

YERLİ KARTOF SORTLARININ BİOTEXNOLOJİ ÜSULLARLA SAĞLAMLAŞDIRILMASI: APİKAL MERİSTEM KULTURASININ TƏTBİQİ

Müjgan Məsimli
Allahverdi Seyidov

Fəqan Ağayev

Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti, Gəncə, Azərbaycan

e-mail: masimlimujgan@gmail.com

e-mail: seyidovallahverdi@rambler.ru

e-mail: faqan.agayev@adau.edu.az

ORCID: 0009-0003-5400-2474

ORCID: 0009-0000-6746-0210

ORCID: 0000-0001-6103-9302

DOI: <https://doi.org/10.30546/2958-8111.2026.2.151>

Xülasə. Tədqiqatın məqsədi yerli Telman, Çənlibel, Uğur və Vaqif kartof sortlarının (*Solanum tuberosum* L.) apikal meristem kulturası şəraitində *in vitro* regenerasiya xüsusiyyətlərini qiymətləndirmək və meristem kulturasından sonra virusdan azad bitki materialının əldə olunma səviyyəsini müəyyən etmək olmuşdur. Ölçüsü 0.1-0.3 mm olan apikal meristemlər steril şəraitdə ayrılaraq Murashige və Skoog (MS) qida mühitinə inokulyasiya edilmiş, proliferasiya, köklənmə və akklimatizasiya mərhələləri üzrə sortlararası fərqlər qiymətləndirilmişdir. Üç subkulturadan sonra bitkilər PVX, PVY və PLRV viruslarının mövcudluğuna görə DAS-ELISA üsulu ilə analiz edilmişdir. Hormonsuz MS mühitində zoğun orta uzunluğu sortlar arasında statistik cəhətdən fərqlənmiş, ən yüksək göstəricilər Çənlibel (69.3 ± 0.7 mm) və Telman (68.9 ± 0.8 mm) sortlarında qeydə alınmışdır. Eksplant başına zoğ sayı (6.1 ± 0.7) və kök əmələgəlmə faizi (95.0%) ədədi olaraq Telman sortunda, eksplant başına kök sayı (5.4 ± 0.9) isə Uğur sortunda daha yüksək olmuşdur. Virusdan azad nümunələrin payı sortlar üzrə 83.3–93.3% arasında dəyişmiş, lakin sortlar arasında fərq statistik cəhətdən əhəmiyyətli olmamışdır; ümumilikdə 120 nümunədən 106-sı (88.3%) PVX, PVY və PLRV üzrə ELISA-mənfi olmuşdur. Akklimatizasiya mərhələsində bütün sortlarda normal vegetativ inkişaf müşahidə edilmişdir. Nəticələr apikal meristem kulturasının tədqiq olunan yerli sortların mikroçoxaldılması və sağlamlaşdırılmış əkin materialının əldə olunması üçün tətbiq oluna bilən biotexnoloji yanaşma olduğunu göstərir.

Açar sözlər: *Solanum tuberosum* L., apikal meristem kulturası, kartof virusları, DAS-ELISA, akklimatizasiya

Giriş

Dünya əhalisinin artması, iqlim dəyişmələri və bitki xəstəliklərinin yayılma riskinin yüksəlməsi fonunda sağlam və yüksək keyfiyyətli əkin materialının əldə edilməsi dayanıqlı kənd təsərrüfatının mühüm istiqamətlərindən biri hesab olunur [13]. Xüsusilə vegetativ yolla çoxaldılan bitkilərdə virus və digər sistemik patogenlərin nəsilədən-nəslə ötürülməsi məhsuldarlığın və toxum materialının keyfiyyətinin azalmasına səbəb ola bilər.

Kartof (*Solanum tuberosum* L.) Solanaceae fəsiləsinə aid olmaqla dünya üzrə mühüm ərzaq bitkilərindən biridir [1, 13]. Yüksək qida dəyərinə malik olan kartof vitaminlər, mineral maddələr və müxtəlif bioaktiv komponentlərlə zəngindir [9, 13]. Bununla yanaşı, kartofun vegetativ yolla çoxaldılması toxumluq materialında virus və digər patogenlərin tədricən toplanmasına, sortların bioloji xüsusiyyətlərinin zəifləməsinə və məhsuldarlığın azalmasına səbəb ola bilər. Buna görə də sağlam toxum materialının alınmasını təmin edən biotexnoloji üsullar kartof toxumçuluğunda xüsusi əhəmiyyət daşıyır.

