçok tek yıllık bitkinin ana besinleri alımı genellikle, şekilli olarak isimlendirilen bir eğriyi takip eder.
 - a. sigmoid.
 - b. rhomboid.
 - c. spheroid.
 - d. doğrusal.
3. Buğday başaklanması sırasında uygulanacak N’lu gübre
 - a. verimi artırabilir.
 - b. tane dolumunu artırabilir.
 - c. tane proteinini artırabilir.
 - d. nişasta kalitesini artırabilir.



Şekil 5.2

Basitleştirilmiş Genel Azot Döngüsü. Azot Döngüsü, diğer elementlerin döngülerinden daha karmaşık ve dinamik olduğundan, zamanlama ile ilgili tartışmalar en yaygın olarak N'lu gübreler üzerinde yoğunlaşır.

5.2 Toprağın Besin Sağlama Dinamiklerinin Belirlenmesi

Toprakların büyük çoğunluğu, bitkilerin besin gereksinimlerinin en azından bir kısmını sağlayacak kapasiteye sahiptir. Genel olarak, kum içeriği yüksek veya yıkanmış topraklar bitkilere daha az besin sağlarlar. Toprakların besin sağlama yetenekleri 4D'nin doz bileşeni ile ilişkilidir; ancak bunun yanında, zamanlama opsiyonları ve ihtiyaçlar üzerinde de etkili olabilirler. Genel ifadelerle, her hangi bir toprağın bitkiye yararlı besin tutma ve sağlama kapasitesi arttıkça ve bunu da büyüme sezonu süresince sağladıkça, söz konusu besinin uygulanma zamanı konusunda daha az hassasiyete gereksinim duyulur. Aşağıda yer alan iki zıt vaka, bu konuya ait iki farklı örnektir:

- ◆ Bir veya daha fazla ürünün ihtiyacını sağlama amacıyla, P ve K içeren gübreler tarımsal üretim yapılan toprakların çoğunda bir defada uygulanabilir. Uygulanan P ve K toprak tarafından tutulur; ancak, zamanla kullanılacak biçimde yararlı olarak kalırlar.

- ◆ Alkali toprakların bazıları ve tropikal bölgelerde oldukça yaygın olan asidik topraklar oldukça yüksek P fiksasyon kapasitesine sahiptir. Bu topraklara uygulanan P, çok kolaylıkla zor çözünür ve yarıyışsız formlara dönüşebilir. Bu nedenle, bitkiye sunulan miktarı artırmak için, bu gibi çevrelerde özel P'lu gübre ürünlerini konsantre bir bant şeklinde yıllık olarak uygulama oldukça yaygın bir yöntemdir.

Azot ve diğer besinlerin topraktaki dönüşümlerinin doğru şekilde anlaşılması, toprakların besin sağlama dinamiklerinin belirlenmesi açısından oldukça önemlidir. Azot, bitkiler tarafından ya nitrat (NO_3^-) ya da amonyum (NH_4^+) olarak alınır. Diğer formların bitkiler tarafından kullanılmadan önce mutlaka nitrat ve amonyuma dönüşmesi gerekir. Azot döngüsü ve bu döngü içerisinde N'un nasıl taşıyıp, dönüşüme uğradığına dair grafiksel bilgiler Şekil 5.2'de verilmiştir. Herhangi bir topraktaki bitkiye yararlı N, organik maddenin mineralizasyonu ya da artık nitrat ve amonyum tarafından sağlanır. Nitrat, kurak bölgelerde toprakta birikerek, daha sonraki sezonlara aktarılabilir. Yağışın yüksek olduğu yerlerde nitrat yıkanma ve/veya denitrifikasyon

aracılığıyla topraktan daha kolay biçimde uzaklaştırılabilir. Değişik yollarla atmosferden bağlanarak veya gübre, bitki artığı ya da hayvan gübresi olarak toprağa N girişi olabilir. Azot, diğer besinlerden çok daha fazla dönüşüme ve kayba maruz kaldığından, döngüsü, diğer besinleriyle karşılaştırıldığında en karmaşık olanıdır.

Toprakların besin sağlama durumlarını belirlemede önemli diğer bir faktör ise toprak test düzeyidir. Ancak toprak testi, uygulanan herhangi bir gübreye yanıtın, tahmin edilen zamanda görülüp görülemeyeceğine dair mutlak cevabı sağlayabilecek kesin bir bilimsel yaklaşım değildir. Toprak test seviyesi gibi, herhangi bir uygulamanın çıktısını tutarlı bir biçimde öngöreceği düşünülen tek bir ölçüm sisteminin sonuçlarını etkileyecek daha pek çok faktör mevcuttur. Toprak testi sadece, gübre olarak uygulanan belirli bir besine verilecek yanıtın olasılığını gösterir, ya da en azından o durum hakkında bir fikir edinilmesine yardımcı olur. Genel olarak, toprak test seviyesi ne kadar yüksek olursa, daha az gübre kullanılmasına ihtiyaç duyulur; ayrıca uygulama zamanı hakkında daha geniş bir hareket serbestisine sahip olunur. Bu konu hakkında **Bölüm 8.5**'de daha fazla bilgi yer almaktadır.

İlgili uygulayıcı kişi, toprakların besin sağlama dinamiklerini belirlerken, belirli bir besinin döngüsünü de göz önünde bulundurmalı ve kendisine şu kilit soruları sormalıdır:

- ◆ İmmobilizasyon veya diğer süreçlerle ilgili, besin sağlanmasında sorunlara neden olacak faktörler mevcut mu?
- ◆ Toprak ilave edilen besinin yarıyışlılığını zamanla riske atacak bir potansiyele sahip mi (oldukça asidik ve alkali topraklardaki P gibi)?

Bu ve diğer sorular, gübreleme zamanı, dozu, yeri ve kaynağı konusundaki kararları belirli bir seviyeye kadar etkiler.

5.3 Toprağın Besin Kaybı Dinamiklerinin Tespit Edilmesi

Bitkisel üretim sistemlerinden olan N ve P kayıpları, genellikle en yüksek düzeyde ilgiyi/kaygıyı gerektirir. Çünkü her ikisinin de kaybı, sadece negatif ekonomik etkilere değil, aynı zamanda belirli çevresel sorunlara da yol açabilir. Azot, nitrat yıkanması, tarlalardan yüzey akışı ve gaz yitimlerinin dahil olduğu birkaç yolla kayba uğrayabilir. Azot topraklarda nitrata dönüşme eğilimindedir. Sahip olduğu negatif yükten dolayı nitrat, kil minerallerinin ve organik maddenin yüzeyindeki negatif yüklü parçacıklarla tutulamaz. Böylece, suyun toprak profili boyunca hareketiyle rahat biçimde yıkanır. Fosfor yıkanma kayıplarına daha az duyarlıdır, ancak çok düşük düzeylerde de olsa P kayıpları su kalitesi üzerinde çok büyük etkilere sahip olabilir. Tarlalardan P kayıpları, genellikle yüzey kaçırları sonucu meydana gelir. Künk drenaj sisteminin bulunduğu ve çok yüksek düzeylerde P'un biriktiği bazı topraklarda, sıg taban suyu tablalarına olan yıkanmanın tarladan yitimlere yol açması sonucu, kayıplar önemli düzeylere ulaşabilir. Fosforlu gübrelerin yüzeyin altına uygulanması kayıp riskini büyük oranda azaltabilir.

Besin kayıpları için belirli bir potansiyelin olduğu toprak ve iklim koşullarında, uygulama zamanı daha fazla hedefe dönük ve spesifik olmak zorundadır. Örneğin, mısır gibi, ilkbahar aylarında ekimi yapılan bitkiler için sonbahar N uygulaması, kayıp riskinin düşük olduğu coğrafik alanlarda toprak sıcaklığının 10°C'ın altına düşerek soğumaya devam edeceğinden emin olunan geç sonbaharda yapılmalıdır. İlkbahar dönemi yapılan taban ve/veya sıra üzeri üst gübreleme uygulamaları, genel olarak daha düşük kayıp riski oluşturarak daha yüksek getiri sağlarlar; ve lojistik zorlamalara rağmen sonbahar uygulamalarına tercih edilirler. Bunun tersine, bazı sulu mısır sistemleri üreticilere, bitki ihtiyacını daha yakından örtüştürmeyi sağlayan zamanlama optimizasyonunu daha da iyileştirecek biçimde fertigasyon aracılığıyla sezon içerisinde çoklu N uygulama imkânı sunarlar. Böylece, zamanlama aracılığı ile besin kullanım etkinliği iyileştirilip, kayıp potansiyeli azaltılabilir.

5.4 Tarla Operasyonlarının Lojistiğinin Değerlendirilmesi

Gübre dağıtımının, tarla operasyonlarının ve uygulama ekipmanlarının lojistikleri, uygulama zamanı hakkındaki kararı etkileyen önemli diğer bir faktörlerdir. Birçok bölgede bitkisel üretim alanları arttığından, üreticilerin, ekim ve girdi zamanlamalarının lojistiklerinin hassas bir şekilde düzenlenmesine duyduğu ihtiyaç her zamankinden daha fazladır. Gübrelerin, ilkbaharda ekimi yapılacak bitkiler için, sonbaharda daha erken uygulanması, ekim işlerinin üzerindeki baskıyı azaltabilir ve daha uygun zamanlamalı ekimlere imkân sağlayabilir. Uygulama ve büyüme dönemleri arasında yıkanma kayıpları riskinin düşük olduğu yerlerde genel olarak, P ve K'lu gübrelerin erken uygulanması geçerli bir neden olarak değerlendirilir; bununla birlikte, daha önce de belirtildiği gibi N'un erken uygulamasında, özellikle yıkama ve/veya denitrifikasyon aracılığıyla artırılmış kayıp risklerinin olduğu alanlarda riskler göz önünde bulundurulmalıdır.

Tropikal bölgelerde, doğru hava koşulları için hazırlıklı olmak oldukça önemlidir. Uygun gübrelerin satın alma ve depolama işlemlerini yönlendirme amacıyla, toprak ve bitki testleri besine ihtiyaç duyulan dönemden çok önce tamamlanmalıdır. Gübreleme materyalleri, tahmini uygulama zamanından haftalar önce hazır olmalıdır. Bu konudaki kötü yönetim, bazı tropikal sitemlerde ciddi sorunlara neden olabilir. Örneğin, yapraklardaki yüksek N ve düşük K'u seven yağ palmyesi yaprak yiyicilerinde olduğu gibi, N ve K bir arada uygulanmazsa, besin dengesizlikleri bitkileri hastalıklara hazır hale getirebilir.

Normal şartlarda zamanlama bakımından kötü olabilecek tek bir uygulamanın ihtiyaç olduğu yerlerde, yavaş-salverilmeli ve diğer etkinliği iyileştirilmiş gübre teknolojileri kullanışlı araçlar olabilir. Söz konusu teknolojilerin maliyetleri, ticari üretimlerini ve tarımsal faaliyetlerde kullanımlarını geleneksel olarak sınırlandırmıştır; bununla birlikte, gübre fiyatlarındaki artış ve yükselen çevresel duyarlılıkla, lojistikteki değişimler ve/veya ürün kullanımı, muz gibi yoğun üretimi yapılan

tropikal bitkilerde olduğu gibi ekonomik olarak daha kullanışlı olabilir. Bu gibi durumlarda, azalan toplam gübreleme sayısından ötürü, para ve işçilikten tasarruf sağlanmış olur.

KAYNAKLAR

Bruulsema, T.W. (ed). 2008. Managing Crop Nitrogen for Weather. IPNI, Norcross, GA, USA.

Ma, L., L.R. Ahuja, and T.W. Bruulsema (eds). 2009. Quantifying and Understanding Plant Nitrogen Uptake for Systems Modeling. Taylor and Francis Group, LLC, Boca Raton, FL, USA.

Schepers, J.S. and W.R. Raun (eds). 2008. Agronomy Monograph 49. American Society of Agronomy, Inc. Madison, WI, USA.

Sorular



4. Nitrat aşağıdaki koşullardan hangisinde toprakta birikip, daha sonraki sezonlara da taşınabilir?
 - a. Humid iklimler.
 - b. Arid iklimler.
 - c. Organik topraklar.
 - d. Yüksek alkali topraklar.
5. Besin uygulamasının zamanı en çok için önemlidir.
 - a. N.
 - b. P.
 - c. K.
 - d. Mo.
6. Nitrifikasyon aşağıdaki dönüşümlerden hangisini ifade eder?
 - a. Nitratın azot dioksit (NO_2).
 - b. Nitratın nitroz oksit (N_2O).
 - c. Amonyumun azota (N_2).
 - d. Amonyumun nitrate (NO_3^-).
7. Yağışın yüksek olduğu bölgelerde nitrat ile topraklardan kolaylıkla uzaklaşır.
 - a. yıkanma
 - b. nitrifikasyon
 - c. immobilizasyon
 - d. NH_3 volatilizasyonu
8. Çok yüksek P fikse etme kapasitesine sahip topraklarda, P uygulaması için en uygun zaman hangisidir?
 - a. yıllık olarak, bitki çimlenmesinden sonra
 - b. yıllık olarak, ekim sırasında
 - c. her iki yılda bir
 - d. her üç yılda bir
9. İlkbaharda ekilen bitkiler için, N^3 u bir önceki sonbaharda değil de ilkbaharda uygulamanın avantajları arasında aşağıdakilerden hangi yer alır?
 - a. daha ılık toprak sıcaklıkları.
 - b. diğer tarla operasyonlarıyla daha az girişim.
 - c. daha az kayıp riski ve daha yüksek kazanç.
 - d. daha zamanlı ekim.
10. Besinlerin salıverilme zamanlarını kontrol eden etkinliği iyileştirilmiş gübre teknolojileri
 - a. tarla operasyonlarının lojistiklerini iyileştirmek için uygun olabilir.
 - b. ancak sadece muz gibi yüksek-değerli bitkiler için uygun olabilir.
 - c. bitkilere daha hızlı besin sağlanması için uygun olabilir.
 - d. herhangi bir besin uygulaması için uygun olabilir.

Modül 5.1-1 Yaprağın rengi ölçülerek, geç dönem ilave azot uygulamasına buğdayın verim yanıtı önceden tahmin edilir.

Kuzeybatı Hindistan'da buğday bitkisi için geleneksel olarak önerilen N'lu gübre uygulama tavsiyesi, ekim sırasında temel gübre olarak ihtiyaç duyulan N'un %50'sinin, geri kalan %50'sinin ise gövdeden kök oluşumu (CRI) başlangıcında (Zadoks büyüme aşaması 13) uygulanması şeklindedir. Aşağıda yer alan çizelgede görüldüğü üzere, en yoğun kardeşlenme (MT; Zadoks büyüme aşaması 22) dönemindeki N uygulaması, başlangıç ve CRI dozları toplamalarının 80 kg ha^{-1} veya daha az olduğu koşullarda her 3 yılda da verimin yükselmesine neden olmuştur. Daha yüksek dozlarda ise 2. ve 3. yıllarda artış olmuştur. Geç dönemde uygulanan ilave N'a verim yanıtları, MT aşamasında klorofil metre (SPAD) değerleri 44'ün altına düştüğünde artmıştır.

Kaynak: Bijay-Singh ve ark., 2002. Agron. J. 94:821-829.

N'lu gübre uygulama işlemleri, kg N ha^{-1}				Buğday tane verimi, ton ha^{-1}		
Başlangıç	CRI	MT	Toplam	1996-1997	1997-1998	1998-1999
0	0	0	0	-	1,7a*	1,8a
0	0	30	30	-	3,1b	2,7b
30	30	0	60	3,3a	3,7c	2,9c
30	30	30	90	4,1b	4,5d	3,7d
40	40	0	80	3,9b	4,2d	3,6d
40	40	30	110	4,5c	5,0e	4,2e
50	50	0	100	4,1b	5,1e	4,4f
50	50	30	130	4,5c	5,2e	4,7g
60	60	0	120	4,6c	5,1e	4,8g
60	60	30	150	4,8c	5,1e	5,1h

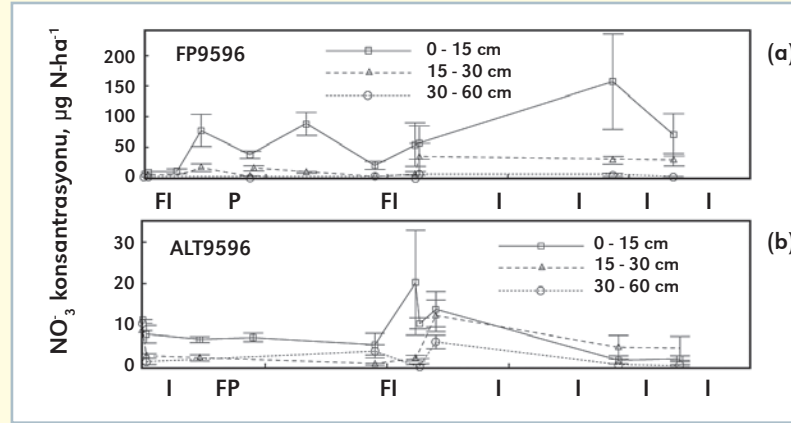
* Her bir kolon içerisinde ardından aynı harf gelen ortalamalar, Duncan's Multiple Range Testine göre 0,05 olasılık seviyesinde önemli düzeyde farklı değildir.

HS Khurana, IPNI, Hindistan tarafından Eylül 2011'de yollanmıştır.

Modül 5.1-2 Bitki kullanımıyla tüketilen toprak nitratıyla senkronize biçimde azot uygulama. Buğday bitkisi için en yüksek N ihtiyacı sapa kalkma döneminin başlarında görülür (Zadoks büyüme aşaması 31). Azotu, bitki ihtiyacıyla örtüştürerek uygulama kullanım etkinliğini iyileştirmeye yardımcı olurken, çiftçiler için daha fazla kazanç ve çevre için daha az negatif etkiyle sonuçlanabilir.

Kuzeybatı Mexico'daki buğday yetiştiricileri geleneksel olarak, önerilen toplam N dozunun (250 kg ha^{-1}) %75'ini ekimden 3 gün önce ve geri kalanını da ekimden 5 hafta sonra uygularlar. Riley ve arkadaşları (2001) çiftçi uygulamalarını, %33'ü ekim sırasında ve geri kalanı da ekimden 5 hafta sonra olacak şekilde bir alternatifle karşılaştırmışlardır. Alternatif zamanlamanın çiftçi uygulamalarına göre besin alımını iyileştirip, N yıkanma kayıplarını %60 kadar (şekil) azalttığını ve çiftçiler için önemli ekonomik kazançlar sağladığını göstermişlerdir.

Kaynak: Riley WJ, I Ortiz-Monasterio & PA Matson. 2001. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 61(3):223-236.

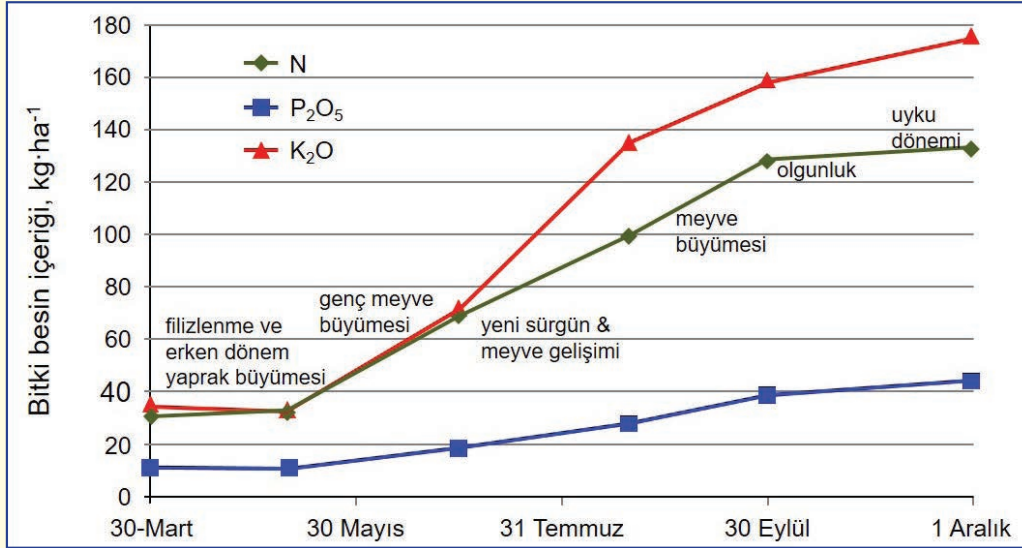


Buğday büyüme sezonu boyunca çiftçi (FP9596) ve alternatif uygulama (ALT9596) altında toprak suyunda ölçülen mineral N konsantrasyonları. F, I ve P sırasıyla gübreleme, sulama ve ekim tarihlerine karşılık gelmektedir. Mineral N, 70 cm derinlikten lisimetrelere ekstrakte edilen toprak suyunda ölçülen $NO_3^- + NO_2^-$ 'tir.

A Tasistro, IPNI, USA tarafından Eylül 2011'de yollanmıştır.

Modül 5.1-3 Asmanın azot, fosfor ve potasyum alım eğrileri uygulama zamanıyla ilgili önerileri etkiler (Shaanxi, Çin). Çin'in Shaanxi bölgesindeki Guanzhong ovasının batı kısımlarında bulunan Fufeng vilayetinde, asmanın gelişim dönemlerine göre besin alımlarını tanımlamak için 7 yaşındaki bitkilerle bir çalışma yürütülmüştür. Aşağıda yer alan şekilde, büyüme sezonu boyunca asma bitkisinin N, P ve K içeriklerindeki artış gösterilmektedir. Görüldüğü gibi, asma bitkileri ortalama $102 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, $33 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ ve $140 \text{ kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$ u 30 Mart ve 30 Kasım arasında ve genel olarak, üç belirgin dönemde biriktirmiştir: 1) filizlenme ve erken yaprak büyüme dönemi ve genç meyve büyüme dönemi arası, 2) erken meyve gelişimi ve meyve büyümesi arası ve 3) meyve büyümesinden olgunluğa kadar geçen dönem. Buradaki her bir dönem, sırasıyla, %38, %29 ve %29 toplam N birikimi, %22, %29 ve %31 P birikimi ve %26, %46 ve %17 K birikimi göstermiştir. Bitki büyüme sezonu içerisindeki besin alımının karakteristiğine göre, N, besin ihtiyacının yukarıda tanımlanan üç dönemi içerisinde eşit olarak uygulanmalıdır. Önerilen P'un ise yaklaşık %50'si bitki büyümesinden önce, K'un da %70'i yeni sürgünlerin gelişmesinden önce uygulanmalıdır.

Kaynak: Tong Y ve ark., 2010. Better Crops with Plant Food, Vol. 94, 2,29-31.



S Li, IPNI, Çin tarafından Aralık 2011'de yollanmıştır.

Modül 5.1-4 Gübreleme dozunu bölerek uygulama kalsiyumun yerfıstığına yarayırlılığını artırır. Bitkilerin kalsiyum alımı, yaptıkları transpirasyonla yakından ilişkilidir. Yerfıstığı bitkilerinin, kök, dal ve yapraklardan Ca'u gelişen tohumlara aktarmada yetersizlikleri olduğundan, yerfıstığı meyvelerinin ihtiyaç duydukları Ca'un %90'ını doğrudan topraktan alması gerekir. Bu nedenle, çiçeklenmeden sonra meyvelerin geliştiği kök bölgesi kısımlarında yeter düzeyde yarayırlı Ca'a ihtiyaç duyulduğundan, Ca'lu gübre uygulama zamanının yerfıstığı verimi ve Ca alımı üzerindeki etkilerini görme amacıyla bir saksı denemesi gerçekleştirilmiştir. Aşağıdaki çizelge, Ca'un tek seferde tabandan verilmesinin verimi %10-24 arasında artırdığını, jips veya kalsiyum nitratın bölünmüş uygulamalarının ise yalnız tabandan uygulanana göre %3-7 daha fazla verime neden olurken, Ca'un geri kazanımında %11-30 arasında bir artış sağladığını göstermektedir. Bu çalışmaya dayanarak, yerfıstığına yüksek verim için, çiçeklenme öncesi çözünür Ca uygulamalarının gerekli olduğu ifade edilebilir.

Kaynak: Lin B ve ark., 1997. Chinese Journal of Soil Science, 28(4):172-174.

Uygulamalar	%100 taban		%50 taban + %50 üst (çiçeklenme)	
	Verim, g/saksı-1	Ca geri kazanımı, %	Verim, g/saksı-1	Ca geri kazanımı, %
NPK	26	-	26	-
NPK+CaSO ₄	29	9	30	10
NPK + Ca(NO ₃) ₂	30	10	32	13

S Li, IPNI, Çin tarafından Aralık 2011'de yollanmıştır.

Modül 5.1-5 Kışık buğdayda bölünmüş azot uygulaması tane verimi ve azot etkinliğini artırır. Azotlu gübre uygulaması, Kuzey Orta Çin'de kışık buğday verimine önemli düzeyde katkı sağlar. Farklı taban:üst gübresi oranlarında uygulanan N'un tane verimi üzerine etkisini araştırma amacıyla bir tarla denemesi gerçekleştirilmiştir. Taban gübrelemesi ekim sırasında, üst gübreleme ise Zadoks GS30 büyüme aşamasında (ekimden yaklaşık 150 gün sonra) yapılmıştır. Aşağıdaki çizelge, N uygulamasının tane verimini %20-35 artırdığını ve bölünerek iki defada uygulanan N'un da tek seferde uygulanana göre verimi ilave olarak %10-12 artırdığını göstermektedir. Azotun bölünmesi aynı zamanda, N alımını %2-7 artırmış ve N geri kazanım etkinliğini ise %9-25 iyileştirmiştir. En iyi bölünmüş uygulama ise tabandan 60 kg N ha^{-1} ve üstten de 180 kg N ha^{-1} şeklinde olanı olarak bulunmuştur. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, doğru zamanda N uygulamasının yüksek verim ve etkinlik için önemli olduğunu göstermektedir.

Kaynak: Zhao ve ark., 2011. Plant Nutrition and Fertilizer Science, 17(3):517-525.

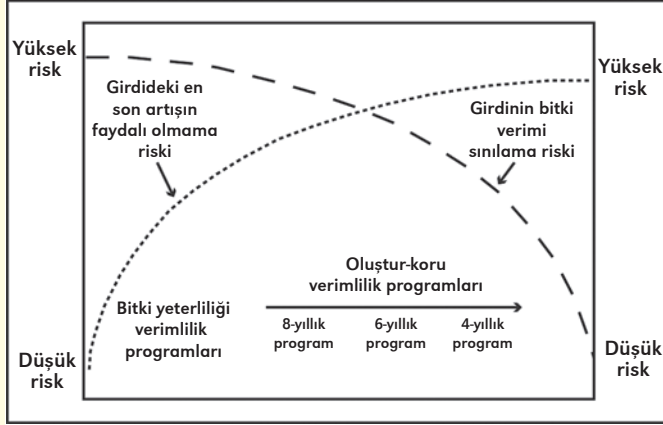
Uygulama (bölünmüş), kg N ha^{-1}	Tane verimi, ton ha^{-1}	N alımı, kg ha^{-1}	N geri kazanımı, %
0	5,4	124	-
240 (0/240)	6,5	170	19
240 (60/180)	7,3	181	24
240 (120/120)	7,2	174	21

P He, IPNI, Çin tarafından Mart 2013'de yollanmıştır.

Modül 5.2-1 Yüksek toprak test seviyeleri fosfor ve potasyum uygulamalarının zamanlamasında esneklik sağlar.

Kansas State Üniversitesi toprak analiz laboratuvarı, besin yönetimi için yeterlilik veya oluştur-koru prensiplerine bağlı olarak gübreleme önerileri yapar. Müşteriler, bu yaklaşımlardan hangisinin kendilerine uyacağına karar verirler. Yeterlilik yaklaşımının amacı, uygulama yılında faydayı en yüksek düzeyde tutmak için yeter düzeyde P ve/veya K uygulamaktır. Oluştur-koru verimlilik programlarının amacı ise P ve/veya K toprak analiz düzeylerini kontrol edilebilir değişkenler olarak yönetmektir. Düşük toprak testi değerlerinde, öneriler hem o dönemdeki bitkinin ihtiyacını karşılamak hem de toprak analiz değerini kritik düzeyin üzerindeki sınırlamasız değere ulaştırmak için yeter düzeyde P ve/veya K uygulamayı amaçlar. KSU toprak test seviyesi, bitki verimi ve gübre önerileri arasındaki ilişkiler üzerine klasik bilgiler ve şekiller elde etmiştir. Aşağıdaki grafikte verilen genelleştirilmiş ilişki toprak analiz düzeyindeki artışların zamanlamadaki esnekliği de artırdığını ve gübrenin bitki verimini sınırlama riskinin azaltıldığını göstermektedir.

Kaynak: Leikam DF ve ark., 2003. Better Crops with Plant Food, Vol. 87, 3, 6-10. Daha fazla bilgi için, Kısım 8.5'e bakınız.



WM Stewart, IPNI, ABD tarafından Aralık 2011'de yollanmıştır.

Modül 5.3-1 İlkbahar azotlu gübre uygulaması mısır için azot geri kazanımını ve elde edilen faydayı artırır (Güney Minnesota).

Waseca, MN'da yer alan Corn Belt'de, amonyumun sonbaharda nitrifikasyon inhibitörlü (N-serve ya da nitrapyrin) ve inhibitörsüz uygulamasının, ilkbaharda ekim öncesi inhibitörsüz uygulamasıyla karşılaştırıldığı uzun dönemlik bir çalışma yürütülmüştür. Aşağıda yer alan çizelge, yürütülen bu 15 yıllık çalışmanın sonuçlarını göstermektedir. Ön bilgi olarak, sonuçlar geç sonbaharda nitrifikasyon inhibitörlü veya ilkbaharda ekim öncesi N uygulamasının (amonyak olarak) en iyi yönetim uygulamaları olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, kış döneminde yeterli yağış olması durumunda ilkbahar uygulaması çok daha fazla verim artışına neden olarak, inhibitörlü sonbahar uygulamasına göre daha yüksek kazanç sağlamıştır. Kapsamlı olarak, en az riskli zamanlama opsiyonu ilkbaharda ekim öncesi uygulamayken, onu inhibitörlü sonbahar uygulaması takip etmiş, inhibitörsüz sonbahar uygulaması ise en yüksek riskli ve en az etkin olarak bulunmuştur. Böylece, mısır için sonbahar N uygulaması ılıman/açık kışların olduğu alanlarda engellenmeli ve uygun olan yerlerde, sonbaharda nitrifikasyonu yavaşlatmak ve artan yıkanma ve/veya denitrifikasyonunu engellemek için, toprak sıcaklıklarının 10 °C'nin altına düşmesi ve soğumaya devam etmesinin beklendiği dönemlere ertelenmelidir. Nitrifikasyon inhibitörünün kullanımı nitrifikasyonu geciktirmede ilave katkı sağlayabilir, ancak inhibitörün kullanılması durumunda dahi, uygun olan yerlerde sonbahar uygulaması toprak sıcaklıkları düşene kadar ertelenmelidir.

Kaynak: Randall G, 2008. In Proc 20th Annual Integrated Crop. Manag. Conf., Dec. 10-11, Iowa State Univ., Ames. P. 225-235.

Parametre (1987-2001 yılları arası 15 yıllık ortalama)	N Uygulama Zamanı		
	Sonbahar	Sonbahar + N-Serve	İlkbahar
Verim (ton·ha ⁻¹)	9,03	9,60	9,78
Sonbahara göre ekonomik getiri (\$·ha ⁻¹ ·yıl ⁻¹)	-	69\$	119\$
Drenaj suyundaki NO ₃ -N (mg·L ⁻¹)	14,1	12,2	12,0
Tanedeki azot kazanımı (%)	38	46	47

WM Stewart, IPNI, ABD tarafından Aralık 2011'de yollanmıştır.

Modül 5.3-2 Serpme fosforlu gübre uygulamasının zamanlaması Erie gölünü korumaya yardım edebilir. Fosfor (P) büyüyen bitkiler için mutlak gerekli bir besin elementidir. Ancak akarsular, nehirler ve göllerdeki yüksek P konsantrasyonları algilerin üremesine neden olabilir. Ohio, ABD 'deki veya etrafındaki Erie Gölü sınırları içinde yer alan nehirlerdeki çözünmüş P seviyeleri ve göllerdeki alg oluşumları 1995'ten 2011'e artma eğilimi göstermiştir. Bunun nedeni, elbette sadece bölgede yaygın olan mısır-soya fasulyesi üretim sistemlerinde uygulanan gübreler değildir. Olası nedenlerden biridir ve P'lu gübrelerin serpme uygulandığı zamanlarda uygulama zamanı önemli etkilere sahip olabilir.

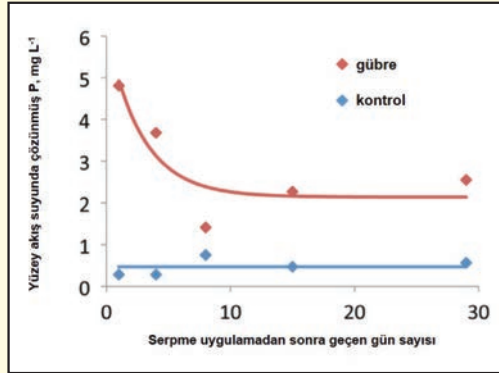
Serpme uygulama, zamanlama konusunda esneklik sağlar ve sıklıkla da en düşük uygulama maliyetine sahiptir. Optimum P seviyelerine sahip olan topraklarda, banda ve serpme uygulamalar bitkiye yararlılık ve bitki yanıtları anlamında farklılık göstermez. Ancak yüzey sularıyla kayıp riskleri bakımından farklılaşabilirler. Serpme uygulamalar sonrasında olacak P kayıplarını minimize etmek için, uygulamayı yüzey akış riskinin olmadığı dönemlerde yapmak oldukça önemlidir. Yüzey akışı olayları özellikle geç sonbahar, kış ve erken ilkbaharda daha sıklıkla gerçekleşir. İdeali, bütün P'un ekim sırasında uygulanmasıdır, ancak sınırlı depolama kapasitesi ve ekipman uygunluğu genellikle bunu engeller.

Yüzey akış suları vasıtasıyla olacak düşük P kayıpları bile su kalitesini bozabilir. Üreticilere, hava durumunu çok yakından takip edip, gelecek birkaç gün içerisinde şiddetli yağmur olasılığı %50'den fazlaysa uygulamadan kaçınmaları tavsiye edilir. Şekil 1 ve 2'de gösterildiği gibi, yüzey akışındaki su içerisinde çözünmüş P düzeyleri, eğer akışlar uygulamadan 3-5 gün sonra meydana gelirse önemli düzeyde düşer. Kış döneminde donmuş veya karla kaplı yüzeylere serpme P uygulaması asla doğru değildir, çünkü bu koşullar genellikle ilkbahar yüzey akışlarıyla sonlanır.

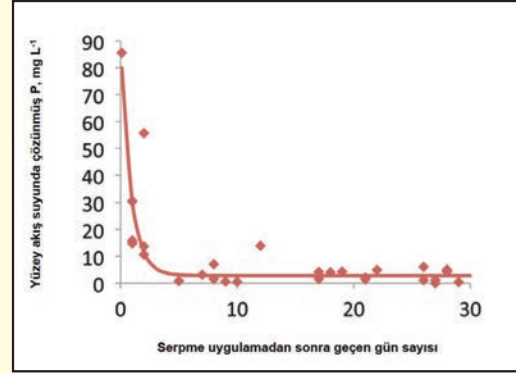
Serpme uygulamayla ilişkilendirilmiş sürüm, çözünmüş P'un yüzey akışıyla kaybını azaltır, ancak erozyon aracılığıyla toplam P kayıplarının artmasına neden olabilir. "Doğru zaman" ve "doğru yer" tercihlerinin her ikisi birden bitkisel üretim işletmesine en iyi uyacak şekilde değerlendirilmelidir.

Kaynaklar

Owens LB & MJ Shipitalo. 2006. J. Environ. Qual. 35:1101-1109.
Smith DR ve ark., 2007. Environ. Poll. 147:131-137.



Şekil 1. Uzun çayır otu yetiştirilen parsellerde, triple süper fosfat gübresinin serpme olarak uygulanmasından 1-29 gün sonra yağmur simülasyonları sonucu oluşan yüzey akış sularında çözünmüş P konsantrasyonu (Smitth ve ark., 2007). Lafayette, Indiana, ABD yakınlarındaki siltli tın toprağı.



Şekil 2. Coshocton, Ohio, ABD yakınlarındaki çayır ve baklagil meralarında en son süperfosfat gübresinin uygulanmasından hemen ardından 14 gün boyunca doğal yağışlar altında örneklenen yüzey akış sularında çözünmüş ve zamana karşı grafiklenen P konsantrasyonu (Owens & Shipitalo, 2006). İyi drene olmuş orta derecede iyi drene olmuş siltli tına değişen topraklar.

TW Bruulsema, IPNI, Kanada tarafından Mayıs 2013'de yollanmıştır.

Notlar



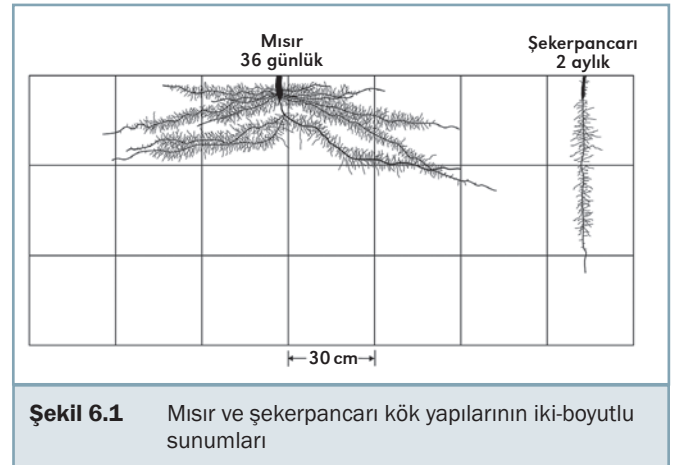
Bölüm 6

DESTEKLEYİCİ BİLİMSEL İLKELER DOĞRU YER

Doğru yer, ihtiyaç duyulan besin düzeylerini stratejik olarak bir bitkinin onlara ulaşmalarını sağlayacak biçimde yerleştirme anlamına gelir. Düzgün yerleştirme aynı zamanda, mevcut ve içinde yetiştiği çevre koşullarında, bitkinin düzgün şekilde gelişmesini ve potansiyel verimine ulaşmasını sağlar. Hangi yerleştirme şeklinin uygun olacağını, bitki genetiği, yerleştirme teknolojileri, işleme uygulamaları, bitki aralığı, bitki rotasyonu veya çoklu ürün yetiştirme, hava durumu ve daha birçok faktör etkileyebilir. Bu nedenle, doğru yerde neyin “doğru”yu oluşturduğu; yönetim kararlarının alınması sırasında, ne kadar iyi tahmin edilebilir oldukları noktasında öğrenilmesi gereken birçok ayrıntı vardır.

Doğru yeri, belirli bir besin uygulaması için tanımlayan temel bilimsel prensipler aşağıda verilmiştir:

- ◆ **Uygulama kaynağı, dozu ve zamanını göz önünde bulundurma.**
- ◆ **Bitki köklerinin nerede büyüdüğünü dikkate alma.** Besinler, ihtiyaç duyuldukları zaman büyüyen kökler tarafından alınabilecekleri yerlere uygulanmalıdır.
- ◆ **Toprağın kimyasal reaksiyonlarını göz önünde bulundurma.** Fosfor gibi, toprakta bağlanan besinlerin bantlarda veya küçük toprak hacimlerinde konsantre hale getirilmesi yararlılıklarını artırabilir.



Şekil 6.1 Mısır ve şekerpancarı kök yapılarının iki-boyutlu sunumları

- ◆ **Toprak işleme sisteminin hedeflerini uyumlu hale getirme.** Toprak yüzeyinde bulunan bitkisel atıkları koruyan yüzey altına uygulama teknikleri, besinlerin ve suyun korunmasında yardımcı olabilir.
- ◆ **Mekânsal değişkenliği yönetme.** Bir tarlanın hem kendi içindeki hem de diğer tarlalarla arasındaki bitkisel üretkenlik, toprağın besin sağlama kapasitesi ve besin kayıplarına karşı hassasiyetleri konularındaki toprak farklılıkları belirlenmelidir.

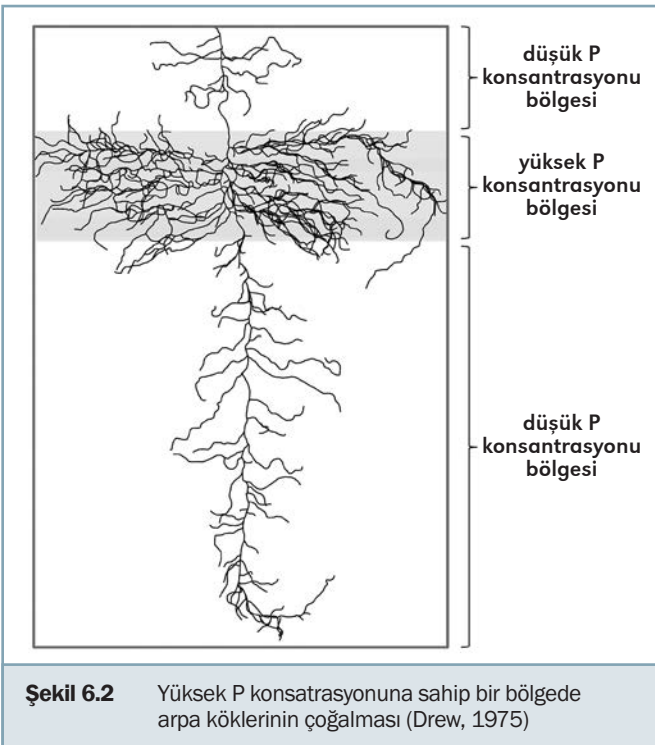
6.1 Bitki Kök Büyümesi

Kök yapısı, bir kök sisteminin 3-boyutlu mekânsal biçimi olup, bitki köklerinin toprak içindeki geometrik düzenini ifade etmek için kullanılır. Kök yapısı bakımından, bitki türleri arasında önemli farklılıklar vardır ve toprak koşullarıyla güçlü biçimde etkileşim gösterir.

Mısır ve şekerpancarının köklerinin dikey kesitleri, yapılarındaki zıtlıkları gösterme amacıyla **Şekil 6.1**'de grafiksel olarak verilmiştir. Birincisi, 36-günlük mısır bitkisinin kök sistemi olup, saçak kök sistemi yüzeye yakın toprak derinliklerinde bulunan belirgin bir yatay konuma sahiptir. İkincisi ise, sulu koşullarda yetiştirilen 2-aylık şekerpancarına aittir. Kazık kök sistemi, dikey olarak yerleşerek, toprağın derinliklerine kadar uzanır. Görüldüğü gibi, farklı bitki türleri farklı kök büyüme parametrelerine sahip olup, bu durum, her birisinin toprakta farklı konumlarda bulunan besinlere ulaşma yeteneğini etkiler. Ayrıca, sezon boyunca kök sisteminin tamamının aktif kalmaması, her hangi bir bölgede bulunan besinlere ulaşımında, bir türün kendi içinde, ilave bir sorun olarak karşımıza çıkar.

Kök esnekliği. Bir bitkinin kök yapısı, büyüme sezonu içinde bitki yaşı ilerledikçe ve kök sistemi bulunduğu çevreye tepki verdikçe değişir - bu durum "esneklik-plasticity" terimiyle ifade edilebilir. Kök yapısında, toprak nem içeriği (Sharp ve ark., 1988), toprak sıcaklığı (Walker, 1969), besin konsantrasyonu (Zhang & Barber, 1992) ve toprak hacim ağırlığı (Kasper ve ark., 1991) gibi bir çok dışsal etken değişikliğe neden olabilir.

İçerisinde yoğun biçimde N veya P bulunan toprak katmanlarına bitki köklerinin girmesiyle buradaki kök hacminde artış gerçekleşir. **Şekil 6.2**, arpa kökünün



Şekil 6.2 Yüksek P konsantrasyonuna sahip bir bölgede arpa köklerinin çoğalması (Drew, 1975)

dağılımının içinde yoğun P bulunan bölge tarafından nasıl değiştirilebileceğine dair bir örnek içermektedir. Söz konusu yüksek P bölgesindeki fazla kök, artmış kök dallanmasından kaynaklanmaktadır. Bu araştırma sonucu, besin yerleştirmesinin sadece besin sağlanmasından daha fazlasını, yani, söz konusu besinlerin olduğu bölgelerde ne kadar kök sistemi olacağını da etkileyeceğine dair güzel bir örnektir.

Kök besin alımı. Besin alımı, bitki köklerinin birincil görevlerinden birisidir. Besinler, toprak çözeltisinden kök hücrelerine hücre duvarlarında bulunan boşlukları geçerek girer.

Bir kökün, bir besini alabileceği maksimum bir oran vardır (Barber, 1995). Bu durum, toprak çözeltisindeki besin konsantrasyonu yükseldikçe (besinler ilave edildikçe) köklerin besinleri alma oranlarının da artacağı, fakat en sonunda bir maksimuma ulaşacağı anlamına gelir. Bu da, tek bir kökün, bir bitkinin gelişimi süresince, bitkinin bütün besin ihtiyacını karşılayamayacağını ifade eder. Bunun yerine, teksele aktif köklerden oluşan, ihtiyaç duyulan besinlerin tamamının kullanımına katkı sağlayan iyi gelişmiş bir kök sistemine ihtiyaç duyulur.

Kökler, alımın yanında sızıntı (efflux) olarak adlandırılan bir süreçle besin de kaybeder. Belirli besin konsantrasyonları aralığında, köklerde hem giriş (influx) hem de çıkış (efflux) meydana gelir. Bununla birlikte giriş ve çıkış, toprakların besin sağlama durumları kötüleştikçe, aşağı-yukarı birbirine eşit olabilir. Bu noktada, kökler tarafından net besin alımı gerçekleşmez. Bu nedenden, söz konusu bu konsantrasyon C_{min} olarak ifade edilir. Bir besin elementinin alımının durması için, o elementin toprak çözeltisindeki konsantrasyonunun ne kadar aşağıları düşmesi gerektiği, bitki türüne ve besine göre değişiklik gösterir.

Bitkiler alım hızlarını (kinetiklerini) toprak koşullarına göre ayarlamalarına yardımcı olan geri besleme (feedback) mekanizmalarına da sahiptir. Kök hücre membranlarında bulunan besin taşıma (alm) sistemlerini, C_{min} 'i düşürecek şekilde farklılaştırmak suretiyle, bitkiler düşük besin konsantrasyonlarına da uyum sağlarlar. Örneğin, normalden 10 kat daha az P ile beslenen mısır bitkileri, normal beslenenlere göre 4 kat daha düşük C_{min} seviyesine kadar P almaya devam edebilirler.

