



The Effect of Nitrogen-Boron Application and Time on the Nitrate Content of Sugar Beet Leaves Used as Animal Feed

Bedriye Bilir^{1,a,*}, Kadir Saltalı^{1,b}

¹Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, 46000 Kahramanmaraş, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 22/11/2020 Accepted : 14/01/2021</p> <p>Keywords: Sugar beet Leaves Nitrogen Boron Nitrate</p>	<p>Nitrogen (N) and boron (B) fertilization is important for yield and quality in sugar beet cultivation. However, excess nitrogen (N) fertilizers cause negative effects on quality. The increase in nitrate content in sugar beet leaves used as animal feed is one of the quality parameters negatively affected. The aim of this study is to examine the effect of different doses of nitrogen, boron fertilization and time on nitrate accumulation in sugar beet leaves. The study was carried out on a field with a B content of 0.56 mg kg⁻¹ in Elbistan district of Kahramanmaraş province. Experiment random blocks were set up in 3 replications according to factorial trial design. Five different doses of N (0, 9, 18, 27 and 36 kg N da⁻¹) and 4 different doses of B (0, 200, 400, 600 g B da⁻¹) were used in the experiment. Leaf samples were taken in July, August, September and October. According to the results of the research, as the applied N dose increased, the nitrate content of sugar beet leaves increased at statistically significant level. The effect of boron application on nitrate of leaves was not found to be significant. The decrease in nitrate content of sugar beet leaves towards the harvest period was found to be statistically significant. As a result, using sugar beet leaves as animal feed after harvest does not pose a risk to animals in terms of nitrate.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(2): 395-400, 2021

Hayvan Yemi Olarak Kullanılan Şekerpancarı Yapraklarının Nitrat İçeriğine Azot-Bor Uygulamasının ve Zamanın Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 22/11/2020 Kabul : 14/01/2021</p> <p>Anahtar Kelimeler: Şekerpancarı Yaprak Azot Bor Nitrat</p>	<p>Şekerpancarı üretiminde verim ve kalite için azot (N) ve bor (B) gübrelenmesi önemlidir. Fakat fazla azotlu (N) gübreler kalite parametreleri üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Hayvan yemi olarak kullanılan şeker pancarı yapraklarında nitrat birikiminin artması da olumsuz etkilenen kalite parametrelerinden birisidir. Bu çalışmanın amacı, şeker pancarına farklı dozda azot ve bor uygulamasının bitki yapraklarında nitrat birikimi üzerine etkisini incelemektir. Çalışma, Kahramanmaraş ili Elbistan İlçesinde 2017 yılında B içeriği 0,56 mg kg⁻¹ olan bir arazide yürütülmüştür. Deneme tesadüf blokları faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede 5 farklı N dozu (0, 9,18, 27, 36 kg N da⁻¹) ve 4 farklı B dozu (0, 200, 400, 600 g B da⁻¹) uygulanmıştır. Araştırmada temmuz, ağustos, eylül ve ekim aylarında yaprak örnekleri alınmıştır. Araştırma sonuçlarına göre N dozu arttıkça yaprakların nitrat içeriği istatistiksel olarak önemli derecede artmıştır. Bor uygulamasının yaprakların nitrat içeriği üzerine etkisi önemli bulunmamıştır. Hasat dönemine doğru yaprakların nitrat içeriği istatistiksel olarak önemli düzeyde azalmıştır. Sonuç olarak hasat sonrası şekerpancarı yapraklarının hayvan yemi olarak kullanması, nitrat bakımından hayvanlar için bir risk oluşturmamaktadır.</p>

^a bbilir@ksu.edu.tr

^{id} <https://orcid.org/0000-0002-0038-9509>

^b kadirs@ksu.edu.tr

^{id} <https://orcid.org/0000-0001-5301-1350>



Giriş

Tarımsal üretimde, yüksek verim ve kalite en önemli iki parametredir. Bu iki parametre üzerinde en etkili tarımsal girdilerden birisi gübrelemedir. Üretimde en yaygın ve en fazla kullanılan gübre hiç kuşkusuz azotlu gübrelerdir (Korkmaz ve ark., 2008). Bitkiler azotu amonyum (NH_4^+) ve nitrat (NO_3^-) formunda almaktadır ve alınan azotun büyük bir kısmı normal ekolojik koşullarda yapraklarda metabolize edilerek proteine dönüştürülür (Sulak ve Aydın, 2005). Azotlu gübrenin ihtiyaçtan fazla uygulanması veya uygun olmayan ekolojik koşullarda bitkiler tarafından alınan azotun proteinlere dönüşümü sınırlanır ve bitkide nitrat birikimine neden olur (Kardeş, 2012).

