

İZ ELEMENTLERİN BİTKİ, HAYVAN ve İNSAN HAYATI BAKIMINDAN ÖNEMİ

Abdüsselam ERGENE (1)

Bitkiler, hayvanlar ve insanların normal gelişmeleri ve çoğalmaları için çok sayıda besin elementlerine ihtiyaçları vardır. Bu besin elementlerinden pek az bir kısmı fazla miktarlardaki kullanılmaktadır. Geriye kalan çok sayıdaki elementlere bitkiler ve hayvanlar ya az miktarlarda ihtiyaç duymaktadırlar ve yahutta bir kısım elementler ihtiyaç olsun veya olmasın bitki ve hayvan bünyesine alınmaktadır. Bu elementlerden bir kısmı belli sınırlar içinde bitkiler ve hayvanlar için besin elementi vazifesini görmektedirler. Bu elementlerin belli sınırların altındaki miktarları beslenme noksanlıklarına sebebiyet verdiği gibi yüksek oranları da zehir tesiri yapmaktadır. Geçen on, onbeş yıl içinde bitki, hayvan ve insan hayatını doğrudan doğruya veya dolaylı olarak etkileyen bir çok yeni elementler iz elementler listesine alınmıştır.

Trays elementler veya Türkçede iz elementler terimi genel anlamda herhangi bir maddede ölçülemeyecek miktarlarda bulunan elementleri ifade etmek üzere kullanılmaktadır.

Özel olarak iz element terimi bitkiler ve hayvanların gelişmesi için

az miktarlarda ihtiyaç duyulan elementleri ifade etmek üzere kullanılmıştır. Ancak daha spesifik olarak bitkilerin beslenmesi için çok az miktarlarda ihtiyaç duyulan elementler "mikro elementler" veya "mikrobesin elementleri" olarak adlandırılmaktadır.

Bizim burada iz elementler adı altında ele aldığımız elementler bitki, hayvan ve insan hayatını doğrudan doğruya veya dolaylı olarak etkileyen ve canlıların bünyelerinde çok az miktarlarda bulunan elementlerdir. İz elementlerin çoğu topraklarda da pek az miktarlarda bulunmaktadır. Bu elementler, *Demir, Çinko, Bakır, Manganez, Klor, Flor, Brom, Kurşun, Arsenik, Molibden, Bor, Kobalt, Kadmiyum, Krom, Selenyum* ve *Vanadyum*'dur. Gelecekte bu listenin daha da genişleyeceği kuvvetle muhtemeldir.

İz Elementlerin Çevredeki Dolaşımı

İz elementlerin çoğu arz kabuğundan bitkilere, hayvanlara ve insanlara intikal etmek suretiyle tekrar arz kabuğuna döner. Genellikle iz elementlerden herbiri kendine mahsus bir sirkülasyon takip etmektedir.

(1) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Profesörü.

tehlikeli olacak miktarları bitkiler tarafından topraktan alınıp biriktirilmeden daha önce, bitki gelişmesi duracak veya büyük ölçüde geriliyecektir.

4- İz elementlerin topraktan bitkiye geçiş yolu, aynı zamanda bu elementlerin canlı bitki, hayvan ve insan dokularına geçişlerinde de en önemli yoldur. İz elementlerden çoğunun topraktan bitkiler tarafından kaldırılan miktarları bu elementlerin madenlerden istihsal edilen miktarlarından fazladır. Yalnız, *bakır, kobalt, krom, nikel ve kurşun* gibi elementlerin madenlerden istihsalı bitkiler tarafından alınan miktarlarını aşmaktadır ki bunlar da yaşayan dokulara geçmeyen sabit fabrikasyon mamüllerj haline getirilmektedir.

5- Toprak bitki sistemi iz elementlerin ortamdaki devri daimi üzerine tesirli bir tamponluk durumu husule getirir. Kök derinliğindeki toprak kısımlarında her bir iz elementin miktarı herhangi bir kültür bitkisi tarafından kaldırılan miktarın 100-100.000 mislinden daha fazladır.

İz Elementlerle İlgili Önemli Çevresel Problemler

Burada iz elementlerle ilgili bazı problemler ortaya konulmuştur. Bu problemlerin çoğu geçen on onbeş sene içinde daha çok önem kazanmıştır. Gelecekte de daha kritik durumlar yaratması muhtemeldir.

ÇİNKO

Çinko bitkiler ve hayvanlar için ilk tesbit edilen iz elementlerden biridir. Bitkiler hayvanlar ve insanlar için çinko noksanlığı zamanımızda ev-

velki devirlere nazaran daha fazla önem kazanmıştır. Bunun sebepleri son zamanlarda yapılan bir sempozyumda münakaşa edilmiştir (Prasad, 1966). Bu sebepler şöyle özetlenebilir :

1- Bitkilerde çinko noksanlığı gittikçe yaygın hale gelmektedir. Buna bağlı olarak yem ve yiyecek maddelerindeki çinko konsantrasyonu ortalama olarak azalmaktadır.

