

## **Azot uygulamalarının ekmeklik buğday çeşitlerinin tane sterol (campesterol, stigmasterol ve betasitosterol) konsantrasyonuna etkisi\***

**Yener Kortan TOSUN<sup>1</sup>, Halil ERDEM<sup>2</sup>, Cabir Çağrı GENÇE<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Bozok University, Vocational School of Technical Science, Plant and Animal Production, 66200, Yozgat, Turkey.

<sup>2</sup>Gaziosmanpaşa University, Faculty of Agriculture, Soil Science and Plant Nutrition Department, 60240, Tokat, Turkey.

<sup>3</sup>Aksaray Üniversitesi, Bilimsel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi, 68100, Aksaray, Turkey.

\* Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Fitosterol İçeriklerinin Bitki Besin Elementleri İle İlişkilerinin Araştırılması Doktora Tezi

Alınış tarihi: 26 Mart 2018, Kabul tarihi: 4 Eylül 2018

Sorumlu yazar: Halil ERDEM, e-posta:erdemh@hotmail.com

### **Öz**

Bitki sterolleri (fitosterol) insan sağlığı için çeşitli biyoaktif özelliklere sahip bir grup steroid alkoldür. Fitosteroller kolesterolün bağırsaktaki emilimini engelleyerek kandaki kolesterol seviyelerini düşürücü etkiye sahiptirler. Bu çalışmanın amacı sera koşullarında iki farklı ekmeklik buğday çeşidine (Yunus ve Osmaniye) azot (N) uygulamalarının tane Campesterol, Stigmasterol ve Betasitosterol konsantrasyonlarına olan etkisi araştırılmıştır. Çalışmada N uygulamaları topraktan 250 ve 500 mg kg<sup>-1</sup> dozlarında yapılmış, 500 mg kg<sup>-1</sup> N uygulamasına ayrıca üç farklı dönemde (sapa kalkma, başaklanma ve tane olum) yapraklardan % 0.5 üre verilmiştir. Azot uygulaması ile hem Yunus hem de Osmaniye çeşitlerinin tane N konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli artışlar görülmüştür. Azot uygulaması ile Yunus çeşidinin tanesinde %89, Osmaniye çeşidinde ise %62'lik bir N konsantrasyonu artışı meydana gelmiştir. Azot uygulaması ile tane N konsantrasyonlarında görülen artışa paralel olarak Yunus çeşidinin Campesterol konsantrasyonunda %45, Stigmasterol konsantrasyonunda %145 ve Betasitosterol konsantrasyonunda ise %105 düzeyinde bir artış olduğu görülmüştür. Osmaniye çeşidinin Campesterol konsantrasyonunda %99, Stigmasterol konsantrasyonunda %38, Betasitosterol konsantrasyonunda ise %73 artış meydana gelmiştir. Elde edilen sonuçlardan N'un Campesterol, Stigmasterol ve Betasitosterol yapısına katılma ihtimalinin yüksek olduğu görülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Azot, Campesterol, Stigmasterol, Betasitosterol, ekmeklik buğday

### **Effect of bread wheat varieties on grain sterol (campesterol, stigmasterol and betasitosterol) concentration of nitrogen applications**

#### **Abstract**

Plant sterols (phytosterols) are a group of steroidal alcohols with various bioactive properties for human health. Phytosterols inhibit cholesterol absorption in the intestine and have a lowering effect on the immediate cholesterol levels. In this study, the effect of nitrogen applications on the concentration of Campesterol, Stigmasterol and Betasitosterol of two different bread wheat types (Yunus and Osmaniye) in the greenhouse was investigated. Nitrogen applications were carried out in 250 and 500 mg kg<sup>-1</sup> doses as the soil fertilizing and also 500 mg kg<sup>-1</sup> nitrogen were sprayed to the leaves by using 0.5% urea in three (booting, anthesis, milk) different periods. Nitrogen application showed significant increases in grain N concentrations of both Yunus and Osmaniye varieties. Nitrogen application has increased of 89% in grain N concentration of Yunus varieties and 62% in Osmaniye varieties. In the N concentration by nitrogen application, an increase of 45% in the Campesterol, 145% in the concentration of stigmasterol and 105% in the concentration of betasitosterol was observed in the grain of Yunus varieties. There was a rise of 99% in the Campesterol, 38% in the stigmasterol and 73% in the betacitosterol of the Osmaniye varieties. The possibility of nitrogen's participating in stain of Campesterol, Stigmasterol and Betasitosterol seems to be high.

