



Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije
Chamber of Agriculture and Forestry of Slovenia

TEHNOLOŠKA NAVODILA ZA NAMAKANJE

»Voda je ugodno prilagodljiva, a tudi neugodno minljiva« (B. Matičič)

**Avtor:
Marko Černe**

**s sodelavci:
Ana Ogorevc
Andreja Brence
Rajko Črv
Irena Friškovec
Marija Kalan
Valentina Šajn
Miran Torič
Irena Vrhovnik
Dragica Zadravec
Vojko Bizjak**

Ptuj, december 2020

PREDGOVOR	3
SPLOŠNI DEL.....	4
UVOD.....	4
1. UVEDBA NAMAKALNEGA SISTEMA	4
1.1 Splošno	4
1.2 Lokacijska informacija	5
1.3 Vodna pravica	6
1.4 Gradbeno dovoljenje	7
1.5 Presoja vplivov na okolje	8
2. PROJEKTIRANJE NAMAKALNEGA SISTEMA	8
3. NAMAKALNI PARAMETRI	8
3.1 Tla	9
3.2 Vremenske razmere	10
3.3 Kmetijska kultura	11
POSEBNI DEL	11
4. TEHNOLOŠKA NAVODILA ZA NAMAKANJE	11
4.1 NAMAKANJE POLJŠČIN	11
4.1.1 Koruza	12
4.1.2 Pšenica	13
4.1.3 Sladkorna pesa	14
4.1.4 Krompir	15
4.1.5 Lucerna	16
4.2 NAMAKANJE ZELENJADNIC.....	17
4.2.1 Paradižnik	17
4.2.2 Čebula	19
4.2.3 Paprika	20
4.2.4 Zelje	21
4.2.5 Korenček	22
4.2.6 Solata	23
4.2.7 Fižol	25
4.2.8 Grah	26
4.2.9 Kumare	27
VIRI IN LITERATURA.....	28

PREDGOVOR

Tehnološka navodila za namakanje predstavljajo pomoč pridelovalcem in kmetom pri namakanju različnih kultur. Namenjen je tudi svetovalcem pri vsakdanjem stiku s kmeti, študentom in dijakom kmetijskih smeri in vsem, ki jih namakanje zanima.

Tehnološka navodila za namakanje so nastala kot odgovor na potrebe kmetov, da se na praktičen, uporaben in sistematičen način objasni postopke namakanja kmetijskih kultur, ki so najpogosteje prisotne na naših njivah in vrtovih. Tehnološka navodila odgovarjajo sodobnim pristopom v namakanju in so usklajena z domačo in tujo strokovno literaturo s tega področja. Podatki v tehnoloških navodilih temeljijo na priznanih metodah in standardih namakanja v svetu in pri nas, tako da jih lahko uporabljajo kmetje in pridelovalci pri svojem delu in tudi strokovnjaki iz prakse, ki se ukvarjajo z namakanjem.

Člani strokovne skupine za namakanje pri KGZS so s svojimi prispevki, konstruktivnimi predlogi in nasveti dali pomemben prispevek h končni obliki in vsebini tehnoloških navodil za namakanje.

Tehnološka navodila se bodo v prihodnosti dopolnjevala z zahtevami in pričakovanji glede namakanja v kmetijski pridelavi.

Ptuj, december 2020

Marko Černe

SPLOŠNI DEL

UVOD

Kmetijstvo in voda sta neločljivo povezana. Voda je glavni omejevalni dejavnik pri pridelavi hrane. Namakanje je agrotehnični ukrep v rastlinski pridelavi, s katerim dodajamo potrebne količine vode za optimalno rast in razvoj kmetijskih rastlin s ciljem visokih in kakovostnih pridelkov.

Namakanje kmetijskih zemljišč je povezano z nastankom prvih človeških civilizacij sedem tisočletij pred našim štetjem. Poznani so različni sistemi in tehnike za namakanje pri Sumerjih, Egipčanih, na Kitajskem in v Indiji, v dolinah Evfrata in Tigrisa (današnji Irak), ki so bili z današnjega vidika sicer zelo enostavni in primitivni, a so dosegli svoj učinek. Davne civilizacije so v bistvu svoj obstoj in razvoj temeljile na izkoriščanju vode za pridelavo hrane.

Namakanje je del hidrotehničnih melioracij oziroma izboljšav tal s ciljem uravnavanja vodne bilance tal. Namakanje spada med zemljiške operacije in je danes pomembno tudi z vidika blaženja in prilagajanja na podnebne spremembe, zato je namakanje tudi ena od prednostnih vsebin bodoče kmetijske politike.

Tekom časa so se razvile različne tehnologije namakanja, ki jih v grobem delimo v dve skupini: namakanje brez rabe pritiska in namakanje s pomočjo pritiska. Površinsko namakanje, ki ne uporablja pritiska za transportiranje vode, ampak naravni padec terena, je najpogostejša tehnologija namakanja v svetu, saj se skoraj na dveh tretjinah namakanih zemljišč v svetu uporablja tak način, bodisi preplavno tehniko namakanja, bodisi namakanje v brazde. Namakanje s pomočjo pritiska, ki je pretežno uveljavljeno pri nas, je možno z različnimi tehnologijami in sistemi: cevni sistemi z razpršilci, bobenski namakalniki ali rolomati, centralni ali pivot sistemi, mini in mikrorazpršilci, podzemno namakanje ali kapljično namakanje. Vsak uporabnik si izbere tako tehnologijo namakanja, ki ustreza njegovim tlom, kmetijski kulturi in vodnemu viru za namakanje.

Kmetovalci spoznavajo, da postaja namakanje ključni dejavnik uspešne kmetijske proizvodnje in da je zanesljiva oskrba kmetijskih pridelkov z vodo življenjskega pomena za stabilen in kakovosten pridelek. Glede na naraščajoč pritisk na naše vodne vire lahko pričakujemo, da se bo poraba vode za različne namene v naslednjih desetletjih podvojila. Zato je posebej pomembno, da si tudi kmetijstvo zagotovi dovolj primernih vodnih virov za namakanje kmetijskih zemljišč.

1. UVEDBA NAMAKALNEGA SISTEMA

1.1 Splošno

Namakalni sistem je kmetijski infrastrukturni objekt, ki mora biti postavljen preden nastopi suša in ogrozi pridelke na naših njivah in vrtovih. Namakalna oprema služi za različne tehnologije oziroma načine nanašanja vode na kmetijske površine.

Namakanje je osnovni agrotehnični ukrep na področjih, kjer ni zadostnih padavin za kmetijsko pridelavo (aridna področja). Kjer pa je skupnih letnih padavin dovolj (kot pri nas)

in jih praviloma primanjkuje v obdobju intenzivne rasti in razvoja rastlin, govorimo o namakanju kot dopolnilnem ukrepu kmetijske proizvodnje.

Namakanje spada med zemljiške operacije, ki jih podrobno opredeljuje Zakon o kmetijskih zemljiščih (Uradni list RS št. 71/11, 58/12, 27/16, 21/17 in 79/17). Namakalni sistem je skup naprav za zagotovitev vode, njeno distribucijo in rabo z namenom zagotoviti rastlinam zadostno količino vode v tleh. Namakalni sistem je sestavljen iz odvzemnega objekta, dovodnega omrežja in namakalne opreme. Namakalni sistemi so lahko javni (lokalni ali državni) ali zasebni.

Predlogu za uvedbo lokalnega namakalnega sistema je treba priložiti:

- pogodbo med lastniki zemljišč na predvidenem območju lokalnega namakalnega sistema in lokalno skupnostjo,
- grafično prilogo, vrisano v zemljiškokatastrskem prikazu oziroma zemljiškokatastrskem načrtu z razvidnimi mejami parcel in parcelnimi številkami ter navedbo katastrske občine,
- seznam lastnikov zemljišč s podatki o njihovih osebnih imenih in naslovih prebivališč, EMŠO in površinah, ki jih imajo v lasti na predvidenem območju lokalnega namakalnega sistema,
- investicijski program ali dokument identifikacije investicijskega projekta,
- predpisana soglasja ali dovoljenja pristojnih organov, če se predlaga uvedba lokalnega namakalnega sistema na območjih varovanj in omejitev po posebnih predpisih, in
- vodno pravico za namakanje kmetijskih zemljišč.

Predlogu za uvedbo zasebnega namakalnega sistema pa je treba priložiti:

- grafično prilogo, vrisano v zemljiškokatastrskem prikazu oziroma zemljiškokatastrskem načrtu z razvidnimi mejami parcel in parcelnimi številkami ter navedbo katastrske občine,
- seznam lastnikov zemljišč s podatki o njihovih osebnih imenih in naslovih prebivališč, EMŠO, površinah, ki jih imajo v lasti na predvidenem območju zasebnega namakalnega sistema,
- predpisana soglasja ali dovoljenja pristojnih organov, če se predlaga uvedba zasebnega namakalnega sistema na območjih varovanj in omejitev po posebnih predpisih,
- sporazum o lastništvu bodočega zasebnega namakalnega sistema, in
- vodno pravico za namakanje kmetijskih zemljišč.