Azərbaycanda kartof istehsalı ölkənin ərzaq təminatı baxımından mühüm sahələrdən biridir. FAOSTAT məlumatları kartof üzrə istehsal və xarici ticarət göstəricilərinin illər üzrə dəyişdiyini göstərir [7]. Bu baxımdan yerli sortların məhsuldarlığının və toxumluq keyfiyyətinin qorunması, eləcə də sağlam əkin materialının əldə olunması üçün effektiv çoxaltma və sağlamlaşdırma texnologiyalarının tətbiqi aktualdır.

Kartofda geniş yayılmış viruslar arasında Potato virus X (PVX), Potato virus Y (PVY) və Potato leafroll virus (PLRV) xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Bu viruslar bitkilərin inkişafına, məhsuldarlığa və yumruların keyfiyyətinə mənfi təsir göstərə bilər. PVX əsasən mexaniki yolla və yoluxmuş toxum yumruları vasitəsilə yayıldığı halda, PVY və PLRV-nin

yayılmasında məənələr mühüm rol oynayır [6, 15]. Virus infeksiyalarının vegetativ çoxalma zamanı saxlanması və yayılması sağlam toxumluq materialının istehsalını çətinləşdirir.

Apikal meristem kulturası virus yükünün azaldılması və sağlamaşdırılmış ilkin bitki materialının əldə olunması üçün geniş istifadə edilən biotexnoloji yanaşmalardan biridir. Meristematik toxumalarda damar sisteminin zəif inkişaf etməsi və hüceyrə bölünməsinin yüksək intensivliyi bəzi sistemik virusların bu toxumalarda yayılmasını məhdudlaşdırır bilər. Buna görə də meristem kulturası kartofda sağlamaşdırılmış bitki materialının əldə olunması və sonrakı mikroçoxaltma mərhələləri üçün perspektivli üsul hesab edilir [5]. *In vitro* mikroçoxaltma adətən eksplantın seçilməsi və sterilizasiyası, kulturanın başlanğıcı, proliferasiya, köklənmə və akklimatizasiya mərhələlərindən ibarətdir. Bu prosesdə Murashige və Skoog (MS) qida mühiti və müxtəlif bitki böyümə tənzimləyicilərindən istifadə edilir. Sitokininlər əsasən zoğların əmələ gəlməsi və proliferasiyasını, auxinlər isə kök əmələgəlməsi və kök sisteminin inkişafını stimullaşdırır [11, 12]. Bununla belə, *in vitro* regenerasiya və mikroçoxaltmanın effektivliyi genotipdən, qida mühitinin tərkibindən və istifadə olunan böyümə tənzimləyicilərinin konsentrasiyasından asılı olaraq dəyişə bilər [8, 9].

Genotipə xas regenerasiya reaksiyalarının müəyyən edilməsi mikroçoxaltma protokollarının optimallaşdırılması baxımından mühüm əhəmiyyət daşıyır. Güclü kök sisteminin formalaşması və bitkilərin *ex vitro* şəraitə uğurlu akklimatizasiyası mikroçoxaltma prosesinin sonrakı mərhələlərinin effektivliyini müəyyən edən əsas amillərdəndir. Temperatur, rütubət və işıq şəraitinin düzgün idarə olunması bitkilərin sağqalma səviyyəsinə və sonrakı vegetativ inkişafına mühüm təsir göstərir.

Azərbaycanda kartof genofondunun aqrobioloji xüsusiyyətləri və *in vitro* çoxaldılması üzrə tədqiqatlar aparılsa da [2, 10], Telman, Çənlibel, Uğur və Vaqif sortlarının apikal meristem kulturasında proliferasiya, köklənmə və akklimatizasiya xüsusiyyətləri, eləcə də meristem kulturasından sonra virusdan azad bitkilərin əldə olunma səviyyəsi barədə elmi məlumatlar məhduddur.

Bu tədqiqatın məqsədi Telman, Çənlibel, Uğur və Vaqif kartof sortlarının apikal meristem kulturası şəraitində *in vitro* regenerasiya xüsusiyyətlərini müqayisəli qiymətləndirmək, onların proliferasiya, köklənmə və akklimatizasiya göstəricilərində sortlararası fərqləri müəyyən etmək və meristem kulturasından sonra PVX, PVY və PLRV üzrə virusdan azad bitkilərin əldə olunma səviyyəsini qiymətləndirmək olmuşdur.

Material və metodlar

Tədqiqat yeri və bitki materialı

Tədqiqat Tərəvəzçilik Elmi-Tədqiqat İnstitutunun Aqrobiotexnologiya laboratoriyasında aparılmışdır. Tədqiqat obyektı kimi kartofun (*Solanum tuberosum* L.) dörd yerli sortundan — Telman, Uğur, Vaqif və Çənlibel sortlarından istifadə edilmişdir. Təcrübə üçün seçilmiş 60–80 q kütləyə malik yumrular institutun istixanasından götürülmüşdür.

