

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ
DERGİSİ



SERİ B. CİLT VIII. SAYI II : 1958

ORMAN TOPRAĞI MELİORASYONUNUN İLMİ ESASLARI [1]

Yazan :

Prof. Dr. W. LAATSCH

Çeviren :

Dr. Necmettin ÇEPEL

Toprak ilmi ve Ekoloji Enstitüsünde Asistan

Toprak meliorasyonu, devamlı bir müddet için toprağın ıslah edilmesi demektir. Bu sebepten, toprağın istihsal kudretini uzun vadeli olarak arttırmak gayesine matuf bütün tedbirler meliorasyon olarak mütalâa edilmelidir. Ham humus örtüsünü, topraktaki minerallere bağlı toprak humusuna çevirme, ormancı için üzerinde çalışılmaya değer bir meliorasyon gayesi olarak görünmektedir; nitekim bunu, W. Wittich²⁾ esaslı etüdüleri ile göstermiş bulunmaktadır. Keza, ister uygun ağaç nevelerinin seçilmesi, ister solucanların faaliyetini arttıran yardımcı bitkilerin yetiştirilmesi, isterse teknik toprak işlemesi suretiyle olsun, sıkı oturmuş toprakların gevşetilmesi de bir meliorasyon gayesi olabilir.

Tatbik edilen meliorasyon tedbirlerinin, hususiyle orman topraklarının gübrelenmesinin tesirini, tabii ilimler noktai nazarından aydınlatmak istediğimiz takdirde şu suali sormamız icabeder: Optimal bir gelişme gösterebilmek için orman ağaçlarımızın nelere ihtiyacı vardır?

Ağaçların da diğer yüksek bitkiler gibi yetiştirme ve hasılat faktörlerinden bazılarının optimal miktarına sahip olmaları gerekir. Toprak, bu faktörlerden şunları bitki köklerine verecek durumdadır :

1) «Forstwissenschaftliche Hochschultagung in München 1956, 29. Heft, 1957» den tercüme edilmiştir.

2) W. Wittich, Schriftenreihe d. Fortl. Fak. d. Univ. Göttingen, Bd. 4, (Frankfurt/Main, 1952).

Isı
Havanın oksijeni
Su

ve şu besin maddeleri :

Azot	}	metal olmıyanlar
Fosfor		
Kükürt		
Bor		
Potasyum	}	hafif metaller
Kalsiyum		
Mağnezyum		
Demir	}	ağır metaller
Mangan		
Bakır		
Çinko		
Molibden		

Bor ve diğer beş ağır metale eseri elemanlar veya mikro elemanlar ismi verilir, zira bunlar bitki tarafından gayet az miktarda alınır. Bitkiler azotu nitrat halinde aldıkları takdirde, asimilasyon için 200 000 adet azot atomuna karşılık yalnız bir atom molibdenin alınması gerekmektedir.

Bitki beslenmesi için lüzumlu olan ve ancak çözülmüş şekilde alınabilen besin maddelerinin topraktan kâfi derecede temin edilebilmesi, ısı, oksijen ve suyun mevcudiyeti ile mümkün olur. Su, herşeyden önce çözüldürücü ve taşıyıcı bir vasıtaadır; kâfi derecede ısı ve oksijen olmadığı takdirde kökler intensif olarak solunum yapamaz, intensif solunum yapamayınca da ne besin maddelerinin alınması ne de köklerin gelişmesi mümkündür.

Ağaçların kök ve yaprakları ile temin edilen münferit hasılat faktörlerinin intensitesi, birçok şartlara bağlı olan imkânlara ve ağacın kendine has gelişim şekline tâbi olarak artımı meydana getirir.

Yukarıki listede toprak tarafından temin edilen hasılat faktörleri meyanında humus zikredilmemiştir; zira humus doğrudan doğruya alınabilen bir madde olmayıp besin maddeleri taşıyıcısıdır. Keza primer bir hasılat faktörü olmaması hasebiyle, arzu edilen toprak gevşekliğinden de yukarıda bahsedilmemiştir (meselâ iyi havalandırılmış bir su kültüründe bu, mevcut değildir). Suyun, havanın oksijeninin ve ısının köklere kolayca nüfuzunu sağlayan, aynı zamanda köklerin derinlere gide-

rek oradaki rutubet ve besin maddelerinden istifadesini temin eden gevşek yapı bir beslenme vasatıdır.

Keza birkaç mantar ve kök uçlarındaki mykORIZALAR da yukarıki listede yer almamıştır; zira mykORIZALAR toprakla kökler arasında hem besin maddesi köprüsü ve hem de besin maddelerini çözündürmek suretiyle bitkiye veren araçlardır. Kireç vermek suretiyle nötr hale getirilebilen toprakta birikmiş asitler de besin maddelerini ayrıştırıcı varlıklardır; eğer yeteri kadar üzerinde durulmazsa kireç verimi v. s. ile bu hususta çok büyük hatalar yapılabilir.

