

SEBZELEERDE NİTRAT-NİTRİT KİRLİLİĞİ

Mehmet ZENGİN*

Kemal GÜR**

ÖZET

Toprakta yetersiz düzeyde bulunan bitki bekin elementlerini kültür bitkilerine sağlamak amacıyla gübreleme yapılmaktadır. Besin elementlerinin toprağa ilavesi organik ve inorganik gübrelemeyle olmaktadır. İşte bunlardan inorganik gübrelerin ve zirai mücadelede kullanılan pestisitler ile bitki gelişim düzenleyicileri olarak kullanılan hormonların zamansız ve bilinçsizce uygulanması sonucunda bitkilerde nitrat depolanmaktadır. Hatta kurak alanlarda, kentseel katı ve sıvı atıkların (kanalizasyon atıkları) bir sulama suyu ve gübre kaynağı olarak tarım arazilerinde kullanılması ile bitkilerde nitrat birikimi arttığı gibi toprak ve yeraltı sularında da kirliliğin doğması sözkonusu olmaktadır.

Bilhassa seralarda yetiştirilen ve yaprakları yeşil olarak tüketilen ıspanak, marul ve maydanoz gibi sebzelerin, fazla azotlu gübre uygulamalarıyla nitrat içeriklerinin arttığı, hasattan sonra da depolama sırasında nitratin nitrite dönüştüğü bilinmektedir.

Anahtar Kelimeler : Sebze, nitrat, nitrit, kirlilik.

ABSTRACT

NITRATE-NITRITE POLLUTION IN VEGETABLES

In order to provide additional nutritions to the agricultural plants, usually organic and inorganic fertilizers are applied into the soils as indicated in many literatures. However, sometimes, the nitrates may accumulate in the plant tissues especially when inorganic nitrogeneous fertilizers are added into the soils in excess of the plant need. On the other hand, accumulation of nitrate in the plants may occur also through the excessive applications pesticides, industrial and municipal waste waters to the plants and soils in agriculture. In other words, agricultural plants may be polluted biochemically with the nitrates by the excessive applications of the nitrogenous chemical fertilizers, pesticides and the waste water to agricultural lands.

Spinach, lettuce and parsley can be given as examples for the plants that may contain the accumulated nitrates usually grown under greenhouse conditions.

Excessive application of the nitrogenous fertilizers, pesticides and waste waters to the plants and the soils may cause not only the plant (food) pollution but also the soil and ground water pollutions in agriculture.

Key Words : Vegetable, nitrate, nitrite, pollution.

* Dr., Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, KONYA
** Prof. Dr., Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, KONYA

GİRİŞ

Hayati bakımdan çok önemli bitki besin elementlerinden biri olan azot, bitkiler tarafından NO_3 ve NH_4 formunda alınmakla beraber, organik azot bileşikleri de azot kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Bitki tarafından topraktan alınan nitrat azotu bitki bünyesinde amonyum azotu formuna indirgenir. Bu amonyum azotu bileşimi birbirinden değişik yüz kadar amino asit oluşumuna yol açacak olan glutamik asiti oluşturmak üzere karbon iskeletleri ile kombinasyon yaparlar. Birbirinden değişik yirmi ya da yirmibir çeşit amino asit peptid bağları ile bağlanarak proteinleri oluşturur. Bitkinin azot alımının fazla olması veya alınan azotun proteine kadar olan dönüşümünün bazı faktörlerce engellenmesi, bünyede azot birikimine neden olmaktadır (Kara, 1993).

Nemli, ılık ve iyi havalarıabilen topraklarda azot bileşiklerinin çoğu nitrat formuna dönüşür. Nitrat konsantrasyonunun artmasıyla bitkinin nitrat alımı da artmaktadır (Karakaplan, 1972).