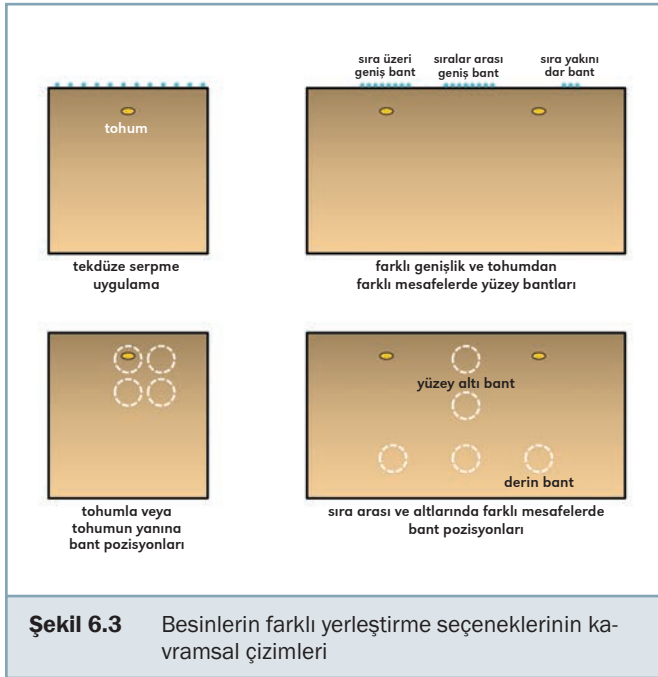
Topraktaki düşük besin konsantrasyonları maksimum besin giriş hızında da yükselmeye neden olur. Bu artış, her bir kökün, toprakta karşılaştığı besin kaynağından bitkinin içindeki toplam içeriğine daha fazla katkı sağlamasına izin verir. C_{min} ve girişteki bu değişimler, besin noksanlığı stresine girmiş bitkinin, besin elementi noksanlığı stresine girmemiş bitkiden daha düşük toplam almaya sahip olduğu halde, topraktaki düşük besin ortamında ihtiyacını kısmen karşılamasına izin verir.

Bitki köklerinin besin alm oranları bitkinin yaşıyla beraber değişir. Örneğin, mısır ve soya fasulyesinin erken dönemlerdeki besin alm oranlarının, geç dönemlerle karşılaştırıldığında birkaç kat daha fazla olduğu görülür.

Mısır ve soya fasulyesinde görüldüğü gibi, zaman içerisinde alım oranları düştüğünden, besin alımını tam olarak sürdürmek için, sezon içerisinde ulaşılabilecek gübrenmiş toprak hacmini artırmada daha fazla yüzey alanına gereksinim duyulur. Bununla birlikte, bitkinin toprak üstü kısmı geliştikçe, daha fazla yaygın kök gelişimini gerektirecek şekilde, besin alım ihtiyaçları daha da artar.

6.2 Gübre Yerleştirme Uygulamaları

Besinleri toprağın üzerine veya içine uygulama için başlıca iki yöntem mevcuttur: 1) serpme ya da 2) banda. Serpme, besinleri toprak yüzeyine homojene yakın biçimde uygulama işlemidir (**Şekil 6.3**). Kuru gübrelerin granülleri veya sıvı gübrelerin damlaları olsun, serpme uygulamasının hedefi, besinlerin teksel parçacıkları arasında oldukça homojen boşluklar elde etmektir. Banda uygulama ise, besinlerin sınırlandırılmış genişlikteki alanlara veya hacimlere uygulanması işlemidir. Bu türden uygulamalar, toprak yüzeyinde ya da onun altında belirli bir derinlikte gerçekleştirilebilir.



Şekil 6.3 Besinlerin farklı yerleştirme seçeneklerinin kavramsal çizimleri

Şekil 6.3'te gösterildiği gibi, besinleri toprağın üzerine veya içine yerleştirmenin çok çeşitli yöntemleri vardır.

- Serpme ve banda uygulamanın kombinasyonları oldukça yaygındır.
- Bantların kendileri, sıralara göre farklı pozisyonlarda olabilecekleri gibi, genişlikçe de farklılıklar gösterebilirler.
- Topraklar; işleme, solucanlar gibi organizmalar, ya da toprak neminde ve/veya sıcaklığındaki geçici değişimlerden kaynaklanan fiziksel süreçlerle, farklı düzeylerde karıştırılabilir.

- Aralarında düzenli boşluklar bırakılmış nokta enjeksiyonları bir olasılık olarak mevcut olsa da, yüzey altı uygulamaları genellikle bant şeklinde gerçekleştirilir.
- Yüzey altı bantları için olası çok sayıda biçim vardır. Ekim sırasında tohumun yakınına yerleştirilen bantlar sıklıkla "başlangıç/tabana" bantları olarak adlandırılır. Tohuma göre, tohum yatağıyla direk temas halinde (sıklıkla "pop-up/hızlı yarıyışlı" olarak ifade edilir), veya yana, aşağıya veya yana ve aşağıya (sıklıkla "yan bant" olarak ifade edilir) yerleştirilebilir.
- Herhangi bir kombinasyonun çoklu bantları uygulanabilir.
- Tohumun hemen yakınına yerleştirilmeyen bantlar, bitki sıralarından farklı uzaklıklarda olabilir.

Sorular ?

- Belirgin bazı koşullar için doğru yeri tanımlayan beş temel bilimsel prensipten birisi
 - besinleri toprağın derinliklerine gömmektir.
 - bitki köklerinin büyüdüğü yerleri dikkate almaktır.
 - besinlerin bütün toprak hacmiyle karıştırmaktır.
 - birincil işlemeyi kullanarak besinleri dahil etmektir.
- Gübre besinlerinin uygulandığı toprak zonlarında bitki köklerinin yoğun biçimde gelişmelerini sağlayan besinler
 - Zn ve Mn'dir.
 - Ca ve Mg'dur.
 - K ve Mg'dur.
 - N ve P'dur.
- Bitkiler, kök hücre membranlarında bulunan taşıma sistemlerini değiştirerek düşük besin konsantrasyonuna uyum sağladıklarında, aşağıdakilerden hangisini yapabilirler?
 - Yüksek besin konsantrasyonlarından daha hızlı büyüme.
 - Yüksek besin konsantrasyonlarından daha fazla besin alımı.
 - Düşük besin sağlama koşullarında kısmen uyum sağlama.
 - Besinin C_{min} değerini artırma.
- Besinleri toprak hacmine çoğunlukla homojen şekilde dağıtan besin uygulama yöntemi
 - serpmedir.
 - banda uygulamadır.
 - tohuma bulaştırmadır.
 - tohum yatağına uygulamadır.

- h) Yerleştirme derinlikleri de önemli biçimde farklılaşabilir. Ancak, daha derin uygulamalar mümkün olduğu halde, ekipman ve enerji gereksinimleri, bantları genellikle 20 cm veya daha az derinliklerde oluşturmayı zorunlu tutar.

Soya fasulyesi için Mo veya mısır için Zn gibi mikro elementlerin tohumlara bulaştırılarak uygulanmaları da yerleştirme yöntemi olarak kabul edilebilir. Bununla birlikte, bu gibi tohumla bulaştırmalar için güvenli en yüksek konsantrasyonlar bitki türleri arasında ve hatta farklı olgunlaşma gruplarında yer alan mısır hibritlerinin kendi aralarında dahi değişebilir. Birçok bitki, mikro elementlerle tohumun kaplanmasına karşı duyarlıdır.

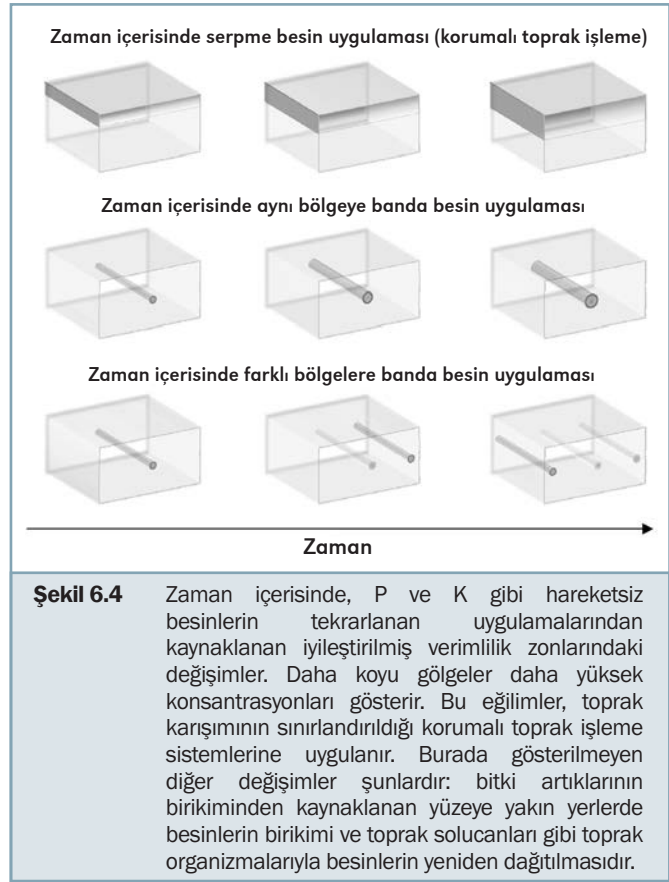
6.3 Banda Uygulamaya Karşı Toprak ve Kök Reaksiyonları

Kök gelişimi, besin alımı, toprağın kimyasal reaksiyonları ve besin taşınması kavramları, besin yerleştirmesinin yaygın olarak kabul edilen temellerini oluşturur (Barber, 1995). Besinlerin banda uygulanmalarıyla aşağıdaki süreçler meydana gelir:

- Besinler, daha küçük bir toprak hacminde konsantre olur;
- özellikle, bitkilere kolay yarıyışlı olmayan bileşikler oluşturacak biçimde toprak mineralleriyle ve toprak çözeltisindeki diğer iyonlarla reaksiyona giren besinler için daha önemli olacak şekilde, uygulanan besinin önemli bir kısmı toprak çözeltisinde kalır;
- toprak çözeltisindeki yüksek konsantrasyonlar, kütle akışıyla daha fazla besin taşınmasını sağlaması yanında, besin difüzyonunu da hızlandırır ki, bunların her ikisi de, bitki köklerine besinlerin ulaştırılma hızını artıracak etkilere sahiptir;
- N ve P'un konsantre biçimde uygulanmaları bitki köklerini artırır, bunun sonucunda, bantın çevresinden gelen toplam besin alım miktarı artar;
- Bitkiler, besin elementi noksanlığı gösterdiğinde, teksel köklerin besin alım hızları artabilir. Ancak bitki geliştikçe, besinlerin bulunduğu alana yakın daha fazla kök gereksinimine neden olacak biçimde, maksimum seviyeye ulaşırlar.

Bu süreçlerin her birisinin karşılıklı olarak değerlendirilmesi, banda uygulamanın aşağıdaki yaklaşımlarının oluşmasına neden olur:

- öncelikli olarak difüzyonla hareket eden bir besinin, toprak verimlilik seviyesi ve düşük uygulama dozu söz konusu olduğunda, banda uygulama büyük olasılıkla en etkin gübre yerleştirme metodudur (örneğin; N'dan daha çok P ve K için);
- düşük verimliliğe sahip topraklarda, düşük dozlarda banda uygulanan besinler, bitkinin toplam beslenme ihtiyacını karşılamayabilir;



Şekil 6.4 Zaman içerisinde, P ve K gibi hareketsiz besinlerin tekrarlanan uygulamalarından kaynaklanan iyileştirilmiş verimlilik zonlarındaki değişimler. Daha koyu gölgeler daha yüksek konsantrasyonları gösterir. Bu eğilimler, toprak karışımının sınırlandırıldığı korumalı toprak işleme sistemlerine uygulanır. Burada gösterilmeyen diğer değişimler şunlardır: bitki artıklarının birikiminden kaynaklanan yüzeye yakın yerlerde besinlerin birikimi ve toprak solucanları gibi toprak organizmalarıyla besinlerin yeniden dağıtılmasıdır.

- düşük verimliliğe sahip topraklarda maksimum verime ulaşılabilmesi için, tekl bir bant uygulamasıyla gübrelenenen daha fazla gübrelenmiş toprak hacmine ihtiyaç vardır.

Gübreler toprağa uygulandığında, her bir granül tanesi (katı formlar) veya damla (sıvı veya süspansiyon formları), en yakın çevresiyle gübrelenmiş küçük toprak hacimleri oluşturacak şekilde reaksiyona girer. Bu hacimlerin gübre parçacıklarının ne kadar uzağına genişleyeceği ise besine, çevresel koşullara ve toprağın kimyasal ve fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişir. Tek bir granül tanesi veya damlayla zenginleşecek toprak miktarı azdır, ancak aşağıda yer alan yöntemler aracılığıyla, gübrelenecek toprak hacmi artırılabilir: 1) toprak işleme 2) besin dozunu artırma, 3) gübre uygulama sıklığını artırma ve 4) besinleri toprakta farklı pozisyonlara uygulama.

Toprak işleme, her bir gübre parçacığının etrafındaki toprak hacminin daha fazla toprak hacmiyle karıştırılmasını sağlar. Gübrelerin daha fazla toprak hacmiyle karıştırılması, besin konsantrasyonlarının aynı zamanda söz konusu hacim içerisinde seyrelmesine de neden olabilir.

Yüksek uygulama dozları, gübrelenmiş toprak hacimlerini aşağıdaki şekilde etkiler:

- gübrelenmiş toprak hacmini genişletecek biçimde kütle akışı ve difüzyonla daha fazla miktarda besin taşınır;
- teksel gübre taneleri veya damlaları arasındaki mesafe daha azalır; ve dozlar yeteri kadar yüksek hale geldiğinde,

bozulmamış kök çoğalmasının desteklenmesi için önemli kesintisiz gübrenilmiş bölgeler oluşur;

c) gübrenilmiş zonlar daha uzun süre aktif kalır.

Uygulama sıklığının artırılması, gübrenilmiş toprak hacmini de artırabilir, ancak tabii ki bu durum, kullanılan gübre dozuna bağlı olarak değişecektir. Gübrenilmiş alanları uzun süreli zenginleşmiş biçimde tutmak için yüksek dozlara ihtiyaç vardır.

Besinleri, tekrar eden uygulamalar şeklinde toprağa ilave etmenin iki temel yerleştirme seçeneği mevcuttur: 1) sürekli olarak aynı noktaya uygulama ya da 2) farklı bölgelere uygulama (**Şekil 6.4**). Fosfor ve K gibi, hareketli olmayan besinleri zaman içerisinde sürekli olarak aynı bölgeye uygulama, besinlerin konsantrasyonunu yükseltme yoluyla dışarıya difüzyonlarını artırarak gübrenilmiş toprak hacmini genişletebilir; bununla birlikte, gübrenilmemiş toprak hacmi ise daha da fakirleşebilir. Toprağın farklı kısımlarını gübreleme, gübrenilmiş toprak hacimlerini artırmanın başka bir yoludur. Bu noktada farklı birçok seçenek mevcuttur. Örneğin, serpme ve banda uygulamalar kombine edilebilir ve/veya zaman içerisinde farklı bölgelere banda uygulama yapılabilir. Bantlar farklı bölgelere uygulandıkları zaman, sonuçta toprağın içerisinde farklı yaşlarda bantlar ağı gelişir ve bu ağı uzun süre için kullanışlı olabilir.

Erken dönem bitki ihtiyaçları. Bitki büyüme sezonunun hemen başında, genç bir bitkinin kökünün büyümesi toprağın sadece sınırlı bir hacmi içinde olur. İlave olarak, bu dönemde besin alım oranları da, bitki köklerini çevreleyen toprak hacmindeki besinlerin daha hızlı biçimde tüketilmesine neden olacak biçimde, sezon içerisindeki diğer herhangi bir zamandan daha yüksek olabilir. Besinlerin hızlı biçimde tüketilmesi, yeni besinlerin yerlerine kütle akışı veya difüzyonla daha hızlı biçimde taşınmasını gerektirir. Ancak, erken dönemdeki düşük sıcaklıklar başta olmak üzere, çevresel koşullar, besin taşınım oranlarını olduğu kadar yeşil aksam büyümesini de sınırlandırabilir.

Olası erken dönem besin noksanlıklarının önlenmesini hedefleyen gübre yerleştirme stratejisi, ekim sırasında besinleri tohumla veya tohumun yakınına banda uygulanması şeklinde olmalıdır. Söz konusu bantlar: 1) besinleri konsantre eder; 2) köklere taşınan besin miktarını artırır; 3) genç ve sınırlı kök sistemleri tarafından kolay ulaşım için stratejik olarak konumlandırılmışlardır; ve 4) eğer N ya da P kullanılırsa köklenmeyi artırır.

Oluşturulacak konsantre edilmiş toprak hacimleri için en uygun lokasyon, büyük ölçüde genç bitkinin kök yapısına bağlıdır. Örneğin, mısır ve şekerpancarı için en etkin P yerleştirmeleri **Şekil 6.1**'de verilen kök dağılımlarıyla uyumlu olmalıdır. Mısırla yapılan çalışmalar, diğer yerleştirme yöntemleriyle karşılaştırıldığında eşit veya daha fazla bitki yanıtına neden olan, tohumun yanına ve altına yapılan besin uygulamalarının erken dönem kök sistemlerinin ulaşımı ve bitkinin beslenmesi için iyi bir pozisyon olduğunu göstermiştir. Tohumun altına ve yanına yerleştirme, genç mısır bitkisinin yatay kök gelişimiyle de önemli düzeyde uyumludur. Şekerpancarı için ise, doğrudan

tohumla temas şeklindeki P uygulamasının oldukça etkili ve etkin olduğu gösterilmiştir (Sims, 2010). Bu şekildeki bir yerleştirme dikey olarak yerleşmiş bulunan kazık kök ve üzerindeki yan köklerin besinlere ulaşımını garanti altına alır.

Tohumla yakın besin yerleştirmeleri, tohum yatağına uygulama başta olmak üzere, hem miktar hem de form bakımından doğru olması gereken tütüz değerlendirmelerle yapılmalıdır. Tohum veya filiz zararlanmaları amonyak toksisitesinden ya da tuz zararlanmasından kaynaklanabilir. Tohumla yakın uygulamalarda en güvenli dozlar için göz önünde bulundurulması gereken faktörler şunlardır (Gelderman, 2011):

- a) tohum hassasiyeti;
- b) gübre tuz indeksi;
- c) tohum yatağı açıklığının genişliği;
- d) toprak tekstürü;
- e) ekim sırasındaki toprak nemi;
- f) tolere edilebilir sabit kayıp düzeyi.

Sorular ?

5. Fosforca noksan olan bir toprakta, mısır veya buğdaya sadece düşük bir dozda fosfor uygulanacaksa, bu
 - a. yapraktan uygulama şeklinde olmalıdır.
 - b. ekim sırasında tohumla yakın banda olmalıdır.
 - c. serpme şeklinde olmalı ve karıştırılmadan bırakılmalıdır.
 - d. serpme şeklinde olmalı ve toprak işlemeyle karıştırılmalıdır.
6. Düşük verimliliğe sahip topraklar için, banda uygulanan düşük dozlardaki besinler,
 - a. besinlerin dışarıya doğru difüzyonundan ötürü gübrenilen toprak hacmini artırır.
 - b. bitkinin beslenme ihtiyaçlarının tamamını karşılar.
 - c. en yüksek verimi elde etmek için önemli bir toprak hacmini gübreler.
 - d. uygulanan gübre besinleri için yüksek kullanım etkinliği sağlar.
7. Erken dönem kök ulaşımını kolaylaştıran ve mısırın fosforla beslenmesi için iyi bir ortam sağlayan gübre yerleştirme pozisyonu
 - a. tohumun 5 cm yanına ve 5 cm altına olmalıdır.
 - b. tohumla doğrudan temas halinde olmalıdır.
 - c. doğrudan tohumun altına uygulanmalıdır.
 - d. serpme uygulanıp, iyi biçimde toprakla karıştırılmalıdır.

Nadas veya aşırı yağışlar. Nadas ve bir hafta veya daha fazla süren aşırı yağışlar nedeniyle su altında kalmanın her ikisi birden, topraklardaki mikorizal mantar popülasyonunu azaltır. Bitki-mantar simbiyozu tersi biçimde etkilendiği zaman, mikorizal katkılarda meydana gelen eksiklikten ortaya çıkan P beslenmesi sorunlarını sadece artırılmış P dozları ile gidermek mümkün olmayabilir. En basit ifadeyle, P kaybı miktarları oldukça fazla olabilir. Etki sadece bir sezonla sınırlı olduğundan, bitkiye ulaşan P miktarındaki azalmayı hiç değilse kısmen gidermenin en pratik çözümü, az miktarda fosforun banda uygulanmasıdır.

Besin kayıpları. Besinleri toprak yüzeyinin altına uygulama, çevreye potansiyel zarar riski olan besin kayıplarını birçok şekilde azaltabilir. Yüzey altına yerleştirme:

- düşük yüzey konsantrasyonlarına bağlı olarak, suda çözünür besinlerin yüzey akışlarıyla olan kayıplarını azaltır;
- erozyon kontrolüyle birlikte kullanılması durumunda, besinlerin yüzeyin altına yerleştirilmesi kayıpları düşürür;
- N'un, N₂O gibi gaz formundaki kısa süreli kayıplarını azaltabilir.

Bantlar içindeki etkileşimler. Besinler, aynı toprak hacmi içerisine yerleştirildiklerinde, farklı yerlere uygulanmalarıyla mümkün olmayacak şekillerde birbirleriyle etkileşime girer. Bu gibi etkileşimler, sadece daha yakın olmaktan değil, aynı zamanda besinlerin daha yüksek konsantrasyonlarından da kaynaklanır. Gübrelerin, besinlerce konsantre edilmiş kısımlarda başlangıç aşamasındaki etkileşimleri, çevredeki toprak tarafından çok düşük seviyelerde etkilenebilir. Topraktaki konsantre hacimlerin spesifik kimyasal durumları hakkındaki uygulamalara ait bilimsel verilerin çoğu yüzey altı bantlarıyla ilgili çalışmalardan gelir. Yürütülen bu çalışmalarda aşağıda yer alan etkileşimler tespit edilmiştir:

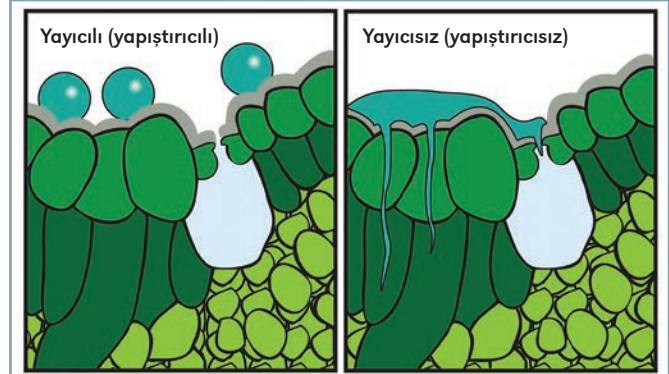
- her ikisinin ayrı bantlara uygulanmasıyla karşılaştırıldığında, NH₄⁺-N'unun P ile birlikte aynı banda uygulanması, bitkilerin P alımında artışa neden olabilir;
- ürenin MAP veya TSP ile aynı banda uygulanmasının NH₃ kayıplarını düşürdüğü gösterilmiştir. MAP ya da TSP'nin düşük başlangıç pH'ları bu durumu açıklayabilir; ancak nötrden alkaliye değişen pH'ya sahip topraklarda tohum sıralarının yanına banda üre uygulamasına izin verecek kadar büyük bir etkiye sahip olmadığı unutulmamalıdır;
- KCl'ün MCP ile aynı banda uygulanmasının, az yıkanmış, Ca'ca zengin topraklarda gübre bandından P difüzyonunu azalttığı gösterilmiştir;
- asidik, yıkanmış topraklarda ise, KCl'ün MCP ile aynı banda uygulanması, tam tersi bir biçimde P difüzyon oranlarını azaltma yerine artırabilir.

6.4 Yaprak Gübrelemesi

Yaprak gübrelemesi, besinlerin bitkilere yaprakları üzerinden uygulanmasıdır. Bitki yaprakları, ana görevleri fotosentez ve solunum olduğu halde, asli görevleri besin alımı olan kökler tarafından absorbe edilenden çok daha düşük düzeylerde de olsa besinleri alma yeteneğine sahiptir. Besinler eğer mevcutsa, ya gaz formunda ya da çözeltideki iyonlar olarak bitki yapraklarınca absorbe edebilirler.

Gaz durumundaki besinler stoma açıklıkları üzerinden yaprağa girerler. Stomalar, bitki ve atmosfer arasındaki gaz değişiminin çoğunun gerçekleştiği boşluk(por)lar olup, büyük çoğunluğu yaprakların alt tarafında yer alır. Porları çevreleyen ve ayar (guard) hücreleri olarak adlandırılan hücreler, por açıklığının boyutunu bu nedenle de gaz değişiminin hızını kontrol etmek için genişler ve daralırlar. Amonyak (NH₃), azot dioksit (NO₂) ve kükürt dioksit (SO₂) şeklinde gaz formunda bulduklarında, H, N, O ve S, stomalar üzerinden bitki içerisine girebilirler. Örneğin, yeni uygulanmış bir hayvan gübresi, stoma üzerinden, bolca NH₃-N'u alımına neden olabilir. Stomalar, gaz değişim konumları olduğundan, bunlar üzerinden NH₃, SO₂ ve diğer uçucu S formları şeklinde besin kayıpları da söz konusu olabilir.

Çözelti içerisindeki besinler, bitki yaprağının epidermisinde bulunan kütikula tabakasındaki küçük açıklıklar üzerinden yapraklara girer. Kütikulanın kendisi, suyu hapseden ve yaprağı aşırı su kayıplarından koruyan bir mum tabakasıyla çevrelenmiştir. Kütikula tabakasındaki açıklıklar



Şekil 6.5 Yaprak gübrelemesinin etkinliği, yaprakların kütikula tabakasını besinlerin geçişini yardım eden yayıcıların (yapıştırıcıların) kullanımıyla iyileştirilebilir.

stomadakiler ile aynı değildir. Bunların büyük çoğunluğu, stomalar arasındaki yaprak yüzeyinden daha ziyade, stoma yakınında bulunma eğilimindedir. Mumsu epidermis ve kütikuladaki çok küçük açıklıklar, bitki yaprakları tarafından absorbe edilen çözünür besin miktarlarını önemli düzeyde sınırlandırır (Şekil 6.5).

Yaprak gübrelemesi suda çözülmüş besinlerle gerçekleştirilir ve etkinlik ve etkililiği üzerinde aşağıdaki faktörler rol oynayabilir (Marschner, 2002):

- a) kahve ve turuncgil gibi bitkilerin daha kalın kütüküla tabakası
- b) sıvı gübrelerin bitki yapraklarından akıp gitmesi;
- c) yağmurla sıvı gübrelerin yıkanması;
- d) sıvı gübrelerin yaprak üzerinde kurumaması;
- e) bazı besinlerin gübrelenen yapraklardan bitkinin diğer organlarına sınırlı translokasyonu (taşınması);
- f) yapraklarda, gübre uygulamasından kaynaklanan lokalize besin dengesizlikleri sonucu oluşan yaprak yanması.

Genel olarak yaprak uygulamaları, az ve lokalize olacak biçimde birkaç günden birkaç haftaya kadar kısa etkililik süresine sahip biçimde bir besin kaynağı görevi görür. Bu sebepten, zamanlamalarının bitki ihtiyacıyla çok iyi örtüşürülmesi gerekir. Duruma bağlı olarak, bir veya birden daha fazla uygulama veya bir uygulama serisi gerekebilir.

Toprakta besin yarayırlılığı sınırlı olduğunda veya bitkinin besinleri alma veya taşıma yeteneği sınırlandığında, yaprak gübrelmesine etkin bir uygulama yöntemi olarak başvurulur. Yaprak gübrelmesi, toprakta yer alan besinlerin düzgün biçimde yönetiminin, belirli noksanlıklara ya da koşullara sahip topraklara uygun çeşitler veya hibritlerin elde edilmesinin veya doğru zamanda tarla işlemlerinin gerçekleştirilmesinin mümkün olmadığı yerlerdeki koşullar için sorun giderici bir uygulama olarak kullanılabilir.

6.5 Mekânsal Değişkenliğin Yönetimi

“Doğru yer”, toprak içine veya bitki üzerine yerleştirmeye ilave olarak, herhangi bir alanda besinlerin nereye uygulanacağını daha geniş ölçekte değerlendirir. Bu alan bir su havzası, bir çiftlik, bir tarla ya da bir tarla içerisindeki farklı alanlar olabilir. Konuma-özgü yönetim, geniş bir alanı daha küçük parçalara ayırır; her birisini kendisine en çok uyacak biçimde yöneten bir yaklaşımı ifade eder. Bu nedenle, konuma-özgü yönetim geleneksel yaklaşımlara göre mekânsal (uzaysal) olarak daha sık alınan ölçümlere dayanır. Daha yüksek mekânsal çözünürlük, daha hedefe dönük yönetimi olanaklı kılacak biçimde oldukça üretken alanlarda olduğu kadar problemler alanların da daha hassas tanımlamalarını ortaya çıkarır.

Değişen dozlu uygulamalar (variable rate applications: VRA), konuma-özgü yönetimi gerçekleştiren yönetim uygulamalarına oldukça uygun bir faaliyettir. Değişen dozlu uygulamalar geniş bir tarlada, besinlerin doğru dozlarının doğru yerlere uygulanması şeklindeki amaca en doğru biçimde hizmet eder.

Toprak analizlerine dayalı besin önerilerine özgü tipik bir değişen dozlu uygulama kabaca aşağıdaki basamakları içerebilir:

- a) mekânsal olarak yoğun toprak örneklerinin toplanması ve her bir örnekleme noktasının coğrafik konumuna (enlem

ve boylam) ait verilerin, uydu ağından kayıt eden küresel konumlandırma sistemi (GPS - Global Positioning System) cihazı yardımıyla kaydedilmesi;

- b) toprak örneklerinin, besin elementleri ve besin tavsiyelerinin ortaya çıkarılmasında önemli olabilecek diğer kimyasal ve fiziksel özelliklerinin kapsamlı analizi için bir laboratuvara gönderilmesi;
- c) gerçekte örneklenen noktalar arasında, toprak analiz düzeylerinin tahminlerini matematiksel olarak yerleştiren bir harita yapılması. Böylesi bir harita, coğrafi analiz yapma özelliğine sahip özel coğrafi bilgi sistemi (GIS - Geographic Information System) programı aracılığıyla elde edilir;
- d) özel bir besin önerisi sistemi tarafından gereksinim duyulan diğer verilerin toplanması. Bu gibi veriler arasında toprak tekstürü, toprak elektriksel iletkenliği, topoğrafya, çıplak toprak uydu görüntüleri, normalleştirilmiş (düzgeleştirilmiş) fark vejetasyon indeksi (NDVI - normalized difference vegetation index), önceden uygulanan hayvan gübresi dozları ve uygulama alanlarının haritalarının ve önceki bitkiler ve/veya bitki verimi içermelidir.
- e) GIS programının, tek bir gübre öneri haritası üzerinde bütün girdilerin birleştirilmesi için kullanılması;
- f) öneri haritasındaki bilginin, uygulayıcı tarla içerisinde hareket ederken uygulanacak her bir besinin miktarını ayarlayan kontrolöre iletilmesi için uygulama ekipmanına monte edilmiş bir bilgisayar kullanılması. Uygulama ekipmanı, daha sonradan, önerilen gübre dozlarıyla, ekipmanın gerçekte ne kadar uyguladığını karşılaştırılabilmesi için nereye ne kadar gübre uygulandığını da kaydedebilir.

Bitki ölçümlerine dayalı olarak N önerileri için tipik bir VRA aşağıdaki süreçleri içerir (Raun ve ark., 2002):

- a) tarla boyunca bir şeride, verimde kısıtlamaya yol açmayacak düzeyde yüksek bir N dozunun uygulanması;
- b) hem sınırlayıcı olmayan N şeridinden hem de normal olarak kullanılan N'ün uygulandığı yan şeritten spektral yansıma verilerinin toplanması. Her iki şeritten elde edilen spektral yansıma verilerinin ortalama bir NDVI'ya dönüştürülmesi ve daha sonra yanıt indeksinin (RI - response index) hesaplanması;
- c) RI'nın N miktarı önerileri haritasına dönüştürülmesi için öneri algoritmalarının kullanılması;
- d) öneri haritasındaki bilginin, gübre uygulayıcısı tarla içerisinde hareket ettirilirken uygulanacak her bir besinin miktarını ayarlayan kontrolöre iletilmesi için uygulama ekipmanına monte edilmiş bir bilgisayar kullanılması.

Konuma-özgü besin yönetimi, bir su havzası içerisinde besinlerin doğru yere konumlandırılarak besin kayıplarının azaltılması gibi daha geniş ölçekli amaçlar için de kullanılabilir. Örneğin, bir su havzası içerisinde kritik kaynak alanlarını (CSAs - Critical Source Areas) tanımlamak için fosfor indeksi (PI - Phosphorus Index) kullanılabilir (Gburek ve ark., 2000). CAS'lar P kayıplarına daha eğilimlidir ve su havzası hidrolojilerinin önemli bir parçasıdır. Bu alanlardaki P uygulamalarını engelleme veya azaltma ya da P'u toprakta daha derine yerleştirme gibi yönetim iyileştirmelerinin hedeflenmesi, bütün su havzasından P kayıplarını azaltabilir. Fosfor indeksi hakkında daha detaylı bilgi için Kısım 9.8.2'ye bakınız.

KAYNAKLAR

- Akinremi, O.O. and C.M. Cho. 1993. Soil Sci. Soc. Am. J. 57:845-850.
- Barber, S.A. 1995. Soil nutrient bioavailability: A mechanistic approach. 2nd ed. John Wiley and Sons, New York, NY.
- Barber, S.A. 1978. Agron. J. 70:457-461.
- Bouldin, D.R. et al. 1960. Soil Sci. Soc. Am. J. 24:464-468.
- Claassen, H. and S.A. Barber. 1977. Agron. J. 69:860-864.
- Daverede, I.C. et al. 2004. J. Environ. Qual. 33:1535-1544.
- Drew, M.C. 1975. New Phytol. 75:479-490.
- Eghball, B. et al. 1990. Soil Sci. Soc. Am. J. 54:1161-1165.
- Eghball, B. and D.H. Sander. 1987. Soil Sci. Soc. Am. J. 51:1350-1354.
- Ernani, P.R. and S.A. Barber. 1991. Soil Sci. Soc. Am. J. 55:534-538.
- Fan, M.X. and A.F. Mackenzie. 1993. Soil Sci. Soc. Am. J. 57:839-845.
- Gburek, W.J. et al. 2000. J. Environ. Qual. 29:130-144.
- Gelderman, R. 2011. Seed-placed fertilizer decision aid. [On-line]
- Isensee, A.R. and L.M. Walsh. 1971. J. Agric. Food Chem. 22:105-109.
- Isensee, A.R. and L.M. Walsh. 1972. J. Agric. Food Chem. 23:509-516.
- Kaspar, T.C. et al. 1991. Soil Sci. Soc. Am. J. 55:1390-1394.
- Khasawneh, F.E. et al. 1974. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 38:446-451.
- Khasawneh, F.E. et al. 1979. Soil Sci. Soc. Am. J. 43:52-58.
- Kimmel, R.J. et al. 2001. J. Environ. Qual. 30:1324-1330.
- Lawton, K. and J.A. Vomocil. 1954. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 18:26-32.
- Lynch, J. 1995. Root architecture and plant productivity. Plant Physiol. 109:7-13.
- Malakanova, V.P. et al. 2009. In A.A. Romanenko et al. (eds.). Genetics, Breeding and Maize Cultivation Technology. Krasnodar Res. Inst. of Agriculture, Krasnodar. 232-239. (In Russian).
- Marschner, H. 2002. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic Press, New York, NY.
- Mengel, D.B. and S.A. Barber. 1974. Agron. J. 66:399-402.
- Miller, M.H. and A.J. Ohlrogge. 1958. Agron. J. 50:95-97.
- Noack, S.R. et al. 2010. Crop and Pasture Science. 61:659-669.
- Pierret, A. et al. 2007. Vadose Zone J. 6:269-281.
- Randall, G.W. and R.G. Hoef. 1988. J. Prod. Agric. 1:70-79.
- Raun, W.R. et al. 2002. Agron. J. 94:815-820.
- Sample, E.C. et al. 1979. Soil Sci. Soc. Am. J. 43:58-65.
- Sharp, R.E. et al. 1988. Plant Physiol. 87:50-57.
- Sims, A.L. 2010. Agron. J. 102:1369-1378.
- Sistani, K.R. et al. 2010. Soil Sci. Soc. Am. J. 74:429-435.
- Stecker, J.A. and J.R. Brown. 2001. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 32:803-819.
- Stecker, J.A. et al. 2001. Soil Sci. Soc. Am. J. 65:1173-1183.
- Walker, J.M. 1969. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 33:729-736.
- Wang, Y. et al. 2009. Aust. J. Soil Res. 47:529-536.
- Weaver, J.E. 1926. Root development of field crops. McGraw-Hill, New York, NY.
- Wetterauer, D.G. and R.J. Killorn. 1996. J. Prod. Agric. 9:39-41.
- Zhang, J. and S.A. Barber. 1992. Soil Sci. Soc. Am. J. 56:819-822.
- Zhou, Z.D. et al. 2006. Soil Sci. Soc. Am. J. 70:2057-2064.

Sorular

8. Amonyum formundaki N'un P'lu gübre ile aynı banda uygulanması
 - a. uygulanan P'un toprak tarafından sorpsiyonunu artırabilir.
 - b. bitkilerce K alımını artırabilir.
 - c. bitkilerce P alımını artırabilir.
 - d. bitkilerce N alımını azaltabilir.
9. Yaprak gübresi olarak uygulanan çözünmüş besinler bitki yapraklarına aşağıdakilerin hangisi üzerinden alınırlar?
 - a. stoma porları.
 - b. kütikula tabakasındaki küçük porlar.
 - c. hasarlı yapraklar.
 - d. sadece ayar (guard) hücreleri.
10. Bir VRA haritasının elde edilmesi için tarla içerisinde spesifik örnekleme noktalarında ölçülen toprak test düzeylerinin aralarındaki değerlerinin de bulunmasını içerir. Aşağıdakilerden hangisi bu işlemi yapmak için kullanılan bilgisayar programını ifade eder?
 - a. GIS.
 - b. GPS.
 - c. NDVI.
 - d. VRA.

Modül 6.2-1 Azotlu gübre yerleştirme şekli Alberta, Kanada'da yabancı ot gelişimini ve kışlık buğdayla rekabetini etkiler. Gübrelere yerleştirilmesi ve zamanlamasının ayarlanması bitki üretkenliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir. Bazı çevrelerde, yaygın tarımsal yabancı otlar azot (N) gübresine buğday ve kanola gibi bazı bitkilerden daha iyi yanıtlar verebilir. Bu nedenle, gübrenin rekabet avantajının yabancı ota değil de ana bitkiye geçecek şekilde yönetimi oldukça önemlidir. Bu düşünceyle, Alberta, Kanada'da, amonyum nitrat formunda 50 kg N ha^{-1} uygulaması altında, kışlık buğday ve dört yaygın yabancı ot arasındaki rekabeti test etmek için 4-yıllık bir çalışma yürütülmüştür:

Gübre Yerleştirilmesi: Toprak yüzeyine serpmeye
Her bir buğday sırasının ortasına 10 cm derine banda uygulama
Her iki buğday sırasının ortasına 10 cm derine banda uygulama
Çözeltinin 20 cm aralıklarla ve 10 cm derinliğe nokta enjeksiyonu
(deneysel ekipmanla)

Gübreleme Zamanı: Her yılın Ekim veya Mayıs ayları

İlk yıl, dört yabancı ot türünün (yabani yulaf, yeşil tilkikuyruğu, yabani hardal veya sirken otu) tohumları toprak yüzeyine serpilirken, kışlık buğday ise her yıl Mayıs ayında ekilmiş ve olgunlaştığında hasat edilmiştir.

YABANCI OTLAR: Yabani hardal ve sirken otundaki N konsantrasyonları yabani yulaf ve yeşil tilkikuyruğundan daha yüksek ölçülmüştür. Bu, geniş yapraklı yabancı otların bu çevrede toprak N'ünü kullanma bakımından daha rekabetçil olduğunun bir göstergesidir. Azotlu gübre yerleştirme yönteminin, yabancı ot N konsantrasyonları üzerinde uygulama zamanından daha etkili olduğu bulunmuştur. Yabancı ot yeşil aksam N konsantrasyonları yüzeye gübre uygulamalarında yüksek, noktasal olarak enjekte edilenlerde ise düşük tespit edilmiştir.

Yabancı ot popülasyonları üzerindeki N etkisi, baharda uygulanan gübrelere sonbaharda uygulananlara göre daha düşük bulunmuştur. Genel olarak, yabancı ot popülasyonları, gübreler yüzeye serpmeye olarak uygulandığında daha yüksek gözlemlenmiştir. Yabancı ot büyümesi, gübrelenmemiş kontrol parsellerinde her zaman en düşük olarak tespit edilmiştir.

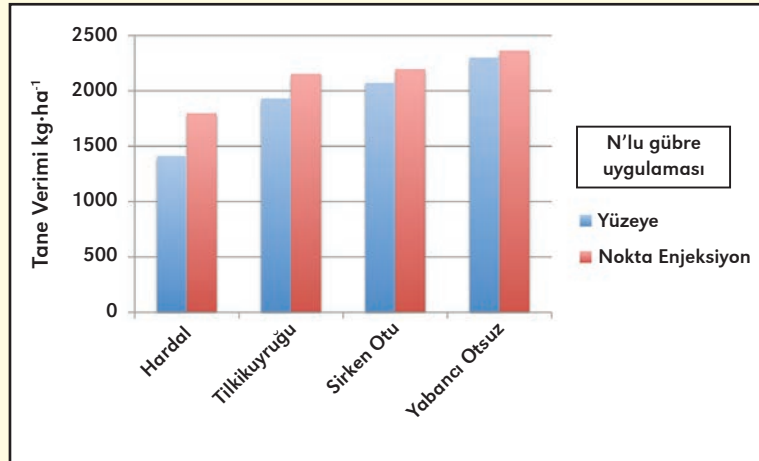
BUĞDAY: Buğday yeşil aksamındaki N konsantrasyonu gübre uygulama yönteminden pozitif etkilenirken, uygulama zamanının benzer bir etkisi olmamıştır. Buğday bitki popülasyonları N'lu gübre uygulama zamanından ya da şekilden etkilenmemiştir. Grafikten de görüleceği üzere, N uygulama yöntemi yabancı otların varlığında buğday verimi üzerinde etkiye sahip olmuştur. Azotlu gübrenin yüzey altına yerleştirilmesiyle elde edilen tane verimleri, yüzeye uygulananlarla karşılaştırıldığında daha yüksek bulunmuştur. Yüzey altı gübre uygulamalarından, noktasal enjekte edilen N daima en yüksek buğday verimi elde edilmesine neden olmuştur.

Genel olarak, N'lu gübre uygulama yönteminin yabancı ot gelişimi ve ürün rekabeti üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Toprak yüzeyine N'lu gübrenin serpilmesi en az tercih edilen yöntem olarak belirlenmiştir. Toprakta N gübresini küçük bir hacimde izole etme, daha yüksek tane verimini desteklerken, yabancı ot gelişimini sınırlama gibi faydalar da sağlamıştır.

Bu konu hakkında daha detaylı bilgilere aşağıdaki yayın aracılığıyla ulaşılabilir:

Blackshaw ve ark., 2004. Nitrogen fertilizer timing and application method affect weed growth and competition with spring wheat. Weed Sci. 52: 614-622.

R Mikkelsen, IPNI, ABD tarafından Ağustos 2013'de yollanmıştır.

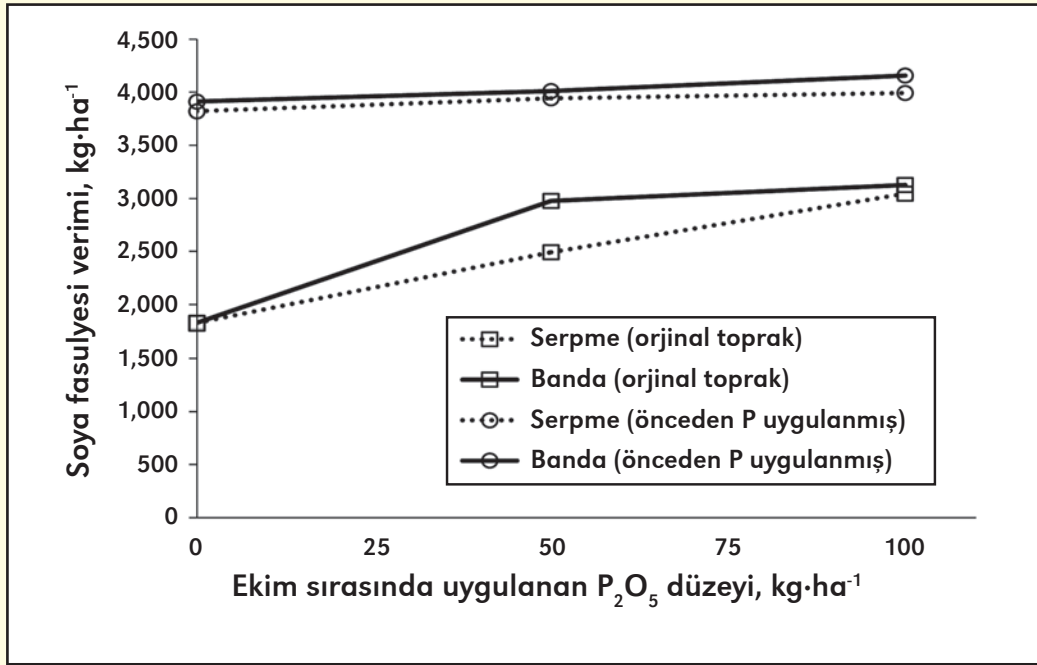


Şekil 1. Gübre yerleştirilmesinin ve yabancı ot türlerinin kışlık buğdayın 4 yıllık ortalama verimi üzerine etkisi. Veriler sonbahar ve ilkbahar gübre uygulama zamanları üzerinden ortalaması alınarak elde edilmiştir.

Modül 6.3-1 Tropikal topraklarda yetiştirilen soya fasulyesinde fosfor yerleştirilmesi.

Tropikal ormanlar genel olarak, özellikle soya fasulyesi gibi P ihtiyaçları fazla olan bitkilerde bitki gelişimini ve verimi önemli düzeyde sınırlayabilecek biçimde P'ca fakirdir. Bu toprakların yüksek fiksasyon kapasitelerine bağlı olarak, P uygulaması toprak ve bitki arasında P için olabilecek rekabeti minimize ederek bitki tarafından P alımını en üst seviyelere taşıyacak şekilde yönetilmelidir. Bu gibi koşullarda, yüzey altı banda uygulama önerilir.

Şekil 1. bu duruma örnek olarak, iki farklı toprak koşulunda [düşük P (orijinal toprak) ve yüksek P (öncesinde 200 kg P₂O₅·ha⁻¹ serpilerek ilk 20 cm'e karıştırılmış)] P gübresi yerleştirilmesinin soya fasulyesi tane verimi üzerine etkilerini göstermektedir. Fosforca fakir topraklar için, banda uygulamanın serpme uygulamaya göre sahip olduğu daha yüksek pozitif etki, yüksek verim için daha düşük dozlarda gübre kullanıma izin verir. Diğer taraftan, yarıyıllı P için rekabet azaldığından ve büyüyen bitki için daha fazla P yarıyıllı formda olduğundan, daha önceden fosforun serpme şekilde uygulandığı ve karıştırdığı topraklarda, farklı uygulama yöntemlerinin (bant veya serpme) herhangi bir etkisi gözlemlenmemiştir.