**Key words:** Nitrogen, campesterol, stigmasterol, betasitosterol, bread wheat

## Giriş

Son yıllardaki bilimsel çalışmalar dengeli beslenme, diyet ve hastalıklar arasındaki ilişkiyi açık bir şekilde ortaya koymuş olup, epidemiyolojik çalışmalar diyetin kronik hastalıkların önlenmesindeki rolüne işaret etmektedir. Beslenme alışkanlıklarının daha fazla meyve, sebze ve tahıl tüketecek şekilde değiştirilmesi kronik hastalıkların önlenmesinde etkin ve pratik bir yaklaşımdır (Coşkun, 2005). Hastalıklarla mücadele konusunda etkin olan diğer bir faktör de bitkisel ürünlerdir. Bitkilerde bulunan karotenoidler, antioksidan vitaminler, fenolik bileşikler, terpenoidler, steroller, indoller ve liflerin kronik hastalık riski azaltılmasında önemli rol oynadığı bildirilmiştir. Özellikle bitkilerde bulunan steroller, fitosteroller olarak isimlendirilirler. Fitosteroller; triterpen ailesine ait steroid alkolleridir (Nurmi, 2012). Yapıları kolesterole çok benzemekle birlikte fazladan etil veya metil grubu ve yan zincirde çift bağ içerirler. Fitosteroller bitkilerde serbest alkoller şeklinde ya da onların çöktelleri halinde bulunurlar (Nurmi, 2012). Fitosteroller bitkisel ürünlerde özellikle bitkisel yağlarda doğal halde bulunurlar. Fitosterollerin insan sağlığına etkisi üzerine yapılan bir araştırmada, bireylerin fitosterol alımı ile düşük yoğunluklu lipoprotein yani kolestrol düşürücü etkilerinin olduğu, ancak bireyler arasındaki kolestrol düşürmenin derecesinin çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebildiği bildirilmiştir (Rudkowska, 2010). Fitosterollerin kolestrol düşürme etkilerinin yanı sıra anti inflamatuvar, anti aterosjenik (kardiyovasküler sağlığı destekleyen ve kalp krizi, felç ve diğer kardiyovasküler hastalıkların ve plak oluşumunu önleyen) ve antioksidan gibi sağlık üzerine olumlu etkileri ve anti kanser gibi koruyucu etkileri de görülmektedir (Rudkowska, 2010). Yenenebilir yağlar ve bu yağlardan üretilen ürünler zengin sterol kaynaklarıdır (Abidi, 2001). Tahıl ve tahıl ürünleri, yağlı tohumlardan düşük miktarda fitosterol içermelerine karşın, tüketim oranlarıyla karşılaştırıldığında tahıllar insan beslenmesinde daha fazla yer almaktadırlar (Taşan, 2008). Beslenmedeki en yaygın tahıl çeşitleri ise buğday, mısır ve pirinçtir (Anonim, 2012). Bunlardan buğday dünya nüfusunun beslenmesinde yer alan en önemli tahıldır (Nurmi ve ark., 2008). Buğdayda fazla miktarlarda bulunan başlıca sterollerin Betasitosterol, Campesterol ve Stigmasterol olduğu bildirilmiştir (Moreau et al., 2002). Buğdaydan elde edilen ekmek ve tahıllar, fitosterol konsantrasyonları bakımından tahıllar ve tahıllardan yapılan yiyecekler olarak ayrıca gruplandırılmaktadırlar (El, 2008).

Türkiye'de ekmek tüketimi fazla olup, enerji ihtiyacının büyük bir kısmı ekmekten karşılanmaktadır. Özellikle B grubu vitaminler başta olmak üzere, Ca, Fe, Zn gibi mineral maddeler ve amino asitler, buğdayın kabuk ve embriyo kısmında yüksek, endospermde düşük konsantrasyonlarda bulunmaktadır (Kotancılar ve ark., 1995). Fitosterol miktarının artırılması bitkileri tüketen insanlarda serum kolesterol miktarının düşmesine sebep olacaktır. Azot bitkiler için önemli bir besin elementidir. Bitkilerdeki N'lu bileşiklerin en önemlileri aminoasitler, dolayısıyla proteinlerdir. Azot, bitkilerde proteinin yanısıra, kalıtım materyali olan nükleik asitlerin de yapısına girer ve çeşitli enzimlerin koenzim kısmını oluşturan bazı vitaminlerde de bulunur (Hewitt ve Smith, 1974; Xu ve ark., 2012). Tahıl ve tahıl ürünlerinin fitosterol miktarlarının miktar ve çeşitliliği ile ilgili çeşitli çalışmalar olmasına rağmen bu bilgilerin hala sınırlı olduğu Piironen et al. (2000), tarafından ifade edilmektedir. Fitosteroller ve bitki besin elementleri arasındaki ilişki hakkında çok fazla çalışmalara rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı sera koşullarında iki farklı ekmeklik buğday çeşidine N uygulamalarının dane streol konsantrasyonuna olan etkisi araştırılmıştır.