Bitki türleri arasında çeşitli organlarında ve yapraklarında nitrat biriktirme açısından çok büyük farklılıklar bulunmaktadır. Pancar, marul, brokoli, ıspanak, turp ve kereviz gibi bitkiler nitrat biriktirmeye daha yatkın olan bitkilerdir (Prasad ve Chetty, 2008). Bitkilerde nitratın fazla bulunması yalnızca insan sağlığını değil şeker pancarı yaprağı gibi aynı zamanda hayvan yemi olarak kullanılan bitkilerde hayvan sağlığını da tehdit etmektedir. Bu anlamda özellikle yaprağı ve kök atıkları yem amaçlı kullanılan şeker pancarı gibi bitkilerde nitrat içeriğinin dikkate alınması önem arz etmektedir.

Hayvan sağlığı dikkate alınarak yapılan değerlendirmelerde, bitki materyalinin nitrat içeriği 1000 mg kg^{-1} 'e kadar olanlar güvenle kullanılırken, $1000-2000 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında hayvan sağlığı açısından risk taşımaktadır. Çünkü nitrat hayvanlarda akut ve kronik etki yapmaktadır. Fazla miktarda nitrat içeren yemle beslenen hayvanlarda rumende aşırı nitrit oluşmasına neden olmaktadır. Amonyaga dönüşmeyen nitrit kandaki hemoglobini bağlayarak methemoglobine dönüştürür. Methemoglobin ise kanda oksijenin taşınmasını engelleyerek hayvanlarda nitrat zehirlenmesine yol açmaktadır (Sulak ve Aydın, 2005).

İnal ve Güneş (1995), şeker pancarında nitrat kapsamı üzerine artan azot dozlarının etkisi konusunda yaptıkları çalışmada; toprağa 0, 5, 20, 50, 100, 200, 500 mg kg^{-1} dozlarında N uygulamışlardır. Gelişme dönemi ortasında alınan yaprak örneklerinde 500 mg N kg^{-1} uygulama dozunda 6675 mg kg^{-1} nitrat elde edilirken hasat döneminde alınan yaprak örneklerinde ise 2500 mg kg^{-1} nitrat belirlenmiştir.

Topraklarda ve bitkilerde makro elementler ile birlikte zorunlu bulunması gereken mikro elementlere olan ilgi son yıllarda daha da dikkat edilmesi gereken bir konu haline gelerek giderek önem kazanmaktadır (Yazıcı ve Korkmaz 2020). Bu husus mikro element uygulamalarının yapılmaması veya uygulandığı zaman ise yanlış zaman ve miktarda uygulamalar nedeniyle ciddi verim kayıplarına yol açmasından kaynaklanmaktadır (Kılıç ve Korkmaz, 2012). Bor noksanlığı yalnızca verimi değil aynı zamanda fizyolojik ve biyokimyasal süreçleri de olumsuz yönde etkilemektedir (Ahmed ve ark., 2011). Şeker pancarı tarımında da makro element gübrelemesi yanı sıra mikro element gübrelemesi oldukça önemlidir ve şeker pancarının bor beslenmesine karşı oldukça duyarlı olduğu bilinmektedir (Barlog ve ark., 2016). Çünkü bor; karbonhidrat metabolizması ve şekerlerin

membranlardan taşınması, nükleik asitler (DNA ve RNA) ve fitohormon sentezleri, plazma zarının yapısal bütünlüğü, doku gelişimi, hücre duvarları ve plazma membranlarının bileşenleri ile B komplekslerinin oluşumunda (Yazıcı ve Korkmaz, 2020), azot fiksasyonu, aminoasit ve nitrat metabolizmasında önemli rol oynamaktadır (Shelp, 1993; Blevins ve Lukaszewski, 1998). Bitkilerde NO_3^- , nitrat redüktaz enzimi ile nitrite indirgenmektedir. Bu enzimin aktivitesi herhangi bir nedenden dolayı inhibe edildiği zaman nitrat birikimi artmaktadır (Özdekan ve Üren, 2010). Borun noksan veya fazla olduğu topraklarda yetişen bitkilerin yaprak, gövde ve kökte nitrat birikmektedir. Bunun nedeni ise nitrat indirgenmesinin ve aminoasit sentezinin inhibe olmasıdır (Mengel ve Kirkby, 2004).