Namakalni sistem se uvede z odločbo ministrstva, pristojnega za kmetijstvo, iz katere so razvidni: meja območja namakalnega sistema, katastrske občine in parcelne številke zemljišč znotraj območja namakalnega sistema, katastrske občine in parcelne številke zemljišč, na katerih je predvidena gradnja odvzemnega objekta, in katastrske občine in parcelne številke zemljišč, na katerih je predvidena gradnja dovodnega omrežja, ki ni znotraj meje območja namakalnega sistema.

Ključni dokumenti, ki so potrebni za uvedbo namakanja so vodno dovoljenje, gradbeno dovoljenje (če je potrebno), presoja vplivov na okolje in odločba o uvedbi namakanja.

1.2 Lokacijska informacija

Osnovne podatke o zemljišču in omejitvah v prostoru lahko pridobimo iz *lokacijske informacije*. V njej izvemo, če je namakanje na zemljiščih dopustno in kakšna je namenska

raba prostora, saj je dovoljena uvedba zemljiških operacij zgolj na zemljiščih s kmetijsko namensko rabo. V lokacijski informacijo dobimo tudi podatke o območjih varovanj in omejitev po posebnih predpisih, o dopustnih gradnjah in podobno.

1.3 Vodna pravica

Za namakalni sistem je potrebno izbrati primeren in izdaten vodni vir, ki bo zagotavljal dovolj vode za namakanje tudi v vročih poletnih dneh. Pri tem je potrebno upoštevati konfiguracijo terena, oddaljenost kmetijskih zemljišč od mesta odvzema vode in vrste pridelkov, ki jih nameravamo namakati.

Možnosti so različne. Kot primeren vodni vir lahko izberemo površinske vode (reke, vodni zbiralniki, akumulacije, umetna jezera), podzemne vode (vrtine, vodnjaki), deževnico, vodo iz javnega vodovoda in morda v prihodnosti tudi prečiščene odpadne vode iz čistilnih naprav. Vsak od navedenih vodnih virov ima določene posebnosti, ki jih je potrebno upoštevati pri postopku pridobitve vodne pravice in namakanju.

Še pred oddajo vloge za pridobitev vodnega dovoljenja za namakanje je potrebno opredeliti območje namakanja z navedbo parcel in katastrskih občin. Pri tem je potrebno upoštevati, da se lahko namakanje uvede samo na zemljiščih z namensko kmetijsko rabo. Navedena zemljišča v vlogi za vodno dovoljenje pa morajo biti skladna z območjem, ki ga bomo navedli kasneje pri vlogi na MKGP za odločbo o uvedbi namakanja.

Izbira vodnega vira opredeljuje tudi potrebno dokumentacijo pri pridobivanju vodnega dovoljenja. Za vsako neposredno rabo vode za namakanje (razen za deževnico) je potrebno pridobiti vodno dovoljenje. Postopek za pridobitev se začne z vlogo prosilca na Direkcijo RS za vode, Hajdrihova 28c, 1000 Ljubljana, ki preveri ali je nameravana raba vode skladna z merili in pogoji za podelitev vodne pravice ter načrti upravljanja z vodami in preveri ali nameravana raba ne zmanjšuje ali onemogoča izvajanja obstoječih vodnih pravic drugih upravičencev. Po preverbi izda vodno dovoljenje.

Pri vlogi za pridobitev vodnega dovoljenja za neposredno rabo vode za namakanje kmetijskih zemljišč potrebujemo podatke o mestu odvzema vode, opredelitev največjih količin odvzema vode in obdobje rabe, seznam parcel, ki se bodo namakale (morajo biti skladne z parcelami, ki spadajo v območje namakalnega sistema in bodo navedene kasneje pri vlogi za odločbo o uvedbi namakanja), lastnosti namakalnega sistema in potrebne količine vode za namakanje ter jakost namakanja v mm/h.

Za odvzem vode iz vodotoka rabimo hidrološko poročilo na poziv DRSV, kar pomeni, da za vodotok ne obstajajo javni podatki o spremljanju (t.i. obratovalnega monitoringa) ekološko sprejemljivega pretoka (Qes, prej imenovan »biološki minimum«), ki je eden od kriterijev za zaščito voda. Ko pade pretok na Qes, odvzem vode iz vodotoka ni več dovoljen, zato nam pove, koliko vode je dovoljeno odzematati za namakanje.

Za odvzem vode iz izvira, vrtine, vodnjaka ali drenažnega zajetja potrebujemo kot obvezno prilogo hidrogeološko poročilo, ki ga izdelata ustrezna strokovna institucija.

Za podzemno vodo je potrebno opraviti črpalni preizkus, ki nam pove izdatnost vrtine ali vodnjaka in možnost za namakanje. Če vrtamo do globine 30 m izven varovanega ali ogroženega območja, ni potrebno pridobiti dovoljenja za raziskavo podzemnih voda. Če je globina vrtine nad 30 m, moramo pridobiti pred vrtnjem še omenjeno dovoljenje, prav tako

pa je potrebno pridobiti dovoljenje za raziskavo podzemnih voda, če se mesto odvzema vode nahaja na varovanem ali ogroženem območju. Pri vrtini nad 50 m globine potrebujemo še rudarski projekt vrtine.

Za rabo vode za namakanje iz javnega vodovodnega omrežja je prav tako potrebno pridobiti vodno dovoljenje. Ob tem moramo pridobiti tudi soglasje izvajalca vodne oskrbe prebivalstva s pitno vodo. Količina porabljene vode se z vodnim povračilom obračunava po nižji tarifi za kmetijsko rabo, ne sme pa se uporabljati za druge namene (pranje pridelkov, napajanje živine). Obstaja pa nevarnost, da v primeru pomanjkanja pitne vode za prebivalstvo v času daljših suš, prepove namakanje kmetijskih zemljišč ravno v času, ko bi vodo najbolj potrebovali.

Za rabo deževnice oziroma kapnice ne potrebujemo vodnega dovoljenja.

Raba prečiščenih odpadnih voda iz čistilnih naprav ni zakonsko urejena in trenutno tudi glede delovanja in načinov čiščenja odpadnih voda ne obstajajo dejanske možnosti za njeno uporabo v kmetijstvu.

Za tiste gradnje, ki lahko vplivajo na vodni režim in stanje voda, pa zanje, glede na Gradbeni zakon, ni treba pridobiti gradbenega dovoljenja (enostavni objekti), je treba pridobiti vodno soglasje, ki ga prav tako izda DRSV.

1.4 Gradbeno dovoljenje

Uvedba namakanja je poseg v prostor, zato je potrebno upoštevati tudi določbe gradbene zakonodaje. Za namakanje potrebujemo namreč tudi primerne objekte. Objekti se delijo na zahtevne, manj zahtevne, nezahtevne in enostavne objekte. Glede na zahtevnost gradnje se prilagaja tudi način pridobivanja mnenj in projektnih pogojev.

Za zahtevne in manj zahtevne objekte je potrebno pridobiti *gradbeno dovoljenje*, izdelati projekt za izvedbo gradnje, na koncu pa pridobiti tudi uporabno dovoljenje. Za nezahtevne objekte je potrebno gradbeno dovoljenje v precej zoženem obsegu dokumentacije in izdelati projekt izvedbenih del, pri enostavnih objektih pa je možna gradnja brez gradbenega dovoljenja.

Kam sodijo objekti, ki jih nameravamo zgraditi, ureja Uredba o razvrščanju objektov (Uradni list RS, št.37/2018). Namakalni sistemi (odzemni objekt, dovodno omrežje in namakalna oprema) spadajo med enostavne objekte. Splošna merila, ki jih mora izpolnjevati tak objekt, da spada med enostavne objekte so: višina ne sme presegati 5 m, globina ne sme presegati 2 m in njegov nosilni razpon ne sme presegati 4 m.

Odvzemni objekti, dovodno omrežje in namakalna oprema morajo izpolnjevati zgolj zgoraj navedena splošna merila za enostavne objekte.

Pri zadrževalnikih za akumulacijo vode in izvedbi vrtin ter rabo podzemnih voda za namakanje kmetijskih zemljišč pa so določene omejitve.

Enostavni objekti za potrebe namakanja so vodno zajetje, objekti za akumulacijo vode in namakanje, ki imajo prostornino razlivne vode do vključno 250 m³. Nezahtevni objekti za potrebe namakanja so vodno zajetje, objekti za akumulacijo vode in namakanje, ki imajo prostornino razlivne vode od 250 m³ do vključno 2000 m³. Nad mejo 2000 m³ so manj

zahtevni objekti.

