



Farklı sulama ve azotlu gübreleme koşulları altında yetiştirilen patates yumrusunun depolama sırasında protein içeriği değişimi

Change in protein content of potato tubers grown under different irrigation and nitrogen fertilization conditions during storage

Mustafa AKKAMIŞ¹ , Sevgi ÇALIŞKAN¹ 

¹Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Niğde, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 06.09.2023 Accepted / Kabul: 07.11.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Yumru kalitesi Protein içeriği Sulama Azot gübrelemesi</p> <p>Keywords: Tuber quality Protein content Irrigation Nitrogen fertilization</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Sevgi ÇALIŞKAN scaliskan@ohu.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p>	<p>Su ve azotun kontrolsüz kullanımı hem üretim maliyetlerinin artmasına hem de su kaynaklarının tüketilmesine neden olmaktadır. Ayrıca su ve azotun etkili kullanımı depo dayanımı ve kalitesini de artırır. Bu çalışmanın amacı; farklı sulama ve azotlu gübre miktarlarının depolama süresince patates yumrusunun protein içeriğine etkisini araştırmaktır. Çalışma Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi araştırma arazisinde altı farklı azot dozu (N0= 0 kg/da, N1= 10 kg/da, N2= 20 kg/da, N3= 30 kg/da, N4= 40 kg/da, N5= 50 kg/da) ana parsellere ve üç farklı sulama uygulaması (I1= Tam sulamanın % 66 azaltılmasıyla yapılan sulama, I2= Tam sulamanın % 33 azaltılmasıyla yapılan sulama, I3= Tam sulama= Tarla kapasitesi % 30 azaldığında sulama yapılan uygulama) alt parsellere gelecek şekilde tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre kurulmuştur. Sonuçlara göre azot miktarının artmasıyla yumrudaki protein içeriği artış göstermiştir. Bununla beraber sulama miktarının artması protein içeriğinde azalmaya neden olmuştur. Diğer yandan, depolama süresi arttıkça protein içeriği artış göstermiştir. Niğde bölgesinde Agria patates çeşidi özelinde yapılan bu çalışmada su, gübre yönetimi ve depolama süresinin patatesteki yumru proteini açısından büyük önem taşıdığı sonucuna varılmıştır.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>Uncontrolled use of water and nitrogen cause both an increase in production costs and the consumption of water resources. In addition, the effective use of water and nitrogen increases the storage strength and quality. The aim of this study was to investigate the effect of different irrigation and nitrogen fertilizer amounts on the protein content of potato tuber during storage. Six different nitrogen doses (N0= 0 kg/da, N1= 10 kg/da, N2= 20 kg/da, N3= 30 kg/da, N4= 40 kg/da, N5= 50 kg/da) to the main plots and three different irrigation applications (I1= irrigation with 66% reduction of full irrigation, I2= irrigation with 33% reduction of full irrigation, I3= full irrigation= application with irrigation when field capacity is reduced by 30%) in the sub-plots, divided plots in random blocks were established according to the experimental design in the research field of Niğde Ömer Halisdemir University Faculty of Agricultural Sciences and Technologies. According to the results, the protein content of the tuber increased with the increase of nitrogen content. However, increasing the amount of irrigation caused a decrease in protein content. On the other hand, the protein content increased as the storage time increased. In this study, which was carried out with the Agria potato variety in the Niğde region, it was concluded that water, fertilizer management and storage time are of great importance in terms of tuber protein in potato.</p>
Cite/Atf	Akkamış, M., & Çalışkan, S. (2024). Farklı sulama ve azot koşulları altında yetiştirilen patates yumrusunun depolama sırasında protein içeriği değişimi <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (1), 96-107. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1355607

GİRİŞ

Patates, buğday, çeltik ve mısırdan sonra dünyanın dördüncü temel gıda maddesidir (Reyniers ve ark., 2020; Rosyidah ve ark., 2021). Ancak ekimi, çevresel koşullar, zararlılar, hastalıklar gibi birçok değişkenden etkilenir. Ayrıca patatesin su tüketimi yüksek ve gübreleme maliyeti oldukça fazladır. Patates yumruları, indirgen şeker ve organik asitler dahil olmak üzere büyük miktarlarda karbonhidrat ve protein içerir. Patates kalitesi, yetiştirme koşullarına göre önemli ölçüde değişir. Bu nedenle patates yumrularının kalitesini iyileştirmek için bitkinin toprak ve çevre ile ilişkisinin belirlenmesi önemlidir (Xing ve ark., 2022).

Patates yumrusu taze ağırlığında yaklaşık % 2 ham protein içerir. Bununla birlikte, ham protein içeriği genotipe ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir (Bartova ve ark., 2009). Şanlı ve Karadoğan (2012), tarafından yapılan çalışmada farklı patates çeşitlerinin protein oranının % 1.73 ile 2.12 arasında değişim gösterdiği belirlenmiş ve çeşitler arasındaki farkın genetik yapıdan kaynaklandığı bildirilmiştir. Ayrıca, patates yumrularının depolama boyunca protein oranlarının kuru ağırlık bakımından % 9.26 ile 11.21 arasında değiştiği Kara (1996) tarafından yapılan çalışmada belirlenmiştir.