Bonilla ve ark. (1980) tarafından yapılan çalışmada şeker pancarında borun azot metabolizması üzerine etkisini incelemiştir. Şeker pancarına dört farklı bor dozu ($0,05, 0,5, 2,5$ ve 30 mg kg^{-1}) uygulanmış ve yaprak sapında nitrat belirlenmiştir. Sonuç olarak $0,05 \text{ mg kg}^{-1}$ B dozundan $2,5 \text{ mg kg}^{-1}$ B dozuna doğru nitrat azalırken, $2,5 \text{ mg kg}^{-1}$ bor dozundan 30 mg kg^{-1} dozuna doğru nitrat içeriğinde hızlı bir artış olduğu rapor edilmiştir. Kanola bitkisine farklı form ve seviyede N ve B dozunun nitrat redüktaz enzimi üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada; yapraklarda nitrat redüktaz enziminin uygulanan bor konsantrasyonu ile arttığı ve nitrat birikiminin azaldığı rapor edilmiştir (Shen ve ark., 1993).

Kahramanmaraş' ta şeker pancarı en fazla Afşin-Elbistan ilçelerinde yetiştirilmektedir. Şeker pancarı üretiminde önerilen N dozu $18-20 \text{ kg da}^{-1}$ arasında değişmektedir. Ancak, çiftçiler daha fazla verim alabilmek için önerilen dozun üzerinde N içeren gübreler uygulamaktadır. Şekerpancarı yetiştiriciliğinde azotlu gübre uygulama dozu arttıkça bitki yapraklarının nitrat içeriği de artmaktadır (Bonilla ve ark., 1980; İnal ve Güneş, 1995). Bölgede çiftçiler şeker pancarı yapraklarını hayvan yemi olarak değerlendirmektedir. Aynı zamanda, şeker fabrikalarında üretim sırasında ortaya çıkan melas kışım hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Hayvan beslemede kullanılan bitkilerin nitrat içeriği 1000 mg kg^{-1} kadar güvenle kullanılmaktadır (Crowley, 1985; Adams ve ark., 1992). Ancak, hayvan besleme amaçlı kullanılan bitkiler, önerilen değer üzerinde nitrat içerdiğinde rumende nitrit (NO_2) birikimi olmakta ve kana karışan NO_2 hemoglobini methemoglobine dönüştürmekte ve kanın oksijen (O_2) taşıma yeteneğinin azalmasına neden olmaktadır. Böylece hayvanlarda NO_2 zehirlenmesi olmakta ve hatta hayvanlar hayatını kaybedebilmektedir (Bolan ve Kemp, 2003).

Hayvan beslenmesinde kullanılan şekerpancarı yapraklarının nitrat içeriği konusunda ülkemizdeki araştırma sayısı sınırlı olup bölgede arazi koşullarında yapılan bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, bölge ekolojik koşullarında şekerpancarı yapraklarında nitrat birikimi ve bunu etkileyen etmenler konusunda araştırmalara ihtiyaç vardır. Bu çalışmanın amacı, Kahramanmaraş' ta şeker pancarı yetiştiriciliğinde büyük bir paya sahip olan Elbistan ilçesinde şekerpancarına farklı dozda azot ve bor uygulamasının farklı dönemlerde bitki yapraklarının nitrat içeriğine etkisini belirlemektir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu araştırma, Kahramanmaraş Elbistan ilçesinde 2017 bitkisel üretim yılında yürütülmüştür. Deneme kurulmadan önce deneme alanından toprak örnekleri alınmıştır. Topraklarda tekstür, pH, EC, kireç, organik madde, alınabilir Ca, Mg, K, P, Fe, Cu, Zn, Mn ve B analizleri yapılmıştır (Çizelge 1). Analiz sonucuna göre azot ve bor dışında ki diğer noksanlığı görülen P, Fe ve Zn elementleri için temel gübreleme yapılmıştır. Çalışma tesadüf blokları faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede Aranka çeşidi şeker pancarı tohumu kullanılmıştır. Denemede parsel boyutları 2,25 m×8 m (18 m²) olup 45 cm sıra aralığı ile 5 sırada ekim yapılmıştır.

Çalışmada parselayon işleminden sonra azot dozunun (0, 9, 18, 27, 36 kg N da⁻¹) yarısı amonyum sülfat formunda ekimle birlikte, diğer yarısı ise 2. çapadan önce üre formunda uygulanmıştır. B dozları 0, 200, 400, 600 g B da⁻¹ şeklinde olup bor kaynağı olarak Etidot-67 gübresi kullanılmıştır. Borlu gübre 5 litre suda eritilerek ilgili parsellerin yüzeyine homojen bir şekilde dağıtılarak, tırmıkla toprağa karıştırılarak uygulanmıştır. Şeker pancarı ekiminden sonra temmuz, ağustos, eylül ve ekim aylarında gelişimini tamamlamış genç yapraklardan örnekler alınmıştır. Yaprak örnekleri laboratuvarında yıkanıp, 65°C etüvde kurutularak ve öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir (Yazıcı ve Korkmaz 2020).

