



<https://doi.org/10.70728/a.series.tab.v08.i09.285>

UDK 633.88:635.71

DORIVOR EKINLAR XOMASHYOSI SIFATINI SHAKLLANTIRISHNING AGROBIOLOGIK ASOSLARI

Mamatqulova Umidaxon Mamadalievna
Mendeleyev NTM o‘qituvchisi.

Annotatsiya. Maqolada sug‘oriladigan o‘tloqi-bo‘z tuproqlar sharoitida dorivor tirnoqgul (*Calendula officinalis* L.) va qalampir yalpiz (*Mentha × piperita* L.) xomashyosining hosildorligi hamda biologik faol moddalar miqdoriga sug‘orish rejimi, organo-mineral o‘g‘itlash va yig‘im fazasining ta’siri bo‘yicha 2023–2025-yillardagi dala tajribalari natijalari bayon etilgan. Tirnoqgulda sug‘orishni cheklangan dala nam sig‘imiga nisbatan 60 % darajada o‘tkazish to‘pgullar hosilini 15–25 % ga kamaytirgani, ammo flavonoidlar miqdorini 0,52 % dan 0,71 % gacha oshirgani aniqlandi. Gektaridan flavonoidlar yig‘imi 70–70–60 % ChDNS rejimi va biogumus (5 t/ga) + N₄₅P₆₀K₄₀ fonida eng yuqori — 7,94 kg/ga bo‘ldi. Qalampir yalpizda organo-mineral o‘g‘itlash va gullash boshlanishida yig‘ish efir moyi miqdorini 2,7 % ga, moy yig‘imini 110,7 kg/ga ga yetkazdi; yig‘imning kechikishi bilan moydagi mentol ulushi ortib, menton kamaydi. Ikkilamchi metabolitlar to‘planishining stressga bog‘liq qonuniyatlari va ularni agrotexnik usullar bilan boshqarish imkoniyatlari asoslab berildi.

Kalit so‘zlar: dorivor tirnoqgul, qalampir yalpiz, dorivor xomashyo, flavonoidlar, efir moyi, mentol, sug‘orish rejimi, biogumus, ikkilamchi metabolitlar, farmakopeya talablari.

Аннотация. В статье изложены результаты полевых опытов 2023–2025 гг. по изучению влияния режима орошения, organo-минерального удобрения и фазы уборки на урожайность лекарственного сырья календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.) и мяты перечной (*Mentha × piperita* L.) и содержание в нём биологически активных веществ в условиях орошаемых лугово-сероземных почв. Установлено, что полив календулы при 60 % НВ снижал урожай соцветий на 15–25 %, но повышал содержание флавоноидов с 0,52 до 0,71 %. Максимальный сбор флавоноидов (7,94 кг/га) получен при режиме 70–70–60 % НВ на фоне биогумус 5 т/га + N₄₅P₆₀K₄₀. У мяты перечной organo-минеральное удобрение и уборка в начале цветения обеспечили содержание эфирного масла 2,7 % и сбор масла 110,7 кг/га; при запаздывании уборки доля ментола в масле возрастала, а ментона снижалась.

Ключевые слова: календула лекарственная, мята перечная, лекарственное сырьё, флавоноиды, эфирное масло, ментол, режим орошения, биогумус, вторичные метаболиты, фармакопейные требования.

Abstract. The paper reports the results of field experiments conducted in 2023–2025 on the effect of irrigation regime, organo-mineral fertilization and harvest stage on the yield of medicinal raw material and the content of biologically active compounds in pot marigold (*Calendula officinalis* L.) and peppermint (*Mentha × piperita* L.) grown on irrigated meadow-sierozem soils. Irrigating calendula at 60 % of field capacity reduced the inflorescence yield by 15–25 % but raised the flavonoid content from 0.52 to 0.71 %. The highest flavonoid yield (7.94 kg/ha) was obtained under the 70–70–60 % regime combined with vermicompost 5 t/ha + N₄₅P₆₀K₄₀. In peppermint, organo-mineral fertilization and harvesting at the onset of flowering gave an essential oil content of 2.7 % and an oil yield of 110.7 kg/ha; delayed harvest increased the menthol share and decreased menthone in the oil.

Keywords: pot marigold, peppermint, medicinal raw material, flavonoids, essential oil, menthol, irrigation regime, vermicompost, secondary metabolites, pharmacopoeial requirements.