Doğrudan tüketime yarayan bitkilerde yüksek nitrat içerikleri istenmez. Gıda maddelerinde nitrat ve nitrit konusunda yapılan çalışmalar nitrat alımının fazla olması nedeniyle sebzeler üzerinde yoğunlaşmıştır. Sebzeler için gerçekte bu tehlike, yalnız ispanakta, hayvan besleme alanında genç çim bitkilerinde bulunmaktadır. Aslında nitrat değil, yeşil bitki materyalinin hazırlanması sırasında nitrattan oluşan nitrit zehir etkisi yapmaktadır. Sebzelerde yüksek nitrat içeriklerinden özellikle bolca nitrat gübrelenmesi durumunda endişelenmek gerekmektedir.

Ekşi ve Cemeröglü (1977)'nin Schuphan ve Schlottmann (1965)'a atfen bildirdiklerine göre, ispanak ve diğer yeşil sebzeler fazla miktarda nitrat akümüle etmektedirler. Buna karşılık bitkilerde nitrit akümüasyonu olmamakta ve yeni hasat edilen bir sebze de anılmaya değer oranda nitrit bulunmamaktadır. Ancak sebze de fazla miktarda bulunan nitrat hasadı izleyen devrelerde, depolama ve taşıma koşullarının elverişsizliği nedeniyle nitrite indirgenebilmektedir. Bu indirgenme ya mikrobiyolojik etkilerle ya da sebzenin intramoleküler solunumu ile ortaya çıkmaktadır. Ayrıca yiyeceklerle alınan nitrat elverişli koşulların bulunması durumunda mide-bağırsak kanalında da nitrite indirgenmektedir.

SEBZELERDE NİTRAT-NİTRİT BİRİKİMİNİN SEBEPLERİ

Sebzelerde bulunan nitrat içeriğini etkileyen çeşitli faktörler bulunmaktadır. Özellikle yeşil olarak tüketilen (yaprağı yenen sebzelerde) sebzenin yetiştirme süresince uygulanan azotlu gübrelerin miktarı arttıkça bitkinin nitrat konsantrasyonu ve aynı zamanda ham protein miktarı da artmaktadır.

Toplam azot içeriği % 0.13 olan bir toprakta yetiştirilen ispanağa 0 ve 250 mg N (NH_4NO_3)/kg toprak oranında azot gübrelenmesinin sıfırdan 250 mg N/kg'a art-

masıyla bitkiadaki $\text{NO}_3\text{-N}$ içeriği % 0.04'ten % 0.93'e, NO_2 içeriğinin ise 2.9 ppm'den 6.3 ppm'e kadar arttığı belirlenmiştir (Kara, 1993).

Mineral besin maddelerinin sera salatalıklarının verimi ve meyvaların nitrat içerikleri üzerine etkisini araştıran Novatorova ve Pawlova (1986), azotlu gübrelerin kullanımı ile serada yetiştirilen salatalıkların veriminin yalnızca topraktaki düşük amonyum miktarı (<12 mg/100 g) ile arttığını ve meyva yapraklarındaki nitrat konsantrasyonunun yükseldiğini belirlemişlerdir.

Azotlu gübre formlarının saksıda yetiştirilen ıspanak bitkilerinin nitrat birikimine etkisi konusunda yapılan başka bir araştırma sonucunda, azot ile gübrenememiş bitkilerin taze yapraklarındaki nitrat birikimi 5 mg/kg'dan daha az bulunmuştur. Uygulanan mineral azotun artmasının nitrat içeriğinin artmasına, NH_4NO_3 'ün $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 'a göre daha fazla nitrat birikimine neden olduğu, çiftlik gübresinin sürekli uygulanmasıyla nitrat birikiminin azaldığı belirlenmiştir (Kara, 1993).

Fosforun nitrat birikimi üzerine çok az veya hiçbir etkisinin olmadığı, sodyum, kalsiyum ve magnezyumun nitrat birikimine direkt etkilerinin olmadığı, kükürt noksanlığında ise nitrat artışının vuku bulduğu belirlenmiştir. Benzer olarak klor da nitrat birikimini azaltmaktadır. Bunun nedeni ise klor alımının nitrat için antagonizmdir. Manganez, bakır ve molibden noksanlığında ise sebzelerin nitrat içeriği artmaktadır. Marulda nitrat birikimi üzerine EC, Cl ve besin solusyonundaki NH_4 konsantrasyonunun etkileri araştırılmış ve besin solusyonundaki EC, Cl ve NH_4 'ün artmasıyla maruldaki nitrat birikiminin azaldığı belirtilmiştir (Boon ve ark., 1988).