## Materyal ve Metod

### Materyal

Deneme Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Araştırma Seralarında iki ekmeklik buğday çeşidi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneme toprağının pH'sı 8.83, kireci %17.8, organik maddesi % 0.12, tuzu 0.24 mS, yarayıslı P konsantrasyonu 0.26 mg kg<sup>-1</sup>, K konsantrasyonu 154 mg kg<sup>-1</sup>, DTPA'da ekstakte edilebilir Zn konsantrasyonu 0.11 mg kg<sup>-1</sup>, Fe konsantrasyonu 2.84 mg kg<sup>-1</sup>, tekstürü ise killidir.

### Metod

#### Denemenin kurulması ve yürütülmesi

Sera denemesinde bitkiler iki farklı N dozunda (250 ve 500 mg kg<sup>-1</sup> N ) yetiştirilmiştir. Denemede 250 mg kg<sup>-1</sup> N dozu kontrol (N250) olarak, topraktan 500 mg kg<sup>-1</sup> uygulamasına (N500) ek olarak bu doza sahip bitkilere ayrıca bitkiler sapa kalkma, başaklanma ve tane olum dönemlerinde iken üç farklı zamanda yapraktan %0.5 üre uygulaması yapılmıştır. Topraktan 500 mg kg<sup>-1</sup> N uygulamasına ilave olarak yapılan yapraktan üre uygulamasının amacı tanenin N konsantrasyonunu arttırmaktır. Denemede temel gübreleme olarak tüm saksılara 100 mg kg<sup>-1</sup> P (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> formunda), 50 mg kg<sup>-1</sup> S (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O formunda)

2.5 mg kg<sup>-1</sup> Fe (Fe-EDTA formunda) ve 2.5 mg kg<sup>-1</sup> Zn (ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O formunda) topraklara çözelti şeklinde karıştırılarak uygulanmıştır. Azot uygulamaları Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O formunda ve denemenin kurulması aşamasında diğer temel gübreler ile birlikte uygulanmıştır. Saksı başına 12 tohum ekilmiş ve çimlenmeden sonra bu sayı 5'e seyreltilmiştir. Bitkilerin su ihtiyacı hasat zamanına kadar saf su ile ve tarla kapasitesine yakın (%70 civarında) bir nem içeriğinde olacak şekilde yapılmıştır. Bitkiler başak olgunlaşma sonunda hasat edilmiş, hasat işleminden sonra bitkilerin verimi (toplam biyomas) ve tane verimi belirlenmiştir.

#### **Tane örneklerinde mineral element analizleri**

Hasat edilen tane örnekleri mikrodalga cihazında yaş yakma metoduna göre H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-HNO<sub>3</sub> asit karışımında yakılmıştır. Elde edilen süzüklerde P, K, Zn ve Fe konsantrasyonları ICP-OES (Varian Vista) cihazında belirlenmiştir (Kaçar ve İnal, 2008). Tane örneklerinde N analizi ise Kjeldahl destilasyon yöntemine göre yapılmıştır (Bremner, 1965).

#### **Tane örneklerinde fitosterol analizleri**

Araştırmada kullanılan çeşitlerin tanelerinde bulunan fitosterol içerikleri Analitik Kimyacılar Birliği metodu (Association of Official Analytical Chemists Official Method-AOAC) "994.10" yöntemi kullanılarak (AOAC, 2000), Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC-MS) cihazında analiz edilmiştir.

#### **Verilerin değerlendirilmesi**

Fitosteroller ile N arasındaki ilişkinin düzeyini belirleme amacı ile korelasyon testi yapılmıştır. Her bir özelliğin aritmetik ortalama, standart sapma ve varyasyon katsayısı hesaplanmış ve normalite testi uygulanmıştır. Bitki özellikleri arasındaki korelasyonlar ile fitosterol oluşumunu en çok etkileyen besin elementleri ve etki miktarı belirlenmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıklar Duncan analiz yöntemi ile belirlenmiştir. İstatistiksel analizler için SPSS 21 paket programı kullanılmıştır.

