

Atf İçin: Akkamış, M. ve Çalışkan, S. (2023). Farklı Azot Dozu Uygulamalarının Patates (*Solanum tuberosum* L.) Yumrusunun Mineral Madde İçeriğine Etkisi. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(1), 664-669.

To Cite: Akkamış, M., & Çalışkan, S. (2023). Effect of Different Nitrogen Dose Applications on Mineral Matter Content of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Tuber. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 13(1), 664-669.

Farklı Azot Dozu Uygulamalarının Patates (*Solanum tuberosum* L.) Yumrusunun Mineral Madde İçeriğine Etkisi

Mustafa AKKAMIŞ^{1*}, Sevgi ÇALIŞKAN¹

Öne Çıkanlar:

- Azot
- Fosfor
- Potasyum

Anahtar Kelimeler:

- Gübreleme
- Mineral Madde
- Patates
- Yumru

ÖZET:

Patates insan beslenmesinde kullanılan temel gıda ürünlerinden biridir ve patates yetiştiriciliğinde yumru kalitesini sağlamak için azot gübrelenmesinin yapılış zamanı ve miktarı oldukça önemlidir. Bu araştırma, farklı azot dozlarının patatesteki yumru mineral madde içeriğine etkisini belirlemek amacıyla Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi Araştırma ve Uygulama alanında yürütülmüştür. Materyal olarak Agria patates çeşidi ve azot kaynağı olarak üre (%46 N) gübresi kullanılmıştır. Çalışmada 6 farklı azot dozu (0, 10, 20, 30, 40, 50 kg/da) uygulanmıştır. Denemeler, Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. İncelenen özelliklere ilişkin verilerle yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, azot dozlarının yumru azot, potasyum, magnezyum, demir, çinko, mangan ve bakır içeriklerine etkisi önemli bulunmuştur. Ancak yumru fosfor, kalsiyum ve kükürt içerikleri üzerine etkisi olmamıştır. Yumrudaki en yüksek azot miktarı 50 kg/da, potasyum, magnezyum ve mangan miktarı 10 kg/da demir miktarı 20 kg/da, çinko miktarı 0 kg/da bakır miktarı 20 kg/da uygulamasından elde edilmiştir. Azot miktarının 0 kg/da'dan 50 kg/da' a kadar artmasıyla yumrudaki azot içeriğinin arttığı bulunmuştur. Bununla beraber bu artışın bazı elementlerin miktarını belli bir seviyeye kadar arttırdığı ancak diğer mineral maddelerde ise herhangi bir etki göstermediği tespit edilmiştir.

Effect of Different Nitrogen Dose Applications on Mineral Matter Content of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Tuber

Highlights:

- Nitrogen
- Phosphorus
- Potassium

Keywords:

- Fertilization
- Mineral Matter
- Potato
- Tuber

ABSTRACT:

Potato is one of the essential food products used in human nutrition, and the time and amount of nitrogen fertilization are very important to ensure tuber quality in potato cultivation. This research was carried out in Niğde Ömer Halisdemir University Faculty of Agricultural Sciences and Technologies Research and Application area in order to determine the effect of different nitrogen doses on the tuber mineral content of potatoes. Agria potato variety was used as material and urea fertilizer (46 % N) was used as nitrogen source. In the study, 6 different nitrogen doses (0, 10, 20, 30, 40, 50 kg/da) were applied. Plots were laid out in a randomized complete block design with four replicates. According to the results of the analysis of variance made with the data on the properties examined, the effect of nitrogen doses on the tuber nitrogen, potassium, magnesium, iron, zinc, manganese and copper contents was found to be significant. However, it had no effect on phosphorus, calcium and sulfur. The highest nitrogen content in the tuber was obtained from 50 kg/da, potassium, magnesium and manganese content 10 kg/da, iron content 20 kg/da, zinc content 0 kg/da and copper content 20 kg/da. It was found that the nitrogen content in the tuber increased with a rise in the amount of nitrogen from 0 kg/da to 50 kg/da. However, it was determined that raise increased the amount of some elements up to a certain level but did not show any effect on other mineral substances

¹ Mustafa AKKAMIŞ (Orcid ID: 0000-0002-2760-0562), ¹Sevgi ÇALIŞKAN (Orcid ID: 0000-0001-8491-4894), Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Niğde, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Mustafa AKKAMIŞ, e-mail: mustafa4007@gmail.com