Tudi črpanje podzemnih voda za namakanje (vrtine) ima določene omejitve z novim gradbenim zakonom. Do globine 10 m gre za enostavne objekte, za katere ne potrebujemo gradbenega dovoljenja, do globine 30 m so to nezahtevni objekti in nad 50 m zahtevni objekti. Vrtine globine od 30 m do 50 m so manj zahtevni objekti.

1.5 Presoja vplivov na okolje

Za izvedbo namakanja je potrebno vedeti tudi ali je potrebno za nameravano investicijo izvesti *presajo vplivov na okolje* (PVO), kar ureja Uredba o posegih v okolje, za katere je potrebno izvesti presajo vplivov na okolje. Ta uredba predvideva, da je PVO obvezna, če znaša površina namakanja nad 100 ha ali več ali prostornina akumulacije vsaj 10 milijonov m³ ali več. Če znaša površina namakanja nad 50 ha se v predhodnem postopku (PP) ugotovi, ali je PVO potrebna ali ne. Če gre za manjše površine od 50 ha, predhodni postopek ni potreben.

Zahtevek za začetek predhodnega postopka se na predpisanem obrazcu pošlje na Ministrstvo, pristojno za okolje v fizični ali elektronski obliki.

2. PROJEKTIRANJE NAMAKALNEGA SISTEMA

Z zgoraj navedeno pravnomočnostjo odločbe o uvedbi namakanja je zakonodajni postopek končan in lahko pristopimo k projektiranju namakalnega sistema. Za potrebe projektiranja namakalnega sistema moramo pridobiti podatke o potrebah kulturnih rastlin po vodi, o talno-hidroloških lastnostih tal, predvsem podatke o infiltraciji in vodno-zadrževalni kapaciteti tal in geodetske podlage kmetijskega zemljišča glede višinskih razlik in drugih lastnosti terena.

Projektiranje namakalnega sistema obsega: izračun parametrov, ki so pomembni za namakanje, razporeditev namakalne opreme, načrt razvodnega omrežja, lokacijo črpališča, hidravlične značilnosti namakalnega sistema in dimenzioniranje potrebne moči pogskega agregata (črpalke).

Izračun parametrov, ki so pomembni za namakanje obsega: skupno količino vode, ki jo rastlina potrebuje (v mm/vegetacijsko dobo ali m³/ha/vegetacijsko dobo), modul namakanja ali skupno količino vode preračunane na neprekinjeno dotekajočo vodo (v l/s/ha), normo namakanja (v m³/ha/1 namakanje) in turnus oziroma interval namakanja, ki pove v kolikem času se bo porabila voda, ki je bila glede na lastnosti tal, kmetijske kulture in vremenske razmere (padavine, evapotranspiracija) dostopna rastlinam (v dnevih) in jo je potrebno nadoknaditi z namakanjem.

Vsak namakalni sistem je specifičen in mora biti prilagojen razmeram na terenu, značilnostim kmetijske pridelave in talno-vodnim karakteristikam zemljišč, ki jih bomo namakali. Dimenzioniranje namakalnega sistema zahteva strokovno študijo, ki zajame vse navedene dejavnike, ki vplivajo na namakanje.

3. NAMAKALNI PARAMETRI

Voda se v tleh nahaja v zemeljskih porah. Voda vpliva na razvoj in dinamiko bioloških, fizikalnih in kemičnih procesov v tleh. Rastline lahko črpajo hranila samo v obliki talne

raztopine, poleg tega pa je voda nepogrešljiva za rast rastlin. Voda posredno vpliva tudi na druge lastnosti tal: temperaturo tal, zračnost tal, mikrobiološko aktivnost in drugo, zato je voda ključni dejavnik rodovitnosti tal.

Namakanje opredeljujejo tla, vremenske razmere in kmetijska kultura.

3.1 Tla

Talno-hidrološke lastnosti določata vodno-zadrževalna sposobnost tal in infiltracijska sposobnost. Tla so trifazni sistem, ki ga sestavljajo trdni delci, plini in tekočine. Trdni delci so različnih velikosti in pomembno vplivajo na lastnosti tal za zadrževanje vode v tleh. Na akumulacijo vode v tleh vpliva tudi struktura tal in prisotnost organske snovi, med katere spada tudi humus. Mehanska sestava tal (tekstura) opredeljuje sposobnost tal za zadrževanje vode oziroma t.i. vodno-retenzijske lastnosti tal.

Ko so vse talne pore zapolnjene z vodo, so tla zasičena, govorimo o *polni vodni kapaciteti*. Voda iz velikih por odteče po nekaj dneh, odvisno od tipa tal, iz lahkih tal po 1 dnevu, iz težkih tal v 3 dneh. To je t.i. gravitacijska voda, ki za rastline ni pomembna, napaja pa podtalnico. Takrat pride namesto vode v makropore zrak. Ko odteče gravitacijska voda, pridemo do vode, ki je pomembna za rast in razvoj rastlin. Ta voda je (odvisno od oddaljenosti od talnega delca) z večjo ali manjšo silo ali tenzijo vezana na talne delce in se imenuje »rastlinam dostopna voda«, točka, ko nastopi pa *poljska kapaciteta*. Zato ne namakamo preko točke poljske kapacitete, saj ta voda večinoma prej ali slej odteče, ne da bi koristila rastlinam.

Rastline črpajo iz tal vodo z raztopljenimi hranilnimi snovmi na osnovi razlik v tlaku celičnega soka, ta tlak pomeni sesalno moč koreninskega sistema. Največjo sesalno moč korenin doseže rastlina tik pred venenjem, povprečno se giblje od 10 do 30 barov pri kulturnih rastlinah, pri kaktusih celo do 100 barov. Razpoložljiva voda se tako v tleh nahaja med poljsko kapaciteto in *točko venenja*. Vodna kapaciteta tal je odvisna od strukture, teksture, prisotnosti organske snovi v tleh in kemijskih lastnosti.

Tla lahko primerjamo z vodnim rezervoarjem za rastline. Ko so tla nasičena z vodo, je rezervoar poln. Razpoložljiva voda pomeni razliko med vsebnostjo vode pri poljski kapaciteti in vsebnostjo vode pri točki venenja in je pretežno odvisna od strukture in teksture tal. Okvirne vrednosti razpoložljive vode v tleh se gibljejo od 25 do 100 mm/m tal pri lahkih tleh, od 100 do 175 mm/m tal pri srednje težkih tleh in od 175 do 250 mm/m tal pri težkih tleh.

Za namakanje kmetijskih zemljišč je pomembna tudi *stopnja infiltracije* vode v tla ali vpojna sposobnost tal. Pomembno je, da pri dnevnih obrokih namakanja ne presežemo stopnje infiltracije, saj s tem uničujemo strukturo tal, vplivamo na izpiranje hranil in po nepotrebnem trošimo preveč vode za namakanje ter povzročamo negativne vplive na okolje. Voda pronica hitreje v peščena, lahka kot glinasta, težka tla in tudi hitreje v suha kot mokra tla. Stopnja infiltracije tal je odvisna od teksture in strukture tal, vsebnosti vode v tleh, časa, zbitosti tal in ujetega zraka v tleh ter vsebnosti humusa.

Infiltracijsko sposobnost tal izražamo v mm/uro. Če je ta vrednost manjša kot 15 mm/h govorimo o nizki infiltracijski sposobnosti tal, vrednost od 15 do 50 mm/h pomeni zmerno in vrednost nad 50 mm/h visoko infiltracijsko sposobnost tal.

3.2 Vremenske razmere

Na praktično izvedbo namakanja vplivajo naslednji vremenski dejavniki: padavine, temperatura, zračna vlaga, sončno sevanje in veter. Zadnji štirje dejavniki opredeljujejo evapotranspiracijo, ki pomeni izhlapevanje s tal in rastlin, in je ključna pri izračunu namakalnih vrednosti.

Padavine lahko spremljamo sami in jih moramo upoštevati pri obračunu vodne bilance in namakanju.

Evapotranspiracija je zapleten pojav izhlapevanja vode iz zemeljske površine (evaporacija) in preko listnih rež iz rastline (transpiracija). V začetni fazi rasti rastline prevladuje izhlapevanje iz zemeljske površine, kasneje se z rastjo rastlin povečuje delež izhlapevanja iz rastline (transpiracija) in zmanjšuje izhlapevanje (evaporacija) z zemeljske površine. V zadnji fazi rasti in razvoja, ko rastlina praktično popolnoma prekrije zemeljsko površino, prevladuje transpiracija in je izhlapevanje iz zemeljske površine zmanjšano na minimum oziroma celo preneha.