#### **Bulgular ve Tartışma**

Azot uygulamalarının Yunus ve Osmaniyem buğday çeşitlerinin verim, tane mineral element ve fitosterol konsantrasyonlarına olan etkisi Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir. N250 uygulamasına göre toprak + yapraktan N uygulaması ile çeşitlerin hem bitki verimi hem de tane veriminde artışların olduğu görülmüş, ancak bu artışın istatistiksel olarak Yunus çeşidinde önemli olmadığı, Osmaniyem çeşidinde ise bitki ve-

riminde önemsiz, tane veriminde ise önemli olduğu görülmüştür. Buna karşın N uygulaması ile hem Yunus hem de Osmaniyem çeşitlerinin tane N konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli artışların olduğu görülmüştür. Yunus çeşidinin kontrol uygulamasında tane N konsantrasyonu %1.37 iken, toprak+yapraktan N uygulaması ile tane N konsantrasyonu %2.35'e çıkmıştır. Osmaniyem çeşidinde ise N250 uygulamasında %1.53 olan N konsantrasyonu N500+%0.5 üre uygulamasında % 2.49'a çıkmıştır. Azot uygulaması ile Yunus çeşidinin tanesinde %89, Osmaniyem çeşidinde ise %62'lik bir konsantrasyon artışı meydana gelmiştir (Çizelge 1, Şekil 1). Bly ve Woodart (2003), iki farklı buğday çeşidine iki farklı zamanda (sapa kalkma ve başaklanma) yapraktan üre (33.7 kg N ha<sup>-1</sup>) uygulaması ile tane N içeriğinde % 70'lik bir konsantrasyon artışının olduğunu, bunun yanında kontrol uygulamasına göre tane veriminde de istatistiksel olarak artışın olduğunu bildirmişlerdir. Haile ve ark. (2012), tarla koşullarında topraktan 4 farklı (30, 60, 90 ve 120 kg N ha<sup>-1</sup>) N uygulamasının iki farklı ekmeklik buğday çeşidinde hem verimde hem de N dozunda önemli artışların olduğunu bildirmişlerdir. Azotun 30 dozunda 3396 kg ha<sup>-1</sup> olan her iki çeşidin ortalama verimi, N120 dozunda 4252 kg ha<sup>-1</sup>'a çıkmış, tane N konsantrasyonu ise N30 dozunda % 1.98 iken N120 dozunda %2.10'a çıkmıştır. Topraktan ve yapraktan N uygulaması (N500) ile Yunus ve Osmaniyem buğday çeşitlerinin tanelerinde meydana gelen N konsantrasyon artışına benzer şekilde her iki çeşidin Campesterol, Stigmasterol ve Betasitosterol dozlarında önemli (p<0.01) oranlarda artışlar görülmüştür (Çizelge 2; Şekil 2). Yunus çeşidinin N250 dozu koşullarında 4.14 mg kg<sup>-1</sup> olan Campesterol konsantrasyonu N500+%0.5 üre koşullarında 6.01 mg kg<sup>-1</sup>'a (%45 artış), Stigmasterol konsantrasyonu N250 dozunda 1.18 mg kg<sup>-1</sup> iken N500+%0.5 üre dozunda ise 2.89 mg kg<sup>-1</sup>'a (%145 artış), Betasitosterol konsantrasyonu N250 dozunda 73.0 mg kg<sup>-1</sup> iken N500+%0.5 üre dozunda 150.2 mg kg<sup>-1</sup>'a (%105 artış) çıktığı görülmüştür. Osmaniyem çeşidinin N250 koşullarında 7.09 mg kg<sup>-1</sup> olan Campesterol konsantrasyonu N500+%0.5 üre koşullarında 14.13 mg kg<sup>-1</sup>'a (%99 artış), Stigmasterol konsantrasyonu N250 dozunda 2.95 mg kg<sup>-1</sup> iken N500+%0.5 üre dozunda ise 4.06 mg kg<sup>-1</sup>'a (%38 artış), Betasitosterol konsantrasyonu N250 dozunda 176.8 mg kg<sup>-1</sup> iken N500+%0.5 üre dozunda 306.4 mg kg<sup>-1</sup>'a (%73 artış) çıktığı görülmüştür (Çizelge 2; Şekil 2).