Patates yumrusunun taze ağırlığının yaklaşık % 80'i su ve % 20'si kuru maddeden oluşur. Kuru maddesi ise yaklaşık % 60-80 nişasta ve % 10-20 oranında proteinlerden meydana gelmektedir (Çelik ve ark., 2015). Patates yumrusu yüksek miktarda karbonhidrat içerdiği için karbonhidrat kaynağı olarak bilinir. Ancak, patateste bulunan proteinlerin kullanım etkinliği neredeyse inek sütüne yakın değerdedir (Cin, 2022). Patates proteini bitkiler için önemli bir temel amino asit kaynağıdır ve bileşimi yumurta proteinine benzerdir (Wichrowska & Szczepanek, 2020). Patates yumrusunun kullanım amacına göre protein ve kuru madde oranlarının farklı olması istenir. Örneğin, yemeklik tüketimde protein oranının yüksek olması istenirken, sanayilik patateslerde nişasta oranının yüksek olması gerekir (Karadoğan ve ark., 1997). Yüksek proteinli yumruların işlenmesi yüksek ekonomik değere sahiptir ve patates nişasta endüstrisi için önemli ekonomik öneme sahiptir (Dourado ve ark., 2019). Patates yumrusunun kalite özellikleri birkaç farklı etmene bağlı olarak değişebilir. Farklı gübreleme ve sulama stratejileri de kaliteyi etkileyen özellikler arasındadır. Ayrıca depolanan patateslerde depolama koşulları ve süresi patateste kaliteyi etkilemektedir.

Patateslerin uzun süreli depolamaya uygunluğu, çeşidin yetiştirilme koşullarının ve depolamanın etkisi altında değişebilen genetik özellikleriyle ilişkilidir. Çeşitlerin depolamaya uygunluğu, yumruların dormansi süresine, yumrulara meydana gelen yaşam süreçlerinin yoğunluğuna, depolama sırasındaki mekanik hasara ve mantar ve bakteri hastalıklarına karşı duyarlılığına bağlıdır (Kołodziejczyk, 2016).

Yumrulardaki protein içeriği, patates kalitesinin değerlendirilmesinde önemli bir parametredir (Mitrus ve ark., 2003). Azot, bitki büyümesinde hayati öneme sahip bir bitki besin maddesidir ve yumru verimini ve kalitesini sağlamak için gerekli bir girdidir. Patates, azot uygulamalarındaki dalgalanmalardan etkilenir. Dolayısıyla azot uygulama miktarı vejetatif büyüme ile yumru verimini ve kalitesini olumsuz etkileyebilir (Ayyub ve ark. 2019). Azot bitki bünyesinde daha fazla doku ve organ üretmek için meristematik aktiviteyi uyarıcı bir etki yaratarak bitki büyümesinde artış meydana getirir. Çünkü azot, nükleik asit, protein ve amino asitlerin temel bileşeni olarak büyümedeki biyokimyasal süreçlerde önemli bir rol oynar (Westermann, 2005). Yapılan bazı çalışmalarda azot uygulamalarının artışı ile yumrudaki protein oranının arttığı belirlenmiştir (Karadoğan ve ark., 1997, Awad ve ark., 2007; Gao ve ark., 2017; Song ve ark., 2013; Öztürk ve ark., 2010; Fontes ve ark., 2010).

Patates tarımında özellikle azotlu gübreler, bitkinin daha hızlı gelişmesi ile yumru veriminde olumlu etki yaratırlar. Ancak azotlu gübrelerin aşırı kullanımı, yumruların depo dayanımı azaltır, hastalık ve zararlılara karşı savunma mekanizmasını düşürür, yumruların kullanım kalitesini azaltır (Tunçtürk ve ark., 2004). Ayrıca, patates bitkisi toprağın su içeriğine karşı çok hassastır. Su stresi veya aşırı sulama yumru veriminin ve kalitesinin düşmesine neden olur (Wang ve ark., 2011; Yang ve ark., 2017).

Patates yumrularının protein içeriği sulamadan önemli ölçüde etkilenir ve sulama seviyesinin düşürülmesiyle

kademeli olarak azalır (Elhani ve ark., 2019). Patates yumrularındaki protein içeriği genellikle sulama rejimi ve azotlu gübrenin mobilizasyonundan etkilenir (Djaman ve ark., 2021). Bahsedilen hususlardan yola çıkarak bu çalışma, farklı sulama ve azot miktarlarının patates yumrularında depolama boyunca protein içeriğinin değişiminin araştırılması amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma altı farklı azot seviyesi (N0= 0, N1= 10, N2= 20, N3=30, N4= 40, N5= 50 kg da -1 saf olarak) ve üç sulama uygulamasından (I1= Tam sulamanın % 66 azaltılmasıyla yapılan sulama, I2= Tam sulamanın % 33 azaltılmasıyla yapılan sulama, I3= Tam sulama= Tarla kapasitesi % 30 azaldığında sulama yapılan uygulama) oluşmuştur. Çalışma, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi Araştırma ve Uygulama alanında 2022 yılı üretim döneminde yapılmıştır. Çalışmada materyal olarak bölgede yaygın olarak yetiştirilen Agria (orta geçici) patates çeşidi kullanılmıştır. Sapları dik, yaprakları büyük, rengi koyu yeşil ile yeşil arasındadır. Büyüme mevsimi yaklaşık 110-120 gün olup, viral hastalıklara dayanıklı, geç yanıklığa orta derecede dayanıklıdır. Tohumluk yumrular, 29 Mayıs 2022 tarihlerinde yarı otomatik dikim makinesi ile dikilmiş, 27 Eylül 2022 tarihinde hasat edilmiştir. Çalışma, azot seviyeleri ana parselleri, sulama seviyeleri alt parselleri oluşturacak şekilde tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre kurulmuştur. Bloklar arasında veri kaydının kolaylaştırılması ve sulama uygulamalarının birbirini etkilememesi için üç metre boşluk bırakılmıştır. Her blok altı ana parsel ayrılmış ve ana parseller 12 sıradan, alt parseller ise 4 sıradan oluşmuştur. Ana parseller arasında iki sıra (210 cm) ve alt parseller arasındaki bir sıra (140 cm) boşluk bırakılmıştır. Arazi hazırlığı tamamlandıktan sonra fosfor ve potasyum gübrelemesi (P₂O₅, K₂O) 125:150 kg ha⁻¹ oranında uygulanmıştır. Azot uygulamalarının yarısı dikimle birlikte, diğer yarısı ise yumru büyütme döneminin başlangıcında uygulanmıştır. Potasyum ve fosfor gübrelemesi ise dikim sırasında uygulanmıştır. Sıra arası ve sıra üzeri mesafe sırasıyla 70 cm ve 30 cm olarak uygulanmıştır. Büyüme mevsimi boyunca bitki koruma uygulamaları düzenli şekilde yapılmıştır. Yumrulara dikimden önce zararlılara karşı Thiamethoxam etken maddeli tarımsal ilaç uygulanmıştır. Büyüme döneminde ise, yaprak yanıklığına karşı ihtiyaca göre fungusit uygulaması yapılmıştır. Yumrular hasat edildikten sonra etiketlenerek uygun depo koşulları altında muhafazaya alınmıştır.