Faktor, ki vrednoti deleža obeh vrst izhlapevanja (evaporacije in transpiracije) v različnih razvojnih obdobjih posamezne kulture, se imenuje *koeficient rastline* (kc) in je značilen za vsako rastlino in za vsako obdobje rasti in razvoja te rastline.

Rastna doba kulturne rastline je obdobje od setve oziroma presajanja do žetve ali pobiranja pridelkov. Odvisna je od vrste in sorte kmetijske kulture, vremenskih razmer in časa setve ali presajanja. Rastna doba kulturnih rastlin je različna, pri vsaki kulturi ločimo naslednje faze rasti in razvoja:

1. začetna (inicialna) faza, obdobje od setve ali presajanja do takrat, ko kultura prekrije približno 10 % kmetijske površine;
2. vegetativna (rastna) faza, od konca začetne faze do takrat, ko kultura prekrije 70 – 80 % površine, to ne pomeni nujno, da je rastlina že dosegla maksimalno višino;
3. generativna (ploditvena) faza, od konca razvojne faze do formiranja zrnja ali plodov, vključuje cvetenje in nastavek ter začetek polnjenja zrnja oziroma debeljenja plodov,
4. zrela (zadnja) faza, od konca generativne faze do žetve ali spravila plodov, vključuje obdobje od zorenja zrnja do konca spravila pridelka.

Razvojne faze so različno dolge in so navedene pri vsaki kulturi v dnevih (tabela 1). Za vsako fazo so določeni koeficienti rastline (kc), i.e. za vsako rastlino različni koeficienti rastline tekom rasti in razvoja, ki so pomembni za izvedbo namakanja.

Tabela 1: Primer izračuna skupne potencialne evapotranspiracije za koruzo

KORUZA	1. faza	2. faza	3. faza	4. faza	Skupno
trajanje v dnevih	30	50	60	40	180
koeficient kulture po razvojnih fazah – kc	0,40	0,80	1,15	0,70	
ET _o (povprečna referenčna evapotranspiracija) v mm/dan	2,9	4,0	4,5	2,8	
ET _c (potencialna evapotranspiracija) v mm	35	160	311	90	596

Za izračun potrebne količine vode za namakanje najprej izračunamo količino vode, ki jo rastlina porabi. Za ta izračun potrebujemo podatek o referenčni dnevni evapotranspiraciji, koeficientu rastline v posameznih razvojnih fazah in trajanju razvojnih faz v dnevih.

Povprečno evapotranspiracijo v mm/dan pomnožimo s koeficientom rastline v ustrezni fazi in dobimo skupno izhlapevanje oziroma porabo vode pri določeni kulturi.

Skupna potencialna evapotranspiracija (ETc) v mm znaša 596 mm za koruzo. Od te vrednosti moramo odšteti še padavine v mm, ki smo jih izmerili sami ali pa pridobili iz javnih podatkov ARSO. Ob tem upoštevamo učinkovitost padavin v višini 80 %, saj nekaj padavin odteče ali pa izhlapi. Od zgoraj izračunane količine skupnega izhlapevanja kulture odštejemo učinkovite padavine in dobimo poenostavljen izračun skupne potrebne količine vode, ki jo moramo dodati rastlinam v posameznih obdobjih z namakanjem.

3.3 Kmetijska kultura

Vsaka kmetijska kultura ima svoje značilnosti glede rasti in razvoja, globine koreninskega sistema, časa namakanja, urnika namakanja in obroka namakanja. Vsaka kultura ima specifične zahteve tudi glede uporabe namakalne tehnike.

V splošnem lahko rečemo, da je najprimernejša tehnologija za namakanje poljščin uporaba bobenskih namakalnikov ali rolomatov, cevnih sistemov z razpršilci in pivot sistemov. Za pridelavo zelenjadnic je najprimernejša tehnologija kapljično namakanje, tudi uporaba mini in mikrorazpršilcev, manj primerni so cevni sistemi in rolomati. Za namakanje trajnih nasadov je najprimernejše kapljično namakanje in oroševalni sistemi za protislansko zaščito trajnih nasadov.

POSEBNI DEL

V posebnem delu tehnoloških navodil za namakanje so po vsebinskih sklopih predstavljene splošne značilnosti kmetijske kulture (1), skupna poraba vode v vegetaciji (2), faze rasti in razvoja posameznih kultur ter njihovega trajanja (3), potrebe posameznih kultur po vodi in značilnosti koreninskega sistema (4). Za izračun potencialne evapotranspiracije so navedeni koeficienti posameznih kultur po različnih fazah razvoja rastlin – kc (5).

Glede pomanjkanja vlage v tleh so predstavljene kritične faze v obdobju rasti pri posameznih kulturah (6) in dovoljeno znižanje količine vode v tleh (7), da ne vpliva na padec pridelka. Za večino kmetijskih kultur je znižanje do 50 % ($p = 0,5$) sprejemljivo. Pri različnih kmetijskih rastlinah je pomembna izbira ustrezne tehnologije namakanja (8) in vpliv namakanja na višino in kakovost pridelka teh kultur ter nekatere posebnosti namakanja posameznih kultur (9).

4. TEHNOLOŠKA NAVODILA ZA NAMAKANJE

4.1 NAMAKANJE POLJŠČIN

Čeprav se namakanje kot najvišjo obliko kmetijske pridelave pri nas uporablja predvsem v pridelavi hmelja, vrtnin in delno tudi v sadjarstvu, se vedno bolj čuti tudi potreba po namakanju poljščin, ki zagotavlja stabilno pridelavo in obilne ter kakovostne pridelke. Pri namakanju poljščin pa moramo upoštevati značilnosti tal, vremenske razmere in lastnosti posameznih poljščin glede na čas in trajanje namakanja ter izbrati primerno tehnologijo oziroma način namakanja.

V poljedelstvu se lahko uporabljajo vse razpoložljive tehnologije namakanja: kapljično namakanje, pivot sisteme, oroševanje z bobenskimi namakalniki (rolomati) ter razpršilci ali z mikrorazpršilci. Možno je tudi površinsko namakanje, kjer talne razmere in konfiguracija terena to omogočata in tudi uporaba pivot sistemov za namakanje poljščin. Za določene kulture je značilno pretežno kapljično namakanje (hmelj, buče, delno tudi koruza), razpršilce uporabljamo pri pridelavi krompirja, bobenske namakalnice pa pri pridelavi koruze, pšenice, krompirja in tudi sladkorne pese.

4.1.1 Koruza

(1)

Koruza (*Zea mays*) je naša najpomembnejša poljščina, uspeva na različnih tleh in v različnih klimatskih razmerah, najnižja temperatura za kalitev zrnja je 10 °C, optimalna med 18 in 20 °C. Koruza je zelo občutljiva na zmrzal, še posebno v začetni fazi po kalitvi, prenaša pa visoke temperature in suho ozračje tudi do 45 °C, vse dokler je na razpolago dovolj vlage v tleh. Koruza uspeva praktično na vseh tleh, slabše uspeva le na izrazito težkih glinastih in lahkih zelo peščenih tleh. Zaradi neenakomerne razporeditve padavin in neugodnih talno-hidroloških lastnosti je pri nas koruzi le redko dostopna optimalna količina vode za njeno rast in razvoj ter obilen in kakovosten pridelek.

(2)

Pri koruzi znaša izhlapevanje od 500-800 mm, povprečno 650 mm, je občutljiva na sušni stres, pomanjkanje vode vpliva na nižje rastline, lažja zrnja in lažje storže.

(3)

Rastna doba koruze je od 125 do 180 dni. Pri koruzi ločimo naslednje faze rasti in razvoja:

1. začetna faza, obdobje od setve do takrat, ko koruza prekrije 10 % kmetijske površine, do 30 dni;
2. vegetativna faza, od konca začetne faze do takrat, ko koruza prekrije 70 – 80 % površine, to ne pomeni nujno, da je rastlina že dosegla maksimalno višino, do 50 dni;
3. generativna faza, od konca razvojne faze do formiranja zrnja, vključuje cvetenje in nastavek ter začetek polnjenja zrnja, do 60 dni; in
4. faz zorenja, od konca generativne faze do žetve ali pobiranja plodov, vključuje obdobje od zorenja zrnja do konca spravila pridelka, do 40 dni.

(4)

Koreninski sistem koruze sega tudi do 2 m globine, glavna masa korenin se sicer nahaja v globini 0,8 do 1,0 m ($D = 0,8 - 1,0$), iz katere koruza črpa 80 % svojih potreb po vodi. Razvoj koreninskega sistema koruze je močno odvisen od razporeditve padavin in uporabljene tehnologije namakanja ter od teksture in strukture tal ter nivoja podzemne vode.

(5)

Koeficient rastle kc je v začetni fazi (30 dni) 0,40, v vegetativni fazi (50 dni) 0,80, v generativni fazi (60 dni) 1,15, v zreli fazi 0,70, pri žetvi pade na 0,55.