Çizelge 1. Topraktan (N250) ve toprak+yapraktan (N500+%0.5 üre) uygulamasının Yunus ve Osmaniyem çeşitlerinin bitki verimi, tane verimi ve mineral element konsantrasyonlarına etkisi

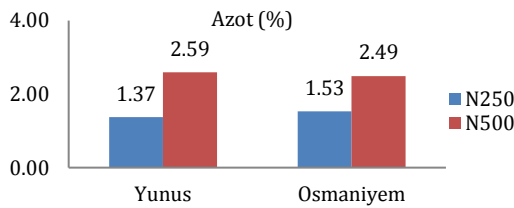
| Çeşit     | Özellik                                | Azot Uygulaması |              | T-Testi        |            |           |      |
|-----------|--|-----------------|--------------|----------------|------------|-----------|------|
|           |  | N250 (T*)       | N500 (T+Y**) | Ortalama Farkı | Std. sapma | Std. hata | Önem |
| Yunus     | Bitki Verimi (gr bitki <sup>-1</sup> ) | 9.76            | 10.93        | -1.18          | 2.52       | 1.26      | ns   |
|           | Tane Verimi (gr bitki <sup>-1</sup> )  | 2.18            | 2.35         | -0.17          | 0.35       | 0.18      | ns   |
|           | N (%)                                  | 1.37            | 2.59         | -1.22          | 0.39       | 0.20      | **   |
|           | K (%)                                  | 0.50            | 0.45         | 0.05           | 0.02       | 0.01      | *    |
|           | P (%)                                  | 0.35            | 0.35         | 0.00           | 0.02       | 0.01      | ns   |
|           | Fe (mg kg <sup>-1</sup> )              | 33.5            | 41.60        | -8.11          | 11.14      | 5.57      | ns   |
|           | Zn (mg kg <sup>-1</sup> )              | 23.2            | 32.1         | -8.89          | 6.63       | 3.32      | ns   |
| Osmaniyem | Bitki Verimi (gr bitki <sup>-1</sup> ) | 7.23            | 7.96         | -0.74          | 0.52       | 0.26      | ns   |
|           | Tane Verimi (gr bitki <sup>-1</sup> )  | 2.44            | 3.28         | -0.84          | 0.23       | 0.12      | *    |
|           | N (%)                                  | 1.53            | 2.49         | -0.95          | 0.17       | 0.09      | *    |
|           | K (%)                                  | 0.48            | 0.44         | 0.03           | 0.06       | 0.03      | ns   |
|           | P (%)                                  | 0.33            | 0.28         | 0.05           | 0.06       | 0.03      | ns   |
|           | Fe (mg kg <sup>-1</sup> )              | 23.43           | 32.64        | -9.21          | 4.38       | 2.19      | *    |
|           | Zn (mg kg <sup>-1</sup> )              | 20.6            | 25.1         | -4.50          | 6.16       | 3.08      | ns   |

\*\* : p<0.01; \* : p<0.05 önem seviyesinde; ; \*T: Topraktan 250 mg kg<sup>-1</sup> N uygulaması, \*\*T+Y: Topraktan 500 mg kg<sup>-1</sup> N ve yapraktan %0.5 üre uygulaması

Çizelge 2. Topraktan (N250) ve toprak+yapraktan (N500+%0.5 üre) Azot (N) uygulamasının Yunus ve Osmaniyem çeşitlerinin campesterol, stigmasterol ve betasitosterol konsantrasyonlarına etkisi

| Çeşit     | Özellik                                | Azot Uygulaması                        |              | T-Testi        |            |           |      |
|-----------|--|--|--------------|----------------|------------|-----------|------|
|           |  | N250 (T*)                              | N500 (T+Y**) | Ortalama Farkı | Std. sapma | Std. hata | Önem |
| Yunus     | Bitki Verimi (gr bitki <sup>-1</sup> ) | Campesterol (mg kg <sup>-1</sup> )     | 4.14         | 6.01           | -1.87      | 0.50      | 0.25 |
|           | Tane Verimi (gr bitki <sup>-1</sup> )  | Stigmasterol (mg kg <sup>-1</sup> )    | 1.18         | 2.89           | -1.71      | 0.08      | 0.04 |
|           | N (%)                                  | Beta Sitosterol (mg kg <sup>-1</sup> ) | 73.0         | 150.2          | -77.20     | 7.09      | 3.55 |
|           | K (%)                                  | Campesterol (mg kg <sup>-1</sup> )     | 7.09         | 14.13          | -7.04      | 0.35      | 0.18 |
| Osmaniyem | Bitki Verimi (gr bitki <sup>-1</sup> ) | Stigmasterol (mg kg <sup>-1</sup> )    | 2.95         | 4.06           | -1.12      | 0.03      | 0.02 |
|           | Tane Verimi (gr bitki <sup>-1</sup> )  | Beta Sitosterol (mg kg <sup>-1</sup> ) | 176.8        | 306.4          | -129.63    | 2.33      | 1.17 |
|           | N (%)                                  | Campesterol (mg kg <sup>-1</sup> )     | 4.14         | 6.01           | -1.87      | 0.50      | 0.25 |
|           | K (%)                                  | Stigmasterol (mg kg <sup>-1</sup> )    | 1.18         | 2.89           | -1.71      | 0.08      | 0.04 |