Şekil 1. Soya fasulyesi tane veriminin iki farklı toprak koşulunda [düşük P (orijinal toprak) ve yüksek P (öncesinde 200 kg P₂O₅·ha⁻¹ serpilerek ilk 20 cm'e karıştırılmış)] serpme veya banda uygulanan P gübresi düzeylerine yanıtı (Research Foundation MT, 2011 - veriler yayınlanmamıştır).

E. Francisco, IPNI, Brezilya tarafından Ocak 2013'te yollanmıştır.

Modül 6.3-2 Erie Gölü'nün su kalitesini koruma amacıyla fosforu toprağın içine yerleştirme. Fosfor (P) büyüyen bitkiler için mutlak gerekli bir besindir. Ancak çok yüksek konsantrasyonları akarsularda, nehirlerde ve göllerde alglerin gelişimine neden olabilir. Ohio, ABD ve civarında Erie Gölü havzasında bulunan nehirlerdeki çözünmüş P düzeyleri ve alg oluşumları 1995-2011 yılları arasında artma eğilimi göstermiştir. Yaygın olan mısır-soya fasulyesi üretim sistemine uygulanan gübreler tek neden olmamakla beraber, bu durumun olası nedenlerinden bir tanesidir. İki nedenden dolayı, mümkün olan yerlerde üreticilerin P'lu gübreleri yüzeye uygulamak yerine toprak içine uygulamaları tavsiye edilmektedir.

Birincisi, P'un 5 cm toprak yüzeyinin altına yerleştirilmesinin toprak profili içinde tabakalaşmasını asgari düzeylere çekmesidir (**Şekil 1**). Toprak P'unun tabakalaşması pullukla sürülme herhangî bir toprakta ortaya çıkabilir. Toprağın ilk 5 cm'sindeki P analiz değerleri yükseldiğinde, bunun doğal sonucu olarak yüzey akışıyla akan su içerisinde çözünmüş P konsantrasyonu da artar.

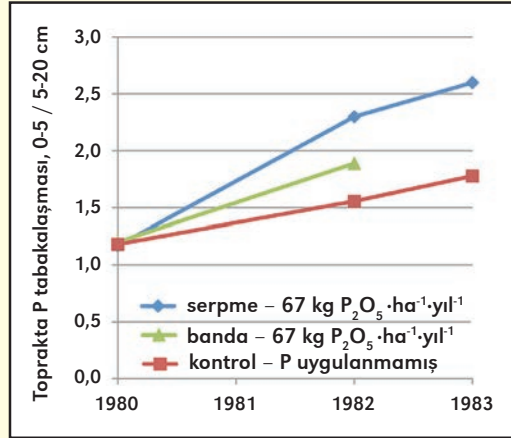
İkinci ise, P'lu gübrelerin suda çözünür olmasıdır. Bu gübreleri toprak yüzeyine uygulama, uygulamadan hemen sonra oluşan herhangî bir yüzey akışında çözünmüş P konsantrasyonunda belirgin şekilde bir artışa neden olur. **Şekil 2**'de görüldüğü gibi, yüzey akış suyu içerisinde çözünmüş P konsantrasyonundaki artışa yüzeye uygulanmış P'un etkisi toprakla karıştırılana göre daha fazladır. Toprak ile karıştırma, P'lu gübrelerin varlığında yüzey akışındaki toplam P seviyelerini de azaltmıştır.

Toprakla karıştırma, erozyondaki herhangî bir artışa toplam P kayıplarında artışa neden olabilir. Mümkün olan en az bozulmayla toprağa P'un yerleştirilmesi çözünmüş ve toplam P kayıplarının yönetimi için oldukça önemlidir. Yenilikçi üreticiler, besin kayıplarını minimize ederken, bitkisel üretim sistemlerini üretken tutmak için zon işleme gibi korumalı toprak işleme uygulamalarını P yerleştirmeye bir arada kullanırlar.

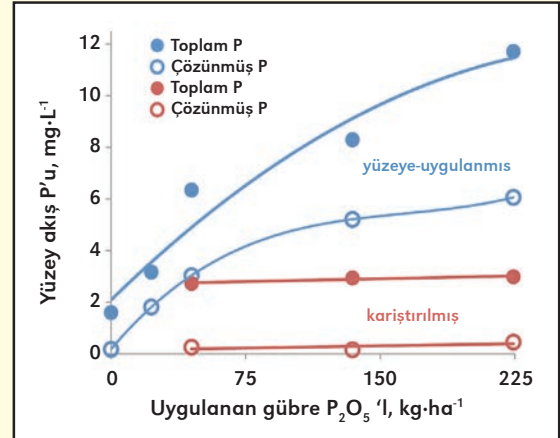
Kaynaklar

Eckert, D.J. and J.W. Johnson. 1985. Agron. J. 77:789-792.

Tarkalson, D.D. and R.L. Mikkelsen. 2004. J. Environ. Qual. 33:1424-1430.



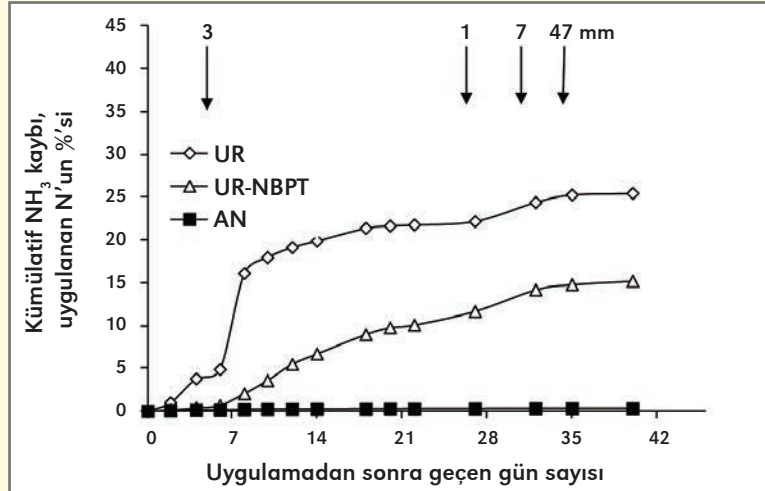
Şekil 1. İlk 5 cm'deki ölçülen toprak P'unun 5-20 cm arasındakine oranıyla tanımlanan toprak P'u tabakalaşması zaman içerisinde banda uygulamayla karşılaştırıldığında, serpme uygulamada daha fazla yükselmiştir. Wooster, Ohio yakınlarındaki 1980 ilkbaharından bu yana işlenmeyen siltli-tın bir toprak üzerinde sürekli mısır yetiştiriciliği.



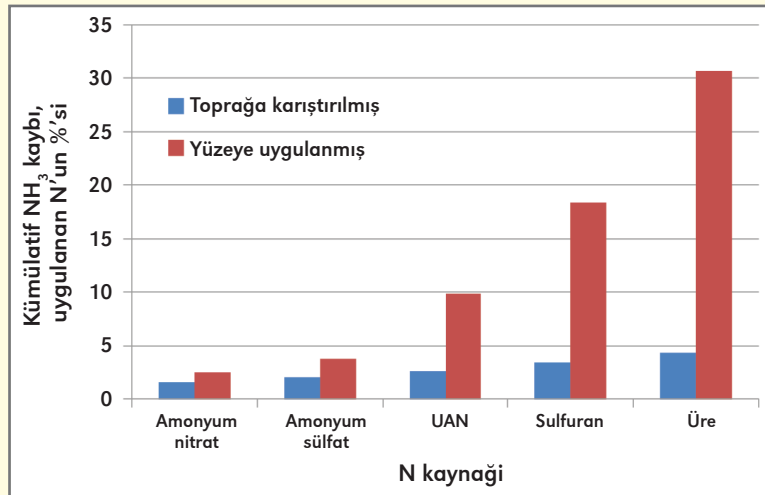
Şekil 2. Süperfosfat gübresinin uygulanmasını hemen takiben oluşturulan yapay yağmurdan sonra North Carolina'daki killi tın bir topraktan oluşan yüzey akışındaki çözünmüş ve toplam P konsantrasyonları. Karıştırma ilk 5 cm'e uygulamadan sonra rototiller ile sağlanmıştır. Veriler Tarkalson ve Mikkelsen (2004)'den alınmıştır.

T.W. Brrulsema, IPNI, Kanada tarafından Mayıs 2013'te yollanmıştır.

Modül 6.4-1 Brezilya'da şekerkamışı ve mısırdaki "doğru yer" ile amonyak kayıplarını azaltma. Bazı gübre formlarının kullanımı sonucu oluşan volatilizasyonla amonyak (NH_3) kayıpları N kullanım etkinliğini düşürebilir. Azotun volatilizasyonla kaybolan miktarı büyük ölçüde kaynağa, uygulama yerine ve hava koşullarına bağlıdır. Brezilya'da şekerkamışı onlarca yıldır kesme-ve-yakma yöntemiyle hasat edilmiştir. Son dönemlerde ekonomik ve çevresel nedenlerden, zaman içerisinde toprak yüzeyinde daha fazla bitki artığına neden olan mekanik hasat ve minimum işleme tercih edilmeye başlanmıştır. Bu gibi şekerkamışı topraklarında yüzeye N uygulamasını takiben yapılan NH_3 ölçümleri, ürenin N kaynağı olduğunda, kayıpların yüksek olduğunu açığa çıkarmıştır (**Şekil 1**). Üreaz inhibitörü kullanımıyla, kayıplar azaltılabilse de tamamiyle engellenememiştir. Diğer bir çalışmada, üre içeren gübrelerin toprağa karıştırılmalarıyla, mısır yetiştirilen alanlardan NH_3 kayıplarında önemli düşüşler bulunmuştur (**Şekil 2**). Sonuç olarak, üre içeren gübrelerin toprağa karıştırılma veya direk toprağın içine uygulanma (toprak işlemez sistemlerde enjeksiyon veya banda uygulama) suretiyle şekerkamışında kullanılabileceği söylenebilir. Ayrıca, üreaz inhibitörü kullanımının da kayıpların azaltılmasında ilave bir katkısı olabilir.



Şekil 1. Bitki artığı ile örtülmüş şekerkamışı toprağının yüzeyine uygulanmış üre (UR), amonyum nitrat (AN), NBPT ile muamele edilmiş üreden (UR-NBPT) kümülatif amonyak kayıpları. Oklar N uygulamasından sonraki yağmur miktarlarını (mm) ve tarihlerini göstermektedir. **Kaynak:** Cantarella ve ark., (2008).



Şekil 2. Geleneksel toprak işleme altında mısır tarlasında farklı N kaynaklarından olan amonyak volatilizasyonu. UAN: Üre amonyum nitrat; Sulfuran; UAN + amonyum sülfat, N'unun %40'ı üre, %40'ı amonyum ve %20'si nitrat formunda olan bir süz. **Kaynak:** Lara-Cabezas ve ark., (1997).

Kaynaklar:

Cantarella, H. et al. 2008. Scientia Agricola 65(4):397-401.
Lara-Cabezas, W.A.R. et al. 1997. Revista Brasileira Ciência Solo 21:489-496.

T.W. Brrulsema, IPNI, Kanada tarafından Mayıs 2013'te yollanmıştır.



Bölüm 7

BÜTÜN ÇİFTLİĞE ADAPTASYON UYGULAMALARI

Şimdiye kadar çok kapsamlı biçimde tartışılan 4D prensipleri, belli bölgelerin bitkisel üretim sistemlerinin ve daha geniş olarak da, sürdürülebilir gelişimin ekonomik, sosyal ve çevresel hedeflerinin yönetim amaçlarını karşılamada en yüksek olasılığa sahip uygulamaların seçiminde kullanılır. Sonuçlanacak iyi uygulamaların herbirisinin, dört “doğru” prensibinin tamamını içermesi gerekir. Yöresel koşullar, uygulama seçim kararından uygulamanın gerçekleştirileceği güne kadar olan birçok durumu etkileyebilir.

7.1 Bitkisel Üretim Sistemleri

Besin yönetim uygulamaları daima, yöreye özgü bir uygulamanın etkinliğini önemli düzeyde etkileyebilecek toprak işleme, drenaj, çeşit seçimi vb. diğer yönetim ve yöresel faktörlerin arasında yer aldığı bitkisel üretim sistemleriyle iç içe geçmiş durumda olur. Genetik verim potansiyeli, yabancı otlar, zararlılar, hastalıklar, mikoriza, toprak bünyesi ve yapısı, pH, drenaj, sıkışma, tuzluluk, sıcaklık, yağış ve solar radyasyon gibi faktörlerin hepsi bitki besleme ve besin yönetimi uygulama etkileri ile karşılıklı olarak birbirlerini etkileyebilir.

7.2 Uyum Sağlayıcı Yönetim

İyi uygulamalar dinamik olup, bilim ve teknolojinin süreçlere ve olaylara ait anlayışımızı iyileştirmesi ve fırsatlarımızı artırmasıyla gelişim gösterir. Pratik deneyim, iyi bir gözlemciye yöreye özgü koşullar altında nelerin çalışıp, çalışmayacağı konusunda bilgi sağlar. Konu hakkında Thorup ve Stewart 1988 yılında aşağıdaki satırları yazmışlardır:

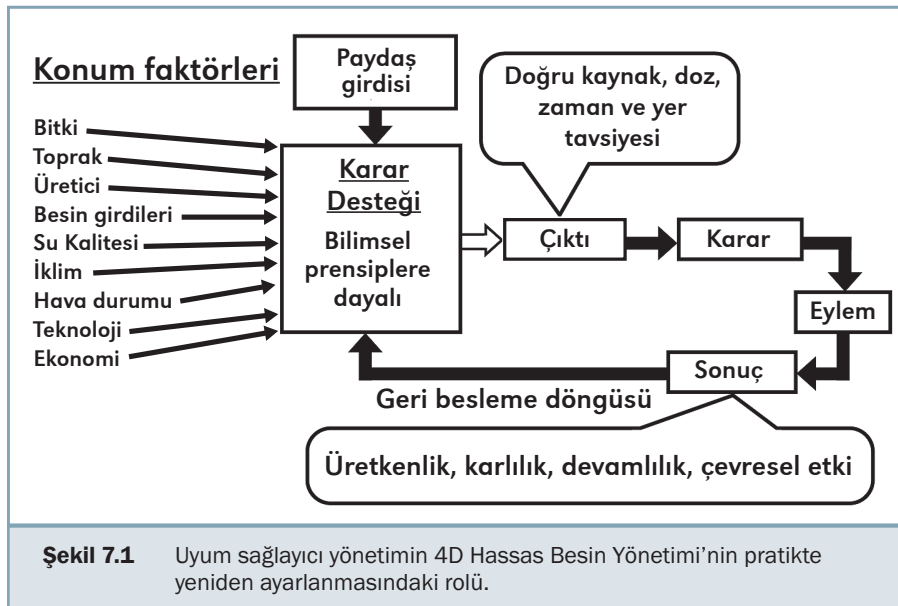
“Üniversite çiftliklerinde ve çiftçi tarlalarında profesyonel araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen araştırmalar oldukça değerlidir. Ancak, doğrudan her bir çiftçi tarlasıyla ilişkili olmaları şart değildir. Topraklar bir çiftlikten diğerine önemli değişkenliklere sahiptir. Kültürel uygulamalar bir çiftçiden diğerine önemli düzeyde değişir. Hatta iklimsel faktörler dahi oldukça kısa mesafelerde belirgin şekilde değişebilir. Bu faktörlerin tamamı gübre programlarından alınacak olası yanıtları etkiler. Bütün bunlar, 1990’larda veya sonrasında ayakta kalacak bir çiftlik işletmecisinin kendisine ait küçük bir denemesi olacağı, hassas kayıtlar tutacağı, hükümet programlarına, dünya pazar fiyat dalgalanmalarına ve toprak ve su koruma ihtiyaçlarına karşı esnek olacağı anlamına gelir.”

O dönemde henüz daha kullanılmıyor olsa da, bu bilimsel bitkisel üretim uzmanları, uyum sağlayıcı besin yönetiminin tanımını yapıyorlardı.

Uyum sağlayıcı yönetim, Bölüm 2’de, sürekli sistematik değerlendirmenin de yardımıyla, katılımcı öğrenmeyi kullanarak etkin üretim ve kaynak korunumu için daha iyi uygulamaların geliştirildiği sürekliliği olan süreç olarak tanımlanmıştır. **Şekil 7.1**, çiftlik düzeyinde uyum sağlayıcı besin yönetim sürecini kullanarak doğru uygulamanın seçimi üzerinde yoğunlaşan **Şekil 2.3**’ün sadeleştirilmiş halini göstermektedir. Bilimsel verilere dayalı karar uygulama seçimi ve ilgili faaliyetler konusundaki yönetim kararlarına öncülük eden doğru kaynak, doz, zaman ve yer önerisine konuma özgü çoklu faktörlerin entegrasyonunu ve paydaşlardan olacak katkıyı kolaylaştırır. Süreç ilerledikçe, üretkenlik, fayda ve çevresel etkiler gözlemlenir ve en sonunda ise kaynak kullanım etkinliği belirleme yetkinliğine ulaşılabilir. Gececek ilave bir zaman sonundaysa, uygulamaları kullanan sistemin devamlılığı yerinde uygulamalarla ortaya çıkarılır. Ve elde edilen bu deneyimlerin hepsi de, gelecekte doğru kaynak, doz, zaman ve yerin daha iyi öngörülmesini sağlayacak biçimde karar verme süreçlerini besler. Teoride, tamamlanan her bir döngü daha iyi kararlar ve daha uygun uygulamalarla sonuçlanacak bir potansiyele sahiptir. İdeal olanı, uygulama performansının değerlendirmesinin paydaşlarca önemli olarak kabul gören bütün göstergelere dayanılarak yapılmasıdır. Bu süreçte karşılaşılan herhangi bir sorun, dönemsel gözlemlere ve toplanabilecek verilere aşırı reaksiyon gösterilmesine neden olmamalıdır. Çok nadir olarak ortaya çıkan özel durumlar, yeniden oluşma olasılığı düşük olan uygulama etkileriyle sonuçlanabilir. Bu nedenle, uygulamalarda belirgin değişimler yapmadan önce, gözlemleri bilimsel prensiplerin filtresinden geçirmek daha akılcı bir yaklaşım olur.

Söz konusu bir bölgede, hangi uygulama setinin daha iyi olacağını, olası birçok faktör etkileyebilir ve yöresel esnekliğin neden kritik düzeyde önemli olduğunu ortaya koyar. Aşağıda bu konu hakkında bazı örnekler bulunmaktadır (Fixen, 2007):

- genellikle verim potansiyeli ve ürün değerini kapsayan bitki faktörleri ve bazı durumlarda dokudaki besin konsantrasyonları veya yaprak renkleri gibi birkaç yetiştiricilik uygulaması besin yönetimini etkileyebilir;
- toprak faktörleri sıklıkla, toprakların besin sağlama göstergelerini ya da besin döngüsünü ve bitki gelişimini etkileyen diğer fiziksel, kimyasal veya biyolojik özellikleri kapsar;
- üretici faktörleri arazi kullanım hakkı, sermaye uygunluğu, fırsat maliyetleri, çiftçilerin ve bölgesel danışmanların deneyimi/eğitimi ya da felsefi besin yönetim hedeflerini içerir;
- besin girdisi faktörleri ticari formlar veya besin içeren atıklar gibi mevcut olan kaynaklar, gübre ve gübre uygulama fiyatları gibi bilgileri kapsar;
- su kalitesi faktörleri nehir kenarları ya da yakındaki diğer su kütlelerindeki besin uygulama sınırlamalarını veya yeraltı suyu ile ilgili değerlendirmeleri içerebilir;
- iklim faktörleri modele dayalı destek sistemlerinin bazılarını çalıştırırken, diğer bazıları ise spesifik bir bitki büyüme sezonu için gerçek zamanlı hava bilgilerine yakın ve kısa süreli hava tahminlerine yanıt verirler;
- söz konusu alan için ilgili teknolojilerin hangisinin uygun olduğu kesinlikle, iyi bitki besleme uygulamalarının tanımını etkiler (örneğin, sezon içerisinde N uygulama dozunun ve zamanının düzenlenmesi bazı durumlarda elektronik sensör teknolojisiyle en iyi sonuçları verebilirken, diğerlerinde ise yaprak renk çizelgeleri daha kullanışlı olabilir);
- üreticiye doğrudan bağlı olmayan, gelecekteki pazar koşulları ve riskleri etkileyen ekonomik faktörler de besin kararlarını etkileyebilir.



7.3 Bitkisel Üretim Sistemlerinin Ötesi

İster tarla, ister çiftlik, ister sera veya diğer faaliyetleri yürütüyor olsun, bitkisel üretim sistemlerinin çoğu yöneticisi çoklu işletmelerde yer alırlar. Bir buğday üreticisi aynı zamanda bir sığır üretim işletmesine sahip olabilir. Bir mısır üreticisi çiftliğinin farklı bölgelerinde taze sebzeler üretip pazarlıyor olabilir. Bir çeltik üreticisi, şehirde hiç de ilgisi olmayan bir işte çalışıyor da olabilir. Bunların hepsi sık karşılaşılan durumlardır ve tarımın günümüzdeki gerçek koşulların birer parçasıdır. Ve de, uygulamalar hakkında alınacak kararlar üzerinde önemli düzeyde etkilidirler.

Böylesi bir durumda farklı işletmeler aynı donanım için birbirleriyle yarış içerisine girebilirler. Mısıra gübre uygulaması için gereksinim duyulan bir traktöre, büyük olasılıkla gübreleme zamanı ve kaynak seçimini etkileyecek biçimde biraz ötede hasat uygulamaları için de ihtiyaç duyulabilir. Girişimler, yöneticinin zamanı için de yarış içerisinde olabilir. Örneğin, bir çiftçinin şehir merkezinde bir işe sahip olması, geleneksel N kaynaklarını uygun zamanda ayrı ayrı uygulamasını engelleyeceğinden, en uygun kaynak olarak kontrollü salıverilen N'lu gübre seçilebilir.

Bu gibi uygulama kararları daima, 4D prensipleri eksiksiz biçimde göz önünde bulundurularak alınmalıdır. Sıklıkla, dışsal bir faktöre bağlı olarak doğrulardan bir tanesinde yapılacak düzenleme, yönetim uygulamalarının 4D-uyumlu halini yeniden sağlaması için diğer doğrulardan bir veya daha fazlasının da düzenlenmesini gerektirir.

7.4 Karar Desteği

Farklı birçok araç, besin yönetim uygulamaları hakkında karar alımlarına sistematik şekilde yaklaşp daha önce tartışılan birçok yan faktörün uyumuna yardımcı olmak için üreticiler ve danışmanlarınca kullanılabilir. Bitkisel üretim sistemlerindeki birçok potansiyel performans indikatörlerinin aynı anda iyileştirilmesi önemsiz olarak görülmemeli ve bu süreci destekleyen araçların oldukça gerekli olabileceği unutulmamalıdır. Çiftlik teknolojisine en düşük düzeyde dahil olan destek araçları ya küçük arazi sahiplerinin olduğu için ya da, ileri teknolojilere ulaşımın iyi olduğu bölgeler için uygun olabilir. Destek sistemlerinin geliştirilmesinin zorluklarından bir tanesi, besin yönetim uygulamalarının hem kısa dönem hem de uzun dönem etkilerinin en doğru şekilde değerlendirilme gerekliliğidir.

Besin yönetiminde gereksinim duyulan karar destek araçlarının ve sistemlerinin önemi, iyileştirilmiş etkinlik ve üretkenliğe olan talepteki artışla doğru orantılı olarak artar. Uygun karar destek araçlarının, birbirine bağımlı diğer birçok besin yönetim kararlarıyla beraber yardımcı destek sistemlerine entegrasyonu bazı bölgelerde yaygın olan bitkisel üretim sistemleri için hâlihazırda sonuçlandırıldığı halde, diğerleri hâlâ üzerinde çalışılmayı beklemektedir. Bu gibi entegrasyon çalışmaları, mevcut olan bilimsel yaklaşımların tarla koşullarında kullanımı için mutlak gereklidir. İçsel geri besleme yoluyla uyum sağlayıcı yönetimi kolaylaştıran açık, şeffaf destek sistemleri besin yönetiminde karar alınımının

kalitesini artırma konusunda umut vermektedir. Bu gibi anlaşılır ve açık sistemler, yerel besin yönetim uzman görüşlerinin sunulması ve konuma özgü yaklaşımların gerçekleştirilmesi için daha kullanışlıdır.

Ulaşılabilen bilgisayar programları, çok yüzeysel bir biçimde bir uygulama ya da karara yoğunlaşmış araçlardan, 4D Hassas Besin Yönetiminin birçok durumuna uyum sağlayan gerçek karar destek sistemlerine kadar değişkenlik gösterir. Aşağıda karar destek araçlarının ve sistemlerinin bir listesi verilmiştir:

- Nutrient Decision Support System (NuDSS – Besin Karar Destek Sistemi) - Sulu Çeltik** Araştırma Konsorsiyumu girişiminin bir parçası olarak, sulanan alçak arazilerde konuma özgü besin yönetiminde karar dayanağı sağlama düşüncesiyle sulu çeltik için geliştirilmiştir. Hedef kitle bilim insanları, yayım çalışanları ve bilimsel bitkisel üretim uzmanlarıdır [[On-line](#)].
- Nutrient Expert for Hybrid Corn (Hibrit Mısır için Besin Uzmanı) - Çiftlik danışmanlarına tropikal hibrit mısırı için besin önerileri yapımında yardımcı olmak için geliştirilmiş bir yazılım aracıdır.** Yazılım hâlihazırda, çok daha geniş çevrelerde mısır ve buğday için öneriler yapacak şekilde adapte edilmiş olup, toprak analiz bilgilerinin yokluğu bu yazılımın kullanımını sınırlandırmamaktadır [[On-line](#)].
- Fertilizer Chooser (Gübre Seçicisi) - Yazılım öneri süreçlerinde en son adım olarak geliştirilmiştir ve kullanıcıya, mevcut kaynaklar içerisinde en düşük maliyete sahip olanı bulmak için maliyet karşılaştırmaları yaparak, önerilen besin dozunu mevcut gübre kaynaklarının doğru miktarlarına dönüştürmede yardımcı olur** [[On-line](#)].
- Adapt-N - Cornell Üniversitesi tarafından mısırın sıra arasına uygulanacak N dozlarını tahminde kullanılmak için geliştirilen bir araçtır.** Basit toprak, yönetim ve ürün girdilerine bağlı olarak mısır üretimi için sezon içi N tavsiyeleri sunar ve erken dönem hava koşullarına bağlı toprak N'u değişimlerini dikkate alır [[On-line](#)].
- Corn-N (Mısır-N) - Nebraska Üniversitesi tarafından geliştirilen Hybrid Corn isimli ürün simülasyon yazılımına eşlik eden bir programdır.** Corn-N, intensif yönetim altında yetiştirilen mısır için mevcut ve bir önceki sezon ürün, işleme ve bitki artığı, temel toprak özellikleri, gübre yönetimi ve gübreleme ve tarlanın uzun dönem hava durumu bilgilerine dayanarak gübre ihtiyacını tahmin eder [[On-line](#)].
- Seed-Placed Fertilizer Decision Aid - South Dakota State Üniversitesi tarafından kabul edilebilir bir şekilde koşula özgü biçimde bir tohum sırasına ne kadar gübrenin yerleştirilebileceğine karar vermeye yardımcı olmak için geliştirilmiştir.** Bu karar yardımcısı

yaygın gübreler ve ürünlerin laboratuvarında yapılan çalışmalarına dayanır ve elde edildikçe yayınlanan tarla çalışmaları sonuçlarıyla doğrulanır [On-line].

- g) **Phosphate Rock Decision Support System (PRDSS)** – Özellikle, bitki, fosfat kayası özellikleri ve hava koşulları gibi diğer yan faktörlerin bir işlevi olarak, kullanıcılara özel bir fosfat kayasının suda çözünür P kaynaklarına göre agronomik ve ekonomik olarak uygun olup olmadığına karar vermede yardımcı olmak için geliştirilmiştir [On-line].

Dünya üzerinde mevcut bulunan özel bitkisel üretim sistemleri için birçok karar destek sistemi ve aracı mevcuttur ve bunlar besin uygulamalarının kaynağı, dozu, zamanı ve yeri için önerilerin iyileştirilmesinde büyük potansiyele sahiptirler. Bu gibi sistemleri geliştirenlerin, kullandıkları ürün bölgeleri için 4D Hassas Besin Yönetiminin bütün yönlerini ifade ettiklerinden emin olmaları gerekir.

KAYNAKLAR

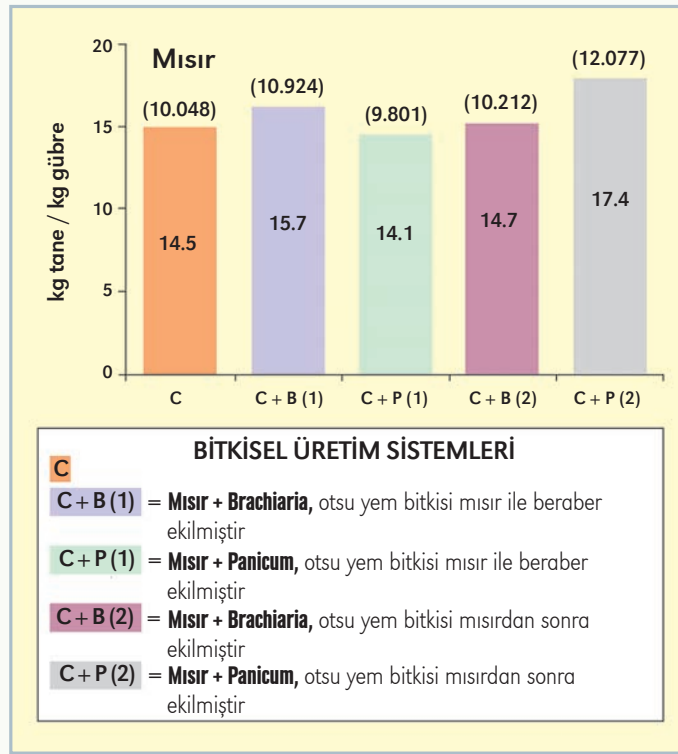
- Fixen, P.E. 1994. *In* Murphy, L.M. (ed.). Proceedings of the Intensive Wheat Management Conference, Denver, CO. Potash & Phosphate Institute, pp 49-56 (now the International Plant Nutrition Institute, Norcross, GA).
- Fixen, P.E. 2007. *In* Fertilizer Best Management Practices, First Edition. IFA, Paris.
- Thorup, J.T. and J.W.B. Stewart. 1988. *In* Proceedings of the 25th Anniversary Symposium of Division S-8, Advances in Fertilizer Technology and Use. Published for the Soil Sci. Soc. A. by the Potash & Phosphate Institute (now the International Plant Nutrition Institute, Norcross, GA).

Sorular

1. Uyum sağlayıcı yönetim aracılığıyla katılımcı öğrenme kullanımıyla iyileştirilmiş uygulamalar geliştirerek devam eden bir süreçtir.
 - a. bitkisel verimi değerlendirme
 - b. yan faktör değerlendirme
 - c. sürekli sistematik değerlendirme
 - d. bilimsel prensip değerlendirme
2. Besinlerin uygulanması için doğru kaynak, doz, zaman ve yer konusundaki kararları etkileyen yan faktörlerden birisi
 - a. geri besleme halkasıdır.
 - b. paydaş girdisidir.
 - c. çıktıdır.
 - d. hava durumudur.
3. Karar destek sistemleri, hakkında karar verme amacıyla sayısız yan faktörleri uyumlu hale getirmek için bilimsel anlayışı uygulayan araçlardır.
 - a. doğru kaynak, miktar, zaman ve yer
 - b. bilgisayar yazılımı
 - c. paydaş girdisi
 - d. felsefi besin yönetim amaçları

Örnek Olay 7.1-1 Brezilya'da, besin etkinlikleri ve bitkisel verimler üzerine üretim sistemlerinin etkisi. Kuru kış dönemleri, sürdürülebilir işlemsiz sistemlerin çiftçiler tarafından başarılı biçimde benimsenmesini engellemektedir. Bu nedenle, söz konusu topraklar genel olarak düşük bitki artığı girdisine sahip olurlar. Brezilya'nın birçok bölgesinde, tahılların tropikal yem bitkileriyle (çoğunlukla *Brachiaria* veya *panicum*) bir arada yetiştirilmesi toprağı koruma ve daha yüksek besin kullanım etkinliği, daha iyi verim ve ekonomik kazanç anlamındaki başarılı sonuçlarıyla kabul görmüştür. Aşağıdaki şekilde, benzer iyileşmeleri destekleyici şekilde 3-yıllık ortalama mısır verimleri gösterilmektedir. Mısır bitkisinin tek başına yetiştirilmesiyle elde edilen $10.048 \text{ kg ha}^{-1}$ lık verim, *Panicum grass* ile bir arada yetiştirildiğinde $12.077 \text{ kg ha}^{-1}$ a çıkmıştır. Birlikte yetiştirilecek doğru ot türü ve ekim zamanının seçimi besin kullanım etkinliğini (kullanılan bir birim gübre başına elde edilen tane verimi) %20 kadar artırmıştır. Brezilya'daki Peeters Tarım Şirketi'nin çiftliklerinden birinde, her yıl pamuk üretimi yapmak yerine, ikinci bitki olarak *Bracharia* ile beraber soya fasulyesi, mısır ve diğer yıl pamuk şeklindeki alternatif bitkisel üretim sisteminin kabul edilmesiyle elde edilen %100'lük kazanç artışı ekonomik uygunluğa bir örnek olarak verilebilir. Otsu yem bitkileri bu gibi sistemlerde, tek başlarına veya diğer taneli bitkilerle beraber yetiştirilir. Bu gibi bilgiler, doğru ürün rotasyonu ve birlikte yetiştirmenin çiftlikte daha fazla başarıya yol açabileceği şeklindeki uygulamaların adaptasyonunun ne kadar yeter düzeyde olacağına dair kesin örnekler oluşturmaktadır. Benzer bitkisel üretim sistemlerinin dünyanın diğer bölgelerinde de yaygınlaşması gerektiği düşünülebilir.

Kaynak: Crusciol CAC ve ark., 2010. Better Crops with Plant Food. 94:2, pp. 14-16.



L. Prochow, IPNI, Brezilya tarafından Aralık 2011'de yollanmıştır.

Örnek Olay 7.1-2 Çin koşullarındaki patates yetiştiriciliğinde azot yönetimini sulama rejimi ile uyumlu hale getirme. Çin'in kuzeybatısı sahip olduğu 200-400 mm ya da daha az yıllık yağışı ile kurak ve yarı-kurak bir bölgedir. Topraktaki nem eksikliği ilkbahar dönemlerinin çoğunda yeterli çimlenme ve filiz gelişimi için bir engel teşkil ederek, tarımsal üretimi sınırlar. Bitkisel verimi artırmak için çiftçiler sınırlı su kaynaklarıyla sulama yapmaya çalışırlar. Bölgede, patates ana üründür ve genellikle karıkla sulamaya uygun tarlalarda yetiştirilir. Son zamanlarda, her gün artan sayıda çiftçi patatesi eğimli alanlara kaydırıp, damla sulama ile sulamaktadır. Bununla birlikte, besin yönetimi, özellikle de N uygulaması, bu gibi koşullarda kısıtlama ve olasılıkların her ikisine birden sahiptir.

İç Moğolistan'ın Wuchuan kırsalındaki mollisol topraklarda, karık ve damla sulamayla sulanan patateslerde azot yönetimi için denemeler gerçekleştirilmiştir. Aşağıda yer alan **Çizelge 1**'deki sonuçlar, damla sulama ile sulanan bitkilere önerilen N'un tamamının ekimden önce uygulandığında, karıkla sulamaya göre daha yüksek yumru verimi, N geri kazanım etkinliği (GKEN) ve su kullanım etkinliği (SKE) elde edildiğini göstermektedir. Damla sulamayla sulanan bitkilere önerilen N'un sadece %50'sinin uygulanmasıyla, karıkla sulamada %100 N uygulamasında elde edilene benzer patates yumru verimi sağlanmıştır. Azaltılmış doz, karıkla sulama metoduyla karşılaştırıldığında daha yüksek N geri kazanım etkinliğine neden olmuştur, ancak %100 N ve damla sulama uygulamasına göre ise daha düşük su kullanım etkinliği göstermiştir. Damla sulama, bitkisel verimi korurken, su ($630 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$) ve N'lu gübre ($105\text{-}120 \text{ kg}\text{ha}^{-1}$) tasarrufuna neden olmuştur. Karıkla sulamada, N'un iki defada (taban + üst) uygulanmasıyla, başlangıçta tamamının uygulanması benzer patates yumru verimlerine neden olmuş, ancak iki defada uygulama ile daha yüksek N etkinliği elde edilmiştir. Sonuç olarak, her iki sulama yöntemi de, bitkisel üretimi ve besin kullanım etkinliğini optimize etmek için sınırlı su kaynaklarının ve gübre besinlerinin her ikisini birden kullanmak için mükemmel bir potansiyel barındırdığı sonucuna ulaşmıştır.

Kaynak: Li S ve ark., 2011. Better Crops with Plant Food. Vol. 95, 3, 20-23.

Çizelge 1. İç Moğolistan'da N yönetimi ve sulama rejimine patates bitkisinin tepkisi. 2009-2010 yıllarına ait iki yıllık ortalamalar.

N Yönetimi		Sulama	Ortalama yumru verimi, tha^{-1}	Ortalama GKE_N , %	Ortalama SKE, $\text{kg}\text{ha}^{-1}\text{mm}^{-1}$
Başlangıç	Çiçeklenme				
%100		Damla	37,3 a	34	431 a
%50			33,1 b	46	383 b
%30	%70	Karık	34,2 b	27	228 c
%100			33,0 b	22	220 c

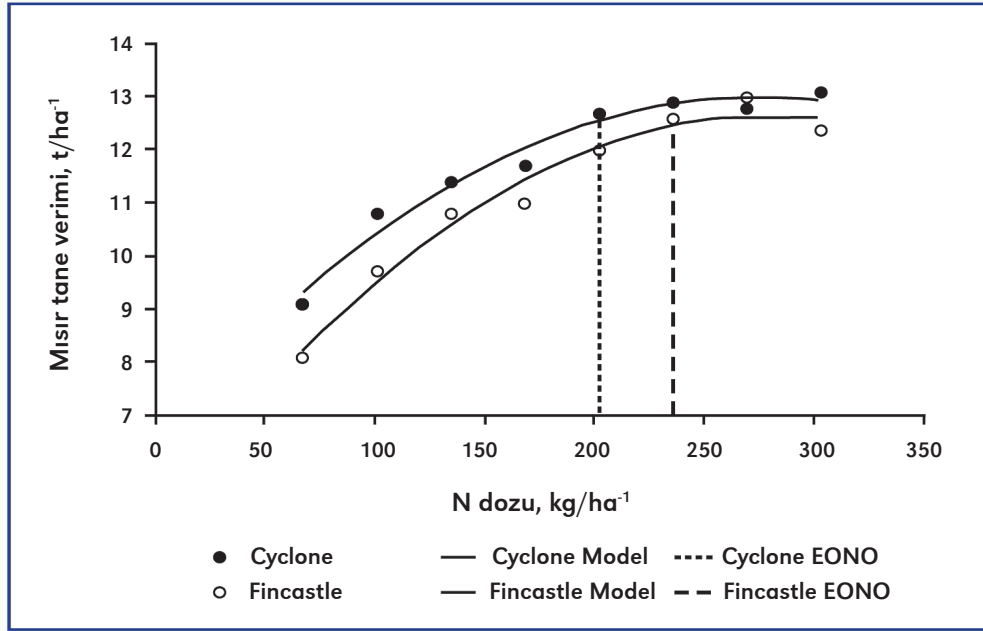
Not: $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O} = 210\text{-}90\text{-}165 \text{ kg}\text{ha}^{-1}$ in 2009, $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O} = 240\text{-}90\text{-}165 \text{ kg}\text{ha}^{-1}$ in 2010.
Her bir kolonda ardında ayrı harf yer alan sayılar istatistiki olarak $p < 0,05$ önem seviyesinde farklıdır.

S. Li, IPNI, Çin tarafından Aralık 2011'de yollanmıştır.

Örnek Olay 7.2-1 Birleşik Devletler'in Orta-batı bölgesindeki mısır yetiştiriciliğinde yöresel verilerin kullanımıyla topraklara uyum sağlayıcı azot yönetimi. Uyum sağlayıcı N yönetimine ait bu örnekte (Murrell, 2004) bilimsel bir bitkisel üretim uzmanı (agronomist) eyalet üniversitesinin önerdiği N dozlarında bazı iyileştirmeler yapmayı amaçlamıştır. Söz konusu bilimsel tarım uzmanı hâlihazırda, tarlaların kendi içlerinde özel yönetim zonları oluşturma amacıyla, toprak tiplerinin temel olarak alındığı konuma özgü yönetim programını geliştirmişti. Fosfor, K ve kireç her birinin kendi ihtiyaçlarının zorlamasıyla bu zonlar arasında farklılıklar göstermekte, ancak N hâlâ, tek ve sabit bir dozda uygulanmaya devam edilmekte ve üniversite konuma özgü uygulamalar için rehberlik hizmeti sunmamaktaydı.

Eğer gerekliyse, kendi arazisinde mevcut bulunan baskın iki toprak tipi için N önerilerinde ne tür farklılıkların yapılması gerektiğine karar vermek için, söz konusu bilimsel bitkisel üretim uzmanı kendi inisiyatifiyle 5 yıllık bir çalışma gerçekleştirdi. Bu çalışmada, söz konusu iki toprak için (Fincastle siltli-tını ve Cyclone siltli-tını) değişen N dozlarına yanıtları araştırdı. Azot dozları, üniversite önerilerini olduğu kadar yöresel çiftçilerin yönetim uygulamalarını da kapsayacak şekilde seçilen çalışma, yöresel bitkisel üretim uygulamalarını yansıtacak biçimde mısırın ardından soya fasulyesi gelecek şekilde tasarlandı.

Aşağıda yer alan şekil, daha yüksek organik maddeye sahip olan Cyclone siltli-tının, üniversite tarafından önerilenden (235 kg ha^{-1}) daha düşük bir ekonomik optimum N oranına (EONO) sahip olduğunu ifade eden 4-yıllık ortalamaların sonuçlarını göstermektedir (kurak geçen bir yıl çıkarılmıştır). Daha düşük organik maddeye sahip Fincastle siltli-tını ise hâlâ önerilen dozun (235 kg N ha^{-1}) tamamına gereksinim duymuştur. Bu sonuçlar, Cyclone toprağının bulunduğu alandaki çiftçilerin sahip oldukları düşüncelerle çelişmekteydi, çünkü daha verimli olduğundan daha az değil daha fazla gübreye gereksinimi olduğu düşünülmekteydi. Bu denemeden elde edilen sonuçlar, Cyclone toprağı için yeni önerilerin tasarlanmasında kullanılmış ve tarla içindeki topraklara bağlı olarak N oranlarını değiştiren yeni konuma özgü N programlarının başlaması için agronomistlere bilimsel temel oluşturmuştur. **Kaynak:** Murrell TS (2004). In AR Mosier et al., (eds). Agriculture and the nitrogen cycle: Assessing the impacts of fertilizer use on feed production and the environment. Scope 65. Island Press, Washington, DC. P. 155-165.



T.S. Murrell, IPNI, USA tarafından Aralık 2011'de yollanmıştır.

Örnek Olay 7.2-2 Azot yönetimi ve sulama uygulamalarının iyileştirilmesi etkinlik ve verimde artışa neden olur.

Güneydoğu Pregon ve güneybatı Idaho (Treasure Vadisi), önemli düzeylerdeki su ve N'lu gübre girdileri yardımıyla soğan, mısır, buğday, şeker pancarı, patates ve fasulye için yüksek verimlere sahiptir. Bu bölgede sulama imkanları gelişmeden önce, büyüme dönemindeki düşük yağışlardan ötürü tarım yapmak imkânsızdı. Yirminci yüzyıl başlarında inşa edilen baraj ve rezervuarlarla beraber sulu tarım mümkün hale gelmiştir. Seksenli yıllara kadar, çiftliklerde rutin olarak sonbaharda 170-225 kg N_{ha}⁻¹, ilkbahar veya yaz sezonunda ise diğer 170-335 kg N_{ha}⁻¹ kullanımı yaygın olan bölgede sulama genellikle karık yöntemiyle gerçekleştirilmekteydi.

Çıktılar

Uygulanan ve hasat edilen ürünlerle kaldırılan N'lu gübrenin dikkate alınması, toprak nitrat testleri ve yüzey köklü bitkilerle derin köklü bitkilerin rotasyona sokulması konularında çiftçilere yardımcı olmak için yoğun bir eğitim programı başlatıldı. Soğan ve patatesten sonra yetiştirilen şeker pancarı ve buğday gibi bitkiler, bir önceki bitkinin kullanmadığı artık toprak nitratının geri kazanımına yardımcı olmuştur. Azotlu gübrelemenin doğru zamanlaması, yerleştirilmesi ve dozları üzerine yapılan tanıtım çalışmaları, daha az besin girdileriyle daha yüksek verim ve daha kaliteli ürün elde edilmesi sonucunu doğurmuştur.



Bütün N'lu gübre girdilerinin dikkate alınması, besin uygulamaları ve yetiştirilen bitki için gereken miktarlar arasında daha iyi bir uyuma neden olmuştur. Üreticiler bu uyumu elde etmek için, gübre uygulamalarına rehber olması amacıyla toprak analiz sonuçlarına başvurmuştur. Patates ve şeker pancarı bitkilerinden alınan bitki yaprak sapı örnekleri de düzenli olarak analiz edilirken, soğandan kök örnekleri ölçülmekte ve buğday için de bayrak yaprakları analiz edilmektedir. Kış yağışlarıyla olan yıkanmaya hassasiyetinden ötürü, N'un sonbahar uygulamaları önemli düzeyde terk edilmiştir. Kuru geçen kışlarda, tohum ekim yataklarındaki gübre tuzları bitki filizlerinin gelişmesinde problemlere neden olabilir. Bugünlerde ise N uygulamaları tipik olarak Mart ayından Temmuz ayına kadar olan parçalı uygulamalar şeklinde ilkbaharda başlar. Bitkiler önceden tespit edilen bir olgunluğa ulaştıktan sonra, tam anlamıyla olgunlaşınca kadar daha fazla besine ihtiyaçları olup olmadığını test etmek için alınan doku örnekleri, analiz edilir.

Azot yönetimi ve sulama yönetimi birbirleriyle yakından ilişkili olup, birini bir diğeri olmadan yönetmeye çalışmak anlamsızdır. Azot yönetimini iyileştirmek, nitrat kaybını önleyecek sulama uygulamalarının geliştirilmesini gerektirir. Örneğin, yüksek infiltrasyon hızına sahip olan gevşek üst toprak ve kuru alt toprak yüzünden, karıkla yapılacak ilk sulamada nitratın kök bölgesinin altına yıkanma riski artar. Azotlu gübreyi ilk sulamadan sonra uygulamak ise nitrat kayıplarını azaltır. Bununla uyumlu yapılan uygulamaların soğan üreticilerine, verimi ve kaliteyi korurken, N'lu gübre uygulamalarının %25 azaltılma imkânı verdiği bulunmuştur.