(6)

Kritične faze so metličenje in cvetenje koruze (tudi 50 % nižji pridelek) ter faza polnjenja zrnja do konca vodene in začetka zgodnje mlečne zrelosti. Kоруza je manj občutljiva na pomanjkanje vode v začetni fazi, ko je pri nas praviloma dovolj talne vlage in v času zorenja.

(7)

Dovoljeno znižanje vode v tleh 0,55 poljske vodne kapacitete ($p = 0,5$), v času zorenja lahko do 0,3.

(8)

Tehnologije namakanja: razpršilci, bobenski namakalniki ali rolomati, pivot sistemi, brazde, izjemoma tudi kapljično namakanje.

(9)

Namakanje koruze v obdobju od začetka metličenja do konca vodene zrelosti oziroma začetka zgodnje mlečne zrelosti (od junija do avgusta) je praviloma najučinkovitejše, saj te faze sovpadajo z obdobjem oplodnje in najhitrejše rasti organske mase. V odvisnosti od naravnih padavin in razpoložljivosti vodnega vira je v naših razmerah primerno število namakanj za koruzo od 1 do 4 krat v sezoni. Z namakanjem je potrebno prenehati v fazi zorenja koruze. Višji pridelek pri koruzi z namakanjem: v povprečno sušnih letih 20-50 %, v zelo sušnih letih 60-80 %.

4.1.2 Pšenica

(1)

Namakanje pšenice (*Triticum aestivum* in *T. durum*) se pri nas izvaja le izjemoma, saj naravne padavine in vodna zaloga v tleh praviloma zadostujeta za dober in kakovosten pridelek. V zadnjih letih sicer mile zime brez padavin tudi pri nas vplivajo na pomanjkanje vode v tleh in slabše pridelke te poljščine, tako da se ponekod pšenica že namaka. Pšenica uspeva na različnih tleh in v različnih klimatskih razmerah. Rastna doba je pri ozimni pšenici od 180 do 300 dni in od 100 do 170 dni pri spomladanski setvi.

(2)

Izhlapevanje je pri pšenici od 200-500 mm v semiaridnih klimah brez namakanja in 600-800 mm z namakanjem, povprečno pri nas od 450 do 650 mm.

(3)

Pri pšenici ločimo naslednje faze rasti in razvoja:

1. začetna faza, obdobje od setve ali razraščanja, do 15 dni;
2. vegetativna faza, od začetka razraščanja, kolenčenja do klasenja, do 70 dni;
3. generativna faza, cvetenje in razvoj zrnja, do 50 dni; in
4. faz zorenja, od konca generativne faze do žetve ali pobiranja plodov, vključuje obdobje od zorenja zrnja do konca spravila pridelka, do 15 dni.

(4)

Koreninski sistem pšenice sega tudi do 1,2 m globine, glavna masa korenin se sicer nahaja v globini 0,3 do 0,6 m ($D = 0,3 - 0,6$), iz katere pšenica črpa 80-85 % svojih potreb po vodi. Razvoj koreninskega sistema koruze je močno odvisen od razporeditve padavin in

uporabljene tehnologije namakanja ter od teksture in strukture tal ter nivoja podzemne vode.

(5)

Koeficient pšenice (kc) se tekom rasti spreminja: do 20 dni je 0,3-0,4, do 30 dni je 0,7-0,8, v višku rastle sezone je 1,05-1,2, v zorenju 0,65-0,7 in pri žetvi 0,2-0,25.

(6)

Kritične faze so razraščanje (pri velikosti pšenice okrog 15 cm), cvetenje, oblikovanje klasa in začetno polnjenje zrnja. Kasnejša namakanja ne vplivajo na povečanje pridelka. Če primanjkuje vode v obdobju od cvetenja do polnjenja zrnja, se pridelek močno zmanjša in s kasnejšimi namakanji ne moremo nadoknaditi zamujeno. Namakanje pri zorenju pridelka pri nas ni potrebno.

(7)

Kritično znižanje vode pri 0,5 do 0,6 volumna poljske kapacitete ($p = 0,5$), ko pade pod to mejo, se zniža pridelek. Zmerni sušni stres se začne, ko pade količina vode pod 0,3 volumna poljske kapacitete tal, izraziti sušni stres pa pod 0,2 tega volumna.

(8)

Namakalne tehnike: površinsko namakanje, razpršilci, rolomati, pivot sistemi.

(9)

Praviloma pri nas pšenice ne namakamo. V primeru zime z malo padavinami in nastopa suše že zgodaj pomladi pa moramo pšenico dodatno oskrbeti z vodo z namakanjem. V odvisnosti od naravnih padavin in razpoložljivosti vodnega vira je v naših razmerah primerno število namakanj za pšenico od 1 do 2 krat v sezoni. Z namakanjem je potrebno prenehati v fazi zorenja pšenice. Višji pridelek pri pšenici z namakanjem: v povprečno sušnih letih 10 %, v zelo sušnih letih 15-20 %.

4.1.3 Sladkorna pesa

(1)

Sladkorna pesa (*Beta vulgaris*) je dvoletna rastlina, ki v prvem letu rasti oblikuje zadebeljen koren v zemlji, v katerem nalaga sladkor, v drugem letu pa razvije cvetno steblo, na katerem oblikuje seme. Sladkorna pesa je glede izbire tal precej zahtevna rastlina, saj najpomembnejši del pridelka formira v tleh. Vegetacija sladkorne pese v Sloveniji traja med 180-200 dni.

(2)

Za pridelavo sladkorne pese je potrebno okrog 600 mm skupnih padavin, v rastni dobi pa okrog 350 mm. Največje potrebe za vlago ima sladkorna pesa v času intenzivne rasti, to je v obdobju od začetka junija do konca avgusta. Pri pomanjkanju padavin je v tem času za doseganje visokih pridelkov sladkorja namakanje nujno.

(3)

Pri sladkorni pesi ločimo naslednje faze rasti in razvoja:

1. začetna faza, do 50 dni;
2. vegetativna faza, do 40 dni;
3. generativna faza, do 50 dni; in
4. faza zorenja, od konca generativne faze do spravila pridelka, do 40 dni.

Sladkorna pesa ima rastno dobo od 140 do 160 in celo 200 dni, v začetni vegetativni rasti je sladkor predvsem v listih, pred spravilom v korenu.

(4)

Glavnina koreninskega sistema sladkorne pese se nahaja v globini 0,7 do 1,2 m ($D = 0,7 - 1,2$).

(5)

Koeficient kc od 0,4-0,5 v začetni fazi, 0,7-0,85 v srednji fazi, na višku 1,05-1,2, kasneje 0,9-1,0 in pri spravilu 0,6-0,7.

(6)

Sladkorna pesa je zelo občutljiva na sušni stres, celotno rastno dobo mora biti dovolj vode na razpolago, kritična faza je predvsem vegetativna rast, preveč vode pred spravilom pa pomeni manj sladkorja (zadnje namakanje 2-4 tedne pred spravilom, odvisno od tipa tal). Prekomerno namakanje lahko izzove nezaželeno cvetenje.

(7)

Dovoljeno znižanje vode 0,5-0,6 poljske kapacitete ($p = 0,5$). Namakamo do 80 ali celo 100 % poljske vodne kapacitete.

(8)

Namakalne tehnologije: razpršilci, bobenski namakalniki ali rolomati, pivot sistemi, površinsko (v brazde), redko celo kapljično namakanje.

(9)

Pridelki sladkorne pese so pri nas z namakanjem višji za 25 – 35 % v povprečno sušnih letih in za do 60 % višji v zelo sušnih letih. Namakanje ima zelo pomembno vlogo pri pridelavi sladkorne pese, potrebe po vodi rastejo sorazmerno s povečanjem listne mase in debelitvijo korenov. Sladkorna pesa porabi največ vode za rast listne mase (30 % vse porabe vode tekom vegetacije) in za rast korenov (60 %). Prvo namakanje se pri nas običajno izvede konec maja ali začetek junija, zadnje 4 tedne pred spravilom pridelka, če je potrebno. Prehiter začetek namakanja izzove močno rast koreninskega sistema v površinskem sloju tal, širjenje nematod, zaostanek razvoja korena in povečanje stroškov pridelave. Prepozno namakanje pa vpliva na padec sladkorja in povečanje melasotvornih (melasa je stranski proizvod pri proizvodnji sladkorja) snovi.

4.1.4 Krompir

(1)

Krompir (*Solanum tuberosum*) je zelo občutljiv na sušo oziroma vodni stres v vseh fazah rasti in razvoja ter pozitivno reagira na ugodne talno-vodne razmere. Pomanjkanje vode v kritičnih fazah vpliva na manjši pridelek in slabšo kakovost krompirja. Doba rasti je pri zgodnjih sortah krompirja 90-120 dni, srednjih 120-150 dni in pri poznih sortah 150-180 dni.