\*\* : p<0.01; \* : p<0.05 önem seviyesinde; \*T: Topraktan 250 mg kg<sup>-1</sup> N uygulaması, \*\*T+Y: Topraktan 500 mg kg<sup>-1</sup> N ve yapraktan %0.5 üre uygulaması



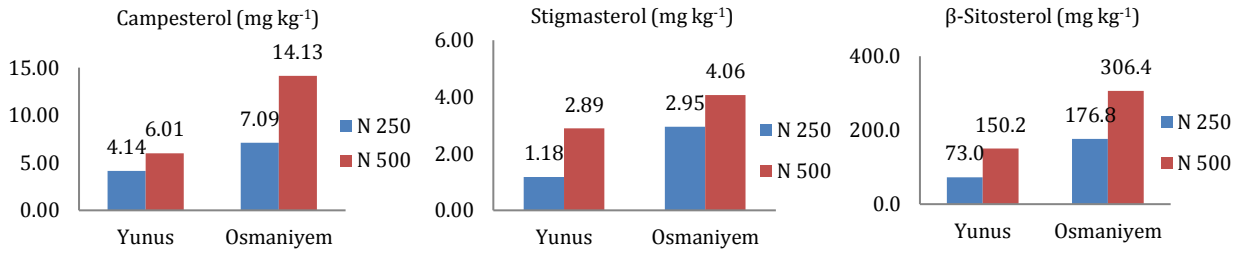
Şekil 1. Topraktan ve toprak+yapraktan N uygulamasının Yunus ve Osmaniyem çeşitleri tane N konsantrasyonlarına etkisi

Çizelge 3'de verilen varyans analiz tablosuna göre Campesterol, Stigmasterol ve Betasitosterol konsantrasyonlarında meydana gelen artışın topraktan ve yapraktan N uygulamasından önemli ölçüde etkilendiği ortaya çıkmıştır. Azot uygulaması ile hem Yunus hem de Osmaniyem çeşitlerinin Campesterol, Stigmasterol ve Betasitosterol konsantrasyonlarında meydana gelen artış istatistiksel olarak önemlidir (p<0.01). Bitkilerdeki azotlu bileşiklerin en önemlileri aminoasitler, dolayısıyla proteinlerdir. Azot, bitkilerde sadece proteinlerin yapısına değil, kalıtım

materyali olan nükleik asitlerin yapısına girer ve çeşitli enzimlerin koenzim kısmını oluşturan bazı vitaminlerde de bulunur (Hewitt and Smith, 1974; Xu et al., 2012). Bunun yanında *Apocyanaceae*, *Papaveraceae*, *Ranunculaceae* ve *Solanaceae* gibi familyaların üyelerinde rastlanan alkaloidler de azotlu bileşiklerdendir. Bitki sterollerini serbest hidroksil grubu protein ve fosfolipidler arasındaki interaksyonu sağlayan önemli bir bileşendir. Steroller birkaç özel sterolün hareketini kapsayan hücre zarına bağlı metabolik süreçlerin kontrolüne katılırlar. Steroller, aynı zamanda brassinosteroidler için ön madde olarak bitkilerde hücre ve gelişme süreçlerinde önemli bir rol oynamaktadır (Piironen et al., 2000). Gül ve ark. (2007), 19 farklı kanola (*Brassic napus L.*) genotipine iki farklı dozda (0 ve 130 kg N/ha) N uygulaması yaparak genotiplerin fitosterol konsantrasyonlarında meydana gelen değişimi incelemişlerdir. Araştırmacılar kontrol koşullarında 1292 mg kg<sup>-1</sup> olan campesterol konsantrasyonunun 130 kg N/ha uygu-