Sulama uygulamaları için aşağıda sıralanan iyileştirmelerin yapılması besin yönetiminde kazanımlara neden olmuştur:

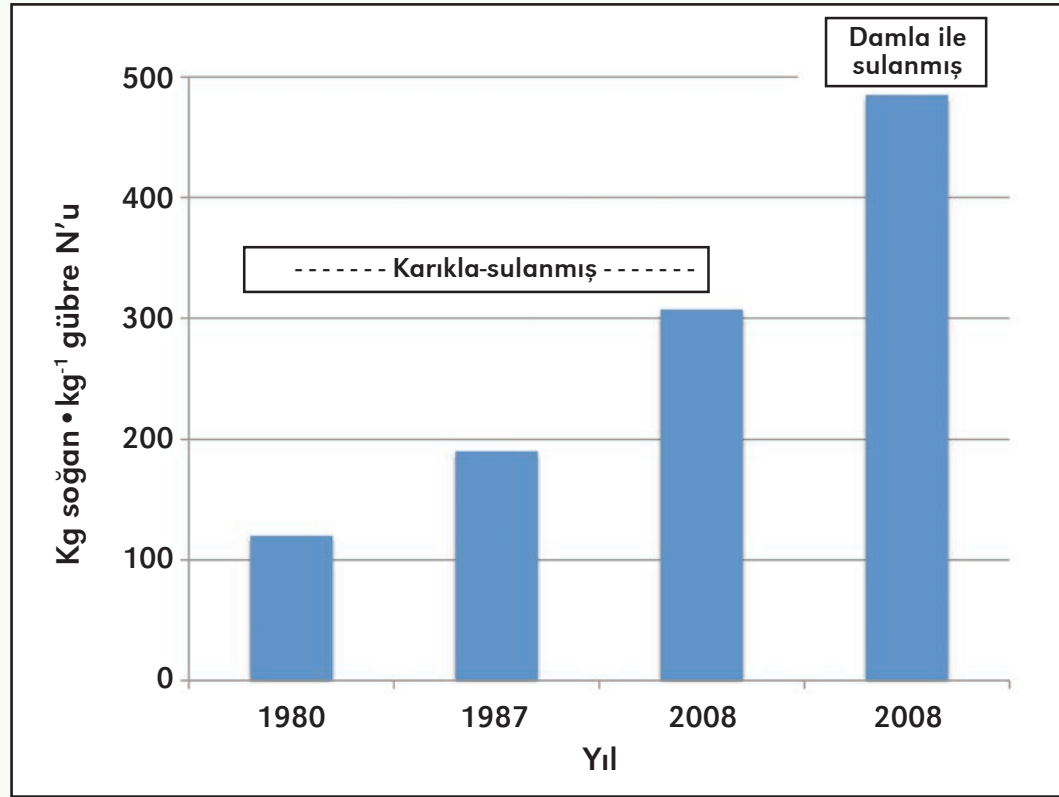
- Daha homojen su uygulamaları yapılabilmesi için tarlaların lazerle düzeltilmesi
- Toprak taşınmasını ve sediment kayıplarını engellemek için mekanik anız malçlama kullanılması
- Daha tekdüze su dağıtımına ve %35 daha az su kullanılmasına neden olan delikli boruların tercih edilmesi
- Tıkanmaları önleyerek, daha homojen su akışına izin veren yabancı ot eleklerinin kullanılması
- Toprak parçacıklarını bağlayarak, sulama kaynaklı erozyonu azaltan poliakrilamid ilavesi
- Suyun karıkla sulamadan daha homojen uygulanmasını sağlayan yağmurlama sulama sisteminin benimsenmesi
- Daha hassas su ve besin yönetimine izin veren damla sulamaya geçilmesi. Örneğin, damla sulamayla sulanan soğanlar, delikli borularla karıkla yetiştirilenlerin ihtiyaç duyduğu suyun sadece %60'ına ihtiyaç duyar
- Toprak nemi gözlemlene cihazlarının sulama zamanlamasına yardımcı olması düşüncesiyle kullanılması.

Geçmiş 20 yıllık süreçte taban suyu nitrat seviyesindeki eğilim, nitrat konsantrasyonlarının 1 ppm-yıl⁻¹'in biraz daha altındaki bir seviyeye düştüğünü göstermektedir. Benzer olarak, diğer tarımsal kimyasalların konsantrasyonlarında da önemli düşüşler meydana gelmiştir.

4D prensiplerinin bir bütün olarak benimsenmesiyle, besin kullanım etkinliğinin artırılmasında, üretkenliğinin yükseltilmesinde ve çevresel kazanımlara ulaşılmasında belirgin ilerlemeler kaydedilmiştir.

Çizelge 1. 1980-2008 yılları arasında Malheur County, Oregon'da soğan verimi ve N'lu gübre kullanımında iyileşmeler

	Karıkla-sulanmış			Damla-2007 sulanmış
	1980	1987	2008	2008
Verim, t·ha⁻¹	27	30	44	46
Uygulanan toplam N, kg·ha⁻¹	448	318	288	196



Şekil 1. Besin ve sulama yönetim programlarının hassas besin yönetimini iyileştirmesine örnek olarak, Oregon Malheur County'de soğan üretiminde azot kullanım etkinliğinde iyileşmeler.

Kaynaklar

Shock, C.C., and C.B. Shock. 2012. J. Integrative Agriculture. 11:14-30

R. Mikkelsen, IPNI, USA tarafından Ocak 2013'de yollanmıştır.

Örnek Olay 7.3-1 Yetiştirici koşullarına bağlı olarak buğdayda fosfor uygulamalarının seçimi. Olympia, Washington'da düzenlenen Uluslararası Toprak Testleri ve Bitki Analizleri Sempozyumu'nun bir parçası olarak toprak testlerinin yorumlanması hakkında düzenlenen bir atölye çalışmasının sonuçları, yetiştirici koşullarında P yönetim uygulaması seçiminin önemini göstermiştir (Fixen, 1994). Atölye çalışması katılımcıları 11 farklı ülkeden toprak analiz uzmanları olup, her birisinde 20 kişi olan iki sınıfa; her bir sınıf da ayrıca, her birisi beş katılımcıdan oluşan ve her birinin spesifik bir çiftçi hakkında bilgiye sahip olduğu dört gruba ayrılmıştı. Öncelikli gelir getirici bitkisi buğday olan dört çiftçinin her birisi aşağıdaki şekilde tanımlanmıştı:

- Genç kiracı. Yüksek bir borca sahip olan bu genç çiftçinin sermayesi oldukça düşük olup, 2 yıldan daha uzun süreli kiralamalar için girişimde bulunma şansı yoktur. Sermaye sınırlamalarından ötürü bölgedeki diğer birçoğundan, kısmen daha az ürün alır.
- İyi yapılanmış çiftçi. Bu kişinin borcu olmadığından, sermayesinin fazlasını diğer şirketlere yatırır ve alanda çok iyi verimlere sahiptir. Söz konusu alan çok kısa bir süre önce satın alınmıştır.
- Büyüyen çiftçi. Bu çiftçi kısa bir süre önce geniş bir alan satın aldığından, sermayesi düşüktür.
- Kısmi-zamanlı çiftçi. Bu çiftçi yeterli sermayeye sahiptir, ancak aynı zamanda 9 aylık bir öğretmenlik işini de beraberinde götürdüğünden, ekim sırasında ciddi zaman sorunuyla karşılaşır. Bu kişi mibzerle banda gübre uygulaması için zamanı olduğunu düşündüğünden, gübre sağlayıcısından gübre dağıtımı için yardım talep eder.

Çalışmada bütün gruplara aynı kalibrasyon verileri, alım verileri ve toprak test düzeyi verilerle, kendi çiftçileri için (yukarıda izah edilen dört tanesinden birisi) kısa ve uzun dönemlik P yönetim planları geliştirmeleri istenmiştir. Her bir grup kendi planını tamamladıktan sonra, planlar tartışılmış, toprak test yorumlarının kişiselleştirilmesini kolaylaştırmak için enstitü tarafından geliştirilen PKMAN isimli elektronik çizelge programınca basılan planlara bağlı olarak karşılaştırılmıştır. Program, P veya K'a en az paranın harcadığı, kullanıcı tarafından kabul edilebilir en düşük yatırım girdisine eşit bir geri dönüş sağlayan toprak test düzeyini tahmin etmeye yardımcı olur. Bu düzey, hedef toprak test seviyesi olarak kabul edilir. Hedef toprak test düzeyinde yazdırılan doz hasatla bitki tarafından uzaklaştırılan P veya K miktarına eşittir. Eğer önerilen doz tablosuna uyulursa, toprak testleri zaman içerisinde hedef düzeylerine yükselmeli veya düşmelidir.

Atölye çalışması gruplarından ilk yıl içerisinde ve uzun-dönem hedef toprak test seviyeleri için uygulanacak P miktarları istenmiş, önerileri aşağıdaki tabloda PKMAN çıktılarıyla beraber verilmiştir. Her iki sınıftan gelen öneriler birbirlerine ve birçok durumda da PKMAN çıktılarına oldukça benzer olmuştur. Sadece kısmi-zamanlı çiftçinin birinci yıl oranı istisna olmuştur. Bu çelişki, öncelikle, sınıflarca önerilen hedef toprak test seviyesine göre çok düşük bir birinci yıl uygulama dozundan kaynaklanmaktaydı. Bu durum sınıflarla tartışıldığında, gruplar hedef toprak test seviyesinin oluşturulabilmesi için birinci yıl dozunun artırılmasına ihtiyaç duyulduğu noktasında hemfikir oldular. Böylece, bilgisayar programlarından elde edilen öneriler toprak test uzmanlarınca sezgisel olarak geliştirilenlere benzer bulunmuştur. Bu çalışma, üretici koşullarının gübre dozları yerleştirilmeleri ve zamanlamaları hakkında verilen kararları nasıl etkileyebileceğini göstermektedir. Aynı zamanda bilgisayar araçlarının, agronomik uygulayıcılar tarafından toprak test yorumlarının kişiselleştirilmesini kolaylaştırabileceği ve 4D Hassas Besin Yönetimi programlarının iyi bir bileşeni olabileceğini göstermektedir. Kaynak: Fixen, P. 1994. In L.S. Murphy (ed.) Proceedings Intensive Wheat Management Conf., Denver, Co., Potash and Phosphate Institute (now IPNI). p49-79.

Çiftçi tipi	Birinci yıl oranı			Hedef toprak test seviyesi		
	Sınıf			Sınıf		
	1	2	PKMAN	1	2	PKMAN
	kg P ₂ O ₅ ·ha ⁻¹			mg·kg ⁻¹		
Genç kiracı	17	0	12	UD	UD	5
İyi yapılanmış	56	45	55	26	25	22
Büyüyen	28	0	37	14	10	14
Kısmi-zamanlı	22	39	94	22	20	20

UD: Uygun değil; Başlangıç toprak test düzeyi = 10 mg·kg⁻¹

P.E. Fixen, IPNI, ABD tarafından Aralık 2011'de yollanmıştır.

Örnek Olay 7.3-2 Çoklu zaman gereksinimleri altında N'lu gübre yönetiminin optimizasyonu. Dünyanın birçok bölgesindeki küçük arazi sahibi çiftçiler, ailelerine ait sınırlı gelirlerine yenilerini eklemek için sürekli olarak yeni yollar aramaktadır. Bu durum Çin'de son yıllarda, ülkenin çağa uydurulmaya çalışılan altyapısının inşası için en uygun iş gücünün çiftlikleri terk etmesi olarak kendisini göstermektedir. Sahip olunan teknoloji, sulu koşullarda yüksek verimli bitkiler yetiştiren çiftçilerin, en yüksek verimi almak ve N kullanım etkinliğini optimize etmek için N'u bölerek uygulaması gerektiği fikrini savunmaktadır. Bununla birlikte, üretim alanlarını terk eden işgücü oranındaki artış, uygun büyüme dönemlerinde N'un bölünerek uygulanması için yeterli iş gücü olmayacağı anlamına gelmektedir.

Kontrollü-salverilen (KS) gübre teknolojisi, çiftçilere bütün N'un ekimde uygulanmasına imkân verirken, büyüme sezonu süresince farklı zamanlarda serbest hale getirilen ilave bir N'lu gübre kaynağı sağlar. Bu kontrollü-salverilen N ürünleri sıklıkla, geç dönemdeki ihtiyaçları olduğu kadar acil ihtiyaçları da karşılamak için işleme tabi tutulmamış N'lu gübreyle karıştırılır. Bu ürünlerin çiftçilere ilave maliyetleri genellikle, çiftlik işçiliğinden yapılacak kesintiden olacak girdi tarafından karşılanabilecekten daha yüksektir. Ve kontrollü-salverilme ürününün etkinliği çiftçiye kendi normal dozunda veya çoğu durumda daha düşük dozda uygulama yapmaya imkân tanır.

Kaynak: IPNI, Çin, yayınlanmamış veri.

Uygulama	Sichuan	Chongqing	Hubei	Jiangxi
----- Çeltik verimi, kg-ha ⁻¹ -----				
Kontrol	4.167	5.635	6.243	5.623
Üre (parçalı)*	6.996	7.495	7.004	7.667
Üre/KSÜ**	7.120	8.352	7.524	8.134

* Ekim öncesinde üre olarak N'un %40'ı, ekimden 7-10 gün sonra %60'ı yine üre olarak

**Ekim öncesinde üre olarak N'un %40'ı ve KSÜ olarak %60'ı

A.M. Johnston, IPNI, Kanada tarafından Aralık 2011'de yollanmıştır

Örnek Olay 7.3-3 Yem bitkisi yönetimi aracılığıyla mandıra çiftliklerinde besin bilançolarının iyileştirilmesi. Hayvansal üretim Birleşik Devletler'in kuzeydoğusunda tarımın önemli bir parçasıdır. Hayvan çiftlikleri genellikle, yem olarak kendi yem bitkilerini (kuru ot, ot silajı ve mısır silajı) üretir, ancak sindirilebilir enerji ve protein seviyelerine ulaşmak için ilave tane yem satın alırlar. Hayvansal gübreler genellikle, yem bitkilerinin ve mısır silajlarının yetiştirileceği alana serpilir, böylece mineral besinlerin çoğu toprağa geri kazandırılmış olur.

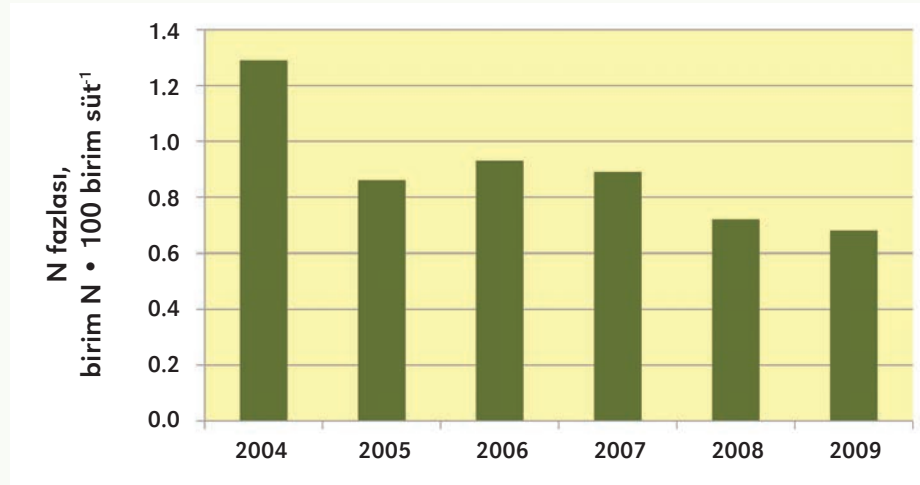
Hayvansal üretim çiftliklerinin çoğunda, satın alınan tane yem ve mineral ilaveleri formunda sisteme giren besinlerin miktarı, süt formunda veya satılan hayvanla çıkanları aşar. Bu çiftliklerde, hayvan gübresi olarak toprağa geri dönen besinlerin fazlaları zaman içerisinde, toprakta bitkisel üretim için gereğinden daha yüksek seviyelerde P ve K rezervleri oluşturabilir ve bunlar, su kalitesine zarar verecek biçimde yüzey akışıyla besin taşınması riskinin artmasına neden olabilir.

Ancak yem bitkilerinin optimum şekilde yönetilmesiyle besin fazlalığı sorunu giderilebilir. Şöyle ki, eğer yüksek kaliteli yem bitkileri verilirse, hayvanların beslenmesinde tahıllar ve mineraller şeklindeki ilavelere daha az gereksinim duyulur.

Virginia Tech'de Hayvansal Üretimde Yayım faaliyetleri yürüten Charles C. Stallings'a göre:

"Yem bitkilerinin miktarının beslenmede artırılması sadece büyükbaş hayvanların sağlığını artırmakla kalmaz, aynı zamanda P içeriği yüksek olduğu bilinen ilave besinlere olan ihtiyacı da düşürür. Örneğin, soya fasulyesinin, kuru ağırlıkça %0,3 P içeren kabayonca ile karşılaştırıldığında % 0,7 P içeriğiyle daha fazla P içerdiği görülmektedir. Basit bir anlatımla kabayonca ile sağlanacak protein, soyafasulyesine duyulacak ihtiyacı düşürecek ve daha düşük bir P ile sonuçlanacaktır. Aynı zamanda, birçok yan ürün yemler de yüksek P konsantrasyonlarına sahiptir. Tüm pamuk tohumu (%0,6), bira sanayi küspesi (%0,67) ve ethanol sanayi küspesi (%0,83) buna iyi birer örnektir. Beslenmede daha fazla yem bitkisinin kullanılması bu yemlere duyulacak ihtiyacı azaltacaktır."

Şekilde görüldüğü üzere, 1.100 sığırlık bir hayvan çiftliğinde 2004-2009 yılları arasında yem bitkisinin %52'den %60'a çıkarılması, çiftliğin N fazlasını neredeyse yarı yarıya azaltmıştır (Fields, 2011). Çiftliğin bitkisel ürün yöneticisi şunu ifade etmiştir: "Yüksek yem bitkisi diyeti kendi üretimimiz olan yüksek kaliteli yem bitkileriyle sağlanmıştır, böylece üretilen hayvan gübrelerindeki besinlerin tamamını kullanmamız gerekmektedir. Serpme döneminde direk enjeksiyona geçtik... enjeksiyon sayesinde, volatilizasyonla N kayıpları önemli ölçüde azaldığından mısır için daha fazla N'a sahip oluyorduk". Benzer biçimde, merkez New York'ta bulunan diğer bir 650 başlık sığır çiftliğinde, beş yıllık bir süre içerisinde çiftlikte üretilen yemin oranının %43'ten %59'a yükseltilmesiyle, hayvan



dışkılarındaki N ve P içerikleri sırasıyla %17 ve %28 oranında azalmıştır (Tylutki ve ark., 2004).

Azot ve P açısından besin bütçesinde ortaya çıkan iyileşme aşağıdakilerin kombine etkisinin sonucudur:

- Depolama sırasında hayvan gübresinden olan kayıpların minimize edilmesi
- Hayvan ve mineral gübrelerin doğru dozda, zamanda ve yere uygulanması
- Protein ve nötr deterjan fiber kalite hedeflerinin tutturulması için yem bitkisi türlerinin, ürün rotasyonlarının ve hasat zamanlarının seçilmesi
- Yem depolaması sırasında olacak kayıpların minimize edilmesi
- Hayvanların protein ve P ihtiyaçlarını karşılamak için mümkün olan en hassas biçimde beslenmesi

Kaynaklar

Fields, L. 2011. Cornell University Nutrient Management Spear Program, Whole Farm Evaluation Series.

Stallings, C.C. 2005. Virginia Cooperative Extension.

Tylutki, T.P. et al. 2004. The Professional Animal Scientist 20:58-65.

T.N. Bruulsema, IPNI, Kanada tarafından Kasım 2011'de yollanmıştır.

Örnek Olay 7.4-1 Nutrient Expert'in karar destek aracı olarak kullanılması mısır üretiminin kârlılığını artırmıştır. Endonezya'nın mısır yetiştirilen alanları olan Central Lampung ve Kuzey Sumatra'da, çiftçi koşullarında Nutrient Expert kullanımını yaygınlaştırmak için çalışmalar yürütülmüştür. Her bir bölge içinde, birbirlerine çok yakın tarlalarda gerçekleştirilen farklı uygulamaların sonuçları bir arada değerlendirilmiştir.

Nutrient Expert aracı, herhangi bir tarlanın negatif kontrol parsellerinden veya besin uygulamasına vekâlet eden konum veya yönetim karakteristiklerinden sağlanan besin sağlama durumu hakkındaki bilgilerden yararlanır. Söz konusu bu araç, N, P ve K uygulamaları için, bütün bölgede tek uygulama şeklinde genellemelere dayanan veya konuma özgü doğal besin sağlamalarını göz önünde bulundurmeyen çiftçi gübreleme uygulamalarından farklı dozlar ve gübreleme zamanları önerir.

Bu örnekte, besin sağlama durumu bitkisel üretim ve gübreleme geçmişine bağlı olduğu kadar, toprak tekstürü, derinlik ve rengi kapsayan temsili bilgilerden tahmin edilmiştir. Bu iki uygun koşulda ulaşılan mısır verimi 9 ton·ha⁻¹ olarak tahmin edilmiş ve söz konusu sezon için hedef verim olarak kullanılmıştır. Denemeler kurulduğunda, tohum, gübre ve tane fiyatları için aktüel değerler kaydedilmiştir.

Ortalama olarak, Nutrient Expert'in kullanımıyla Endonezya koşullarında daha az gübre kullanılarak daha yüksek verimlere ulaşılmıştır. Her bir besin elementinin konuma özgü besin ihtiyacını karşılama amacıyla ihtiyaç duyulan dozları daha fazla karşılamasıyla ve genel olarak bölünmüş uygulamaların sayılarının artırılmasıyla elde edilen iyileştirilmiş zamanlama sayesinde daha yüksek etkinlik ve kârlılık elde edilmiştir.

Çizelge 1. Geleneksel önerilere dayanan çiftçi gübre uygulamalarıyla (ÇGU) Nutrient Expert (NE) karar destek aracının karşılaştırıldığı mısır üretimindeki verim ve kârlılık

Mısır yönetim parametreleri değer-ha ⁻¹	Karıkla-sulanmış		Damla-2007 sulanmış	
	ÇGU	NE	ÇGU	NE
Verim (%15,5 nemde, ton)	7,60	8,69	8,20	9,03
Gelir (USD)	2.085	2.480	2.258	2.490
İnorganik gübre maliyeti (USD)	130	124	173	163
N (kg)	218	195	175	168
P ₂ O ₅ (kg)	40	34	59	23
K ₂ O (kg)	23	34	42	53
Organik gübre maliyeti (USD)	199	86	-	46
N (kg)	43	20	-	4
P ₂ O ₅ (kg)	24	11	-	4
K ₂ O (kg)	41	18	-	4
Tohum ve gübre maliyetleri (USD)	199	86	-	46
Beklenen kazanç (USD)	1.640	2.158	1.972	2.169

Kaynaklar

Pampolino, M. et al., 2011. IPNI, Penang, Malaysia. [On-line].
Witt, C. et al., 2009. IPNI, Penang, Malaysia. [On-line].

M. Pampolino, IPNI, Malezya tarafından Aralık 2011'de yollanmıştır.

Notlar



Bölüm 8

DESTEKLEYİCİ UYGULAMALAR

Bazı çalışmalar, doğru besin kaynağının doğru dozda, doğru zamanda ve doğru yere uygulanmasının yönetiminde etkili kararlar alınabilmesi için gerekli bilginin sağlanmasında önemli görevleri olduğu halde bu dört kategori içinde değerlendirilemez. Bu destekleyici uygulamaların birincisi gözle yapılan gözlemler veya bitkilerin yönetimi için mutlak gerekli olan ürün incelemeleridir. Bu uygulama çoğunlukla toprak ve bitki örneklerinin alımı ve analizi olarak bilinen ikinci bir destek uygulamasıyla bir arada değerlendirilir. Bir sonraki basamak ise, alınan toprak ve bitki örneklerinin güvenilir bir laboratuvar tarafından hassas ve doğru biçimde analizlerinin yapılmasıdır.

Etkin bir gübreleme için, elde edilen analiz sonuçlarının doğru olarak yorumlanması oldukça önemlidir. Değişen dozlarda gübre uygulama ekipmanlarıyla birlikte, bilgisayar destekli GPS ve GIS kullanımı çiftçilere tarlalarını daha küçük parçalara ayırma imkânı verir. Böylece, tarladaki doğal değişkenliklerden yararlanılarak tarlanın farklı bölgelerinde doğru dozda etkin bir gübrelemenin yapılması sağlanır. Söz konusu bu teknolojiler tarlada bulunan verim monitörleri ve sensörleri gibi diğer mekânsal bilgilerle beraber, toprak ve bitki analizlerinin daha hassas biçimde yorumlanmasını mümkün kılar.

8.1. Bitki Gözlemleri ve Besin Noksanlığı Belirtileri

Tarla gözlemlemesi bitkilerde mevcut bulunan düzeltilebilir veya önlenemez potansiyel problemlerin tespiti için önemlidir. Bu keşif çalışmaları, düzeltilebilir durumdaki potansiyel hastalık yayılmalarını (zararlı, bitki hastalığı ya da yabancı ot), besin azlıklarını veya noksanlıklarını ve toprak yönetim problemlerini gözleme amacıyla yapılır. Bu bölümde, besin kısıtları ve noksanlıkları tartışılacak olmakla beraber, tarlada çalışmaları yürütecek kişinin yukarıda sözü edilen bitki yönetim disiplinlerinin (örneğin, hastalık yayılımları, besin kısıtları veya toprak yönetim problemleri) birini diğeriyle karıştırmaması konusunda dikkatli olması gerektiğini belirtmek oldukça önemlidir. Bir kişi eğer sadece bir disiplindeki problemlere bakarsa, ürünün verim potansiyelini önemli ölçüde etkileyebilecek diğer olası problemleri gözden kaçırabilir.

Besin kısıtlarını ve noksanlıklarını tanımlama kazançlı bir bitkisel üretimin temelidir. Günümüzde besin noksanlığı tanımlama yeteneğinin geliştirilmesinde kullanılacak

birçok yöntem mevcuttur. Farklı besin noksanlıklarını gösteren renkli görüntülere sahip veya onları tanımlayan bültenler, çizelgeler ve kitaplar bu yöntemler arasında sayılabilir. Farklı besinlerin noksanlık belirtilerinin bitkilerin hangi kısımlarında çıktığına dair ipuçları **Şekil 8.1**'de yer almaktadır. Araştırılan besinin tarla koşullarında farklı dozlarda uygulanacağı küçük şeritler de bir gözlemcinin potansiyel besin noksanlıklarını görme eğitimine yardımcı olabilir. Bitkiler, bazı durumlarda buldukları ortamda besin yarıyışlılığı düşük olduğu halde geç dönemlere kadar mevcut miktar yetersiz gelmediği için noksanlık belirtileri göstermeyebilir. Görsel gözlemlerin dışında besin yarıyışlılık durumlarını belirlemede alternatif diğer yöntemlerin kullanımının nedeni de budur. Ancak, yaygın görsel besin noksanlığı belirtilerine ait bilgi ve tecrübe oldukça önemli bir yetkinlik tir. Bazı besin noksanlıkları eğer bitki büyümesinin erken dönemlerinde gözlemlenirse, ilave gübre uygulamasıyla düzeltilebilir. Fakat bazı besin noksanlıkları bitkiye ilave besin uygulansa da etkin biçimde giderilemez ve daha sonra ki ürünler (sezonlar) için sorunu giderici gübre uygulaması daha etkili bir yaklaşım olur.

Aşağıda yer alan **Çizelge 8.1**'de verilmiş basit açıklamalar bitkilerin çoğu için genel noksanlık belirtilerini tarif etmektedir. Ancak herhangi bir bitkinin eksik olan herhangi bir besin için çok daha spesifik noksanlık belirtisine sahip olabileceği de akıldan çıkarılmamalıdır.

Hatırlatma: Besin noksanlığı belirtileri genellikle tam olarak gözlemlenebilir değildir. Diğer besin noksanlıklarının, hastalık veya zararlı yayılımlarının veya hava koşullarına bağlı streslerin (kuraklık, su baskınları veya sıcaklık) maskeleyici etkileri besin noksanlıklarının görsel olarak hassas tanımlamasını engelleyebilir.

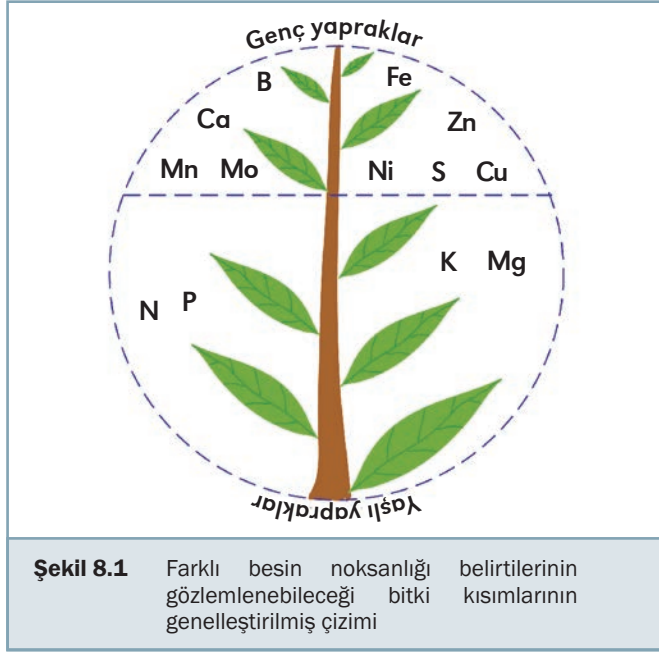
Hatırlatma: Noksanlık belirtileri genellikle şiddetli noksanlığın göstergesidir ve eğer ortamda sadece spesifik bir besinin azalması veya yoğun olmayan bir eksikliği söz konusu ise hiçbir şekilde gözlemlenmeyebilir. Bununla birlikte, bazı durumlarda ekonomik herhangi bir kayba neden olmadan belirtiler meydana gelebilir; örneğin, tahılların son dönemlerinde alt yapraklarda ortaya çıkan N ve K noksanlığı belirtileri.

Çizelge 8.1 Bitkilerde besin noksanlığı belirtilerini tanılama anahtarı	
Nutrient	Alt (yaşlı) yapraklarda renk değişimi (bitki içinde taşınabilen besinler)
N	Açık yeşil veya açık sarı renkli küçük bitkiler... ilk olarak yaşlı yapraklar sararır (kloroz)... sararma yaprak uçlarından başlar ve orta damar boyunca genişler (mısır ve süpürge darısı).
P	Mora çalan koyu yeşil yapraklı küçük bitkiler.
K	Sarı/kahverengi renk değişimi ve yaşlı yaprakların dış kısımları boyunca kuruma... mısır ve süpürge darısında yaprak uçlarında başlar.
Mg	Yaprak ucuna yakın bölgede açık yeşile doğru renk değişimi... damarlar arasında parlak bir sarı renk halini alır, en sonunda da kenarlardan başlayarak içe doğru kırmızımsı-mora dönüşür.
Besin	Üst (genç) yapraklarda renk değişimi (bitki içinde taşınamayan besinler) Tepe tomurcuk ölür
Ca	Birincil yaprağın çıkışı gecikir... tepe tomurcuklar bozulur... mısırdaki yaprak uçları yapışabilir.
B	Yaprakların büyüme noktasına yakın yerleri sararır... büyüme tomurcukları beyaz veya açık kahverengi ölü dokular halini alır.
Besin	Üst (genç) yapraklarda renk değişimi (bitki içinde taşınamayan besinler) Tepe tomurcuk canlı kalır
S	Damarlar dahil yapraklar soluk yeşilden sarıya doğru renk değiştirir... ilk olarak en genç yaprakta başlar.
Zn	Turuncgillerde damarlar arası kloroz ve yaprakların kahverengileşmesi şeklinde ifade edilebilir. Mısırdaki, orta damarın her bir tarafında beyazdan sarıya şeritler meydana gelir... bitkilerin boyları ve boğumlar arası mesafesi kısalmış... bazı fasulye türlerinde yeni büyüyen yaprak ölebilir.
Fe	Kloroz ilk olarak gövdenin en tepe noktasındaki genç yaprakta görünür... yaprağın rengi damarlar hariç homojen biçimde sarıya döner... noksanlık şiddetlendikçe kahverengi noktalar veya ölü dokular meydana gelir.
Mn	Damarları yeşil, sarımsı-gri veya kırmızımsı-gri yapraklar... marjinal düzeyde damarlar arası kloroz... klorotik yapraklar normal şekillerini korurlar.
Cu	Genç yapraklar homojen biçimde soluk sarı veya kloroz olmaksızın soluk olabilir. Küçük taneli tahıl bitkilerinde, demet şeklinde büyüme, nekrotik uçlara sahip kıvrılmış genç yapraklar, başaklarda zayıf tane dolumu.
Cl	Kloroz oluşumunca takip edilen üst yapraklarda solma. Küçük taneli tahıl bitkilerinde, bazı çeşitlerin yapraklarında klorotikten nekrotiğe doğru değişen noktalar.
Mo	Soluk ve kenarlar boyunca nekrotiğe dönen genç yapraklar. Yaşlı yapraklarda N kullanımındaki sorunlar kaynaklı kloroz.
Ni	Koyu noktalara sahip kıvrımlı yaprak tepe noktaları.

Buna benzer belirtilerin herbisitler, hastalıklar veya zararlılar kaynaklı belirtilerle karıştırılabileceği akıldan çıkarılmamalıdır. Su fazlalığı veya eksikliği ya da rüzgâr zararlanmaları, besin noksanlıklarını taklit eden problemlere neden olabilir. Tanılamada mutlaka belirtilerin tarla içerisindeki dağılımı ve toprak koşulları veya zararlı ve hastalık durumu ile olan ilişkileri göz önünde bulundurulmalıdır.

Hatırlatma: Birçok bitki, noksanlık sinyalleri görülmeye başlamadan çok önce verim kaybına maruz kalabilir. Bu maliyetli verim sınırlayıcı koşul **GİZLİ AÇLIK** olarak isimlendirilir.

Gizli açlık, verim ve kaliteyi bitki hiçbir zaman noksanlık belirtisi göstermeksizin önemli ölçüde düşürebilir. Zaman içerisinde her gün daha fazla bitkisel üretim alanı, şiddetli noksanlık belirtisi görülmeksizin yeter düzeyin altında besin seviyelerinden olumsuz etkilenmektedir.



8.2 Toprak Testi

Toprak testi besin noksanlıklarını önceden tahmin etme çalışmalarında en sık kullanılan yöntemdir. Çiftlik yöneticileri, danışmanlar ve araştırmacılar için en etkin yönetim aracı haline gelmiş olup, toprak sağlığının gözlemlenmesinden, gübre ihtiyaçlarının belirlenmesine ve karşıt çevresel etkilerin potansiyelinin değerlendirilmesine uzanan çok farklı düzeylerde bilgi sağlar. Toprak testinin amaçları şu şekilde sıralanabilir:

- besin yetersizlikleri başta olmak üzere, toprakta verimi sınırlayıcı faktörleri tanımlama;
- testi yapılan toprağın besin sağlama kapasitesini, ve böylece, gübre ve kireç önerilerinin hazırlanmasına nereden başlanacağını gösterme;
- yetiştirilen ürünlerin geçmişi, toprak etüt haritaları ya da verim haritaları gibi üretim bilgileriyle bir araya getirilerek besin yönetim planları geliştirme;
- besin yönetim programlarının, yönetim hedeflerini karşılamasını sağlayacak şekilde, toprak verimliliğini ve zaman içerisindeki değişimini gözlemlenme;

- uygulanan besinlere yanıtın en yüksek nerede olacağını belirleyerek risk yönetimini sağlama.

Toprak örnekleme genellikle, tek yıllık bitkilerin ekimi veya çok yıllık bitkilerin aktif büyüme sezonu öncesinde yapılır. Toprak testindeki en yüksek hata potansiyeli toprak örneği alınması aşaması için söz konusudur.

Doğru toprak testi prosedürleri ancak alanı temsil eden doğru örneklerin alınmasıyla gerçekleştirilebilir. Temsil eden örneklerin toplanması üst düzeyde dikkat ve yeterlik gerektirir. Örnek birçok durumda, laboratuvara yollanan topraktan on milyon kat daha fazla bir hacmi temsil eder. Bu sebepten, alınan toprak örneği ister küçük ister büyük bir tarlayı temsil etsin, bütün tarlanın farklı bölgelerinden çoklu örneklerin alınarak bir araya getirilip iyice karıştırılması, analiz için doğru bir temsili örneğin alınması açısından oldukça önemlidir. Eğer toprağı iyi temsil

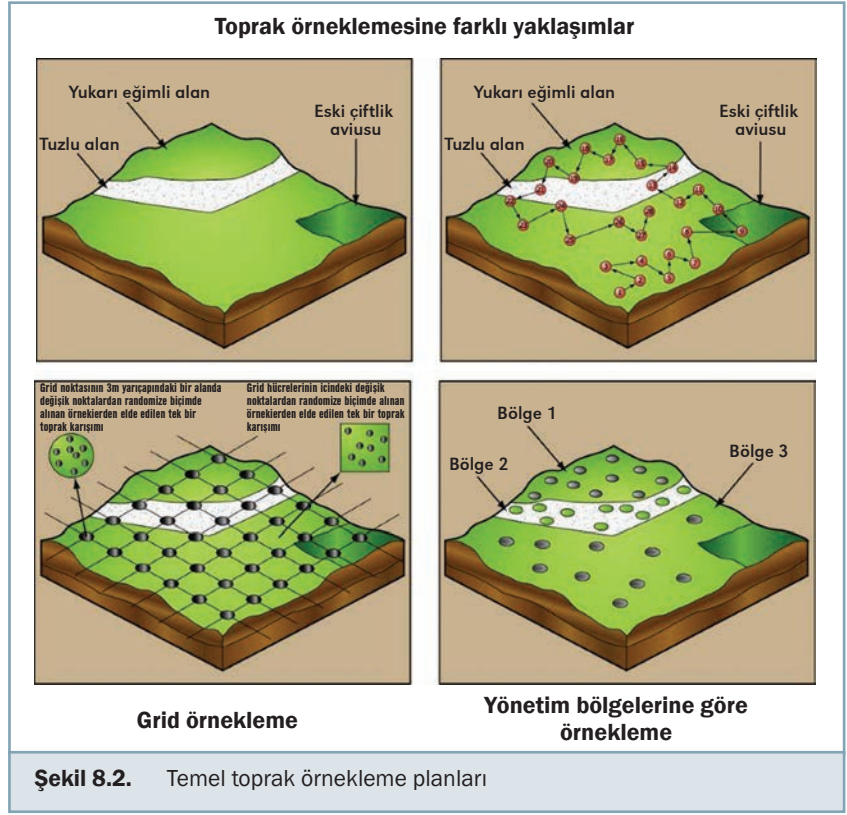
Sorular ?

- Soya fasulyesi üst yapraklarında damar aralarında sararma gösterirse, bir kişi bunun hangi besin elementi noksanlığı olabileceğinden şüphelenebilir?
 - Ca.
 - N.
 - Mg.
 - Mn.
- Genç bir mısır bitkisinin alt yaprakları uçta ve kenarları boyunca sarı bir renk gösterirse, bu bitki hangi besin elementince yoksun olabilir?
 - N.
 - P.
 - K.
 - Mg.
- Bir buğday bitkisinin sapa kalkma fazında, tarlanın çoğunda homojen biçimde koyu yeşil bir renge sahipken, daha aşağılarda yer alan sulu alanlarda sarı olmasının nedeni ne olabilir?
 - N noksanlığı.
 - Böcek zararı.
 - Kötü drenaj.
 - Rüzgâr zararı.
- Herhangi bir görsel noksanlık belirtisi göstermeden bitki gelişimi ve verimini azaltan besin noksanlığı
 - gizli açlık olarak adlandırılır.
 - zararlılar ve hastalıklar kaynaklıdır.
 - sadece kolaylıkla taşınabilen besinlerde meydana gelir.
 - sezon içerisinde giderilebilir.

eden bir örnekleme yapılırsa, analizler toprağın beslenme durumunu tahmin etmede güvenilir sonuçlar verebilir. Toprak testi laboratuvarları genellikle, hizmet ettikleri kişilere aşağıda yer alan örnekleme talimatlarını verirler:

Tarla Örneklemesi İçin

- Belirgin topografyaya, toprak tipine ya da gözlemlenebilir renk gibi belirgin özelliklere veya bilinen geçmiş dönem yönetim uygulamalarına sahip tarla kısımlarından ayrı birer toprak örneği alınmalıdır. Böylece, büyük bir tarla konuma özgü homojen toprak alanlarına veya farklı geçmiş üretim alanlarına ayrılabilir. Örnekler için belirgin kalıcı bir numara belirlenerek, kayıt edilir. Örnekleme alanlarının bir haritası çıkarılır. Eğer kullanım için GPS aleti mevcutsa, örneklenen noktaların konumu kayıt edilip, gelecekte referans olarak kullanılmak için saklanabilir.
- Özellikle mikroelement analizleri için temiz plastik bir kova kullanılır çünkü metal kovalar örneği kirletebilir.
- Laboratuvar tarafından toprak analizi için önerilen derinlikte/derinliklerde örnek alınır.
- Eğer ortamda yukarıdan yıkanan yarayışlı besinler için potansiyel varsa, ekimi düşünülen bitkinin kök derinliğinden ilave toprak altı örnekler alınabilir. Bu özellik, N, S ve Cl gibi toprakta hareketli besinler için önemli; P ve K ve mikroelementlerin çoğunda olduğu gibi düşük hareketliliğe sahip besinler için daha az önemlidir.
- Birçok durumda, en az 15-20 örnek, daha sonra toprak testi laboratuvarına yollanmak için içinden alt örneğin alınacağı karışım olarak harmanlanmış tek bir örnek elde etmek için tesadüfi biçimde alınmalıdır.
- Örnekler, çeşitli örnekleme araçlarından (burgu, kürek, mala vb) bir tanesi kullanılarak alınabilir. Örnek karışımı bir ile birkaç kg arasında olabilir.
- Analizler için, alt bir temsili örnek alınacak her bir toprak örnekleme alanından alınan topraklar düzgün bir biçimde karıştırılır. Bu adım oldukça önemlidir. Karıştırma esnasında kesekler parçalanmalıdır. Yetersiz karıştırma, elde edilen örneğin alanı temsil özelliğini azaltabilir. Eğer toprak karıştırmayacak kadar nemliyse öncelikle bir süre kuruması için beklemek gerekir.
- Örnekleri laboratuvara yollamak için çok çeşitli taşıma gereçleri kullanılabilir. Bazı laboratuvarlar, karton bir kutunun içinde plastik torba veya iç tarafına plastik tabaka yapıştırılmış kâğıt torbaları hizmet amacıyla sunarlar. Eğer spesifik bir laboratuvar taşıma gereci yoksa iki adet



Şekil 8.2. Temel toprak örnekleme planları

yeni, sağlam ve dayanıklı plastik torba kullanılabilir. İçteki torba örneği içerirken, dıştaki torba ise örnek hakkındaki tanıtm kâğıdı ve örnek etiketi için kullanılır.

- Ellerden olabilecek mikroelement bulaşmalarını engellemek için toprak örnekleriyle çalışılırken eldiven takılmalıdır.
- Eller kullanılarak karıştırılmış toprağı kovadan çıkarıp, eller açık örnek kapları üzerinde ileri geri sallanarak topraklar silkenir, böylece toprak parçacıklarının bir kısmı konteynırın içine diğer kısımları da dışına dökülür. Bu prosedür, kovanın içindeki örneğin tamamının bir kısmının alt örneği temsil edeceğinden emin olana kadar tekrarlanır ve sonunda 0,5 kg kadar toprak analiz için taşıma kabına aktarılır.
- Toprak örneklerinin laboratuvara yollanana kadar serin bir yerde veya buzdolabı içinde saklanması tavsiye edilir. Eğer örneklerin laboratuvara ulaştırılması birkaç günden fazla sürecekse, toprak örnekleri, homojen biçimde dağıtılabilecekleri düz tavalarda koşullarında kurutulabilir. Toprakların bu şekilde bir işleme tabi tutulması durumunda, laboratuvar bu konu hakkında bilgilendirilmelidir.
- Tanıtm kâğıdı eksiksiz doldurulmalıdır.
- Tarlaların çoğunun her 2-3 yılda bir örnekleme tavsiye edilmekle beraber... daha sık örnekleme arzu edilir.
- Sonuçların bir kopyası saklanır.

Çizelge 8.2 Kalibre edilmiş dokuz farklı P testi için kullanılan ekstrakte edicilerin ekstraksiyon süresi ve toprak: ekstraksiyon çözeltisi oranları için karşılaştırması

Analiz Adı	Yöntem	Kaynak	Dikkat edilmesi gereken toprak pH'sı koşulları
Olsen P	0,5 M sodyum bikarbonat (pH 8,5) - 1:20 toprak:çözelti karışımında 30 dk.	Olsen et al., 1954. USDA Circular No. 939	Hafif asidik, nötr ve hafiften oldukça alkaliye ve alkali ve kireçli topraklar (toprak pH'sı 6,0 >7,2)
Colwell P	0,5 M sodyum bikarbonat (pH 8,5) - 1:100 toprak:çözelti karışımında 16 saat	Colwell 1963. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 3, 190-198	
Laktik asit P	0,02 M kalsiyum laktat - 1:50 toprak:çözelti karışımında 90 dk.	Colwell 1970. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 10, 774-782	
Bray P1	0,025 M HCl içinde 0,03 M amonyum florür - 1:7 toprak:çözelti karışımında 1 dk.	Bray and Kurtz 1945. Soil Sci. 59, 39-45	Asidikten hafif alkaliye (toprak pH'sı <7,2). Yüksek kireç içerikli alkali topraklar için uygun değildir.
Bray P2	0,1 M HCl içinde 0,03 M amonyum florür - 1:7 toprak:çözelti karışımında 40 saniye veya 1:10 toprak:çözelti karışımında 60 saniye	Bray and Kurtz 1945. Soil Sci. 59, 39-45; Chu, P. 1997.A&L Labs, Richmond, VA	Asidikten hafif alkaliye (toprak pH'sı <7,2). Bu yöntemde Bray 1'deki 0,025 M HCl yerine 0,1 M HCl kullanılır. Böylece alkali topraklarda ilave P bileşikleri çözünecektir. Yüksek kireç içerikli alkali topraklar için uygun değildir.
Mehlich -1 P	0,0125 M H ₂ SO ₄ içinde 0,05 M HCl - 1:4 toprak:çözelti karışımında 5 dk.	Mehlich 1953. North Carolina Soil Test Div. Publ. 1-53	Asidikten hafif alkaliye (toprak pH'sı <6,0'dan 7,2'ye)
Mehlich -3 P	0,001 M EDTA içinde 0,2 M asetik asit, 0,25 M NH ₄ NO ₃ , 0,015 M NH ₄ F ve 0,13 M HNO ₃ - 1:10 toprak:çözelti karışımında 5 dk.	Mehlich 1984. Comun. Soil Sci. Plant Anal. 15, 1409-1416	Asidikten hafif alkaliye (toprak pH'sı <6,0'dan 7,2'ye). Mehlich-1'e göre çoklu elementleri ekstrakte ve analiz etmeye yarar. Yüksek kireç içerikli alkali topraklar için uygun değildir.
Seyreltik CaCl ₂ P	0,005 M kalsiyum klorür -1:5 toprak:çözelti karışımında 18 saat	Moody et al. 1988. Aust. J. Exp. Agric. 23, 38-42	
Asitte ekstrakte edilebilir P	0,005 M sülfürik asit -1:200 toprak:çözelti karışımında 16 saat	Kerr and von Steiglitz 1938. BSES Tech. Comm. No 9	
lyon değişim reçinesi	Anyon ve katyon değiştirici reçine karışımı	Van Raij et al. 1986. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 17(5)	
Morgan	0,54 M CH ₃ COOH + 0,72 M NaCH ₂ COOH (pH 4,8) - 1:5 toprak:çözelti karışımında 15 dk.	Morgan, 1941. Connecticut Ag. Exp. Sta. Bull. 450	
Modifiye Morgan	0,62 M NH ₄ OH + 1,25 M CH ₃ COOH (pH 4,8) - 1:5 toprak:çözelti karışımında 15 dk.	McIntosh, 1969. Agron J. 61:259-265	

Kötü Gelişim Gösteren veya Problemlili Alanların Tanınması İçin

- Yukarıda izah edilen tekniklerle, tarlanın-bahçenin iyi ve kötü kısımlarından ayrı ayrı örnekler toplanır.
- Hem yüzey hem de yüzey altı için örnekleme yapılır.
- Örneklerle beraber, gözlemlenen kötü büyüme belirtilerinin bir açıklaması da yollanır.
- Eğer dijital bir kamera mevcutsa, hem sorunlu hem de iyi alanlardan birer görüntü alınarak, problemin tanımlanmasında yardımcı olarak kullanılabilir.

