



Tokat İli Patates Üretim Alanlarında Patates Yumrularında Enfeksiyon Oluşturan Virüslerin Moleküler Olarak Tespiti

Afide Merve ENGÜR¹, Şerife TOPKAYA²

^{1,2}Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Tokat

¹<https://orcid.org/0000-0002-5874-4016>, ²<https://orcid.org/0000-0002-0095-474X>

✉: serife.topkaya@gop.edu.tr

ÖZET

Tokat ilinde patates yetiştiriciliği yapılan Niksar, Erbaa ve Artova ilçelerindeki patates üretim alanlarından virüs belirtisi gösteren patates bitkilerinden 91 adet yumru örneği toplanmıştır. Yumru örnekleri, potato virus Y (PVY), potato virus S (PVS), potato virus X (PVX) ve potato leafroll virus (PLRV) etmenlerinin varlığını tespit etmek amacıyla RT-PCR testine tabi tutulmuştur. Test edilen yumru örneklerinin 68 tanesinde (%74.72) tekli veya karışık virüs enfeksiyonunun varlığı tespit edilmiştir. Çimlendirilen 91 yumrunun 67'si PVY (%73.62), 6'sı PVS (%6.59) ve 1 tanesi de PLRV (%1.09) ile enfekteli bulunmuştur. Ayrıca PVS ile enfekteli bulunan yumruların 5 tanesinde PVY+PVS karışık enfeksiyonu belirlenirken, PLRV ile enfekteli yumruda da PVY enfeksiyonu tespit edilmiştir. Tokat ilinde farklı ilçelerden toplanan yumruların en yaygın PVY görülürken bunu PVS' etmeninin izlediği belirlenmiştir. Tohumluk olarak kullanılan enfekteli yumrular yıldan yıla verimde ciddi kayıplara neden olmaktadır. Virüsten ari ve sertifikalı tohumlukların kullanılması viral kaynaklı kaybın önüne geçilmesinde en önemli faktördür.

Molecular Detection of Infectious Viruses in Potato Tubers in Potato Production Areas in Tokat Province

ABSTRACT

Ninety-one potato tuber samples showing virus symptoms were collected from potato production areas in Niksar, Erbaa, and Artova districts, where potato cultivation is done in Tokat province. Tuber samples were subjected to RT-PCR tests to determine the presence of potato virus Y (PVY), potato virus S (PVS), potato virus X (PVX), and potato leafroll virus (PLRV) viruses. Single or mixed virus infections were detected in 68 (74.72%) of the tuber samples tested. Of the 91 germinated tubers, 67 were infected with PVY (73.62%), 6 were infected with PVS (6.59%), and one was infected with PLRV (1.09%). In addition, PVY+PVS mixed infection was detected in 5 of the tubers infected with PVS, while PVY infection was detected in the tubers infected with PLRV. It was determined that the most common virus in tuber samples collected from different districts of Tokat province was PVY, followed by PVS. Infected tubers used as seeds cause serious losses in yield from year to year. The use of virus-free and certified seeds is the most important factor in preventing viral-related losses. Potato leafroll virus (PLRV) viruses. Single or mixed virus infections were detected in 68 (74.72%) of the tuber samples tested.

Atf Şekli: Engür, A. M. & Topkaya, Ş. (2023) Tokat İli Patates Üretim Alanlarında Patates Yumrularında Enfeksiyon Oluşturan Virüslerin Moleküler Olarak Tespiti. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 27 (5), 1061-1068, 2024. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1435134>

To Cite : Engür, A. M. & Topkaya, Ş. (2023) Molecular Detection of Infectious Viruses in Potato Tubers in Potato Production Areas in Tokat Province. *KSU J. Agric Nat* 27 (5), 1061-1068, 2024. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1435134>

Bitki Koruma

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 11.02.2024

Kabul Tarihi : 30.02.2024

Anahtar Kelimeler

Patates yumru

PLRV

PVS

PVX

PVY

Plant Protection

Research Article

Article History

Received : 11.02.2024

Accepted : 30.04.2024

Keywords

Potato tuber

PLRV

PVS

PVX

PVY

GİRİŞ

Patatesin (*Solanum tuberosum* L. -Solanaceae) anavatanı Güney Amerika olmakla birlikte, farklı toprak ve iklim koşullarına kolayca uyum sağlayabilmesi nedeniyle dünya üzerinde geniş bir üretim alanına sahiptir (Güner & Yorgancı, 2006; Kadakoğlu & Karlı, 2022). Patates insanların beslenmesinde en önemli üçüncü besin kaynağıdır (Devaux ve ark., 2014). Yüksek besin içeriği sayesinde hem taze olarak hem de çeşitli şekillerde işlenmiş (dondurulmuş parmak patates ve cips vs.) olarak tüketilmektedir. Patates yumrularında yüksek oranda nişasta halinde karbonhidrat, protein, demir ve vitamin gibi önemli besin maddelerini barındırmaktadır.