Bu çalışma Mustafa AKKAMIŞ'ın Doktora tezinin bir bölümünden üretilmiştir. Makale 29 Eylül-02 Ekim 2022 tarihlerinde Rize'de düzenlenen "II Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi'nde" sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

GİRİŞ

Patates (*Solanum tuberosum* L.), buğday, çeltik ve mısırdan sonra dünyanın dördüncü en önemli gıda ürünüdür. Patates yumruları önemli miktarda karbonhidrat, vitamin ve mineral içerir. Bu nedenle yüksek düzeyde enerji sağlayan gıda olarak kabul edilir (Nurmanov ve ark., 2019; Shen ve ark., 2019). Ayrıca yumrular yaklaşık %2 oranında protein içeriğine sahiptir. Potasyum, kalsiyum ve demir gibi insan beslenmesinde gerekli olan mineralleri de bünyesinde barındırır (Wijesinha-Bettoni ve Mouillé, 2019; Devaux ve ark., 2020). Patates, önemli mineraller ve iz elementler için iyi bir kaynaktır. Yüz gram patates yaklaşık 40-65 mg fosfor içerir. Patatesin potasyum içeriği (247-455 mg/100 g) de nispeten yüksektir. Çinko önemli bir iz element olmasına rağmen patatesteki konsantrasyonu azdır, ancak düşük fitik asit içeriği nedeniyle bulunabilirliği yüksektir. Patates ayrıca mangan, bakır, molibden ve krom gibi diğer iz elementler açısından insanların günlük ihtiyacının en azından bir kısmını karşılayabilir. Patateste eser miktarda bor, brom, iyot, alüminyum, kobalt ve selenyum bulunmaktadır (Singh ve ark., 2020). Patatesin kimyasal bileşimi işleme kalitesini belirler ve üretim alanı, çeşit, toprak, iklim, tarımsal uygulama, depolama ve işleme koşulları gibi çeşitli faktörlerden etkilenir (Arvanitoyannis ve ark., 2008).

Azot (N), bitki büyümesinin en temel bileşenidir. Bitkinin kuru maddesinin %1-4'ünü oluşturur. Toprakta nitrat (NO_3^-) veya amonyum (NH_4^+) şeklinde alınır. Bitkide karbonhidrat metabolizması tarafından üretilen bileşiklerle birleşerek amino asitleri ve proteinleri oluşturur. Proteinlerin temel bileşeni olarak, verimin tüm ana süreçlerinde yer alır. Azot, protein ve klorofilin temel bir bileşeni olduğu için verimin yanı sıra bitkilerin büyüme ve gelişmesinde de önemli bir rol oynar. Ayrıca daha fazla sap büyümesi, yumru kalitesi ve kuru madde üretimi için gereklidir (Kahsay, 2019). Azotlu gübrelerin uygulanmasının yumruda N konsantrasyonlarını arttırdığı açıktır. Bununla beraber N uygulanmasının yumru K, Ca ve Mg konsantrasyonları üzerinde genellikle çok az etkisi vardır. Ancak Fe ve P konsantrasyonlarında azalmaya neden olabilir (Harris, 1992; Allison ve ark., 2001) Bu etkiler, yalnızca topraktaki mineral elementler arasındaki etkileşimlerin ve bunların bitkiler tarafından alınmasının sonuçlarının değil, aynı zamanda doku mineral bileşiminin elementlerin bitki içindeki yeniden dağılımı üzerindeki etkilerinin de sonucudur (White ve ark., 2009). Dolayısıyla yumru mineral konsantrasyonları büyük ölçüde farklı mineral elementlerin bitkide bulunabilirliğine bağlıdır.

Bu amaçla çalışmada; yoğun olarak patates üretimi yapılan Niğde bölgesinde farklı miktarda azot uygulamasının patates bitkisinin yumrularındaki mineral madde içeriğine (N, P, K, S, Mg, Ca, Fe, Zn, Mn, Cu) etkisi incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışma, 2021 ve 2022 yılları yetiştirme döneminde Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi Araştırma ve Uygulama alanında yapılmıştır. Çalışma alanına ait toprağın bazı özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Çalışma altı azot dozu (0, 10, 20, 30, 40, 50 kg/da) saf olacak şekilde Tesadüf Blokları Deneme Deseni' ne göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada belirlenen azot dozları dikim öncesinde ve yumru oluşumunda eşit olarak verilmiştir. Çalışmada azot kaynağı olarak üre (%46 N) gübresi kullanılmıştır. Parseller 5.1 m uzunluğunda ve 70 cm aralıklı 4 sıradan oluşmuş, sıra üzeri dikim mesafesi 30 cm olmuştur. Ayrıca saf potasyum (Potasyum sülfat, %50) 12 kg/da ve saf fosfor (Triple Süper Fosfat, %43) 8 kg/da olacak şekilde dikimden önce toprağa verilmiştir. Bitki besin maddesi içeriklerini belirlemek üzere hasat esnasında alınan yumru örnekleri etiketlenerek öğütülmüş ve analize hazır hale getirilmiştir. Örnekler önce çeşme suyu daha sonra 0.1 N HCl, son olarak da iki defa saf su ile yıkanıp fazla suları kâğıt mendil ile kurulanıp etüvde 70 °C'de 48 saat süreyle kurutulmuştur. Kurutulmuş örnekler öğütülerek 15 ml HNO_3