Orman beslenmesi ilminin bütün problemlerinde ilkin şu faktörler birbirlerinden iyice tefrik edilmelidir :

1. Yukarıda izah edilen primer hasılat faktörleri.

2. Besin maddesi biriktiricileri (bunlar toprağın humus ve kil danecikleridir); bunlar besin maddelerini gevşek bir tarzda ve kökler tarafından alınabilecek şekilde tutarlar.

3. Ağaç köklerine besin maddelerinin sevkini temin eden Besin maddesi ortamı (Toprağın bağluluk ve yapışkanlığı, bakteriler, algler, toprak favnası).

4. Hasılat faktörlerinin neş'et ettiği Kaynaklar.

a) Atmosfer

b) Ayrışan mineraller.

Bir meşcerenin artım durumu iyi değilse ve bunun ıslahı cihetine gidilmek isteniyorsa, ilkin şu sual cevaplandırılmalıdır : Hangi faktörün minimum olma ihtimali vardır yani hangi faktör artımı tahdit etmektedir? Bunun sebebi, minimum kanununda yanlış olarak zikredildiği gibi tek bir faktör olmayıp, birçok ve birbirine bağlı muhtelif faktörlerin bu hususta rol oynamasından ileri gelmektedir.

Toprak ve yaprak analizleri yapmaksızın veya gübreleme tecrübelerine başvurmaksızın minimum faktörün durumu, her aman ve kolayca anlaşılabilir. Tecrübeler gösteriyor ki şu faktörler, ağaç köklerine ekseriya kâfi gelmeyecek derecede verilirler :

Su ve havanın oksijeni,

Azot ve fosfor,

Kalsiyum.

Şimdi bu faktörlerin noksan olması halinde meydana gelecek durumu münakaşa edelim : Kurak yıllarda artımın duraklaması, münferit dalların veya ağaçların kuruması ile kendini gösterecek şekilde atmosferden az su temin ediliyorsa, bu takdirde fazla köklenmenin teminine çalışılarak, toprağın mümkün merteye geniş sahasında biriktirmiş olduğu sudan istifade etme imkânı sağlanmalıdır. Müsait ağaç nevelerinin

seçilmesi ile bu hususta ne dereceye kadar muvaffak olunduğunu, G. Krauss ve arkadaşları çok güzel ekolojik araştırmalarla bu hususta güzel misaller vermek suretiyle müşahhas bir şekilde göstermişlerdir.

Lâdin köklerinin bilhassa oksijen ihtiyacı fazla olduğundan, sıkı istiflenmeye meyyal bütün topraklarda sığ kök teşekkülâtı görülür. Bu gibi yerlerde toprak gevşekliğini temin, böyle meşcerelere karıştırılacak yapraklı ağaçlara çok yer vermekle mümkün olur.

Yardımcı bitki olarak kızılbaş ve baklagiller önemli rol oynar; zira bunlar toprağı gevşetir ve toprağı işleyen solucanlara iyi bir yaşama imkânı bahşederler.

Mümkün merteye fazla miktarda köklerin derinlere gidebilme imkânının yaratılması, sudan istifade etme hususunda başvurulacak çarelerin en önemlilerinden olsa gerektir. Bu hususta gübreleme de yardım edebilir. İyi bir mineral gübrenin verilmesi, meselâ kireç ve fosfordan ibaret gübreleme, mikro organizmalar vasıtasıyla ham humusun ayrışmasını ve solucanlar vasıtasıyla toprağı karıştırılmasını temin eder. Bu suretle toprağın yalnız su tutma gücü artmaz, aynı zamanda havalanması ve azot tutma gücü de artar. Bunların hepsi derin bir köklenmeyi temin edebilir. Fazla solucan faaliyeti neticesinde mineral toprağın intensif şekilde köklerle kaplanmasını behemehal sağlamak gerektir. Fazla solucan faaliyetini istihdaf etmeyen gübreleme ile, yalnız en üst humus tabakasını besin maddeleri bakımından zenginleştirirsek, köklenme yalnız üst kısımda olur ve bunun sonucunda sığ köklenmeye sebebiyet vermiş oluruz ki bu da toprağın yalnız çatı kısmının işlenmesi demektir.

Köklerin derine kadar yayılmalarını sağlıyan bir gübreleme ile yalnız su tutma gücü arttırılmış olmaz, aynı zamanda bu gübrenin bir kısmı, artan odun prodüksiyonu için de kullanılır. Ziraat bitkilerinde, bir litre su verilmek suretiyle arttırılan kuru madde miktarı, bu su içinde mevcut besin maddelerinin miktarı ile orantılıdır. Meselâ Mitscherlich birbirinin tamamen aynı olan, fakat birisi tam gübrelemeye tâbi tutulmuş bulunan iki tahıl ekili tarlanın devamlı su sarfiyatını araştırmıştır. Bu araştırma sonucunda her iki tarlanın aynı miktarda su sarfetmesine rağmen, gübrenilmiş tarlanın diğerine nazaran iki misli hasılat verdiğini tesbit etmiştir. Burada besin maddelerince zengin suyun tesir değeri, diğerine nazaran oldukça büyüktür. Su, diğer faktörleri de daha iyi bir duruma getirmek suretiyle daha büyük bir hasılat verimini sağlamıştır.