Sulama sistemi ve bitki su tüketimi

Patates tohumlarının dikiminin ardından damlatıcı aralığı 30 cm ve damlatıcı debisi 4 L h⁻¹ olan damlama sulama sistemi araziye yerleştirilmiştir. Tarla kapasitesini ölçmek amacıyla toprak burgusu ile 0-20 ve 20-40 cm derinliklerden toprak örnekleri alınmıştır. Alınan örneklerin analizi Ankara Üniversitesi Toprak Analiz Laboratuvarında atmosferik nem yüzdesi yöntemiyle yapılmıştır. Hacim ağırlığı için ise gravimetrik yöntem kullanılmıştır. Her parselde uygulanan sulama suyu miktarı aşağıdaki eşitlik (1) ile hesaplanmıştır.

$$\text{Sulama Miktarı} = \frac{(T_k - S_n)}{100 \times R_d} \times P_a \times P_w \quad (1)$$

Burada "T_k" tarla kapasitesini (%31), "S_n" sulama öncesi toprak nemini (%), "R_d" kök derinliğini (mm), "P_a" parsel alanını (m²) ve "P_w" ıslatılan alan yüzdesini temsil etmektedir. P_w değeri ıslatılan alan çapının lateral aralığına bölünmesiyle hesaplanmıştır.

Toprağa kullanılabilir su tutma kapasitenin %30-40'ı kadar azaldığında sulama uygulanmış, her azot parseline ayrı şekilde sulama uygulanmıştır. Toprak nem içeriğinin (%) takibi için, her azot uygulamasının tam sulama alanından 3-4 günde bir toprak örnekleri alınmış ve gravimetrik yöntemle (g g⁻¹) toprak nemi ölçümü yapılmıştır.

Bitki su tüketimi (ETc, mm), su bütçesi eşitliği kullanılarak her azot seviyesi için 15 günlük aralıklarla aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır (2).

$$ETc=I+P \pm \Delta S-D-R \quad (2)$$

Burada; I sulama suyunu (mm), P yağış miktarını (mm), ΔS toprağın nem değişimini (mm 60 cm⁻¹), D derine sızmayı (mm) ve R yüzey akışını (mm) temsil etmektedir. Toprak nemi tarla kapasitesinden az olduğudereine sızma sıfır kabul edilmiştir. Sulama veya yağış sonrası, toprak nemi tarla kapasitesini aştığı derine sızma tarla kapasitesile toprak nemiarasındaki farka sulama/yağış sonucunun eklenmesiyle hesaplanmıştır.

Depolama koşulları

Hasat sonrasında her azot ve sulama uygulamasından 80-120 g ağırlığında 150 adet yumru rastgele seçilmiştir. Seçilen yumrular Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi bünyesinde bulunan, sıcaklık ve nem kontrolü sağlanabilen termik makinelerle soğutulan (6-8 °C sıcaklık, % 90-95 nispi nem) depoya ayrı ayrı kasalar halinde konulmuş ve patates yumruları aynı şartlarda 5 ay süre ile depolanmıştır. Depolama süresince 20 gün aralıklarla protein ölçümleri yapılmıştır.

Bitki materyalinin hazırlanması

Her parselden hasat edilen patates yumrularına hasat sonrasında ve her ölçümden önce yıkama dilimleme işlemleri uygulanmış ve ardından oksidasyona bağlı renk değişimini önlemek için örnekler -20 °C'de muhafaza edilmiştir. Muhafaza işleminden birkaç gün sonra yumrulara 80 °C sıcaklık ve 0.110 mBar vakumda dondurarak kurutma işlemi uygulanmıştır. Dondurarak kurutma işleminden sonra numuneler öğütülerek toz haline getirilmiştir.

Protein içeriğinin belirlenmesi

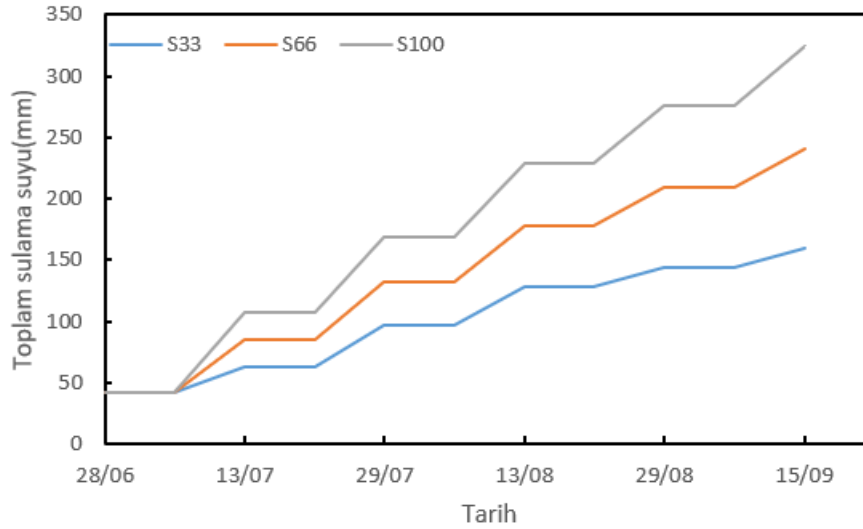
Toplam protein içeriği, toplam azot içeriğinin protein katsayısı olan 6.25 değeri ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır. Toplam azot içeriği ise Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Mitrus ve ark., 2003).

