



<https://doi.org/10.70728/a.series.tab.v08.i06.062>

UDK: 57.085.25

MYROBALAN 29C (*PRUNUS CERASIFERA* L.) EKSPLANTLARIDA IN VITRO SHAROITIDA KALLUS INDUKSIYASI UCHUN KULTURA MUHITLARI VA O‘SISH REGULYATORLARINI OPTIMALLASHTIRISH.

¹Salomov Y.M., ²Sultonova N.M

Guliston davlat universiteti

salomovyodgor02@gmail.com

nigorakhonsultonova@gmail.com

Annotatsiya. Prunus turlarida in vitro sharoitida bir nechta biotexnologik usullar ishlab chiqilgan bo‘lib, ularning barchasi moslashuvchan kallus massasini hosil qilish uchun ishonchli protokolni talab qiladi. Xususan, Prunus cerasiferaning Myrobalan 29C namunalari ustida hali kallus to‘qimalar hosil qilinmagan edi. Biz bu natijaga asosida bir necha ozuqa muhitlar va fitogarmonlar ta’sirida optimal kallus hosil qilish pratokolini ishlab chiqdik. Ushbu natijalar bir necha takrorda olib borilib statistik (two-way ANOVA va Tukey test) tahlil qilindi. Eng yaxshi ozuqa muhiti WPM va eng yaxshi auksin 2.4-D sifatida baholandi.

Kalit so‘zlar: eksplantlar, o‘sish muhiti, in vitro, prunus cerasifera.l, ho‘l va quruq massa, nisbiy o‘sish.

Abstract. Several biotechnological methods have been developed for *Prunus* species under in vitro conditions, all of which require a reliable protocol for the production of proliferative callus mass. In particular, callus tissues had not previously been induced from Myrobalan 29C (*Prunus cerasifera* L.) samples. Based on this objective, we developed an optimal protocol for callus induction using different culture media and plant growth regulators. The experiments were conducted with several replications, and the results were statistically analyzed using two-way ANOVA and Tukey’s test. Among the tested media, WPM was identified as the most suitable culture medium, while 2,4-D was evaluated as the most effective auxin for callus induction.

Keywords: explants, culture medium, in vitro, *Prunus cerasifera* L., fresh and dry weight, relative growth.

Аннотация. Для видов рода *Prunus* в условиях *in vitro* разработан ряд биотехнологических методов, все из которых требуют надёжного протокола для получения активно пролиферирующей каллусной массы. В частности, для образцов Myrobalan 29C (*Prunus cerasifera* L.) каллусные ткани ранее не были получены. Исходя из этой задачи, нами был разработан оптимальный протокол индукции каллуса с использованием различных питательных сред и фитогормонов. Эксперименты проводились в нескольких повторностях, а полученные результаты были статистически проанализированы с применением двухфакторного дисперсионного анализа (two-way ANOVA) и теста Тьюки (Tukey test). Наилучшей питательной средой была признана WPM, а наиболее эффективным ауксином для индукции каллуса оказался 2,4-D.

Ключевые слова: экспланты, питательная среда, *in vitro*, *Prunus cerasifera* L., сырая и сухая масса, относительный рост.

Kirish. *In vitro* kallus kulturalaridan o‘simliklarni regeneratsiya qilish qishloq xo‘jaligi ekinlarini ko‘paytirish va takomillashtirishda muhim ahamiyat kasb etishi mumkin. Hujayra va kallus kulturalari genetik muhandislik hamda gen ko‘chirish usullari orqali ekinlarni yaxshilash uchun zarur shart hisoblanadi va bu usullar genetik jihatdan takomillashtirilgan o‘simliklar yaratishda kuchli vosita bo‘lib xizmat qiladi.

Prunus jinsiga mansub turlarning aksariyati *in vitro* sharoitida adventiv novdalar regeneratsiyasiga nisbatan rekaltsitrant hisoblanadi va yetilgan eksplantlardan organogenez haqida faqat kam sonli ma’lumotlar mavjud. Ba’zi bir tadqiqotchilar ma’lumotiga ko‘ra, *in vitro* ko‘paytirilgan o‘simliklardan olingan kallusda adventiv novda induksiyasini rag‘batlantirish ehtimoli yuqoriroqdir [1].