Eğer suyun tesir kudreti, artan besin maddesi muhtevası ile yükselmeseydi, bugün Lüneburger Heide gibi nisbeten kurak olan mıntakalardaki kum topraklarında elde edilen yüksek ziraat mahsulleri miktarına, sulama tesisleri olmaksızın erişilemezdi. Ormanda da buna benzer bir intensifleşmenin, ekonomik bakımdan tatbik edilip edilemeyeceğini

istikbal gösterecektir. Ormancılıkta az masraflarla çok başarı kazanılmak istendiği takdirde, toprak dinamiği ve bitki beslenmesi bakımından bilinmesi gerekli kanunlar bizi ilgilendirmektedir.

Su yanında, bilhassa birçok yetişme muhitlerindeki ormanlarımızda odun hasılatını tahdit eden bir gelişme faktörü de azottur. Sarımsı yeşil renk, küçük kalmış ibre ve yapraklar ekseriya ekstrem bir azot noksanlığına delâlet etmektedir. Muhtelif yetişme muhitlerinde optimal azot mevcudiyetinden ne kadar uzak bulunduğumuzu, hakikî bir azot gübrelenmesi göstermeye kâfidir. Bu umumî ve şümulü noksanlık nasıl izah edilir? Bunun sebebi, azotun mineral ayrışmasından meydana gelmeyip, kaynağının atmosfer oluşu, sayıları gayet az, istekleri fazla bulunan özel mikroorganizmaların hava azotunu bitkiler tarafından alınabilecek amonyaka çevirmeleri şeklinde izah edilebilir. Ormancı, hava azotunun bağlanmasında yalnız kızılağacı, birkaç legümenözü ve lupineleri nazarı itibare almaktadır ki bunlar köklerindeki yumrularla mevcut mikroorganizmalar vasıtasıyla azot bağlarlar. Kızılağaç ve lupineler fevkalâde miktarlarda azot bağlamaya elverişlidirler; ayrışmakta olan minerallerle aktif bir şekilde temastadırlar, böylece en fakir topraklarda dahi bizzat kendilerinin husule getirdiği karbon hidratları kendi ortakyaşarlarına verecek durumdadırlar.

Faaliyetleri ile her verimli orman toprağında ön plânda göze çarpan ve toprakta serbest yaşayan sembioz olmıyan bakterilerin besin maddesi temini oldukça güçtür. Bu bakımdan en önemli ıslah tedbiri, sembioz olmıyan azot bağlanmasının akıcı bir hale getirilmesi olmalıdır. Ders kitaplarımız ormanın beslenmesini, tek taraflı olarak yalnız, yaprak dökümü ile meydana gelen besin maddesi devri daimine ve toprağın devamlı olarak ayrışma suretiyle verdiği besin maddelerine istinat ettirmektedirler. Ayrışma ile bilhassa fosfor, kükürt, bor ve lüzumlu hafif veya ağır metaller meydana getirilirse de azot bu yolla elde edilemez. Ne ölü örtüde ne de humusta mevcut azot miktarı devamlı odun hasılatını meydana getiremezler, zira çok defa bunlar bol miktarlarda değildir veya çabucak ayrışmazlar veyahut da kayba uğrarlar. Odun hasılatı ile ormandan, yıkanma ve denitrifikasyon ile topraktan mütemadiyen azot kaybı meydana gelmektedir.

Toprağın azot kazancı kısmen yağmurlardan temin edilmektedir (yılık hektar başına 7 kg.). Sembiotik olmıyan azot bağlanması ise, birçok topraklarda bilhassa ziraatte kullanılan araziye nisbetle oldukça fazla miktarları bulur; zira ziraatte heteretrof azot bağlayıcılar için lüzumlu enerji kaynakları olan toprak üzerindeki bitkiler her sene alınıp götürülür. Ormanda ise ölü örtü ve üst kısımlarda daha rutubetli bir toprak vardır.

Dickson ve Crocker¹⁾ kuzey Kaliforniya'da genç volkanik kum toprağı üzerindeki legüminöz ihtiva etmiyen bir piyonir vejetasyonda 60 senede 3760 Kg./Ha. — yılda 63 kg. — bir azot birikmesi olduğunu tesbit ettiler. Serbest yaşıyan bakterilerin bağladıkları azotun hakiki miktarı daha da fazla olsa gerektir; zira yukarıda verilen rakama, miktarını bilmediğimiz kaybolan azotla bizzat vejetasyonun bünyesinde bağladığı azot miktarı dahil değildir.