Telman sortu Almaniyanın Alisma sortunun sərbəst tozlanmasıdan fərdi seçmə yolu ilə əldə edilmiş və 2008-ci ildə Azərbaycanda rayonlaşdırılmışdır. Sort ortagecyetişən (110–120 gün) mətbəx sortudur. Yumruları dairəvi-oval formalı, ağ rəngli və bənövşəyi gözlüdür. Orta yumru kütləsi 90–95 q, məhsuldarlığı 180–200 s/ha-a qədər, nişasta tərkibi isə 15–16.5% təşkil edir [3, 14].

Vaqif sortu erkən yetişən (95–110 gün) süfrə sortudur. Yumruları dairəvi-oval formalı, açıq sarı qabıqlı və açıq sarı ətlidir. Orta yumru kütləsi 50–100 q, məhsuldarlığı 400–550 s/ha, nişasta tərkibi isə təxminən 14.5% təşkil edir.

Uğur sortu çox erkən yetişən (80–95 gün) sortdur. Yumruları dairəvi formalı, açıq qırmızı qabıqlı və krem rəngli ətlidir. Orta yumru kütləsi 50–90 q, məhsuldarlığı 400–550 s/ha, nişasta tərkibi isə 23.7%-ə qədərdir.

Çənlibel sortu erkən yetişən (95–110 gün) sortdur. Yumruları yastı formalı, açıq sarı rənglidir. Orta yumru kütləsi 50–80 q, məhsuldarlığı 390–550 s/ha, nişasta tərkibi isə təxminən 21.8% təşkil edir.

Sortların mənşəyi, rayonlaşdırılma ili və əsas təsərrüfat göstəriciləri Tərəvəzçilik Elmi-Tədqiqat İnstitutunun və Aqrar Xidmətlər Agentliyinin rəsmi məlumatları əsasında verilmişdir. Vaqif, Uğur və Çənlibel sortları həmin institutda yaradılmış və 2019-cu ildə qeydiyyatata təqdim edilmişdir [3].

Eksplantların hazırlanması və sterilizasiyası

Uzunluğu 2–3 sm olan cücətilərin apikal hissələrindən eksplantlar götürülmüşdür. Eksplantlar əvvəlcə 40 dəqiqə axar su altında yuyulmuş, sonra səthi sterilizasiya edilmişdir. Sterilizasiya prosesi zamanı material tərkibində 5% natrium hipoxlorit olan ağardıcının 2%-li məhlulunda 10 dəqiqə saxlanılmış, daha sonra 70%-li etanolla 60 saniyə işlənmiş və ardınca 0.1%-li HgCl_2 məhlulunda 6 dəqiqə sterilizasiya edilmişdir. Məhlula iki damcı Tween-20 əlavə olunmuşdur. Sterilizasiya mərhələsindən sonra eksplantlar kimyəvi reagent qalıqlarının uzaqlaşdırılması üçün steril distillə olunmuş su ilə altı dəfə yuyulmuşdur.

Steril cücətilər stereomikroskop altında preparasiya edilmiş, xarici yarpaq başlanğıcları çıxarılmış və ölçüsü 0.1-0.3 mm olan apikal meristem ayrılmışdır.

Qida mühiti və kultivasiya şəraiti

Əsas qida mühiti kimi Murashige və Skoog (MS) mühitindən istifadə edilmişdir. Mühitə 30 q/L saxaroza və 8 q/L agar əlavə edilmiş, pH 5.8-ə tənzimlənmişdir. Qida mühiti sterilizasiya edildikdən sonra eksplantlar müvafiq hormon variantlarına inokulyasiya edilmişdir.

İnisiyasiya mərhələsində aşağıdakı variantlardan istifadə edilmişdir: nəzarət — hormonsuz MS; MS + 0.5 mg/L GA_3 ; MS + 1.0 mg/L BAP; MS + 1.0 mg/L BAP + 0.5 mg/L GA_3 .

Proliferasiya mərhələsində: nəzarət — hormonsuz MS; MS + 1.5 mg/L BAP; MS + 1.0 mg/L BAP + 0.5 mg/L kinetin.

Köklənmə mərhələsində: nəzarət — hormonsuz MS; MS + 0.5 mg/L IBA; MS + 1.0 mg/L IBA.

Bitkilər 25 ± 2 °C temperaturda, 16 saat işıq / 8 saat qaranlıq fotoperiodu və 3000 lux / $40 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ işıq intensivliyi şəraitində kultivasiya edilmişdir. Subkulturalar təxminən 4 həftədən bir aparılmışdır.