İstatistiksel analiz

Çalışmada elde edilen veriler azotlu gübreleme ve sulama seviyeleri dikkate alınarak analiz edilmiştir. Veriler, SAS istatistik yazılımı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamaların karşılaştırılmasında LSD karşılaştırma testi uygulanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Farklı azot ve sulama uygulama parsellerine büyüme mevsimi içinde uygulanan toplam su miktarları Şekil 1'de verilmiştir. Uygulanan su miktarları I1, I2 ve I3 için sırasıyla 160.1, 241.0, 324.3 mm olmuştur. Mevsimsel bitki su tüketimi (ETc) değerleri ise Çizelge 1'de verilmiştir. Mevsimsel ETc değerleri I1, I2, I3 için sırasıyla 234.4, 293.3, 369,1 mm olarak elde edilmiştir. Azot uygulamaları için elde edilen değerlerde ise I1 ve I2 sulama düzeyi için en yüksek bitki su tüketimi N4 uygulamasından, I3 sulama düzeyi için ise N1 uygulamasından elde edilmiştir. En düşük mevsimsel Etc değerleri ise I1 için N3, I2 için N0 ve I3 için N5 uygulamasında görülmüştür (Çizelge 1).



Şekil 1. Her sulama uygulaması için uygulanan kümülatif su miktarı (mm)
Figure 1. Amount of water applied for each irrigation application (mm)

Çizelge 1. Farklı sulama ve azot uygulamalarının bitki su tüketimi (ETc) (mm)

Table 1. Plant water consumption (ETc) (mm) of different irrigation and nitrogen treatments

Uygulamalar	N0	N1	N2	N3	N4	N5	Ortalama
I1	227.7	246.6	235.8	219.3	250.2	227.4	234.5
I2	268.8	289.9	311.5	283.3	314.2	292.6	293.4
I3	344.8	401.6	387	348.6	395.2	337.8	369.1

Farklı azot miktarı ve sulama uygulamaları patatesin protein içeriğinde önemli derecede bir etki yaratmıştır. Ayrıca farklı ölçüm zamanları, azot x sulama, azot x ölçüm zamanı, sulama x ölçüm zamanı ve her üç faktörün birlikte etkisi de önemli düzeyde olmuştur (Çizelge 1). Hasatta, birinci, üçüncü ve dördüncü ölçümlerde en yüksek protein içeriği en yüksek azot miktarından (N5) elde edilmiştir (Şekil 1). Bununla beraber, en yüksek protein içerikleri ikinci ve altıncı ölçümde N3, beşinci ölçümde N4, yedinci ölçümde N2, sekizinci ölçümde N0 uygulamalarında gözlenmiştir (Şekil 2). Sulama uygulamalarında ise ikinci ve altıncı ölçüm hariç, diğer bütün ölçümlerde en yüksek protein içeriği I1 uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 3). Azot miktarının artmasıyla protein içeriğinde bir artış eğilimi olmuş, ancak depolama süresinin artmasıyla protein içeriğindeki artış sınırlı kalmıştır. Patates yumrusunda protein içeriği, bitkinin yetiştirildiği bölgeye, gübre kullanımına ve bitkinin fizyolojik yaşına bağlı olarak çeşitler arasında ve aynı çeşitlerde farklılık gösterebilir (Lachman ve ark., 2005). Azot miktarının artmasıyla yumruda protein içeriği artış gösterir. Ancak, protein içeriği azot miktarının artmasıyla bazı durumlarda azalma da gösterebilir. (Bartova ve ark., 2009). Trawczyński (2021) tarafından yapılan çalışmada 150 kg ha⁻¹ dozuna kadar mineral azotlu gübrelemenin protein üzerinde önemli ölçüde olumlu etkisi olduğu bildirilmiştir. Aynı şekilde Khafagy (2014) artan azot miktarının yumrudaki protein içeriğini artırdığını belirlemiştir.

Farklı azot ve sulama uygulamalarının depolama süresince protein içeriğindeki ortalama değişimi Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelgeye göre depolama süresi arttıkça protein içeriği artış göstermiştir. Ancak azot x sulama interaksyonu depolama boyunca düzensiz bir seyir izlemiştir. Depolamanın başında ortalama protein içeriği % 11. iken depolama sonunda % 13.5 olmuştur. Bunun nedeni patates yumrularının depolama sırasında metabolik faaliyetlerini devam ettirmesi ve depolama koşullarına bağlı olarak bünyesindeki suyu kaybetmesi olabilir. Dolayısıyla, yumruda su kaybına neden olan metabolik faaliyetler kuru maddenin artmasına ve buna bağlı olarak protein içeriğinin artmasına neden olmuş olabilir. Ayrıca, hasatta en yüksek protein içeriği I1N2 uygulamasından, en düşük ise I2N2 uygulamasından elde edilmiştir. Aynı zamanda, depolama sonunda en yüksek protein içeriği

I1N0 uygulamasında en düşük ise I3N1 uygulamasında bulunmuştur. Depolamanın başından sonuna kadar alınan ortalama azot x sulama interaksiyonlarına bakıldığında ise en yüksek ortalama protein içeriğinin I1N3 uygulamasında, en düşük ise I2N0 uygulamasında olduğu görülmüştür.