Kirish. Dorivor o‘simliklar xomashyosiga bo‘lgan talab farmatsevtika, oziq-ovqat, parfyumeriya-kosmetika sanoatining rivojlanishi bilan muntazam ortib bormoqda. O‘zbekistonda bu sohani rivojlantirishga alohida e‘tibor qaratilib, dorivor o‘simliklarni madaniy holda yetishtirish, plantatsiyalar tashkil etish va xomashyoni chuqur qayta ishlash davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biri sifatida belgilangan [1]. Yovvoyi tabiiy zaxiralarning cheklanganligi va ularni muhofaza qilish zarurati madaniy plantatsiyalarda sifatli, standartlashtirilgan xomashyo yetishtirish texnologiyalarini ishlab chiqishni dolzarb qiladi.

Dorivor ekinlarning yem-xashak yoki oziq-ovqat ekinlaridan tubdan farqi shundaki, ularda iqtisodiy qiymatni biomasaning o‘zi emas, balki undagi biologik faol moddalar (BFM) — flavonoidlar, efir moylari, alkaloidlar, karotinoidlar, saponinlar va boshqa ikkilamchi metabolitlar belgilaydi. Shuning uchun dorivor o‘simlikshunoslikda samaradorlik mezoni xomashyo hosili va undagi BFM miqdorining ko‘paytmasi, ya’ni gektaridan olinadigan faol modda yig‘imi hisoblanadi. Bundan tashqari, xomashyo farmakopeya talablariga — namlik, kul, ekstraktiv moddalar, og‘ir metallar va nitratlar miqdoriga javob berishi shart [2;9].

Adabiyotlarda ikkilamchi metabolitlar sintezi o‘simlikning o‘sish jarayonlari bilan raqobatli munosabatda bo‘lishi qayd etilgan. «O‘sish–himoya balansi» gipotezasiga ko‘ra, resurslar (suv, azot) yetarli bo‘lganda assimilyatlar asosan biomassa hosil qilishga sarflanadi. O‘rtacha stress sharoitida esa o‘sish sekinlashib, uglerod va energiyaning bir qismi himoya birikmalari sinteziga yo‘naltiriladi [4;6]. D. Selmar va M. Kleinwächter qurg‘oqchilik stressida xloroplastlarda NADPH ortiqcha to‘planishi (over-reduction) ikkilamchi metabolitlar sintezini rag‘batlantirishini ko‘rsatgan [4;5]. Bu esa dorivor ekinlarda sug‘orish va oziqlantirishni oddiy «maksimal hosil» mantiqi bilan emas, balki sifatga yo‘naltirilgan holda boshqarish zarurligini bildiradi.

Dorivor tirnoqgul (*Calendula officinalis* L.) — to‘pgullari flavonoidlar, karotinoidlar va triterpen saponinlarga boy, yallig‘lanishga qarshi va yara bitiruvchi vosita sifatida keng qo‘llaniladigan ekin [15]. Qalampir yalpiz (*Mentha × piperita* L.) esa efir moyi va uning asosiy komponenti — mentol manbai sifatida eng ko‘p yetishtiriladigan efir moyli ekinlardan biridir [7;14]. Bu ikki ekin xomashyo turi (to‘pgul va o‘t), BFM sinfi (fenol birikmalar va terpenoidlar) hamda yig‘im xususiyatlari bo‘yicha farq qilgani uchun ular misolida sifatni shakllantirishning umumiy qonuniyatlarini o‘rganish qulay.

O‘zbekistonning sug‘oriladigan sharoitida bu ekinlarning hosildorligi va xomashyo sifatiga sug‘orish rejimi, organik va mineral o‘g‘itlarning birgalikdagi ta’siri hamda yig‘im muddati bo‘yicha kompleks ma’lumotlar yetarli emas. Ishlab chiqarishda ko‘pincha yem va sabzavot ekinlari uchun mo‘ljallangan sug‘orish va o‘g‘itlash me’yorlari qo‘llanilmoqda, bu esa xomashyoda BFM miqdorining pasayishiga va nitratlar to‘planishiga olib kelishi mumkin.

Sug‘oriladigan o‘tloqi-bo‘z tuproqlar sharoitida dorivor tirnoqgul va qalampir yalpiz xomashyosining hosildorligi hamda sifatini sug‘orish rejimi, organo-mineral oziqlantirish va yig‘im fazasini optimallashtirish orqali boshqarishning agrobiologik asoslarini ishlab chiqish.