Təcrübə dizaynı və statistik analiz

Təcrübə tam təsadüfi sxem üzrə üç təkrarda aparılmışdır. Hər təkrarda hər sort üzrə 10 eksplant istifadə edilmiş və hər sort üçün ümumilikdə 30 eksplant qiymətləndirilmişdir. Biometrik göstəricilər orta qiymət $\pm$ standart xəta ($M \pm SE$) şəklində təqdim edilmişdir; standart xəta eksplantlar üzrə ($n=30$) hesablanmışdır.

Cədvəl 2-də təqdim olunan biometrik göstəricilər hormonsuz MS mühitinə aiddir və bu göstəricilər üzrə statistik müqayisə yalnız sortlar arasında aparılmışdır. Statistik analiz Microsoft Excel 2016 və SPSS 26 proqramlarında həyata keçirilmişdir. Sortlar arasındakı fərqlərin statistik əhəmiyyətliyi birfaktorlu dispersiya analizi (One-way ANOVA) və Tukey HSD çoxsaylı müqayisə testi vasitəsilə $p < 0.05$ səviyyəsində qiymətləndirilmişdir. Virusdan azad nümunələrin payının sortlar arasında fərqi Fisher–Freeman–Halton dəqiq testi ilə yoxlanılmışdır.

Virusların diaqnostikası

Üç subkulturdan sonra, təxminən 12 həftəlik kultivasiya dövrünün sonunda bitkilər PVX, PVY və PLRV viruslarının mövcudluğuna görə yoxlanılmışdır. Virus diaqnostikası DAS-ELISA üsulu ilə aparılmış və BIOREBA AG (İsveçrə) şirkətinin kommersiya ELISA kitlərindən istifadə edilmişdir. Hər virus üçün kitə daxil olan pozitiv və neqativ nəzarətlərdən istifadə edilmiş, hər nümunə 2 texniki təkrarda analiz edilmişdir.

Optik sıxlıq (OD) Thermo Scientific Multiskan FC mikroplitə oxuyucusunda 405 nm dalğa uzunluğunda ölçülmüşdür. Optik sıxlıq göstəricisi mənfi nəzarətin (negative control) orta qiymətindən üç dəfə yüksək olan nümunələr virus-müsbət kimi qiymətləndirilmiş və sonrakı mərhələlərdən çıxarılmışdır.

Akklimatizasiya

Yaxşı inkişaf etmiş kök sisteminə malik və ən azı dörd kök formalaşdırmış bitkilər sınaq şüşələrindən çıxarılmış, köklərdə qalan agar ılıq su ilə təmizlənmişdir. Bitkilər torf, perlit və sahə torpağından 1:1:1 nisbətində hazırlanmış steril substrata köçürülmüşdür.

Akklimatizasiyanın ilkin mərhələsində yüksək nisbi rütubətin (təxminən 95%) saxlanması məqsədilə bitkilər 7 gün ərzində dəşikli plastik örtüklə qorunmuş, sonrakı 7 gün ərzində örtüklər tədricən götürülmüşdür. Sağqalma faizi substrata köçürüldükdən 30 gün sonra hesablanmışdır.

Alınan nəticələr və onların müzakirəsi

Virusların DAS-ELISA üsulu ilə qiymətləndirilməsi

DAS-ELISA analizlərinin nəticələrinə əsasən, apikal meristem kulturasından sonra virusdan azad nümunələrin payı Uğur sortunda 93.3%, Vaqif sortunda 90.0%, Telman sortunda 86.7% və Çənlibel sortunda 83.3% olmuşdur (Cədvəl 1). Sortlar arasındakı bu fərq statistik cəhətdən əhəmiyyətli olmamışdır (Fisher–Freeman–Halton dəqiq testi, $p=0.78$). Ümumilikdə analiz edilmiş 120 nümunədən 106-sı (88.3%) PVX, PVY və PLRV üzrə ELISA-mənfə kimi qiymətləndirilmişdir.

Müsbət nümunələr arasında PVY digər viruslarla müqayisədə daha çox aşkar edilmiş, PVX və PLRV isə nisbətən az qeydə alınmışdır (PVY — 7, PVX — 3, PLRV — 4 nümunə).

Cədvəl 1.

Apikal meristem kulturasından sonra kartof sortlarında virusdan azad nümunələrin DAS-ELISA əsasında qiymətləndirilməsi və ayrı-ayrı viruslar üzrə paylanması

Sort	Test olunan nümunələrin sayı	PVX (+)	PVY (+)	PLRV (+)	Virusdan azad nümunələrin sayı	Virusdan azad nümunələr (%)
Telman	30	1	2	1	26	86,7
Çənlibel	30	1	3	1	25	83,3
Uğur	30	0	1	1	28	93,3
Vaqif	30	1	1	1	27	90,0
Cəmi	120	3	7	4	106	88,3

Qeyd: Hər müsbət nümunədə yalnız 1 virus qeydə alınmışdır.