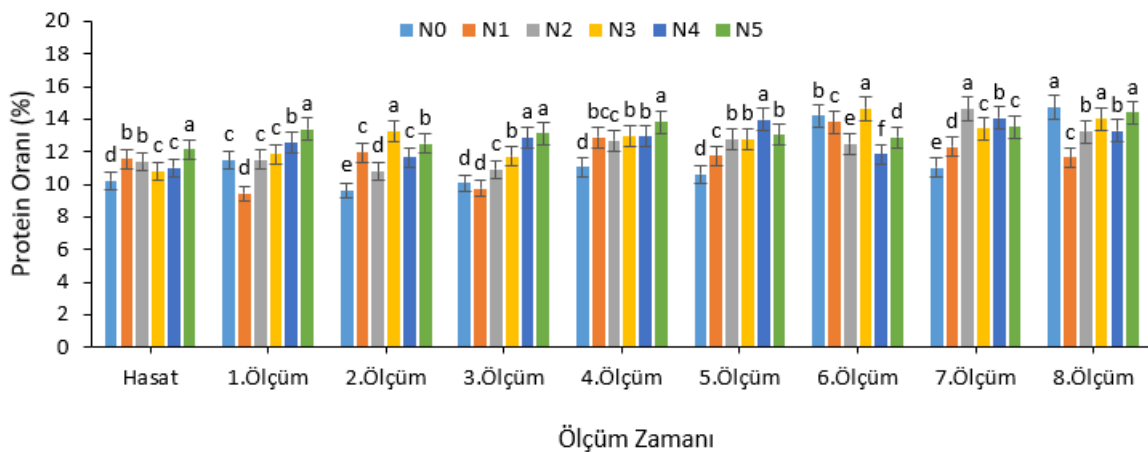
Davies ve ark. (1989) patates bitkisinde su stresi uygulamasının, yumruların büyüme hızını azalttığını ancak yumruların nişasta ve protein içeriğini arttırdığını tespit etmişlerdir. Ayrıca su stresindeki artışın yumru protein içeriğini arttırdığı Battilani ve ark. (2014) tarafından da bildirilmiştir. Bunların aksine, Ramnik ve ark. (1999) artan sulamayla ve 150 kg ha⁻¹ a kadar varan azot uygulamalarıyla patates yumrularının protein içeriğinin arttığını belirlemişlerdir. Aynı şekilde, Abdel-Ati ve ark. (2018) su stresinin artmasıyla protein içeriğinin azaldığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, Zhang ve ark. (2023) yaptıkları çalışmada sulama miktarının artmasıyla yumru protein içeriğinin arttığını belirlemişlerdir. Tam sulama yapılan bitkilerde protein içeriğindeki artış, toprakta daha fazla su mevcudiyeti nedeniyle azotun daha fazla emilmesiyle ilişkilidir (Ierna & Mauromicale, 2022). Dolayısıyla, artan azot gübreleme miktarı ile protein içeriği arasında tam sulama koşullarında olumlu bir ilişki olduğu söylenebilir (Yang ve ark., 2017).

Çizelge 2. Farklı azot ve sulama uygulamalarının depolama süresince protein değişimine ilişkin varyans analiz tablosu

Table 2. Variance analysis table for protein change during storage for different nitrogen and irrigation treatments

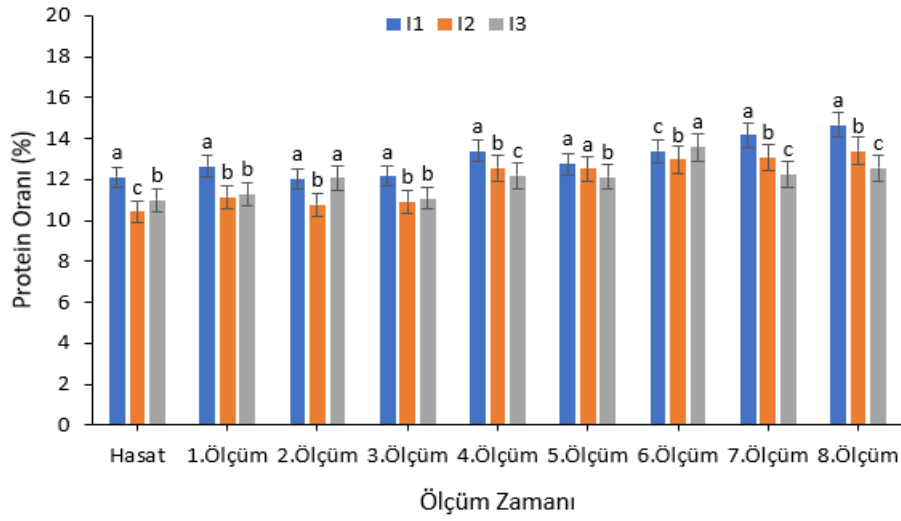
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Azot miktarı (N)	5	25.3	201.2**
Sulama düzeyi (I)	2	39.2	312.1**
Ölçüm zamanı (O)	8	28.9	229.9**
N x I	10	9	71.9**
N x O	40	5.9	47.3**
I x O	16	2.7	21.6**
N x I x O	80	4.2	33.4**
Genel	162	-	-
Değişim Katsayısı (%)	-	2.9	-

*= p< 0.05, **= p< 0.01.