Yöntem

Toprakların bünye sınıfı; Gee ve Bauder (1986), tarafından bildirilen bouyoucus hidrometre yöntemi ile, pH değeri 1:2,5 toprak-su süspansiyonunda pH metre ile (Bayraklı, 1987), elektriksel iletkenlik değeri ise pH için hazırlanan 1:2,5 toprak-su süspansiyonunda EC metre ile belirlenmiştir (Bayraklı, 1987). Organik madde; Modifiye Walkley-Black yöntemine (Nelson ve Sommers, 1996) göre, toplam kireç; Scheibler kalsimetresi ile (Gülçur, 1974), bitkiye yarayışlı Ca, Mg ve K; 1N amonyum asetat (NH₄OAC, pH=7) yöntemine göre belirlenmiştir (Helmke ve Sparks, 1996). Bitkiye yarayışlı fosfor; 0,5 M NaHCO₃ yöntemiyle (Kuo, 1996), ekstrakte edilebilir Fe, Cu, Zn ve Mn; DTPA yöntemiyle (Lindsay ve Norvell, 1978) belirlenmiştir. Toprakta alınabilir B; mannitol-CaCl₂ yöntemiyle (Cartwright ve ark., 1983), yapraklarda B; kuru yakma metodu ile ICP-OES cihazında belirlenmiştir (Miller, 1998). Yapraklarda nitrat analizi ise kuru maddede salisilik asit metodu kullanılarak spektrofotometrede belirlenmiştir (Cataldo ve ark., 1975).

İstatistik Analizler

Çalışmada elde edilen verilerde "JMP 13.2.0" paket programı kullanılarak tesadüf blokları faktöriyel deneme desenine göre varyans analizi yapılmıştır. İstatistiksel olarak önemli bulunan sonuçlarda uygulamalar arasındaki farklılığı belirlemek için Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (SAS, 1999).

Bulgular ve Tartışma

Deneme Alanı Topraklarının Genel Özellikleri

Deneme kurulan alandan alınan toprağın tekstürü killi tındır. Toprak pH değeri 7,97 olup hafif alkalin sınıfındadır (Sağlam, 2008), % tuz içeriği ise 0,16 ile hafif tuzlu sınıfında yer almaktadır (Richards, 1954). Kireç içeriği %32,7 ile çok

fazla kireçli, organik madde %2,15 olup orta sınıfındadır (Güçdemir, 2006). Alparslan ve ark. (1998) tarafından bildirilen sınır değerlere göre toprakların alınabilir besin elementlerinden fosfor az, potasyum ve magnezyum içeriği fazla, kalsiyum çok fazla, mangan ve bakır yeterli, bor, demir ve çinko noksan olarak sınıflandırılmıştır.

Azot-Bor Uygulamasının Yaprakların Nitrat İçeriğine Etkisi

Farklı dozda azot ve bor gübre uygulamasının şekerpancarı yapraklarının nitrat içeriğine olan etkisi Çizelge 2'de verilmiştir. Azotlu gübre dozu arttıkça şeker pancarı yapraklarının nitrat içeriği artmış ve dozlar arasındaki fark istatistiksel olarak (P<0,001) önemli bulunmuştur.

Özdeş ve Zabunoğlu, (1991) genel olarak bitkilere uygulanan azotlu gübrenin dozuna bağlı olarak bitki yapraklarında nitrat içeriğini arttırdığını bildirmişlerdir. Benzer diğer bir çalışmada, şeker pancarına artan dozlarda N'lu gübre uygulaması yapılmış ve hasat döneminde alınan yaprak örneklerinde nitrat içeriğinin artan azot dozu ile arttığı rapor edilmiştir (İnal ve Güneş, 1995).