Biometrik göstəricilərin qiymətləndirilməsi

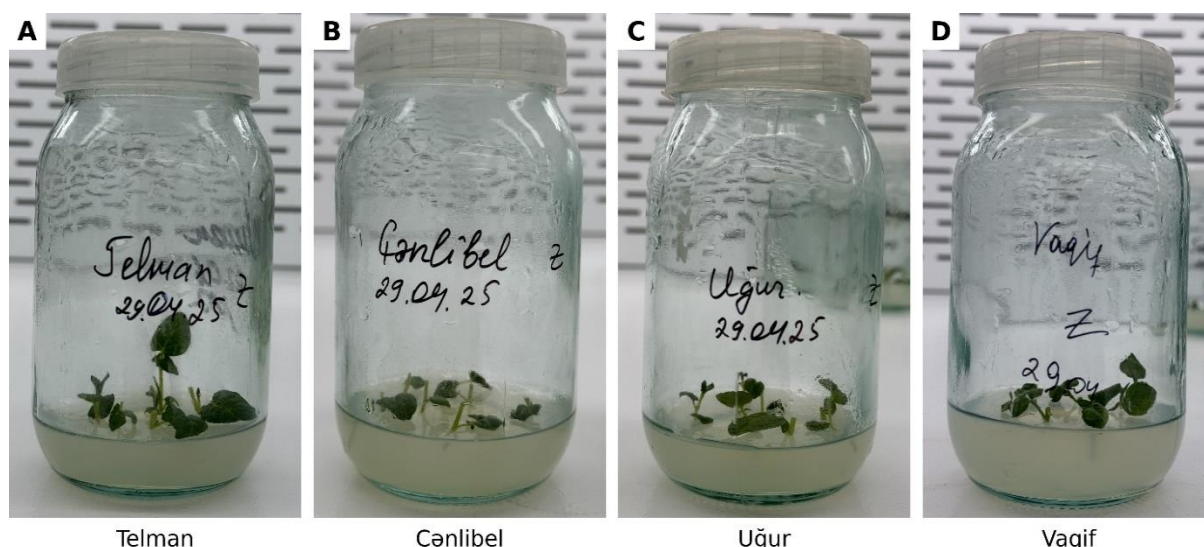
Hormonsuz MS mühitində zoğun uzunluğu üzrə sortlar arasında statistik cəhətdən əhəmiyyətli fərq müəyyən edilmişdir: ən uzun zoğlar Çənlibel (69.3 ± 0.7 mm) və Telman (68.9 ± 0.8 mm), ən qısa zoğlar isə Vaqif (61.5 ± 0.6 mm) sortunda qeydə alınmışdır (Cədvəl 2). Eksplant başına zoğ sayı (6.1 ± 0.7) və kök əmələgəlmə faizi (95.0%) ədədi olaraq Telman sortunda, eksplant başına kök sayı (5.4 ± 0.9) isə Uğur sortunda daha yüksək olmuşdur. Lakin eksplant başına zoğ, kök və yarpaq sayı üzrə sortlararası fərqlər statistik cəhətdən əhəmiyyətli olmamışdır ($p > 0.05$). Vaqif sortunda da stabil regenerasiya və köklənmə müşahidə edilmişdir.

Cədvəl 2.

**Standart MS (hormonsuz) mühitində kartof sortlarının əsas biometrik göstəriciləri
(M±SE)**

Sort	Eksplant sayı	Zoğun uzunluğu (mm)	Eksplant başına zoğ sayı	Eksplant başına kök sayı	Eksplant başına yarpaq sayı	Kök əmələ gəlmə (%)
Vaqif	30	61.5±0.6 ^c	4.2±0.8	5.1±0.7	4.3±0.6	85.3
Uğur	30	65.1±0.5 ^b	3.9±0.6	5.4±0.9	4.6±0.7	88.2
Telman	30	68.9±0.8 ^a	6.1±0.7	4.1±0.6	4.8±0.6	95.0
Çənlibel	30	69.3±0.7 ^a	5.5±0.9	4.0±0.8	3.9±0.5	92.6
ANOVA (F-qiyməti)	—	30.80***	1.91 (ns)	0.86 (ns)	0.42 (ns)	—

Qeyd: n = 30. Eyni sütunda müxtəlif hərflərlə işarələnmiş orta qiymətlər arasında fərq statistik cəhətdən əhəmiyyətlidir (Tukey HSD testi, $p < 0,05$). *** $p < 0,001$; ns – fərq statistik cəhətdən əhəmiyyətli deyil.



Şəkil 1. Apikal meristem mənşəli eksplantların hormonsuz MS qida mühitində proliferasiyası.