2- Galvenize metallerin kullanılması gittikçe azaldığından yiyeceklere ve sulara geçen çinkonun azalması muhtemeldir.

3- Bitki proteinleri insan gıdaları arasında protein ihtiyacını karşılamak üzere, bilhassa az gelişmiş ülkelerde daha geniş ölçüde kullanılmaktadır. Bitki proteini ihtiva eden yiyeceklerdeki çinko, hayvanlar için, hayvan proteini ihtiva eden yiyeceklerdeki çinkodan daha az faydalıdır.

4- İnsan gıdalarında çinko seviyelerinin artırılması kadmiyumun zararlı tesirlerinin önlenmesinde faydalı olabilmektedir.

5- İnsanın da dahil olduğu bir çok uklarda son on yılda doğal şartlar altında çinko noksanlığı müşahade edilmiştir.

Yiyeceklerle çinko fazlalığından zehirlenmeler nadir görüldüğünden insan ve hayvan yiyeceklerinde çinko konsantrasyonunun artırılması arzu edilmektedir.

Ekseriya bitkilerdeki çinko konsantrasyonu topraktaki faydalı çinko konsantrasyonunu aksettirirse de, bu durum yapraklarda tohumlatdan daha barizdir. Yani topraktaki çinkonun tohumlardaki çinko miktarına tesiri

fazla olamamaktadır. Bu yüzden topraklarda çinko seviyesinin önemli ölçüde arttırılması, bitkilerden elde edilen başlıca insan yiyeceklerinin kaynağı olan tohum ve meyvelerdeki çinko seviyesi üzerine pek az tesirli olacaktır. Şüphesiz ki insan gıdalarında fazla miktarlarda hayvansal proteinlerin kullanılmasının, hayvani protein temin etme imkânı olan ülkelerdeki insanların çinko noksanlıklarının önlenmesinde büyük önemi vardır. İnsanların toprak-bitki-hayvanlar yolu ile beslenmesinde çinko durumunun düzeltilmesi için birçok araştırmalara ihtiyaç vardır. Bu arada insan yiyeceklerinin çinko tuzları veya kompleksleri ile takviyesi gerekmektedir.

MOLİBDEN

Bilindiği gibi molibden bitkilerin gelişmesinde lüzumlu bir elementtir. Toprakta yaşayan ve havanın serbest nitrojenini tesbit eden *Azotobacter chroococcum*'un fonksiyonunu yapabilmesi için molibdene ihtiyacı olduğu tesbit edilmiştir. Burada molibdenin fonksiyonunun, gaz halindeki nitrojenin bu mikroorganizmalar tarafından kullanılabilir nitrojen şekline çevrilmesinde katalist olarak yardım ettiği kabul edilmektedir. Bu durum tabiaten verimi düşük bazı toprakların nitrojen tesbit eden bakterilere molibden temini sureti ile verimli hale getirilebileceğini ortaya koymaktadır.

Hayvanların beslenmesinde molibden, molibdenosis (teart disease) ile ilgili olarak gittikçe önem kazanmaktadır.

Kuru ağırlık esasına göre yeşil yemlerde milyonda 20 kısım molibdenin bulunması malibdenosis'in artmasında

sınır kabul edilmektedir. Molibdene mukavim olmayan geviş getirenler, özellikle süt inekleri milyonda 5 kısım molibden konsantrasyonundan bile zarar görebilmektedir.

Bitkiler bünyelerinde, molibden zararına ait arazları göstermeden milyonda 100 kısım kadar molibden biriktirebilmektedirler. Bu yüksek konsantrasyonlarda, akut molibdenosis, hayvanlarda ağır ishal, zayıflık ve halsizliklerle sonuçlanmaktadır. Kronik molibdenosis yünün, tüylerin renginin ve parlaklığının kaybolması ile sonuçlanır. Bütün arazlar bakır noksanlığındaki arazlara paraleldir. Sığırlar yüksek molibden ihtiva eden sahalarda otlatıldığı hallerde, molibdenosis, bakır tuzlarının doğrudan doğruya hayvanlara verilmesi ile (meselâ içme sularına katılarak) önenebilir. Kâhil bir sığır için günde bir gram bakır tuzu kâfi gelmektedir.

Kuru bitki materyalinde milyonda 0.1 kısımdan daha aşağı molibden ihtiva eden meralarda otlayan koyunların karaciğerlerinde çabucak bakır biriktiği müşahade edilmiştir. Bakır birikmesi kronik bakır zehirlenmesine ve hayvanın ölümüne sebep olmaktadır.