ve 5 ml HCl ile mikrodalga sistemde yakılarak ICP-OES (Inductive Coupling Plasma - Optic Emission Spectrometer) cihazında toplam P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Mn, Cu tayinleri yapılmıştır (Soltanpour ve Workman, 1981). Örneklerin toplam N içerikleri Kjeldahl yöntemi ile (Kacar, 1972) belirlenmiştir.

Azot uygulama miktarlarının önem derecelerini belirlemek amacıyla elde edilen verilerin analizi SAS programı ile yapılmıştır. Daha sonra LSD (en az anlamlı fark) kullanılarak elde edilen ortalamaların %5 önem düzeyinde karşılaştırılması yapılmıştır.

Çizelge 1. Çalışma alanına ait toprağın bazı özellikleri (0-60 cm)

Toprak Özelliği	2021	Toprak Özelliği	2021
pH	7.95	Zn (ppm)	2.15
Tuz (%)	0.01	Mn (ppm)	10.35
CaCO ₃ (%)	21.80	Fe (ppm)	3.25
K ₂ O (kg/da)	201.19	Cu (ppm)	1.21
P ₂ O ₅ (kg/da)	10.85	Mg (ppm)	582.1
N (%)	0.13	Ca (ppm)	5572

BULGULAR VE TARTIŞMA

Azot uygulama miktarlarının yumru mineral madde içeriklerine ilişkin varyans analizleri Çizelge 2 ve 3'te verilmiştir. Farklı miktarlardaki azot düzeylerinin yumru azot içeriği üzerine etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 2) ve azot miktarları %1.61 ile %2.04 arasında değişmiştir (Çizelge 4). Leszczyfski (1998), yaptığı çalışmada azot miktarı yükseldikçe yumru azot içeriğinin arttığını bildirmiştir. Aynı şekilde Poljak ve ark. (2007), artan azot gübre dozlarına bağlı olarak yumru azot içeriğinde artışların olduğunu ve bu artışın önemli düzeyde olduğunu belirtmişlerdir. Her hücrenin düzgün çalışması için gerekli bir element olan ve canlı organizmalarda meydana gelen tüm biyokimyasal reaksiyonların birincil enerji kaynağı olan ve birçok bileşiğin içeriğinde bulunan fosfor (Bezak-Mazur ve Stoinska, 2013) yumru kuru maddesinin ortalama 2.08 g/kg (%0.2)'sini oluşturur. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre azot uygulamaları fosfor, kükürt ve kalsiyum içeriği üzerinde önemli bir etki göstermemiştir (Çizelge 2, 3).

Çizelge 2. Azot uygulamalarının yumru mineral madde içeriği üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Sd	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SO ₃	MgO
Azot düzeyi	5	7.65*	2.06	5.97*	3.05	4.77*
Tekerrür	3	4.89	0.14	13.78*	3.25	0.25
Değişim katsayısı (%)	-	9.54	16.07	4.98	9.74	7.03

Sd: Serbestlik derecesi, *= $p < 0.05$

Çizelge 3. Azot uygulamalarının yumru mineral madde içeriği üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Sd	CaO	Fe ₂ O ₃	Zn	Mn	Cu
Azot düzeyi	5	1.94	3.34*	8.02*	6.78*	6.47*
Tekerrür	3	50.30*	122.77*	12.82*	20.36*	1.19
Değişim katsayısı (%)	-	21.48	35.65	17.12	45.47	17.88