Işık, bitkilerdeki nitrat metabolizmasında çok önemli rol oynamaktadır. Bitkilerin nitrat içeriğini belirleyen temel faktörlerden biri ışıktır. Bitkilerdeki nitrat içerikleri ışık yoğunluğu, fotoperyot ve fotoperyot sırasındaki ışık süresi tarafından etkilenmektedir. Yapılan araştırmalar ile kış mevsimi gibi ışık yoğunluğunun düşük olduğu şartlarda nitrat birikiminin arttığı, yüksek ışık yoğunluklarında ise, nitrat içeriğinin azaldığı belirlenmiştir (Stulen ve Steege, 1988).

Yapraklı bitkiler (ıspanak, marul vb.) ve kök bitkilerinde ışık yoğunluğu ile nitrat içeriği ilişkisini inceleyen Blom-Zandstra (1990), ışık yoğunluğu 30 W/m^2 iken nitrat içeriğinin 6000 ppm'den daha fazla, ışık yoğunluğu 100 W/m^2 'ye yükseltildiğinde nitrat içeriğinin 6000 ppm'den 1200 ppm'e düştüğünü belirtmiştir.

Gün uzunluğu da ışık yoğunluğu gibi nitrat birikimine etkilidir. Günün değişik saatlerinde nitrat içerikleri de değişmektedir. Aydınlıkta ıspanak ile marulun nitrat içerikleri, öğleden sonra, sabahkinden daha düşük bulunmaktadır. Azotun alınabilirliği ile sıcaklık arasında da bir ilişki vardır. Genel olarak bitkilerin nitrat içerikleri sıcaklık artışı ile artmakta, yaklaşık 30°C 'nin üzerindeki sıcaklıkta bitkilerin nitrat alımı kuvvetli şekilde engellenmektedir. Kök bölgesinin ve hava

Sebzelerde Nitrat-Nitrit Kirliliği

sıcaklığının artmasıyla marul bitkisinin nitrat absorpsiyonu da artmaktadır (Kara, 1993).

Aydemir (1979)'ın Parker (1972)'a atfen bildirdiğine göre, gübrelerde toprağa uygulanan azotun yaklaşık % 50'si bitkilerce ilk yılda alınmakta, % 30'u mikroorganizmalarca fiksede edilmekte, % 15'i denitrifikasyonla ve % 5'i de yıkanma ile kaybolmaktadır.

Bitkilerin genetik özelliklerine göre farklılık gösteren nitrat içeriği, türlere göre değişmekle birlikte bitki kısımlarına göre de farklılıklar bulunmaktadır. Çiçekte en az bulunan nitrat, sırasıyla meyve, tane, yapraklar, kökler ve gövdelerde artış göstermektedir (Kara, 1993).

Hububat çeşitlerinin nitrat akümülyasyonları üzerine yapılan bir araştırmada buğdayın en fazla, çavdarın ise en az nitrat akümüle ettiği tesbit edilmiştir (Rogozinski ve ark., 1990).

Yavaş çözünür gübrelerin marul, ispanak ve turpda nitrat depolanması üzerine etkileri araştırılmış ve erkencil çeşitlerin geç olgunlaşan çeşitlere göre daha fazla nitrat biriktirdikleri belirlenmiştir. Erkencil çeşitlerdeki nitrat azotlu gübrelerden, geç olgunlaşan çeşitlerdeki nitrat ise topraktaki azot rezervinden kaynaklanmaktadır. Yavaş çözünür gübrelerin kullanımı ile ürünlerdeki nitrat birikimi azalmış fakat turp ve marulun verimi artmamış hatta azalmıştır (Semenov ve ark., 1989).