(2)

Pri krompirju znaša letno izhlapevanje od 350-650 mm vode, pri nas povprečno od 400 do 450 mm.

(3)

Faze rasti krompirja so: začetna faza (35 dni), vegetativna faza (30 dni), faza formiranja pridelka (70 dni, cvetenje, nastavek gomoljev, rast gomoljev do 80 % končne teže), zrela faza (20 dni).

(4)

Krompir ima plitev koreninski sistem, 70 % koreninske mase leži v globini do 0,3 m, 100 % koreninske mase pa v globini od 0,4 do 0,6 m ($D = 0,4 - 0,6$ m).

(5)

Koeficient krompirja (kc) se tekom rasti spreminja: od 20-30 dni je 0,4-0,5, od 30 do 40 dni je 0,7-0,8, v višku rastne sezone (od 30 do 60 dni) je 1,05-1,2, pri začetku zorenja 0,85-0,95 in pri pobiranju pridelka 0,7-0,75.

(6)

Kritične faze v razvoju krompirja so: razraščanje stolonov ali živic (od kaljenja krompirja do razraščanja živic je povprečno 3 tedne, v tem času je potrebno največ vode, pri pomanjkanju vode imamo manj živic in posledično manj gomoljev krompirja), nastavek gomoljev in debelitev gomoljev. Manj kritični fazi sta začetna vegetativna rast (takrat je običajno pri nas še dovolj talne vlage) in zorenje gomoljev. Intenzivno debeljenje gomoljev traja 5-10 tednov oziroma do konca cvetenja in do takrat je formiran pridelok do 75 %.

(7)

Dovoljeno znižanje vode v tleh: nivo vode ne sme pasti pod 60 % ($p = 0,35$) poljske vodne kapacitete. Pomemben pokazatelj začetka namakanja krompirja je popolnoma suh zgornji 6 cm sloj zemlje.

(8)

Namakalne tehnologije za krompir: brazde (površinsko), razpršilci, bobenski namakalniki ali rolomati, tudi kapljično namakanje.

(9)

Urnik namakanja krompirja je pri lažjih tleh 1-2 dni, pri težjih 3-4 dni. V primeru pomanjkanja vode ima krompir manjše in lažje gomolje, gomolji so slabše kvalitete. Voda za namakanje ne sme biti premrzla, da ne ohladi zemlje pod optimalno temperaturo 15-18°C. Pridelki krompirja so pri nas z namakanjem višji za 20 – 30 % v povprečno sušnih letih in več kot 50 % višji v zelo sušnih letih. Krompir ne prenaša dobro visoke vlage v tleh in tudi ne v zraku. Suša in obilno gnojenje izzoveta preraščanje gomoljev, oziroma iz spečih oces rastejo novi gomolji; pri formiranih gomoljih se debeli lupina in pri nastopu vlažnega vremena krompir nima kam odlagati škrob, zato se formirajo novi, manjši gomoljčki na gomoljih krompirja, kar slabo vpliva na kakovost in obliko pridelka krompirja.

4.1.5 Lucerna

(1)

Lucerna (*Medicago sativa*) je visokokakovostna beljakovinska krma za govedo, ki vzpodbuja količino in kakovost mleka. Najvišje pridelke da v drugem letu rasti, lahko jo uporabljamo svežo ali pa jo sušimo.

(2)

Izhlapevanja znaša od 800 do 1600 mm na rastno dobo, odvisno od vremenskih razmer in dolžine rastne dobe.

(3)

Faze rasti se razlikujejo od tega, koliko košenj letno imamo.

(4)

Lucerna ima zelo globok koreninski sistem, tudi do 3 m v globokih tleh. Maksimalna globina korenin nastopi po prvem letu rasti. Pretežni del vode črpa iz globine 1 do 2 m ($D = 1-2$ m).

(5)

Koeficient rastle k_c je po košnji (na 7-9 cm) 0,4, tik pred naslednjo košnjo 1,05-1,2, v vrhuncu cvetenja 0,85-1,05, kasneje strmo pade.

(6)

Lucerna je občutljiva na pomanjkanje vode predvsem po košnji, v začetni vegetativni fazi za rast koreninskega sistema in v času cvetenja. Namakanje nujno po košnji, ki se tudi najbolj uporablja pri lucerni. Namakanje v zadnji fazi pred košnjo ni priporočljivo, saj vpliva na premokra tla in težje sušenje lucerne.

(7)

Dovoljeno znižanje vode v tleh je 50 % poljske kapacitete ($p = 0,5$).

(8)

Tehnologije namakanja: razpršilci, bobenski namakalniki ali rolomati, center pivot, površinsko.

(9)

Namakanje lucerne lahko poveča pridelek od 10 -15 % v zmerno sušnih letih in od 25 do 35 % v zelo sušnih letih. Preveč namakanja vpliva na slabšo aeracijo tal in posledično nižji in manj kakovosten pridelek.

4.2 NAMAKANJE ZELENJADNIC

Pridelava zelenjadnic brez namakanja ni možna. Zaradi plitvega koreninskega sistema in bujne listne mase ter bogatih plodov je nujno, da zagotovimo primerno talno in ponekod (zelje) tudi zračno vlago, zato jo v primeru pridelave na prostem in pomanjkanju naravnih padavin nadomestimo z namakanjem. V pokritih prostorih je seveda namakanje nepogrešljivo. Obravnavane so različne zelenjadnice, pri nekaterih skupinah, npr. pri kapusnicah je tehnologija namakanja podobna, zato je opisana samo ena kultura (zelje). Obravnavane so glavne zelenjadnice, ki jih pridelujemo na naših njivah in vrtovih.

4.2.1 Paradižnik

(1)

Paradižnik (*Lycopersicon esculentum*) je ena naših najbolj razširjenih zelenjadnic, ki jo gojimo v rastlinjakih. Rastna doba paradižnika je od 90 do 150 dni in je nevtralen glede dolžine dneva. Optimalna dnevna temperatura za rast je od 18 – 25 °C in nočna od 10 – 20 °C, je zelo občutljiv na zmrzal. Paradižnik dobro uspeva na različnih tleh, najbolj mu odgovarjajo lahka, dobro odcedna meljasta tla s pH 5 – 7. Paradižnik spada med kulture, ki potrebuje zmerno vlažnost tal in zraka.

(2)

Skupno izhlapevanje znaša pri paradižniku od 400 do 800 mm, odvisno od vremenskih razmer. Pri nas je praviloma dovolj 450 do 500 mm vode, oziroma dnevno od 3,6 do 4,5 mm.

(3)

Faze rasti in razvoja so pri paradižniku naslednje: začetna faza (30 dni), vegetativna faza (40 dni), generativna faza (45 dni) in zrela faza (30 dni).

(4)

Paradižnik ima dokaj globok koreninski sistem, v globokih tleh lahko seže do 1,5 m in doseže maksimalno globino koreninskega sistema v 60 dneh po presajanju. Glavna masa koreninskega sistema se nahaja v globini od 0,5 do 0,7 m ($D = 0,5$ do $0,7$).

(5)

Koeficienti rastle so po fazah rasti in razvoja pri paradižniku naslednji: v začetku rasti od 0,4 do 0,5, v vegetativni fazi od 0,7 do 0,8, v generativni fazi od 1,05 do 1,25, v pozni fazi 0,8 do 0,9 in v fazi pobiranja pridelka 0,6 do 0,65.

(6)

Paradižnik je najbolj občutljiv na pomanjkanje vlage v tleh v fazah cvetenja in nastavka plodov, takrat mora biti vlage dovolj tudi zato, da preprečimo fiziološko motnjo – pomanjkanje kalcija. Ne smemo pa namakati prekomerno, da ne izzovemo preobilne rasti listne mase in da rastlina ne odvrže popke, cvetove ali drobne plodove. Pri visoki zračni in talni vlagi se pojavi na cvetovih siva plesen, ki povzroči odpadanje cvetov. V slabo zračenih rastlinjakih je prevelika zračna vlaga vzrok za pojav rjave žametne pegavosti paradižnika. Paradižnik na prostem je občutljiv na daljša deževja oziroma omočenost listov, kar povzroči paradižnikovo plesen in posledično propad rastline. Ko se začno plodovi paradižnika obarvati rdeče, zmanjšamo normo namakanja.

(7)

Do cvetenja je potrebno vzdrževati vlažnost na 70 % nivoja poljske kapacitete, v času nastavka plodov pa na nivoju 80 % poljske kapacitete tal za vodo ($p = 0,4$). Če pade pod ta nivo, se pridelek začne zmanjševati.

(8)

Namakalne tehnike so: pri nas predvsem kapljično namakanje, drugod in na bolj aridnih področjih je možno tudi površinsko namakanje (v brazde), namakanje z razpršilci in mikro-ali minirazpršilci.