Topraklara farklı dozda B uygulamasının yaprakların nitrat içeriğine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 2). Şekerpancarı yapraklarını için optimum B içeriği 31-200 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir (Zengin, 2012). Bu çalışmada, şekerpancarı yapraklarının B içeriği; kontrol (B₀ g da⁻¹) dozunda 46,9 mg kg⁻¹ iken, en yüksek B uygulama (B₆₀₀ g da⁻¹) dozunda 51,5 mg kg⁻¹ yani yeterli bulunmuştur. Yapraklarda B'un yeterli olması, yaprakların nitrat içeriğini önemli düzeyde etkilememiş olabilir. Bonilla ve ark. (1980) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı bor dozlarının şeker pancarındaki nitrat içeriğine etkisini incelemişler. Bor dozunun yeterli olduğu durumda şeker pancarında nitrat birikiminin az, borun noksan veya toksik olduğu durumlarda ise nitrat içeriğinin arttığı rapor edilmiştir.

Bor uygulama dozu arttıkça yaprakların bor içeriği artmış ve kontrol ile 200 g da⁻¹ B uygulamasında yaprakların B içeriği aynı grupta yer alırken, kontrol ile diğer uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Durak ve Ulubaş, (2017) şekerpancarına B uygulamasının verim özelliklerine etkisi konusunda yaptığı çalışmada; B uygulaması ile yumru verimi ve yaprakların B içeriğinin arttığını rapor etmiştir. Gezgin ve ark. (2007), Konya ili Çumra, Altnekin ve Seydişehir ilçelerinde yapılan çalışmada B uygulama ve dozunun şekerpancarı kök verimini, şeker içeriğini ve yaprakların B içeriğini artırdığını, bölgede 300 g da⁻¹ B uygulamasının uygun doz olduğunu bildirmişlerdir.

Azot Uygulaması ve Zamanın Yaprakların Nitrat İçeriğine Etkisi

Farklı dozlarda azotlu gübre uygulaması ve şekerpancarı yetiştirme döneminde temmuz, ağustos, eylül ve ekim aylarında alınan yaprak örneklerinin nitrat içeriği ve istatistiksel değerlendirmesi Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelge 4'de görüldüğü gibi azot uygulamasında en yüksek nitrat içeriği N₃₆ dozunda 1559 mg kg⁻¹ ile temmuz ayında iken en düşük ise 294 mg kg⁻¹ ile No dozunda ekim ayında elde edilmiştir. Ekim ayına kadar şeker pancarı yapraklarının nitrat içeriği azalmış ve aylara göre bu azalış istatistiksel olarak P<0,001 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 1. Deneme alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1. Some physical and chemical properties of field area soils

Tekstür	pH (1/2.5)	EC dS/m	Kireç %	OM %	Ca	K	Mg	P	B mg/kg	Cu	Fe	Zn	Mn
Killi Tın	7,97	0,16	33	2,15	7659	473	877	11	0,56	1,50	3,20	0,47	2,80

Çizelge 2. Azot (kg da⁻¹) ve bor (g da⁻¹) uygulamasının şeker pancarı yapraklarının nitrat (mg kg⁻¹) içeriğine etkisiTable 2. The effect of nitrogen (kg da⁻¹) and boron (g da⁻¹) application on the nitrate (mg kg⁻¹) content of sugar beet leaves

Dozlar	N ₀	N ₉	N ₁₈	N ₂₇	N ₃₆	Ortalama
B ₀	551 ^g	554 ^{gh}	656 ^f	688 ^f	966 ^a	683 ^A
B ₂₀₀	499 ^j	579 ^g	744 ^e	758 ^{de}	862 ^b	688 ^A
B ₄₀₀	522 ^{hi}	597 ^g	686 ^f	817 ^b	759 ^{c-e}	676 ^A
B ₆₀₀	468 ^j	660 ^f	667 ^f	809 ^{b-d}	812 ^{bc}	683 ^A
Ortalama	510 ^E	598 ^D	688 ^C	768 ^B	850 ^{A***}	

***: P<0,001

Çizelge 3. Bor uygulamasının şeker pancarı yapraklarının B konsantrasyonuna (mg kg⁻¹) etkisiTable 3. Effect of boron application on B concentration (mg kg⁻¹) of sugar beet leaves

B Dozu (g da ⁻¹)	B konsantrasyonu
0	46,9 ^b
200	49,1 ^{ab}
400	50,7 ^a
600	51,5 ^{a***}

***: P<0,001

Çizelge 4. Azot uygulaması ve zamanın şeker pancarı yapraklarının nitrat (mg kg⁻¹) içeriğine etkisiTable 4. The effect of nitrogen application and time on the nitrate (mg kg⁻¹) content of sugar beet leaves