lamasında 1246 mg kg<sup>-1</sup> a düştüğünü, N0 uygulamasında 4.62 mg kg<sup>-1</sup> olan stigmasterol konsantrasyonunun N130 uygulamasında 4.97 mg kg<sup>-1</sup>'a çıktığını, N0 uygulamasında 1769 mg kg<sup>-1</sup> olan sitosterol konsantrasyonunun ise N130 uygulamasında 1495 mg kg<sup>-1</sup>'e düştüğünü bildirilmişlerdir. Pavlik et al. (2010), ise farklı formlarda ve farklı dozlarda N uygulamasının mısır tanesindeki  $\beta$ -sitosterol konsantrasyonuna etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar amonyum nitrat uygulamasına göre üre amonyum nitrat uygulamasının mısır tanesindeki  $\beta$ -sitosterol konsantrasyonunu %94 oranında arttırdığını bildirmişlerdir. Aroiee and Omidbaigi (2002), tıbbi kabak bitkisine beş farklı (0, 75, 150, 225 ve 300 kg ha<sup>-1</sup>) azot uygulamasının dane verimi, yeşil aksam klorofil, N ve  $\beta$ -sitosterol konsantrasyonlarına etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar kontrol uygulamasında göre artan azot uygulamalarının dane verimini arttırdığını, en yüksek dane veriminin 75 kg ha<sup>-1</sup> N uygulamasında olduğunu, yeşil aksam klorofil ve N konsantrasyonunda meydana gelen en yüksek artışın

azotun 225 ve 300 kg ha<sup>-1</sup> dozlarında olduğunu bildirmişlerdir. Yeşil aksam  $\beta$ -sitosterol konsantrasyonunun ise artan azot uygulaması ile önemli ölçüde arttığını ve en fazla artışın ise azotun 150 kg ha<sup>-1</sup> dozunda olduğunu bildirmişlerdir. Verardo et al. (2012), ceviz ağaçlarına üç yıl boyunca hektara 0, 100 ve 200 kg azot uygulaması ve bu N uygulamalarının meyve fitosterol içeriğine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacıların elde ettikleri sonuçlara göre azot uygulamasının cevizdeki fitosteroller (campesterol, sitosterol ve sitostanol) üzerinde istatistiki olarak etkisinin bulunmadığını bildirmişlerdir. Azot uygulamaları ile Yunus ve Osmaniyem çeşitlerinin tane K konsantrasyonlarında düşüşler meydana gelmiştir. Yunus çeşidinin tane P, Fe ve Zn konsantrasyonlarında önemli bir değişim meydana gelmemiş, Osmaniyem çeşidinin ise Fe konsantrasyonunda önemli (p<0.05) artışın olduğu, buna karşın P ve Zn konsantrasyonlarında meydana gelen değişimin ise önemli olmadığı görülmüştür.



Şekil 2. Topraktan (N250) ve toprak+yapraktan (N500+%0.5 üre) N uygulamalarının tane Campesterol, Stigmasterol ve Betasitosterol konsantrasyonlarına etkisi

Çizelge 3. Topraktan (N250) ve toprak+yapraktan (N500+%0.5 üre) N uygulamalarının tane campesterol, stigmasterol ve betasitosterol konsantrasyonu üzerine etkisinin varyans analiz tablosu

| Sterol         | Varyasyon kaynakları | Serbestlik derecesi | Kareler toplamı | Kareler ortalaması | F değeri | Önemlilik |
|----------------|----------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|-----------|
| Campesterol    | Azot dozu            | 1                   | 79.39           | 79.39              | 930.99   | 0.0001    |
|                | Çeşit                | 1                   | 122.59          | 122.59             | 1437.68  | 0.0001    |
|                | Doz*çeşit            | 1                   | 26.76           | 26.76              | 313.88   | 0.0001    |
|                | Hata                 | 12                  | 1.02            | 0.09               |          |           |
| Stigmasterol   | Azot dozu            | 1                   | 7.96            | 7.96               | 3725.96  | 0.0001    |
|                | Çeşit                | 1                   | 8.67            | 8.67               | 4054.66  | 0.0001    |
|                | Doz*çeşit            | 1                   | 0.36            | 0.36               | 167.07   | 0.0001    |
|                | Hata                 | 12                  | 0.03            | 0.00               |          |           |
| Betasitosterol | Azot dozu            | 1                   | 42776.27        | 42776.27           | 3223.37  | 0.0001    |
|                | Çeşit                | 1                   | 67571.57        | 67571.57           | 5091.80  | 0.0001    |
|                | Doz*çeşit            | 1                   | 2748.57         | 2748.57            | 207.12   | 0.0001    |
|                | Hata                 | 12                  | 159.25          | 13.27              |          |           |

\*\* : p<0.01; \* : p<0.05 önem seviyesinde

Azot uygulamaları ile hem Yunus hem de Osmaniyem çeşitlerinin tane N konsantrasyon artışına paralel olarak, tane Campesterol, Stigmasterol ve Betasitosterol

terol konsantrasyonlarında da önemli artışların olduğu görülmüştür. Elde edilen bu sonuçlardan N'un Campesterol, Stigmasterol ve Betasitosterol yapısına katılma ihtimalinin yüksek olduğu görülmektedir.