Sülfat iyonu ile molibdat iyonu aynı büyüklük ve yükte olduğu için bitki köklerinde rekabet halindedirler. Eğer toprakta sülfat miktarı arttırılacak olursa bitkiler tarafından alınan molibden miktarı azalacaktır. İnsanlarda molibden özellikle dişlerin sıhhati ve sağlığına müsbet yönde tesir etmektedir. Molibdenin noksanlığından zarar gören bitkilere genellikle molibden miktarı milyonda 0.1 kısımdan daha azdır. Genellikle bitki yapraklarında milyonda 0,5-1,0 kısım molibdenin bulunması halinde bitkiler molibden noksanlı-

KOBALT

ğından zarar gömezler. Fakat insanların normal dış sağlığı için bitkilerdeki molibden konsantrasyonunun, normal bitki gelişmesi için lüzumlu olandan 5 veya 10 defa daha fazla olması gereklidir. Bitkilerdeki molibden konsantrasyonu toprağa molibden verilmesi ile artırılabilir. Fazla molibden ihtiva eden toprakların çoğu ıslak ve fena drenajlıdır. Drenajın düzeltilmesi ile bitkilerin molibden alımı azaltılabilir.

BAKIR

Genellikle organik maddesi fazla ve kumlu topraklar bakır bakımından noksan toprakları teşkil eder. Bakır bitkiler için lüzumlu bir bitki besin elementidir. Bir çok bitkilerdeki bakır noksanlığı yaprak kuru maddesindeki bakır miktarı milyonda 4 kısımdan aşağı olduğu zaman kendini göstermektedir. Bakır miktarı milyonda 20 kısımdan yukarı çıktığı zaman zararlı sınır içine girmektedir. Bakır zehiri bitkinin büyümesini engellemekte, kloroza sebep olmakta, diğer ağır metal-lerin alınmasını engellemektedir.

Hayvanlarda bakır noksanlığı kanda hemoglobinin düşmesine yani bir nevi kansızlığa sebep olmaktadır. Bakır, hemaglobin molekülünün bir kısmı değildir. Ancak hemoglobinin teşekkülünde lüzumlu kabul edilmektedir. Hayvanlarda bakır noksanlığının diğer arazları, büyümenin gerilemesi, yağlanmanın durması, kılların kabalaşması, rengini kaybetmesi, doğurganlığın azalması, kemik teşekkülünde anormallikler, sinir bozuklukları ve umumi zayıflıktır. Bakır noksanlığı ilk önce cinsi kudretteki azalma ile kendini belli etmektedir.

Topraktan alınarak bitkilerde biriktirilen kobalt hayvanlar için başlıca kobalt kaynağını teşkil etmektedir. Kobalt bitkilerin gelişmesi için mutlaka lüzumlu olan bir element olmamasına rağmen bazı hayvanlar için lüzumludur. Kobaltça fakir olan topraklara, bilhassa mer'a topraklarına kobalt tuzları ilâve edilmektedir. Aksi takdirde burada otlayan çiftlik hayvanları zayıflamakta ve sonuç ölümle neticelenmektedir.

Kobalt noksanlığı veya daha özel olarak vitamin B₁₂ noksanlığı hastalığı eskidenberi bilinmekte olup çeşitli ülkelerde başka başka isimlendirilmiştir.

1935 yılında Avustralyanın sahil bölgelerindeki mer'alarda başlangıçta sıhhatli olan geviş getirici hayvanların otlatılmasında bunların zayıfladıkları ve kansızlığa maruz kaldıkları tesbit edilmiş ve aynı sene bu hastalığa kobalt noksanlığının sebep olduğu ortaya konulmuştur.

Geviş getiren hayvanlar kobalta diğer hayvanlardan daha çok ihtiyaç göstermektedirler.

Sonraları hastalığa sebep olan faktörün vitamin B₁₂ noksanlığı olduğu tesbit edilmiştir. Vitamin B₁₂ sadece mikroorganizmalar tarafından istihsal edilmektedir. Bütün hayvanlar Vitamin B₁₂ye ihtiyaç göstermektedirler. Geviş getiren hayvanlar işkembelerindeki mikroorganizmaların yardımı ve kobalt ile vitamin B₁₂ sentezi yapmaktadırlar.

Yemlerde milyonda 0.08-0.10 kısım kobaltın mevcudiyeti hayvanların ihtiyaçlarına cevap verecek miktar olarak kabul edilmektedir.

Toprakların kobalt durumu, üzerinde yetişen bitkiler ve onu yiyen hayvanlar yönünden verimliliğinin değerlendirilmesini icap ettirmektedir. Eğer bir işletmede nihai ürün sığır eti, koyun eti veya yün istihsalı ise kobaltça fakir bir toprak kuvvetli bir bitki vegetasyonunu taşısa bile verimli kabul edilemez. Halbuki toprak verimliliği genellikle bitki gelişmesi yönünden değerlendirilmektedir.