Daraxtlarning aksariyati payvandlash orqali ko‘paytiriladi va donor o‘simlik bir yoki ikkita madaniy daraxt klonidir. Gullash vaqtini sinxronlashtirish uchun klondan foydalanishning afzalligi bor.

Biroq, deyarli ekilgan daraxtlar, qari yoki yosh bo‘lishidan qat’i nazar, daraxtlarning sekin o‘sishi va sifatli mevalar bermaslikka olib kelishi mumkin bo‘lgan viruslar bilan kasallangan. Yaqin kelajakda bu daraxtlar virussiz daraxtlar bilan almashtirilishi kerak [2]. Turlarga bo‘lgan talab ortib borishi bilan an’anaviy usullardan tashqari samarali ommaviy ko‘paytirish usullari ishlab chiqilishi kerak [3].

Prunus spp. kallusi somatik organogenez va embriogenez, protoplast fuzion hamda gibridizatsiya uchun qo‘llanilgan. Shuningdek, u qishloq xo‘jaligi, bog‘dorchilik, o‘rmonchilik va sanoatda virusdan xoli o‘simliklarni ommaviy ko‘paytirish maqsadida ham qo‘llanilgan [4].

Ushbu yo‘nalishlarning ko‘pchiligi kallusning *in vitro* kulturasi bilan bog‘liq bo‘lib, *in vitro* kulturani rivojlantirish yo‘nalishlaridan biri - payvandtag va payvandust o‘rtasidagi moslikni aniqlashdir [5]. Moslik va nomoslikni nisbatan ishonchli erta aniqlash kallus

to‘qimalarini in vitro sharoitda fuzion qilish va birikish nuqtasida hujayralarning yopishishi hamda rivojlanishini kuzatish orqali ta‘minlanishi mumkin [6].

Kallus kulturalari ekinlarni takomillashtirishning noan‘anaviy usullari, masalan, protoplastlar fuzioni va genetik transformatsiya uchun foydali ekanligi aniqlangan. Kallus organogenezi orqali somaklonal variatsiyani induksiya qilish ham turli bog‘dorchilik ekinlarini yaxshilashda qo‘llanilgan. Kallusni nurlantirish va undan keyingi organogenez natijasida yangi variantlarni yaratish ekinlarni takomillashtirishda juda samarali usul ekanligi aniqlangan [7].

Kallus - bu hasharotlar yoki mikroorganizmlar hujumi yoxud stressli sharoitlarga javoban o‘simlik tomonidan hosil qilinadigan amorf, dedifferensiyalashgan, tartibsiz va notekis to‘qimadir. Kallus hosil bo‘lishi endogen gormonlar o‘rtasidagi ichki nisbat va signal uzatilishidagi o‘zgarishlar bilan qo‘zg‘atiladi; atrof-muhit signallari esa kallus hujayralarining differensiyalanishi yoki dedifferensiyalanishini induksiya qiladi yoki saqlab turadi [8].

Kallus organogenezining ahamiyatini inobatga olib, mazkur tadqiqotlar Myrobalan 29Cning (*Prunus cerasifera*.l) in vitro novda va barg segmentlaridan foydalanib, kallusdan hosil bo‘lgan adventiv novdalarni proliferatsiya qilish protokolini ishlab chiqish maqsadida olib borildi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi yetuk to‘qimalardan kallus induksiyasi uchun samarali protokol ishlab chiqish bo‘lib, olingan natijalar keyinchalik kallus fuzioni orqali moslikni sinashda qo‘llanishi mumkin. Ayrim hollarda ma‘lum bir genotip to‘qimasini olish uchun faqat yetuk to‘qima mavjud bo‘lishi mumkin [9].

Barg bandi, barg asosi, barg plastinkasining bir qismi hamda qo‘ltiq kurtakli poya qismlaridan kallus induksiyasi kallogenenez uchun eng maqbul eksplant turini aniqlash imkonini berishi mumkin.

Material va Metodlar.