Sembiyotik olmiyan azot bağlanmasının, devamlı bir şekilde yükseltilmesinin, orman verimliliğı bakımından bir ana problem olduğu iddia edilebilir. Lüzumlu ışık intensitesinin eksik olmasından dolayı meşcerenin iç kısımlarında ne kızılbaş ne de lupinelerden istifade edilemeyen hallerde, ölü örtüde mevcut kimyevî enerjiyi, müsait meliorasyonla mümkün mertebe sembiyotik olmiyan heteretrof azot bağlayıcıları için faydalanılır hale getirmeye çalışmalıdır; zira ağaçların tepe taçları bir azot denizinde yüzmelerine rağmen, ekseriya bir azot açlığına maruzdurlar. Bugün henüz bu yolla ne dereceye kadar muvaffak olunacağını bilmiyoruz. Ancak ağır azotla muhtelif yetişme muhitlerinde yapılacak araştırmalar bize sembiyotik olmiyan azot bağlanmasının sınırlarını gösterecektir. Aynı zamanda adı geçen azot bağlayıcılarının araştırılması için lüzumlu şartlardan biri de orman toprağının kalsiyum ve fosforla bol miktarda doyurulmasıdır.

Bununla beraber dörtbaşı mamur bir fosfor ve kireç gübrelemesinden sonra sembiyotik olmiyan azot bağlanması ile, meşcereye optimal bir azot beslenmesi temin edileceğini ümid etmemiz hiçbir zaman doğru olmaz. Zira orman toprağının nisbeten az azot bağliyan özel organizmaları orman topraklarının karbonunu, heteretrof organizmalar ile paylaşmak mecburiyetindedirler. Buna ilâveten kolayca kuruyan üst toprak ve yüksek dağ mıntakalarını içine alan yetişme muhitleri, gerekli biolojik faaliyete müsaade etmezler. Ayrıca azot bağlayıcıların mineral besin maddelerine karşı olan yüksek derecedeki isteklerini de buna ilâve etmek gerekir. Kalsiyum ve fosforun dışında, diğer elemanlar da minimum faktör olarak ortaya çıkar. Meselâ azot bağlayıcıları için molibden konsantrasyonu, diğer mikro organizmalar ve yeşil bitkilerinkinin 10 mislidir. Hattâ mavimsi yeşil azot bağlayıcı alglerden *Anabaena cylindrica*'nın hattâ ağır metallerden kobalte eserî miktarlarda ihtiyaç gösterdiği bilinmektedir.²⁾ Molibden ve kobalt bazik magmatik kayalarda, meselâ basaltta bol miktarda mevcuttur. Bu bakımdan, bu taşların yete-

¹⁾ B. A. Dickson und R. L. Crocker, The Journ. of Soil Sc. 4, S. 142 (1953).

²⁾ D. J. Arnon: Some functional aspects of inorganic micronutrients in plant metabolism. Vortrag i. d. Studienwoche über Mikroelemente der Paepstl. Wissenschaftl. Akademie, Rom, 1955.

cek kadar ısı ve suyun bulunduğu yetişme muhitlerinde çok miktarda fosfor ve kalsiyumu da ihtiva etmeleri hasebiyle verimli toprakları meydana getirmeleri hayret uyandırmamalıdır.

Sembiyotik olmıyan azot bağlanması hakkında bugüne kadar elde ettiğimiz mütevazı bilgiler, birçok yetişme muhitlerinde, bilhassa üst kısmı asitleşmiş, mineral bakımından kuvvetli topraklarda, kireç ve fosfor verilmesi suretiyle azot bağlanmasında hissedilir bir artış meydana geleceği kanaatini hasıl etmiştir. Kızılağaç ve lupinelerin yetiştirilmesinden sarfınazar edilirse, orman ağaçlarının beslenmesi için optimal bir azot temini birçok yetişme muhitlerinde ancak azot gübrelemesi ile temin edilir.

Gübreleme ile ormancılığın oldukça intensifleştiği yerlerde mineral azot gübresinin de kullanılması düşünülmelidir. Azot gübresi yalnız direktman odun hasılatını arttırmakla kalmaz, aynı zamanda ham humus örtüsünün ayrışmasını da temin eder. Zira azot, kalsiyum ve fosforun yanında mikrobiel madde değişiminin önemli bir minimum faktörüdür. Lupineler olmaksızın ham humusun ayrıştırılması ve üst toprağın kısa zamanda gençliğe hazırlanması icabeden yerlerde azot gübrelemesi de yer almalıdır.

Toprağa varan azot, yıkanma ve denitrifikasyonla kaybolduğundan, meşcerenin ihtiyacı fazla ve alım kabiliyeti çoksa azot gübresi, yalnız sıcak ilkbahar periyodunda toprağa verilmelidir. Toprağın mikrobiyel gücünden de istifade etmek gayesi ile azot gübrelemesi, imkân nisbetinde kireç ve fosfor da verilerek kombine edilmelidir. Fakat amonyak tuzları ile çalışıldığı takdirde, zikredeğer bir kireç miktarı toprak üzerinde kalmamalı, zira bu takdirde amonyak kayıpları meydana gelir.