Örnekleme Zamanı	N Dozu					Ortalama
	N ₀	N ₉	N ₁₈	N ₂₇	N ₃₆	
Temmuz	885 ^d	1135 ^c	1424 ^b	1438 ^b	1559 ^a	1288 ^{A***}
Ağustos	486 ^{hi}	524 ^{gh}	564 ^g	696 ^f	766 ^c	607 ^B
Eylül	374 ^j	384 ^j	382 ^j	471 ⁱ	541 ^g	430 ^C
Ekim	294 ^k	347 ^{jk}	382 ^j	465 ⁱ	531 ^{gh}	404 ^D
Ortalama	510 ^E	598 ^D	688 ^C	768 ^B	850 ^{A***}	

***: P<0,001

Undersander ve ark. (2020) yem amaçlı kullanılan bitki materyalinin nitrat içeriği 1000 mg kg⁻¹ kadar güvenle kullanılabilirliğini, 1000-2000 mg kg⁻¹ arasında hamile ve çok genç hayvanlar için tehlike oluşturabileceğini bildirmiştir. Bölgede hayvan yemi olarak kullanılan şekerpancari yapraklarının nitrat içeriğinin zamana bağlı olarak azalması hayvan besleme açısından olumlu bir gelişme olarak değerlendirilebilir. Bu durum, bitkini topraktan N alımı ve ekolojik faktörler ile açıklanabilir. Taban ve üst gübreleme ile topraklara uygulanan N'un hem bitkiler tarafından alınması hem de sulama ile topraktan N kayıpları nedeniyle zamanla bitkiler tarafından topraklardan N alımının azalmasına ve buna bağlı olarak yaprakların nitrat içeriğinin azalmasına neden olabilir. Dodd ve Coup, (1957) bitkilerin gelişme dönemlerinde (olgunlaşmamış dönemi) nitrat içeriklerinin yüksek olduğunu ve olgunlaşma döneminde ise nitrat içeriğinin azaldığını bildirmiştir. Chen ve ark. (2004) azotlu gübreleme dozu ve toprakların alınabilir N içeriğine bağlı olarak bitki yapraklarının nitrat içeriğini arttırdığını, McCall ve Willumsen, (1999) ise topraklarda N yetersizliğinde veya N alımının sınırlandırıldığı koşullarda bitki yapraklarında nitrat içeriğinin azaldığını rapor etmiştir. Renseigne ve ark. (2007) bitkilerin gelişme dönemi ilerledikçe ışıklanma ve sıcaklık azalmasına bağlı olarak bitkilerin N kullanımının azaldığını ve buna bağlı olarak bitki yapraklarının N içeriğinin azaldığını bildirmiştir. Kacar ve Katkat, (2009)

ise bitki yapraklarının azot içeriklerinde bitki çeşidi ve yaşının önemli olduğunu ve genç bitkilerin azot içeriklerinin olgunluk dönemine doğru azaldığını bildirmiştir.

Sonuçlar ve Öneriler

Yapılan çalışmada, şeker pancari yapraklarının nitrat içeriği üzerine azot-bor uygulaması ve zamanın etkisi incelenmiştir. Şeker pancari yapraklarının nitrat içeriği azot dozu artışı ile artmış olup bu artış istatistiksel olarak P<0,001 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Şeker pancari yapraklarının nitrat içeriği üzerine bor uygulamasının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Ancak, bor uygulama dozuna bağlı olarak yaprakların bor içeriği artmıştır.