NİTRAT VE NİTRİTİN ZARARLI MİKTARLARI

Bazı araştırmacılar gelişkin insanlarda günde 3 g nitratın tehlikeli olduğunu belirtmektedirler. Fakat Smith ve Simpson, gelişkinlerde öldürücü dozun 9-18 g olduğunu dikkat çekmişlerdir. Nitritin yetişkinlerde yaklaşık 25 mg olan öldürücü dozu, süt çocukları için günde alınan 13 mg olarak gösterilmektedir. Acar (1975)'a göre yetişkinlerde vücut ağırlığının 1 kg'ı başına öldürücü nitrit dozu 0.4 mg'dır (Fidan ve ark., 1993).

Almanya'da bebek gıdalarının işlenmesinde kullanılacak sebzelerde kabul edilebilir nitrat miktarı 300 mg/kg taze ürün iken bebek mamaları için maksimum nitrat içeriği 250 mg/kg ürün olarak belirlenmiştir. Fransa'da bebek mamaları için kabul edilebilir nitrat içeriği 1979 yılından bu yana 50 mg/kg olarak kullanılmaktadır. Almanya'da taze sebzelerin nitrit içerikleri için standart değer 5 mg/kg standart değer olarak kabul edilmiştir (Kara, 1993).

Sebzelerden tere, turp, marul, maydanoz, yeşil lahana ve ispanakta nitrat içeriği çok yüksektir (eser miktardan 8000 ppm'e kadar). Pırasa, patates ve soğanda daha az (eser miktardan 2000 ppm'e kadar), fasulye, hıyar, biber, domates ve patlıcanda ise en azdır (eser miktardan 1000 ppm'e kadar) (Kara, 1993).

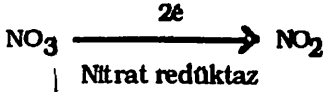
Ankara pazarlarından alınan ıspanak nümunelerinde, yaprakta 207-2865 mg NO₃/kg, sap kısımlarında ise 442-7516 mg NO₃/kg olarak bulunmuştur (Tekeli ve Gürses, 1972).

Konya ve çevresinden toplanan bazı sebzelerin nitrat ve nitrit içerikleri araştırılmış ve ortalama nitrat içerikleri marul, ıspanak, t. fasulye, domates ve patates için sırasıyla 833.43, 786.97, 636.71, 36.28 ve 445.37 mg/kg, ortalama nitrit içerikleri ise sırasıyla 0.67, 3.02, 0.52, 0.25 ve 3.72 mg/kg olarak bulunmuştur (Gür ve ark., 1995).

NİTRAT VE NİTRİTİN OLUŞUMU

Nitrat tabiatta bolca bulunan azotun (atmosferde % 78 oranında elementel azot bulunur) üç molekül oksijenle yapmış olduğu (-1) değerlikli bir bileşiktir. Nitratlar tabiatta çok çabuk değişime uğrarlar. Bu değişimi gerçekleştiren faktörler oksijen, sıcaklık, pH, mikrobiyal populasyon vb.'dir.

Nitrit ise elementel azotun iki molekül oksijenle yapmış olduğu (-1) değerli bir bileşik olup, anaerob (oksijensiz) şartlarda denitrifikasyon ile nitratların bozulmasıyla aşağıdaki gibi meydana gelmektedir.



Çeşitli yanma olayları atmosfere 1 ppb (milyarda kısım) miktarında nitrit bırakır. Bu nitrit havada 5 gün kalabilir. Oluşan nitrit aerob (havali) şartlarda yükseltgenerek nitrata dönüşür.

Nitrat ve nitritler doğal olarak toprak, su, atmosfer, tüm bitki kısımları ve ette bulunur. Diklorofenoksi asetik asit türevi herbisitlerin kullanılması sonucu hayvanlar için zehirleyici olabilecek kadar nitrat bitkilerde birikebilmektedir.

Nitratların önemli bir kaynağı da fazla miktarda azotlu madde ihtiva eden ve nitrata çevrilebilen insan ve hayvansal artıklardır. Örneğin, 450 kg'lık bir sığırın yılda ortalama 43 kg, bir insanında 5 kg nitrojen çıkardığı bildirilmektedir (Eğilmez, 1990).