Sug‘orish rejimi, o‘g‘itlash tizimi va yig‘im fazasining tirnoqgul to‘pgullari hamda qalampir yalpiz o‘ti hosildorligi, biologik faol moddalar (flavonoidlar, karotinoidlar va efir moyi komponentlari — mentol, menton) miqdori va tarkibiga ta’sirini aniqlash, xomashyoning farmakopeya sifat ko‘rsatkichlari va nitratlar miqdorini baholash hamda biologik faol moddalar (BFM) yig‘imini maksimal darajaga yetkazuvchi maqbul agrotexnik parametrlarni ilmiy asoslash.

Tadqiqot materiallari va metodologiyasi: Tadqiqot ob’ekti sifatida dorivor tirnoqgulning navi va qalampir yalpizning navi olindi. Tajribalar 2023–2025-yillarda dalasida, sug‘oriladigan o‘tloqi-bo‘z tuproqlar sharoitida o‘tkazildi. Haydalma qatlamda gumus miqdori 1,12–1,26 %, umumiy azot 0,082 %, harakatchan fosfor 22–26 mg/kg, almashinuvchan kaliy 240–270 mg/kg, pH 7,4–7,6. Tuproq o‘rta qumoq, ChDNS 24,8 %, sizot suvlari sathi 2,0–2,5 m, sho‘rlanish kuchsiz (quruq qoldiq 0,18–0,22 %) [13].

Ikki ikki omilli dala tajribasi bo‘lib-bo‘lib joylashtirilgan delyankalar usulida, 3 takrorlikda o‘tkazildi; hisobga olinadigan delyanka maydoni 28 m².

- ✓ 1-tajriba — dorivor tirnoqgul:
- ✓ A omil (sug‘orishdan oldingi tuproq namligi, ChDNSga nisbatan %, rivojlanish davrlari bo‘yicha): A₁ — 60–60–60; A₂ — 70–70–60; A₃ — 80–80–70.
- ✓ B omil (o‘g‘itlash): B₁ — o‘g‘itsiz (nazorat); B₂ — N₆₀P₆₀K₄₀; B₃ — N₉₀P₉₀K₆₀; B₄ — biogumus 5 t/ga + N₄₅P₆₀K₄₀.
- ✓ 2-tajriba — qalampir yalpiz (ikkinchi va uchinchi yillik plantatsiya, sug‘orish rejimi 70–75–70 % ChDNS):
- ✓ A omil (o‘g‘itlash): A₁ — nazorat; A₂ — N₆₀P₆₀K₄₀; A₃ — N₉₀P₉₀K₆₀; A₄ — biogumus 5 t/ga + N₄₅P₆₀K₄₀.
- ✓ B omil (yig‘im fazasi): B₁ — g‘unchalash; B₂ — gullash boshlanishi (10–15 %); B₃ — ommaviy gullash (50 % dan ortiq).

Tirnoqgul aprel oyining 1-o‘n kunligida 60 sm qator orasi bilan, 8 kg/ga urug‘ me‘yorida ekildi, ko‘chat qalinligi 140–150 ming tup/ga ga keltirildi. Yalpiz ildizpoyalar bilan kuzda 70 sm qator orasi bilan o‘tqazilgan. Biogumus va fosfor-kaliyli o‘g‘itlarning 70 % i asosiy ishlov berish ostiga, azot va qolgan PK 2 muddatda oziqlantirish sifatida berildi. Tuproq namligi termostat-vaznli usulda har 5–7 kunda 0–60 sm qatlamda nazorat qilindi; sug‘orish me‘yori namlik tanqisligi bo‘yicha hisoblandi [3]. Tirnoqgul to‘pgullari to‘liq ochilganda har 4–6 kunda qo‘lda yig‘ildi (mavsumda 14–18 marta), yalpiz o‘ti mavsumda 2 marta o‘rildi.

Kuzatuv va tahlil usullari. Dala tajribalari B.A. Dospexov uslubiyati [10] bo‘yicha, dorivor xomashyoni yig‘ish va birlamchi ishlov berish JSST ning yaxshi qishloq xo‘jaligi va yig‘ish amaliyoti (GACP) tavsiyalariga [2] muvofiq o‘tkazildi:

- ✓ xomashyo 35–40 °C haroratda soyada (qurituvchi kamerada) qoldiq namlik 10–12 % ga qadar quritildi; hosil havoda quruq xomashyo bo‘yicha hisoblandi;
- ✓ tirnoqgul to‘pgullarida flavonoidlar yig‘indisi — alyuminiy xlorid bilan kompleks hosil qilish asosidagi differensial spektrofotometriya usulida ($\lambda = 410 \text{ nm}$), rutin bo‘yicha hisoblandi; karotinoidlar yig‘indisi — atseton-geksan ekstraktida spektrofotometrik usulda ($\lambda = 450 \text{ nm}$) [11];
- ✓ yalpizda efir moyi miqdori — Klevendjer tipidagi apparatda gidrodistillyatsiya usulida (3 soat), havoda quruq xomashyoga nisbatan, % (hajm/massa) [9; 12]; efir moyi tarkibi — gaz xromatografiya-mass-spektrometriya (GX-MS) usulida, komponentlar ulushi maydonlar normallashtirish usulida hisoblandi;
- ✓ farmakopeya ko‘rsatkichlari — namlik, umumiy kul, 10 % xlorid kislotada erimaydigan kul, ekstraktiv moddalar (70 % li etanol bilan) — Davlat farmakopeyasi uslublari bo‘yicha [9]; nitratlar — ionometrik usulda;
- ✓ faol modda yig‘imi (kg/ga) = xomashyo hosili (t/ga) $\times$ BFM miqdori (%) $\times$ 10.

Ma‘lumotlar ikki omilli dispersion tahlil (split-plot ANOVA) va Tyukey HSD testi yordamida ($p \leq 0,05$) qayta ishlandi. Tuproq namligi bilan BFM miqdori o‘rtasidagi bog‘liqlik chiziqli regressiya orqali baholandi. Hisob-kitoblar R 4.3 (agricolae paketi) va Statistica 10 dasturlarida bajarildi. Jadvallarda uch yillik (yalpizda ikki yillik) o‘rtacha qiymatlar keltirilgan.

Natijalar. Tirnoqgul to‘pgullari hosili. Quruq to‘pgullar hosili sug‘orish rejimi va o‘g‘itlash bilan muntazam ortdi (1-jadval). Nazorat variantida hosil 60–60–60 % rejimda 0,72 t/ga, 80–80–70 % rejimda 0,93 t/ga ni tashkil etdi. Barcha sug‘orish rejimlarida biogumus + N₄₅P₆₀K₄₀ varianti eng yuqori hosil berdi: 1,01–1,33 t/ga. Bu teng miqdordagi fosforli mineral fonga (N₆₀P₆₀K₄₀) nisbatan 13–17 % ko‘p. Sug‘orishni 60 % ChDNS darajasida o‘tkazish to‘pgullar hosilini 70–70–60 % rejimga nisbatan 16–20 %, 80–80–70 % rejimga nisbatan 21–25 % ga kamaytirdi.

Biologik faol moddalar miqdori hosilga teskari tendensiyaning ko‘rsatdi. Tuproq namligi pasayishi bilan to‘pgullardagi flavonoidlar miqdori sezilarli ortdi: nazoratda 0,52 % (80 % ChDNS) dan 0,71 % (60 % ChDNS) gacha. Mineral azot me‘yoring oshishi (N₉₀P₉₀K₆₀) flavonoidlar miqdorini barcha rejimlarda 0,05–0,07 % ga kamaytirdi. Biogumusli variant esa

nazorat darajasidagi flavonoidlar miqdorini saqlab, hosilni oshirdi. Karotinoidlar miqdori ham shunga o‘xshash qonuniyatga bo‘ysundi va 30–43 mg/100 g oralig‘ida o‘zgardi.

Natijada gektaridan flavonoidlar yig‘imi 70–70–60 % rejim va biogumus + N₄₅P₆₀K₄₀ fonida eng yuqori bo‘ldi — 7,94 kg/ga. Bu nazoratdagi eng past ko‘rsatkichdan (4,84 kg/ga) 1,64 marta ko‘p. Eng ko‘p sug‘orilgan rejimda (80–80–70 %) yuqori hosilga qaramay flavonoidlar yig‘imi 6,92 kg/ga dan oshmadi.

1-jadval.

Sug‘orish rejimi va o‘g‘itlashning tirnoqgul xomashyosi hosili hamda sifatiga ta’siri (2023–2025-yillar o‘rtacha)