Bütün tədqiq olunan sortlarda izolə edilmiş apikal meristem eksplantlarının MS qida mühitində 30 gün ərzində inkişafı müşahidə edilmişdir. Eksplantlarda zoğ və kök əmələgəlməsi qeydə alınmış, sortlar arasında biometrik göstəricilər üzrə müəyyən fərqlər müəyyən edilmişdir (Şəkil 1, Cədvəl 2).

Nəticələrin müzakirəsi

Biometrik göstəricilər sortların *in vitro* regenerasiya reaksiyasının eyni olmadığını göstərmişdir. Zoğ uzunluğu üzrə sortlararası fərq statistik cəhətdən əhəmiyyətli olmuşdur: ən uzun zoğlar Çənlibel və Telman sortlarında formalaşmış, ən qısa zoğlar Vaqif sortunda qeydə alınmış, Uğur sortu isə aralıq mövqe tutmuşdur (Cədvəl 2). Telman sortunda eksplant başına zoğ sayının və kök əmələgəlmə faizinin, Uğur sortunda isə eksplant başına kök sayının ədədi cəhətdən yüksək olması bu sortların genotip xüsusiyyətləri ilə bağlı ola bilər, lakin bu fərqlər statistik cəhətdən təsdiqlənməmişdir ($p > 0,05$).

Əldə olunan nəticələr əvvəlki tədqiqatlarda kartofun *in vitro* mikroçoxaldılmasında sort xüsusiyyətlərinin zoğ proliferasiyası və köklənməyə təsir göstərdiyini bildirən nəticələrlə ümumən uyğunluq təşkil edir [5, 9]. BAP tərkibli mühitlərin zoğ proliferasiyasını, IBA

tərkibli mühitlərin isə kök əmələgəlməsini stimullaşdırması kartof mikroçoxtaltmasında geniş istifadə olunan yanaşmalardandır [8, 3]. Bununla belə, bu tədqiqatda hormon variantları üzrə nəticələr sortlararası statistik müqayisəyə daxil edilmədiyindən, müşahidə olunan fərqlərin konkret böyümə tənzimləyicilərinə həssaslıqla əlaqələndirilməsi mümkün deyil; bu məsələ gələcək tədqiqatlarda ayrıca yoxlanılmalıdır.

Meristem kulturasından sonra virusdan azad nümunələrin payının 83.3–93.3% olması meristem kulturasının kartofda virusdan azad əkin materialının əldə olunması üçün tətbiq oluna bilən üsul olduğunu göstərən tədqiqatlarla uyğun gəlir [5]. Qeyd etmək lazımdır ki, ilkin yumruların virus statusu ayrıca müəyyən edilmədiyindən, alınan göstərici virusların aradan qaldırılma səmərəliliyini deyil, meristem kulturasından sonra virusdan azad bitkilərin payını əks etdirir.

Nəticə

Aparılmış tədqiqat göstərmişdir ki, apikal meristem kulturası Telman, Çənlibel, Uğur və Vaqif kartof sortlarının *in vitro* mikroçoxtaldılması və sağlamlaşdırılmış bitki materialının əldə olunması üçün tətbiq oluna bilən biotexnoloji yanaşmadır. Hormonsuz MS mühitində zoğ uzunluğu sortlar arasında statistik cəhətdən fərqlənmiş, ən uzun zoğlar Telman və Çənlibel sortlarında formalaşmışdır. Telman sortunda zoğ sayı və kök əmələgəlmə faizi, Uğur sortunda isə eksplant başına kök sayı ədədi olaraq yüksək olmuşdur.

DAS-ELISA analizinə əsasən, apikal meristem kulturasından sonra virusdan azad nümunələrin payı 83.3–93.3% arasında dəyişmiş və sortlar arasında əhəmiyyətli fərq müşahidə edilməmişdir; ümumilikdə 120 nümunədən 106-sı (88.3%) PVX, PVY və PLRV üzrə ELISA-mənfi olmuşdur. Akklimatizasiya mərhələsində bitkilərin *ex vitro* şəraitə uyğunlaşması, normal vegetativ inkişafı və görünən morfoloji anomaliyaların olmaması müşahidə edilmişdir.

Ümumilikdə, əldə olunan nəticələr yerli kartof sortlarının mikroçoxtaldılması və sağlam toxum materialının hazırlanması üçün apikal meristem kulturasının perspektivli üsul olduğunu göstərir. Növbəti mərhələdə hormon variantlarının sortlar üzrə təsirinin statistik qiymətləndirilməsi və sağlamlaşdırılmış bitkilərdən *in vitro* mikroyumru alınması imkanlarının öyrənilməsi məqsədəuyğundur [4].