İnsan vücuduna alınan günlük ortalama nitrat ve nitrit miktarı üzerine bazı araştırmalar yapılmıştır. Bununla ilgili değerler Tablo 1'de verilmiştir.

NİTRAT VE NİTRİTİN ZARARLARI

Bitkilerde fazlaca biriken nitratların insanlara olan direkt zararı minimumdadır. Asıl dolaylı zararı, nitratların nitrit ve nitrozaminlere dönüşerek ortaya çıkmaktadır. Nitritler methemoglobinemia'ya, nitrozaminler ise kansere yol açmaktadır.

Sebzelerde Nitrat-Nitrit Kirliliği

Tablo 1. İnsanın Bir Günde Būnyesine Aldığı Nitrat ve Nitrit Miktarı ve Bunların Yiyecek Kaynaklarına Gōre Dağılımı (Eğilmez, 1990)

Kaynak	NO ₃ (mg)	%	NO ₂ (mg)	%
Sebzeler	88.10	88.30	0.20	1.80
Meyve ve Meyve Suyu	1.40	1.40	0.00	0.00
Sūt ve Sūt Őrūnleri	0.20	0.20	0.00	0.00
Ekmek	2.00	2.00	0.02	0.02
Su	0.70	0.70	0.00	0.00
Nitrat ve Nitrit Katılmış Et Őrūnleri	9.40	9.40	2.38	21.20
Tokrūk	30.0	--	8.62	78.8
Toplam	99.80	100.00	11.22	100.00

Nitrat vūcuttan hızlı olarak atıldığı iēin zararlı Őzel etkisi yok olarak kabul edilmektedir. Sebzeler pişirilince nitratın % 80'i yemek suyuna geēmektedir. Nitrit ise methemoglobinemiya sebep olduğu iēin nitrattan ēok daha fazla toksik olabilmektedir. 50-60 mg NO₂/kg vūcut ağırlığı 3500 mg nitrata eēit kabul edilmektedir. Riehle ve Jung'a gōre nitritin zararlı etkisi damar genişletici etkisine dayanmaktadır. Nitrit kūēuk çocuklarda methemoglobin oluşmasına neden olmaktadır. Methemoglobin oksijeni adsorbe etme ve bu nedenle nakletme yeteneğine sahip değildir. Methemoglobini hemoglobine indirgeyecek durumda oldukları iēin yetişkinlerde methemoglobinemia tehlikesi daha azdır (Zengin, 1997).

Fazla nitrat bilhassa kūēuk çocuklarda "methemoglobinemia" denilen kansızlık hastalığına, diř ēūrūmelerine, kemik iliėi kanserine ve hamile bayanlarda da erkeki ve Őlū doėumlarına sebep olmaktadır (Gūr, 1991).

Genetik yōnden methemoglobin redūktaz enzimi noksanlığı gōrūlen çocuklarda bu rahatsızlıklar daha sık gōrūlūr. C vitamini bu rahatsızlıkları Őnleyici bir rol oynar. Gelişmiş Őlkelerde bu tıp vakaların fakir Őlkelere oranla daha az seyretmesinin nedeni C vitaminine baėlanmaktadır. Nitrat ve C vitamini arasındaki iliřki Őyledir :

Aşırı miktarda nitrat alınması durumunda nitrit Őekillenme hızı nitrit yıkımından fazla olabilmekte ve sonuēta sindirim kanalındaki nitrit yoğunluğu artmaktadır. Bōylece fazla miktarda oluşan nitrit emilerek aşağıdaki sıralanan Őekillere sebep olmaktadır (Eğilmez, 1990).

1. Kan hemoglobinin anoksiye yol aēan methemoglobine ēevrilmesi,
2. Hemodinamik bozukluk sonucu kan basıncının dūřmesi,
3. Kanserojenik nitrozamin Őekillenmesi.