(9)

Ključna dejavnika kakovostnega in obilnega pridelka paradižnika sta dušik in voda. Zgornja plast tal od 15 do 20 cm mora biti dobro prepustna, da lahko voda pronica do glavne mase koreninskega sistema paradižnika, to je do rizosfere. Najprimernejša tehnologija namakanja paradižnika je kapljično namakanje, s katerim lahko dovajamo vodo kadarkoli, da ne pride do rastlinskega šoka zaradi stika hladne vode s segreto rastlino, obenem pa s tem preprečujemo tudi razvoj glivičnih bolezni. Kapljični sistem dela pod manjšim delovnim pritiskom (0,5 do 2,0 bara), zato z uporabo kapljačev ne uničujemo strukture tal, manjše je tudi izhlapevanje in nižji strošek porabe energije. Priporočena je tudi uporaba fertigacije. Za praktično namakanje je pomemben obrok in začetek namakanja. Obrok namakanja je količina vode, ki se doda z enim namakanjem (m^3/ha ali mm) in je odvisen od vrste in tipa tal. Začetek namakanja določimo s pomočjo merilcev vlage v tleh ali s praktičnim »prstnim« preizkusom na podlagi lastnih opazovanj in izkušenj pri namakanju. S površinskim kapljičnim

namakanjem je pridelek paradižnika večji za 30 do 35 %, s subirigacijo (kapljično namakanje, kjer so cevi zakopane v zemlji) od 43 do 47 %.

4.2.2 Čebula

(1)

Čebula (*Allium cepa*) spada v družino lukovk. Uspeva v različnih klimatskih razmerah, v začetni fazi ji ustrezajo nižje temperature in dovolj vlage v tleh, v fazi zorenja pa ji ustreza toplo in suho vreme, ki odločilno vpliva na dober pridelek čebule. Ustrezajo ji rastišča s temperaturo od 15 do 24 °C. Potrebuje odcedna tla, bogata s hranili, predvsem fosforjem in dušikom. Dobro uspeva na soncu, sence ne prenaša.

(2)

Čebula je srednje do zelo občutljiva na pomanjkanje vode v tleh. Za dober pridelek zahteva čebula od 350 do 550 mm vode. Če je naravnih padavin v tem obdobju premalo, jih moramo nadoknaditi z namakanjem.

(3)

Faze rasti in razvoja čebule so naslednje: začetna (1) faza (15 dni), vegetativna (2) faza (do 30 dni), generativna (3) faza (do 100 dni) in obdobje (4) zorenja (40 dni).

(4)

Čebula ima plitek koreninski sistem, pretežni del korenin je skoncentriran v zgornjem sloju tal do globine 30 cm (70%), ves koreninski sistem pa v globini od 30 do 50 cm ($D = 0,3 - 0,5$).

(5)

Koeficienti čebule za izračun potencialne evapotranspiracije oziroma potreb po namakanju so: v začetni fazi 0,5, v vegetativni fazi 0,75, v generativni fazi 1,05 in pri zorenju 0,75 do 0,85.

(6)

Čebula je najbolj občutljiva na pomanjkanje vode v fazi formiranja in hitre rasti čebulic (3), to je od 50 do 70 dni po sajenju čebulčka. Tudi začetna faza (1) je dokaj občutljiva na pomanjkanje vlage, a takrat je običajno v naših razmerah še dovolj vlage v tleh. Za pridelavo iz semena je posebej občutljiva kalitev in obdobje cvetenja čebule. Manj občutljivi obdobji glede vlage v tleh sta vegetativna faza rasti (2) in obdobje zorenja čebulic (4).

(7)

Nivo vode v tleh ne sme pasti pod 70 % poljske vodne kapacitete ($p = 0,3$). Če je v zemlji dovolj vlage, se zmanjša rast korenin in poveča rast čebulic.

(8)

Najpogostejše namakalne tehnologije za namakanje čebule v tujini so površinsko namakanje (v brazde) in predvsem kapljično namakanje, ki omogoča natančno dodajanje potrebnih količin vode, ki jo potrebujejo rastline. Pri nas še vedno največ namakamo z razpršilci kar v kasnejši fazi rasti ni priporočljivo (pojav bolezní).

(9)

Čebula zahteva redno in zmerno namakanje, običajno je za naše razmere primerno namakanje na 2 do 4 dni, odvisno od tal in vremenskih razmer. Z namakanjem čebule moramo prenehati vsaj 15-20 dni pred pobiranjem pridelka. Pravočasno namakanje

preprečuje pokanje čebulic in formiranje »dvojčkov«. Načrtovanje in izvedba namakanja čebule odločilno vplivata na visok in kakovosten pridelek čebule, oblike čebulic ter sposobnost skladiščenja čebule. Prekomerno namakanje povzroča bolezni, slabšo skladiščno sposobnost čebule, dodatne stroške za porabo vode in energije, erozijo tal, izpiranje hranil in povečanje potreb rastlin po dušiku.

4.2.3 Paprika

(1)

Paprika (*Capsicum annuum*) je enoletnica iz družine razhudnikovk. Izvira iz Južne Amerike. Uspeva pri dnevni temperaturah od 18 do 30 °C in pri nočnih od 16 do 18 °C, tla morajo biti globoka in odcedna z dobro strukturo ter založenostjo s hranili. Papriki odgovarja nevtralna ali slabo alkalna reakcija tal (pH 6.5 – 7.5). Zaradi bujnega nadzemnega dela in dokaj plitvega koreninskega sistema je paprika zelo občutljiva na pomanjkanje vlage v tleh.

(2)

Paprika je zelo občutljiva na pomanjkanje vode v tleh. Za dober pridelek zahteva od 500 do 900 mm vode, pri nas od 530 do 650 mm. Če je naravnih padavin v tem obdobju premalo, jih moramo nadoknaditi z namakanjem.

(3)

Faze rasti in razvoja paprike so naslednje: začetna (1) faza (25 dni), vegetativna (2) faza (do 35 dni), generativna (3) faza (do 50 dni) in obdobje (4) zorenja (30 dni).

(4)

Pri presajanju paprike na stalno mesto se običajno poškoduje glavna korenina, ki jo nadomesti obilen šop stranskih korenin, ki rastejo predvsem v širino, zato ima paprika plitev koreninski sistem. Pretežni del koreninskega sistema paprike se nahaja v globini do 0,3 m, celotni sistem korenin pa v globini do 0,5 m, redko več ($D = 0,5$).

(5)

Koeficienti paprike za izračun potencialne evapotranspiracije oziroma potreb po namakanju so: v začetni fazi po presajanju 0,4, v vegetativni fazi 0,7, v generativni fazi 0,95 do 1,1 in pri pobiranju plodov paprike 0,8 do 0,9.

(6)

Paprika je najbolj občutljiva na pomanjkanje vlage v tleh po presajanju (1), v času cvetenja in formiranja plodov (3), kar vpliva na odpadanje cvetov in nastavkov plodov. Prekomerno namakanje in zmanjšana zračnost tal v tej fazi povzroči orumenelost listov in odpadanje cvetov in listja, v fazi zorenja pa vpliva na gnitje plodov. Z rastjo plodov se zelo povečajo potrebe po vodi, od 3,5 mm do 4 mm/dan, v fazi največjih potreb tudi do 6 mm/dan.

(7)

Režim namakanja se prilagaja vlažnosti tal, za papriko je potrebno vzdrževati nivo vlage na 70 do 80 % poljske vodne kapacitete ($p = 0,30$).

(8)

Pri nas se uporabljajo različne namakalne tehnike za namakanje paprike. Kapljično namakanje je najsoodobnejši način namakanja paprike, saj namakamo samo površino pod rastlino, s tem ne prihaja do pojavov bolezni, manjša je poraba vode in energije ter nižji stroški namakanja. Pogosta praksa je tudi fertigacija, kjer z namakanjem dodajamo rastlini

tudi potrebna hranila. Za namakanje paprike lahko uporabljamo tudi razpršilce, primerni so predvsem mini razpršilci, ki ne poškodujejo vegetativnih delov rastline in ne prihaja do zbitosti tal. Omočeni listi zmanjšajo pojav pršic v rastlinjakih. Možno, a pri nas redko uporabljeno, je tudi površinsko namakanje ali namakanje v brazde.