Patates üretiminde en önemli konuların başında tohumluk olarak kullanılan materyalin hastalık ve zararlılardan arı olması gelmektedir. Ülkemiz için ekonomik önemi olan patatesin üretiminde ciddi verim kayıplarına neden olan etmenlerden biri de virüslerdir. Bugüne kadar patatesi enfekte eden 50'den fazla virüs rapor edilmiştir (Kreuze ve ark., 2020; Lesley & Michael, 2020). Bu viral etmenler arasında başında potato virus Y (PVY, Potyvirus), potato leafroll virus (PLRV, Polerovirus), ve potato virus S (PVS, Carlavirus) patates üretimin yapıldığı her bölgeden rapor edilmiştir (Zhang ve ark., 2010; Duan ve ark., 2018; Mao ve ark., 2019; Kreuze ve ark., 2020). PVY ve PLRV şu anda dünya çapında patatese en çok zarar veren virüslerdir ve bunlardan PVY en önemlisidir (Kreuze ve ark., 2020). Yumruda verim kayıpları her iki virüsün tekli enfeksiyonları sonunda meydana gelir ve diğer virüslerle kombinasyon halinde ise verim kaybı %80'in üzerine çıkabilir (Kreuze ve ark., 2020). Potato virus X (PVX) dünya çapında yaygın olarak görülen ve tek enfeksiyonlarda %10-40 kayıplara neden olan bir etmenddir. Ayrıca etmen, PVY veya potato virus A (PVA) ile konukçusunda birlikte bulunduğu bu potyviruslerle arasında olan sinerjistik etkileşimden dolayı yumruda %80'e varan kayıplara yol açabilmektedir. PVS dünya çapında yaygın olarak görülen diğer viral etmenlerden biridir, enfekteli bitkilerde hafif semptomlar şeklinde (hafif mozaik) veya bazen de semptomsuz olarak enfeksiyon yapmakta ve sadece küçük yumru verimi kayıplarına neden olmaktadır. Asıl şiddetli belirtilerini PVA ile birlikte neden olduğu karışık enfeksiyonlar sonucunda oluşturmaktadır (Kreuze ve ark., 2020).

Türkiye'de patates üretim alanlarından elde edilen verim, dünya ortalamasının üzerindedir. Ancak, tohumluk olarak kullanılan yumruların virüslerle bulaşık olmasından dolayı verim gelişmiş ülkelerin oldukça altındadır (Bostan ve ark., 2006). Virüsler, enfekteli tohumluk patates yumruları ile yıldan yıla ve yıl içerisinde ise fiziksel temas yoluyla veya afit

gibi vektörlerle taşınarak yayılırlar (Jones, 1988; Bostan ve ark., 2006). Ayrıca virüsler, enfekteli tohumlukların kısa sürede kalitesizleşmesine ve genellikle üç yıl üst üste aynı tohumluğun kullanılması durumunda enfeksiyon oranının artmasına ve ciddi verim kayıplarının ortaya çıkmasına yol açmaktadırlar (Spiegel & Martin, 1993; Slack, 1995).

Patateste enfeksiyonlara yol açan viral etmenler ile ilgili pek çok çalışma bulunmaktadır. (Çalı & Yalçın, 1991; Gümüş & Erkan, 1998; Bostan & Haliloğlu 2004; Arlı-Sökmen ve ark., 2005; Kökten, 2007). Yoğun olarak sofralık ve tohumluk patates üretimi yapılan Tokat ilinde patates üretim alanlarında virüslerin tanısına yönelik hem serolojik hem de moleküler çalışmalar yapılmıştır. (Topkaya, 2020; Topkaya ve ark., 2023). Ancak patates yumruları ile yapılan moleküler çalışma bulunmamaktadır. Bu kapsamda çalışmanın amacı, Tokat ilinde patates yumrularında enfeksiyon yapan viral etmenlerin (PVY, PLRV, PVX ve PVS) moleküler testler ile belirlenmesidir.

MATERYAL ve METOD [Century10 bold]

Örnekleme Yöntemi

Çalışma kapsamında kullanılan yumru örnekleri, Tokat ili patates üretim alanlarından 2018 yılında yapılan arazi çalışmalarında esnasında çiftçiler ile görüşülerek, ertesi yıl tohumluk olarak kullanılacak olan ve virüs belirtileri (mozaik, yapraklarda deformasyon, bodurluk) gösteren bitkilerden sağlanmışlardır. Bu amaçla, Tokat ili Niksar, Erbaa ve Artova ilçeleri patates tarlalarında hasat olgunluğuna erişen bitkilerin yumrularından örnekleme yapılmıştır (Çizelge 1). Arazi çalışmaları boyunca toplanan yumrular etiketlenerek uygun koşullarda laboratuvara getirilmiş ve moleküler çalışmalara kadar (2 hafta) buzdolabında +4 °C'de saklanmıştır.