Sug‘orish rejimi, % ChDNS (A)	O‘g‘itlash (B)	Quruq to‘pgullar hosili, t/ga	Flavonoidlar, %	Karotinoidlar, mg/100 g	Flavonoidlar yig‘imi, kg/ga
60–60–60	Nazorat	0,72	0,71	41	5,11
60–60–60	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₀	0,88	0,68	39	5,98
60–60–60	N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	0,97	0,64	37	6,21
60–60–60	Biogumus 5 t/ga + N ₄₅ P ₆₀ K ₄₀	1,01	0,70	43	7,07
70–70–60	Nazorat	0,86	0,62	38	5,33
70–70–60	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₀	1,08	0,60	37	6,48
70–70–60	N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	1,21	0,56	35	6,78
70–70–60	Biogumus 5 t/ga + N ₄₅ P ₆₀ K ₄₀	1,26	0,63	40	7,94
80–80–70	Nazorat	0,93	0,52	33	4,84
80–80–70	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₀	1,15	0,51	32	5,87
80–80–70	N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	1,30	0,47	30	6,11
80–80–70	Biogumus 5 t/ga + N ₄₅ P ₆₀ K ₄₀	1,33	0,52	35	6,92
EKMFO ₅ (A omil)		0,07	0,04	2	0,42
EKMFO ₅ (B omil)		0,06	0,03	2	0,36

Tuproq namligi (W, % ChDNS) bilan flavonoidlar miqdori (F, %) o‘rtasida kuchli teskari chiziqli bog‘liqlik aniqlandi ($r = -0,93$):

$$F = 1\{, \}21 - 0\{, \}0088 \cdot W \cdot \sqrt{R^2 = 0\{, \}87}$$

Tenglamaga ko‘ra, sug‘orishdan oldingi tuproq namligining 10 % ga pasayishi flavonoidlar miqdorini o‘rtacha 0,09 % ga oshiradi. Shu bilan birga, flavonoidlar miqdori bilan to‘pgullar hosili o‘rtasida teskari bog‘liqlik ($r = -0,78$) saqlanadi. Shuning uchun faol modda yig‘imi bo‘yicha optimum o‘rtacha namlik rejimiga (70–70–60 %) to‘g‘ri keladi.

Qalampir yalpiz o‘t hosili va efir moyi. Yalpizda quruq o‘t hosili o‘g‘itlash va yig‘imning kechikishi bilan ortdi (2-jadval). Biogumus + N₄₅P₆₀K₄₀ fonida u g‘unchalashda 3,3 t/ga, gullash boshlanishida 4,1 t/ga, ommaviy gullashda 4,4 t/ga ni tashkil etdi. Barg

ulushi esa 64 % dan 51 % gacha kamaydi. Efir moyining asosiy qismi barglardagi bezli tukchalarda to‘planishi sababli, uning miqdori gullash boshlanishida maksimumga yetdi (2,4–2,7 %) va ommaviy gullashda 0,2–0,3 % ga pasaydi.

Efir moyi yig‘imi biogumus + N₄₅P₆₀K₄₀ fonida gullash boshlanishida eng yuqori bo‘ldi — 110,7 kg/ga. Bu nazoratdan 1,59 marta, teng azot me‘yoridagi mineral fondan (N₉₀P₉₀K₆₀) 18 % ko‘p. Azotning yuqori mineral me‘yori o‘t hosilini oshirgan bo‘lsa-da, efir moyi miqdorini biroz pasaytirdi (2,5 % dan 2,4 % gacha).

Efir moyi tarkibi. Yig‘im fazasi efir moyining komponent tarkibini sezilarli o‘zgartirdi. G‘unchalashdan ommaviy gullashgacha mentol ulushi 35–38 % dan 49–52 % gacha ortdi, menton esa 30–33 % dan 16–19 % gacha kamaydi. Organo-mineral fonda bu nisbat eng qulay bo‘ldi: gullash boshlanishida mentol 47 %, menton 21 %.

2-jadval.

O‘g‘itlash va yig‘im fazasining qalampir yalpiz xomashyosi hosili hamda efir moyi sifatiga ta’siri (2024–2025-yillar o‘rtacha)

O‘g‘itlash (A)	Yig‘im fazasi (B)	Quruq o‘t hosili, t/ga	Barg ulushi, %	Efir moyi, %	Efir moyi yig‘imi, kg/ga	Mentol, %	Menton, %
Nazorat	B ₁ g‘unchalash	2,4	62	2,1	50,4	37	31
Nazorat	B ₂ gullash boshlanishi	2,9	56	2,4	69,6	44	24
Nazorat	B ₃ ommaviy gullash	3,2	49	2,2	70,4	49	19
N ₆₀ P ₆₀ K ₄₀	B ₁	2,9	63	2,2	63,8	36	32
N ₆₀ P ₆₀ K ₄₀	B ₂	3,5	57	2,5	87,5	45	23
N ₆₀ P ₆₀ K ₄₀	B ₃	3,8	50	2,3	87,4	50	18
N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	B ₁	3,2	64	2,1	67,2	35	33
N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	B ₂	3,9	58	2,4	93,6	44	24
N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	B ₃	4,3	51	2,2	94,6	49	19
Biogumus + N ₄₅ P ₆₀ K ₄₀	B ₁	3,3	64	2,4	79,2	38	30
Biogumus + N ₄₅ P ₆₀ K ₄₀	B ₂	4,1	58	2,7	110,7	47	21
Biogumus + N ₄₅ P ₆₀ K ₄₀	B ₃	4,4	51	2,4	105,6	52	16
EKMF ₀₅ (A omil)		0,3	2	0,1	6,8	2	2
EKMF ₀₅ (B omil)		0,2	2	0,1	5,9	2	2