Şeker pancari yapraklarının nitrat içeriği üzerine örnekleme döneminin (temmuz, ağustos, eylül ve ekim ayları) etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Temmuz ayında yapraklarda 1288 mg kg⁻¹ olan nitrat içeriği ekim ayında 404 mg kg⁻¹ kadar azalmıştır. Bu azalma istatistiksel olarak P<0,001 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Elde edilen verilere göre, bölgede hayvancılık yapan çiftçilerin şekerpancari hasadından sonra bitki yapraklarını hayvan besleme amaçlı olarak kullanması nitrat bakımından hayvanlar için bir risk oluşturmamaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma doktora tezinin bir bölümünden ilave analizler yapılarak hazırlanmıştır. Doktora tezi KSÜ BAP (proje no: 2017 / 4-22D) tarafından desteklenmiştir. Destekleri için KSÜ BAP birimine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Adams RS, McCarty TR, Hutchinson LJ. 1992. Prevention and control of nitrate toxicity in cattle. Dairy and Anim. Sci. Bull. 92-107. Pennsylvania State Univ., University Park, PA.
- Ahmed N, Abid M, Ahmad F, Ullah MA, Javaid Q, Ali MA. 2011. Impact of Boron Fertilization on Dry matter production and mineral constitution of irrigated cotton. Pakistan Journal of Botany 43:2903-2910.
- Alpaslan M, Güneş A, İnal A. 1998. Deneme Tekniği Kitabı. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1501: 57. Ankara.
- Barlog P, Nowacka A, Blaszyk R. 2016. Effect of zinc band application on sugar beet yield quality and nutrient uptake. Plant Soil Environment, 62: 30-35. doi:10.9734/IJPSS/2014/8193
- Bayraklı F. 1987. Toprak ve bitki analizleri, Ondokuz Mayıs üniversitesi Yayınları, No:17, Samsun
- Blevins D, Lukaszewski KM. 1998. Boron in plant structure and function. Annual Review of Plant Biology 49:481-500. doi: 10.1146/annurev.arplant.49.1.481
- Bonilla I, Cadahai C, Caropena O, Hernando V. 1980. Effects of Boron on Nitrogen Meablism and Sugar evels of Sugar Beet, Plant and Soil, 57: 3-9. doi:10.1007/BF02139636
- Bolan NS, Kemp PD. 2003. A review of factors affecting and prevention of pasture induced nitrate toxicity in grazing animals. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 65: 171-178. doi: 10.33584/jnzc.2003.65.2492.
- Cataldo DA, Haroon M, Schrader LE, Youngs VL. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 6(1): 71-80. doi: 10.1080/00103627509366547
- Cartwright B, Tiller KG, Zarcinas BA, Spouncer LR. 1983. The chemical assessment of the boron of soils. Aust. J. Soil Res., 21: 321-332
- Chen BM, Wang ZH, Li SX, Wang GX, Song HX, Wang XN. 2004. Effects of nitrate supply on plant growth, nitrate accumulation, metabolic nitrate concentration and nitrate reductase activity in three leafy vegetables, Plant Sci. 167: 635-643. doi: 10.1016/j.plantsci.2004.05.015
- Crowley JW. 1985. Effects of Nitrate on Livestock. American Society of Agricultural Engineers. Paper Number 80-20026.
- Dodd DC, Coup MR. 1957. Poisoning of cattle by certain nitrate-containing plants, New Zealand Veterinary Journal,5:2,51-54. doi:10.1080/00480169.1957.33254
- Durak A, Ulubaş G. 2017. Bor Gübrelemesinin Şeker Pancarında (Beta vulgaris L.) Verim Özellikleri Üzerine Etkisi. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(7): 745-749 doi: 10.24925/turjaf.v5i7.745-749.1152
- Gee GW, Bauder JW. 1986. Particle-Size Analysis. Methods of Soil Analysis. Part1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 383-411:1188 p, Madison, Wisconsin USA.
- Gezgin S, Hamurcu M, Dursun N, Gökmen F. 2007. Değişik bor dozları ve uygulama şekillerinin farklı lokasyonlarda yetiştirilen şeker pancarının yaprak bor içeriği, verim ve kalite üzerine etkisi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi), 21(42): 25- 35.
- Güçdemir İH. 2006. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi, 2006, 5. Baskı., Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, TAGEM, Toprak ve Gübre Arş. Ens. Müd., G.Yayın no:231, Teknik yayın no:T.69, Ankara.
- Gülçur F. 1974. Toprağın fiziksel ve kimyasal analiz metodları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. Yayın No:1970 O.F. Yayın No:201 Kutulmuş Matbaası. İstanbul.
- Helmke PA, Sparks DL. 1996. Lithium, Sodium, Potassium, Rubidium, and Calcium. In: Sparks D.L. Methods of Soil Analysis: Part 3 Chemical Methods, 551-574. ISBN: 9780891188254 (Print) ISBN:9780891188667 (Online), doi:10.2136/sssabookser5.3.
- İnal A, Güneş A. 1995. Effects of Nitrogenous Fertilization on Yield and Nitrate Accumulation in Sugar Beet. Tarım Bilimleri Dergisi, 1(1): 27-30.
- Kacar B, Katkat V. 2009. Bitki Besleme Kitabı. 4. Baskı, 146-147
- Kardeş TA. 2012. Azotlu ve Organik Gübrelemenin Beypazarı Yöresinde Yetiştirilen Bazı Sebzelelerin nitrat Kapsamına Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Türkiye.
- Kılıç R, Korkmaz K. 2012. Kimyasal gübrelerin tarım topraklarında artık etkileri. Research Journal of Biology Sciences, 5(2): 87-90.
- Korkmaz K, İbrikci H, Ryan J, Büyük G, Guzel N, Karnez E, Yagbasanlar T. 2008. Optimizing nitrogen fertilizer-use recommendations for winter wheat in a mediterranean-type environment using tissue nitrate testing. Comm Soil Sci Plant Anal, 39: 1352-1366.
- Kuo S. 1996. Phosphorus. In: Sparks D.L. Methods of Soil Analysis: Part 3 Chemical Methods, 869-921. ISBN:9780891188254 (Print) ISBN:9780891188667 (Online), doi:10.2136/sssabookser5.3.
- Lindsay WL, Norvell WA. 1978. Development of a DTPA Micronutrient Soil Test for Zinc, Iron, Manganese, and Copper. SSSA. Journal, 42:379-536. doi: 10.2136/sssaj1978.03615995004200030009x
- McCall D, Willumsen J. 1999. Effects of nitrogen availability and supplementary light on the nitrate content of soil grown lettuce, J. Hortic. Sci. Biotech. 74: 458-463. doi: 10.1080/14620316.1999.11511137
- Mengel K, Kirkby EA. 2004. Principles of Plant Nutrition, 5th edn; Annals of Botany. 93(4): 479-480. doi: 10.1093/aob/mch063
- Miller RO. 1998. High Temperature Oxidation Dry Ashing. In: Kalra Y.P. Handbook of Reference Methods for Plant Analysis, 69-73. Crc Press, New York.
- Nelson DW, Sommers LE. 1996. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. In: Sparks D.L. Methods of Soil Analysis: Part 3 Chemical Methods, 961-1011 ISBN:9780891188254 (Print) ISBN:9780891188667 (Online), doi:10.2136/sssabookser5.3.
- Renseigné N, Umar S, Iqbal M. 2007. Nitrate accumulation in plants, factors affecting the process, and human health implications. A review. Agronomy for Sustainable Development, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 27 (1): 45-57.
- Özdestan Ö, Üren A. 2010. Gıdalarda Nitrat ve Nitrit. Akademik Gıda 8(6):35-43
- Özdeş AD, Zabunoğlu S. 1991. Çeşitli Azotlu Gübrelemenin Sebzelelerde Nitrat Birikimine Etkisi. Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi Cilt 15, Sayı:2.
- Prasad S, Chetty AA. 2008. Nitrate-N determination in leafy vegetables: Study of the effects of cooking and freezing. Food Chemistry, 106 (2): 772-780. doi: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.005
- Rhoades JD. 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. In: Sparks D.L. Methods of Soil Analysis: Part 3 Chemical Methods, 417-437. ISBN:9780891188254 (Print) ISBN:9780891188667 (Online), doi:10.2136/sssabookser5.3.
- Richards LA. 1954. Diagnosis and Improvement Saline and Alkaline Soils. U.S. Dep. Agr.Handbook no:60: 7-13.
- Sağlam MT. 2008. Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 2, Ders Kitabı No:2, s: 1-154, Tekirdağ.