## Kaynaklar

- Abidi, S. L., 2001. Chromatographic analysis of plant sterols in foods and vegetable oils. *Journal of Chromatography A*, 935(1-2):173-201.
- Anonim, 2012. En çok kullanılan tahıllar. (Web sayfası: <http://faostat.fao.org/>), (Erişim Tarihi: 10.08.2016).
- AOAC, 2000. Association of Official Analytical Chemists. Official Method of Analysis. 13th edition. Washington DC.
- Aroiee, H., Omidbaigi, R., 2002. Effects of nitrogen fertilizer on productivity of medicinal pumpkin, XXVI International Horticultural Congress: The Future for Medicinal and Aromatic Plants (11-17 August, 2002, Toronto, Canada), 415-419.
- Bly, A. G., Woodard H. J., 2003. Foliar nitrogen application timing influence on grain yield and protein concentration of hard red winter and spring wheat. *Agronomy Journal*, 95(2): 335-338.
- Bremner, J. M., 1965. "Total nitrogen, 1149-1178". In: C.A. Black (ed.) *Methods of soil analysis, Part 2*. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA, 1759 pp.
- Coşkun, T., 2005. Fonksiyonel besinlerin sağlığımız üzerine etkileri. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 48 (1): 61-84.
- El, S. N., 2008. Gıda bileşenlerinin beslenme açısından önemi. Beslenme ders notu. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi (Web sayfası: <http://food.ege.edu.tr/files/gidabeslenmedersnotu.pdf>), (Erişim Tarihi: 13.09.2016).
- Gül, M. K., Egesel, C. Ö., Tayyar, Ş., Kahrıman, F., 2007. Phytosterol in rapeseed. *International Journal of Agriculture and Biology*, 9(2): 250-253.
- Haile, D., Nigussie, D., Ayana, A., 2012. Nitrogen use efficiency of bread wheat: Effects of nitrogen rate and time of application. *Journal of soil science and plant nutrition* 12(3): 389-410.
- Hewitt, E. J., Smith, T. A., 1974. *Plant Mineral Nutrition*. English Universities Press Ltd., London, 298 pp.
- Kacar, B., İnal, A., 2008. *Bitki Analizleri*. Nobel Yayın Dağıtım Ltd.Şti., Ankara 892 s.
- Kotancılar, G., Çelik, İ., Ertugay, Z., 1995. Ekmeğin besin değeri ve beslenmedeki önemi. *Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (3): 431-441.
- Moreau, R. A., Whitaker, B. D., Hicks, K. B., 2002. Phytosterols, phytostanols, and their conjugates in foods: Structural diversity, quantitative analysis and health promoting uses. *Progress in Lipid Research*, 41(6): 457-500.
- Nurmi, T., 2012. Variation of Phytosterols and Steryl Ferulates In Wheat Grains and Fractions. Department of Food and Environmental Sciences, University of Helsinki, Academic Dissertation. Helsinki, 118 pp.
- Nurmi, T., Nyström, L., Edelmann, M., Lampi, A. M., Piironen, V., 2008. Phytosterols in wheat genotypes in the HEALTHGRAIN diversity screen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (21): 9710-9715.
- Pavlik, M., Pavlikova, D., Balik, J., Neuberg, M., 2010. The contents of amino acids and sterols in maize plants growing under different nitrogen conditions. *Plant soil Environment*, 56 (3): 125-132.
- Piironen, V., Lindsay, D. G., Miettinen, T. A., Toivo, J., 2000. Plant sterols: biosynthesis, biological function and their importance to human nutrition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7): 939-966.
- Rudkowska, I., 2010. Plant sterols and stanols for healthy ageing. *Maturitas*, 66(2): 158-162.
- Taşan, M., 2008. Tahıl ve ürünlerinde fitosteroller, Türkiye 10. Gıda Kongresi (21-23 Mayıs 2008, Erzurum) Bildirileri, 399-402.
- Verardo, V., Riciputi, Y., Sorrenti, G., Ornaghi, P., Marangoni, B., Caboni, M. F., 2012. Effect of nitrogen fertilisation rates on the content of fatty acids, sterols, tocopherols and phenolic compounds, and on the oxidative stability of walnuts. *LWT-Food Science And Technology*, 50 (2): 732-738.
- Xu, G., Fan, X., Miller, A. J., 2012. Plant nitrogen assimilation and use efficiency. *Annual review of plant biology*, 63: 153-182.