Xomashyoning farmakopeya sifat ko‘rsatkichlari. Barcha variantlardagi xomashyo namlik, umumiy kul va xlorid kislotada erimaydigan kul bo‘yicha farmakopeya talablariga javob berdi (3-jadval). Ekstraktiv moddalar miqdori organo-mineral fonda eng yuqori bo‘ldi: tirnoqgulda 38,2 %, yalpizda 29,3 %. Yuqori mineral azot me‘yori ($N_{90}P_{90}K_{60}$) ekstraktiv moddalarni 1,5–1,6 % ga kamaytirdi va nitratlar miqdorini nazoratga nisbatan 2,1–2,2 marta oshirdi (465 va 540 mg/kg). Biogumusli variantda nitratlar 290–320 mg/kg darajasida qoldi.

3-jadval.

Dorivor xomashyoning sifat ko‘rsatkichlari (tirnoqgulda 70–70–60 % rejim, yalpizda gullash boshlanishi fazasi)

Ko‘rsatkich	Tirnoqgul: nazorat	Tirnoqgul: $N_{90}P_{90}K_{60}$	Tirnoqgul: biogumus + $N_{45}P_{60}K_{40}$	Yalpiz: nazorat	Yalpiz: $N_{90}P_{90}K_{60}$	Yalpiz: biogumus + $N_{45}P_{60}K_{40}$
Namlik, %	9,8	10,1	9,9	10,4	10,6	10,2
Umumiy kul, %	8,1	8,6	8,3	9,4	10,2	9,6
10 % HCl da erimaydigan kul, %	0,9	1,1	0,9	0,8	1,0	0,8
Ekstraktiv moddalar (70 % etanol), %	36,4	34,8	38,2	27,6	26,1	29,3
Nitratlar, mg/kg	210	465	290	260	540	320

Iqtisodiy samaradorlik. Tirnoqgulda 70–70–60 % ChDNS rejimi va biogumus + $N_{45}P_{60}K_{40}$ fonida rentabellik 74 % ni tashkil etdi, 80–80–70 % rejimda esa sug‘orish xarajatlari ortishi hisobiga 66 % gacha pasaydi. Yalpizda organo-mineral fonda gullash boshlanishida yig‘ish efir moyi bo‘yicha eng yuqori shartli sof foydani ta‘minladi (rentabellik 81 %).

Tadqiqot natijalari dorivor ekinlarda xomashyo hosili va sifati turli, ko‘pincha qarama-qarshi agrobiologik qonuniyatlar asosida shakllanishini ko‘rsatdi. Yem ekinlarida asosiy maqsad biomassa va oqsilni ko‘paytirish bo‘lsa, dorivor ekinlarda ikkilamchi metabolitlar konsentratsiyasini saqlagan holda hosilni oshirish talab etiladi. Shuning uchun agrotexnik qarorlarning mezoni sifatida faol modda yig‘imi (kg/ga) qabul qilinishi kerak.

Tirnoqgulda tuproq namligi pasayishi bilan flavonoidlar miqdorining ortishi qurg‘oqchilik stressi ikkilamchi metabolizmni faollashtirishi haqidagi zamonaviy tasavvurlarga mos keladi [4;5;6]. Mo‘‘tadil suv tanqisligida og‘izchalar yopilib, CO_2 ning hujayra ichiga kirishi kamayadi. Natijada Calvin sikli sekinlashadi, lekin yorug‘lik reaksiyalari davom etadi va xloroplastlarda qaytarilgan ekvivalentlar (NADPH) ortiqcha to‘planadi. O‘simlik bu ortiqcha energiyani fenilpropanoid yo‘li orqali flavonoidlar kabi qaytarilgan birikmalar sinteziga sarflaydi [4]. Flavonoidlar esa antioksidant sifatida faol

kislorod shakllaridan himoya qiladi. Shu bilan birga, kuchli va uzoq davom etgan stress fotosintezni keskin cheklab, hosilni shu darajada kamaytiradiki, konsentratsiyaning ortishi gektaridan yig‘imni kompensatsiya qila olmaydi. Tajribada aynan shu holat kuzatildi: 60 % ChDNS rejimida flavonoidlar miqdori eng yuqori bo‘lsa-da, yig‘im bo‘yicha optimum 70–70–60 % rejimga to‘g‘ri keldi. Ushbu rejimda generativ davrda (gullashning ikkinchi yarmida) namlikni 60 % gacha pasaytirish «boshqariladigan stress» vazifasini bajaradi.