Banda Gübre Uygulamasında Toprak Örnekleme

Toprak P'u gibi bazı elementler toprakta görece hareketsiz olduğundan, gübrelerin hassas yerleştirme benzeri bazı uygulamalarla banda uygulandığı yerlerde, toprak örnekleme özel bir önem gerektirir. Bu gibi durumlarda, eğer sadece birkaç bant örneğe dahil edilirse tesadüfi örnekleme test sonuçlarının yüksek çıkmasına neden olabilir. Avustralya'da yapılan bir araştırmaya göre, bantların veya tohum yataklarının nerede olduğunun tam olarak bilindiği yerlerde, banttaki örnek yerlerinin bantlar arası örnek yerlerine oranının 75, 60 ve 30 cm sıra aralığı için sırasıyla 1:20, 1:16 ve 1:8 olması gerektiği ifade edilmiştir. Diğer bir alternatif ise hatlara dik bir dilimin alınmasıyla besinlerin

banda uygulandığı veya uygulanmadığı toprakları bir arada değerlendirmektedir. Ancak bu yöntemin geçerliliği, gübreleme yanıtının öngörülmesi noktasında diğer örnekleme yöntemleriyle göreceli olarak karşılaştırılmamıştır.

8.3 Toprak Analizi

Çok sayıda toprak analizi mevcuttur ve doğru bilgilerin toplanmasında uygun analizin seçimi kritik öneme sahiptir. Hangi yöntemin seçileceğini toprak test laboratuvarı bitkisel üretim uzmanı veya yöneticisiyle tartışmak oldukça faydalı sonuçlar doğurabilir. Laboratuvarların çoğu, her bir besin veya besin grubu için rutin olarak spesifik bir ekstraksiyon (özütme) ve analiz yöntemi kullanır; ancak spesifik bir toprak koşuluyla karşılaştırılması durumunda, farklı bir yöntem de başvurulabilir. Ekstraksiyon çözeltileri nasıl kalibre edilir?

Spesifik bir analiz, toprak örnekleri olarak ve ardından da ilgilenilen besinin istenen bir kısmını ekstrakte etmek için değişik analitik prosedürler kullanıp, analiz edilen toprağın ağırlığı ile yeniden ilişkilendirilerek geliştirilir. En doğru şekliyle, ölçülen besinin düzeyi, ilgili spesifik besine yanıtı değerlendiren bir seri bölgesel tarla denemeleriyle kalibre edilir. Bu kalibrasyon denemelerinde besinin yarayışlı bir formunun, sıfırdan aşırı yüksek düzeylerine kadar eşit aralıklarda artan dozları kullanılır.

Özel bir toprak analiz yönteminin seçimi, bir bitki kökünün toprak çözeltilisinde ulaşabileceği veya bitki büyüme sezonu boyunca yarayışlı forma dönüşebilecek daha az yarayışlı formlarını en iyi gösteren özel bir ekstraksiyon sürecinin seçimi anlamına gelir. Farklı çevrelerde ve toprak tiplerinde, belirli bazı prosedürler, özellikle büyüme sezonu boyunca toprak çözeltilisini destekleyecek olan daha az yarayışlı havuzdan elde edilebilecek miktar başta olmak üzere besin yarayışlılığı hakkında daha iyi değerlendirmelere yardımcı olur. Örneğin P, topraklarda bir dizi organik ve inorganik formlarda bulunur. Bütün koşullarda, bitkiye yarayışlı P'un düzeyini önceden bildirebilecek tek bir özütme çözeltilisi yoktur. Bunun sonucu olarak da, özel durumlarda kullanılmak için bir dizi özütleyici çözelti geliştirilmiş ve bunlardan bir kısmı **Çizelge 8.2'**de verilmiştir. Özütme süreçlerinin her birisi kendisine ait kritik değerlere sahiptir. Bu nedenle, ne zaman bir analiz sonucu elde edilirse, yetiştirilen ürün için tarla denemeleriyle belirlenen kritik düzeylerle karşılaştırılarak yorumlanmalıdır. Elde edilen sonuçları en iyi şekilde yorumlamak için hangi analiz yönteminin kullanıldığından emin olunması gerekir.

Toprak analizleri faydalı bilgiler verirken, sonuçlarının yorumlanmaları üstü kapalı bazı tahminleri de içerir. İlk olarak, toprak testleri genellikle P gibi hareketliliği düşük olan besinlerin önemli bir kısmının bulunduğu üst toprakta yapılır. Bununla birlikte, N ve S gibi hareketli besinler örnekleme derinliğinin altlarına taşınabilir, bu sebepten analizi yapılan toprak tarlada bulunandan daha düşük yarayışlılık gösterebilir. Yapılan bir üst toprak analizi, analiz edilen topraktaki besin miktarının aşağılara doğru gidildikçe etkin kök derinliğindeki besin yarayışlılığıyla orantılı olduğunu kabul eder.

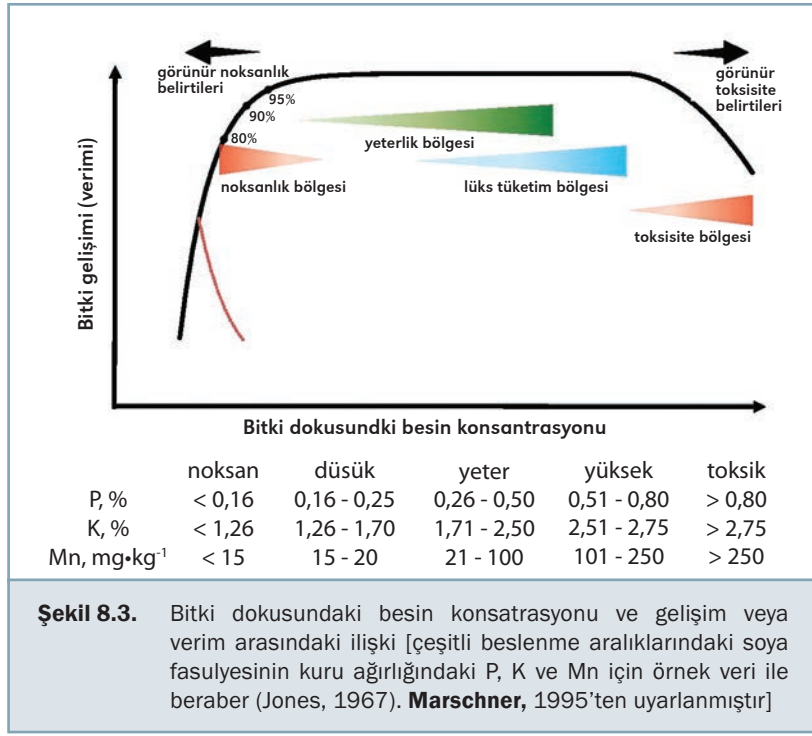
İkinci olarak, bir toprak testi besinlerin potansiyel sağlanma durumu hakkında önemli bir tahmin aracıdır, ancak bitki tarafından ihtiyaç duyulan miktar hakkında herhangi bir tahminde bulunamaz. Değişik koşullarda, bitkilerin besin ihtiyacı 3-4 kat değişebilir ve toprak testleri, genellikle "ortalama" bir sezonda ortalama gübre ve ürün fiyatlarıyla bitkilere besin sağlanmasıyla kalibre edilir.

Yanıt eğrileri geliştirildiğinde, genel olarak diğer besinlerin veya toprak koşullarının sınırlayıcı olmadığı ve gözlemlenen yanıtın en kısıtlayıcı besinin ilavesinin bir sonucu olduğu kabul edilir. Bunlara ilave olarak, bir toprak testi sonucu mutlaka toprak tekstürü ve toprak pH'sı ile beraber yorumlanmalıdır. Çünkü bu iki özel özellik potansiyel yanıtların tanımlanmasında kritik öneme sahiptir.

Sonuç olarak, bir toprak test raporunda sunulan "sayı", toprakta bulunan az yarayışlı formlardan olacak besin ilavesinin belirsizliği yanında, buraya kadar sayılan birçok faktöre bağlı hatayı da beraberinde taşır. O nedenle bu sonuç, sıklıkla oldukça az, az, orta, yüksek veya çok yüksek gibi ifade edilen ancak daha doğru biçimde beklenen yanıtın büyüklüğü ve olasılığına göre tanımlanan bazı sınırlar içinde değerlendirilmelidir (**Çizelge 8.3**). En iyi sonuçların elde edilmesi, tek bir değer hassas biçimde ihtiyaç duyulan besin miktarının öngörülmesine yeteceğini beklemek yerine, mevcut yönetim koşulları altında verimlilikte olan eğilimi görme düşüncesiyle çok yıllık sonuçların bir arada değerlendirilmesi gerekir.

Sorular ?

5. Bir tarlayı temsil etmesi için önerilen örnek çukuru sayısı kaç tane olmalıdır?
 - a. 5-10.
 - b. 15-20.
 - c. 30-40.
 - d. Örnek kutusunu dolduracak kadar.
6. Sabit ve önerilen bir derinliğe kadar örnekleme hangi besinler için önemlidir?
 - a. N ve S.
 - b. P ve K.
 - c. Mikrobeyinler.
 - d. Bütün besinler.
7. P ve K gibi daha az hareketli olan besinlere göre, nitrat, sülfat ve klorür gibi mobil besinler için örnekleme
 - a. daha sık olmalıdır.
 - b. aynı derinlikte olmalıdır.
 - c. daha derin olmalıdır.
 - d. daha az sıklıkla yapılmalıdır.



Şekil 8.3. Bitki dokusundaki besin konsantrasyonu ve gelişim veya verim arasındaki ilişki [çeşitli beslenme aralıklarındaki soya fasulyesinin kuru ağırlığındaki P, K ve Mn için örnek veri ile beraber (Jones, 1967). **Marschner**, 1995'ten uyarlanmıştır]

Çizelge 8.3 Toprak test sınıfları ve olası yanıtı bir örnek

Toprak test sınıfı	Tepki olasılığı
Çok düşük	Nadir durumlar hariç kazançlı yanıt
Düşük	Birçok sezonlarda kazançlı yanıt
Orta	Uzun yıllar içinde kazançlı ortalama yanıt
Yüksek	Nadiren kazançlı yanıt
Çok yüksek	Uygulamaya sezon içerisinde kazançlı yanıt olası değil

8.4 Bitki Analizi

“Bitki analizi” ifadesi bitki dokusundaki besinlerin toplam veya nicel analizine karşılık gelir. Toprak testleri ile bitki analizlerinin bir arada yürütülmesi gerekir, yani biri diğerinin yerini alamaz. Tanılamada her ikisi de kullanışlıdır ve üreticilerin çoğu her ikisini birlikte kullanmayı tercih eder. Bitki analizleri kahve, turuncgiller, şeftali, pıkan cevizi ve diğer kabuklu yemişler ve meyvelerin dahil olduğu bitkiler için sıklıkla kullanılır. Bu bitkilerin sahip oldukları çok yıllık doğalarından ve geniş kök sistemlerinden ötürü, bitki analizleri beslenme durumlarını belirlemede özellikle önemli bir yere sahiptir.

Günümüzde bilim insanları atomik absorpsiyon ve özellikle de 10 veya daha fazla elementi birkaç saniye içerisinde ölçecek emisyon spektrograflar gibi daha yeni analitik yöntemlere ve ekipmanlara sahiptir. Bu nedenle, günümüzde farklı ülkelerde önemli sayıda laboratuvar bitki analizleri yapma yeterliliğine sahiptir. Bu hizmete duyulan ihtiyaç,

araştırmalar büyüme sezonu boyunca besin yararlanılabilirliğine ait yeni imkanları ortaya çıkardıkça artarak devam edecektir.

Bitki analizlerine aşağıdaki nedenlerden dolayı başvurulur:

- Görünür belirtilerden yapılan bir tanıyı doğrulama;
- Belirtilerin olmadığı bölgelerdeki gizli noksanlığı açığa çıkarma;
- Uygulanan besinlerin bitki tarafından alınıp alınmadığını belirleme;
- Besinlerin bitki içerisindeki işlevselliğini araştırma;
- Bir bitkisel üretim problemini belirlemede ilave testler ve çalışmalar önerme.

Toprak testlerinde olduğu gibi, bitki analizlerinde de önemli bir aşama örneklerin toplanmasıdır. Bitkinin içeriği bitki yaşı, örneklenen bitki kısmı, bitkinin durumu, çeşit, hava durumu ve diğer faktörlere bağlı olarak değişir. Bu nedenle, hazırlanmış örnekleme talimatlarını takip etmek gerekir.

Laboratuvarların büyük bir kısmı çiftçilere farklı bitkilerin örneklenmeleri hakkındaki kılavuzlar yanında, örneklerin yollanma şekillerini de içeren bilgi dokümanları ve talimatları sağlar. Mümkün olması durumunda genellikle, karşılaştırma için bahçenin hem iyi hem de kötü taraflarından örnek yollanmasını tavsiye ederler. Örnekleme işi çoğunlukla tarım danışmanlarınca yapılır çünkü bitkilerin doğru şekilde örneklenmesinde yeterli deneyim ve bilgi olmazsa olmazdır.

Bitki analizleri, bitki beslemeciler arasında oldukça yaygın olan bir araştırma programı konusudur. Tanılamayla ilişkili bu yöntem hakkında hâlâ keşfedilmesi gereken birçok nokta söz konusudur. Devam eden araştırmalar düzenli biçimde yeni bazı gerçekleri açığa çıkarmakta ve gözden geçirilmiş ve yenilenmiş standartlar geliştirilmesine yol açmaktadır. Bitki analiz sonuçları, bu alanda eğitim almış ve mevcut faktörleri anlayan bilim insanları tarafından yorumlanmalıdır. Mevcut tanılama yöntemlerine oldukça önemli bir katkısı vardır.

Noksanlık ve Yeterlik Aralıkları

Genellikle bir bitki analizi, ölçülen element konsantrasyonlarının bitki kısmı, bitki türü ve büyüme dönemi için araştırmalar sonucunda elde edilen standart yeterlik aralığıyla karşılaştırılmasıyla yorumlanır. Standardize edilmiş araştırma değerlerinin olmadığı alanlarda dahi, eğer bir tarlanın iyi ve kötü gelişim gösteren bölgelerinin her ikisinden veya yakın tarlalar arasından örnek çiftleri alınabilirse, bitki analizleri besin stres problemlerini tanılamada hâlâ faydalı olabilir.

Noksanlık, yeterlik ve toksisite için spesifik kritik değerlere en doğru biçimde yerel veya bölgesel bitkisel üretim kılavuzlarından ulaşılır. Noksanlık için kritik değer genellikle yeter düzeydeki verim veya bitkisel gelişimin %90'ını sağlayan besin düzeyi olarak tanımlanır. **Şekil 8.3'**te, soya fasulyesindeki P, K ve Mn için spesifik değerler kullanılarak, bir besinin konsantrasyonu ile bir bitkinin görece gelişimi veya verimi arasındaki ilişkiye ait bir örnek görülmektedir (Marschner, 1995).

Bazı besinler için, eğer noksanlığın bitki büyümesiyle normal seyrelmenin gerçekleşmeyeceği düzeyde bitki büyümesini yavaşlatması söz konusu olduğu ekstrem noksanlıklarda konsantrasyonun azalma yerine artması da mümkündür. İyi bitki gelişim koşullarında ise, tam tersi biçimde büyüme seyrelmesi, aslında olmadıkları halde, bazı besinlerin noksanmış gibi görünmesine de neden olabilir. Bu nedenle bazen, kısmi olarak etkilenmiş alanların tanınması, en kötü şekilde etkilenmiş bir alanın yakındaki normal bir alanla karşılaştırılmasından daha hassastır.

Lüks tüketim bölgesindeki besin düzeyleri, bu besinlerin köklerden alımı için şartların uygun olmadığı (su noksanlığı) veya içsel ihtiyacın fazla olduğu zamanlarda (meyve büyümesi veya tane dolumu) bu besinlerin yetersiz olma riskini azaltır.

Tanı ve Öneri Birleştirilmiş Sistem (TÖBS)

Bitki analizlerinin sonuçlarının yorumu zor olabilir çünkü her hangi bir besinin bitki dokusundaki kritik konsantrasyonu diğer besinlerin konsantrasyonlarındaki değişimlerle de farklılaşır. Tanı ve Öneri Birleştirilmiş Sistem (TÖBS) kullanılarak yapılan tanılamalar, her bir birim kuru bitki dokusundaki mutlak değerlerden daha çok besin elementi konsantrasyonlarının göreceli oranlarına dayanır. Bu oranların standartları, yüksek ve düşük verim koşullarındaki bitkilerin total analizlerinin karşılaştırılmasıyla oluşturulur. Bitki büyümesiyle meydana gelen kuru madde seyrelmesinin yorum üzerinde daha az etkisinin bulunması ve örnekleme zamanının daha esnek olması, oranların kullanılmasının nedenleri arasında sayılabilir (Summer, 1977).

Başlangıçta, bir coğrafik konumda geliştirilen TÖBS standartların kolaylıkla diğer bölgelere de uygulanabileceği düşünülmüştür. Ancak mısır, buğday, soya fasulyesi, kabayonca ve patatesle yapılan birçok çalışma, yerel ve bölgesel olarak üretilen standartların noksanlıkları tanılamada daha fazla hassasiyete sahip olduğunu göstermiştir (Munson & Nelson, 1990; Jones, 1973).

Amerika Birleşik Devletleri, Brezilya, Kanada, Çin ve Hindistan'ın dahil olduğu bazı ülkelerdeki resmi veya özel bitkisel üretim danışmanları, belirli bazı alanlarda tanılama tekniklerinin bir parçası olarak TÖBS'yi benimsemişlerdir.

Bugün, TÖBS'ini coğrafik bilgi sistemi (CBS) ile birlikte bir bölgede yetiştiriciliği yapılan belli bir ürün için üretkenlik zonlarının belirlenmesinde de kullanmak mümkündür.

Bu tür çizimler, arazi kullanım planlaması için potansiyel konumların belirlenmesinde ve bitkisel üretimde eğilimlerin gözlenmesine yardımcı olur.

Birçok araştırma sonucunun TÖBS'nin geleneksel yaklaşıma göre besin elementi noksanlıklarının tanınması için daha hassas olduğunu göstermesine rağmen, TÖBS metodolojisinin karışıklığı kullanımını sınırlandırmaktadır. Bu nedenle, TÖBS yönteminin kullanım ve sunumunu kolaylaştıracak birçok modifikasyonlar tasarlanmıştır. Bu modifikasyonlardan bazıları ara-ürün fonksiyonlarının basitleştirilmiş hesaplaması, modifiye edilmiş parametre seçimi ve ilave gübreye verilecek tepkinin tahmini için değiştirilen kriterlerdir. İlave olarak, TÖBS hesaplamalarını sadece bir tuşla yapabilecek bilgisayar programları da geliştirilmiştir.

Tanı ve Öneri Birleştirilmiş Sisteminin iyileştirilmişleri arasında Quebec, Kanada'da kullanılan Bileşimsel Besin Tanısı (CND: Compositional Nutrient Diagnostic) sayılabilir.

Hızlı Testler

Bir tarla doku testi, besin elementi miktarının bitki özsuyundaki asimile edilmemiş çözünür içeriğinin yarı-kantitatif ölçümü yardımıyla belirlenmesidir.

Bitki özsuyunda bulunan yüksek düzeydeki asimile edilmemiş besin miktarı, bitkinin test edilen besinden iyi gelişim için yeteri kadar aldığını gösterir. Miktarın düşük olması, besinin toprakta düşük olma ya da olsa da toprak nemindeki yetersizlikten veya diğer bazı faktörlerden bitki tarafından absorbe edilememe olasılığının yüksek olduğunu gösterir.

Doku testleri tarlada kolay ve hızlıca yapılabilir. Yeşil bitki dokusu NO₃-N, P, K ve bazen de Mg, Mn ve Fe gibi bazı elementler için analiz edilebilir. Bununla birlikte, Mg ve mikro besinler başta olmak üzere sonuçların yorumlanması çok fazla uygulama ve deneyim gerektirir.

Doku testleri ürün verimini sınırlandırabilecek tek bir besinin (N, P veya K) belirlenmesinde kullanılır. Eğer bir besin çok düşükse, yanlış yorumlamaya neden olabilecek biçimde, bitki büyümesindeki sınırlamadan ötürü diğer besinler bitki özsuyunda birikebilir. Noksanlığın giderilmesinin ardından, bitki normal bir şekilde büyüye dahi, diğer besinlerin yüksek verim sağlayacak düzeyde olmadığı da ortaya çıkabilir. Tanımlanan veya test edilen besin belirli bir büyüme aşamasında en sınırlayıcı olanıdır.

Söz konusu hızlı doku testleri bir uzmanın kontrolü altında bitkisel üretim için oldukça faydalı olabilir. Araziden ayrılmadan, N noksanlıkları tespit edilebilir ve sorunu giderici öneriler yapılabilir. Bu sayede elde edilecek zaman tasarrufu oldukça önemli sonuçlar doğurabilir. Bitkilerin total analizlerindeki gibi, sağlıklı bitkilerin sağlıklı olanlarla mümkün olan her yerde hızlıca karşılaştırılmasını sağlar.

Doku testlerini gerçekleştirmek için talimatları ve gerekli malzemeleri içeren kitler mevcuttur. Bunların büyük

çoğunluğu toprak pH'sı ve hatta toprak P, K ve Zn'sunu belirlemek için gerekli talimatları ve malzemeleri de içerir. Kişi, bu testleri kullanmadan önce, tanı yeteneklerini geliştirmek için bir uzmanlık eğitimine gereksinim duyar.

8.5 Toprak Testi ve Bitki Analiz Sonuçlarının Yorumlanması

Düzenli biçimde toprak ve bitki örnekleri alıp, bunları analiz ettiren çiftçilerin amacı, düşük besin elementi noksanlıklarınca sınırlandırılmadan verimlerini garanti altına almayı ilgili olmalarıdır. Onlar aynı zamanda, satın aldıkları gübrelere bir ekonomik dönüşümü olduğundan ve çevreyi korurken topraklarının verimliliği ve üretkenliğinin korunduğundan emin olmayı da isterler. Toprak testleri doğru olarak kullanıldığında, gübre ve kireç gereksinimlerinin belirlenmesi ve besin yönetim planlarının geliştirilmesinde çok iyi yol göstericilik yapabilirler.

İyi bir öneri, kaynak, doz, zaman ve yerden oluşan 4D'nin tamamına değinmeli ve çiftliğin sürdürülebilirlik amaçlarını da göz önünde bulundurmalıdır. Bu gibi öneriler, toprak test sonuçlarına ilave olarak ekipman ve çiftlikte bulunan besin kaynaklarının uygunluğu, toprak işleme ve üretim sistemleri, toprağın fiziksel özellikleri ve ürün için verim ve kalite hedeflerinin dahil olduğu çok daha fazla bilgiye de gereksinim duyar.

Tavsiyeler aşağıdaki sonuçlara ulaşmaya yardımcı olabilir:

- ekimden hasada bütün besinlerin sınırlayıcı olmayan düzeylerde tutulmasını garanti etme;
- her bir besinin etkin kullanımını garanti altına alma için besinler arasındaki denge;
- düşük toprak test düzeylerini belirli birkaç yıl içerisinde optimum düzeylere çıkarma için gerekli miktarlar;
- topraklarda gereğinden fazla biriken veya P ve K gibi toprakta hareketli olmayan besinlerin çok yüksek düzeylerini aşağıya çekme olasılıkları.

Fosfor ve K gibi besinlere bitkilerin yanıtı toprak test düzeylerine ilave diğer birçok faktörce de etkilenir. Bitkinin verim potansiyeline, ekim zamanına, önceki bitkiye, toprak işleme uygulamasına, toprak sıkışmasına, sıcaklığa, toprak nem düzeyine, toprak pH'sına ve topraktaki diğer besinlerin seviyesine bağlı olarak, tepkiler yüksek veya düşük olabilir ya da daha fazla veya daha az besin ilavesi gerekebilir. Bu faktörlerden ötürü, toprak testleri, bitki yanıtını tam olarak yansıtan hassas bir belirleyiciden ve ona ulaşmak için uygulanması gereken besin miktarının belirlenmesinden daha ziyade bitkilerin olası tepkilerini hassas biçimde ön gören bir araç gibi davranır. Bu sebepten, toprak test sonuçlarının iyi eğitim almış ve tecrübeli bitkisel üretim uzmanları tarafından dikkatlice yorumlanması oldukça önemlidir.

Bitkisel üretimdeki hedefleri açısından çiftçiler de farklılıklar gösterir. Bazıları ulaşabilecek maksimum verimlere

kendilerini yaklaştırabilecek yönetim çalışmaları için zaman, ilgi ve yeteneğe sahiptir. Bazıları ise diğerlerine göre zamanları için yarıdan fazla sayıda göreve sahip olabilir. Bazıları ise ekin girdilerine erişebilme ve bu tür girdileri alabilme açısından farklılıklar gösterebilir. Bu farklılıklar, onların bitki besleme yönetimleri üzerinde de önemli sonuçlar doğurabilir.

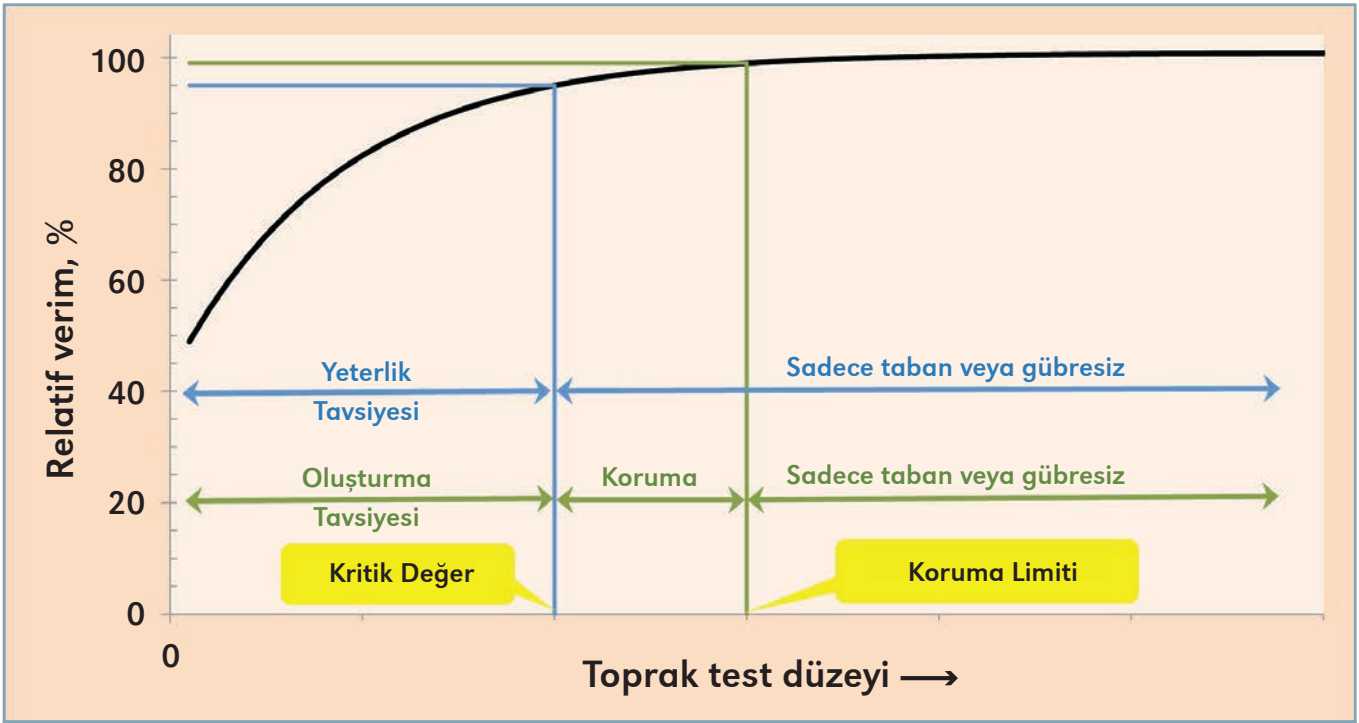
Bu faktörler, toprak verimliliğinin yönetimi için önemli ve geniş kabul görmüş iki yaklaşımın gelişimine yol açmıştır; besin yeterliği yaklaşımı ve oluştur-koru yaklaşımı. Yaklaşım tercihi, besin uygulamasında önerilen gübrenin kaynağını, dozunu, zamanını ve konumunu etkiler. Aşağıda yer alan ve Leikam ve arkadaşlarından (2003) uyarlanan iki bölüm söz konusu bu yaklaşımlar hakkında daha detaylı bilgiler sunmaktadır.

Yeterlik Yaklaşımı

Besin yeterlik yaklaşımının hedefi, uygulama senesinde, söz konusu besinden kârlılığı en yükseğe çıkaracak, ancak besin ve gübre masraflarını en aza indirgeyecek miktarda besin uygulanmasıdır. Tarlalar arası ve tarla içi var olan ve zaman içerisinde olacak olan besin yanıtlarındaki doğal farklılık, önerilen miktardan maksimum kazanç için gerçekte gereksinilen besinin daha fazla veya az olması sonucuna yol açabilirken, uzun dönemde optimuma yakın miktarlar önerilir hale gelir. Bu yaklaşım benimsendiğinde, başlangıç toprak test sonuçlarının yüksek ve toprağın bitkinin bütün besin ihtiyacını karşılama durumunda olmaksızın, kazanç azaltıcı besin kısıtlamalarını engellemek için her yıl uygulamalar gerekli olduğundan, besin uygulamalarında yıldan yıla değişen küçük esneklikler olur. Düşük toprak test düzeylerinde besinleri tohumun hemen yanına banda uygulama önemli olduğundan, yerleştirme ile ilgili seçenekler de sınırlıdır.

Besin yeterlik tavsiyeleri, uzun yıllar boyunca ve birçok konumdan toplanan toprak test kalibrasyon tarla verilerine dayanır. Karmaşık ve sabit olarak değişen marjinal kazanım uygulama konusuna değinmek için, bu tavsiyeler tipik olarak maksimum verimin %90-95'ini sağlayacak şekilde veya ekonomik olarak optimum besin dozlarındaki bitki verim düzeyi için yapılır. Önerilen besin uygulama dozları, toprak test sonuçlarının kritik düzeye yükselmesiyle, sifra düşerken, toprak test sonuçlarının çok düşük olduğu yerlerde, bitki yanıtı ve önerilen besin uygulama seviyeleri en yüksektir. Burada kritik düzey, toprağın maksimum verimin %90-95'ini sağlayacak düzeyde yeter P ve/veya K sağlama yeteneğinde olacağı toprak test değerini ifade eder. Besin yeterlik önerileri için, toprak test değerleri yönetilen bir değişken olarak görülmediğinden gelecek için düşünülen toprak test değerleri çok az dikkate alınır.

Yeterlik yaklaşımı genellikle yatırım için kaynağın yetersiz veya yüksek faiz maliyetlerinin olduğu yerlerde ya da gelecekte arazi kullanımının garanti olmadığı (arazinin 1-2 yıl gibi kısa süreli kiralanması gibi) durumlarda kullanılır.



Şekil 8.4 Bir toprağın test seviyesi yükseldikçe, görece verimi de yükselir (besin uygulanmadan elde edilen verimin tam verildiği zamandaki verime oranı). Toprak test düzeyleri arttıkça bitki yanıtının büyüklüğü ve olasılığı düşer. Yeterlik tavsiyeleri, kritik seviyede uygulama yılın için ekonomik karlılığı hedefler ve sifıra (veya bitkinin kaldırdığından daha az bir miktar, genellikle tohumun yanına uygulanır ve başlangıç (taban) olarak isimlendirilir) düşer. Bir oluştur-koru yaklaşımı kritik değerinin altında bitkinin kaldırdığından daha fazla, koruma aralığında bitkinin kaldırdığına eşit, koruma sınırının üzerinde bitkinin kaldırdığından daha azdan sifıra kadar olan bir miktarı tavsiye eder (Leikam ve ark., 2003'ten uyarlanmıştır).

Oluştur-koru (build-maintenance) yaklaşımı

Oluştur-koru verimlilik programlarının amacı P ve/veya K toprak test düzeylerini kontrol edilebilir değişkenler olarak yönetmektir. Düşük toprak test düzeylerinde, oluştur-koru tavsiyeleri, hem o yılki bitkinin ihtiyacını karşılamaya hem de toprak test düzeylerini kritik seviyenin üzerine getirmeye yetecek kadar P ve/veya K uygulamayı hedefler. Kritik seviye, yeterlik yaklaşımındaki aynıdır ve belirlenmesi için benzer sayıda toprak test kalibrasyon tarla verisine gereksinim duyulur. Oluştur-koru yaklaşımı, yüksek toprak test seviyelerindeki azaltılmış verim kaybı risklerine bağlı olarak, tavsiyelerde olabilecek olası belirsizliklere ekonomik olarak daha az duyarlı olma eğilimindedir. Karakteristik olarak, toprak test değerleri istenen düzeylere planlanan bir zaman süresince (genellikle 4-8 yıl) ulaşır. Toprak test değeri bir kez kritik değeri geçince, besin tavsiyeleri toprak test düzeylerini bir hedefte veya yönetim aralığında tutma amacıyla yapılır.

Toprak test hedef aralığı karakteristik olarak, toprağın genel olarak yetiştirilen bitkilerin beslenme ihtiyaçlarını karşılayacak kadar besin sağlayabildiği kritik toprak test değeri veya biraz üzerindeki aralıktır (ortadan yüksek seviyelere). Bir besin için toprak test düzeyi bir defa hedef aralığa ulaştığında, çiftçiler gübrelerin ne zaman ve nasıl uygulanacağı konusunda önemli düzeyde esnekliğe de sahip

olurlar. Kritik düzeyin üzerinde, toprak söz konusu yıl için ihtiyaç duyulan yeter düzeydeki besinleri büyük ölçüde sağlama yeteneğindedir. Bu sebeple, çiftçiler gübrelemeyi yıllık olarak veya uygulamaları birleştirerek her 2-3 yılda bir gerçekleştirmeyi tercih edebilirler. Bu durum, zaman, nakit akışı ve gübreler ve ürünlerin pazar fiyatlarındaki dalgalanmaların yönetimleri konusunda esneklik sağlar.

Oluştur-koru verimlilik programları hiçbir zaman optimum ekonomik kazanç elde etmeyi amaçlamaz, aksine uzun dönem için maksimuma yakın verim yanında, yetiştirici için yüksek esneklik ve iyi ekonomik kazançlar sağlarken, P ve/veya K'un ürün gelişimini sınırlama olasılığını en aşağı çekme eğilimindedir.

Doğru yaklaşımın seçimi

Sözü edilen iki yaklaşım uzun bir zamandır yetiştiricilere, düşük toprak test seviyelerinde düşük besin uygulaması öneren ancak yıllık olarak gübre uygulaması gerektiren bir sistem ile (besin yeterlik programı) en uygun ve ekonomik olduğu zamanda çok yıllık uygulamalar yaparak esneklik ve potansiyel maliyet tasarrufları yapmak için 4-8 yıl boyunca yüksek oranlarda yatırım yapmayı gerekli kılan diğer bir sistem (oluştur-koru programı) arasında seçim yapma imkânı sağlar. Kritik toprak test değerleri ve bunların uygulama dozlarıyla olan ilişkileri Şekil 8.4'de kavramsal olarak gösterilmiştir.

Maliyetler açısından her iki yaklaşımın kısa vadedeki farkları oldukça büyükken, sağladığı esneklik dolayısıyla gübreleme programının tamamından sağlanan faydalar, azaltılmış uygulama maliyetleri, iyileştirilmiş zamanlama ve nakit yönetimi oluştur-koru programlarına yapılacak yatırımları anlamlı kılabılır. Eğer üreticiler her iki yaklaşımı da doğru bir biçimde kavrarlarsa, toprak test seviyelerini ayarlama maliyetinin gerekli bir yatırım olup olmadığına karar verebilir. Eğer çiftlikte organik gübre kaynakları mevcutsa, oluştur-koru yaklaşımının ekonomik faydası daha da yüksek olabilir. Bununla birlikte, organik gübre kaynaklarıyla dahi, besin dengesizliklerini ve çevreye artan zarar riskini (Kısım 9.8.2 ve Şekil 9.2'ye bakınız) önlemek için toprak test sonuçlarını çevresel eşğin (genellikle yönetim sınırından daha yüksektir) ötesine yükseltecek uygulama miktarlarına devam edilmemesi önerilir.

Daha yüksek kazançları hedefleyen çiftçiler genellikle sıradan bir gübreleme önerisinden daha fazlasına ihtiyaç duyarlar. Onlar ayrıca, uygun çeşitler, kültürel uygulamalar, ekim-dikim zamanı, uygun bitki koruma stratejileri vb. bilgilere ilave olarak, dört dörtlük besin yönetim planına da gereksinim duyar. Toprak testi, çevreye zarar verebilecek besin kayıplarını minimize ederken, yüksek, kârlı ve etkin üretilmiş verimleri sağlayacak yönetim planlamalarından sadece bir tanesidir. Besin yönetim planları Bölüm 9'de daha detaylı işlenecektir.

8.6 Atlanmış Parseller

Toprak ve bitki örneklerinin laboratuvar analizlerinin mümkün olmadığı yerlerde, toprağın besinleri sağlama durumu atlanmış parseller deneme tekniği kullanılarak tahmin edilebilir. Bu test bir parsel üzerinde değerlendirilen element atlanırken (uygulanmazken) diğerlerinin yeter düzeyde uygulandığı küçük parseller aracılığıyla gerçekleştirilir. Ayrıca besinlerin tamamının yeter düzeyde uygulandığı ve hiç uygulanmadığı birer parsel de olur. Söz konusu besinin atlandığı parselin veriminde bütün besinlerin uygulandığı parselle karşılaştırıldığında herhangi bir azalma yoksa söz konusu besinin topraktan yeter düzeyde sağlandığı kabul edilir.

KAYNAKLAR

- Jones, J.B., Jr. 1967. In, Soil Testing and Plant Analysis, Part II: Plant Analysis. SSSA, Madison, WI. p. 49-58
- Jones, J.B., Jr. 1993. Aust. J. Exp. Agric. 33:1039-1043.
- Leikam, D.F., R.E. Lamond, and D.B. Mengel. 2003. Better Crops 87(3):6-10
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd ed. Academic Press, London. 889 pp.
- Munson, R.D. and W.L. Nelson. 1990. Ch. 14 In, Soil Testing and Plant Analysis, 3rd ed. SSSA Book Series, No. 3.
- Parent, L. E., Natale, W. and Ziadi, N. 2009. Can. J. Soil Sci. 89: 383-390.
- Sumner, M.E. 1977. Plant Soil 46:359-369.

Sorular ?

- Toprakların yarayışlı P analizlerinde kullanılan farklı ekstraksiyon çözeltileri aşağıdakilerden hangisi kullanılarak yorumlanır?
 - Farklı örnekleme derinliği.
 - Farklı kritik değerler.
 - Farklı sınırlayıcı besinler.
 - Farklı besin ihtiyacı tahminleri.
- Bitki analizlerinde, aşağıdakilerden hangisiyle karşılaştırıldığında K noksanlığı için kritik düzey genellikle bitkisel verimin %90'ı ile sonuçlanır?
 - En yüksek verim.
 - En yüksek ekonomik verim.
 - Bütün besinlerin sınırlayıcı olmadığı durumdaki verim.
 - Aynı koşullarda K'un sınırlayıcı olmadığı durumdaki verim.
- Oluştur-koru verimlilik programında, toprak test P'u koruma sınırının üzerinde olduğunda, P için önerilen miktar
 - sıfır veya sadece başlangıç.
 - bitkice uzaklaştırılanın yerini doldurmalıdır.
 - toprak test düzeyini yükseltmeye devam edilmelidir.
 - toprak test düzeyinde olacak düşmeleri engellemelidir.

Örnek Olay 8.1-1 Bitkisel üretim geçmişi toprak örnekleme derinliğini etkiler. Bir tarlanın bitkisel üretiminin geçmişini bilmenin önemi Kanada'da Calgary, Albatır yakınlarında yürütölen bir örnekleme olayla gösterilmiştir. Altmış beş hektarlık bir arazinin yeni sahibi yeşil yem bitkisi olarak yulaf yetiştirmeyi düşünmekteydi. Yöresel tarım malzemeleri satan bir bayiyle Mayıs ayının ortalarında tarladan toprak örnekleri alması ve yulaf ekimi yapılmadan önce bir gübre tavsiyesi yapması için temasa geçer. Bu bayinin çalışanlarından bir tanesi tarlaya giderek tesadüfi olarak seçilmiş 15 farklı noktadan 15 cm derinlikten aldığı örneklerin hepsini karıştırır. En son olarak da, analiz edilmesi amacıyla toprak test laboratuvarına yollamak için tek bir alt-örnek alır. Topraklar laboratuvarında N, P, K ve S'un dahil olduğu makro elementlerin yarayışlılık durumlarının tespiti için analiz edilir. O seviyelere dayanarak, 9 ton ha^{-1} lık bir verim hedefi için gübre önerisi 132 kg N, 11 kg P_2O_5 ve 17 kg K_2O olarak yapılır. Tohum yatağına uygulanan gübre karışımı amonyum fosfat (11-52-0) ve 2 kg N olarak dozunda uygulanan potasyum klorür olarak hazırlanır. Ortamdaki azot dengesi ise 130 kg N karşılık gelen hektara 282 kg N ürenin serpmeye olarak uygulanmasıyla sağlanır. Ekim öncesinde arazi sürölerek ürenin toprakla karışması sağlanmış ve ürün erken dönemde yağın yağış ve hemen ardından gelen sıcak kuru Temmuz-Ağustos aylarından ötürü oldukça iyi büyümüştür. Sonuç olarak hedef verime oldukça yakın bir ot verimi elde edilmiştir.

Çiftçi otlardan aldığı bir örnekte besin analizleri yaptırana kadar her şey yolundadır. Analiz sonuçları, 6.000 $mg\ kg^{-1}$ düzeylerine varan nitrat değerlerinin etlik sığırları beslemede kullanılan otlar için genel olarak güvenli kabul edilen 1.500 $mg\ kg^{-1}$ 'in çok üzerinde olduğunu göstermiştir (Cash et al., 2007). Bunun sonucu olarak da çiftçi tarımsal malzemeleri satan bayi tarafından önerilen N düzeylerinin çok yüksek olmasının otlarda yüksek nitrat düzeylerine neden olduğu konusunda şikâyetinde bulunur. Tarım malzemeleri satan şirket ile beraber yöresel bir bitkisel üretim bilimcisinin yaptığı ilave araştırmalar tarlada son 5 yıl içerisinde kaba yonca yetiştirildiğini, beşinci yılın geç yaz döneminde diskle işlendiğini, yeni çiftçiye satılmadan önce de bir yıl nadasa bırakıldığını göstermekteydi. Nadas dönemindeki yağışlar ortalamasının üzerinde olduğundan agronomist nadas döneminde ayrışan kaba yoncadan mineralize olan N'un örnekleme derinliği olan 15 cm'in altına yıkandığından şüphelenmiştir. Yulaf ekilen yılın geç yaz döneminde yöresel bitkisel üretim uzmanınca 120 cm'den alınan toprak örneklerinin analizleri topraktaki artık nitrat düzeyinin 80 $kg\ ha^{-1}$ olduğunu göstermiştir. Ottaki yüksek nitrat düzeyi orijinal örnekleme derinliğinin altında yer alan ve gübre ile ilave edilen N ile birleştiğinde yulafa fazla gelen topraktaki oldukça yüksek nitrat düzeyinin sonucuydu. Temmuz-Ağustos aylarındaki sıcak ve kuru hava da yulaftaki nitrat birikimini daha da kötü hale getirmişti.

Biraz geç olmuş olsa da tarlanın bitkisel üretim geçmişi araştırılmış ve 15 cm'den daha derinden de toprak örneklerinin alınması gerektiği konusunda bilgi bilini hale gelmişti. Bu gibi durumlarda, 0-15, 15-60 ve 60-120 cm gibi 3 farklı derinlikten toprak örneklerinin alınması önerilir. Aslında burada artık N hesaba katılmalı ve yulaf için çok daha az N'lu gübre önerisi yapılmalıydı.

Kaynaklar

Cash, D. et al. 2007. Nitrate Toxicity of Montana Forages, Montana State University. [On-line].

T.L. Jensen, IPNI, Kanada tarafından Şubat 2012'de yollanmıştır.



Bölüm 9

BESİN YÖNETİMİ PLANLAMASI VE İZLENEBİLİRLİĞİ

4D Hassas Besin Yönetiminin prensiplerine göre bitki besleme yönetimi, sürdürülebilirlik üzerindeki ekonomik, çevresel ve sosyal etkilerin tamamının sonuçlarının izlenmesini/değerlendirilmesini de kapsar. Bu bölümde, besin yönetimi planlaması ve sürdürülebilirlik performansı için kullanılan yaklaşımlar tartışılıp, karşılaştırılacaktır.

9.1 Besin Yönetimi Planları

Büyük-küçükbaş ve kanatlı hayvan üretiminin yoğunluğunun besin fazlalığı ile sonuçlandığı (hayvansal gübreler aracılığıyla bitkiler tarafından tarlada alındıktan daha fazlasının salınması) birçok bölgede, resmi besin yönetim planları zorunlu hale getirilmiştir. Bu noktada bazı bölgelerde, yüksek kabul ve pozitif sonuçlara ulaşılmıştır. Bununla birlikte, bu yaklaşımın daha küçük çiftliklere ve birincil olarak bitkisel üretime odaklanmış işletmelere yayılması oldukça sınırlı kalmıştır. Katılım önündeki engeller arasında detaylı bilginin toplanması için gereksinilen zaman, hava durumu ve pazar değişimlerine yanıt verme aşamasında ihtiyaç duyulan esnekliğin olmayışı ve çiftlik işletim planlarına olan bağlantıdaki eksiklik gibi nedenler sıralanabilir.