Sd: Serbestlik derecesi, *= $p < 0.05$

Protein sentezine ve karbonhidrat metabolizmasına katılan ve ayrıca fotosentez yoğunluğunu ve yapraklardan diğer bitki organlarına asimilat transfer hızını artıran bir element olan potasyum içeriği (Burrowes ve Ramer 2008; Abd El-Latif ve ark., 2011; Njira ve Nabwami, 2015) azot uygulamalarından etkilenmiştir (Çizelge 2). En yüksek potasyum içeriği 10 kg/da, en düşük ise 40 kg/da uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4). Bununla beraber 0, 20 kg ve 50 kg/da uygulamaları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. Potasyum açısından önceki yapılan çalışma ile benzer

şekilde azot miktarının artmasıyla yumru potasyum içeriğinin azaldığı belirlenmiştir (Ciecko ve ark., 2000; Bogucka ve Elzbieta, 2018). Ancak bu çalışmaların aksine Trawczynski ve Grzeskiewicz (2006), 40 kg ha⁻¹'dan 120 kg ha⁻¹'a kadar olan azot artışının yumru P, K veya Mg içeriğini etkilemediğini tespit etmiştir. Klorofilde bulunan bir element olan magnezyumun ortalama içeriği, uygun ribozom yapısını korumak için çok önemlidir (Njira ve Nabwami, 2015). Çalışmamızda yumru magnezyum içeriği azot uygulamalarından önemli derecede etkilenmiş (Çizelge 2) ve en yüksek magnezyum değeri 10 kg/da uygulamasından en düşük ise 40 kg/da uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Azot uygulamalarının yumru mineral maddeleri üzerine etkisine ilişkin ortalama değerler

Uygulama faktörleri	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SO ₃	MgO
Azot düzeyi (kg/da)	%				
0	1.61c	0.62	3.03ab	0.42	0.49c
10	2.01a	0.64	3.14a	0.45	0.55a
20	1.96a	0.70	3.01ab	0.46	0.53ab
30	1.76bc	0.61	2.90bc	0.42	0.51bc
40	1.88ab	0.58	2.79c	0.41	0.48c
50	2.04a	0.70	3.01ab	0.43	0.50bc
LSD (5 %)	0.17	0.09	0.14	0.04	0.03

*Farklı harfler farklı grupları temsil etmektedir

Bitkilerde klorofil sentezi ve dengelenmesinde rol oynayan demir, azot uygulamalarından etkilenmiş ve en yüksek demir içeriği 20 kg/da uygulamasından, en düşük ise 50 kg/da uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 3,5). Karbonhidrat, protein ve fosfor bileşiklerinin metabolizmasında yer alan en önemli mikro besin elementlerinden birisi çinkodur. Ayrıca ribozom, oksin ve hücrel bileşenlerin oluşumunu düzenler. Bununla beraber bitkilerin kuraklığa ve hastalıklara karşı direncini artırır (Leszczyński, 2012). Çalışmamızda çinko içeriği azot uygulamalarından önemli düzeyde etkilenmiş ve en yüksek çinko içeriği 0 kg/da uygulamasından en düşük ise 30 kg/da uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 3, 5). Bununla beraber 30 kg/da uygulaması en düşük çinko oranına sahip olmasına rağmen 40 kg/da uygulaması ile arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Dolayısıyla azot miktarının artmasıyla çinko içeriğinin azalma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 5. Azot uygulamalarının yumru mineral maddeleri üzerine etkisine ilişkin ortalama değerler

Uygulama faktörleri	CaO	Fe ₂ O ₃	Zn	Mn	Cu
Azot düzeyi (kg/da)	ppm				
0	652.90	62.74a	19.87a	18.72a	4.54d
10	520.59	41.02b	14.37bc	19.60a	5.22cd
20	612.83	66.27a	15.90b	11.37b	11.47a
30	562.87	51.65ab	13.30c	10.81b	9.29ab
40	509.81	49.48ab	13.35c	8.70b	8.76ab
50	535.60	38.45b	14.61bc	7.86b	7.81bc
LSD (5 %)	116.45	17.62	2.50	5.59	2.93

*Farklı harfler farklı grupları temsil etmektedir

Patates yumrularında bulunan bakır içeriği, 3.0 ila 13.7 mg/kg arasında değişebilir (Wierzbicka ve Trawczyński, 2011). Yapılan çalışmada azot uygulamalarının bakır içeriğini etkilediği ve bu değerlerin 4.54 ile 11.47 ppm arasında değiştiği gözlenmiştir (Çizelge 3, 5). Bogucka ve Elzbieta (2018), çalışmalarında 40 kg ha⁻¹ azotun yumru bakır içeriğini artırdığını ancak bu miktardan fazla uygulanan azotun yumru bakır içeriğini azalttığını bildirmiştir. Dolayısıyla bakır içeriğinin belli bir seviyeye kadar azot artışıyla pozitif olarak ilişkili olduğu tespit edilmiştir.