Azot gübrelemesinin derecesi, toprağın fosfat verimine uydurulmalıdır; zira ağaçlar bu iki maddenin muayyen ağırlıktaki miktarlarına ait bir nisbet dahilinde azot ve fosfor alırlar. Meselâ fosforca fakir bir toprak, azotla gübrelendiği takdirde işlenmemiş mineral terkindeki azot, yaprak ve köklerde birikerek zararlı madde değişimi hâdiselerini meydana getirir. Van Goor¹⁾ saksı tecrübeleri ile ibrelerde azot miktarı, fosfor miktarının en fazla 5 - 8 misli olduğu zaman melezde en yüksek hasılatın alındığını göstermiştir. İbrelerin N:P nisbeti normalin üzerinde azot verilmek suretiyle 10:1 üzerine çıkarıldığında, melez hasılat deprecasyonları göstermiştir.

Çok intensifleştirilmesi düşünülen ormancılıkta, azot gübrelemesi yalnız fosfora göre değil, aynı zamanda ağaçların karbonhidrat prodüksiyonuna göre de tanzim edilmelidir. Ağaç türlerimizin mukavemet ka-

1) Van Goor, Plant and soil 5, S. 29 (1953).

biliyetlerinin muhafaza edilmesi için, karbonhidrat prodüksiyonu ile yumurta akı maddeleri arasında belirli bir münasebetin kurulmasını temine çalışmalıyız. Yumurta akı teşekkülü için yalnız azot değil, yumurta akı maddelerinin diğer elemanları da lüzumludur. Karbonhidratların fazlası bilhassa kuvvetli, kâfi derecede kalın hücre zarlarının ve iyi bir kök sisteminin teşekkülüne yetecek kadar olmalıdır. Su ve potasyum noksanlığı gibi faktörlerle karbondioksit asimilasyonu ne kadar fazla tahdit edilirse, azot ve fosfor verilmek suretiyle elde edilecek kuvvetli ve sıhhatli bir gelişmenin optimumuna o derece erken erişilir.

Meliorasyon tabirinden, hasılatı arttıran her tedbiri değil, toprak veriminin devamlı olarak ıslahını anladığımız göre, azot gübrelemesini bir meliorasyon kabul edip edemeyeceğimiz hususunda tevcih edilecek bir sual çok yerinde bir sual olur. Birçok senelere şâmil olan verim artışı, icabettiği takdirde 20 - 30 kental kireç ve 8 - 10 kental fosfat gübresinin bir defada verilmesi suretiyle elde edildiği halde, bir defada yapılacak azot gübrelemesi böyle devamlı bir tesir meydana getirmez; zira azot, kireç ve fosfor gibi fazla miktarlarda toprağa verilemez; çünkü azot tuzları çabuk çözünür. Bu suretle meşçerenin ve mikro organizmaların normalin üzerinde bir azot beslenmesine tâbi tutulması, yıkanma ve gaz haline geçme suretiyle vukua gelen kayıp halinde bir zarar husule getirir. Ham humusça zengin bir toprağa bol miktarda azot vermek suretiyle, toprak verimliliğini yükseltmek istersek, bu takdirde fosfor ve kalsiyum bol miktarlarda ve bir defada verilip, her sene hektar başına 3 - 4 kental olmak üzere azot tuzları ile gübrelemeye devam edilmelidir. Ancak bu suretle yumurta akı bakımından zengin mikrop maddeleri ile azot ve fosforca zengin bir humus meydana gelir. Toprak ancak mikroorganizmaların faaliyeti yardımı ile azot akümülatörü haline gelir. Gaz halinde amonyakla gübreleme de toprağın mikrobiyel gücü bakımından faydalıdır. Humus, sırf kimyasal yollarla kâfi derecede amonyak bağlayacak durumda görünmemektedir.

Her ne kadar toprak vejetasyonu bol ışık ve su mevcudiyetinde iyi yetişirse de, rüzgâr felâketleri ve yaşlı meşçerenin artık sürgün vermesi suretiyle meydana getirilen topraktaki besin maddesi akümülayonunun otsu bitkilerin tamamen ortadan kalkmasına sebep olması ciheti de şayanı dikkattir. Bunun için traşlama kesim işletmesinde, kesim zamanı en iyisi, sahanın tamamen çıplak kalma tehlikesi ortadan kalktıktan sonra olmalıdır.