Toplam Nükleik Asit izolasyonu

Sera koşullarında çimlendirilip yetiştirilen patates yumrularından gelişen taze yapraklardan (Şekil 1 A, B, C, D) RNA ekstraksiyonu yapılmıştır. Toplam RNA izolasyonu, Astruc ve ark. (1996)'nın belirttiği yöntemde, modifikasyonlar yapılarak aşağıdaki gibi yapılmıştır.

Serada yetiştirilen bitkilerden yaklaşık 100-150 g yaprak dokusu alınmış ve ezme çözeltisinde (0.1 M Tris-HCl pH 8.0, 0.5 M EDTA pH 7.0, 5 M NaCl, 2-mercapto-ethanol (1/1000) ile ezme işlemi gerçekleştirilmiştir. Ezme işleminden sonra elde edilen süspansiyondan 1 ml mikrosantrifüj tüpüne alınmış ve üzerine 50 µL Sodium Dodecyl Sulphate (SDS) (%20) eklendikten sonra vorteksenmiştir. Mikrosantrifüj tüpleri 65 °C'de 30 dakika (dk) su

banyosunda inkübe edildikten sonra karışımın üzerine 250 µL potasyum asetat (5 M) ilave edilmiş

ve 20 dk. buz içerisinde bekletildikten sonra 13.000 rpm'de 15 dakika santrifügasyon yapılmıştır.

Çizelge 1. Patates ekimi yapılan alan (dekar), incelenen tarla sayısı ve alınan örneklerinin sayıları

Table 1. Cultivated area (decares), number of fields examined and number of samples taken in the districts

İlçe Adı District Name	Ekilen Cultivated Area (decare)	Alan(dekar) Number of Fields Examined	İncelenen Tarla Sayısı Number of Fields Examined	Alınan Yumru Örneği Sayısı Number of Tuber Samples Taken
Erbaa	4.034	9	9	26
Niksar	10.060	14	14	59
Artova	1.015	5	5	6
Toplam	15.109	28	28	91



Şekil 1. Toplam nükleik asit izolasyonu (TNA) izolasyonu için araziden toplanan patates yumrularının çimlendirilme aşamaları. A) patates yumrularının ekim işlemi. B: İzolasyon aşamasındaki çimlenen yumrudan görünüm. C, D: yumrudan gelişen patates bitkilerinden genel bir görünüm.

Figure 1: Germination stages of potato tubers collected from the field for RNA isolation. A) Planting process of potato tubers. B: View of the germinating tuber at the isolation stage. C, D: General view of potato plants developing from tuber.

Süpernatantın 600 µL'si yeni hazırlanmış mikrosantrifüj tüplerine konulup içerisine 600 µL etanol (%96) ilave edilmiş ve vorteks ile karıştırılmıştır. Karışıma 50 µL sodyum asetat (3M) eklendikten sonra alt üst edilmiş ve -20 °C'de bir gece bekletilmiştir. Ertesi gün 14.000 rpm'de 15 dk. santrifüj edildikten sonra üstte kalan sıvı kısım uzaklaştırılmıştır. Tüpler filtre kağıdı üzerinde ters kapatılarak 5 dakika kurutmaya bırakıldıktan sonra tüp dibinde oluşan pellet üzerine 1 µL etanol (%70) eklenerek yıkama işlemi yapılmıştır. Santrifüj tüplerinde RNA'ları çöktürmek için 13.000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilip tüp içerisindeki etanol uzaklaştırılarak tüpler kurutulmuştur. İzolasyon sonunda elde edilen toplam RNA'lar 50 µL steril su ile sulandırılarak agaroz jelde toplam nükleik asit içerisinde ribosomal RNA'ların varlığı kontrol edilmiş ve kullanılıncaya kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

Tamamlayıcı DNA sentezi

Toplam nükleik asit izolasyonu (TNA) izolasyonunda elde edilen toplam RNA'lar kullanılarak tamamlayıcı DNA (cDNA) sentezi yapılmıştır. cDNA sentezi için, PCR tüplerinde 2 µL toplam RNA, 1 µL random hexamer primer (10 µmol) ve 7 µL steril suyla karıştırılmıştır. Karışım 65 °C'de 5 dakika inkübe edildikten sonra 3 dakika buzda bekletilmiştir. Tüplere 5× MMLV buffer (5×), 0.2 mM dNTP (25 mM), 10 µmol random hexamer primer, 10 u/µL RNase inhibitör 20-20 u/µL Reverse transcriptase enzimi (RevertAid First Strand cDNA Synthesis Kit-Thermo Scientific-K1621) ve steril su içeren karışımdan 10 µL eklenmiş ve 20 µL'ye tamamlanmıştır. PCR tüpleri daha sonra PCR cihazında 25 °C'de 5 dk., 42 °C'de 60 dk. ve 72 °C'de 10 dk, inkübe edilerek cDNA sentezi yapılmıştır (Bostan & Peker 2009).