KROM

Mevcut bilgilerimize göre krom tuzları bazı stimulan tesirlerine rağmen bitkiler için mutlak surette lüzumlu bir element değildir. Fazla miktarlarının da bitkilere zehirli olduğu açıkça ortaya konulamamıştır.

İnsan ve hayvanlar için lüzumlu elementler arasında son zamanlarda krom da ithal edilmiştir. Anormal glükoz metabolizması gösteren diyabetik benzeri safhada bulunan hastalara bazı hallerde krom verilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Yüksek seviyelerde krom, özellikle hegzavalan formu hayvanlara zehir tesiri yapar. Fakat zehirlilik ve lüzumluluk sınırları arası önemlidir. Bu sebeple topraktan bitkilere ve onlardan da insanlara geçen kromun kontrol edilerek artırılması arzu edilen bir husustur ve diyabetik vak'aların azalması ile sonuçlanabilir. Mevcut bilgilerimize göre bitkilerdeki krom miktarının kontrollü olarak artırılması ne pratiktir ne de mümkündür.

Goldschmidt'e (1954) göre arz kabuğundaki kromun çoğu kromit ($Fe Cr_2 O_4$); krom demir ve alüminyumun karışık oksitleri şeklinde veya

silis tabakaları içindedir. Kromatlar tabiatta nadirdirler ve sadece alkaliler içinde, okside edici durumlarda sabittirler. Hatta tabii kromun haddinden fazla seviyeleri bazı topraklarda bilhassa serpantin kayalarından oluşmuş topraklarda verimsizliğin sebebi olarak kabul edilmektedir. Kromun insanlar ve hayvanlar için yiyecek olarak kullanılan bitkilerdeki veya bitkilerden hazırlanmış yiyecek maddelerindeki miktarları milyonda 0,03-1 kısım arasındadır.

Toprak ve bitki yetiştirme tekniği ile yiyecek maddelerindeki krom miktarının artırılması önemli engellerin aşılmasına bağlıdır. Toprağa ilâve edilen çözünabilir krom kısa zamanda çözünmez oksitlere dönmektedir. Topraklarda bitkilere elverişli kromun geniş oranda artırılması bitkilerdeki krom konsantrasyonunun az miktarda ve hatta hazmedilebilir kromun ise eseri miktarlarda artması ile sonuçlanmaktadır. Muhtemelen fazla miktarlarda krom ihtiva eden sahalarda yüksek oranlarda krom ihtiva eden yiyeceklerin yetiştirilmesine hasredilebilir. Halen besin maddesi olarak kullanılan bitkilerden hiçbiri tesirli krom biriktiricisi olarak teşhis edilememiştir. Toprak bitki sistemindeki güçlükler gözönünde tutulacak olursa hazırlanmış yiyeceklere veya içme sularına krom ilâvesi insanların krom alımının artırılmasında en pratik yol olarak görülmektedir.

KADMİYUM

Fazla kadmiyumun hipertansiyana sebep olduğu bazı araştırmalarla ortaya konulmuştur. Yüksek tansiyon hastalıklarından ölen kimselerin kanlarındaki kadmiyum seviyesi diğer hastalıklardan

ölenlerden daha yüksek bulunmuştur. Amerika Birleşik Devletlerindeki şehirlerde havadaki kadmiyum ile kardiyovasküler hastalık vakaları arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur (Carroll, 1966)

İnsanlarda tahribat yapacak seviyelerdeki kadmiyumun topraktan bitkiye ve buradan yiyecek maddelerine geçmesi yolu kesin değildir. Bir çok bitkilerde kadmiyum seviyeleri düşük bulunmuş olup atmosfer ve kullanma suyunu da içine alan diğer kaynakların bu elementin insan vücudundaki miktarına önemli katkılarda bulunduğu tesbit edilmiştir. Deniz mahsulleri ve etler normal olarak hububat ve sebzelerden daha fazla kadmiyum ihtiva ederler. Yenilecek bitkiler normal olarak milyonda 0.5 kısımdan daha az kadmiyum ihtiva ettikleri halde, gelişmelerinde önemli gerilemeler görülmeden milyonda 3 kısım kadar kadmiyum biriktirebilmektedirler.

Topraklarda bitkilere faydalı çinko seviyesini arttırarak bitkilerin kadmiyum alımı azaltılabilir ve neticede yiyeceklerde çinkonun arttırılmış olması kadmiyumun tahribatının önlenmesine yardım eder.

VANADYUM

Son zamanlarda vanadyumun kandaki kolesterol seviyesini tanzimde ve dış çürümelerinin önlenmesinde etkili olduğu tesbit edilmiştir. Vanadyumun fazlası hayvanlara ve insanlara zehir tesiri yapmakla beraber zehir tesirinin düşük olduğu iddia edilmektedir.