Mangan, bitkilerde fotosentez süreci, C vitamininin biyosentezi, azot bileşiklerinin dönüşümü gibi birçok işleve sahiptir. Ayrıca topraktan fosfor ve demir emilimini de etkileme potansiyeli vardır.

İnsanlarda vitaminlerin emiliminden, karbonhidrat metabolizmasından ve beynin doğru çalışmasından sorumludur (Jeğrzejczak, 2004). Çalışma sonucunda azot uygulamalarının yumru mangan içeriği üzerinde önemli etkilerinin olduğu tespit edilmiş ve en yüksek mangan içeriği değeri 10 kg/da uygulamalarından elde edilirken, kontrol uygulamaları ile aralarında istatistiksel bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. En düşük mangan içeriği ise 50 kg/da uygulamasından elde edilmiş ve 20, 30, 40 kg/da azot uygulamaları ile aynı grup içerisinde yer almıştır (Çizelge 5). Mangan içeriği çinko içeriğinde olduğu gibi azot miktarının artmasıyla negatif bir tepki göstererek azalmıştır.

SONUÇ

Tarımsal araştırmalar son zamanlarda pazarlanabilir verim iyileştirilmesine, daha iyi besin içeriğine ve çevrenin korunmasına yönelik çalışmalara odaklanmıştır. Patates üretimi, maksimum pazarlanabilir verim için yüksek azotlu gübreleme gerektirdiğinden, çiftçiler yüksek azot oranlarını uygularlar. Bu nedenle patates üretiminin kalitesi ve sürdürülebilirliği için azot yönetimi önemlidir. Patates yumru mineral içeriğinin azot uygulamalarından önemli ölçüde etkilendiği yapılan çalışma ile belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre farklı azot oranlarının uygulanmasının yumru N, K, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu içerikleri üzerinde bir etkiye sahip olduğu ancak P, S ve Ca konsantrasyonları üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır. Bitki rotasyonu ve gübreleme dahil olmak üzere farklı bitki yetiştirme sistemleri, patates yumrularının mineral bileşimini etkileyebilir. Çevresel ve tarımsal faktörlerin yanı sıra, genotip faktörü de patates yumrularının mineral içeriği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bununla birlikte iyi bir gübre uygulama yöntemi patates yumrularındaki mikro besin içeriğini artırabilir. Sonuç olarak patateste fazla miktarda uygulanan azotun yumru makro ve mikro besin elementi içeriğini etkilediği ve bazı elementlerin miktarında artışa neden olurken bazılarında azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yumru mineral madde içeriğine toprağın yapısı, içeriği, iklim, sulama ve çeşit gibi faktörlerinde etkisi olduğu ve bu etkilerin ilişkilerinin gelecekte yapılacak olan çalışmalarda desteklenmesiyle bu konuda faydalı bilgiler sağlanacağı düşünölmektedir.

TEŐEKKÜR

Bu çalışma, Niğe Ömer Halisdemir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen TGT 2021/8-BAGEP projesi ile gerçekleştirilmiştir. Mustafa AKKAMIŞ, YÖK 100/2000 ve Ayhan Őahenk Vakfı burslarına sahiptir. Niğe Ömer Halisdemir Üniversitesi, Yüksek Öğretim Kurulu ve Ayhan Őahenk Vakfına desteklerinden dolayı teőekkür ederiz.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Abd El-Latif, K. M., Osman E. A. M., Abdullah, R., AbelKalder, N. (2011). Response of Potato Plants to Potassium Fertilizer Rates and Soil Moisture Deficit. *Advances in Applied Science Research*, 2 (2), 388-397.
- Allison, M. F., Fowler, J. H., Allen, E. J. (2001). Factors Affecting the Magnesium Nutrition of Potatoes (*Solanum tuberosum*). *The Journal of Agricultural Science*, 137 (4), 397-409.
- Arvanitoyannis, I., Vaitsi, O., Mavromatis, A. (2008). Potatoes: A Comparative Study of The Effect of Cultivars and Cultivation Conditions and Genetic Modification on The Physico-Chemical Properties of Potato Tubers in Conjunction with Multivariate Analysis Towards Authenticity. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, 799-823.