Moleküler tespit çalışmaları

Moleküler tespit çalışmalarında, cDNA'lar kalıp olarak kullanılarak virüslere özgü primerler (Çizelge 2) kullanılmıştır. Bu aşamada PCR tüpleri içinde 25 mL hacimde olacak şekilde, cDNA'dan 2 µL, 5 µL 5× Green GoTaq Flexi Buffer (Promega), 0.2 µL dNTP,

0.5 µL forward primer (100 pmol), 0.5 µL reverse primer (100 pmol), 1.5 µL MgCl₂ (25 mM), 1.25 µL Dimethyl sulfoxide (DMSO), 0.25 µL GoTaq enzimi (Promega, Madison USA) ve 13.75 µL saf sudan oluşan karışım PCR cihazına yerleştirilmiştir. PCR işlemi, 94 °C'de 2 dk. (başlangıç denatürasyonu

için), 35 döngü 94 °C'de 1 dk., 58 °C'de (PVY için) 30 sn. (diğer virüsler için 62 °C), 72 °C'de 2 dk. amplifikasyon ve bir döngü tamamlanmayan bölgelerin tamamlanabilmesi için örnekler 72 °C'de 10 dk. (son uzama) şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan primerlere ait baz dizilimleri, çoğalttıkları gen bölgeleri ve beklenen bant büyüklükleri (Peker, 2007)

Table 2. Base sequences of the primers used in the study, gene regions they amplify, and expected band sizes

Virüs	Primerlerin baz dizilimleri	Polarite	Primerlerin spesifik olduğu gen bölgesi	Beklenen bant büyüklüğü (bp)	Primerlerin bağlanma sıcaklığı
<i>Virus</i>	<i>Base sequences of primers</i>	<i>polarity</i>	<i>Gene region</i>	<i>Expected band size</i>	<i>Binding temperature of primers</i>
PVS	5'-TGGGGAATCAGTCCGGCTAGTC-3'	Sense			
	5'-ACTGGACCTGCGCTTAGGCT-3'	Antisense	Kılıf protein	1100 bp	62°C
PLRV	5'-CGCGCTAACAGAGTTCAGCC-3'	Sense			
	5'-GCAATGGGGGTCCAACATCAT-3'	Antisense	Kılıf protein	336 bp	62°C
PVX	5'-TAGCACAACACAGGCCACAG-3'	Sense			
	5'-GGCAGCATTTCATTTTCAGCTTC-3'	Antisense	Kılıf protein	562 bp	62°C
PVY	5'-AAGCTTCATACTCACCCGC-3'	Sense			
	5'-CATTTGTGCCCAATTGCC-3'	Antisense	P1 protein	856 bp	58°C

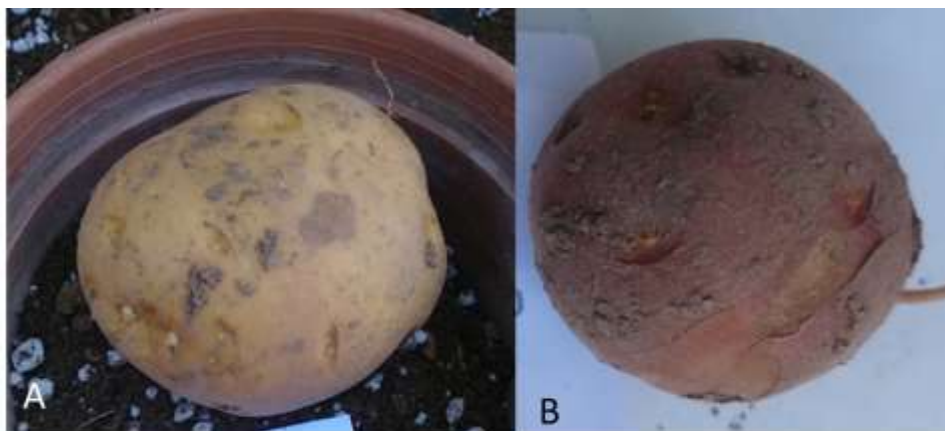
Elektroforez çalışmaları

PCR ürünlerini görüntüleyebilmek için 10 mg/ml ethidium bromide içeren %1.2 oranında agaroz jel hazırlanmıştır. PCR işlemi sonunda ürünler jel kuyucuklarına yüklenmiş ve 100 V'da 1 saat elektroforez işleminin sonunda jel görüntüleme cihazında PCR ürünlerinin görüntüleri fotoğraflanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA [Century10 bold]