Mineral azotning yuqori me‘yori flavonoidlar va karotinoidlar miqdorini pasaytirdi. Bu «uglerod–ozuqa balansi» gipotezasi bilan izohlanadi: azot mo‘l bo‘lganda o‘simlik assimilyatlarni asosan oqsil va o‘shish jarayonlariga yo‘naltiradi, uglerodga boy himoya birikmalari (fenollar, terpenlar) sintezi esa nisbatan kamayadi [6]. Biogumusli variantda azot bosqichma-bosqich, mineralizatsiya tezligiga mos ravishda o‘zlashtiriladi. Shuning uchun o‘shish va ikkilamchi metabolizm o‘rtasidagi muvozanat buzilmaydi. Bundan tashqari, biogumus tarkibidagi gumin moddalar, fitogormonlar va mikroorganizmlar ildiz tizimining rivojlanishi va oziq moddalar o‘zlashtirilishini yaxshilaydi. Bu nitratlar miqdorining past bo‘lishida ham namoyon bo‘ldi: xomashyo xavfsizligi nuqtai nazaridan bu muhim ahamiyatga ega [2].

Qalampir yalpizda efir moyi miqdorining gullash boshlanishida maksimumga yetishi va keyinchalik pasayishi moy sintezi va to‘planishining bezli tukchalar rivojlanishi bilan bog‘liqligini tasdiqlaydi [7;14]. Barglar qarishi va to‘kilishi bilan bezli tukchalarning bir qismi shikastlanadi, monoterpenlar uchib ketadi. Ommaviy gullashda barg ulushining pasayishi ham moy miqdorining kamayishiga olib keladi. Shu bilan birga, ontogenez davomida mentonning mentolga qaytarilishi jadallashadi, chunki bu jarayonni katalizlovchi menton reduktaza fermentining faolligi yetilgan barglarda yuqori bo‘ladi [14]. Natijada kech yig‘imda moy miqdori kamaysa-da, uning sifati (mentol ulushi) yaxshilanadi. Demak, yig‘im muddati xomashyodan foydalanish maqsadiga qarab tanlanishi kerak: efir moyi yig‘imini maksimallashtirish uchun gullash boshlanishi, yuqori mentolli moy uchun esa ommaviy gullash fazasi maqbul.

Olingan natijalar efir moylari tarkibining genetik omillar bilan bir qatorda ekologik va agrotexnik omillar ta’sirida ham sezilarli o‘zgarishi haqidagi Ch. Franz va J. Novak xulosalariga [8] mos keladi. Tirnoqgul va yalpiz misolida aniqlangan qonuniyatlar — o‘rtacha suv tanqisligining ikkilamchi metabolizmni rag‘batlantirishi, organik azot manbalarining afzalligi va yig‘im fazasining BFM tarkibini belgilashi — boshqa flavonoidli va efir moyli dorivor ekinlar uchun ham umumiy agrobiologik asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

Tadqiqotning cheklovlari sifatida bitta tuproq-iqlim sharoiti va har bir ekinning bitta navi o‘rganilganini, shuningdek, flavonoidlar yig‘indisining spektrofotometrik usulda aniqlanganini (individual birikmalar YuSSX usulida tahlil qilinmaganini) qayd etish lozim. Keyingi tadqiqotlarda sug‘orishning tomchilatib usuli, mikroelementli o‘g‘itlar va stress-modulyatorlarning ta’sirini o‘rganish maqsadga muvofiq.