İnsan yiyeceklerinin çoğu milyonda 1 kısımdan daha az vanadyum ihtiva etmektedir. Hayvanlar vanadyumu kemiklerinde biriktirdiklerinden

et iyi bir vanadyum kaynağı değildir. Bazı bitki türleri vanadyum biriktirici olup mer'ada otlayan hayvanlara zehirli olabilecek derecede vanadyum ihtiva etmektedirler. Vanadyum depo eden bitkiler daha ziyade semiarid bölgelere has yerli çalılar olmakla beraber bazı mantarlar ve yosunlar da vanadyum biriktirmektedir.

Toprağa ilâve edilen vanadyum bitkiler tarafından alınmaktadır. Yüksek seviyelerdeki vanadyum bitki gelişmesini geriletmektedir. Bu durumda fazla vanadyum köklerde depo edilmekte, üst kısımlarda fazla bir birikme olmamaktadır. Bu sebeple topraktaki fazla vanadyumdan insanlar ve hayvanlar fazla zarar görmemektedir.

KURŞUN

Kurşunun ne bitkilere ve ne de hayvanlara herhangi bir faydalı tesiri tesbit edilememiştir.

Kurşunun insan için zehirliliği iyice anlaşılmış olup uzun zamandan beri devam eden bir problemdir. Otomobil eksozlarından çıkan ve havaya karışan kurşun kronik tesiri bakımından önemlidir. İnsan vücudundaki kurşunun yarısından fazlası yiyecek maddeleri ile temin edilmektedir (Goldsmith ve Hexter, 1967).

Karayollarının iki tarafında ve şehir civarlarındaki topraklarda ve bitkilerde kurşun birikmesi iyice anlaşılmıştır. Fakat buna rağmen karayollarından uzak ve kurşunlu in-sektisitlerle hiç muamele edilmemiş olan bazı sahalarda da bitkilerin kurşun konsantrasyonu yüksek bulunmuştur.

Şehirleşmiş ve kurşunun yoğun olduğu bölgelerde insan vücudundaki

kurşun miktarının azaltılması cihetine gidilebilir. Bu da otomobil eksozlarından çıkan kurşunu azaltmakla birlikte bitkilerdeki kurşun oranını düşürmekle olabilir. Halen bitkilerdeki kurşun miktarını azaltacak pratik bir çare mevcut değildir.

Aynı toprakta, aynı mer'a şartlarında yetişen bitki türleri olgunlaştıkça kurşun muhtevasının da buna paralel olarak arttığı görülmüştür (Mitchell ve Reith, 1966). Bu durumda fazla kurşun ihtiva eden bitkilerin yetiştiği topraklarda bitkilerin tam olgunlaşmadan hasat edilmesi tavsiye edilmektedir.

SELENYUM

1957 yılından önce selenyum hayvanlara zehirliliği ile bilinmekte olup bazı çayır ve kültür bitkilerinin bu elementi tehlikeli seviyelerde ihtiva ettiği yerler tesbit edilmişti. 1957 den bu yana selenyum hayvanlar için lüzumlu bir element olarak ortaya konulmuştur. Bazı bölgeledeki hayvancılık endüstrisi hayvanlara selenyum enjekte etmek suretiyle onları afetten korumuştur. Bazı bulgular aynı zamanda insanların da bu elementin noksanlığından zarar gördüğünü ortaya koymuştur.

Hayvan yemlerindeki milyonda 4-5 kısımdan fazla selenyum genellikle büyümede gerilemelere, yumurtalarda dölleme noksanlığına veya hayvanlarda arzu edilmeyen diğer tesirlere sebep olmaktadır.

Hayvanlarda selenyum noksanlığı halinde selenyum ile E vitaminin karışıklı tesirleri de nazarı itibara alınmaktadır. Eğer hayvan yemleri bol miktarda vitamin E veya başka bir

antioksidan ihtiva ediyorsa selenyum ilavesine ihtiyaç duyulmaktadır. Çeşitli hayvanları selenyum noksanlığı zararlarından korumak için lüzumlu miktarlar hayvanın cinsi ve E vitamini muhtevası dahil, yemin çeşidine göre milyonda 0.04-0.20 kısım arasında değişmektedir. Bazı mıntikalarda kuzuları ve danaları "Beyaz kas hastalığı"ndan (White muscle disease) korumak için hayvanlara genellikle E vitamini ile birlikte selenyum enjekte edilmektedir.

İnsanlarda selenyum noksanlığı nadir görülmekle beraber bazı hallerde çocuklarda fena beslenmelere sebep olmaktadır.