Surveyler sırasında virüs belirtisi gösteren bitkilerin yumruları toplanmıştır. Araziden toplanan örneklerin yapraklarında gözlenen belirtiler incelendiğinde,

yoğun olarak mozaik belirtileri, bitkilerde bodurlaşma, yapraklarda şekil bozukluğu, içe çökük damarlar, tepe uç yapraklarında kıvrılma, damar renk açılmaları, damar bantlaşması, damarlarda kıvrılma, yapraklarda kızarıklık, yaprak uçlarında kahverengileşme şeklinde gözlemlenmiştir. Yumrularında şekil bozukluğu, çatlama ve yumru gözlerinde hilale benzeyen oyuklar şeklinde belirtilere rastlanmıştır (Şekil 2. A, B). Çimlendirilen yumrularından PVS ile enfeksiyon tespit edilen patates bitkilerinde yaprak damarlarında içe çökmeler ve bitkide gelişme geriliği gözlemlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 2. (A, B) Virüs enfeksiyonu bulunan yumru gözlerinde hilal şeklinde oyuklar.
Figure 2. (A, B) Crescent-shaped cavities on virus-infected tubers.



Şekil 3. Niksar ilçesinden toplanan PNY3-6 kodlu PVS ile enfekteli olduğu tespit edilen patates bitkisinde gözlemlenen belirtiler; gelişme geriliği ve damarlarda şekil bozukluğu

Figure 3. Symptoms observed in potato plants infected with PVS coded PNY3-6 collected from Niksar district; growth retardation and inward collapse of the vessels.

RT-PCR Bulguları

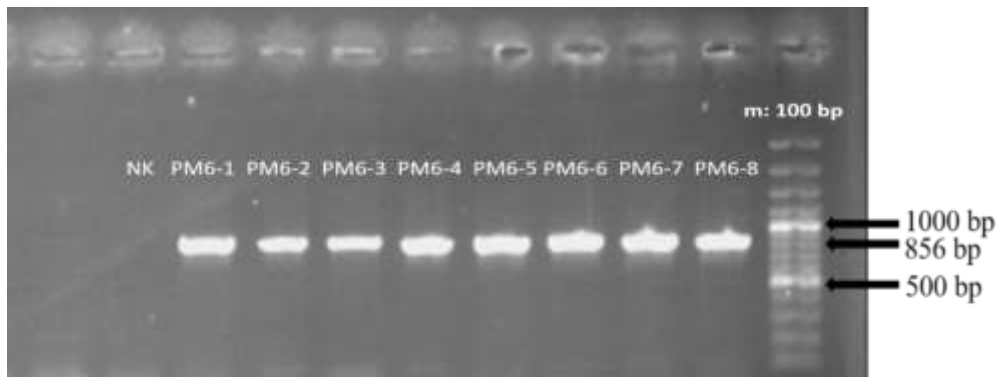
Tokat ilinde patates yetiştirilen tarlalarda virüs etmenlerini araştırmak için toplanan 91 yumru örneğinde PVY, PVX, PLRV ve PVS etmenlerinin varlığını belirlemek amacıyla virüslerin özgün gen bölgelerinin amplifikasyonuna yönelik RT-PCR çalışmaları yapılmıştır. RT-PCR sonuçlarına göre, 67

yumru örneğinde PVY'nin bulaşık olduğu tespit edilmiştir ve 856 bp büyüklüğünde bant elde edilmiştir (Şekil 4). Bir yumru örneğinde PLRV'ye ait (336 bp) (Şekil 5) ve altı yumruda PVS'e spesifik beklenen büyüklükte (1100 bp) bant elde edilmiştir (Şekil 6). Herhangi bir yumru örneğinde PVX'e özgü bant oluşumu gözlenmemiştir.

91 adet patates yumrularından elde edilen yapraklarda PVY, PVX, PVS ve PLRV'nin varlığı açısından test edilmiştir. Yumruların elde edilen örneklerinin 68'inde virüs enfeksiyonu tespit edilmiştir. RT-PCR işlemi sonucunda testlenen yumruların 67 tanesinin PVY (%73.63), altısı PVS (%6.59) ve bir tanesinin de PLRV (%1.1) ile enfekteli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

İlçelere göre değerlendirdiğimizde, Niksar ilçesinden alınan 59 yumrunun 43 tanesinin (%72.88) bir veya birden çok virüs ile enfekteli olduğu belirlenmiştir. Virüsle enfekteli örneklerin 42'si (%71.19) PVY, beşi (%8.47) PVS ve biri (%1.69) PLRV ile enfekteli tespit edilmiştir. Test edilen enfekteli yumruların dördü PVY + PVS, biri PVY + PLRV ile karışık enfeksiyona sahip olduğu belirlenmiştir. Virüs enfeksiyonu tespit edilen örneklerde en yaygın etmenin PVY olduğu bulunmuştur.