9.2 4D Hassas Besin Yönetimi Planları

Herhangi bir 4D Hassas Besin Yönetim Planı bitki besinlerini kullanan bütün işlerde iki amaca hizmet etmeyi hedefler. Birincisi, uyum sağlayıcı yönetim döngüsünün

bir parçası olarak, bitki beslemeyle ilgili olarak uygulanan bütün bitki yönetim uygulamaları takip edilerek kayıt altına alınmalıdır. Bu bilgi öncelikle, Bölüm 2 ve 7'de de tartışıldığı gibi gelecekteki ürün döngülerinin kabul edilmesi veya değiştirilmesi aşamasında uygulamalar hakkında karar alımı sırasında yönetici ve danışmanların oldukça işine yarar. İkincisi ise, planlar için, performansın yani pratiğe aktarılan bir dizi uygulamanın çıktılarının takibine duyulan ihtiyaçtır.

İnsanlar, gün geçtikçe performans ve onun zaman içindeki gelişimi hakkında daha fazla soru sorarken, bütün-sistem performansına bağlı biçimde, bitkisel bir ürün satın alırken onun çevresel ayak izini de beraberinde öğrenmeyi istiyorlar. Örneğin, büyük gıda endüstri şirketleri sürdürülebilir tarımı düzenleme, tedarik zincirlerinin çevresel ve sosyal etkilerinin üzerine ekonomik bir değer koyarak yardımcı olma amacıyla küresel girişimleri ya halihazırda ya da başlatma hazırlığı içindeler. Medya dergisi Businessgreen.com'un 25 Ağustos 2011 tarihli sayısında yer alan bir makalede, burada sözü edilebilecek benzer bir girişim şu şekilde yer almıştır:

... "çiftlik üretkenliği, toprak verimliliği ve biyolojik çeşitliliğin korunması olduğu kadar, su, enerji ve emisyonlar gibi kaynak yönetimleri. Bu aynı zamanda, çiftçi birlikleri üzerine olan etkileri, insan hakları ve yöresel kanunlara uygunluk, standartlar ve düzenlemeler gibi sosyal etkileri de kapsar."

Sürdürülebilirlik amaçlarını belirleme süreci spesifik performans hedeflerinin seçimini de içermelidir. Performans, ekonomik, çevresel ve sosyal çıktılarla ilişkili olarak ölçümler ve göstergeler vasıtasıyla değerlendirilir. Paydaşlarca (çiftçiler, tarımsal ticaret sektörü, müşteriler ve tüketiciler) önemli olarak değerlendirilen bütün çıktılarla ilişkilidir.

Bitki besinlerinin yönetimi için geliştirilen planlara 4D Hassas Besin Yönetimi ilkeleri uygulandığında, toplanan ve rapor edilen bilgi en önemli ekonomik, sosyal ve çevresel amaçları hedefler. Uzun dönemli sürdürülebilirlik, bitkisel üretim verimlerinin ve çevresel etkilerin ötesine geçerek temel düşünce halini alır ve besin yönetimi planı çiftliğin ticaret planının tamamlayıcı bir parçası durumuna gelir. **Paydaşlarca ekonomik, çevresel ve sosyal önceliklere göre oluşturulan performans bilgileri üzerine odaklanılması 4D Hassas Besin Yönetimi planını diğer besin yönetim planlarından ayıran en önemli noktadır.**

İkinci Bölümde, 4D Hassas Besin Yönetimi konseptinin işletmenin sürdürülebilirlik hedefleriyle ilişkili yönetim uygulamalarına (besin kaynağının ve uygulama dozunun, zamanının ve yerinin seçimi) bağlı olduğu ifade edilmişti. Bu nedenle, bir 4D Hassas Besin Yönetim Planı geliştirmenin ilk adımı, ister bir çiftlik ister bir golf sahası isterse de bir park olsun işletmenin sürdürülebilirlik hedeflerinin belirlenmesidir. Bu iş için üreticinin veya yöneticinin üst düzey motivasyonu ve ayrıca paydaşların katılımını da teşvik etmesi gerekir. Paydaşlar amaçların belirlenmesi süreçlerine katkı sağlayabilirlerken, yöneticiler uygulamaları seçer. Genel sürdürülebilirlik hedefleri, kendilerince önemli olan konular üzerine işletmenin etkileri üzerinde ilgileri olan insanlarla kurulacak birlikteliklerle geliştirilir. İşletmeye özgü hedeflerin, bu genel hedeflerle yan yana konulması gerekir.

Gübre yönetiminin etkileri bitkisel üretim sistemlerinin veya uygulandıkları toprak-bitki-hava ekosistemlerinin performansı ile gösterilir. Bu performans, gübre uygulamadan kaynaklanan verim, kalite ve kazançtaki artışlardan, toprak verimlilik düzeyleri ve besinlerin su ve havaya olan kaçışları üzerindeki uzun dönemli etkilerine kadar olan geniş bir yelpazeyi kapsar. Performans aynı zamanda, bölgenin ekonomisine olan etkileri de içine alır. Performansın bütün yönlerinin her bir çiftlikte ölçülebilmesi mümkün olmasa da, hepsi incelenmelidir. Söz konusu bu değerlendirmeler için, bilimsel kabul görmüş indeksler ve bilgisayar modellerine başvurulabilir.

9.3 Performans Ölçütleri ve Göstergeleri

Performans ölçütleri, belirli bir bitkisel üretim sistemine belirli bir yönetim uygulamasının gerçek çıktılarının detaylı ölçümlerini kapsar. Bunların gerçekleştirilmeleri oldukça pahalı ve zor olabilir. Daha sonradan fazla sayıdaki pratik çiftçi uygulamalarına genişletilmesini sağlama amacıyla tarlada tasarımı yapılan yönetim uygulamalarının onaylanmasında kullanılan performans ölçümleri öncelikle araştırmacı bitkisel üretim uzmanlarınca yapılır. İki veya daha fazla uygulamanın karşılaştırıldığı ve bitki verimleri, besin alımları, atmosfere

olan amonyak ve nitroz oksit kayıpları, yüzey akışıyla veya drenaj suyuyla besin kayıplarına ait ölçümlerin alındığı bir tarla denemesi buna iyi bir örnek olabilir. 4D konsepti paydaşlar tarafından önemli olarak kabul edilen ekonomik, sosyal ve çevresel çıktılara ulaşmada en faydalı uygulamaların kabulü doğrultusundaki araştırma ve yayım faaliyetlerini yönlendirmeye yardımcı olur.

Performans göstergeleri ölçümlerden daha basittir ve gerçek çiftliklerde kolaylıkla gerçekleştirilebilir. Paydaşların, performans için kendi isteklerini yansıttığı ve göstergelerin gerçek ölçümleri oldukça iyi korele ettiği noktada hem fikir olmaları gerekir. Örneğin, toprak erozyonunun ana sorun olduğu ve önemli besin kayıplarının gerçekleştiği bir koşulda, kritik dönemlerde toprağın üzerini örten bitki artıklarının bir gösterge olarak ölçümü uygun bir yaklaşım olabilir.

Göstergeler kim tarafından seçilir?

Herkes tarafından önemli olarak değerlendirilen hedeflerdeki gelişmeleri temsil eden performans göstergelerinin seçimi için paydaş girdisine ihtiyaç vardır. Az ve öz olarak, bir 4D Hassas Besin Yönetimi planı, bilimsel bitkisel üretim uzmanları tarafından gerçekleştirilen araştırmalar sonunda kabul edilen uygulamalardan bitkisel üretim yapanlar ve onların danışmanları tarafından doğru kaynak / doz / zaman / yere ait bir kombinasyon seçimini kapsar. Bir işletmenin ekonomik, çevresel ve sosyal gelişim hedefleri ve ilgili performans

Sorular ?

1. Bitki besinlerinin yönetiminde kullanılmaya uygun planlar aşağıdakilerden hangisi hakkında bilgiye gereksinim duyar?
 - a. Yönetim uygulamaları.
 - b. Performans
 - c. Yönetim uygulamaları ve performans.
 - d. Zahmetli detaylar.
2. Bir 4D Besin Yönetimi planı geliştirmenin ilk adımı aşağıda yer alan çiftliğe ait bilgilerden hangisine vurgu yapmasıdır?
 - a. Performans göstergeleri.
 - b. Sürdürülebilirlik hedefleri.
 - c. Verim hedefleri.
 - d. Gübre miktarları.
3. Performans göstergeleri, gübre yönetiminin aşağıda yer alanlardan hangisinin geliştirilmesine yardımcı olmasındaki ilerlemeyi yansıtır?
 - a. Su kalitesi.
 - b. Hava kalitesi.
 - c. Bitki verimi.
 - d. Sürdürülebilirlik.

Çizelge 9.1 Bitki besleme yönetimi için performans ölçütleri ve göstergelerine örnekler

Performans ölçütü ve Göstergeler*	Tanımlama
Verim	Belirli bir zaman aralığında belirli bir alandan hasat edilen ürün miktarı
Kalite	Hasat ürünlerine değer katan şeker, protein, mineral, vitamin veya diğer nitelikler
Besin Kullanım Etkinliği	Uygulanan her bir birim besin ile elde edilen verim veya bitki tarafından alınan besin
Su Kullanım Etkinliği	Uygulanan veya yararışlı haldeki her bir birim su ile elde edilen verim
İşçilik Kullanım Etkinliği	Tarla çalışmalarının sayısına ve zamanına bağlı işçilik üretkenliği
Enerji Kullanım Etkinliği	Her bir birim enerji girdisi ile elde edilen verim
Net Kazanç	Üretimin bütün masraflarına oranla elde edilen bitkisel verim veya değeri
Bitki Tarafından Alınan Besin	Yatırılan sermaye ile ilişkili kazanç
Kabullenilme	Belirli bir iyi tarım uygulamasını kullanan üreticilerin veya alanın oranı
Toprak Üretkenliği	Toprak verimlilik düzeyleri ve diğer toprak kalite göstergeleri
Toprak Organik Karbonu	Sera gazı dengesine olduğu kadar, toprak yapısı ve kalitesi üzerine etkileri
Verim Stabilitesi	İklim ve hastalık durumlarındaki değişkenliklere ürün verimlerinin esnekliği
Çiftlik Kazancı	Geçim durumundaki ilerlemeler
Çalışma Koşulları	Yaşam koşullarının kalitesi, çalışan memnuniyeti, personel iş hacmi
Su & Hava Kalitesi	Su veya hava havzalarında besin konsantrasyonu ve yükü
Ekosistem Hizmetleri	Kırsal kesim estetiği, doğal yırtıcılar ve dölleyiciler, açık hava rekreasyonu, avlanma, balıkçılık vb.
Biyolojik Çeşitlilik	Kalitatif ölçümü çok zor olup, ancak tasvir edilebilir
Toprak Erozyonu	Hali hazırda büyüyen bitkiler veya bitki artıklarıyla kaplanan toprak yüzey alanı ve/veya birim alandan olan toprak kütleindeki kayıplarla gerçekleşen azalma
Tarla Dışına Besin Kayıpları	Tarımsal yönetim bölgesinde olan besin kayıplarının toplamı – tarla-bahçe kenarları, kök bölgesinin altı ve bitki toprak üstü aksamı
Besin Dengesi	Toprak yüzeyinde veya çiftlik ana girişinde besin girdileri ve çıktılarının toplam miktarı

* Bu ve diğer göstergelerin göreceli önemleri paydaş girdilerine göre karşılaştırılmalıdır

göstergeleri, içerisine bitkisel üretim sisteminin paydaşlarının da katkı koyduğu genel sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu olacak şekilde seçilir. Plan, gerçekleştirilen uygulamaların ve söz konusu göstergelere dayalı performansın her ikisini de içerir.

Olası Bazı Göstergeler Nelerdir?

Gübre uygulamaları çoklu etkilere sahip olduğundan, her hangi bir ölçüt veya gösterge performansın bütün bir halini tek başına yansıtamayacağı gibi, olası bütün etkilerin ölçülebilmesi de mümkün değildir. Paydaşlar, kendilerinde yüksek kaygıyı/ilgiyi uyandıran konularla ilişkili performans ölçütleri ve göstergelerini seçmek zorundadır.

Seçim yapabilecekleri göstergelerden bazıları **Çizelge 9.1**'de verilmiştir. Bunlardan hiç birisinin, tek başına gübre uygulamasından etkilenmeyeceğini unutmamak gerekir. Bunların hepsi 4D Hassas Besin Yönetimi uygulayarak iyileştirilebilir, ancak aynı zamanda bitkisel üretim sistemine veya bitki ekosistemine dahil edilen bütün uygulamaların doğru yönetimine bağlı oldukları da unutulmamalıdır. Örneğin, çim için yapılacak iyi bir gübreleme programı biçme yönetimi veya çeşit seçimi uygun değilse, erozyon kontrolüne katkı sağlamayacaktır. Başka bir örnekte ise, N uygulaması için olası seçimlerin en iyisi olacak şekilde kaynak, doz, zaman ve yer tercihlerine rağmen, buğdayın kötü adaptasyona sahip bir çeşidinin seçilmesinin düşük N kullanım etkinliğine yol açabileceği göz ardı edilmemelidir.

Çevresel ve Sosyal Performans için Ekonomik Destek

Çiftçiler ve yöneticiler, işletmelerini gelecek nesillere daha canlı ve aktif biçimde aktarma ile ilgili çevresel ve sosyal konuların farkına varan kişilerdir. Bununla birlikte, ekonomik kârlılık herhangi bir işletmenin sürdürülebilirliği için mutlak gerekli olup, bazen çevresel ve sosyal performans hedefleriyle çelişebilirler. Yöneticilerin bu üç cephenin hepsine tam olarak müdahalede bulunmaları, onaylama (örneğin, çevreye uyumluluk sertifikası veya etiketi) veya ekolojik araçlar veya hizmetler (örneğin, sera gazı azaltılmasıyla ilgili karbon bedelleri) için doğrudan ödemenin dahil olduğu programlarca sağlanabilir. Bu gibi programlar, çevresel ve sosyal konulardaki ilerleme ile beraber üretkenlikteki sürekli iyileştirmeleri garanti altına alabilir.

9.4 Performans Göstergesi Olarak Besin Kullanım Etkinliği

Performans ölçütleri ve göstergeler sıklıkla, bitkisel verimleri ve ekonomik kârları hesaplamada kullanılabilir düzeyde yeterli bilgiyi kapsar. Bunlara ilave olarak ayrıca, çevresel ve sosyal performansları da yansıtılmaları beklenir. Seçilenler, paydaşın önceliklerine bağlı olarak değişebilir ancak çoğunlukla ya besin bilançosunu ya da besin kullanım etkinliklerini içerir. Besin fazlalıkları engellendiği ve besin kullanım etkinlikleri iyileştirildiği durumlarda, çevresel etkilerin çoğu da en düşük seviyeye çekilmiş olur. Örneğin, kumlu topraklarda yıkanarak kaybolan nitrat uygulanan N'un önemli bir kısmını oluşturabileceğinden, besin kullanım etkinliğini artırma düşüncesiyle seçilecek uygulamalar aynı zamanda yeraltı

sularına olan nitrat kayıplarını da azaltacaktır. Bölünmüş uygulamalara yer verilmesi veya N'u amonyum formunda tutan ürünlerin kullanılması kayıpları azaltmada yararlanılabilecek uygulamalardan biri olabilir. Çevreyi etkileyen besin kayıplarının birçoğunun ölçülmesi zordur. Besin bilançoları ve besin kullanım etkinlikleri bu kayıpların boyutlarını dolaylı olarak tespit etmeye yararlar; aynı zamanda hesaplama, tahmin etme veya ölçme kadar zorlukta içermezler.

Oldukça düşük düzeylerdeki kayıpların dahi çevresel etkilere neden olduğu durumlarla ilgili birçok örnek mevcuttur. Çözünür P'un yüzey akışıyla uzaklaştığı ya da nitroz oksit formundaki gaz kayıplarına ilişkin sorunlar bunlara örnek olarak verilebilir. Her ikisinde de, kayıplar genellikle uygulanan besinin %1-3'üne karşılık gelen kaybın kendisi, besin uygulamasını daha az etkin veya bitkinin beslenmesi için daha yararlı yapmaya yetecek kadar büyük değildir. Besin kullanım etkinliğini iyileştirme ve fazladan besin uygulamalarını azaltma bu kayıpların çevresel etkilerini kısmen düşürebilir, ancak çevre üzerindeki etkiyi kabul edilebilir seviyelere indirmek için kaynak, zaman ve yerleştirme uygulamalarının da beraberinde değerlendirilmesi gerekir.

Sıklıkla, besin kullanım etkinliğinin gübre kullanımı için en önemli performans göstergesi olduğu kabul edilse de, bu her zaman tam doğru değildir. Bitki besinleri bitkisel üretim sisteminin tamamının performansını yükseltme amacıyla uygulanır. Çizelge 9.1'de de gösterildiği gibi, besin kullanım etkinliği o performansın sadece tek bir tarafını temsil eder. Besin kullanım etkinliği besin geri kazanımını, besin bilançosunu veya uygulanan bir birim besin başına üretilen verimi yansıtan çok farklı tanımlamalara sahiptir.

Çizelge 9.2 Besin kullanım etkinliğini (BKE) ifade eden dört farklı tanımlama.

BKE İfadesi	Hesaplama	Rapor edilmiş örnekler
KFV - uygulanan besinin kısmi faktör verimliliği	V/G	Uygulanan her birim N için 40-80 birim tahıl tane verimi
AE - uygulanan besinin agronomik etkinliği	$(V-V_0)/G$	Uygulanan her birim N için 10-30 birim buğday tane verimisi
KBD - kısmi besin dengesi (kullanılmak için uzaklaştırılan oran)	A_H/G	0 ile >1,0 arası - toprağın doğal verimliliğine ve verimliliğini sürdürülebilirlik durumuna bağlı Besin noksan sistemlerde <1 (verimlilik iyileştirilmesi) Besin fazlalığı olan sistemlerde >1 düşük değişim 1'in az altından 1'e (verimliliğin sürdürülmesi)
GKE - uygulanan besinin mevcut geri kazanım etkinliği	$(A-A_0)/G$	0,1-0,3 - uygulanan P'un ilk yıl geri kazanılan kısmı 0,5-0,9 - uygulanan P'un uzun-dönemde bitkisel üretim sisteminde geri kazanılan miktarı 0,3-0,5 - tahıllardaki N geri kazanımı (tipik) 0,5-0,8 - tahıllarda N geri kazanımı (iyi tarım uygulaması)

G - uygulanan gübre besini miktarı

V - uygulanan besin ile elde edilen verim

V_0 - besin uygulamasız kontrol koşullarında elde edilen verim

A_H - bitkinin hasat edilen kısmındaki besin içeriği

A - gübre uygulamasıyla bitki toprak üstü aksamındaki toplam besin alımı

A_0 - besin uygulamasız bitki toprak üstü aksamındaki toplam besin alımı

Her birisi gübre yönetiminin iyileştirilmesi için mevcut olan potansiyelin özel göstergelerine ulaşımı sağlar, ancak hiç birisi performansın tamamı üzerindeki etkinin bütününe temsil etmez.

Üretim Etkinlikleri. Bitkisel üretim etkinliklerini ifade etmenin en basit formu İngilizce’de partial factor productivity (PFP) olarak yer bulan ve Türkçe’ye de kısmi faktör üretkenliği (KFÜ) olarak çevrilebilecek olandır. Uygulanan her birim besin başına elde edilen bitki verimi olarak hesaplanır. Diğer bir terim, uygulanan her birim besin için **verimde olan artış** şeklinde hesaplanan ve uygulanan besinlerin etkisini daha iyi şekilde yansıttığı bilinen agronomik etkinliktir (AE). Birincisi girdi ve çıktı kayıtlarını tutan her hangi bir çiftlik için çok kolay hesaplanabilirken, ikincisi besin uygulanması olmadan bitki yetiştirilen bir parsel gerektirir; bu nedenle, sadece, çiftlikte araştırma parselleriyle bir deneme yapıldığında tespit edilebilir.

Kısmi faktör üretkenliği (KFÜ) “mevcut bitkisel üretim sistemi sahip olduğu gübre girdisiyle karşılaştırıldığında ne kadar üretkendir?” sorusunu cevaplar. Agronomik etkinlik ise “bu besinin uygulanmasıyla üretkenlikte ne kadar artış olmuştur?” şeklindeki daha doğrudan bir soruyu yanıtlar.

Geri Kazanım Etkinlikleri. Gübre geri kazanım etkinliği de en az iki farklı şekilde ifade edilebilir. Basit şekli, her bir birim besin girdisine karşılık gelen besin çıktısı olup bazen de kısmi besin bilançosu (KBB) olarak adlandırılır. Uygulanan her birim besine karşılık bitkinin hasat edilen kısmındaki besin olarak hesaplanır. “Kullanım için alınan”ın oranı şeklinde ifade edilir, çiftçiler için hesaplaması çok kolay ve kullanışlıdır. Herhangi bir sayıdaki bitki yetiştirme sezonu için rapor edilebilir.

Bitkisel üretimle ilgilenen bilim insanları tarafından tercih edilen daha karmaşık form olan geri kazanım etkinliği (GKE) olarak isimlendirilen ise, besin uygulamasına yanıt olarak bitkinin toprak üstü kısımlarına bitkinin besin almındaki artış olarak tanımlanır. Agronomik etkinlik gibi, ölçümü besin uygulanmamış araştırma parsellerinin varlığını gerektirir. Kısmi besin bilançosu “ne kadar uygulandığına bağlı olarak, ne kadar besin sistemin dışına taşınır?” sorusunu cevaplar, GKE ise “uygulanan besinin ne kadar bitki tarafından alınmıştır?” sorusuna yanıt verir.

Genellikle, AE ve GKE tek bir besin uygulaması ya da tek bir bitkisel üretim sezonundaki yanıt gibi kısa-dönem sonuçlarını tanımlamak için kullanılır. Bununla birlikte, uzun dönem için hesaplandığında, sonuçlar **Çizelge 9.2**’de gösterildiği gibi, özellikle P için önemli farklılıklar gösterebilirler.

9.5 4D Hassas Besin Yönetimi Planı Geliştirme Adımları

Bu kısımda, daha iyi sürdürülebilir koşullara ulaşmak için güvenilir bir 4D Hassas Besin Yönetimi planı hazırlama ve uygulama için gerekli adımlar hakkında genelleştirilmiş bilgiler yer almaktadır. Bu adımlar, Bölüm 7’de tanımlandığı gibi uyum sağlayıcı (adaptive) yönetimin prensipleriyle bağlantılı olacak biçimde şekillendirilir.

1. Sürdürülebilirlik hedeflerinin belirlenmesi - bütün çiftlik veya işletme için:

- Paydaş görüşleri dikkate alınmalıdır. Komşular, müşteriler, yörede bulunan kamuya ait ilgili gruplar, çiftçi veya ticaret birlikleri veya sürdürülebilirliğin iyileştirilmesinde gönüllü olarak görev alan diğer organizasyonlar bu paydaşlar arasında sayılabilir.
- Eğer çiftlik arazisi kiralanmışsa, sürdürülebilirlik uygulamalarının gerçekleştirilmesi ve etkinliklerinin gözlenmesinden kimin sorumlu olduğuna dair arazi sahibi ve kiracı arasında fikir birliğine varılmalıdır.
- Yukarıda listelenen insanların ilgilerinin de dikkate alınmasıyla, seçilen performans göstergeleriyle beraber işletmenin ekonomik, çevresel ve sosyal hedefleri belirlenmelidir.
- Çiftliğin sürdürülebilirlik hedeflerini destekleyecek uygun bir besin yönetim stratejisi seçilmelidir. Çevresel sürdürülebilirlik için gerekenlere ait örneklerden birisine Cornell Üniversitesi Bütün Çiftlik Değerlendirme serisindeki bir makale aracılığıyla ulaşılabilir ([bakınız 1# Karl Czymmek](#)).

2. İhtiyaç duyulan üretim bilgilerinin toplanması - her bir tarla için:

- Yetiştirilecek bitki.
- Hedef verim ve kalite (örneğin, besin yönetiminden etkilenen protein, mikro element içeriği, renk ve diğer özellikler).
- Tekstür, organik madde, pH ve yarayışlı besin elementleri düzeylerinin dahil olduğu toprak özellikleri.
- Bitkisel üretim geçmişi ve geçmiş besin yönetimi uygulamaları.
- Toprak ve genel hava durumuna bağlı olarak arazi operasyonları (besin uygulamaları, işleme, ekim, bitki koruma ve hasat) için uygun olacağı düşünülen gün sayısı.
- Su drenajı, infiltrasyon hızları, yıkanmaya duyarlılık, yüzey sularına yakınlık.
- Konum, ölçüler ve yüzey alanı (resmi tanımlama, GPS koordinatları, harita).
- Tarla içerisinde besinlerin değişen dozlarda uygulanması için olasılık ve potansiyeller.
- Besinleri uygulamada kullanılacak mevcut donanım.
- Yukarıda verilen koşullarda, besin uygulamalarının optimum kaynak, doz, zaman ve konum kombinasyonu için güvenilir tavsiyeler ve karar destek araçları.

3. Planın hazırlanması - her bir tarla için:

- Hedeflenen verim ve kaliteye ulaşılması için besin ihtiyaçlarının belirleme.
- Toprağın besin sağlama kapasitesini tespit etme.
- Yarayışlı besin elementlerin tamamının sağlanma durumunu göz önünde bulundurma ve uygulama için en uygun besin kaynağını ve doğru dozu, zamanı ve yeri seçme.

4. Seçilen uygulamaların gerçekleştirilmesi;

maksimum performansın elde edilmesi için doğru besin kaynaklarının doğru doz, zaman ve konumda uygulanması. Bu çiftlik yöneticisi tarafından veya danışmanlar, gübre sağlayıcılar veya ticari uygulayıcılar, satın alıcılar ve düzenleyici elemanlar tarafından yapılabilir. Neler yapıldığının kayıt altına alınıp izlenmesi, uyum sağlayıcı yönetim döngüsünün önemli bir parçası olup, mutlaka bitkilerin gözlenmesini de içermelidir.

5. Pratiğe aktarılan uygulamaların etkinliğinin

gözlenmesi. Uyum sağlayıcı yönetim döngüsünün en son aşaması, seçilen uygulamaların öngörülen sonuçlara ulaşım sağlamadığını test etmek amacıyla seçilen göstergelerin yardımıyla performans değerlendirilmesi yapılmasıdır. Söz konusu bu değerlendirme daha sonra, planlama kararlarının bir sonraki döngüsünde önemli etkilere neden olur (Adım 2). Birçok uygulamanın etkisi tek bir büyüme sezonu içinde ölçülemez ve ilerleme kaydedilebilmesi için, sonuçların uzun yıllar boyunca değerlendirilmesine ihtiyaç duyulur.

Söz konusu kontrol ölçümleri, bitkisel verimleri tespit etmek ve plana bağlı olarak hedef verimlere yaklaşıp yaklaşılmadığını değerlendirmek kadar basit de olabilir. Ancak genellikle, sürdürülebilirlik hedeflerinin önceliklerine bağlı olarak aşağıda yer aldığı şekilde, besin kullanımını takip eden hesap tutma uygulamaları benzeri çalışmaları da kapsar:

- sezon içinde ve hasatta bitki besin konsantrasyonlarını kontrol etme;
- hasattan sonra toprakta kalan artık besinleri belirleme. Bazı durumlarda toprak üstünde kalan dallar da (özellikle N için);
- yaşanan hava koşullarını da değerlendirmeye alarak hedef verime ulaşılıp ulaşılmadığını tespit etme (örneğin; yağış ve sulama yeterli ve zamanında mıydı? Ürün gelişimi için yeterli ısı mevcut müydü? Normal bitki gelişimini bozan diğer faktörler var mıydı?);
- besin bilançolarını ve besin kullanım etkinliklerini hesaplama;
- drenaj çıkışlarında çiftliği terk eden su miktarını ve kalitesini izleme;
- uygun indikatörler kullanarak toprak kalitesini ölçme veya değerlendirme.

Sorular ?

- Bitki besinlerinin yönetimi için en önemli performans göstergesi
 - kısmi faktör üretkenliğidir.
 - besin kullanım etkinliğidir.
 - agronomik etkinliktir.
 - sürdürülebilirlik hedefleriyle yakından ilişkilidir.
- Bir çiftlik için 4D Hassas Besin Yönetimi planı geliştirme ve uygulama süreci
 - uyum sağlayıcı yönetimin prensipleriyle ilişkilidir.
 - resmi düzenlemelerin sorumluluğunu artırır.
 - çiftliğin ticari planından bağımsızdır.
 - paydaş düşüncelerini göz ardı edilmesine izin verir.
- Bir 4D Hassas Besin Yönetimi planı, her bir tarla için aşağıdaki bilgilerden hangisine sahip olmalıdır?
 - Gerçekleştirilen uygulamalar ve geçmiş yıllarla bir performans karşılaştırması.
 - Sürdürülebilirlik hedefleri ve performans göstergeleri.
 - Olası bütün performans göstergeleri.
 - Besinler için alternatif kaynaklar.

9.6 Örnek 4D Plan İşlem Tablosu

Aşağıda yer alan çizelgede, bir çiftçiye kendi tarlası için besin yönetim planı geliştirmesinde yardımcı olabilecek bir bitki yetiştirme uzmanı veya bitki danışmanı tarafından kullanılabilir işlem tablosu örneği yer almaktadır.

1) Çiftlik bilgisi

İşletme adı: (çiftlik ve işyeri adı)		
İletişim bilgisi - çiftçi: (ad, adres, telefon, e-posta)		
İletişim bilgisi - danışman: (sertifikalı danışmanın veya bitki yetiştirme uzmanının adı, adresi, telefonu, e-posta adresi)		
İşletmenin tanımlaması: (tarla sayısı, yetiştirilen ürün, büyük-küçük baş veya kümes hayvancılığı, mevcut besin kaynakları)		
Sürdürülebilirlik Hedefleri ve Besinlerle İlgili Göstergeler:		
	Hedefler	Performans indikatörleri (her bir hedef için besin yönetimine bağlı)
Ekonomik		
Çevresel		
Sosyal		

2) Tarla bilgisi (her bir tarla için):

Tarla veya yönetim bölgesi adı veya numarası					
Yasal konumu ve GPS koordinatları					
Harita ve tanımlama					
Alan (büyüklük)					
Önceki ürün					
Planlanan durum için özel bitki(ler)					
Gerçekçi hedef verim(ler)					
Arazinin topoğrafyası ve toprak drenaj özellikleri					
Toprak Özellikleri		Toprak Analiz Düzeyleri			
Organik madde		N		Ca	
Tekstür		P		Mg	
pH		K		Zn	
KDK		S		Mn	

Planlanan Besin Uygulamaları (önerilen)					
Uygulama	Doğru Kaynak (analiz)	Doğru Miktar	Doğru Zaman (tarih, bitki gelişim dönemi)		Doğru Yer (derinlik, yöntem)
1					
2					
Uygulanan Besin					
Uygulama	KAYNAK	MIKTAR	ZAMAN		YER
1					
2					
Besin Bütçesi Özeti					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	
Uygulanan					
Alınan					
Uzaklaştırılan					
Performans İndikatörleri (sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu toprak verimliliği seviyeleri, besin kullanım etkinlikleri, bilançoları, bitki verimleri ve benzerleri. Eğilimleri göstermek için zamana bağlı çizelge)					
İndikatör	Geçmiş yıl	Geçmiş yıl	Geçmiş yıl	Mevcut yıl	
Verim					
Net kâr					
Kısmi besin bilançosu – N					
Kısmi besin bilançosu – P					
Kısmi besin bilançosu – K					

9.7 Besin Yönetim Planları için Yasal ve Gönüllü Standartların Karşılaştırılması

Yasal düzenlemenin gerçekteki rolü bütün ülke ve toplumlarda hâlâ tartışmalı bir konudur. Her bir kültür ve politik sistem, bireylerin ve grupların aktivitelerini kontrol etmede hükümete özgü rolle ilgili farklı görüşlere sahiptir. Çevresel düzenlemeler söz konusu olduğunda, toptan yaşam kalitesinin hava, toprak ve su gibi doğal kaynaklar üzerinde etkisi olan bir çok insan faaliyetince etkilediği kabul edilir. Bu etkilerin düzeyi bazı durumlarda yerel, bölgesel ve ulusal düzeydeki resmi kontrollerle azaltılır. Bazı çevresel etkiler en iyi şekilde yöresel düzeyde ifade edilirken, diğerleri ise küresel boyuttadır ve çok uluslu anlaşmalar gerektirebilir.

Bitki besinlerinin doğru olarak yönetilmedikleri ve uygulandıkları alanı problemleri biçimde terk ettikleri zaman, negatif çevresel etkilere neden olabilecekleri herkesçe kabul edilen bir gerçektir. Ancak gönüllü mü yoksa zorunlu duruşların mı bu çevresel konuları en iyi şekilde vurguladığı net değildir. Aşağıda zorunlu ve gönüllü yaklaşımları destekleyen veya onlara karşı olan bazı görüşler verilmiştir.

Zorunlu Standartlar:

- Zorunlu rapor tutma, paydaşların ilgilerine ve sorularına dönük güvenilir bilgiler sağlayan standart haline getirilmiş yaklaşımlara neden olur.
- Standart olarak istenenler spesifik çevresel konularla ilgili operasyonel şeffaflık düzeyini zorunlu kılar.
- Ne kayıt tutulması ne de besin kararlarının değerlendirilmesi için hâlihazırda standart bir yaklaşım olmaması, çevresel hedefler doğrultusunda ilerleme sağlanmasını zorlaştırmaktadır.
- Zorunlu standartların çiftçileri daha büyük bir etkinliğe, daha yüksek kazançlara ve daha fazla sosyal refaha eninde sonunda ulaştırabileceği söylense de, bu iddia hakkında farklı görüşler mevcuttur.
- Çok farklı ticari ürünlerin yetiştirildiği bir bölgede, yasal düzenleyicilerin her bir ürünün özel ihtiyaçlarını karşılamak için zorunlu kuralların konması noktasındaki başarısı şiddetli bir dirençle karşılaşacaktır.
- Zorunlu yaklaşımlar genellikle, yeni durumlara, çevresel koşullara, pazar dalgalanmalarına ve değişen teknolojilere uyum esnekliği bakımından yetersizdir.
- Kesin düzenlemeler inovasyonu engeller ve minimum gereksinimler ve kayıt altına alma doğrultusundaki dürtüyü azaltır.
- Düzenlemelerin çoğunun bir kazanımı ve kaybedeni olması, kural koymayı bilime dayalı bir çıktı olmaktan daha çok bir politika konusu yapmaktadır.
- Düzenleyiciler için, kurallara duyulan güveni sarsabilen ve uygulanmasını öngörülemez bir şekilde sokma riski olan çiftlikteki düzenlemelere uyumu izlemek oldukça zordur.

Gönüllü Standartlar:

- Çevresel standartlar hâlâ gelişmekte olduğundan, istemli olarak başvuracakları tedbirler çiftçileri bilim gelişirken doğru yöne doğru hareket ettirir.
- Gönüllü yaklaşımlar mevcut endüstri bilgisinin hızlı bir biçimde pratiğe uygulanmasına izin verir. Hükümet düzenleyicilerinin değişen koşulları yansıtma amacıyla politikalarını modifiye etme aşamasında önemli zaman kayıpları kaçınılmazdır.
- Öz-düzenleme katı düzenlemelerle karşılaştırıldığında, yöresel zorluklara uyumu en yüksek olacak şekilde seçilen yönetim uygulamalarına izin verecek biçimde daha fazla esneklik sağlar.
- Spesifik bir tarla için katılımcılar doğru yönetim uygulamalarının seçimine dahil olurlarsa, her şey için tek çözüm yaklaşımından daha uygun sonuçların elde edilmesi daha muhtemeldir.
- Öz-düzenleme kurallara uyma düzeyini de artırabilir. Bireylerin kuralların düzenlenmesine dahil olmalarının, kuralların onlara daha uygun görünmesine neden olması yüksek bir ihtimaldir.
- Grubun bireyleri tek tek yönetmesi sayesinde istemli standartlar, tüm endüstrinin çıkarına olan ortak hedeflere ulaşması noktasında, herkese yardımcı olabilir.
- Gönüllü yaklaşımlar, hedeflenen yaklaşımlara ulaşmada bireysel veya grup katılımı için yeterli isteklendirmeyi sağlayamayabilir.
- Gönüllü standartlara uyum, istenmeyen negatif bilgilerin açıklanmasını içerebilir ve aynı zamanda net de olmayabilir.
- Öz-düzenleme girişimleri, ilgililer arasında uyumsuzluğa neden olabilen bilgi paylaşımına dayanır.
- Öz-düzenleme organizasyonları kendi grup elemanları arasında ciddi ihlaller uygulayanlara ceza verilmesi konusunda isteksiz davranabilir.
- Genel toplumsal hedeflerden sapma gösterdiğinde, özel bireysel çıkarlar, çıkar çatışmaları kendine izleme ve uygulamayı daha da zorlaştırır.
- Çiftçilerin çoğu, küresel şartlar tarafından kontrol edilen pazarlarda faaliyet gösterir. Bu nedenle, öz-düzenleme dış pazar düzenlemelerle sınırlandırılmadığı zaman (bu aynı zamanda zorunlu yönetmelik için de geçerli olmasına rağmen) rekabetçilik anlamında bir dezavantaj olabilir.
- Gönüllü yaklaşımlar, yönetim kararları içerisinde yer alan ve daha geniş çevresel ve sosyal etkileri olan bazıları dikkate almayabilir.
- Gönüllü yaklaşımlar tüm paydaşların arzularını karşılamada performans için yeterli doğrulama sağlayamayabilir.

9.8 Çevresel Etkilerin Yönetimi

4D Hassas Bitki Besleme'nin ana hedeflerinden bir tanesi, çevre üzerinde olumsuz etkileri de olan besin kayıplarını doğru yönetimle azaltmaktır. Küresel insanlık ailesinin geleceği bol, güvenli ve besleyici gıda arzını sağlamak için gübre N'u ve P'ünü ve diğer yararlı besin kaynaklarını kullandığımız şartlara ve hava ve suyun kalitesinde daha iyi bir koruma ve yenilenmeye ulaşabileceğimiz yaklaşımlara bağlıdır. Azot ve P döngüleri dünyada yaşamın devamı için gerekli diğer besinlerin döngüleri ile yakından bağlantılıdır. Bugünkü 4D'ye dayanan besin yönetim eylemlerimiz mevcut ve gelecekteki ekonomik, toplumsal ve çevresel sonuçları belirleyecektir. Her gübre tüketicisi yönetim seçimlerini yaparken "benim yönetim kararlarım ve eylemlerim kârlı bir sonuca, daha iyi bir çevreye ve net sosyal faydaya neden olacak mıdır?" şeklinde soruyu kendisine sormalıdır.

Özellikle çevresel etkilerin çiftlik düzeyinde ölçülmesi çok zor olduğundan, bu soruların cevaplanması kolay değildir. Örneğin, her bir çiftlik sahibinden atmosfere karışan nitroz oksit düzeyini veya drenaj sularına olan P kayıplarını ölçmesini beklemek pek gerçekçi değildir. Bu örneklerin her ikisi de spesifik toprak ve hava koşullarında ara sıra gerçekleşen kayıpları kapsar. İlave olarak, bu kayıpları ortadan kaldırmak için bütün yetiştiricilik koşullarında etkin olabilecek tek bir çözüm önerisi de yoktur. Bilim, gübre kaynağı, dozu, zamanı ve konumunun hangi spesifik kombinasyonlarında üretkenliği sınırlamadan düşük kayıplara ulaşılacağına koşullarını tanımlamıştır. Bu koşullar besin yönetim planlarında bulunan bilgilerle ilgili dizinlerde, protokollerde ve diğer araçlarda ve bu bölümde yer alan birkaç örnek olayda anlatılmıştır.

Aşağıda yer alan iki kısım, daha spesifik olarak, sıklıkla çevresel etkilerle ilişkilendirilen iki element olan N ve P üzerinde yoğunlaşacaktır.

9.8.1 Azotun Çevresel Etkilerinin Yönetimi

Konuma özgü bir 4D Hassas Besin Yönetimi'nin kapsamlı bir şekilde uygulanması bitkiler aracılığıyla topraktan olacak N geri kazanımını daha iyi hale getirilebilir. Bitki N geri kazanımındaki bu tür iyileştirmeler, kârlılığı azaltan ve çevreye zarar riskini artıran kayıpların potansiyellerini asgari düzeylere çeker. Uygulanan N'un artırılmış geri kazanımı, su ve hava kalitesinde bozulmalara neden olabilecek N kayıplarını da düşürür. Aynı zamanda, doğal biyoçeşitliliğin zarar görebileceği bakir tarım dışı alanlara N taşınım potansiyelini de azaltır.

Olası Azot Kaybı Yolları

Ne yazık ki, uygulanan N'un bitki tarafından geri kazanımı birçok tahıl bitkisi için tamamına karşılık gelen %100'den çok uzaktır. Bu değer %30-70 veya hatta daha da geniş aralıkta değişebilir. Uygulanan N'un toprakta kalan kısmı aşağıdaki şekillerde davranabilir:

- toprak değişim konumlarında amonyum olarak depolanır;
- organik maddede depolanır;

- taban suyunun kontaminasyon riskini artırabilecek biçimde aktif kök bölgesinin altına yıkanma ile uzaklaştırılır;
- yüzeysel akışı, yıkanma ve/veya drenaj boşaltımıyla yüzeysel sularına karışarak kaybolur;
- volatilize amonyak şeklinde atmosfere karışır;
- atmosfere nitroz oksit (N_2O , küresel ısınmaya ve iklim değişimine katkı sağlayan etkili bir sera gazı) veya gübre N'nun orijini olan zararsız N_2 gazı şeklinde kaybolur.

Bazı topraklar, yukarıda belirtilen temel N kaybı yollarının bazılarıyla yüksek düzeyde N kaybına uğramaya yatkındır. Örneğin, derin kumlu topraklar nitrat formunda yüksek N kayıplarına eğilimli olabilirken; arazinin alçak yerlerinde ince tekstürlü olan siltli tundan killiye değişen topraklar, denitrifikasyon ve emisyon yoluyla N_2O ve/veya N_2 şeklinde atmosfere kaçışla yüksek kayıplara maruz kalabilir.

Azot Kayıplarının Yönetimi Bilgi Gerektirir

Uygun N kaynağının kullanımı, üreaz ve/veya nitrifikasyon inhibitörlerinin uygulanması, N uygulamalarının, N alımını bitkinin N alım desenleri ve alım oranlarına daha iyi çakıştırarak senkronize edilmesi ve uygun yerleştirme yöntemlerinin tercih edilmesiyle N'un doğru yere uygulanarak kullanımı aşağıda yer alan ayrıntılar hakkında önemli düzeyde bilgi gerektirir:

- N'lu gübre kaynakları;
- toprak karakteristikleri ve özellikleri;
- hava koşulları (nem, sıcaklık);
- bitkisel üretim sisteminin besin ihtiyaçları ve bilançoları;
- karmaşık N döngüsü;
- su yönetimi ve sulama etkinliği.

Örneğin, N'un amonyak gibi uçucu kayıpları, üre veya üre içeren N'lu gübre kaynakları yüzeye uygulandıktan sonraki 48 saat içerisinde yeterli yağış veya sulama gerçekleşmediğinde çok daha yüksek olabilir. Bu durum, kireçli topraklara amonyum sülfat uygulandığında da gerçekleşebilir.

Zamanının büyük çoğunluğunu satın alma ve pazarlama kararlarına harcayan çiftçilerin ve yetiştiricilerin çoğu için, bir profesyonel tarım danışmanının bilgi ile donanmış kabiliyetleri (örneğin, sertifikalı ürün danışmanı) veya deneyimli bir yayım uzmanı mutlak gerekli olabilir. Bu profesyoneller, ekonomik, çevresel ve sosyal faydalarla sonuçlanan agronomik olarak önemli N yönetim uygulamalarının planlanma ve uygulanması aşamasında çiftçilere ve yetiştiricilere yardımcı rahatlıkla yardımcı olabilirler.

Azot Kullanım Etkinliğini Artırma Yolları

Uygulanan N'un bitkisel geri kazanımını ve toprağa tutunmasını artırmanın yolları şunlardır:

- iyileştirilmiş bitki genetiği;

- b) yeni gübre teknolojileri;
- c) daha iyi zamanlama ve bölünmüş uygulama;
- d) gübre uygulama teknolojilerindeki ilerlemeler;
- e) GPS ve GIS gereçlerine daha fazla ulaşım ve uygulama;
- f) su kullanım etkinliğini artıran koruma uygulamalarının benimsenmesi.

Bölüm 7'de tanımlandığı gibi uyum sağlayıcı yönetim çiftçilere yukarıda listelenen seçeneklerden seçimler yapmada yardımcı olabilir.

9.8.2 Fosforun Çevresel Etkilerinin Yönetimi

Fosforun topraklara, bitki büyümesini desteklemede yeterli besin sağlama ve hasat sırasında uzaklaştırılan besinlerin yerine yenisini koyma amacıyla düzenli olarak uygulanması gerekir. Fosfor, bitkiler ve hayvanlar için mutlak gerekli bir besin olmakla birlikte, tatlı su nehirlerinde ve göllerinde artan düzeyleri buralardaki biyolojik verimlilikte aşırı artışlara neden olabilir. Su hacimlerindeki besin artışından kaynaklanan bu aşırı bitki büyümesi ötrofikasyon olarak adlandırılır. Ötrofikasyonun ana nedeni insan faaliyetleri olmakla beraber, göllerde gerçekleşenleri başta olmak üzere doğal olarak da oluşabilen bir süreçtir. Bazı devlet kurumları yüzey suyu bozulmasının birincil nedeninin ötrofikasyon olduğunu göz önünde bulundurarak faaliyetlerini yürütürler.

Tarımsal bir alandan toplam P kaybı oldukça düşük düzeylerde olsa da, akarsu, nehir ve göllerin çözünür P'ca çok düşük düzeylerde zenginleşmesi bile istenmeyen ötrofikasyonun hızlanmasına neden olabileceği unutulmamalıdır (örneğin, bazı göllerde alglerin çoğalması $0,02 \text{ mg mg P} \cdot \text{L}^{-1}$ gibi çok düşük konsantrasyonlarda dahi gerçekleşebilir). Ötrofikasyon çok ciddi boyutlarda ekonomi, sağlık ve estetik problemlerine neden olabilir.

Yüzeyde başlayan P kaybı yolları

Toprak P'ü organik maddenin yapısında bulunmakla beraber, aynı zamanda kil mineralleri ve oksit mineralleri yüzeyine bağlanma ve Al, Fe veya Ca gibi kationlarla çökeltme şeklinde toprağın birçok inorganik bileşenleriyle ilişkili biçimde de bulunabilir. Toprakların çoğunda P hareketliliği düşük olup, P tercihen suda çözünmekten ziyade katı parçacıklara bağlı şekilde bulunmaya meyler. Bu nedenle, P kaybı, yağın olarak toprak taneciklerini parçacıkların uzaklaştıran yüzey erozyonu ile yakından ilişkilidir (Şekil 9.1).