- Bezák-Mazur, E., Stoínska, R. (2013). The Importance of Phosphorus in the Environment – Review Article. *Archives of Waste Management and Environmental Protection*, 15 (3), 33-42.
- Bogucka, B., Elżbieta, T. (2018). Effect Of Nitrogen and Potassium Fertilization on Mineral and Amino Acid Content Of Colored Flesh Potato Cultivar Blue Congo. *Journal of Plant Nutrition*, 41 (7), 856-866.
- Burrowes, J. D., Ramer, N. J. (2008). Changes in Potassium Content of Different Potato Varieties After Cooking. *Journal of Renal Nutrition*, 18 (6), 530-534.
- Ciecko, Z., Wyszowski, M., Zonowski, A., Krzywy, J. (2000). Modifications of Some Nutrients Content in Potato Tubers As The Effect on Npk and Mg Fertilization. *Biuletyn Instytutu Hodowli Roslin i Nasiennictwa* 213, 125–129.
- Devaux, A., Goffart, J. P., Petsakos, A., Kromann, P., Gatt, M., Okello, J. (2020). Global Food Security, Contributions From Sustainable Potato Agrifood Systems, *The Potato Crop* (pp. 3–35). Springer International Publishing, Cham.
- Fernandes, F. M., Soratto, R. P., Fernandes, A. M., Souza, E. F. C. (2021). Chlorophyll Meter-Based Leaf Nitrogen Status To Manage Nitrogen in Tropical Potato Production. *Agronomy Journal*, 113, 1733–1746.
- Harris, P. M. (1992). Mineral nutrition. *The potato crop* (pp. 162-213). Springer, Dordrecht.
- Kacar, B. (1972). *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Bitki Analizleri*. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No:453. Ankara.
- Kahsay, W. S. (2019). Effects of Nitrogen and Phosphorus on Potatoes Production in Ethiopia: A Review. *Cogent Food & Agriculture*, 5 (1), 1-7.
- Leszczyński W, 2012. Nutrition Value of Potato and Potato Products (Review of Literature). *Buletyn Instytutu Hodowli Aklimatyzacji Roslin*, 266, 5–20.
- Njira, K., Nabwami, J. (2015). A Review of Effects of Nutrient Elements on Crop Quality. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 15 (1), 9777-9793.
- Nurmanov, Y. T., Chernenok, V. G., Kuzdanova, R. S. (2019). Potato in Response to Nitrogen Nutrition Regime and Nitrogen Fertilization. *Field Crops Research* 231, 115–21.
- Shen, X., Zhang, M., Devahastin, S., Guo, Z. (2019). Effects of Pressurized Argon and Nitrogen Treatments in Combination with Modified Atmosphere on Quality Characteristics of Fresh-Cut Potatoes. *Postharvest Biology and Technology* 149, 159–65.
- Singh, B., Raigond, P., Dutt, S., Kumar, M. (2020). Potatoes for Food and Nutritional Security. *Potato Nutrition and Food Security* (pp. 1-12). Springer, Singapore.
- Soltanpour, P. N., Workman, S. M. (1981). Use of Inductively-Coupled Plasma Spectroscopy for the Simultaneous Determination of Macro and Micro Nutrients in H₄HCO₃-DTPA Extracts of Soils, In Barnes R.M. (ed), *Developments in Atomic Plasma Analysis*, USA, pp. 673-680.
- Trawczyński, C., Grzeskiewicz, H. (2006). Effect of The Agravita Multicomponent Fertilizer Under Conditions of Different Nitrogen Doses on The Yield and Some Quality Features of Potato Tubers *Zeszyty Problemowe Postępowania Nauk Rolniczych*, 511, 149–155.
- White, P. J., Bradshaw, J. E., Finlay, M., Dale, B., Ramsay, G., Hammond, J. P., Broadley, M. R. (2009). Relationships Between Yield and Mineral Concentrations in Potato Tubers. *HortScience*, 44 (1), 6-11.
- Wierzbicka, A., Trawczyński, C. (2011). Effect Of irrigation and Soil-Borne Microorganisms on The Macro and Micronutrient Content in Organic Potato Tubers. *Fragmenta Agronomica*, 28 (4), 139–148.
- Wijesinha-Bettoni, R., Mouillé, B. (2019). The Contribution of Potatoes to Global Food Security, Nutrition and Healthy Diets. *American Journal of Potato Research*, 96, 139–149.
- Zebarth, B. J., Rosen, C. J. (2007). Research Perspective on Nitrogen Bmp Development for Potato. *American Journal of Potato Research*, 84, 3–18.