Erbaa ilçesinden alınan 26 yumru örneğinin 19'unun (%73.08) PVY ile enfekteli olduğu belirlenmiştir. Erbaa ilçesine ait örneklerde sadece PVY enfeksiyonu tespit edilmiş olup, PLRV, PVX ve PVS enfeksiyonu bulunmamıştır. Artova ilçesinden elde edilen 6 yumrunun hepsi tekli veya karışık enfeksiyonlu olarak tespit edilmiştir. Yumruların hepsinde PVY enfeksiyonu varken, örneklerden biri (%16.67) PVS enfeksiyonu ve 1 örnekte ise PVY + PVS karışık enfeksiyonu saptanmıştır (Çizelge 3).



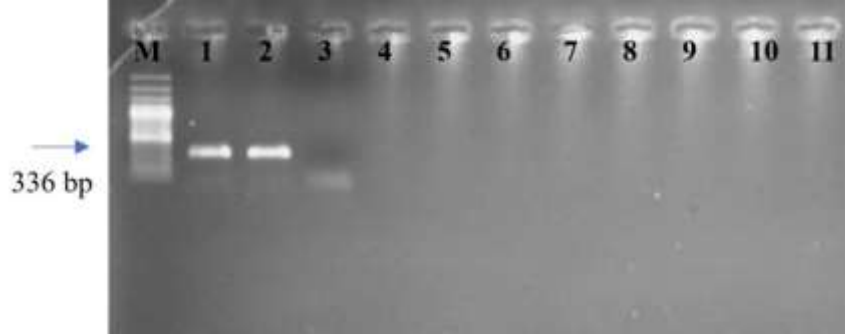
Şekil 4. PVY ile enfekteli örneklere ait RT-PCR sonucu. M: Fermentas 100-bp Gene Ruler Plus DNA ladder
Figure 4. RT-PCR results of PVY-specific primer. M: Thermo Fisher 100-bp Gene Ruler Plus DNA ladder

Tokat ilinde patates yetiştiren üreticilerden toplanan yumru örneklerinin moleküler testlerinin sonucunda; tohumluk patates yumrularının önemli ölçüde virüslerle enfekteli olduğu tespit edilmiştir. Çıtır (1982) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye'ye

virüslerin ithal edilen tohumluk patates yumrularıyla girdiğini ve üreticiler tarafından kullanılan tohumluk patates yumrularının ortalama % 95'nin en az bir virüsle enfekteli olduğunu tespit edilmiştir. Yine Bostan ve Haliloğlu (2004) patates üretiminin yoğun

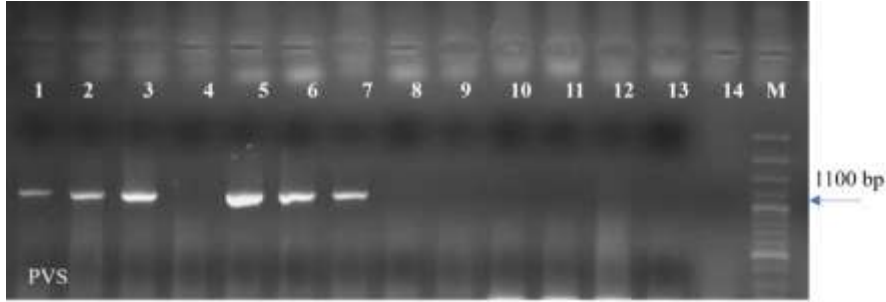
şekilde yapılan illerde üreticilerin firmalardan aldığı tohumluk patates yumruları için de benzer sonucu rapor etmiştir. Bu durumun nedenleri arasında, ithal edilen veya tohumluk amaçlı kullanımdan önce yumrulara virüs etmenleri için testleme yapılmaması

düşünülebilir. Patatesi enfekte eden virüsler yumrularla yıldan yıla ve yıl içerisinde de vektörlerle ya da mekanik yollarla taşınarak hızlı bir şekilde yayılım gösterir (Bostan ve ark., 2006).



Şekil 5. PLRV ile enfekteli örnekler için RT-PCR sonucu. M: Fermentas 100-bp Gene Ruler Plus DNA ladder. 1: pozitif kontrol, 2: PNY6-5, 3: Negatif kontrol.

Figure 5. RT-PCR results of PLRV-specific primer. M: Thermo Fisher 100-bp Gene Ruler Plus DNA ladder. 1: positive control, 2: PNY6-5, 3: Negative control.



Şekil 6. PVS ile enfekteli örnekler için RT-PCR sonucu. M: Fermentas 100-bp Gene Ruler Plus DNA ladder, 1-3, 5-7: PVS enfekteli izolatlar, 8-12: negatif izolatlar, 13: Negatif kontrol.

Figure 6. RT-PCR result of PVS-specific primer. M: Thermo Fisher 100-bp Gene Ruler Plus DNA ladder, 1-3, 5-7: PVS infected isolates, 8-12: negative isolates, 13: Negative control.