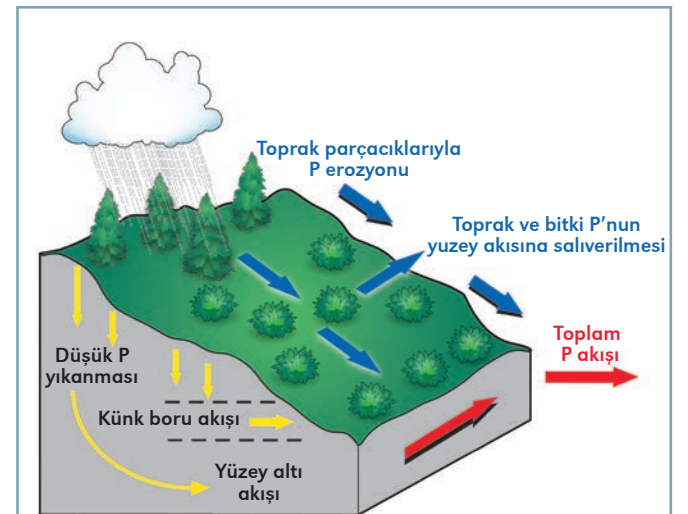
Hayvansal gübre veya P'ü herhangi bir uygulandığında P ya toprak yüzeyinde kalır ya da yüzey tabakasına çok ince bir katman halinde karışır; bunun sonucunda ise üst toprak zamanla P ile zenginleşir – ve söz konusu bu bölge aynı zamanda, yüzey suyunun akışıyla kayıplar için en hassas kısımdır. Bu alanlarda, P kayıpları büyük oranda yüzey akışıyla meydana gelir. Bu kayıplar, yağış, karların erimesi veya sulama gibi farklı nedenlerle gerçekleşebilir. Yıkanma, P'ü drenaj kanalları ve bu suyu yüzey sularına boşaltan yüzeyaltı künk borularına doğru hareket ettirebilir. Topraktaki böylesi bir hareket, düşük toprak

P fiksasyon kapasitesi, toprakta mevcut yüksek P düzeyleri ve topraktaki makro gözenekler aracılığıyla akışın bir araya gelmesiyle meydana gelir. Böylesi bir tercihi akış genellikle toprak yüzeyinden başlar. Bu nedenle, P kayıplarının büyük kısmı uygulanan besinlerin yüzey altına banda uygulanmasıyla kontrol altına alınıp, minimize edilebilir. Su yönetimi de P kayıplarını azaltmanın diğer bir etkili bileşeni olabilir.

Toprakta P birikiminin kontrolünde nde uygulama dozlarının yönetimi

Yüzey sularının P'ca zenginleşmelerine neden olabilecek birkaç P kaynağı vardır. Çiftçilerin birincil P kaynağı olarak ticari gübreleri kullanmaları durumunda P'un gereğinden fazla uygulanma riski oldukça düşüktür, çünkü ekonomik olarak akılcı dozların üzerinde gübre uygulanması paranın boşa harcanması anlamına gelir. Sistemi, bitkisel üretim için ihtiyaç duyulandan daha yüksek P konsantrasyonundan uzak tutmak için toprak testleriyle periyodik olarak gözlemlerin yapılması gereklidir. Bitkinin aldığından çok daha fazla P'un uzun süreler uygulanması topraktaki P'un arzu edilmeyen seviyelere çıkmasına neden olabilir.

Yoğun bir şekilde yapılan hayvansal üretim, sınırlı bir bölgede hayvansal atıkların ve besinlerin aşırı düzeyde artışına neden olabilir. Araziye sürekli biçimde hayvansal gübre uygulanması, bitki tarafından alınandan daha fazla P'un toprakta birikimiyle sonuçlanır ve bu durum ise tarlayı yüzey akışıyla terk eden suyla beraber besin kayıpları riskinin artmasına neden olur. Bazı bölgelerde söz konusu hayvansal atıklarla uygulanan besinlerin yıllık miktarları bitki tarafından alınanın birkaç kat fazlası dahi olabilir. Böylesi durumlarda, besinin fazlasının agronomik ihtiyaçların olduğu alanlara taşınması için hayvansal atık dağıtımının iyileştirilmesine ait bölgesel düzenlemelere de ihtiyaç duyulabilir. Besinlerin sürekli olarak bitkisel ihtiyaçtan fazla uygulanması istenmeyen birikimlere ve potansiyel çevresel endişelere neden olabilir. Giriş ve çıkışların dengelemesi prensibi bütün besin formları için önemlidir.



Şekil 9.1 P kaybının birincil yolu yüzey akışıdır ancak bazı topraklarda yıkanma P'ü künk drenaj borularına kadar taşır. Sharpley ve ark. (2003) dan uyarlanmıştır.

Kayıpların minimize edilmesi için P ve su yönetimi

Çiftlikte kolaylıkla kullanılacak iki pratik uygulamanın ilgili paydaşlarca kabullenilmesi temiz suları ötrofikasyondan korumaya yardım eder:

- Topraklardaki P mutlaka, hayvansal ve kimyasal gübre girdilerinin hasat edilen ürünle dengelenmesiyle yönetilmelidir. Söz konusu bu dengeleme işlemi, her bir tarlaya ilave edilen besinlerin ve hasat sırasında uzaklaştırılan veya otlayan hayvanlarla uzaklaşan besinlerin hesaplanmasıyla yapılabilir. Periyodik olarak yapılan toprak analizleri zaman içerisinde toprak P konsantrasyonunda artış mı yoksa azalış mı olduğuna dair soruya yanıt verecektir. Bu sayede, besin uygulama dozlarına dönük ayarlamalar uzun dönemli eğilimlere bakılarak yapılabilir.

- Fosfor kaybının büyük çoğunluğu, sedimentin yüzey akışıyla tarlayı terk etmesi esnasında oluşur. Erozyonu azaltan ve yüzey akışını düşüren koruma uygulamaları aynı zamanda P kaybının da azalmasına neden olur. Fosfor kayıplarını azaltabilecek araziye ait bazı koruma uygulamaları arasında şunlar yer alır:

Azaltılmış sürüm	Sulama uygulamaları
Sulak alanlar	Nehir kıyısı yönetimi
Örtücü bitkiler	Sel yönetimi
Çevirme terası yönetimi	Şeritsel üretim
Erozyon kontrolü	Sulama suyu geri kazanımı
Çim suyolları	Besin yerleştirmesi
Dağıtıcı ayarlaması	Besin uygulama zamanlaması

Sorular



- Gönüllü standartların zorunlu standartlarla karşılaştırıldığında avantajlarından bir tanesi
 - konuma-özgü zorlamalara daha hassas olan çözümlere izin vermeleridir.
 - değişen koşullara uyumda karar-alma esnekliğini sınırladıklarıdır.
 - inovasyonu engellemeleridir.
 - ciddi ihlallere uygun cezalar vermeleridir.
- Küresel insanlık ailesinin geleceği için en kritik olan iki besin elementi hangisidir?
 - N ve P.
 - Kobalt (Co) ve selenyum (Se).
 - Selüloz ve lignin.
 - Kadmiyum (Cd) ve florür (F).
- Tahıl bitkilerinin çoğunda büyüme sezonları içinde uygulanan N'un toprak üstü aksamlarca geri kazanım (ahm) oranları genellikle:
 - %70-90 arasındadır.
 - %30'dan azdır.
 - %50-60 arasındadır.
 - %30-70 arasındadır.

Risk indeksleri P kaybını azaltmaya yardımcı olur

Yüzey akışından kaynaklanan noktasal olmayan kaynak kirliliğinin tanımlanması ve idare edilmesi zor olabilir. Genellikle yüzey akışıyla kaybolan P'nün büyük kısmı tarladaki oldukça küçük bir alandan gelir. Söz konusu bu yüksek-risk bölgelerine özel bir önem verilmelidir. Yüzey sularına toprak taneciklerinin taşınmasını durdurmak için bu alanlarda uygun toprak koruma uygulamaları gerçekleştirilmelidir.

Fosfor kaybı riski yüksek olan özel bitkisel üretim alanlarını tanımlamak için bugüne kadar çok çeşitli yaklaşımlar kullanılmıştır. Sözü edilen bu teknikler, basit P-zarar değerlendirmelerinden karmaşık bilgisayar modellerine kadar çok geniş bir yelpaze arasında yer alır. Bu tahminlerin tamamının yöresel toprak, hava ve bitkisel üretim koşulları için kalibre edilmesi gereklidir. Genel olarak, bu yaklaşımlar P kaynağının katkısına ve suya P taşınma potansiyeline odaklanır. Bu faktörler **Çizelge 9.3**'te listelenmiştir.

Toprak testleri hem ekonomik hem de çevresel amaçlar için P yönetimine rehberlik eder

Toprak testi, P uygulamasına olan ihtiyacı önceden tahmin etme ve ekonomik bir bitki yanıtı üretme olasılığından dolayı oldukça kullanışlı olagelmıştır. Bu amaçlar drenaj suyuna kayıp riski tahmininden farklıdır ancak bitkiler tarafından gereksinilen P formu olan çözünür fosfat aynı zamanda ötrofikasyonu destekler ve alg çoğalmasını hızlandırır. Ana fark, yüzey akış P'unun, bitkilerin beslenmesi için ana kaynak durumunda olan üst topraktan daha yüzlek bir toprak derinliğince etkilenebilir. Bu fark alt-üst eden toprak işleme yöntemi (kulaklı pulluk) kullanılan topraklarda az bir öneme sahipken, toprağın dikey karıştırılmasının azaltılmış olduğu korumalı toprak işleme sistemleri (sıfır işlemeli veya bitki kalıntısını yüzeyde bırakan sistemler gibi) için önemli olabilir.

Bilimsel gelişmeyle sürekli olarak iyileştirilen toprak testleri hem bitki yanıtının hem de potansiyel P kaybı riskinin tahminini kolaylaştırabilir. Bu tür testlere örnek olarak, toprak P doygunluğunun bir tahmin aracı olarak kullanılan Mehlich 3 testinin P/Al oranı verilebilir. Yeni toprak testleri toprağın ne zaman örneklenmesi gerektiği, örnekleme derinliği, uygun toprak muamele işlemleri ve laboratuvar ekstraksiyon yöntemleri gibi bazı faktörler hakkında yeterli açıklamaları da sağlamalıdır.

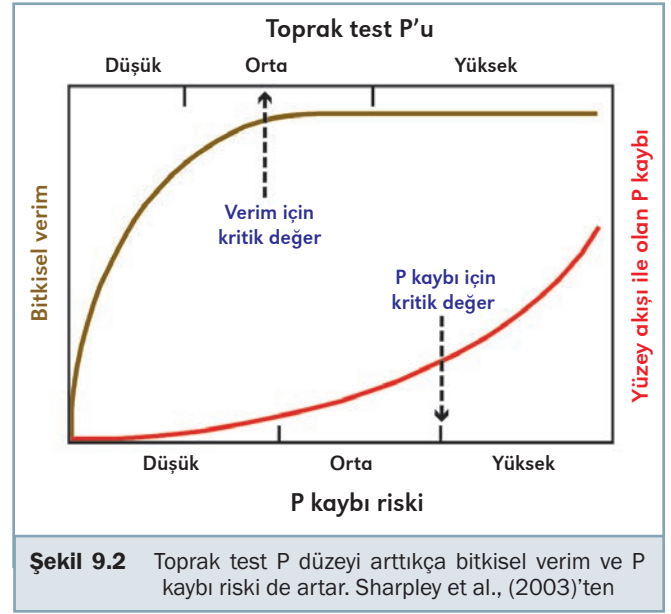
Çizelge 9.3 Bir bitkisel üretim alanından olan P kayıplarını kontrol eden faktörler

Fosfor Kaynağı Faktörleri	
Toprak P konsantrasyonu	
Gübre P'unun uygulama miktarı, zaman ve tekniği	
Hayvansal gübrenin uygulama miktarı, zaman ve tekniği	
Hayvansal gübrenin P konsantrasyonu	
Hayvansal gübrenin fiziksel özellikleri	
P kaynağının çözünürlüğü	
Fosfor Taşınması Faktörleri	
Yüzey suyu kaçış potansiyeli	
Toprak erozyonu potansiyeli	
Yüzey altı drenaj	
Tarla kenarı bitkisel tampon alanı	
Suya yakınlık ve bağlantı	
Toprak tekstürü ve drenaj sınıfı	

Fosfor kaybı ve ötrofikasyon risklerini azaltma amacıyla pratik önlemler hızlı bir biçimde uygulanabilir. Aşırı P birikiminin önlenmesinde toprak testleri kolayca yol gösterici olabilir. Kimyasal ve hayvansal gübre uygulamaları yıl içerisinde kayıp risklerinin minimize olduğu zaman aralıkları için planlanmalıdır. Hayvansal ve P'lu mineral gübrelerin yerleştirilmeleri hakkında verilecek kararlar yüzey akış kayıplarının nasıl en aza indirileceğini de değerlendirmelidir. Toprak erozyonunu azaltmak için yapılacak arazi koruma uygulamaları, alan büyüklüğü, besin durumu ve yönetim kapasitesinden bağımsız olarak, bütün çiftçilik faaliyetlerinin önemli bir parçası olmalıdır.

9.9 Yönetim Sinerjisi

Sürdürülebilir sonuçlar elde etme amacıyla gerçekleştirilen besin uygulamalarının kaynak, doz, zaman ve konumla ilişkili süreçleri cesaret kırıcı olabilir. Sürdürülebilirlik etkileri son derece karmaşık ve konuma özgü olup, zamanla da değişim gösterir. Aynı zamanda da birçok belirsizliği içerir ve bilime dayalı olarak süreklilik arz eden ilerlemelerin desteğinde daha fazla araştırma gerektirirler. Bununla birlikte, uygun bir küresel çerçeve kılavuzluğundaki pratik sağduyulu düşünce faaliyetleri uygulamaları değiştirebilir ve hem kısa hem de uzun zaman dilimleri içinde sonuçları iyileştirebilirler.



Bu durum ayrıca, kısa dönemde sinerjik çözümlere yönelik başlangıç düzeyindeki pratik işlemleri teşvik eder. Örneğin, yetiştirici başlangıç gübresinin banda yerleştirilmesinin bitki verimini artırırken, yıkanarak P kayıplarını azalttığı bir kez anlarsa, uygulama değişimi çok hızlı biçimde gerçekleşebilir.

Uzun vadede ise, sürdürülebilirlik konularının önceliklerini hedefleyen en etkili uygulamalar yönündeki bilimsel araştırma ve yayım çabalarına rehberlik eder. Genellikle bunlar, tahılların N kullanım etkinliğinin iyileştirilmesi gibi çiftlikte çözümü oldukça zor olan konuları kapsar.

Optimum üretkenlik sağlamak için gerçekleştirilen bitki beslemeye dönük rehber uygulamalar, bitki besin kullanımı ile ilgili mevcut konuların çoğunun çözümünde de yardımcı olabilir.

KAYNAKLAR

Sharpley, A.N. et al. 2003. Agricultural Phosphorus and Eutrophication. 2nd Ed. [On-line].

Örnek Olay 9.1-1 Avustralya'nın nemli tropiklerinde yetiştirilen şekerkamışında besin yönetim planları.

Avustralya şeker endüstrisi yaklaşık 5 milyon ton işlenmemiş şekeri 35 milyon ton kamış üretilen 4.000 çiftlikten elde eder. Şekerkamışı yetiştiriciliği Avustralya'nın kuzey-doğu kıyısında Queensland'den New South Wales'e uzanan kıyı ovaları ve nehirler boyunca yüksek yağış alan ve sulama imkânı olan bölgelerinde yapılır (haritaya bakınız). Kıyılarda yaşayanlara ekonomik katkı sağlayan bu kamış yetiştiriciliği ve şeker üreticiliği faaliyetleri, bölgesel etkinlikte turizmden sonra ikinci sırada yer alır.

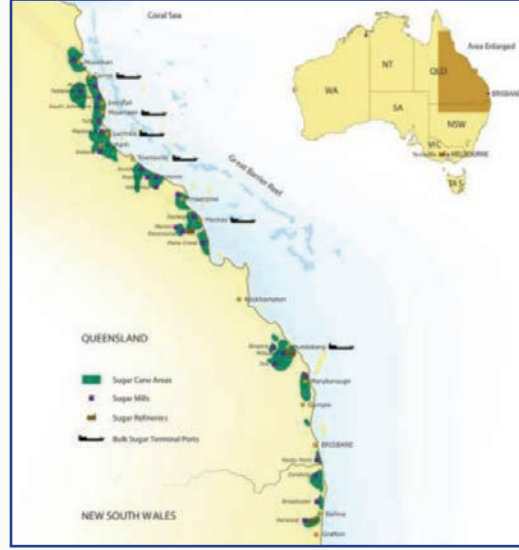
Aldıkları yıllık 2.000-4.000 mm yağış ile nemli tropik özelliklere sahip olan kuzeydeki bu kamış alanları, dünya mirası alanlarından olan Great Barrier resifinin bazı kısımlarıyla komşudur.

Benzersiz ve çok değerli bir ekosisteme sahip olan Great Barrier resifi hâlihazırda, okyanus asitleşmesi ve ısınması gibi küresel ısınma etkilerinin yanı sıra balıkçılık, havzalarındaki şehirleşme, atıklar ve madencilik gibi etkinliklerden dolayı tehlike altındadır. Great Barrier resifini oluşturan mercanlar ve diğer resif organizmaları sıcaklık, kimi pestisitler, tuzluluk, besinler ve asılı sedimentler gibi su kalitesi değişkenlerinden olumsuz etkilenir.

Avustralya'da şekerkamışı üretimi, yeni ve iyileştirilmiş agronomik tekniklerle gerçekleşen ekonomik ve sosyal konulardaki değişikliklere yanıt verebilen bir hayli uzmanlaşmış bir endüstridir. Kamış dikiminden, hasadına kadar mekanizasyon hakimdir; çoğu, hasattan önce bitki artıklarını yakma yerine, yeşil bir bitki artığı örtüsü altında yetiştirilir. Yaygın olarak minimum toprak işleme tercih eden yetiştiricilerin çoğu tarlalarında konuma özgü besin yönetimini benimsemiştir. Çiftçiler ayrıca, besin ve sediment tuzakları olarak kendi çiftlikleri içinde kıyı bölgeleri geliştirirler.

Hedefler, yakındaki şekerkamışı üretim alanlarından olan besin ve pestisit girdilerini azaltarak resif bölgesinin su kalitesini koruyacak şekilde belirlenmiştir. Nemli tropik havzada 70 ha'dan daha fazla bir alanda şekerkamışı yetiştiren herhangi bir kişinin, gereksinimleri aşağıda sıralan bir Çevresel Risk Yönetim Planı (ÇRYP) hazırlama zorunluluğu vardır:

- Çiftlikte resife giren suya kirletici salgılanmasına neden olabilecek herhangi bir tehlikenin tanımlanması.
- Çiftlikten atılacak suyun kalitesini artırmak için ölçülebilir hedefler ve performans göstergeleri.
- Toprağa uygulanan besinlerin, tarımsal kimyasalların ve sedimentin çiftlikten kaybının yönetimini sağlayan bir yönetim planı eklenmesi.
- Toprak özellikleri, diğer kaynaklar (örneğin, değirmen yan ürünleri) ve şeker kamışı verimi potansiyeline dayalı olarak gübre N ve P'nun toprağa uygun dozdan fazla uygulanmaması.
- Toprak testi sonuçlarının ve gübre uygulaması kayıtlarının tutulması. Bazı bölgelerde, bitkiye herhangi bir besin maddesi uygulanmadan önce, toprak testleri yapılmalıdır. Toprak testi, mineralize olabilir N ve bitkiye yararlı P'un miktarını da içermelidir.
- Bu tavsiyelerden olacak sapmalar sadece akredite olmuş bir danışmanın onayı ile yapılabilir.



Great Barrier Resifini koruma için "Six Easy Steps – Altı Basit Adım" Programında Hükümet ve Endüstri İşbirliği

Her bir çiftlik için hazırlanan ÇRYP daha sonra Queensland Çevre ve Kaynak Yönetim Bölümü (ÇKYB) tarafından değerlendirilmeye tabi tutulur. Plan, değerlendirilip onaylandıktan sonra, bir yıldan beş yıla değişen bir akreditasyon dönemine sahip olur. Planlara çiftliğin haritasını, besin yönetim planlarını ve entegre hastalık ve yabancı ot yönetim planlarının da ilave edilmesi de bir zorunluluktur.

Bu planlar, ÇKYB tarafından kayda geçirilerek denetlenir, böylece çoğunlukla BSES şirketinin SIX EASY STEPS (altı kolay adım) yaklaşımı etrafında şekillenmiş bir besin yönetimi planı, bir şeker kamışı üreticisinin çiftliğinde gübreleri nasıl kullanacağını yasal bir açıklaması haline gelir.

SIX EASY STEPS programı kamış yetiştiricileri için en iyi besin yönetimi uygulamalarının benimsenmesini sağlayan entegre bir besin yönetim aracı olup, bu adımlar, ÇKYB'de gereksinilen besin yönetim planlarını geliştirmede kullanılabilir. Söz konusu altı adım aşağıda sıralanmıştır:

- Toprakların tanınması ve anlaşılması
- Besin süreçlerinin ve kayıplarının anlaşılması ve yönetimi
- Düzenli toprak testi yapılması
- Toprağa özgü besin yönetim kurallarının benimsenmesi
- Besin girdilerinin yeterliliğinin kontrol edilmesi (örneğin, yaprak analizleri kullanılarak)
- İhtiyaç duyulan zaman ve yerde besin girdilerinde değişikliğe gitmek için iyi kayıtların tutulması

Program, yetiştiricilerle düzenlenen kısa bir kurs aracılığı ile ilgili kişilere ulaştırılır. Amaç, olumsuz tarım dışı etkilere neden olmaksızın çiftlikte dengeli besleme uygulamaya, üretkenliği ve karlılığı artırmaya bir rehber hazırlamaktır.

Daha fazla bilgi için:

SIX EASY STEPS approach. [\[On-line\]](#).

ReefWise Farming. Qld. Government, Australia. [\[On-line\]](#).



R. Norton, IPNI, Avustralya tarafından Aralık 2011'de yollanmıştır.

Örnek Olay 9.1-2 4D Hassas Besin Yönetimi'nin sera gazı emisyonlarını azaltma yolları. Alberta, Kanada'da mevcut bir 4D Hassas Besin Yönetimi planı, ölçülebilir, güvenilir ve doğrulanabilir şekilde çiftlik düzeyindeki bir karbon kredisi için Azot Oksit Emisyon Azaltımı Protokolü (NERP)'nün temelini oluşturmaktadır. Bu protokol, ClimateCHECK ve Kanada Gübre Enstitüsü tarafından geliştirilmiş ve Ekim 2010 tarihinde Alberta Çevre (Alberta Hükümeti) tarafından resmen onaylanmıştır.

NERP'in gelişimi sırasında ortaya çıkan konuların en önde gelenlerinden birisi azot oksit (N_2O) emisyon azalması ve bitki verimi kayıpları arasındaki potansiyel bilançolar olmuştur. Bununla birlikte, N_2O emisyonlarının ölçümleri sırasında başvuru iki yönlü yaklaşım bunu göz önünde bulundurmaya çalışır. Kanada'nın sera gazı envanteri için hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli tarafından kabul edilen Tier 2 (Seviye 2) yaklaşımı, uygulanan N miktarının bir fonksiyonu olarak bölgeye özgü emisyon faktörünü tespit eder. Uygulanan N'un N_2O olarak yayılan kısmını temsil eden bu emisyon faktörü Kanada genelinde %0,2 ile %1,7 arasında değişmektedir.

Doğru kaynak, doğru zaman ve doğru yer şeklinde diğer 3D'yi hesaba katmak için, uzman görüşünden türetilen bir azaltma düzenlemesi her bir performans düzeyine uygulanır. Üç faydalı yönetim uygulamasının (beneficial management practice - BMP) "Temel"den, "Orta" ve "İleri" düzeye değişen performans düzeyleri, BMP'nin değişik düzeylerinin ve arazi şekline yönlendirilen yönetimin artan derecesiyle veri gözlenmesinin yoğunluğunun kabullenilmesine yardımcı olur. Performans seviyesi yükseldikçe, daha düşük azaltma düzenlemesinden de anlaşılacağı gibi, azaltılmış emisyonlar için daha fazla potansiyel ortaya çıkar. Batı Kanada kır toprakları için BMP örnekleri Temel performans düzeyi için belirtilen amonyumlu gübrelerin ilkbaharda veya bir kaç seferde ve banda kullanımını kapsar. Orta düzey de, amonyum bazlı formülasyonları gerektirir ancak aynı zamanda yavaş/kontrollü salıverilen gübreler veya inhibitörlerin kullanımını da gerektirir. İleri düzeyde, uygulanacak N miktarı ızgara örneklemeden, uydu görüntülerinden veya dijital ortama aktarılmış toprak haritalarından elde edilen sayısal arazi bilgilerine dayanır.

4D Hassas Besin Yönetimi ilkelerinin uygulanmasıyla, NERP şunları amaçlamaktadır:

- "İlave edilen her bir birim N için bitki yanıtını optimize etmek" ve
- "Nitrat N'unun potansiyel olarak denitrifikasyona uğrayacağı ve/veya doğrudan veya dolaylı N_2O olarak çıkarılacağı ya da yıkamayla sisteme karışmasına yol açacak biçimde toprakta birikebilme veya bulunmaya devam edebilme olasılığını asgari düzeye indirmek".

Protokol, akredite profesyonel danışmanların çiftçilere 4D planlarını oluşturmada ve uygulamada yardımcı olma ve ilişkili karbon kredilerinin hesaplanmasındaki rollerini açıkça belirler. Profesyonel bitkisel üretim uzmanları ve/veya Sertifikalı Tarım Danışmanları 4D Hassas Besin Yönetimi ve NERP gereksinimleri konusundaki özel eğitimleri tamamlayarak ve sınavları geçerek akredite tarım danışmanları olarak seçilebilirler. Sadece akredite tarım danışmanları planı imzalamakla yetkilidir. Yöresel kanunlar ve düzenlemelerle değişik ihtiyaçlar da buraya ilave edilebilir.

NERP yaklaşımının nicelleştirilmesi İklim Değişikliği Birleşmiş Milletler Çerçeve Sözleşmesi kapsamında Kanada'nın raporlama ihtiyaçlarını karşılamak için hazırlanan Kanada'nın Ulusal Sera Gazı Envanteri Raporu'nda kullanılan yöntemlere dayanmaktadır. NERP Alberta Dekleştirmeye Sistemi gerekliliklerini karşılayan ISO 14064-2 standardına göre geliştirilmiş ve Kanada'nın Denkleştirme Sistemi, İklim Eylem Rezervi ve Kuzey Amerika'daki diğer gönüllü sera gazı programlarında belirtilen niyetleri ile uyumludur. Alberta NERP, türünün dünyadaki ilk örneğidir. ABD'de olası uygulaması için Gübre Enstitüsü tarafından NERP incelenmektedir.

NERP, Alberta Denkleştirme Sistemi altında onaylanması için bilim uzmanlarının katılımıyla kapsamlı ve saydam bir istişare süreci ile geliştirilmiştir. Bu bilim uzmanları Kanada'daki belli başlı tarım üniversiteleri, Tarım ve Tarımsal-Gıda Kanada, Uluslararası Bitki Besleme Enstitüsü, il toprak uzmanları ve endüstri paydaşlarından oluşmaktadır. Bu paydaşlara ayrıca, uluslararası uzmanlar da dahil edilmiştir.

NERP için 2008 yılında Calgary'de düzenlenen ilk İstişare Atölye Çalışmasında, katılımcı uzmanlar 4D'ye göre NERP genel tasarımını onaylamışlardır. NERP ana unsurları üzerinde uzlaşma sağlanmasına rağmen, katılımcı uzmanlar daha da geliştirilmesi gereken bazı boşluklar olduğunu da tespit etmişlerdir. Bu boşluklar daha sonra uzlaşma inşa sürecini ilerletmede çevrim-içi semineri formatında bilim uzmanlarına gönderilen Karar Metni'nde ele alınmıştır. Çevrim-içi seminer katılımcıları, Alberta Ofset Sistemi'nin standardizasyona ve resmi inceleme ve onay sürecine sunulmasına izin veren NERP sürecini karara bağlamışlardır. Bu süreç, 4D ilkeleri ve paydaş katılımının toplumsal kaygıları ve besin yönetimi sorunlarını çözmek için uygulanabilirliği noktasında çok güzel bir örnektir.

Kaynak

Alberta Environment. 2010. Quantification Protocol for Agricultural Nitrous Oxide Emissions. [On-line].

C.S. Snyder, IPNI, ABD tarafından Ocak 2012'de yollanmıştır.

Örnek Olay 9.1-3 Su ve besin yönetimi uygulamaları Nebraska, ABD'de taban suyu kalitesini iyileştirmiştir.

1985 yılından bu yana, Nebraska, ABD'de bulunan Lower Platte Natural Source (NRD) bölgesi genelinde yer altı ve yüzey suları nitrat konsantrasyonları takip edilmektedir.

Bölgenin kuzeyindeki teras alanı yüzeyin 1,5 ile 7,5 metre altındaki su tablası ile siltli-tın ve ortadan inçeye değişen kumlu topraklara sahip olup, bölgede yoğun biçimde sulu bitkisel üretim gerçekleştirilmektedir. Bu teras alanında, yeraltı suyu nitrat seviyeleri sürekli içme suyu standart değeri olan 10 mg nitrat-N • L⁻¹ seviyesini aşmıştır.

Azot yönetimi, yeraltı suyu nitrat-N seviyelerine bağlı olarak üç aşamalı (fazlı) biçimde hayata geçirilmiştir.

Sulama kuyusundaki nitrat konsantrasyonu ortalama $\leq 7,5$, 7,6-15,0 ve $\geq 15,1$ mgL⁻¹ arasında değişen alanlar sırasıyla Faz I, II ve III olarak tanımlanmıştır. 1987 yılından bu yana, çiftçilerin çoğundan Faz I gereksinimlerini karşılaması istenirken, daha az kısmından ise Faz II, III ve IV'ün gerekleri talep edilmiştir. Her 4 yılda bir sertifikalarını yenilemek zorunda olan gübreleme uzmanları, gerekli olmasa dahi uygulamalarını yüksek fazlardan kullanmaya teşvik edilmektedirler. Kullanılacak N dozuna ait öneriler, önceki bitkilerin performanslarıyla beraber verim hedeflerine (son 5 yılın %105'i olarak), sulama suyundaki N ve 90 cm derinlikteki toprak nitratına dayandırılarak hazırlanır. Söz konusu besin yönetimi ile ilgili gereksinimlerin bazıları aşağıda listelenmiştir.

Faz I Çalışma Alanı Sulama

Yüzey suyu ve yeraltı suyu sulama haritası



*Noktalar sulama kuyularıdır

Faz I

- N'lu gübrenin sonbahar uygulaması kumlu olmayan topraklarda 1 Kasım öncesinde yasaktır.
- N'lu gübre uygulaması kumlu topraklarda 1 Mart sonrasına kadar yasaktır.

Faz II

- Nitrat-N'u için yıllık toprak ve sulama suyu testleri.
- Yıllık gübre uygulaması raporları.
- Gübre satıcısı kayıtlarıyla ispatlanan nitrifikasyon inhibitörü kullanılması halinde, kumlu olmayan topraklarda N'lu gübreye 1 Kasım - 1 Mart arasında izin verilir.

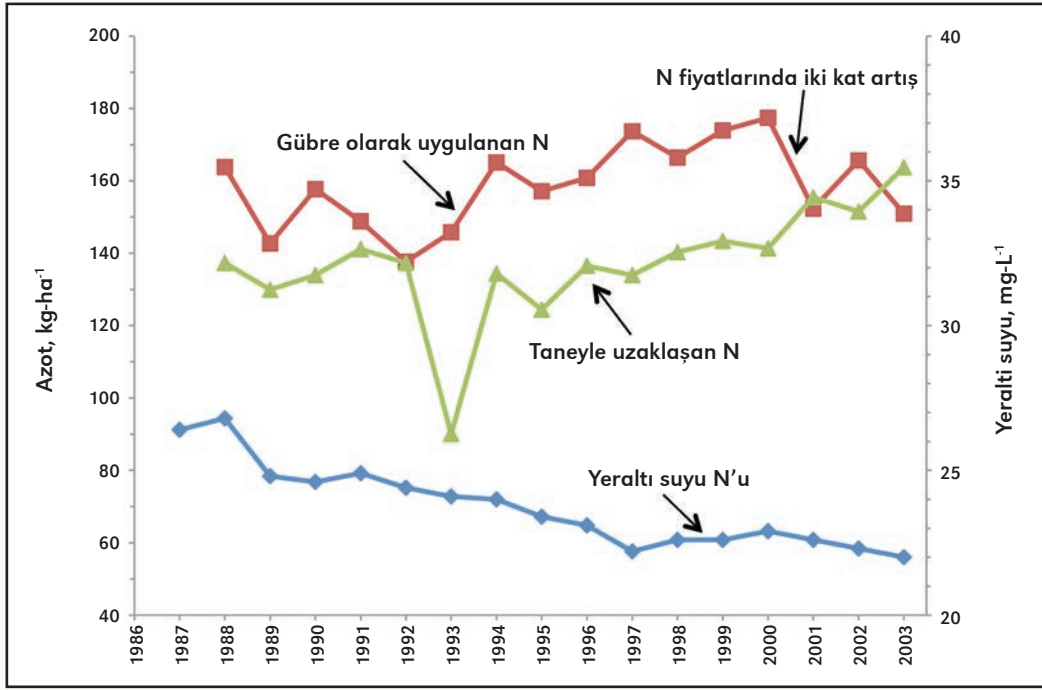
Faz III

- Tüm topraklarda, N'lu gübre uygulaması sonbahar ve kış aylarında 1 Mart sonrasına kadar yasaktır.
- Bahar aylarında uygulanacak N, bölünmüş (ekim öncesi ve üst gübresi-yüzeyle bant) olmayı veya eğer N'un %50'den fazlası ekim öncesi uygulanacaksa gübre sağlayıcısı kayıtlarıyla beraber onaylı bir nitrifikasyon inhibitörünün kullanımını gerektirir.

Faz IV (Yeraltı suyu nitrat seviyesinin kabul edilebilir bir orana düşmediği alanlar için)

- NRD tarafından belirlenen bitkisel verim hedefi.
- NRD tavsiyesini geçmeyecek N'lu gübre seviyeleri.
- NRD personelinin en iyi yönetim uygulaması operatörleriyle doğrudan çalışması.

Sonuçlar: Teras (kuzey) alanında yeraltı suyu nitrat seviyesi 1987'den 2005 yılına kadar geçen sürede gerilemiştir (şekle bakınız). Azalmanın %20'si bitkiler tarafında kaldırılan miktardaki artışa, %50'si ise karıkla sulamadan yağmurlama sulamaya geçişe bağlıdır. Belki de geri kalan %30'luk düşüşün uygulama zamanı ve kaynaktan (nitrifikasyon inhibitörlerinin artan kullanımı) olabileceği düşünülebilir. Taban suyu nitrat seviyesinde hedeflenecek daha fazla bir azalış, mevcut BMP'nin veya kontrollü N salıveren gübreler ve bitki gövdesi N sensörlerinin kullanımı gibi yeni teknolojilerin artan oranlarda kabulünü gerektirebilir.



Bitkisel verim ve kaldırılan N miktarındaki artış zamanla yeraltı suyu nitrat seviyelerini düşürmüştür.

Not: Bu veriler, Central Platte Doğal Kaynaklar Bölgesi N NE CEAP çalışma alanının terasında uygulanan ticari N gübresi ve sulanan mısır tarafından kaldırılan N ve terasın hemen altındaki birincil akiferdeki nitrat konsantrasyonlarıdır. **Exner**, M.E., H. Perea-Estrada, and R.F. Spalding. 2010. The Scientific World Journal 10: 286-297'den uyarlanmıştır. Şekil için veriler Nebraska Üniversitesinden Dr. R. Ferguson ve Dr. M. Exner'den temin edilmiştir.



Yeraltı suyu nitrat seviyesindeki azalışın yaklaşık yarısı karıkla sulamadan yağmurlama sulamaya geçişe bağlanmıştır.

C.S. Snyder, IPNI, USA tarafından Ocak 2012'de yollanmıştır.

Örnek Olay 9.1-4 Toprak analiz düzeyleriyle gübre fosforunun yönetimi Çin'de gıda üretimini ve çevresel performansı iyileştirmiştir.

Çin çok yüksek nüfusa ve sınırlı arazi kaynaklarına sahip bir ülkedir ve gıda güvenliğini ve bitkisel üretimdeki sürdürülebilir artışı garanti altına almak için, toprak verimliliğini inşa etme amacıyla geçmiş 60 yıl içerisinde çok fazla gayret sarf etmiştir.

Toprak verimliliğini sürdürme için, besin kaynağı olarak toprak organik maddesine ve bitki artıklarına dayanan birkaç bin yıllık tarihin sonucu olarak, 1950'lerin başında Çin'de işlenebilir alanların çoğu düşük verimliliğe ve düşük bitkisel üretkenliğe sahipti. O tarihten sonra, N'lu gübre kullanımı yaygın bir uygulama haline gelmiş ve topraktan P ve diğer besinlerin de kaldırılması suretiyle bitkisel verimler artmıştır. Bitki tarafından absorbe edilen P'un büyük bir kısmı hasat edilen kısımda (taneli bitkilerde yaklaşık olarak %80'i) olduğundan, toprak P'u hızlı biçimde tüketilmiş ve bitkisel üretim için düşük toprak P'u ciddi bir verim sınırlayıcı faktör haline gelmiştir. 1980'lerde, ikinci ulusal toprak verimliliği etüt çalışması sonuçlarına dayandırılarak, işlenir tarım arazilerinin yaklaşık %48'inin Olsen P'u bakımından oldukça düşük ($5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 'in altında) ve diğer %30'unun da düşük ($10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 'in altında) olduğu şeklinde bir değerlendirme yapılmıştır.

Fosforlu gübreler, sözü edilen toprak P durumu, gıda güvenliğini garanti altına alma ve toprakların verimliliklerini iyileştirmedeki ulusal amaçla bir araya gelerek, güneyden başlayıp kuzeye yayılarak Çin genelinde gübreleme programının önemli bir parçası haline gelmiştir. Çin'de 1981-2000 yılları arasında işlenen alanlara kimyasal gübre olarak yaklaşık 133 milyon metrik ton P_2O_5 'in uygulandığı tahmin edilmektedir. Ortalama olarak uygulanan P'un akümüle olan kullanım (geri kazanım) oranı ortalama %50 olduğu kabul edilirse, yaklaşık $480 \text{ kg } \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ toprakta biriktiği söylenebilir. Eğer organik P kaynakları değerlendirilecek olursa, topraklardaki P birikimi daha da yüksek olacaktır (Li, 2003).

1950'lerden 1960'lara ve 1970'lere kadar uzun süre negatif olarak devam eden topraktaki bütün P dengesi (yani, giren P - çıkan P) çok hızlı bir değişim göstermiştir. 1980'lere gelindiğinde işlenebilir alanlardaki P dengesi pozitif bir durum olarak, P'un topraklarda birikime başlamasıyla sonuçlanmıştır. 2005 yılına gelindiğinde ise Çin'de toprakların yaklaşık $79 \text{ P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ P fazlasına sahip olduğu şeklinde bir tahmin yürütülmüştür. Toprak-bitki sistemindeki bu yüksek P dengesi ile yarayışlı P düzeyinin yavaş yavaş inşa edileceği ve toprak P verimliliğinin iyileştirileceği hedeflenmişti. Doğrulamak için doğrudan ulusal etüt verileri olmasa da, genel olarak P noksanlığına (yani, $10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 'den düşük Olsen P seviyesi) sahip olan işlenebilir alanların yüzdesinin %50'den daha aşağıya düştüğüne inanılmaktadır. 1991-2007 yılları arasında toplanan 43.156 toprağın CAAS-IPNI Soil and Plant Analysis laboratuvarında gerçekleştirilen P analizlerinin sonuçları da test edilen toprakların %48'inde P eksikliği olduğunu göstermiştir.

Yakın geçmişte, P gübrelemesindeki yüksek dozlar Çin'e bitkisel verimi artırmada ve toprak P verimliliğini inşa etmede oldukça yardımcı olmuştur. Bununla birlikte, aynı zamanda, topraktaki artan P birikimi ile tarımsal alanlardan P kaybı riski ve bunun çevre üzerindeki etkisinin de gözardı edilmemesi gerekmektedir. Bitkisel üretim alanlarından olan fosfor kayıplarının yüzey suyu kirlenmesine katkısı hakkında sadece sınırlı bilgi olsa da, seçilen göllerdeki P'un %14-68'inin tarımsal alanlardan geldiği ifade edilmiştir (Li, 2003).

Çin'deki toprak P'u verimlilik düzeylerindeki bu değişikliklerle, ekonomik ve çevresel kazanımlar için, P gübrelemesinde strateji geliştirildiğinde aşağıda yer alan noktaların dikkate alınması gerektirir:

1. P uygulama stratejisi toprak analizine dayandırılmalıdır. Olsen P düzeyi $20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 'in altında olduğunda toprak seviyelerini oluşturmak için yeterli P uygulanmalıdır. Bu düzeyin üzerindeki topraklarda bitki tarafından kaldırılan ilave edilmesi gerekirken, toprak test P'nun çok yüksek olduğu durumlarda P uygulanmaması gerekir.
2. Bütün koşullarda, toprak erozyonuyla toprak P kayıplarını kontrol etme noktasında dikkatli olunması gerekir.
3. P gübre kullanım etkinliğini bütün boyutlarıyla artırma amacıyla tüm ürün rotasyonu için ortak bir P gübreleme programı dikkatlice geliştirilmelidir. Uzun dönemde birikmiş P'un geri kazanım etkinliği de dikkate alınmalıdır.
4. Farklı bitkilerin (örneğin, sebzelerin, taneli bitkilere göre) toprak P seviyeleri için farklı gereksinimleri olduğu kabul edilmelidir. Farklı verim düzeyleri için farklı kritik toprak analiz P seviyelerinin de tanımlanmasına ihtiyaç vardır.



Heilongjiang Eyaleti, Kuzey Çin'de uygulanan "optimum" (OPT) P gübreleme uygulamasına soya fasulyesinin tepkisi (sağ)

Çin'deki gübre etkinliğindeki değişimi bitki beslemedeki Minimum Kanunu ve ilgili diğer prensipler izlemiştir. 1950'lerden önce, Çinli çiftçiler ağırlıklı olarak görece düşük üretim kapasiteli toprak / bitki sistemlerinde besin dengesini korumak için organik gübreleri kullanırlardı. 1950'lerden sonra, bitkisel verim artışı ve N ve P'un artan kullanımı, toprak-bitki sistemlerinde K için negatif dengelere neden olan yarıyışlı K'daki azalma ile sonuçlanmıştır. 2003 yılında Li Jiakang tarafından yapılan çalışma ve besin dengesi tahminine dayanılarak, toprak / bitki sisteminde N ve P girdi-çıkı dengesi 1980'lerin ortalarında negatiften pozitifte dönmüş olsa da, K için dengenin 2000 yılında hâlâ negatif olduğu görülmektedir (**Çizelge 1**).

Çizelge 1. Çin'te tarımsal alanlardaki besin girdi-çıkı dengesi (x 1.000 ton)

	Yıl	1965	1975	1985	1995	2000
Organik Gübre	N	2.930	4.100	5.030	6.110	6.520
	P ₂ O ₅	1.380	1.940	2.560	3.300	3.440
	K ₂ O	3.060	4.620	6.210	7.600	8.320
İnorganik Gübre	N	1.210	3.640	12.590	22.240	25.140
	P ₂ O ₅	550	1.610	4.190	10.350	9.730
	K ₂ O	3	130	980	3.360	6.590
Çıktı	N	5.220	7.490	11.140	13.730	16.620
	P ₂ O ₅	2.370	3.340	4.790	5.770	6.640
	K ₂ O	5.600	8.130	12.080	14.550	17.390
Denge	N	-1.690	-1.570	190	3.500	2.470
	P ₂ O ₅	-600	-280	710	4.890	3.610
	K ₂ O	-2.540	-3.380	-4.890	-3.550	-2.480

Kaynak: Li Jiakang et al. 2003.

Kaynaklar

Jin, J. Y. 2008. In Li, H.D. (ed.) "Plant Nutrient Management in Sustainable Agriculture." Jiangxi People's Press. Nanchang, China. p 9-18.

Lu, R. 2003. "Phosphate and Compound Fertilizer", Vol 18, No 1, 4-8. (in Chinese)

Li, J., B. Lin, and G. Liang. 2003. In Lin Bao (ed.) Chemical Fertilizer and No-pollution Agriculture. China Agriculture Press. 2003, 175-188. (in Chinese)

J. Jin, IPNI, Çin tarafından Ocak 2012'de yollanmıştır.

Absorpsiyon (Emilim) – Bir maddenin başka bir madde içine alınarak dahil olduğu süreç, yani bitkiler tarafından gazlar, su, besinler, ya da diğer maddelerin alımı.

Adezyon (Tutunma) – Maddeleri birlikte tutan, yüzeyler arasındaki moleküler çekim. Su toprak parçacıklarına tutunur.

Adsorpsiyon – Moleküllerin son derece ince bir tabaka halinde temasta oldukları katıların veya sıvıların yüzeylerine tutunması.

Adsorpsiyon, Elektrostatik – Yüklü bir yüzeye iyonların elektriksel çekimi nedeniyle adsorpsiyonu.

Agregat – Teksel kum, silt ve kil parçacıklarının bir araya gelerek daha büyük parçacıklar oluşturması. Agregatlar küre, blok, levha, prizma veya sütun şeklinde olabilir.

Alkali Toprak – Yüksek alkaliliğe (8,5 ya da daha büyük pH) veya yüksek değişebilir Na^+ içeriğine (%15 veya değişim kapasitesi daha fazla), ya da her ikisine birden sahip olan toprak.

Alt Toprak – Üst toprağın altında yer alan, daha az organik madde ve toprağın ana ana materyaline ait daha fazla özelliğini içerebilen toprak katmanları.

Amonifikasyon – N içeren organik bileşiklerden amonyak N^+ ’nın salverildiği biyokimyasal süreç.

Ana Materyal – Toprakların üzerinde geliştiği sertleşmemiş, sıkışmamış mineral veya organik madde.

Anakaya – Toprakların ve ayrılmış kayanın altında yer alan sıfırdan (erozyonla maruz yerlerde) onlarca metreye kadar değişen derinliklerde yer alan sert kaya.

Anyon Değişim Kapasitesi (ADK) – Bir toprağın adsorbe edebileceği değişebilir anyonların toplamı.

Artık Asitlik – Kalıntı tuzlarının yıkamayla belirli bir horizontdan uzaklaştırılmasından sonra bu horizontta kullanılan gübreden meydana gelen nihai asitlik.

Artık Verimlik – Bir önceki bitkinin gübrenmesinden sonra, bir sonraki bitkiye taşınan topraktaki yararlı besin elementi içeriği.

Asidik Toprak – Toprak çözeltisinde (aktif asitlik) ve toprak kolloidler (rezerv ya da potansiyel asitlik) yüzeyinde yaygın biçimde H^+ içeren toprak. Spesifik olarak, 7’den daha düşük bir pH değerine sahip toprak.

Asit – H^+ iyonu salveren bir madde; H^+ aktivitesinin OH-aktivitesini geçtiği bir durum.

Asitlik, Aktif – Bir toprağın sulu fazındaki H^+ aktivitesi olup, ölçülerek pH değeri olarak ifade edilir.

Asitlik, Potansiyel veya Rezerv – Bir toprakta katyon değişimi ile toprak çözeltisi içine salverilen ya da Al^{3+} ’un hidroliz ile oluşturulabilen değişebilir H^+ miktarı.