Xulosa. Dorivor ekinlarda yuqori va sifatli hosil olish uchun sug‘orish, oziqlantirish va yig‘im-terim muddatlarini biologik faol moddalar (BFM) miqdori bilan uyg‘un holda boshqarish zarur. Bunda agrotexnologiyaning asosiy mezonini nafaqat

xomashyo hosili, balki gektaridan olinadigan biologik faol moddalar yig‘imi bo‘lishi kerak. Tirnoqgulda **70–70–60 % ChDNS** sug‘orish rejimi va **biogumus 5 t/ga + N₄₅P₆₀K₄₀** oziqlantirish tizimi yuqori flavonoid hosilini ta‘minlaydi. Qalampir yalpizda esa organo-mineral oziqlantirish va **gullash boshlanishida yig‘ish** quruq biomassa hamda efir moyining yuqori hosilini beradi. Shu bilan birga, yuqori mineral azot me‘yorlaridan foydalanish BFM va ekstraktiv moddalar miqdorini kamaytirib, nitratlar to‘planishini oshiradi. **Shuning uchun dorivor ekinlar yetishtirishda organik va mineral o‘g‘itlarni maqbul nisbatda qo‘llash, suv rejimini me‘yorlash va xomashyoni optimal muddatda yig‘ish mahsulot hosildorligi, biologik faolligi va ekologik xavfsizligini ta‘minlashning eng muhim shartlari hisoblanadi.**

Ishlab chiqarishga tavsiyalar. Sug‘oriladigan o‘tloqi-bo‘z tuproqlarda dorivor tirnoqgul yetishtirishda biogumus 5 t/ga + N₄₅P₆₀K₄₀ o‘g‘itlash tizimini va 70–70–60 % ChDNS sug‘orish rejimini qo‘llash tavsiya etiladi. Qalampir yalpiz plantatsiyalarida xuddi shu o‘g‘itlash tizimi qo‘llanilib, efir moyi olish uchun o‘tini gullash boshlanishida, yuqori mentolli xomashyo olish uchun esa ommaviy gullash fazasida yig‘ish maqsadga muvofiq. Xomashyoni 35–40 °C dan yuqori bo‘lmagan haroratda quritish va GACP talablariga rioya qilish zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 10-apreldagi «Yovvoyi holda o‘sovchi dorivor o‘simliklarni muhofaza qilish, madaniy holda yetishtirish, qayta ishlash va mavjud resurslardan oqilona foydalanish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi PQ-4670-son qarori // Qonunchilik ma‘lumotlari milliy bazasi (lex.uz).
2. WHO guidelines on good agricultural and collection practices (GACP) for medicinal plants. — Geneva: World Health Organization, 2003. — 72 p.
3. Hornok L. (ed.). Cultivation and Processing of Medicinal Plants. — Chichester: John Wiley & Sons, 1992. — 338 p.
4. Selmar D., Kleinwächter M. Stress enhances the synthesis of secondary plant products: the impact of stress-related over-reduction on the accumulation of natural products // Plant and Cell Physiology. — 2013. — Vol. 54, No. 6. — P. 817–826.
5. Kleinwächter M., Selmar D. New insights explain that drought stress enhances the quality of spice and medicinal plants: potential applications // Agronomy for Sustainable Development. — 2015. — Vol. 35. — P. 121–131.
6. Gershenzon J. Changes in the levels of plant secondary metabolites under water and nutrient stress // Recent Advances in Phytochemistry. — 1984. — Vol. 18. — P. 273–320.
7. Sangwan N.S., Farooqi A.H.A., Shabih F., Sangwan R.S. Regulation of essential oil production in plants // Plant Growth Regulation. — 2001. — Vol. 34. — P. 3–21.
8. Franz Ch., Novak J. Sources of essential oils // Başer K.H.C., Buchbauer G. (eds.). Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications. — Boca Raton: CRC Press, 2010. — P. 39–81.

9. Государственная фармакопея СССР. — 11-е изд. — Вып. 1: Общие методы анализа. — М.: Медицина, 1987. — 336 с.; Вып. 2: Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырьё. — М.: Медицина, 1990. — 400 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). — 5-е изд. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
11. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др. Методы биохимического исследования растений. — 3-е изд. — Л.: Агропромиздат, 1987. — 430 с.
12. Clevenger J.F. Apparatus for the determination of volatile oil // Journal of the American Pharmaceutical Association. — 1928. — Vol. 17, No. 4. — P. 345–349.
13. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. — 2-е изд. — М.: Изд-во МГУ, 1970. — 487 с.
14. Croteau R.B., Davis E.M., Ringer K.L., Wildung M.R. (–)-Menthol biosynthesis and molecular genetics // Naturwissenschaften. — 2005. — Vol. 92. — P. 562–577.
15. Muley B.P., Khadabadi S.S., Banarase N.B. Phytochemical constituents and pharmacological activities of *Calendula officinalis* Linn (Asteraceae): a review // Tropical Journal of Pharmaceutical Research. — 2009. — Vol. 8, No. 5. — P. 455–465.