Çizelge 3. Tokat ilinin farklı ilçelerinden patates üretim alanlarından alınan yumru örneklerinde RT-PCR sonuçlarına göre PVY, PVX, PLRV, ve PVS'in bulunma durumları

Table 3. Presence of PVY, PVX, PLRV, and PVS in tuber samples taken from potato production areas in different districts of Tokat province, according to RT-PCR results

İlçe District	Alınan örnek sayısı Samples number	Enfekteli örnek sayısı Number of infected samples	Enfekteli örnek sayısı ve bulaşıklık oranı (%) Number of infected samples and contamination rate (%)					
			PVY	PVS	PVX	PLRV	PVY + PVS	PVY + PLRV
Niksar	59	43	42 (71.19)	5 (8.47)	-	1 (1.69)	4 (6.78)	1 (1.69)
Erbaa	26	19	19 (73.08)	-	-	-	-	-
Artova	6	6	6 (100)	1 (16.67)	-	-	1 (16.67)	-
Toplam	91	68	67 (73.63)	6 (6.59)	-	1 (1.10)	5 (5.49)	1 (1.10)

Patateste yumrularla taşınan virüslerin araştırılması üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır. İzmir'de Ödemiş bölgesinde patates yumrularında RT-PCR yöntemiyle PVY, PLRV, PVS ve PVX'in varlığı

araştırılmıştır. Çalışmada dört viral etmenin varlığı ayrı ayrı belirlenirken yumruların hiçbirinde dört viral etmen bir arada tespit edilmemiştir. Ancak ikili ve üçlü karışık enfeksiyonların varlığı belirlenmiştir

(Kökten, 2007). Bostan ve Haliloğlu (2004) tarafından Bolu, Erzurum, Niğde, Nevşehir, İzmir illerinden toplanan patates yumrularında yapılan ELISA testi sonucunda PVY (% 17.7), PLRV (%14.2), PVX (%11.8) ve PVS (%4.6)'i tespit edilmiştir. Arlı-Sökmen ve ark. (2005)'nin yaptığı ELISA testi sonucunda, Bayburt ve Trabzon illerinde test edilen yumrulara % 38.9 oranında PVX ve %1.9 oranında PVY enfeksiyonu bulunduğunu ve PLRV ile enfekteli olmadığını rapor etmişlerdir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Patates, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de önemli bir besin kaynağıdır. Virüsler patates bitkilerinde yeşil aksam enfeksiyonları yanında yumrulara önemli verim kaybına neden olmaktadır. Ayrıca gelecekte kullanılacak tohumluklarda da sürekliliğin devamı engellenmektedir. Diğer hastalık etmenleri ve zararlı böceklerin mücadelesinden farklı olarak virüslerin aktif bir kimyasal mücadelesi bulunmamaktadır. Bundan dolayı üretimde kullanılacak tohumluk patates yumrularının sertifikalı ve viral etmenlerden arı olmasına özen gösterilmelidir. Patates üretimi yapan çiftçilerin virüslerle mücadele konusunda bilinçlendirilmesi gerekmektedir. PVY, PVS ve PLRV gibi afit vektörleriyle taşınan virüslerin kontrolü için bu etmenleri taşıyan afit ve diğer vektörlerle etkin mücadeleye önem verilmelidir. Diğer taraftan fiziksel temas yoluyla taşınabilen PVY, PVX ve PVS'e karşı mücadelede hasat esnasında kullanılan alet ekipmanların temizliğine dikkat edilmeli ve bitkilerin yeşil döneminde yaralanmamasına özen gösterilmelidir.

TEŞEKKÜR

Makale ilk yazarın Lisansüstü tez çalışmalarının sonuçlarının bir kısmını içermektedir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Çalışmaya ait laboratuvar çalışmaları Afide merve Engür tarafından moleküler analizler ise Dr. Şerife TOPKAYA tarafından yapılmıştır. Makale metni, Dr. Şerife TOPKAYA tarafından yazılmıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

Arlı-Sökmen, M., Ayan, A.K., & Şevik, M.A. (2005). Trabzon ve Bayburt illerinde tohumluk patates (*Solanum tuberosum* L.) yumrularında belirlenen virüsler. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (3), 23–26. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/187576>