Tadqiqotlar 2026-yil Guliston davlat universiteti, Agrobiotexnologiyalar va biokimyo ilmiy tadqiqot instituti in vitro laboratoriyasida olib borildi. Payvandtag sifatida tanlangan Myrobalan 29C ning sog‘lom meristema to‘qimalari Butenko usuli asosida sterilizatsiya qilinganda yaxshi natijalar olingan [10]. Kallus induksiyasi va novda regeneratsiyasi uchun Myrobalan 29C (*Prunus cerasifera*.l) ni laterial yon kurtaklari, novda va barg plastinkasidan olingan namunalarni o‘stish uchun uch xil MS (Murashige va Skooge, 1962), WPM (Lloyd va McCown, 1980), DKW (Driver va Kuniyuki, 1984) ozuqaviy muhitlarini makro, mikroelementlar, vitamin (micro and macro elements including-vitamins) komplekslari tanlab olindi va o‘sish regulyatorlari bilan boyitildi [11]. Kallus induksiyasi uchun o‘stirish regulyatorlari sifatida sitokinen (6-BAP) va auksin (2,4-D, NSK va IMK) turli xil konsentratsiyada qo‘llanildi. Kallus hosil bo‘lish jarayonini kuzatish va massasini baholashda (har biri 35 kunlik) natijalarni o‘lchash 3 qaytariqda amalga oshirildi. Har bir kallus ho‘l va quruq og‘irligi, uzunligi, sifati, nisbiy o‘sish sur‘ati va suv miqdori o‘lchandi (1-jadval).

Ushbu bosqich Myrobalan 29C ni kallus induksiya orqali ko‘paytirish (proliferation) tizimi uchun eng samarali oziqaviy muhit va o‘sinh regulyatorlarini aniqlash uchun muhim bo‘ldi. Bazal muhit pH 5,8 ga sozlandi va 121 °C harorat hamda 1,5 atm bosimda 20 daqiqa davomida avtoklavda sterilizatsiya qilindi. Oq rangli, tez o‘sovchi, mo‘rt (friable) kallus to‘qimasini induksiya qilish maqsadida barcha eksplantlar 430 sm³ o‘lchamdagi shisha idishlarga (50 ml muhit) joylashtirilib, 23 ± 2 °C haroratda qorong‘u sharoitda saqlandi.

1-jadval.

Myrobalan 29C ni kallus ko‘paytirish uchun ozuqa muhitlari va o‘stiruvchi regulyatorlarni tanlash.

Muhitlarning tartib raqami			Konsentratsiya miqdori mg/l			
			BAP	2,4-D	NSK	IMK
MS 1.1	DKW 1.1	WPM 1.1	0.5 mg/l	1 mg/l		
MS 1.2	DKW 1.2	WPM 1.2	0.5 mg/l	2 mg/l		
MS 1.3	DKW 1.3	WPM 1.3	0.5 mg/l	3 mg/l		
MS 2.1	DKW 2.1	WPM 2.1	0.5 mg/l		1 mg/l	
MS 2.2	DKW 2.2	WPM 2.2	0.5 mg/l		2 mg/l	
MS 2.3	DKW 2.3	WPM 2.3	0.5 mg/l		3 mg/l	
MS 3.1	DKW 3.1	WPM 3.1	0.5 mg/l			1 mg/l
MS 3.2	DKW 3.2	WPM 3.2	0.5 mg/l			2 mg/l
MS 3.3	DKW 3.3	WPM 3.3	0.5 mg/l			3 mg/l

Statistik tahlil. Parametrik ma’lumotlar ikki tomonlama dispersiya tahlili (Two-way ANOVA) yordamida statistik tahlil qilindi, Ikki faktorli dispersiya tahlili (Two-way ANOVA) natijalari ozuqa muhiti, auksin ishlovi va ularning o‘zaro ta’siri kallusning ho‘l massasiga (FW) statistik jihatdan sezilarli ta’sir ko‘rsatganligi aniqlandi. Ozuqa muhiti uchun $F = 1320.29$ va $p < 0.0001$, auksin uchun $F = 127.91$ va $p < 0.0001$, ozuqa muhiti va auksining o‘zaro ta’siri uchun esa $F = 30.29$ va $p < 0.0001$ qayd etildi. Ushbu natijalar barcha omillar kallusning ho‘l massasiga juda yuqori darajada ishonchli ta’sir ko‘rsatganligini tasdiqlaydi. So’ngra Windows uchun Prism GraphPad Prism versiyasi 4.0 yordamida Tukeyning (HSD) ko‘p martalik taqqoslash testi natijalariga ko‘ra, kallusning ho‘l massasi bo‘yicha 27 ta variant o‘rtasida statistik jihatdan sezilarli farqlar aniqlandi ($p < 0.05$), $p < 0.01$ da esa ular juda ahamiyatli edi.