- SASS, 1999. SAS User's Guide: Statistic. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC
- Shelp BJ. 1993. Physiology and biochemistry of boron in plants. pp. 53-85. In: U.C. Gupta, Boron and its Role in Crop Production. CRC Press, Boca Raton, FL, USA
- Shen ZG., Liang YC., Shen K., 1993. Effect of boron on the nitrate reductase activity in oilseed rape plants. *Journal of Plant Nutrition*, 16:1229–1239. doi: 10.1080/01904169309364608.
- Sulak M, Aydın İ. 2005. Yem Bitkilerinde Nitrat Birikmesi. *OMÜ Ziraat Fakültesi. Dergisi*, 20(2):106-109. doi: <https://doi.org/10.7161/anajas.2005.20.2.106-109>
- Thomas GW. 1996. Soil pH and Acidity. In: Sparks D.L. *Methods of Soil Analysis: Part 3 Chemical Methods*, 475-491. ISBN:9780891188254 (Print), ISBN:9780891188667 (Online) doi:10.2136/sssabookser5.3
- Undersander D, Combs D, Shaver R, Schaefer D, Thomas D. 2020. Nitrate Poisoning in Cattle Sheep and Goats. University of Wisconsin-Extension. (Erişim tarihi: 08.11.2020). <https://fyi.extension.wisc.edu/forage/files/2016/09/Nitrate-revised.pdf>.
- Yazıcı D, Korkmaz K. 2020. Karabuğday bitkisinde bor alınımı ve toksitesi üzerine potasyum uygulamalarının etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 9(1): 151-162.
- Zengin M. 2012. Toprak ve Bitki Analiz Sonuçlarının Yorumlanmasında Temel İlkeler. (Editör: M.R. Karaman, Bitki Besleme). 837–959. *Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi: 2*. Ankara.