Şekil 2. Azot dozlarının farklı ölçüm zamanlarında protein içeriğine etkisi (N0= 0, N1= 10, N2= 20, N3=30, N4= 40, N5= 50 kg da⁻¹)

Figure 2. Effect of nitrogen doses on protein content at different measurement times (N0= 0, N1= 10, N2= 20, N3=30, N4= 40, N5= 50 kg da⁻¹)



Şekil 3. Sulama uygulamalarının farklı ölçüm zamanlarında protein içeriğine etkisi (I1= Tam sulamanın % 66 azaltılmasıyla yapılan sulama, I2= Tam sulamanın % 33 azaltılmasıyla yapılan sulama, I3= Tam sulama= Tarla kapasitesi % 30 azaldığında sulama yapılan uygulama)

Figure 3. Effect of irrigation practices on protein content at different measurement times

(I1= irrigation with 66% reduction of full irrigation, I2= irrigation with 33% reduction of full irrigation, I3= full irrigation= application with irrigation when field capacity is reduced by 30%)

Çizelge 3. Azot ve sulama uygulamalarının depolama sırasında protein içeriğine etkisini gösteren ortalama değerler
 Table 3. Average values showing the effect of nitrogen and irrigation treatments on protein content during storage

Sulama düzeyi	Azot miktarı	Ölçüm zamanı								Ortalama	
		Hasat	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	4.Ölçüm	5.Ölçüm	6.Ölçüm	7.Ölçüm		8.Ölçüm
I1	N0	12.1	13.3	10.0	10.7	12.9	11.9	12.7	14.0	17.3	12.8 bcdef
	N1	13.0	9.6	10.2	11.5	12.7	11.9	15.0	12.7	11.9	12.1 defgh
	N2	14.4	14.0	11.8	11.3	13.3	13.3	12.0	14.9	14.8	13.3 bc
	N3	10.2	13.4	14.8	12.9	14.3	14.4	17.5	15.0	16.5	14.3 a
	N4	11.8	12.9	13.2	13.8	11.1	13.3	10.6	15.2	13.1	12.8 bcde
	N5	11.0	12.6	12.1	12.7	16.2	11.8	12.5	13.0	14.5	13.0 bcd
I2	N0	9.3	9.7	9.1	10.4	10.7	8.8	14.8	9.2	13.2	10.6 j
	N1	9.8	9.1	10.8	9.6	14.7	13.7	14.5	13.0	11.7	11.9 efghi
	N2	8.4	10.3	9.7	11.4	13.2	11.4	12.3	15.9	13.6	11.8 fgghi
	N3	12.5	10.3	12.1	8.6	12.3	11.2	10.6	13.1	12.9	11.5 hij
	N4	10.8	13.8	10.0	12.1	12.1	14.6	12.5	13.0	13.9	12.5 cdefg
	N5	11.9	13.7	12.8	13.4	12.5	15.5	13.1	14.2	15.0	13.6 ab
I3	N0	9.2	11.4	9.8	9.1	9.6	11.1	15.1	9.9	13.6	11.0 ij
	N1	11.9	9.5	14.8	8.1	11.2	9.6	12.0	11.2	11.2	11.1 ij
	N2	11.4	10.2	10.8	9.9	11.6	13.5	13.1	13.0	11.3	11.6 ghi
	N3	9.7	11.9	12.8	13.6	12.3	12.6	15.9	12.1	12.7	12.6 bcdefg
	N4	10.4	10.8	11.7	12.6	15.6	14.1	12.4	13.9	12.8	12.7 bcdef
	N5	13.5	13.8	12.6	13.2	12.7	11.7	12.9	13.3	13.7	13.1 bc
Ortalama		11.2 g	11.7 e	11.6 e	11.4 f	12.7 c	12.5 d	13.3 b	13.2 b	13.5 a	12.3

Depolama sırasında, patateslerin kimyasal bileşimi sıcaklıkla değişir. Artan depolama sıcaklığında solunum, terleme ve mikroorganizma büyümesi yoğunlaşarak kuru madde içeriğinde belirgin artışlara ve bununla beraber indirgen şeker ve nişasta kaybına neden olur. Çoğu patates çeşidi, 4-6 °C'de depolandığında düşük yaşam aktivitesi sergiler. Sofralık patatesler genellikle 4 °C'de depolanır. Bu sıcaklık dormansi süresinin uzamasını, mikroorganizmaların büyüme yoğunluğunun azalmasını, yumruların kuru madde içeriğinin sabit tutulmasını ve depo kayıplarını azaltır (Peksa ve ark., 2018).

Patateste bulunan proteinlerin kalitesi ve miktarı, yetiştirme mevsimindeki şartlara göre belirlenir. Patatesler mevsimlik bir bitki olduğundan, tüm yıl boyunca patates temin edebilmek için depolanması şarttır. Patates proteini üretiminin ekonomik optimum değeri, büyüme sırasında oluşan proteinlere, işleme endüstrisinin kapasitesine ve depolama sırasında protein kayıplarına veya sentezine bağlıdır. Agria ve Miss Malina çeşitlerinde yapılan çalışmada Agria çeşidinin toplam protein seviyesinin daha fazla dalgalandığı ve depolama periyodunun başlangıcında hafifçe arttığı görülmüştür. Miss Malina çeşidinde ise protein içeriği depolama sırasında düşüş göstermiştir (Grubben ve ark., 2019). Dolayısıyla yaptığımız çalışma da aynı patates çeşidi için benzer sonuçlar içermektedir. Literatürde protein içeriğinin uzun süreli depolama sırasında artabileceği, sabit kalabileceği veya azalabileceği görülmüştür (Brierley ve ark., 1997; Kara, 1998; Pots ve ark., 1999; Blenkinsop ve ark., 2002). Bu farklılık, patateslerin iklim, yetiştirme koşulları ve çeşitlerin genetik yapısının birbirinden farklı olması ile açıklanabilir.