Natijalar.

Steril laminar bokslarda kallus induksiyasi uchun ishlatiladigan to‘qima qismlarini ajratish uchun skalpel ishlatilgan: yon kurtakli novdalar va barg asosi poyaning bir qismi bilan; barg plastinka (yuza)si o‘rta tomirlari bilan 0,5 x 0,5 smda ishlatildi(1-rasm).



1-rasm. Kallus bilan qoplangan eksplant turi va eksplant maydoni darajasi(DCC). A- yon kurtakli novdalar. B- barg plastinka (yuza)si barg bandi bilan.

35 kun davomida hosil bo‘lgan kalluslar o‘simlik qismlaridan steril sharoitda skalpel yordamida ajratib olindi va bir ikki daqiqa sterilangan filt qog‘oz ustida to‘qima ustki qismlaridagi suv miqdori quritib daslab ho‘l massa keyinchalik 36 soat 60°C termostatda quritildi va quruq massasi tortib olindi. Namunalar 3 xil ozuqa muhitida 3 xil auksin 2.4-D, NSK va IMK 1, 2, va 3 mg/l tasirida qo‘llanildi. Natijada 27 xil variantda har bir muhitga 3 tadan eksplantlar ekildi. Eksplantlar 14, 21 va 28 kunlarda kuzatib borildi. Turli muhitlarda hosil bo‘lgan namunalar qaytariqlar o‘rtacha miqdorlari statistik tahlil qilindi. Quyida har bir variantning natijalari va 2-jadvaldagi raqamli ma’lumotlar asosida chuqur tahlil qilindi(2-jadval).

2-jadval.

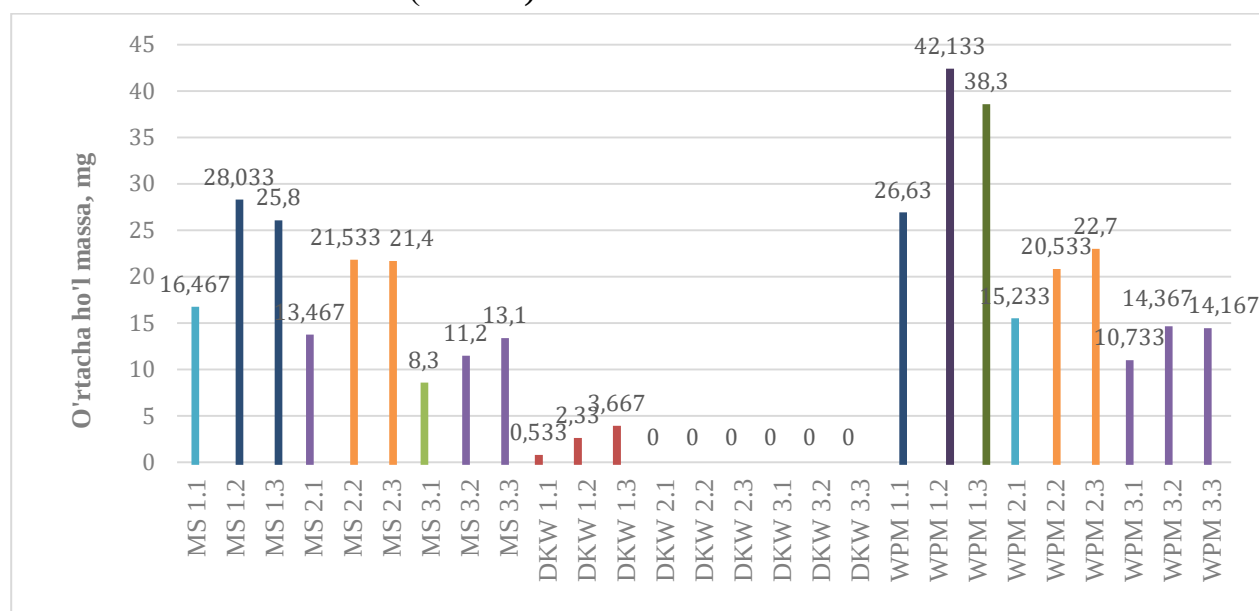
Turli xil muhitlarining kallusning yangi vaznga (FW), quruq vaznga (DW), suv miqdorining foiziga (PCWC) va nisbiy o‘shish sur‘atiga ta’siri.