Methemoglobin oluşması ile kan ēikolata rengini alır ve nitrit zehirlenme-

sinde, karın sancısı, sürgün, kas zayıflığı, koordinasyon bozukluğu, konvülsiyonlar, kalp hızında artış, syanoz, koma ve ölüm görülür. Üdalarla alınan nitrat sindirim sisteminde bulunan bakteriler tarafından da nitrite çevrilebilirler (Güneş, 1994).

Dünya sağlık teşkilatı bir insanın her kg vücut ağırlığı için günde sodyum nitrit veya potasyum nitrit halinde alabileceği zararsız nitrit miktarını 0-0.4 mg, nitrat miktarını da sodyum nitrat veya potasyum nitrat halinde 0.5 mg olarak belirlemiştir (Güneş, 1994).

Bünyesinde fazla miktarda nitrat bulunan bitkilerle beslenen insan ve hayvanlarda nitrat veya nitrit yemek borusunda karoten bozarak A vitamini eksikliğine yol açmaktadır. Yine nitrat, hayvanlarda tiroid bezinde hasar yaparak ot ihtiyacını artırmaktadır (Güneş, 1994).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Toprakta, sulama suyunda ve kullanılan gübrede azotun fazlalığı bitkinin kalitesini de düşürmektedir. Fazla azot karşısında bitkiler vegetatif olarak çabuk büyüyüp gelişirler, dokuları gevşek ve sulu olur, çeşitli hastalık ve parazitler ile yatmaya karşı dayanıkları azalır.

Bu bakımdan;

1. Dengesiz ve aşırı azotlu gübrelemeden kaçınılmalıdır.
2. Nitratlı gübrelerin yerine amonyumlu ve üreli gübreler kullanılmalıdır. Toprak ve bitki için en iyi ve kompoze olan gübrenin ahır gübresi olduğu unutulmalıdır.
3. Daha yavaş çözünen azotlu gübre formlarının kullanılması yaygınlaştırılmalıdır.
4. Gübrelerle toprağa uygulanan bitki besin elementlerinden bitkilerin faydalanma düzeylerinin, ekim nöbeti, gübre çeşitinin uygun seçimi, gübreleme zamanı ve yönetiminin iyi ayarlanması ve bitki çeşitine göre gübre ihtiyacının belirlenmesi gibi tedbirler göz önünde tutulmalıdır.
5. Azotlu gübrelerle birlikte potasyum klorür, potasyum sülfat, kalsiyum klorür gibi gübrelerin ve demir, mangan, molibden gibi mikro besin elementlerinin noksanlık görülen topraklara uygulanması tavsiye edilmelidir.
6. Mümkün olduğu takdirde azotlu gübrelerin split olarak uygulanması, sebzelerde nitrat birikiminin olmaması için alınması gereken bir önlemdir.
7. Nitrat birikiminin az olduğu bitki genotiplerinin yetiştirilmesi düşünülmelidir.
8. Fazla nitrat depolayan bitkiler hasattan hemen sonra tüketilmelidirler. Sebzeleri bekletmek nitrit oluşumuna yol açmaktadır.

Sebzelerde Nitrat-Nitrit Kirliliği

9. Nitrit oluşumu, karanlıkta, havasızlıkta ve oda sıcaklığında maksimum seviyede olduğundan pazardan alınan sebzeler hemen tüketilmeli, şayet tüketilmeyecekse buzdolabında açık olarak muhafaza edilmelidir.

10. Dondurulmuş sebzelerin buzu çözöldükten sonra kısa bir süre içerisinde tüketilmesi gerekmektedir. Buzu çözölen sebzeler tekrar dondurulmamalıdır.

11. Halkımız her konuda bilinçlendirilmeli ve C ve A vitaminleri ile beslenmenin artırılması yönünde çapa sarfedilmelidir.