Şimdi kireç gübrelemesinin tesirini ayrı olarak mütalâa edelim. Kireç, toprağa hiçbir zaman, asit derecesini ziraat topraklarının asit derecesine düşürecek tarzda verilmemelidir. Zira kireç burada bir

nörtleştirme vasıtası olarak değil, ağaç nevelerinin kireç isteği ve toprakta-ki ekstrem kalker noksanlığı nisbetinde toprak organizmaları ve meşcere için besin maddesi olarak hizmet etmektedir. Kalsiyumla beslenen mikroorganizmalar, fazlası ile organik asitleri ayrıştırırlar ve humusun mineralizasyonu suretiyle azot ve fosforu bitkilerin istifadesine arzederler. Ölü örtüde ve humusta gayet az fosfor bulunduğu takdirde kireçle gübrelemenin bu müsait tesiri ortadan kalkar. Böyle bir durumda kireç gübrelemesine rağmen mikroorganizmalar kâfi derecede çoğalamazlar. Evvelce de belirtildiği gibi topraklarımızda fosfor noksanlığı çok yayılmış bulunmaktadır; bunun için kireç ve fosfor kombinasyonu iyi tesir etse gerektir; nitekim bunu K. Hausser¹⁾ güney Almanya mıntakasında çok defa teyid etti.

Kalsiyum ve fosforla beslenen mikroorganizmalar organik asitlerin fazlasını ortadan kaldırmışlar ve kalsiyum iyonları mineral toprağa iyice nüfuz etmişlerse, bu takdirde üst toprağın pH değerinin 4-5 civarında bulunması icabeder (KCl çözeltisi ile ölçmede). Böyle mutedil asit konsantrasyonu ayrışmayı kolaylaştırır, bu suretle devamlı mineral kaynağı yaratıcı kuvvetinin devamlılığını sağlar; bilhassa asit topraklarda yıldırım hızı ile gelişen podsolleşme gibi bir hâdiseye mâni olur. Yıldırım hızı ile podsolleşme, kil minerallerinin tahribi yani besin maddesi biriktiricilerinin kaybı demektir.

Ölçülü bir kireç gübrelemesi aynı zamanda solucan artımını da meydana getirir ki bu husus çok mühimdir. Solucanlar yalnız kök ve suyun girmesine yarıyan yolları açmakla kalmaz, aynı zamanda mineralleri bağliyan humus maddelerinin stabilleşmesine de iştirak eder. Fazla miktarda solucan topluluğu toprağı aktarır böylece derindeki besin maddelerince zengin kısmı üst tabakalara çıkarır.

Eğer humusta pH kireçle gübreleme suretiyle 5,0 (KCl ile) rakamının üstüne çıkarsa nitrifikasyon bakterileri için çok iyi bir imkân yaratılmış demektir. Humusun ayrışmasında ve sembiyotik olmayan azot bağlanmasında amonyak okside edilerek nitrik aside çevrilecektir ve bu da, orman topraklarında enerjik bir nitrifikasyonun arzu edilip edilmeyeceği problemini ortaya atmaktadır. Nitrat halindeki azot, ağaçların azot beslenmesini kolaylaştırır; zira nitrat halindeki azot daha hareketlidir ve mikroorganizmalar tarafından (NH₃) e nazaran daha az itibar görür. Diğer taraftan nitrat halindeki azot şiddetli yağmurlarla, kum topraklarında yıkanmak, ağır topraklarda denitrifikasyon olmak suretiyle kayba uğrar. Bu sebepten ben, enerjik bir nitrifikasyon meydana getirme ga-

¹⁾ K. Hausser und E. Schairer, Mitt. d. Württ. Forstl. Versuchsanst. 10, S. 3 (1953)
K. Hausser, Die Phosphorsäure, 16, S. 9 (1956).

yesi ile yapılacak kireç gübrelemesini, bu gübrelemenin aynı zamanda sembiyotik olmıyan azot bağlanması da büyük bir tempo ile hızlandırabileceği yerler için uygun görmekteyim. Bu hal evveleimde, taze ve mineral bakımından kuvvetli topraklar için bahis konusu olsa gerektir.

Oberpfalz'da bir tebeşir kumu üzerinde, kireçleme suretiyle humusta pH değeri 5,0 miktarına erişememiştir.

Böyle fakir yetiştirme muhitleri ne sembiyotik olmıyan azot bağlanması, ne de nitrat ayrıştırılması için yetecek derecede molibdeni haizdir. Bunun için bana öyle geliyor ki bu gibi yetiştirme muhitlerinde dikkatli olarak yapılacak kireç gübrelemesi ile azot verimi amonyak kademesinde kalmıştır. Aksine olarak amonyanın kıymetlendirilmesi için hiçbir zaman molibden lâzım değildir.

Kum toprakları ise bol miktarda kireçle yapılacak gübrelemelere karşı başka şekilde reaksiyon gösterirler. Kilce ne kadar fakirseler, bitkiler tarafından alınacak potasyum ve magnezyum ihtiyatları bakımından da o derece fakirdirler. Verilen kireçle bu besin maddeleri daha da baskı altına alınmış olacağından, bu gibi yerlerde kireç gübrelemesini müteakip artım geriye doğru gidebilir. Reaksiyon değişikliklerine karşı pek az mukavemete sahip humusça fakir topraklar da buna ilâve edilebilir. 75 Kental/Ha miktarında ve bir defada toprağa verilecek kireç, böyle toprakların üst tabakalarını tamamen nötrleştirebilir ve güç çözünen mangan bileşiklerini husule getirerek mangan temini de bloke edilmiş olur. Neticede ağaçların yaprak ve ibrelerinde karbondioksit asimilasyonu oldukça mühim bir gerileme gösterir.