Sonuç olarak, su ve gübrenin doğru yönetilmesi bitki tarafından absorbe etmelerine teşvik edici etki yaratarak patates yumru verim ve kalitesini artırabilir. Sulama ve azot gübrelemesinin patates yumrusunun protein içeriğine etkisinin önemli olduğu yapılan çalışma ile belirlenmiştir. Sulama miktarının artmasıyla protein içeriğinin azaldığı ve azot miktarının artmasıyla protein içeriğinin artış eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca sulama ve azotun birlikte protein içeriğini önemli derecede değiştirdiği ve en yüksek protein içeriğinin I1N2 (Tam sulamanın % 66 azaltılmasıyla yapılan sulama ve 20 kg da -1 azot interaksyonu) uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir. Bununla beraber, depolama süresi de protein içeriği üzerinde önemli bir etki göstermiştir. Depolama süresinin artmasıyla yumru protein içeriği artmıştır. Aynı zamanda, azot x depolama süresi, sulama x depolama süresi ve azot x sulama x depolama süresi interaksyonları da protein içeriğinde etkili olmuş ancak bu etkiler dalgalı bir seyir izlemiştir. Dolayısıyla Niğde bölgesinde Agria patates çeşidi özelinde yapılan bu çalışmada su, gübre yönetimi ve depolama süresinin patateste yumru proteini açısından büyük önem taşıdığı sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma 122 O 963 numaralı "Farklı Sulama ve Azot Seviyeleri Altında Yetiştirilen Patates Yumrularının Depolama Kalitesinin Belirlenmesi" adlı TÜBİTAK projesinden desteklenmiş olup, projeye destek sağlayan TÜBİTAK kurumuna teşekkür ederiz. Mustafa AKKAMIŞ, YÖK 100/2000 ve Ayhan Şahenk Vakfı burslarına sahiptir. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Yüksek Öğretim Kurulu ve Ayhan Şahenk Vakfına desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

ETİK ONAY BEYANI

Bu makalede insan veya hayvan deneklerle herhangi bir çalışma bulunmaması nedeniyle etik onaya gerek duyulmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Abdelreheem, H.A., Abdelmageed, Y.T., Elmazn, M.Y., & Farghaly, K. (2018). Improvement of water use efficiency on potato production 3-response yield and quality of potato plants to moisture deficit and planting method. *Journal of Egyptian Academic Society for Environmental Development. D, Environmental Studies*, 19 (1), 93-106. <https://doi.org/0.21608/JADES.2018.63102>
- Awad, E.M., Abd El Hameed, A.M., & El-Shall, Z.S. (2007). Effect of glycine, lysine and nitrogen fertilizer rates on growth, yield and chemical composition of potato. *Journal of Plant Production*, 32 (10), 8541-8551. <https://doi.org/10.21608/JPP.2007.220928>
- Ayyub, C.M., Wasim Haidar, M., Zulfiqar, F., Abideen, Z., & Wright, S.R. (2019). Potato tuber yield and quality in response to different nitrogen fertilizer application rates under two split doses in an irrigated sandy loam soil. *Journal of Plant Nutrition*, 42 (15), 1850-1860. <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1648669>
- Bartova, V., Barta, J., Diviš, J., Švajner, J., & Peterka, J. (2009). Crude protein content in tubers of starch processing potato cultivars in dependence on different agro-ecological conditions. *Journal of Central European Agriculture*, 10 (1), 57-65. <https://doi.org/10.5513/jcea.v10i1.750>
- Battilani, A., Jensen, C.R., Liu, F., Plauborg, F., Andersen, M.N., & Solimando, D. (2012). Partial root-zone drying (PRD) feasibility on potato in a sub-humid climate. *VII International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops*, Germany, 1, 495-502.
- Blenkinsop, R.W., Copp, L.J., Yada, R.Y., & Marangoni, A.G. (2002). Changes in compositional parameters of tubers of potato (*Solanum tuberosum*) during low-temperature storage and their relationship to chip processing quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (16), 4545-4553. <https://doi.org/10.1021/jf0255984>
- Brierley, E.R., Bonner, P.L., & Cobb, A.H. (1997). Aspects of amino acid metabolism in stored potato tubers (cv. Pentland Dell). *Plant Science*, 127 (1), 17-24. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(97\)00109-X](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(97)00109-X)
- Çelik, M., Yıldırım, M., & Yıldırım, Z. (2015). Patates proteinleri. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4 (2), 68-77. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.239353>
- Cin, H. (2022). Farklı depolama koşullarında depolanan taze patates örneklerinin kalite parametrelerinin incelenmesi. Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 94 s.
- Davies, H.V., Jefferies, R.A., & Scobie, L. (1989). Hexose accumulation in cold-stored tubers of potato (*Solanum tuberosum* L.): The effects of water stress. *Journal of Plant Physiology*, 134 (4), 471-475. [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(89\)80012-4](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(89)80012-4)
- Djaman, K., Irmak, S., Koudahe, K., & Allen, S. (2021). Irrigation management in potato (*Solanum tuberosum* L.) production: a review. *Sustainability*, 13 (3), 1-19. <https://doi.org/10.3390/su13031504>
- Dourado, C., Pinto, C., Barba, F.J., Lorenzo, J.M., Delgadillo, I., & Saraiva, J.A. (2019). Innovative non-thermal technologies affecting potato tuber and fried potato quality. *Trends in Food Science & Technology*, 88, 274-289. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.015>
- Elhani, S., Haddadi, M., Csákvári, E., Zantar, S., Hamim, A., Villányi, V., & Bánfalvi, Z. (2019). Effects of partial root-zone drying and deficit irrigation on yield, irrigation water-use efficiency and some potato (*Solanum tuberosum* L.) quality traits under glasshouse conditions. *Agricultural Water Management*, 224, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105745>
- Fontes, P.C., Braun, H., Busato, C., & Cecon, P.R. (2010). Economic optimum nitrogen fertilization rates and nitrogen fertilization rate effects on tuber characteristics of potato cultivars. *Potato Research*, 53, 167-179. <https://doi.org/10.1007/s11540-010-9160-3>
- Gao, X., Li, C., Zhang, M., Wang, R., & Chen, B. (2015). Controlled release urea improved the nitrogen use efficiency, yield and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.) on silt loamy soil. *Field Crops Research*, 181, 60-68. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.07.009>