Ədəbiyyat

1. Allahverdiyev, E., Əsgərov, Ə., & Nəsimov, H. (2021). Ərazidə sağlam toxumluc kartofun istehsalı prosedurları [Procedures for local production of healthy seed potatoes]. Elm.
2. Allahverdiyev, E., Əsgərov, Ə., & Nəsimov, H. (2022). Genofond materiallarının hazırlanması və saxlanması, geniş miqyaslı *in vitro* artırılma, kartof yumrularının istehsalı [Preparation and maintenance of gene pool materials, large-scale *in vitro* propagation, and production of potato tubers] [Scientific-methodological bulletin]. Tərəvəzçilik Elmi-Tədqiqat İnstitutu.
3. Aqrar Xidmətlər Agentliyi. (2023). Azərbaycan Respublikası ərazisində kənd təsərrüfatı məhsulları istehsalı üçün istifadəsinə icazə verilmiş və mühafizə olunan seleksiya nailiyyətlərinin Dövlət Reyestri [State register of breeding achievements approved for use in agricultural production and protected in the territory of the Republic of Azerbaijan]. Azərbaycan Respublikası Kənd Təsərrüfatı Nazirliyi. <https://axa.gov.az/uploads/files/services/dovlet-1706852375.pdf>
4. Kumlay, A. M., Arslan, N., & Kaya, C. (2014). Patates (*Solanum tuberosum* L.)'te *in vitro* şərtlərdə mikroyumru elde edilmesini etkileyen faktörler [Factors affecting microtuber production in potato (*Solanum tuberosum* L.) under *in vitro* conditions]. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 29(2), 154–165. <https://doi.org/10.7161/anajas.2014.29.2.154-165>

5. Taşkın, T., & Erkan, S. (2013). Ege Bölgesi'nde yetiştirilen bazı patates (*Solanum tuberosum* L.) çeşitlerinde meristem kültürü yöntemi ile virüslerden arındırılmış üretim materyali elde edilmesi [Production of virus-free planting material by meristem culture in some potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars grown in the Aegean Region]. Bitki Koruma Bülteni, 53(4), 251–267.
6. Chikh-Ali, M., & Karasev, A. V. (2023). Virus diseases of potato and their control. In M. E. Çalışkan, A. Bakhsh, & K. Jabran (Eds.), Potato production worldwide (pp. 199–212). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822925-5.00008-6>
7. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2025). FAOSTAT: Crops and livestock products (trade) [Data set]. Retrieved January 15, 2026, from <https://www.fao.org/faostat/en/#data/TCL>
8. Gajimuradova, A. M., Kirgizova, I. V., Silayev, D. V., Turpanova, R. M., Ismukanova, G. Zh., & Shvidchenko, V. K. (2023). *In vitro* potato variability and its effect on tuber nutritional properties. Herald of Science of S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, (2[117]), 69–78. [https://doi.org/10.51452/kazatu.2023.2\(117\).1417](https://doi.org/10.51452/kazatu.2023.2(117).1417)
9. Hajare, S. T., Chauhan, N. M., & Kassa, G. (2021). Effect of growth regulators on *in vitro* micropropagation of potato (*Solanum tuberosum* L.) Gudienne and Belete varieties from Ethiopia. The Scientific World Journal, 2021, Article 5928769. <https://doi.org/10.1155/2021/5928769>
10. Hajiyeve, E., Mammadova, A., Allahverdiyev, E., Hajiyeve, S., Karimova, A., Shirinova, A., & Aliyev, R. (2024). Evaluation of genetic variation of potato (*Solanum tuberosum* L.) according to agrobiological characteristics. Danish Scientific Journal, (84), 12–15. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11395809>
11. Hanafi, Ramlawati, Ariyanti, E. L., Djuniarty, M. D., & Rahman, S. (2025). Propagation of potato seeds *in vitro* in various varieties and planting media. International Journal of Agronomy and Agricultural Research, 26(3), 8–15. <https://innspub.net/propagation-of-potato-seeds-in-vitro-in-various-varieties-and-planting-media/>
12. James-Forest, M., Ojeda-Zacarías, M. del C., Cham, A. K., Lozoya-Saldaña, H., Vázquez-Alvarado, R. E., Olivares-Sáenz, E., & Ibarra-López, A. (2025). Biotic elicitor-driven enhancement of *in vitro* micropropagation and organogenesis in *Solanum tuberosum* L. cv. Fianna. BioTech, 14(4), Article 77. <https://doi.org/10.3390/biotech14040077>
13. Kennedy, G., Raneri, J. E., Stoian, D., Attwood, S., Burgos, G., Ceballos, H., Ekesa, B., Johnson, V., Low, J. W., & Talsma, E. F. (2019). Roots, tubers and bananas: Contributions to food security. In P. Ferranti, J. R. Anderson, & E. M. Berry (Eds.), Encyclopedia of food security and sustainability (Vol. 3, pp. 231–256). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21537-0>
14. Sputnik Azərbaycan. (2020, March 5). Azerbaydzhanskiye uchenyye vyrastili chetyre novykh sorta kartofelya [Azerbaijani scientists have grown four new potato varieties]. <https://az.sputniknews.ru/20200305/azerbaijan-kartofel-vyrashheny-chetyre-novyh-sortov-423325981.html>
15. Zhang, Z., Tian, R., Wang, K., Zhou, J., Song, H., Wang, Z., Jiao, G., Du, Y., Huang, H., & Lv, D. (2026). Pathogenicity, resistance genes and integrated management strategies of Potato virus Y in potato. Viruses, 18(3), Article 343. <https://doi.org/10.3390/v18030343>