&	1-qaytariq		2-qaytariq		3-qaytariq		O‘rtacha ho‘l (FW) massa - mg	O‘rtacha quruq (DW) massa - mg	Suv miqdori (PCWC) %	Nisbiy o‘shish sur‘ati - mg (1 kun)
	Ho‘l massa (FW) /mg	Quruq massa (DW) /mg	Ho‘l massa (FW) /mg	Quruq massa (DW) /mg	Ho‘l massa (FW) /mg	Quruq massa (DW) /mg				
MS 1.1	15.5	1.8	17.8	2.1	16.1	1.9	16.4	1.9	88.4	0.46
MS 1.2	26.7	3.1	28.1	3.3	29.3	3.4	28.0	3.2	88.5	0.8
MS 1.3	27.9	3.3	25.3	2.8	24.2	2.7	25.8	2.9	88.7	0.73
MS 2.1	12.1	1.4	13.6	1.6	14.7	1.7	13.4	1.5	88.8	0.38
MS 2.2	18.4	2	22.4	2.5	23.8	2.7	21.5	2.4	88.8	0.61
MS 2.3	22.6	2.5	23.1	2.5	18.5	2	21.4	2.3	89.2	0.61
MS 3.1	9.1	1	7.5	0.9	8.3	0.9	8.3	0.9	89.1	0.23
MS 3.2	12.8	1.4	9.7	1.1	11.1	1.3	11.2	1.2	89.2	0.32

MS 3.3	13.3	1.5	11.8	1.3	14.2	1.6	13.1	1.4	89.3	0.37
DKW 1.1	1.6	0.2	0	0	0	0	1.6	0.2	87.5	0.04
DKW 1.2	2.8	0.3	2.3	0.2	1.9	0.2	2.3	0.2	91.3	0.06
DKW 1.3	4.2	0.4	3.1	0.3	3.7	0.4	3.6	0.3	91.6	0.1
DKW 2.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DKW 2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DKW 2.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DKW 3.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DKW 3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DKW 3.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WPM 1.1	22.3	2.5	31.2	3.5	26.4	2.9	26.6	2.9	89.1	0.76
WPM 1.2	42.4	4.5	43.7	4.8	40.3	4.2	42.1	4.5	89.3	1.20
WPM 1.3	37.9	4.1	41.1	4.4	35.9	3.9	38.3	4.1	89.2	1.09
WPM 2.1	17.6	1.9	14.9	1.7	13.2	1.5	15.2	1.7	88.8	0.43
WPM 2.2	21.1	2.3	20.8	2.2	19.7	2.2	20.5	2.2	89.2	0.58
WPM 2.3	20.3	2.2	22.4	2.4	25.4	2.8	22.7	2.4	89.4	0.64
WPM 3.1	10.7	1.2	11.3	1.2	10.2	1.1	10.7	1.1	89.7	0.30
WPM 3.2	14.1	1.5	13.9	1.5	15.1	1.7	14.3	1.5	89.5	0.408
WPM 3.3	12.5	1.4	15.7	1.7	14.3	1.6	14.1	1.5	89.3	0.402

Natijalar shuni ko‘rsatdiki WPM ozuqa muhitida 2mg/l 2.4-D qo‘lanilganda eng katta massa, MS muhitida nisbatan kichikroq massa hosil bo‘ldi. DKW muhit esa faqat 2.4 -D ta’sirida juda kichik kalluslar hosil bo‘ldi. NSK tasirida ham kalluslar hosil bo‘lgan ammo 2.4 -D ta’siri

sezilarli ortgan. IMK da esa juda kichik kalluslar bor. NSK va IMK tasirida DKW muhitida umuman kalluslar hosil bo‘lmadi(2-rasm).