- lerna, A., & Mauromicale, G. (2022). How irrigation water saving strategy can affect tuber growth and nutritional composition of potato. *Scientia Horticulturae*, 299, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111034>
- Khafagy, E.E.E. (2014). Effect of nitrogen fertilization and some foliar applied micronutrients on potato yield and nitrogen use efficiency. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 5 (8), 1125-1139. <https://doi.org/10.21608/jssae.2014.49609>
- Kara, K. (1996). Değişik sürelerde depolanan patates çeşitlerinin bazı özellikleri üzerine bir araştırma. *Gıda*, 21 (3), 215-225.
- Kara, K. (2000). Depolama sürelerinin bazı patates çeşitlerine ait farklı büyüklükteki yumruların kalite özellikleri üzerine etkileri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24 (5), 561-569.
- Karadoğan, T., Özer, H., & Oral, E. (1997). Gübrelemenin patatesin bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28 (3), 441-453.
- Kolodziejczyk, M. (2016). Effect of nitrogen fertilisation and microbial preparations on quality and storage losses in edible potato. *Acta Agrophysica*, 23 (1), 67-78.
- Lachman, J., Hamouz, K., Dvorač, P., & Orsák, M. (2005). The effect of selected factors on the content of protein and nitrates in potato tubers. *Plant Soil and Environment*, 51 (10), 431. <https://doi.org/10.17221/3614-PSE>
- Mitrus, J., Stankiewicz, C., Stec, E., Kamecki, M., & Starczewski, J. (2003). The influence of selected cultivation on the content of total protein and amino acids in the potato tubers. *Plant Soil and Environment*, 49 (3), 131-134.
- Öztürk, E., Kavurmacı, Z., Kara, K., & Polat, T. (2010). The effects of different nitrogen and phosphorus rates on some quality traits of potato. *Potato Research*, 53, 309-312. <https://doi.org/10.1007/s11540-010-9176-8>
- Pęksa, A., Miedzianka, J., & Nemś, A. (2018). Amino acid composition of flesh-coloured potatoes as affected by storage conditions. *Food Chemistry*, 266, 335-342. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.06.026>
- Pots, A.M., Gruppen, H., van Diepenbeek, R., van der Lee, J.J., van Boekel, M.A.J.S., Wijngaards, G., & Voragen, A.G.J. (1999). The effect of storage of whole potatoes of three cultivars on the patatin and protease inhibitor content; a study using capillary electrophoresis and MALDI-TOF mass spectrometry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79 (12), 1557-1564. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199909\)79:12<1557::AID-JSFA375>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199909)79:12<1557::AID-JSFA375>3.0.CO;2-K)
- Ramnik, S., Dubey, Y.P., & Sharma, R. (1999). Influence of irrigation and nitrogen on yield, total water expense and water expense efficiency of potato in Lahaul Valley of Himalayas. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 47 (1), 19-22.
- Reyniers, S., Ooms, N., Gomand, S.V., & Delcour, J.A. (2020). What makes starch from potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers unique: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19 (5), 2588-2612. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12596>
- Rosyidah, A., Khoiriyah, N., & Siswadi, B. (2021). The effect of nitrogen dosage on n efficiency and protein content in potatoes. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 1 (109), 71-77. <https://doi.org/10.18551/rjoas.2021-01.09>
- Şanlı, A., & Karadoğan, T. (2012). Isparta ekolojik koşullarında farklı olgunlaşma grubuna giren bazı patates (*Solanum tuberosum* L.) çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 16 (1), 33-41.
- Song, N., Wang, F., Yang, C., & Yang, K. (2013). Coupling effects of water and nitrogen on yield, quality and water use of potato with drip irrigation under plastic film mulch. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 29 (13), 98-105.
- Trawczynski, C. (2021). Assessment of mineral nitrogen fertilization of early potato varieties in integrated production. *Journal of Elementology*, 26 (1), 109-123. <https://doi.org/10.5601/jelem.2020.25.4.2066>

- Tunçtürk, M., Tunçtürk, R., Yıldırım, B., & Eryiğit, T. (2004). Değişik azot dozları ve sıra üzeri mesafelerinin patatestede (*Solanum tuberosum* L.) verim ve kalite üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 14 (2), 95-104.
- Wang, F.X., Wu, X.X., Shock, C.C., Chu, L.Y., Gu, X.X., & Xue, X. (2011). Effects of drip irrigation regimes on potato tuber yield and quality under plastic mulch in arid Northwestern China. *Field Crops Research*, 122 (1), 78-84. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.02.009>
- Westermann, D.T. (2005). Nutritional requirements of potatoes. *American Journal of Potato Research*, 82, 301-307. <https://doi.org/10.1007/BF02871960>
- Wichrowska, D., & Szczepanek, M. (2020). Possibility of limiting mineral fertilization in potato cultivation by using bio-fertilizer and its influence on protein content in potato tubers. *Agriculture*, 10 (10), 1-16. <https://doi.org/10.3390/agriculture10100442>
- Xing, Y., Zhang, T., Jiang, W., Li, P., Shi, P., Xu, G., Cheng, S., Cheng, Y., Fan, Z., & Wang, X. (2022). Effects of irrigation and fertilization on different potato varieties growth, yield and resources use efficiency in the Northwest China. *Agricultural Water Management*, 261, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107351>
- Yang, K., Wang, F., Shock, C.C., Kang, S., Huo, Z., Song, N., & Ma, D. (2017). Potato performance as influenced by the proportion of wetted soil volume and nitrogen under drip irrigation with plastic mulch. *Agricultural Water Management*, 179, 260-270. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.04.014>
- Zhang, F., Chen, M., Fu, J., Zhang, X., Li, Y., Shao, Y., & Wang, X. (2023). Coupling effects of irrigation amount and fertilization rate on yield, quality, water and fertilizer use efficiency of different potato varieties in Northwest China. *Agricultural Water Management*, 287, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108446>