Çok fazla kireç verilen bitki bahçelerinde, keza balçıklı topraklarda kök çürüklükleri sık sık görülen hâdiselerdir. Kök infeksiyonlarının, bitkilerdeki mangan noksanlığı ile arttırıldığı zannedilmektedir. Meselâ yulafın (Dörrflecken) denen hastalığı bir mangan noksanlığının tezahürü olup, bunu kök infeksiyonları takibeder.

Hiçbir orman toprağına bir defada 50 kental/Ha. 1 geçen bir kireç miktarının gübre olarak verilmesini doğru bulmuyorum. Humusça fakir kum topraklarında, bu sınırın oldukça altında kalmalıdır. Küçük bir saha yerine, elde mevcut bir kireci büyük sahalara taksim etme daha uygundur. Bundan başka aynı sahaya küçük miktarlar halinde tekrar tekrar kireç verilmesi, bol miktarda ve bir defada verilmeye nazaran biyolojik bakımdan daha sıhîdir. Toprak yüzeyine serpilerek veya püskürtülen kirecin, o vejetasyon devresinde veya bir sene içinde çözünmesi, ancak toprağın yeter derecede karbondioksit hasıl etmesi ile mümkündür ki meydana gelen karbondioksit ile, kalsiyumbikarbonat teşekkülü mümkün olur. Hattâ bu olayı fosfat gübrelemesi ile ve icabettiği takdirde azot

verilmesi ile de hızlandırmalıdır. K. Hausser ve H. Franz yeknesak gübrelemenin değil, bilâkis birçok besin maddelerini ihtiva eden ve az miktarda verilen karışık gübrelemenin daha fazla muvaffakiyet vaadettiğini tecrübeleri ile gösterdiler. Aynı tecrübe, ziraat ve bahçecilikte, hayvan ve insanların beslenmesinde de tatbik edildi. Hayat ve sıhhat, biyolojik dengenin muhafazasına istinad etmektedir. Umûmî olarak minimumda bulunan faktörü iyi bir duruma getirdiğimiz takdirde, iyi kombine ettiğimiz 2 veya 3 nevi gübrenin zikre değer bir artıma cevap vereceğini muhakkak surette bekleyemeyiz. En fazla minimumda bulunan faktör potasyum olduğu takdirde, hemen hemen kilden âri, besin maddelerince fakir kum topraklarındaki çam meşceresinin kireç, azot, fosforla yapılacak gübrelemesi ve lupine yetiştirilmesi muhakkak surette rentabl olma mecbur değildir. Yalnız bir fikir olarak belirtmek lâzımdır ki sâf kum toprakları üzerinde yalnız potasyum ve muhtemelen magnezyum noksanlığı meydana gelebilir. Fakat fevkalâde miktarlarda fosfor ve azot gübrelemesi yaparak yüksek hasılat elde etmeye çalışırsak, o zaman bu kaide cari değildir; zira bu takdirde o zamana kadar yeter derecede olan potasyum minimuma düşer, çünkü azot ve fosfor verilmesi ile besin maddelerinin alınma temposu arttırılmış olur.

Böylece odun verimini en çok tahdit eden hasılat faktörlerini muna-kaşa etmiş bulunuyoruz. Bor, çinko ve demir noksanlıkları üzerinde durma-ya hiç lüzum yoktur.

Şimdi de bu faktörlerin noksanlığını nasıl tanıyabileceğimiz, besin maddesi ihtiyacını ne şekilde tâyin edeceğimiz hususu üzerinde duralım; bu ihtiyaçların giderilmesi büyük bir rentabilite, sıhhatli bir gelişme sağlar ve toprak verimliliğini artırır.

Normal olarak ağaçlarda besin maddelerinin noksanlığına ait müşahhas bir araz, ancak ekstrem noksanlıklarda kendini gösterdiğinden, farklı gübreleme tecrübeleri yapılarak bunların hasılat ilmi bakımından değerlendirilmesi suretiyle bu hususta çalışmak gerekmektedir. Bir yetiştirme muhitinde yapılan gübreleme tecrübesinden sonra, bir toprağın besin maddeleri ihtiyacı, toprak ve yaprak analizleri yardımı ile tesbit edilebilir.