SANITATION OF LOCAL POTATO CULTIVARS BY BIOTECHNOLOGICAL METHODS: APPLICATION OF APICAL MERISTEM CULTURE

Müjgan Məsimli
Allahverdi Seyidov
Fəqan Ağayev

Azerbaijan State Agricultural University, Ganja, Azerbaijan

The aim of this study was to evaluate the *in vitro* regeneration characteristics of the local potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars Telman, Chanlibel, Ugur and Vagif in apical meristem culture and to determine the proportion of virus-free plant material obtained after meristem culture. Apical meristems 0.1–0.3 mm in size were excised under sterile conditions and inoculated onto Murashige and Skoog (MS) medium. Differences among cultivars were assessed at the proliferation, rooting and acclimatization stages. After three subcultures, the plantlets were tested for the presence of PVX, PVY and PLRV by DAS-ELISA. On hormone-free MS medium, mean shoot length differed significantly among cultivars, with the highest values recorded in Chanlibel (69.3 ± 0.7 mm) and Telman (68.9 ± 0.8 mm). The number of shoots per explant (6.1 ± 0.7) and the rooting percentage (95.0%) were numerically highest in Telman, whereas the number of roots per explant (5.4 ± 0.9) was highest in Ugur. The proportion of virus-free samples ranged from 83.3% to 93.3% across cultivars, but the differences among cultivars were not statistically significant. Overall, 106 of the 120 samples (88.3%) were ELISA-negative for PVX, PVY and PLRV. Normal vegetative growth was observed in all cultivars during acclimatization. The results indicate that apical meristem culture is an applicable biotechnological approach for the micropropagation of the studied local cultivars and for obtaining sanitized planting material.

Keywords: *Solanum tuberosum* L., apical meristem culture, potato viruses, DAS-ELISA, acclimatization

ОЗДОРОВЛЕНИЕ МЕСТНЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ: ПРИМЕНЕНИЕ КУЛЬТУРЫ АПИКАЛЬНЫХ МЕРИСТЕМ

Мюжган Масимли
Аллахверди Сеидов
Фаган Агаев

Азербайджанский государственный аграрный университет, Гянджа, Азербайджан

Целью исследования была оценка особенностей регенерации *in vitro* местных сортов картофеля (*Solanum tuberosum* L.) Тельман, Чанлибель, Угур и Вагиф в культуре апикальных меристем, а также определение доли безвирусного растительного материала, полученного после культивирования меристем. Апикальные меристемы размером 0,1–0,3 мм вычленили в стерильных условиях и инокулировали на питательную среду Мурасиге–Скуга (MS). Межсортные различия оценивали на этапах пролиферации, укоренения и акклиматизации. После трёх субкультивирований растения тестировали на наличие вирусов PVX, PVY и PLRV методом DAS-ELISA. На безгормональной среде MS средняя длина побега статистически значимо различалась между сортами; наибольшие значения отмечены у сортов Чанлибель ($69,3 \pm 0,7$ мм) и Тельман ($68,9 \pm 0,8$ мм). Число побегов на эксплант ($6,1 \pm 0,7$) и частота укоренения (95,0%) были численно выше у сорта Тельман, а число корней на эксплант ($5,4 \pm 0,9$) — у сорта Угур. Доля безвирусных образцов варьировала по сортам от 83,3 до 93,3%, однако различия между сортами не были статистически значимыми. В целом 106 из 120 образцов (88,3%) дали отрицательный результат в ИФА на PVX, PVY и PLRV. На этапе акклиматизации у всех сортов наблюдалось нормальное вегетативное развитие. Полученные результаты показывают, что культура апикальных меристем является применимым биотехнологическим подходом для микроклонального размножения изученных местных сортов и получения оздоровленного посадочного материала.

Ключевые слова: *Solanum tuberosum* L., культура апикальных меристем, вирусы картофеля, DAS-ELISA, акклиматизация

Daxil oldu:

01.06.2026

Çap edildi:

19.10.2026