İnsan ve hayvan yiyeceklerinde selenyum seviyesinin milyonda 0.1 ve 1.0 kısım arasında tutulması arzu edilmektedir. Yeni Zellanda'da (Hartley, 1967) ve A.B.D. de (Alloway et al, 1966) deneme şartları altında selenyumca fakir topraklara selenyum ilavesi ile otta selenyum konsantrasyonunun yükseldiği ve hayvanların sıhhatinin düzeldiği tesbit edilmiştir.

Tabii olarak toksik konsantrasyonlarda selenyum ihtiva eden topraklarda selenyum konsantrasyonunun düşürülmesi güç bir problem teşkil etmektedir. Böyle toprakların çoğu alkalidir. Toprağa baryum klorür ilavesinin selenyum konsantrasyonunu düşürdüğü tesbit edilmiştir.

ARSENİK

Arsenik ne bitkiler ve ne de hayvanlar için esas bir besin elemnti değildir. Bazı özel arsenik bileşikleri bazı parazitlerin mücadelesinde faydalıdır ve bunlar ekseriya, antibiyotik maksatlarla kümes hayvanlarının ve

sığırların yiyeceklerine ilave edilir. Hayvanların yiyeceklerindeki arseniğin diğer faydalı bir fonksiyonu da bazı arsenik bileşikleri tarafından selenyum zehirliliğinin önlenmesidir.

Arsenik topraklarda daha ziyade arsenikli ilaçların özellikle pestisidlerin kullanılması ile yükselmektedir. Fakat son zamanlarda arsenikli pestisidlerin yerini organik bileşikler aldığından ve bu sebeple de insan ve hayvan gıdalarındaki arsenik oranı azalmaktadır.

Arseniğin zehirliliği oksidasyon safhasına bağlı bulunmaktadır. İyi havalandırılan topraklarda yaygın olan pentavalan formu, trivalan formundan çok daha az toksiktir. Denizlerden elde edilen gıdalarda arsenik seviyeleri ekseriya bu elementin tesbit edilmiş tolerans sınırlarından fazladır. Bitkiler veya bitkilerden hazırlanmış yiyecekler nadiren milyonda 1 kısımdan fazla arsenik ihtiva ederler. Kümes hayvanları ve sığır yiyeceklerine arsenilik asit olarak ilave edilen arsenik yenilebilen dokulardan süratle uzaklaşır.

Halen arsenikle ilgili önemli zirai problem, arsenik ile bulaşmış bazı topraklarda bitki istihsalini optimum seviyeye getirme ihtiyacıdır. Ekseriya pestisidlerden birikmiş arsenik ihtiva eden topraklarda mahsul düşmektedir. Bu şartlar altında bitki köklerindeki arsenik seviyeleri çok yüksek olabilmektedir. Fakat üst kısımlardaki arsenik seviyeleri, arsenik ile muamele edilmemiş topraklarda yetişenlerle mukayesede sadece pek az yüksek bulunmuştur. Bu gibi yerlerde yetişen bitkilerden insanlara ve hayvanlara vukubulacak birinci derecedeki arsenik zehiri tehlikesi, toprak ve tozların yapışmış olduğu bit-

kilerin istihlak edilmesinden doğmaktadır. Sebze ve meyve olarak yetiştirilen bitkilerin arseniğe mukavemetlerine ait tablolar hazırlanmıştır. Topraklara çinko sülfat veya yapraklara çinko-EDTA tatbiki arsenik ile bulaşmış topraklarda bitki gelişmesinin ıslahına yardım etmektedir. Toprağa Demir sülfat, alüminyum sülfat ve kireç tatbiki topraklardaki arsenik bakiyeleri sebebiyle vukubulan bazı mahsul düşmelerini önlemektedir.

FLOR

Yapılan bazı araştırmalar flor noksanlığının insanların beslenmesinde büyük önem taşıdığını ortaya koymuştur. Aynı zamanda flor fazlalığından husule gelen zehirlilik, bitkiler, hayvanlar ve insanlar için ciddi bir problem teşkil etmektedir.

İnsanların flor alımını arttırmak için girişilen teşebbüslerin çoğu kullanma sularına flor ilâvesine yönelmiştir. Flor zehiri zararını azaltmak için çalışmalar havadaki florid toz ve dumanlarının azaltılması, tabii olarak florürlerce zengin olan suların kullanılmasını tahdit etmek veya hayvan yemlerinde kalsiyum ve fosfor kaynağı olarak kullanılan minerallerdeki florürlerin uzaklaştırılması istikametine yönelmiştir.

Flor noksanlığının ve azlığının insanlar ve hayvanlar için önemi ve florürlerin faydalı ve zararlı konsantrasyonları arasındaki nisbeten dar mesafe, yiyecek temin eden bitkiler tarafından topraklardan alınan florür miktarının değerlendirilmesi gereğine işaret eder.