2-rasm. Turli ozuqa muhitlar, auksinlar va konsentratsiyalarda yangi kallusning o‘rtacha massasi.

Kallusning o‘shish ko‘rsatkichlari va suv miqdori. Barcha tajribalarda kallusning ikkita o‘shish ko‘rsatkichi va suv miqdori quyidagicha o‘rganildi:

Kallus suv miqdorining foizi (PCWC). Kallusning barcha namunalari pechda 36 soat davomida 60 °C da doimiy og‘irlikgacha quritildi. Bu xususiyat tenglamaga muvofiq hisoblab chiqildi. (1).

$$PCWC = \frac{FW - DW}{FW} 100 \quad (1).$$

Nisbiy o‘shish sur‘ati (1-kun) (RGR). Kallus ishlab chiqarish muhitida kultivatsiya qilishdan oldin kalluslar yuq edi va kultivatsiyadan 35 kun o‘tgach (W1) kalluslar tortildi. Nisbiy o‘shish sur‘ati (RGR) (2) tenglamaga muvofiq yangi vazn asosida hisoblab chiqildi.

$$RGR (\text{day}^{-1}) = [\ln(W_1) - \ln(W_0)] / \text{growth period} \quad (2).$$

O‘rtacha quruq massa (DW). Hosil bo‘lgan yangi ho‘l massalarni daslab 1-2 daqiqa filtr qog‘ozga saqlab og‘irligi o‘lchab olindi va 36 soat davomida quritish shkafida 60°C quritildi. Hosil bo‘lgan quruq to‘qimalar qayta og‘irligi o‘lchab olindi va tahlil qilindi.

MUHOKAMA

Olingan natijalar Myrobalan 29C eksplantlarini *in vitro* sharoitida sterilizatsiya qilish, eksplantlardan kallus to‘qimalarni olish va ko‘paytirishda uchala muhitda 3 xil auksin analoglari bilan ta’sir qilib ko‘rildi. WPM muhitida eng yaxshi sifatli massa hosil qilgan bo‘lsada MS muhitida ham nisbatan kalluslar hosil bo‘ldi. Buning afzalliklari auksin 2.4-D ta’sir etishi boshqa fitogarmonlarga nisbatan yaxshi natija ko‘rsatdi. DKW muhiti esa kallus ko‘paytirish uchun yaroqsiz ekanligini ko‘rish mumkin. NSK ham IMK ga nisbatan yaxshi natijalar berdi. Xulosa qilib shuni aytish mumkinki kallus to‘qimalar hosil qilishda nafaqat fitogarmonlar balki ozuqa

muhitlarining ham ahamiyati to‘g‘ri va mos muhitlarni tanlab olish sifatli, zich didifferinsiyalangan to‘qimalarni ko‘proq miqdorda olishni taminlaydi. Bu natija *Prunus* turkumidagi turli ildizpoyalar uchun olingan natijalarga, shuningdek, bodom bilan olingan natijalarga mos keladi [9].

Kallus induksiyasi paytida o‘simliklar turli xil kallus turlarini ishlab chiqargan, ularni makroskopik xususiyatlariga qarab kichik guruhlariga bo‘lish mumkin [8]. Ushbu mualliflarning fikriga ko‘ra, organ regeneratsiyasiz kallus ko‘pincha mo‘rt yoki ixcham kallus sifatida tavsiflanadi. Kallus qo‘shilishi orqali payvandlash mosligini o‘rganish uchun kallusdan o‘simlik regeneratsiyasi (embrionogenez yoki organogenez) maqsadga muvofiq emas edi va faqat mo‘rt kallus turi qo‘llanilgan [12]. Pina va boshqalarning fikriga ko‘ra kallus oldindan aytib bo‘ladigan tashkiliy shaklga ega emas, u bo‘shashgan va ingichka devorli parenxima hujayralari massasidan iborat [6].

Differentsiatsiyalanmagan hujayralar, meristem va cho‘zilish zonasidagi hujayralar simplazmatik jihatdan yaxshi bog‘langan, ammo ular farqlanib borgan sari asta-sekin ajralib chiqadi. Ehtimol, yangi hosil bo‘lgan kallus to‘qimalari ham simplazmatik domenlarga bo‘linadi [7].