- Astruc, N., Marcos, J.F., Macquaire, G., Candresse, T. & Pallas, V. (1996). Studies on the diagnosis of hop stunt viroid in fruit trees: identification of new hosts and application of nucleic acid extraction procedure based on non-organic solvents. *European Journal of Plant Pathology*, 102, 837–846. <https://doi.org/10.1007/BF01877053>
- Bostan, H. & Haliloğlu, K. (2004). Distribution of PLRV, PVS, PVX, and PVY (PVYN, PVY0 and PVYC) in the seed potato tubers in Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7(7), 1140–1143. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2004.1140.1143>
- Bostan, H., Guclu, C., Ozturk, E., I, Ozdemir & Ilbagi, H. (2006). Influence of aphids on the epidemiology of potato virus diseases (PVY, PVS and PLRV) in the high altitude areas of Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9, 759–765. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2006.759.765>
- Bostan, H & Peker, P. K. (2009). The feasibility of tetraplex RT-PCR in the determination of PVS, PLRV, PVX and PVY from dormant potato tubers. *African Journal of Biotechnology*, 8 (17), 4043–4047 Doi:10.4314/AJB.V8I17.62127
- Çalı, S. & Yalçın, N. (1991). İthal edilmiş tohumluk patateslerde önemli virüs hastalıklarının DAS-ELISA ve diğer yöntemlerle araştırılması (Bildiriler). VI. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, İzmir, Türkiye, 7-11 Ekim 1991, ss. 333–336.
- Çıtır, A. (1982). Erzurum ve çevresinde tohumluk patateslerdeki virus hastalıkları ve bunların tanınması üzerinde bazı araştırmalar. *Doğa Bilim Dergisi*, 6(3), 99-109.
- Devaux, A., Kromann, P. & Ortiz, O. (2014). Potatoes for sustainable global food security. *Potato Research*, 57, 185–199. DOI 10.1007/s11540-014-9265-1
- Duan, G., Zhan, F., Du, Z., Ho, S.Y.W. & Gao, F. (2018). Europe was a hub for the global spread of potato virus S in the 19th century. *Virology*, 525, 200–204. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2018.09.022>
- Gümüş, M. & Erkan, S. (1998). Ayvalık ve Altınova yörelerinde üretilen patates çeşitlerinin yumrularında bulunan virüslerin belirlenmesi üzerinde araştırmalar (Bildiriler). VIII. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, Ankara, Türkiye, 21-25 Eylül 1998, ss. 348–350.
- Güner, Ü. & Yorgancı, Ü. (2006). Niğde ve Nevşehir İlleri patates ekiliş alanlarında saptanan viral etmenler. *Bitki Koruma Bülteni*, 46 (1-4), 35-49. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/41538>
- Jones, E.D. (1988). A current assessment of in vitro culture and other rapid multiplication methods in North America and Europe. *Am. Potato J.*, 65, 209–220. <https://doi.org/10.1007/BF02854453>
- Kadakoğlu, B., & Karlı, B., (2022). Afyonkarahisar İlinde Patates Üretiminin Ekonomik Analizi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi* 25 (3), 581-588.

- <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.947387>.
- Kökten, M. (2007). *Ödemiş bölgesinde üretimi yapılan patates yumrularında PVY, PVX, PVS ve PLRV virüslerinin RT-PCR yöntemiyle saptanması (Tez no 200661)*. [Yüksek lisans tezi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı]. Aydın. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kreuze, J.F., Souza-Dias, J.A.C., Jeevalatha, A., Figueira, A.R., Valkonen, J.P.T. & Jones, R.A.C. (2020). *Viral diseases in Potato. Pages 389-430 in: In The Potato Crop; Campos, H., Ortiz, O., (Eds), Springer, Cham, Switzerland.* https://doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5_11.
- Lesley, T. & Michael, E.T. (2020). Potato virus Y emergence and evolution from the andes of south america to become a major destructive pathogen of potato and other solanaceous crops worldwide. *Viruses*, 12, 1–14. <https://doi.org/10.3390/v12121430>
- Mao, Y., Sun, X., Shen, J., Gao, F., Qiu, G., Wang, T., Nie, X., Zhang, W., Gao, Y., & Bai, Y. (2019). Molecular Evolutionary Analysis of Potato Virus Y Infecting Potato Based on the VPg Gene. *Frontiers in microbiology*, 10, 1708. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01708>
- Slack, S.A. (1995). Potato viruses with some implications for production and processing in the United States: a history of problems and solutions. *Summa Phytopathologica*, 21, 273-275.
- Spiegel, S. & Martin, R.P. (1993). Improved detection of potato leafroll virus in dormant potato tubers and micro tubers by the polymerase chain reaction and ELISA. *Annals of Applied Biology*, 121, 493-500. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1993.tb04052.x>
- Topkaya, S. (2020). Determination of some viruses by serological and molecular techniques in potato production areas in Tokat Province. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, 37(1), 53-59. doi:10.13002/jafag4685.
- Topkaya, Ş., Çelik, A., Santosa, A.I. & Jones, R.A.C. (2023). Molecular Analysis of the Global Population of Potato Virus S Redefines Its Phylogeny, and Has Crop Biosecurity Implications. *Viruses*, 15, 1104. <https://doi.org/10.3390/v15051104>
- Zhang, W., Bai, Y.Q., Gao, Y.L., Sheng, Y., Fan, G.Q. & Gen, H.W. (2010). A survey on occurrence frequencies of potato viruses in major potato producing provinces in China. *Heilongjiang Agric. Sci.*, 4, 71–73. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2009.10.009>