Yiyecek temin eden bitkilerin çoğu havada birikmiş flor ile kirlenmedikçe

milyonda 1-3 kısım florür ihtiva ederler. Çay önemli bir istisna teşkil eder ve ve çayda milyonda 100 kısım hatta daha fazla florür tesbit edilmiştir.

Topraktan bitki kökleri vasıtasıyla alınan flordan bitkilerin zarar görmesi nadirdir. Fakat bazı şartlar altında asit topraklarda yetişen bitkiler flor biriktirmekte ve hidrojen florür dumanlarının sebebiyet verdiği semptomlara benzer arazlar göstermektedirler.

Topraklar genellikle önemli miktarlarda florür ihtiva ederlerse de bunun çoğunluğu çözünmez durumdadır ve bitkiler tarafından alınmaz. Kireçlenmemiş asit topraklara çözünebilir florür ilavesi bitkilerde florür konsantrasyonlarının artmasıyla sonuçlanır. Fakat kireçlenmiş topraklara aynı ilave bitkilerin florür muhtevasına pek az tesir edecektir. Kalsiyum florürünün asit veya nötr topraklara ilavesi bitki flor konsantrasyonu üzerine tesirsizdir.

Bitki seleksiyonu ve ıslahı gıdalardaki flor konsantrasyonunun artırılmasında önemli bir yoldur. Çayda olduğu gibi bazı bitkiler topraktan fazla flor alarak biriktirmektedir. Nötr ve alkali topraklarda yetişerek topraktan flor alabilen bitki çeşitleri tesbit edilebilir.

BROM

Bromun ne bitkiler ve ne de hayvanlar için lüzumlu bir besin elementi olduğu tesbit edilmiş değildir. Ancak bitkilerde ve hayvanlarda yaygın şekilde mevcuttur. Bitkiler ve hayvanlar bromidlere karşı geniş tolerans gösterirler. Düşük iyot ve yüksek brom alınması halinde bromidler iyod metabolizmasını

etkileyerek hayvanlarda iyot noksanlığını açığa vurur. Lüzumundan fazla iyot alınması halinde bromidler hipertroid tesirlerini azaltır.

İYOT

İyot bir bitki besin elementi değildir. Kültür solüsyonlarındaki milyonda 0.1 kısım iyot bitkilere zehir tesiri yapar.

İyot hayvanlar ve insanlar için lüzumlu bir elementtir. İyot noksanlığı halinde çiftlik hayvanlarında ve insanlarda throid bezi normal faaliyetini gösteremez ve guatr hastalığının çıkmasına sebep olur. Guatr hastalığı eskiden hayvanlar ve insanlar için ciddi bir hastalıktı. Fakat sonradan iyotlandırılmış tuzların kullanılması ile bu kolaylıkla önlenmiştir.

İyot bitki materyalinde daima mevcut olan bir maddedir. Ancak bazı hallerde bitkilerdeki miktarı o kadar az olur ki throid bezinin faaliyetini devam ettirmeğe kâfi gelmez. Milyonda 0.01 kısımdan daha az iyot ihtiva eden gıda maddeleri hayvanlarda guatr'a sebep olur.

İz Elementlerin Kontrolunda Agronomik Tedbirler

İz elementler sirkülasyonlarını toprak-bitki yolu ile tamamladıklarından bunların kontrolunda tesirli bazı zirai tedbirler alınabilmektedir. Bu tedbirler şöylece özetlenebilir :

Toprak seçimi

Herhangibir bitki türündeki iz elementler konsantrasyonu yetiştiği toprağın karakterine ve ihtiva ettiği iz elementler miktarına göre değişmektedir.

Toksik olabilecek miktarlarda bazı iz elementleri ihtiva eden bitkileri yetiştiren topraklarda bu bitkileri yetiştirmekten vazgeçmelidir. Veya bazı iz elementleri yetersiz olarak ihtiva eden bitkilerin de bu iz elementlerce zengin topraklarda yetiştirilmesi çihetine gidilmelidir (yem bitkileri yetiştirilmesinde, selenyum ve kobalt noksanlığında olduğu gibi).

İz elementlerle gübreleme

Gübreleme belli bir toprakta yetişen bitkilerdeki iz element konsantrasyonunu arttırmak için toprağa veya bitkiye doğrudan doğruya iz element tatbikidir. Burada dikkat edilecek husus bitkilerdeki iz elementlerin hayvanlar ve insanlar için zararlı sınırların üzerine çıkmamasıdır. Mesela bitkilerdeki selenyum miktarı, toprağa selenyum ilâvesi ile bitkilere herhangi bir zarar vermeden, birden on misline çıkabilmektedir.

Toprak idaresi ve ıslahı

Bitkilerin kök bölgelerindeki iz elementler miktarı genellikle bitki ihtiyacının çok üzerinde olduğundan, faydalı miktarının azaltılması bazı tedbirlerle mümkün olabilmektedir.