XULOSALAR

Tadqiqotlar davomida Myrobalan 29C payvandtagini in vitroda kallus to‘qimalar orqali ko‘paytirishda optimal sharoiti protokoli ishlab chiqildi. Bunda kallus to‘qimalar hosil bo‘lishi WPM muhitida 2.4-D ta’sirida nisbatan jadal suratda rivojlandi. WPM muhiti fitogormonlar bilan birgalikda 28-35 kun ichida kallus to‘qimalar hosil qilishni ta’minlaydi. Ushbu protokol Myrobalan 29C payvandtagini keng miqyosda ko‘paytirishda kallus to‘qimalar olish uchun ishonchli usuldir.

Minnatdorchilik. Mualliflar Guliston davlat universiteti, Agrobiotexnologiyalar va biokimyo ilmiy tadqiqot instituti xodimlariga laboratoriya tajribalarida ko‘rsatgan yordamlari uchun minnatdorchilik bildiradilar.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. F.A. PEER va boshq. Callus induction and adventitious shoot regeneration in two genotypes of sweet cherry (*Prunus avium*). *Indian Journal of Agricultural Sciences* 82 (9): 737–41, September 2012. <https://doi.org/10.56093/ijas.v82i9.23825>
2. Cheong EJ, Kim CS, Kinard G, Li R. 2015. Evaluation of the status of the virus and viroid infection in flowering cherry (*Prunus yedoensis*) collections in Korea and the U.S. *J Plant Pathol* 97: 155-160.
3. Eun Ju Cheong. Organogenesis from Callus Derived from In Vitro Root Tissues of Wild *Prunus yedoensis* Matsumura. *Journal of Forest and Environmental Science* Vol. 35, No. 1, pp. 41-46, March, 2019 <https://doi.org/10.7747/JFES.2019.35.1.41>

4. Ružić Đ, Cerović R, Vujović T (2010). Uspostavljanje aseptične kulture in vitro novih vegetativnih podloga za trešnju, krušku i šljivu, [Establishment of aseptic culture in vitro for new vegetative rootstocks for cherry, pear and plum]. *Voćarstvo* 44(169/170):35-41.
5. Siwach P, Grover K, Gill AR (2011). The influence of plant growth regulators, explant nature and sucrose concentration on in vitro callus growth of *Thevetia peruviana* Schum. *Asian Journal of Biotechnology* 3:280-292.
6. Pina A, Errea P, Schulz A, Martens HJ (2009). Cell-to-cell transport through plasmodesmata in tree callus cultures. *Tree Physiology* 29:809-818.
7. Dragana M. S. and at all. In Vitro Callus Induction from Adult Tissues of Japanese Flowering Cherry Trees and Two Cherry Rootstocks. *Not Bot Horti Agrobo*, 2017, 45(2):392-399. DOI:10.15835/nbha45210899
8. Ikeuchi M, Sugimoto K, Iwase A (2013). Plant Callus: Mechanisms of induction and repression. *The Plant Cell* 25:3159-3173
9. Pascual L, Marin JA (2005). A liquid 2,4-D pulse increased shoot and root regeneration from leaf explants of adult *Prunus* rootstocks. *Scientia Horticulturae* 106(4):582-592
10. Y.M. Salomov, H.H. Qo‘shiyev, N.M. Sultonova. Myrobalan 29C (*Prunus cerasifera*.L) olxo‘ri payvantagini in vitro sharoitda ko‘paytirishdagi biotexnologik yondashuvlar. *NamDU ilmiy axborotnomasi*, 2025-(6), 210-214.
11. Salomov Y.M and at all. (2026). Selection of nutrient medium and growth regulators in in vitro microclonal propagation of plum rootstock myrobalan 29C (*Prunus cerasifera*.L). *INNOVATIONS IN TECHNOLOGY AND SCIENCE EDUCATION*. Vol. 5 No. 41 <https://sr-journals.org/index.php/ITSE>
12. Mng'omba SA, du Toit ES, Akinnifesi FK (2008). Early recognition of graft compatibility in *Upaca kirkiana* Muell Arg. clones, provenances and species. *Agroforestry Systems* 74(2):173-183.