Eğer bir orman işletmesi bir enstitüye bir toprak nümunesi gönderir ve nümunenin analizine göre gübreleme ihtiyacının ne olacağını sorarsa, enstitünün kudreti dışında bir şey istiyor demektir. Bir defa toprak homogen bir varlık değildir; muhtelif durumları pek çeşitli besin maddesi verimine sahiptir. O halde evveleminde toprak, toprak profili açılmak suretiyle, hangi tabaka ve horizonların bulunduğu, bu horizon ve tabakalardan hangisinde köklerin daha fazla yayıldığı mahallinde tesbit edilmek suretiyle incelenmelidir.

Pek tabiidir ki böyle bir araştırma dahi, umumî besin maddesi miktarlarına kanitatif olarak, münferit kısımların ne derecede iştirak ettiklerini göstermez. Besin maddelerinin analizi ve topraktan çözünebilen kısımlar, ancak kalitatif olarak bazı tesbitlere yararlar; zira köklerin, mikorizaların toptaktan besin maddelerini çözüdürme kuvveti ve kudreti ile, toprak analizi gayesi ile topraktan besin maddelerini alma için lâboratuvarda kullandığımız kimyevî çözeltilerin bu husustaki kudreti hiçbir zaman aynı değildir. Bu sebepten, toprak analizleri ile yalnız besin maddesi veriminin nisbî olarak çok veya az olduğu tesbit edilebilir. Bu şekilde ormanın beslenmesi hakkında bariz bir fikir elde edemeyiz; yani kat'î olarak en çok hangi faktörün hasılatı tahdit ettiğini, binaenaleyh hangi faktörün durumunun iyileştirilmesi lâzım geldiğini bu yolla tesbit edemeyiz.

Yaprak analizleri de tek başına pek güç kıymetlendirilebilir. Muakkak ki belirli bir gelişim, lüzumlu besin maddelerinin yapraklarda muayyen bir konsantrasyona sahip olmasını gerektirir. Fakat biz halihazırda bu sınır kıymetler hakkında pek az bilgiye sahibiz. Bundan başka bir ağaç nevinin yapraklarındaki optimal besin maddesi konsantrasyonları tarif edilebilen bir gelişim devresinde sabit kalmamaktadır; diğer hasılat faktörlerinin intensitesine bağlı olarak da değişir. Meselâ % 1,5 miktarında olan bir azot konsantrasyonu, tamamen gelişmiş lâdin ibreler için — uç sürgünlerde bulunan ibreler — optimal sayılabilir, yani ayrıca yapılacak bir azot gübrelemesi daha fazla bir hasılat meydana getirmez. Fakat bu şartlarda minimumda bulunan faktörü iyi bir duruma getirirsek, o zaman azot konsantrasyonunun optimal seviyesi % 2,2 olabilir.

Yaprak analizleri her zaman minimum faktörlerin tesbit edilmesini temin edemez. Meselâ ısı ve su noksanlığı hakkında kesin bir netice vermez. Buna rağmen yaprak analizlerini, beslenme durumunun tesbitinde bir vasıta olarak kullanacağız ki bundan istifade etmek için temsil kudretini haiz yetişme muhitlerinde, bahis konusu ağaç neveleri farklı şekilde gübreleme ameliyesine tâbi tutularak, hem hasılat bilgisi hem de yaprak analizleri yardımı ile bir neticeye varmaya çalışılır. Ancak bu suretle beklenen meliorasyon muvaffakiyeti hususunda güvenilebilir ilk neticeleri almış oluruz. Böyle bir ön çalışma için oldukça büyük bir iş gücü gerektiğinden, bir memlekette yalnız bir araştırma enstitüsü bu işi yapamaz. Silvikültür ve artan intensifleşme tatbikatı ne kadar fazla olursa, böyle bir örnek çalışmayı yapmak için o derece fazla yollar bulunacaktır; zira orman ağaçlarının beslenme durumlarının kontrol zarureti meşcerelerin uzun ömürlü olmasından ileri gelmektedir. Orman toprağının gübrelenmesinde, ziraate nazaran daha az nisbette amprik bilgilere yer verilebilir.

Elde mevcut mukayese kıymetlerine göre her hangi bir besin maddesi noksanlığı hakkında yine de gayet ölçülü konuşmak lâzımdır, zira verilecek hüküm, mümkün mertebe çok taraflı müşahedelerin ve mütevazı analiz materyalinin bir neticesidir. Bu husus bizi fazla cesaretli olmaktan muhafaza eder; zira besin maddesi temininin muntazam veya karışık oluşu, ormanın gelişim ve sıhhati o kadar kompleks tezahürlerdir ki, her kanitatif biyosimik mütalâa tarzında, daha birçok meçhul faktörleri de hesaba katmalıyız. Bitki fizyolojisi ve bitki sosyolojisi daha birçok meçhuller karşısında bulunmaktadır. Toprağın mekanizmasındaki sırlar ise daha da fazladır. Eğer S. Mattson gibi toprağı, içindeki taş mürekkepleri ile su, hava ve canlıların birbirine nüfuz ve tesir ettiği bir ortam olarak kabul edersek, o zaman toprağın niçin böyle sır dolu bir varlık olduğunu kolayca anlarız.