Azot (N) – Her yaşayan hücrenin, bitki veya hayvanın bileşeni olan mutlak gerekli birincil bir besin. Bitkilerde, klorofil molekülü, amino asitler, proteinler ve diğer bir çok bileşiğin parçasıdır.

Azot Bağlanması (Fiksasyonu) – Atmosferik azot(N_2)’un organik veya inorganik formlara dönüşümü. Fiksasyon, spesifik olarak topraklarda, toprak havasından toprak organizmaları aracılığıyla bitkilere yararlı N bileşiklerinin oluşumu için N asimilasyonunu vurgular. Baklagil kök nodülleriyle N bağlama işlemi simbiyotik N fiksasyonu olarak bilinir.

Azot Çözeltileri – Azotlu gübrelerin sudaki çözeltileri. Azot çözeltileri sıvı ya da kuru karıştırılmış gübre üretimi için kullanılır ve/veya özel uygulayıcılar veya sulama suyu aracılığıyla toprağa uygulanır. En yaygın olarak, bu terim 28-32% N içeren ve üre ve amonyum nitrat (NH_4NO_3) karışımı sayesinde elde edilen üre amonyum nitrat (UAN) çözeltilerine karşılık kullanılmaktadır.

Azot Döngüsü – Atmosferden alınan N’un topraklar, bitkiler, hayvanlar ve insanoğlu üzerinden atmosfere dönüş için izlediği rotalar.

Bakır (Cu) – Bitkilerde bulunan bazı enzimlerin bileşeni olan temel bir besin. Klorofil oluşumu için gereklidir.

Banda Gübreleme – Toprak yüzeyinin altında veya üstünde yoğunlaştırılmış bir bölgeye gübre yerleştirme.

Banda Uygulama – Bir gübre uygulama yöntemi. Banda uygulama, besinler için konsantre bir kaynak elde etmek için bozulmamış biçimdeki dar bölgelere gübreleri konsantre biçimde yerleştiren uygulamaları tanımlayan genel bir terim. Uygulamalar, ekimden önce, esnasında ya da ekimden sonra yapılabilir.

Başlangıç (Taban) Gübresi – Ekim sırasında ya doğrudan tohumla temas halinde ya da tohumun yanına veya altına uygulana gübre. Kesin konum ima edilmez.

Baz – H^+ iyonları ile reaksiyona giren veya OH- iyonları salveren; asidi nötralize eden ve pH’yı yükselten madde.

Baz Doymuluk Yüzdesi – Toplam KDK’nın bazik katyonlarca (Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ ve Na^+) doldurulan kısmının yüzdesi.

Bazik – H^+ ’den daha fazla OH- içeren veya salveren. Bazik Toprak – 7,0’den daha yüksek pH değerine sahip herhangi bir toprak.

Besin – Bir organizmanın büyüme ve sağlığına katkıda bulunan element.

Besin Alımı – Genellikle kökleri aracılığıyla besinlerin bitki tarafından absorbe edilme işlemi. Az miktarda da olsa besinler, yapraklara uygulanmalarıyla onalar üzerinden alınabilir.

Besin Yönetimi – Hava ve suya olan kayıpları en aza indirirken, bitki üretkenliğini artırmak için doğru besin kaynağı, doğru miktarda, doğru zamanda ve doğru yere uygulama.

Birincil Besin – Bitkisel üretimi en fazla sınırlayan ve N, P ve K’un dahil olduğu üç elementten biri.

Bitki Analizi – Bitki dokusundaki besin veya besinlerin toplam içeriğini belirlemek için yapılan nicel bir laboratuvar analizi.

Bitkiye Yararlı Nem – Bitkilerin kullanmak için topraktan kolaylıkla alabileceği kadar zayıf bağlı su.

Biyolojik Azot Fiksasyonu – Belirli bazı serbest veya simbiyotik yaşayan bakterilerin bir yeteneği olarak atmosferik N (N_2)’un indirgenerek asimilasyonu.

Bor (B) – Karbonhidrat taşınmasında görev alan mutlak gerekli bir besin. Polen tüplerinin büyümesi ve polen tohumlarının çimlenmesi için gerekli. Muhtemelen bitkisel üretimde en yaygın mikro element noksanlığı.

Bölünmüş Uygulama – Bitki büyüme sezonu boyunca iki veya daha fazla uygulanmış gübre. Ekim öncesi ve ekimden sonra bir ya da daha fazla uygulama oldukça yaygındır.

CBS (GIS: Geographic Information System) – Coğrafi bilgi sistemi. Dijital harita verilerini depolayan, gösteren ve analiz eden sistemler için kullanılan genel bir terim.

Bitki Su Tüketimi – Bir alanda bitkiler tarafından transpirasyon ve büyüme için kullanılan suya, yakın topraktan veya kardan veya tutulan yağıştan olan su buharı kaybının ilave edilmiş şeklidir.

Çinko (Zn) – Bitkiler için gerekliliği ilk olarak kanıtlananlardan metalik bir mikro besin. Çinko bitki büyüme maddelerinin ve enzim sistemlerinin sentezine yardımcı olur ve bazı metabolik tepkileri teşvik etmek için gereklidir. Klorofil ve karbonhidrat üretimi için gereklidir.

Çözünen Madde – Bir çözelti oluşturmak üzere bir çözücü içinde çözülmüş materyal.

Dağıtma (dispers etme) – Su ve benzeri bir dispersiyon ortamı içinde veya boyunca agregatlar gibi bileşik parçacıklarını teksele bileşen parçacıklarına ufalama veya kil gibi ince parçacıkları, dağıtma veya süspansiyon haline getirme.

Daimi Solma Noktası – Bir toprağın, bitkilerin solduğu ve turgor basıncını yeniden oluşturma şanslarının olmadığı su seviyesi. Sabit bir değer değildir.

Değişebilir Baz – Toprak kolloidi yüzeyine adsorbe olmuş ancak H^+ veya diğer bazı katyonlarca değiştirilebilen bazik katyon.

Değişebilir İyonlar – Yüklü yüzeylerde elektrikli cazibe tarafından tutulan iyonlar; diğer iyonlarla takas yolu ile yer değiştirebilirler.

Değişebilir Sodyum Yüzdesi (ESP) – Her hangi bir topraktaki değişim kompleksinin Na^+ ile doygunluk derecesi.

Değişim Kompleksi – Bir toprağın değişim kapasitesine katkıda bulunan materyallerin (kil, humus) tamamı.

Değişken-Oranlı Gübreleme – Tarlada gübre uygulayıcısı hareket ettikçe toprakta mevcut besin seviyelerindeki değişimlere göre besin uygulama oranlarını ayarlayan bir teknik.

Demir (Fe) – Bitkiler tarafından demir (Fe^{+2}) iyonu olarak absorbe edilen, mutlak gerekli metalik bir mikro besin elementi. Demir klorofil oluşumunda bir katalizör ve aynı zamanda bir oksijen taşıyıcısıdır. Bunlara ilave olarak bitkinin belirli bazı solunum enzim sistemlerinin oluşumuna katkı sağlar.

Denge – Zaman içerisinde koşullarda sadece küçük değişimlerin olacağı bir kimyasal reaksiyon veya bütün ekosistemin durumu.

Denitrifikasyon – Nitrat (NO_3) ya da nitrit (NO_2)'ni biyokimyasal yollarla N_2 , NO veya N_2O 'ya indirgenmesi. Oksijenin az olduğu koşullarda oluşur.

Derin Banda Gübreleme – Derin banda uygulama, besinlerin konsantrasyonunu bir bant olarak yüzeyin 10 ile 20 cm altına ekimden önce uygulanması. Bazı uygulamalar 40 cm'ye kadar olan derinliklere yapılabilir. Uygulanan besinler, katı, sıvı veya gaz formlarında olabilir.

Desorpsiyon – Bir iyon veya molekülün bir yüzeyden serbest bırakılması. Adsorpsiyonun tersi.

Difüzyon – Bir gradient boyunca moleküller hareket. Su difüzyonu ıslak alanlardan kuru alanlara gerçekleşir. Gaz ve çözünen difüzyonu yüksek konsantrasyon bölgelerinden düşük konsantrasyon bölgelerine doğru oluşur.

Doku Testi – Bitki dokusu özsuyunun asimile edilmemiş, çözünür besin içeriğini belirlemek için kullanılan hızlı bir nitel kolorimetrik tarla testi.

Dolomit – Ca ve Mg karbonatlarından oluşan bir mineral; bir miktar Mg içeren kireçtaşı için kullanılan terim.

Yüzey Bandına Gübreleme – Damlama veya şeride bant uygulaması toprak veya bitki artıklarının yüzeyindeki çeşitli genişliklerdeki bantlara veya şeritlere katı ya da sıvı gübrelerin uygulanmasını içeren bir banda uygulama şeklidir.

Efektif Yağış – Toplam yağışın bitki büyümesi için kullanışlı hale gelmiş kısmı.

Ekim Öncesi Gübre – Ekimden önce toprağa uygulanan gübre.

Elektronlar – Bir atom yapısının bir parçası olan küçük, negatif yüklü parçacıklar.

Element – Nükleer parçalanma dışında daha fazla bölünemeyen herhangi bir madde.

En Az İşleme – Ekim-dikim ve tohum çimlenmesi için uygun koşullar yaratmak için gerekli olan makine operasyonlarının sayısını azaltan toprak işleme sistemi.

Enjeksiyon – Toprakta sıvı gübre veya susuz amonyağın (NH_3) basınçlı veya basınçsız sistemlerin kullanımı yoluyla banda yerleştirilmesi.

Enzimler – Hücrelerin biyokimyasal reaksiyonlarını yönlendiren ve kontrol eden katalizörler.

Erozyon – Arazi yüzeyinin akan su, rüzgâr, buz veya jeolojik faktörlerle aşınması. Hızlandırılmış erozyon, normal veya jeolojik olanlardan daha hızlı ve insan faaliyetleriyle bağlantılı olarak gerçekleşen rüzgâr veya su erozyonudur.

Eser Elementler – Mikro besinler dâhil, düşük konsantrasyonlarda olan elementler.

Eşdeğer (ekivalen) – 1 gr H^+ ile birleşen veya yer değiştiren bir iyon veya bileşiğin gr cinsinden ağırlığı. Atom veya formül ağırlığının yüke bölünmesiyle bulunur.

Evaporasyon – Toprakta veya serbest su yüzeyinden atmosfere olan doğrudan su buharı kaybı.

Evapotranspirasyon – Toprakta gerçekleşen evaporasyonla beraber bitkilerden olan transpirasyonun toplamı şeklindeki su kaybı.

Fakirleşme Bölgesi – Toprakta hareketsiz besinlerin konsantrasyonlarının belirgin bir biçimde azaldığı kök yakınlarındaki sınırlı alan.

Fertigasyon – Sulama suyu ile gübre uygulaması.

Fiksasyon – Mevcut bitki besinlerinin toprak bileşenleri ile reaksiyona girerek geçici olarak kullanılamaz hale gelme süreçleri. Genel olarak, yararlılığı azalmış olan P, NH_4^+ , ve K^+ 'un reaksiyonlarına karşılık gelir.

Flokülasyon – Kolloidal parçacıkların kümeler oluşturmak için birleşmesi.

Fosfat – Fosforik asit esterlerinin tuzu. Bununla birlikte, bu terim genellikle gübre endüstrisinde gübre olarak içerisinde P içeren her hangi bir materyal için kullanılır. Ayrıca gübre P içeriğinin bir ifadesi biçiminde P_2O_5 olarak da kullanılır.

Fosfat Kayası – Ticari ürünlerin üreticisinde doğrudan veya yoğunlaştırma işleminden sonra kullanımına izin verecek saflıkta ve miktarda bir veya daha fazla kalsiyum fosfat minerali içeren doğal bir kaya. ABD ve Kanada'daki gübre üretiminde kullanılan çoğu fosfat kaya depozitleri, kalsiyum fosfatlar öncelikli olmak koşuluyla apatit minerallerine dayanmaktadır.

Fosfor (P) – Bitkiler tarafından mutlak gereksinim duyulan ve N ve K ile birlikte üç birincil besin elementi arasında sınıflanan besinlerden biri. Fosfor, bitki içinde hareketli bir besin olup, fotosentez, solunum (şekerlerin kullanımı), enerji depolanması ve taşınması, hücre bölünmesi, hücre büyümesi, genetik kodlama ve diğer birçok bitkisel süreçte kilit rol oynar.

Fotosentez – Yeşil bitkilerin ışık enerjisini yakalayıp su ve karbondioksitle birleştirerek karbonhidrat oluşturdukları süreç. Işık enerjisinin kimyasal enerjiye dönüştürülmesi için klorofil pigmenti gereklidir.

Geçirgenlik – Gözenekli bir ortamın sıvıları iletme kolaylığı.

Geleneksel İşleme – Geleneksel toprak işleme sistemleri bölgeden bölgeye, üründen ürüne önemli düzeyde değişir. Geleneksel toprak işleme terimi başlangıçta, ekim öncesinde kulaklı pulluk kullanımını, disk çekimini ve toprak yüzeyini tapanlamayı ifade etmekteydi. Günümüzde ise geleneksel toprak işleme sistemleri artık birincil toprak işleme uygulaması olarak keski pulluğun yaygın kullanımı da dâhil olmak üzere diğer ziraat aletlerinin kullanımını da kapsayacak biçimde dönüşmüştür.

Glikoz – Her bir molekülünde altı C atomu bulunan yaygın bir şeker (karbonhidrat). Bütün hücrelerde bulunur. Selüloz, nişasta ve diğer polisakaridlerin bir bileşenidir.

Gözenekler (Porlar) – Toprağın bütün hacmi içerisinde katı parçacıklar tarafından işgal edilmemiş alan.

Gübre – Bir veya daha fazla bitki besin maddesi sağlamak amacıyla toprağa ilave edilen herhangi bir doğal veya işlenmiş materyal. Bu terim genellikle tarım kireci veya alçının dışında üretilen malzemeler için kullanılır.

Gübre Gereksinimi – Optimum olarak belirlenmiş bitki büyümesine ulaşmak için toprak tarafından sağlananlara ilave olarak ihtiyaç duyulan belirli bazı bitki besin elementlerinin miktarı.

Gübre Kullanım Etkinliği – Bitki için sağlanan bir birim besin başına elde edilen verim birimlerinin ifadesi.

Gübre Sınıfı – Bir gübre materyalinde veya kompozite bir gübrede bulunan toplam N, yarıyışlı P_2O_5 ve çözünebilir K_2O olarak ifade edilen ana bitki besinlerinin % olarak garantisi edilmiş en düşük miktarı.

Gübre Yerleştirme – toprak yüzeyinde veya altında belirli bir bölgede gübrelerin bant ya da şerit halinde yoğunlaştırılması. Örneğin; tohum sırasına başlangıç gübresi, dribble gübreleme, derin banda uygulama.

Hacim Ağırlığı – Toprakların birim hacminin kuru kütlesi (ağırlığı).

Hareketli (Mobil) Besinler – Bitki içinde yaşlı dokulardan genç dokulara taşınabilen besinler.

Havalandırma – Topraktaki havanın atmosferik hava ile yer değiştirdiği süreç. Havalandırma oranı büyük ölçüde toprak içindeki gözeneklerin hacmi ve sürekliliğine bağlıdır.

Hidrate Olmuş – Bir kimyasal yapının bir parçası olarak eklenmiş veya birleştirilmiş su.

Hidroksil – OH- iyonu veya grubu.

Horizon, Toprak – Toprağın aşağı-yukarı arazi yüzeyine paralel olan bir tabakası.

Humus – Toprak organik maddesinin, ilave edilen bitki ve hayvan artıklarının çoğu ayrıştıktan sonra kalan kararlı, koyu renkli kısmı.

İmobilizasyon (Hareketsizleşme) – Bitkiler için daha az yarıyışlı hale gelmesini sağlayacak biçimde inorganik elementlerin mikrobiyal veya bitki dokularına dahil edilmesiyle organik formlara dönüşümü.

İkili Yerleştirme – İki farklı gübre materyalinin yüzey altı bantlara aynı anda yerleştirilmesi.

İkincil Besinler – Kalsiyum, Mg ve S ikincil besinler olarak adlandırılır çünkü bitki büyümesi için gerekli olduğu halde birincil besinlerden daha az sıklıkta noksanlıklarına rastlanır.

İnce Bünye (Tekstür) – Yüksek yüzdelerde silt ve kil oranını ifade eden küçük parçacıkları yüksek düzeylerde içermeye veya onlardan oluşma.

İyileştirici, Toprak – Toprağa pH'sını veya fiziksel özelliklerini iyileştirmek için eklenen madde, örneğin, tarım kireci, jips, turba, kompost, vb

İyon Değişimi – Çözelti içindeki bir anyonun, kil kolloidi veya organik kolloid gibi materyallerin yüzeyindeki başka bir anyonla karşılıklı yer değişimi.

Jips – Kalsiyum sülfat ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)'tan oluşan mineral veya kaya.

Kalsiyum (Ca) – Bitkisel hücre duvarının bir bileşeni olan; bazı enzimler tarafından gereksinilen mutlak gerekli bir besin. Kalsiyum metabolik düzenlemede görev alır.

Kapilarik (Kılcal) Kuvvetler – Küçük (kılcal) gözeneklerde su ve toprak yüzeyleri arasındaki kuvvetler.

Karbon Döngüsü – Karbon dioksit (CO_2)'in, canlı organizmalara fotosentez veya kemosentez yoluyla bağlandığı, solunum ve bağlandığı organizmanın ölümü ve ayrışması yoluyla serbest hale geldiği, heterotrofik türlerce kullanıldığı ve sonuçta orijinal konumuna geri döndüğü dönüşümler dizisi.

Karbon: Azot Oranı – Toprakta ya da organik maddede organik C'nin ağırlığının toplam N'nin ağırlığına oranı. Bu, organik C yüzdesinin toplam N yüzdesine bölünmesiyle elde edilir.

Karbonat – Kalsiyum, magnezyum ve demirin karbonatlarının sıvı çözeltilerinden organik veya inorganik çökeltme ile oluşan, kireçtaşı veya dolomit gibi sediment.

Karbonhidrat – Genel formülü $(CH_2O)_n$ olan organik bileşikler, örneğin, şekerler ve polisakkaritler.

Karıştırma (incorporation) – Gübre materyallerinin (ya da herbisitlerin) yüzey toprağı ile mekanik olarak karıştırılması.

Katyon – Elektron kaybının sonucu olarak elektriksiz olarak pozitif yüklenmiş atom, atomlar grubu veya bileşikler.

Katyon Değişim Kapasitesi (KDK) – Bir toprağın adsorbe edebileceği değişebilir katyonların toplamı.

Katyon Değişimi – Çözelti içindeki bir katyonun, kil kolloidi veya organik kolloid gibi materyallerin yüzeyindeki başka bir katyonla karşılıklı yer değişimi.

Kemigasyon – Bitkileri gübreleme veya hastalıkları kontrol etme için sulama suyu içinde gübrelerin ve/veya pestisitlerin kullanımı.

Kenara Banda Gübre – Tohum sırasının (filizler) bir ya da iki yanına banda gübre yerleştirme.

Kenara Üst Gübre – Bitki çıktıktan sonra bitki sırasının yanına gübre uygulaması.

Çizi Ayaklı Uygulama – Gübre malzemelerinin toprağa banda ince kesme aracı yardımıyla uygulanması.

Kil – Topraklarda veya yerkabuğunun diğer kısımlarında doğal olarak oluşan inorganik kristal parçacıklar. Bu parçacıklarının çapı 0.002 milimetreden daha azdır.

Kireç – “ Kireç”, “tarımsal kireç” ya da “tarkireç” ifadesi, kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) ve magnezyum karbonat ($MgCO_3$) ihtiva eden öğütülmüş kireç taşı ve hidratlanmış kireç (kalsiyum hidroksit, $CaOH$) ya da yanmış kireç (CaO) için kullanılır. Kireç toprak asitliğini düşürmek ve mutlak gerekli besin elementlerinden olan Ca ve Mg sağlamak için kullanılır.

Kireç Gereksinimi – Kireç gereksinimi, kullanılan bitkisel üretim sisteminde istenilen toprak pH aralığını ayarlamak için gereksinilen kaliteli tarımsal kireç miktarıdır. Kireç gereksinimleri toprak ile dengede pH değerine sahip bir tampon kullanılarak laboratuvar koşullarında belirlenir.

Kireçleme Materyali – Tarımsal kireçleme materyali Ca ve Mg bileşikleri toprak asitliğini etkisizleştirme yeteneğinde olan bir üründür.

Kireçli Toprak – Seyreltilmiş (1:10) hidroklorik asit ile muamele edildiğinde gözle görülür düzeyde köpürecek kadar serbest kireç (karbonatlar) içeren toprak.

KKS (GPS: Global Positioning System) – Küresel konumlama sistemi. Sürekli olarak konumlarını tanımlayan sinyaller üreten uydular ağı. Yüzeyde yer alan elektronik alıcılar bu bilgileri yeryüzündeki konumlarını hesaplamak için kullanır.

Klorofil – Yeşil pigment; bitki, yosun ve bazı bakterilerde fotosentez için ışığı tutar.

Kloroz – Bitkilerin yeşil kısımlarının rengini kaybettiği veya sarıya döndüğü normal olmayan bir durum.

Klorür (Cl-) – Bitkiler tarafından oksijen salıverilmesine dahil olan fotosentetik reaksiyonlar için gereksinilen mutlak gerekli bir besindir. Ozmotik regülasyonda da görev alabilir.

Kobalt (Co) – Kobalt hayvanlar ve N fiksasyonu için mutlak gereklidir. Diğer bazı bitkilerde enzim aktivasyonunda rol alabilir.

Kolloid – Çapı 0,001 mm'den az olan organik veya inorganik parçacıklar. Kolloidler, genellikle çok reaktif olan geniş bir yüzey alanına sahiptir.

Konuma-Özgü Yönetim – Besin girişlerinin, pestisit uygulamalarının, bitki popülasyonunun ve diğer bitkisel üretim uygulamalarının toprak özellikleri ve kompozisyonundaki değişime göre yönetimi.

Korunmalı İşleme – Bütün bitki artıklarının toprağa karıştırıldığı toprak işleme yöntemine göre ekimden sonra bitkisel atığın en az %30'unun yüzeyde bırakıldığı bir toprak işleme sistemi.

Kum – 0,05 ile 2,00 mm arasında değişen boyutta çapa sahip inorganik partikül.

Kükürt (S) – Belirli bazı amino asitlerin yapısında bulunduğundan,

bitkisel proteinlerin oluşturulması için gerekli ikincil bir temel besin elementi. Bitkisel proteinin bir parçası olarak, enzim faaliyetleri için ihtiyaç duyulur. Baklagillerde nodül oluşumu ve N fiksasyonda yer alır. Klorofil molekülünün bir parçası olmadığı halde klorofil oluşumu için de gereklidir.

Kültivasyon – Araziyi ekim veya dikim için hazırlama veya daha sonrasında yabancı ot kontrolü ve toprağı gevşetme için kullanılan bir toprak işleme operasyonu.

Kütle Akışı – Basınca tepki olarak sıvı hareketi. Isı, gazlar veya çözünen maddelerin içinde buldukları sıvı ile birlikte hareket etmesi. Örneğin, $\text{NO}_3\text{-N}$ toprakta kütle akışı ile hareket eder.

Kütle Hacmi – Herhangi bir toprak kütesinin katıları ve boşlukları da içeren hacmi.

Magnezyum (Mg) – Kalsiyum ve S ile birlikte ikincil besin olarak sınıflandırılmış temel bir besin. Klorofilin bir bileşenidir ve fotosenteze aktif olarak dahil olur. Magnezyum ayrıca P metabolizmasına, şekerlerin bitkide kullanımına ve çeşitli enzim sistemlerinin aktivasyonuna yardımcı olur.

Makro Besinler – Bitkiler tarafından büyük miktarlarda ihtiyaç duyulan mutlak gerekli besin maddeleri.

Makro Gözenekler (Porlar) – Genellikle kökler ve küçük toprak hayvanları ve solucanlar tarafından oluşturulan büyük gözenekler.

Malç – Toprağı yağmur damllarından, güneş ışığından, donma ve buharlaşmadan korumak için toprak yüzeyine yayılan herhangi bir materyal.

Mangan (Mn) – Bitkilerde öncelikli olarak enzim sistemlerinin parçası olarak görev yapan metalik bir mikro besin. Önemli birkaç metabolik reaksiyonu aktive eder ve klorofil sentezindeki göreviyle fotosentezde doğrudan rol oynar.

Mikoriza – Bitkilerin kökleri ile mantar arasında genellikle simbiyotik olan ilişki. Mantar hifleri kök yüzey alanını ve besin alımını artırır.

Mikro Besinler – Bitkilerce sadece az veya eser miktarda ihtiyaç duyulan besinler. Temel mikro besinler B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni ve Zn'dur.

Mikroorganizma, Toprak – Toprakta besin geri dönüşümünü gerçekleştiren ve besinlerin yararlılığını arttıran bakteri, mantar ve diğer organizmalar. Patojen olanlarının bitkiler üzerinde olumsuz etkileri olabilir.

Mineralizasyon – Organik maddenin çürümesi sırasında içinde bulunan elementlerin organik formdan inorganik forma saliverilmesi. Süreçler toprak mikroorganizmaları tarafından gerçekleştirilir.

Molibden (Mo) – Mutlak gerekli besin elementleri arasında en az miktarda ihtiyaç duyulan metalik bir mikro besin. Molibden nitrat redüktaz enzimi sentezi ve etkinliği için gerekmektedir. Ayrıca baklagil kök nodüllerindeki Rhizobium bakterileri tarafından simbiyotik azot fiksasyonu süreci için de hayati önem taşımaktadır.

Mutlak Gerekli Besin – Bir bitkiye yaşam döngüsünü tamamlaması için gerekli olan bir unsur. Bitki büyümesi için mutlak gerekli 17 element vardır: karbon (C), hidrojen (H), oksijen (O), azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), sülfür (S), bakır (Cu), klorür (Cl), demir (Fe), boron (B), manganez (Mn), çinko (Zn), nikel (Ni), molibden (Mo).

Nekroz – Bitki dokusunun ölümü.

Nikel (Ni) – Mikro besinler arasında sınıflandırılan mutlak gerekli bir bitki besini. Bitkiler tarafından Ni^{2+} formunda alınır. Nikel ürenin amonyağa dönüşümünü katalize eden üreaz enziminin metal bileşenidir. Ayrıca, baklagil bitkilerinin N metabolizmasında önemli rol oynar.

Nitrifikasyon – Topraklarda belirli toprak bakterilerinin faaliyetleri ile amonyum (NH_4^+) iyonlarından nitrit (NO_2) ve nitrat (NO_3) oluşumu; NH_4^+ 'un NO_3^- 'a biyokimyasal oksidasyonu.

Nitrifikasyon Önleyicisi (İnhibütörü) – Amonyum iyonunun nitrite bakteriyel oksidasyonunu geciktiren ve böylece NO_3^- üretimini yavaşlatan nitrapirin (N-Serve) ve disiyandiamit (DGD) gibi bileşikler. Bu bileşiklerin kullanım amacı, toprakta N'u daha uzun süre NH_4^+ formunda tutarak NO_3^- yıkanmasını kontrol etmek, NO_3^- 'nin denitrifikasyonu önlemek ve uzun süre boyunca bitkiye $\text{NH}_4\text{-N}$ sağlamaktır.

Nitrobakter – Nitrifikasyon sürecinin son aşamasında NO_2^- iyonlarını NO_3^- 'a okside eden mutlak aerobik kemoototrofik bir toprak bakterisi türü.

Nitrozomonas – Nitrifikasyon sürecinin ilk aşamasında NH_4^+ iyonlarını NO_2^- 'e okside eden mutlak aerobik kemoototrofik bir toprak bakterisi türü. Nitrapirin gibi nitrifikasyon inhibitörleri özellikle bu organizmaların faaliyetlerini engeller.

Nokta Enjeksiyon – Yaklaşık 20 cm aralıklarla kök bölgesine (10-12 cm) sıvı gübre uygulamak için enjektör olarak monte edilmiş çubukların olduğu tekerleğin kullanılması. Çubuklu enjeksiyon nokta enjeksiyonla eş anlamlıdır.

Nötr Toprak – Değişim kapasitesi büyük oranda (%80-90) Ca ve Mg iyonları tarafından doldurulmuş, pH'sı 7'ye yakın olan bir toprak.

Oksidasyon – Oksijen (O_2) veya kimyasal eşdeğerinin eklenmesini kapsayan kimyasal bir değişim. Bir kimyasal reaksiyon süresince bir atom, iyon ya da molekülden elektron kaybını kapsar. Bir element ya da bileşiğin pozitif yükünü artırabilir.

Oksijen – Renksiz, tatsız, kokusuz bir gaz (O_2); doğada en bol ve en yaygın bulunan element. Havanın hacim olarak yaklaşık %21'ini ihtiva eder.

Organik Gübre – Toprağa ilave edildiğinde organik bitki besininin kullanışlı miktarlarını salveren veya sağlayan organik materyal.

Organik Toprak – Yüksek %'lerde organik madde içeren toprak.

Ortofosfat – Özellikle NH_4 ve Ca tuzlarını içeren, ortofosforik asit (H_3PO_4)'ten üretilen fosfat bileşiklerinin genel sınıfı.

Ot-ve-Otlama (Weed-and-Feed) – Tarımsal kimya endüstrisinde gübre ve herbisit karıştırılarak uygulanmasını ifade etmek için kullanılan terim.

Ozmotik Düzenleme – Bitki hücrelerindeki su potansiyelini korumak için hücre zarları üzerinde suda çözünür iyonlar ve şekerler gibi elektrolitlerin diğer tarafa taşınması.

Ötrofikasyon – Göl veya akarsularda besin konsantrasyonundaki artışla sulcul bitkilerin oksijen yetersizliği koşullarına yol açacak biçimde hızlandırılmış büyümesi.

pH – Asitlik ve alkaliliğin sayısal ifadesi. Teknik olarak, pH bir çözeltinin H^+ aktivitesinin negatif logaritmasıdır. pH 7 tam olarak nötrlüğün göstergesidir. pH 7'den 14'e doğru gittikçe artan alkaliliği, 7'den 0'a doğru gidildikçe de artan asitliği gösterir.

Polifosfat – İki veya daha fazla P atomu içeren moleküller ile karakterize edilen fosfat bileşiklerinin genel bir sınıfı. Polifosfatlar, her ortofosfat birimi arasındaki bir su molekülünün kaybı sonucu, iki ya da daha fazla ortofosfat moleküllerden meydana gelir. Süper fosforik asitten türetilir. Birincil olarak amonyum polifosfatlar gibi akışkan gübrelerde mevcuttur.

Tohum yatağı gübresi – Ekim sırasında doğrudan tohumla temas edecek şekilde uygulanan gübre. Başlangıç (taban) gübresinin bir formu.

Potasyum (K) – Potasyum N ve P'un dahil olduğu birincil besin grubunun üyelerinden birisi olan mutlak gerekli elementtir. Bitkilerin çoğu tarafından N ile aynı miktarlarda gereksinim duyulur. Potasyum, enzim sistemlerinin aktivasyonunda önemli role sahiptir, fotosentez ve şekerlerin oluşumu ve kullanımı için çok önemlidir, protein sentezinde ve protein yapısının korunmasında mutlak gerekli bir rolü vardır ve bitkiye suyu etkin kullanmasında yardımcı olur.

Rezerv (Potansiyel) Asitlik – Toprak partiküllerine tutunan değişebilir H^+ ve hidrolize olabilir Al_3^+ rezerv ya da potansiyel asitlik olarak adlandırılır. Rezerv asitlik toprak çözeltisindeki H^+ iyonları (aktif asitlik) ile dinamik bir dengededir. Dikkatli yapılan hesaplamalar, killi bir toprak için rezerv asitliğin aktif asitlikten 1.000 kattan 100.000 kata kadar daha yüksek olabileceğini öne sürmektedir.

Rhizobium – Genellikle baklagiller olmak üzere, havadaki N_2 'u dönüştürerek enerjilerini sağladıkları ve bitkilerin kullanımına sunma yeteneğinde olan yüksek bitkilerle simbiyotik olarak yaşayan bakteriler.

Saban Kulağı Enjeksiyonu – Dar bir disk saban kulağının, toprak altına sabanın girebileceği derinlikteki yatay bir banda sıvı, kuru veya granül olarak gübre yerleştirilmesi. Banda gübre uygulamasının bir versiyonudur.

Selüloz – Bitkilerde en fazla bulunan karbonhidrat.

Serpme Uygulama – Katı veya sıvı gübrelerin ya da diğer maddelerin toprak yüzeyine sürümle toprağa karıştırılarak veya karıştırılmayarak uygulanması. Bitkiye özel bir konumlandırma gerektirmez. Besinler bitki ekiminden önce ya da sonra uygulanabilir.

Sıvı (Akıcı) Gübreler – Susuz ve sulu NH_3 , N içeren çözeltiler ve katı olan gübrelerin sıvı içerisindeki berrak çözeltileri ve süspanسیونlarını içeren sıvı karışık gübreler için kullanılan terim.

Sızma (Infiltrasyon) – Suyun toprağa aşağı hareketi.

Sızma (Perkolasyon) – Sıvının toprakta aşağı hareketi.

Silt – 0,002 ile 0,05 mm arasında değişen boyutta çapa sahip inorganik partikül.

Simbiyotik – Baklagil köklerindeki nodüllerde bulunan rizobiumlarca N fiksasyonunda olduğu gibi iki canlı arasındaki her iki tarafın da kazanım sağladığı ilişki.

Simbiyotik Bakteriler – Tarımda, bu tanım genellikle atmosferik N_2 'u konakçı baklagil bitkiler tarafından kullanılabilir formlara dönüştürme yeteneğine sahip ve baklagillerin kökleri üzerinde büyüyen nodüllerdeki bakterilerle ilgilidir.

Sodik Toprak – Yüksek tuz ve Na konsantrasyonlarından etkilenmiş toprak. Sodik toprakların çözünür tuz içerikleri nispeten düşüktür ancak değişebilir Na'ları yüksektir.

Strüktür (Yapı) – Topraklarda, birincil parçacıkların belirli bir boyut ve şekle sahip ikincil birim veya pedler halindeki düzeni.

Su Tablası – Yeraltı suyu için üst sınır veya altında toprağın suyla doygun olduğu düzey.

Su Tutma Eğrisi – Toprak nem içeriğini suyu uzaklaştırmak için harcanan enerjiye karşı gösteren grafik (nem salıverme eğrisi).

Süperfosfat – Süperfosfat, fosfat kayasının, sülfürik asit ya da fosforik asit veya bu asitlerin bir karışımı ile muamele edilmesiyle elde edilen bir üründür. "Normal", "sıradan", ya da "basit" süperfosfat, genel olarak fosfat kayasının asitleştirilmesiyle elde edilen %22'ye kadar P_2O_5 içeren bütün sınıfları ifade eder. Temel olarak mono-kalsiyum fosfat ve önemli miktarda jips içerir.

Süspanسیون Gübre – Çözünmüş ve çözünmemiş bitki besin bileşiklerini içeren bir sıvı. Çözünmemiş materyallerin süspanسیونu genellikle gübre olmayan özelliklere sahip bir süspanسیون ajanı (kil) yardımı ile üretilir. Çözünmemiş bitki besin maddelerinin homojen bir süspanسیونunu elde etmek için mekanik veya hava ile karıştırma gerekli olabilir.

Şerit Ekim – Toprak erozyonunu azaltmak için nadas şeritleri veya sıra üzeri bitki şeritlerinin küçük taneliler, otlar veya baklagil yem bitkileriyle sıralı olarak uygulandığı bir teknik.

Şerit Gübre – Ya toprak işleme ile toprağa karıştırılarak ya da toprak/bitki artığı yüzeyinde bırakılarak yüzey bantlarına uygulanan gübre.

Tampon pH'sı – Belirli bir toprak asitliğini etkisizleştirmek için gerekli kireç miktarı ile ilgili bir ölçü.

Tamponlama – Asit veya baz ilavesi sonrasında pH'da olabilecek değişimi durdurma veya azaltma işlemleri. Daha genel olarak, herhangi bir iyonun sisteme ilave edildiğinde veya sistemden uzaklaştırıldığında o iyonun çözünmüş konsantrasyonundaki değişimi durduran süreçler.

Tarla Kapasitesi – Doygun hale geldikten iki-üç gün sonra ve serbest drenaj pratik olarak kesildikten sonra toprakta kalan su %'si. Kesin bir miktar değildir.

Teras – Toprak korumada, erozyonu azaltmak için genellikle kontura inşa edilen aşağı yukarı düz veya yatay şerit veya doğal bariyer.

Terleme (Transpirasyon) – Bitkilerin yapraklarından olan buharlaşma; Suyun topraktan atmosfere bitkiler aracılığıyla akışı.

Tav – Bir toprağın işleme kolaylığı ve tohum yatağı olarak uygunluğu ve çimlenme ve kök penetrasyonuna olan direnci ile ilgili olan fiziksel durumu.

Toprak – Yerkabuğunun içinde bitkilerin büyüdüğü üst tabakası.

Toprak Çözeltisi – Toprağın sıvı fazı ve onun çözünenleri.

Toprak Havalanması – Topraktaki havanın atmosferdeki ile yer değiştirdiği süreç.

Toprak İşlemesiz, Sıfır İşleme – Bir bitkinin toprak işleme olmadan, önceki ürünün artıkları üzerine ekildiği bir bitkisel üretim sistemi.

Toprak İyileştiricisi – Tarım kireci, alçı, talaş veya sentetik iyileştiriciler gibi toprağı bitki büyümesi için daha müsait hale getirmek için toprağa ilave edilen herhangi bir materyal. Söz konusu terim genel olarak, birincil gübre olarak kullanılanların dışında ilave edilen başka maddeleri ifade eder.

Toprak Matrisi – Toprakta bir kumaş gibi, topraktaki katıların ve boşlukların bileşimi.

Toprak Profili – Toprağın yüzeyden bütün horizonlar boyunca ana materyalin içine kadar uzanan dikey kesiti.

Toprak Tekstürü (Bünyesi) – Toprağı oluşturan çeşitli büyüklükte parçacıkların göreceli oranları. Bu parçacıklar genellikle toprak ayrırcı olarak adlandırılır ve kum, silt ve kil içerir.

Toprak Testi – Toprak kompozisyonunu genellikle bitki besin kullanılabilirliğini tahmin etmek için tasarlanmış kimyasal analizi ancak aynı zamanda toprak asitliğinin veya bazlığının ölçümleri ve toprak elektriksel iletkenliğinin fiziksel ölçümlerini de içerir.

Triple Süperfosfat – Genel olarak fosfat kayasının fosforik asitle asitleştirilmesiyle elde edilen %40'a kadar P_2O_5 içeren bütün sınıfları ifade eder. Normal süperfosfat kayda değer miktarda S (jips) içerirken, triple süperfosfat'ta yoktur. Fosfor esas olarak monokalsiyum fosfat formunda bulunur.

Tutunma Bölgesi – Gübre uygulamasından sonra besinlerin yoğunlaştığı toprak bölgesi. Genellikle banda uygulamanın bazı çeşitlerine karşılık olarak kullanılır.

Tuz Endeksi – Gübre olarak kullanılan kimyasal bileşiklerin çözünürlüklerinin karşılaştırmak için kullanılan bir endeks. Fosfor bileşikleri düşük endekslere sahipken, çoğu N ve K bileşikleri yüksek endekslidir. Çok yüksek miktarlarda uygulanan yüksek tuz endekslili bileşikler, bu bileşiklerin suya olan yüksek çekim gücünden ötürü, tohuma yakın bölgelere uygulandıklarında çimlenme problemlerine neden olabilir.

Tuzlu Toprak – Kültür bitkilerinin büyümesine olumsuz yönde etkileyecek düzeylerde çözünebilir tuz içeren alkali olmayan toprak; önemli düzeylerde erimiş tuz içerir .

Tuzlu-Alkali Toprak – Bitkilerin büyük kısmının gelişimini olumsuz etkileyecek düzeyde yüksek alkalilik veya yüksek değişebilir Na içeriği veya her ikisi ile beraber yüksek düzeylerde çözünür tuzları içeren toprak.

Üreaz – Ürenin NH_3 'a parçalanması için gerekli bir enzim; bütün bitkilerde mevcuttur.

Üst Toprak – Üst toprak, toprak profilinin organik madde içeriğinin çoğunu içeren toprağın yüzey tabakasıdır. Teknik olarak, bu katman toprak profilinin koyu renkli bir A horizonu olarak kabul edilir.

Üst Uygulama – Bitki tarlaya yerleştirildikten sonra toprağın yüzeyine uygulanan gübre.

Verim, Sürekli – Bir alandan bitkilerin ya da bitki malzemesinin sürekli yıllık ya da periyodik olarak verimi; arazinin üretim kapasitesini koruyacak yönetim uygulamalarını kast eder.

Verimlilik, Toprak – Toprağın bitki büyümesi için gerekli olan elementlerin (besin) miktarı ve bitkilere olan yarayışlılığı açısından durumu.

Yapraktan Teşhis – Bir bitkinin besin durumunun veya bitki yetiştirmek için bir toprağın besin gereksiniminin, bitki yapraklarının kimyasal analizleri veya renk belirtileri veya her ikisi aracılığıyla tahmini.

Yarayışlı Su – Topraktaki suyun bitki kökleri tarafından kolayca absorbe edilebilir kısmı. Bazıları tarafından yaklaşık 1,5 M Pa kadar basınca karşı toprakta tutulan su olarak kabul edilir.

Yarayışlılık (besinlerin) – Bitkiler tarafından alınabilir besinlerin sağlama durumunu veya yeterliliğini tanımlamada sıklıkla kullanılan, genel bir terim.

Yeşil Gübre – Toprak verimliliğini artırma amacıyla toprağa karıştırılmak için yetiştirilen bitkiler.

Yıkanma – Çözelti içerisindeki malzemelerin topraktan suyun geçişi ile uzaklaştırılması. Tarımda yıkanma serbest suyun aşağıya doğru bitki kök bölgesinin dışına hareketini (süzülme) ifade eder.

Yüzdürme Uygulaması – Aracın ağırlığını toprak sıkışmasını asgari düzeyde tutma amacıyla daha geniş bir toprak yüzeyine yaymak için geniş ve daha düşük basınçlı tekerlerle donatılmış bir çeşit gübre uygulama aracı.

Yüzey Akışı – Toprağa sızma yerine yüzeyden akıp giden su.

Yüzeye Banda Uygulama – Sıvı veya katı gübrelerin toprak yüzeyine kısım kısım (dribble) veya basınçlı sürekli bir akışla (forced

Gözden Geçirme Cevapları

Bölüm 2

1. d, 2. b, 3. c, 4. a, 5. b, 6. c, 7. b, 8. d, 9. d, 10. d

Bölüm 3

1. b, 2. c, 3. d, 4. a, 5. c, 6. b, 7. a, 8. a, 9. d, 10. b

Bölüm 4

1. a, 2. b, 3. d, 4. a, 5. b, 6. c, 7. b, 8. b, 9. c, 10. c

Bölüm 5

1. b, 2. a, 3. c, 4. b, 5. a, 6. d, 7. a, 8. b, 9. c, 10. a

Bölüm 6

1. b, 2. d, 3. c, 4. a, 5. b, 6. d, 7. a, 8. c, 9. b, 10. a

Bölüm 7

1. c, 2. d, 3. a

Bölüm 8

1. d, 2. c, 3. c, 4. a, 5. b, 6. d, 7. c, 8. b, 9. d, 10. a

Bölüm 9

1. c, 2. b, 3. d, 4. d, 5. a, 6. a, 7. a, 8. a, 9. d

METRİK VE U.S. SİSTEMLERİ ARASINDA DÖNÜŞTÜRME FAKTÖRLERİ

Buradakiler sadece besinler için verilen semboller ve kısaltmalar ve yayının içerisinde kullanılan ilgili diğer terimlerdir.

Sütun 1'i Sütun 2'ye dönüştürmek için çarpılacak değer:	Sütun 1	Sütun 2	Sütun 2'yi Sütun 1'e dönüştürmek için çarpılacak değer:
Uzunluk			
0,621	kilometre, km	mil, mi	1,609
1,094	metre, m	yard, yd	0,914
0,364	santimetre, cm	inch, in	2,540
Alan			
2,471	hektar, ha	akre, A	0,405
Hacim			
1,057	litre, L	kuart (sıvı), qt	0,946
Kütle			
1,102	ton1 (metrik, 1.000 kg)	kısa ton (U.S. 2.000 lb)	0,9072
0,035	gram, gr	ons	28,35
Verim veya Oran			
0,446	ton • ha ⁻¹	ton • A ⁻¹	2,242
0,891	kg • ha ⁻¹	lb • A ⁻¹	1,12
0,0159	kg • ha ⁻¹	bu • A ⁻¹ , mısır	62,7
0,0149	kg • ha ⁻¹	ton • A ⁻¹ , buğday veya soya	67,2

¹İngilizce "tonne" şeklindeki yazım metrik tonu (1.000 kg), "ton" şeklindeki yazım ise U.S. kısa tonu (2.000 lb) ifade eder. Herhangi bir ölçümün birimi olarak kullanıldığında, her ikisi de 9 t • ha-1 olarak kısaltılabilir. Metrik bir ifadede t=ton, U.S. ifadede ise t=kısa tondur.



SEMBOLLER VE KISALTMALAR

Buradakiler sadece besinler için verilen semboller ve kısaltmalar ve yayının içerisinde kullanılan ilgili diğer terimlerdir.

Al	Alüminyum
B	Bor
C	Karbon
Ca	Kalsiyum
CaCO ₃	Kalsiyum karbonat
CaCl ₂	Kalsiyum klorür
CaSO ₄ • 2H ₂ O	Kalsiyum sülfat (jips)
Ca(NO ₃) ₂	Kalsiyum nitrat
CH ₄	Metan
Cl/Cl ⁻	Klor/Klorür
Cu	Bakır
CuSO ₄	Bakır sülfat
DAP	Diamonyum fosfat
Fe	Demir
FeSO ₄	Demir(II) sülfat
H ⁺	Proton veya hidrojen iyonu
HCO ₃ ⁻	Bikarbonat
K	Potasyum
KCl	Potasyum klorür
K ₂ O	Potas
KNO ₃	Potasyum nitrat
K ₂ SO ₄	Potasyum sülfat
MAP	Monoamonyum fosfat
MCP	Monokalsiyum fosfat
Mg	Magnezyum
MgSO ₄	Magnezyum sülfat
MgCl ₂	Magnezyum klorür
Mn	Mangan
Mo	Molibden
N	Azot
NH ₃	Amonyak
NH ₄ ⁺	Amonyum
(NH ₄) ₂ SO ₄	Amonyum sülfat
NO ₂ ⁻	Nitrit
NO ₃ ⁻	Nitrat
N ₂	Dinitrojen
NO _x /N ₂ O	Azot oksitler/Nitroz oksitler
P	Fosfor
ppb	milyarda bir
ppm	milyonda bir
S	Kükürt
SO ₄ ²⁻	Sülfat
TSP	Triple süper fosfat
Zn	Çinko
ZnSO ₄	Çinko sülfat

Notlar



PUBLISHED BY:

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE
3500 Parkway Lane, Suite 550
Peachtree Corners, GA 30092 USA
770-447-0335
www.ipni.net

ISBN 978-0-9834988-3-4

© Copyright 2017 by International Plant Nutrition Institute