KAYNAKLAR

- Aydemir, O., 1979. Gübreleme ve Çevre Kirlenmesi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Derg., 10 (3-4), 189-197, Erzurum.
- Blom-Zandstra, M., 1990. Manuring. Nitrate Accumulation in Vegetables. Why a Plant Accumulates Nitrate. Groenten-en-Fruut, 45 (35), 14-15; 2 pl. (col.). Netherlands.
- Boon, J-van-der., Steenhulzen, J.W. ve Steingrover, E., 1988. Effect of EC, and Cl and NH₄ Concentration of Nutrient Solutions on Nitrate Accumulation in Lettuce. Acta-Horticulturae, 222, 35-42; 11 ref. Netherlands.
- Eğilmez, İ., 1990. Konya Bölgesi Kuyu Sularında Nitrat, Nitrit ve Nitrozamin Düzeyleri. S.Ü. Sağlık Bil. Enst. Yük. Lis. Tezi (Yayımlanmamış), Konya.
- Ekşi, A. ve Cemeroglu, B., 1977. Bazı Sebze Konservelerinde Nitrat Miktarı Üzerinde Bir Araştırma. A.Ü. Zir. Fak. Yıllığı, 27, (1), 155-165, Ankara.
- Fidan, F., Sürmeli, N. ve Genç, Ç., 1993. Ispanaklarda Nitrat Birikimi Üzerine Çeşit Azot Dozu ve Ekim Zamanının Araştırılması (Sonuç Raporu), Atatürk Bah. Kült. Merk. Araşt. Enst., Yalova.
- Güneş, A., 1994. Ankara Koşullarında Yetiştirilen Ispanak Bitkisine Uygulanan Azotlu Gübrelerin Verim ve Nitrat Birikimi Üzerine Etkisi. A.Ü. Fen Bil. Enst., Doktora Tezi (Yayımlanmamış), Ankara.
- Gür, K., 1991. Çevre Kirliliği Ders Notları. S.Ü. Ziraat Fak., Konya.
- Gür, K., Zengin, M., Uyanöz, R., Polat, H. ve Gülderen, M.Ş., 1995. Konya ve Çevresinden Toplanan Bazı Sebze Örneklerinde Nitrat-Nitrit Kirliliği. A.Ü. Müh. Fak. Çevre Semp., 18-20 Eylül 1995, 41-54, Erzurum.
- Kara, E., 1993. Sebzelerde Nitrat Akümülyasyonu. Ekoloji Dergisi, 7, 10-13.
- Karakaplan, S., 1972. Rize Ziraat Topraklarında Yıkınma ile Vuku Bulan Nitrojen Kaybı Üzerine Bir Araştırma. A.Ü. Ziraat Fak. Dergisi, 3, (2), 37-46, Erzurum.
- Novotorova, D.A. ve Pavlova, V.P., 1986. Effect of Mineral Nutrition on Nitrate Accumulation in Fruits, and Productivity of Greenhouse Cucumbers. Primery Agrotekhniki Ovoshchnykh Kul'tur, 23-28, Gorkii, USSR.

- Rogozinski, J., Godlewska, E. ve Kaczkowski, J., 1990. Nitrate Accumulation in Rye, Wheat and Triticale Seedlings. *Acta-Physiologiae-Plantarum*, 12 (1), 67-73, 11 ref. Poland.
- Semenov, V.M., Tlustosh, P., Agaev, V.A., Vostal, I. ve Sokolov, O.A., 1989. Varietal Differences in Nitrate Accumulation by Vegetable Crops. *Agrokhimiya*, 1, 63-68 : ref. USSR.
- Stulen, I. ve Steege, M.W., 1988. Nitrate Accumulation in Spinach Varieties. *Proceedings of the International Congress of Plant Physiology*, 2, 1046-1049, India.
- Tekeli, S.T. ve Gürses, Ö.L., 1972. Türkiye'de Yetiştirilen Ispanakların Nitrat Miktarı Üzerinde Araştırmalar. *A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı*, 22 (3-4), 340-348, Ankara.
- Zengin, M., 1997. Nitratın Ispanak Bitkisinde Birikimi ve Topraktan Yıkanması Üzerine Bazı Azotlu Gübrelerin Etkileri. S.Ü. Fen Bil. Enst., Toprak Anabilim Dalı, Doktora Tezi (Yayımlanmamış), Konya.