İz elementlerin topraktan bitkiye geçmesini kont.olda en yaygın bir uygulama asit topraklarda alüminyum ve manganezin zehirliliğini önlemek için toprağın kireçlenmesidir. Genellikle kireçleme metalik katyonların faydalılığını azaltır ve anyon şeklinde alınan iz elementlerin faydalılığını artırır. Toprağa fazla fosforlu gübre

tatbiki de metalik iz element katyonlarının faydalılığını azaltır.

Islak toprakların drenajı iz elementlerin oksitlenmiş formlarını teşvik ederek faydalılıklarını artırır.

Toprağa organik maddenin ilâvesi toprakta gelişmekte olan bitkilerdeki iz elementlerin artmasında veya azaltılmasında tesirli olabilmektedir. Mesela organik maddesi az olan bazı topraklardaki çinko noksanlığı, çiftlik gübresi ilâvesi ile giderilmektedir.

Bitki seçimi

Çeşitli bitki türleri, iz elementleri farklı konsantrasyonlarda ihtiva etmektedir. Bu durumdan iz elementlerin hayvanlara hem fazlalığı ve hem de noksanlığı hallerinde yararlanılmaktadır. Bu bakımdan bitkilerin durumu incelenmiştir. Mesela baklagiller veya baklagil-buğdaygil karışımı mer'alar yerine sırf buğdaygillerden ibaret mer'aların kullanılması bazı topraklarda molibden zehirliliğini azaltmaktadır.

Bitki yetiştirmede bazı tedbirler

İz elementlerin bitkilerin hayvanlara geçişini kontrolde bitkinin muhtelif olgunlaşma devresinde iz element konsantrasyonlarındaki değişme, yahut bitkinin muhtelif kısımlarında iz elementlerin farklı konsantrasyonlarda olması veyahutta bitki olgunlaştığı zaman veya işlendiği zaman iz elementin hayvanlara faydalılığı esas alınmaktadır. Bu bilhassa mer'a ve ot yetiştiriciliği bakımından önem taşımaktadır.

Literatür

- Allaway, W.H. 1968. Agnomic controls over the environmental cycling of trace elements, *Advances in Agronomy*, Vol: -20, P. 235-274.
- Alloway, W. H., More, D. P., Oldfield J. E., and Muth, O. H. 1966. *J. Nutr. Vo. : 88, P. 411-418.*
- Bear, F.E. 1957. Toxic elements in Soils, *Soil the 1957 Yearbook of Agriculture*, U.S. Departement of Agriculture, 165-171.
- Buckman, H.O. and Brady, N.C. 1969. *The Nature and Properties of Soils. The Macmillan Co. London P. 504-521.*
- Carrol, R.L. 1966. *J. American Med. Assoc. Vo. ; 198, P. 267-269.*
- Garner, R.J. 1963. *Veterinary Toxicology*, P. 107. The Willams and Wilkins Co. Baltimore.
- Goldsmith, J.R. and Aexter, A.C. 1967. *Science Vo. 158, P. 132-134*
- Goldsmith, V.M. 1954. "Geochemistry" Oxford Universty press (Clarendon) Oxford, Eng.
- Hartley, W. J. 1967. "Selenium in Bio Medicine" P. 79-96. Wesport, Connecticut.
- Hatyra-Marck 1969. *Spezielle Pathologie und Therapie der Haustire. P. 465-469. Gustav Fisher Verlag. Jena.*
- Holmes, R.S. and J.C. Brown. 1957. *Iron and Soil Fertility. Soil, the 1957. Yearbook of Agriculture U.S. Departement of Agriculture. 111-115.*
- Hongson, J.F. 1963. *Chemistry, of the micronutrient elements in Soils. Advances in Agronomy, Vol. : 15, P. 119-154.*
- Lloyd, F. and Jurinak, J.J. 1957. *Zinc and soil Fertility. Soil the 1957 Yearbook of Agriculture, U.S. Departement of Agriculture, 114-121.*
- Mitchell, R.L. and Reith, J.W.S. 1966 *J. Sci. Food Agr. Vo.: 17 P.437-440*
- Prasad, A.D. 1966 "Zinc Metabolisme" Thomas Sprinfield, illionis U.S.A.
- Reuther, W. 1957. *Copper and soil fertility, Soil the 1957 Yearbook of Agriculture, U.S. Department of Agriculture, 128-135.*
- Russel, D.A. 1957. *Boron and soil fertility. Soil, the 1957 Yerarbook of Agriculture, U.S. Departement of Agriculture, 121-128.*
- Stout, P.R. and Johnson, C.M. 1957. *Trace elements, Soil, the 1957 Yearbook of Agriculture, U.S. Departement of Agriculture, 139-150.*