(9)

V naših razmerah pridelava paprike brez namakanja ni možna, obvezna je tudi uporaba folije ali druge zastirke, ki preprečuje rast plevelov in zmanjšuje izhlapevanje iz tal. Za namakanje paprike je zelo pomembna tudi temperatura vode za namakanje, prehladna voda vpliva na zmanjšanje pridelka. Primerna temperatura vode za namakanje paprike je od 20 do 22 °C. Papriko namakamo na 2 do 5 dni, odvisno od vremenskih razmer, količine in razporeda padavin in kapacitete tal za lahko dostopno vodo. Na lažjih tleh zalivamo pogosteje, na težjih tleh redkeje. Prepozno namakanje paprike, ko so simptomi pomanjkanja vode že vidni, močno vpliva na pridelek. Napačno je tudi namakanje samo zgornjega sloja tal, saj se potem koreninski sistem paprike razvije samo v zgornjem površinskem delu tal in so rastline zaradi slabše razvitega koreninskega sistema mnogo bolj občutljive na pomanjkanje vode in rastlinskih hranil. Pomanjkanje vode vpliva na večjo možnost pojava rjavih peg na spodnjem delu plodov. Gre za fiziološko motnjo – pomanjkanje kalcija, ki ga zaradi slabe oskrbe z vodo rastlina ne more črpati iz tal.

4.2.4 Zelje

(1)

Zelje (*Brassica oleracea*) je dvoletna rastlina, ki prvo leto oblikuje glavice, v drugem pa cvetno steblo in plod. Zelje in druge kapusnice imajo za razliko od drugih zelenjadnic na listih tanko voščeno prevleko, ki zmanjšuje transpiracijo. Kapusnice razvijejo bujno nadzemno maso in sorazmerno šibek koreninski sistem, zato je za dober in kakovosten pridelek nujno vzdrževati primerno vlažnost v tleh. Glede na to, da je začetek pridelave pri nas v času, ko praviloma primanjkuje padavin, je nujno namakanje zelja in drugih kapusnic.

(2)

Zelje zahteva veliko vlage, zato ga gojimo v kotlinah in ob rekah, da je dovolj tudi zračne vlage. Po presajanju zahteva od 380 do 500 mm vode, odvisno od klimatskih razmer. Prvo namakanje se običajno izvaja takoj po presajanju z obrokom 15 do 30 mm, odvisno od vlažnosti tal.

(3)

Faze rasti in razvoja zelja so naslednje: začetna (1) faza (20 dni), vegetativna (2) faza (do 30 dni), osrednja (3) faza formiranja glavic (do 50 dni) in obdobje (4) zorenja (do 15 dni).

(4)

Pretežni del koreninskega sistema zelja se nahaja v globini od 0,4 do 0,5 m ($D = 0,4 - 0,5$).

(5)

Koeficienti zelja za izračun potencialne evapotranspiracije oziroma potreb po namakanju so: v začetni fazi po presajanju 0,4-0,5, v vegetativni fazi 0,7-0,8, v začetni fazi formiranja glav 0,95 do 1,1, v pozni fazi formiranja glav od 0,9 do 1,0 in pri pobiranju glav zelja 0,8 do 0,95.

(6)

Zelje je najbolj občutljivo na pomanjkanje vlage v tleh po presajanju (1) in ves čas tvorjenja in polnjenja glav (2,3). Večje količine vode so potrebne do pričetka formiranja glavic, kasneje

pa nekoliko nižje. Pogoste so izgube pridelka že ob presajanju, ko zaradi suše in vročine mnogi pridelovalci čakajo na prvi dež za presajanje, ne glede na to, da so sadike že primerne. Presajanje prestarih sadik kapusnic pomeni ob vseh nadaljnjih pravilnih agrotehničnih ukrepih za 10 % in več nižji pridelek.

(7)

Režim namakanja se prilagaja vlažnosti tal, za zelje s kratko in srednje dolgo vegetacijsko dobo je potrebno vzdrževati nivo vlage na 60 do 70 % poljske kapacitete, za pozne sorte pa 70 do 80 % ($p = 0,45$).

(8)

Med oblikovanjem glave, ko zelje začne liste zavijati v glavo, potrebuje zelje tudi 85 do 90 % relativne zračne vlage. Zato zelje namakamo z razpršilci, tako povečamo tudi zračno vlago. V primeru pojava bakterijske bolezni žilavke kapusnic (*Xanthomonas campestris*), je potrebno ustaviti zalivanje z razpršilci, kajti bakterije se hitreje širijo s kapljično okužbo. Zelje lahko namakamo tudi površinsko v brazde ali s kapljičnim sistemom namakanja.

(9)

Zadostna in enakomerna oskrba z vlago je bistvena za doseganje obilnih pridelkov pa tudi za intenziven razvoj. Ob pomanjkanju vlage se razvijejo majhne glave, ki imajo močno voščeno prevleko. Zelje, ki raste pri premajhni količini vlage ali je ob koncu razvoja bilo sušno, vsebuje manj mangana, kar otežuje kisanje, ker se mlečnokislinske bakterije razvijejo samo pri zadostni oskrbi z manganom. Če suša traja dalj časa, začno spodnji listi odmirati. Po presajanju sadik se namoči zelje z obrokom 15 do 30 mm. Po tem se počaka 10 do 15 dni, da se sadika dobro ukorenini. Zelje namakamo pri ranih sortah na 15 dni, pri poznih sortah na okrog 10 dni, odvisno od sorte zelja, talnih lastnosti in vremenskih razmer. Prenizka vlažnost tal vpliva na počasnost formiranja glav, ki ostanejo manjše in mehkejše. Če so tla suha, potem pa se jih obilno namoči, pride do pokanja glavic zelja, ki so slabše kakovosti in imajo nižjo tržno ceno. Zelje običajno namakamo od 3 do 8 krat v sezoni, odvisno od količine in razporeda padavin.

4.2.5 Korenček

(1)

Korenček (*Daucus carota*) je fakultativno dvoletna kultura, v prvem letu razvije odebeljen koren, v drugem cvetno steblo, cvet in plod, lahko pa cveti že v prvem letu, če preide fazo jarovizacije in pride do rasti stranskih popkov. Korenček sejemo direktno na gredo, kjer bo rasel čez sezono. Seme potrebuje temo in primerno vlago, da uspešno kali. Pomanjkanje vlage v tem času vpliva na slabšo in neizenačeno kalitev korenčkovega semena. Korenček je zelo občutljiv na pomanjkanje vlage v določenih fazah rasti in razvoja. Preobilno namakanje pa občutno zniža količino in kakovost pridelka korenčka.

(2)

Korenček zahteva od 370 do 520 mm vode, odvisno od klimatskih razmer. Primerna oskrba z vodo je ključna za dober pridelek korenja. V primeru suhe zime se prvo namakanje običajno izvede takoj po setvi, da se zagotovi optimalna vlažnost zgornjega sloja tal za kalitev korenčkovega semena.

(3)

Faze rasti in razvoja korenčka so naslednje: začetna (1) faza (20 dni), vegetativna (2) faza (do 30 dni), osrednja (3) faza formiranja korena (od 30 do 70 dni) in obdobje (4) zorenja (do

20 dni). Nekateri avtorji ločijo tri faze: fazo kalitve, fazo od pojava rastline na površini do prvih listov rastline in fazo debeljenja in podaljševanja korena do konca vegetacije.

(4)

Pretežni del koreninskega sistema korenčka se nahaja v globini do 0,25 m ($D = 0,25$).

(5)

Koeficienti korenčka za izračun potencialne evapotranspiracije oziroma potreb po namakanju so: v začetni fazi po vzniku 0,45, v vegetativni fazi 0,75, v fazi formiranja in debelitve korena 1,05, v pozni fazi pobiranja korenov 0,9.

(6)

Korenček je najbolj občutljiv na pomanjkanje vlage v tleh v fazi kalitve semena (1) in nekoliko tednov za tem, ko razvije pravi koren in listno rozeto (2). Pomanjkanje vlage v tleh v fazi podaljševanja korena vpliva na rast v globino, zmanjša pridelek, koreni niso gladki, na vrhu korena pa se lahko formira tudi zeleni obroč, ki vpliva na izgled pridelka. Tudi v fazi debelitve korena (50 -70 dni po setvi) je pomembna dobra preskrba korena z vodo. Če je vode preveč, koreni pokajo, ponovno se začne rast listov, kar zmanjša velikost korenov, vsebnost sladkorja in karotenov. Poveča se tudi tveganje za globinsko pegavost korenov.

(7)

Režim namakanja se prilagaja vlažnosti tal, za korenček je potrebno vzdrževati nivo vlage na 60 do 70 % poljske kapacitete ($p = 0,35$).

(8)

Korenček najpogosteje namakamo z razpršilci, ki simulirajo naravni dež. Prednosti namakanja z razpršilci so: možnost uporabe na različnih terenih, priprava tal ni potrebna ali je minimalna, ne zavzemajo obdelovalne površine, ne ovirajo gibanje mehanizacije, omogočajo ekonomično porabo vode in natančno doziranje, ne prihaja do uničevanja fizikalnih lastnosti tal, možnost namakanja zasejanih površin in mladih posevkov. Manj pogosto je površinsko namakanje v brazde ali uporaba kapljičnega sistema namakanja.

(9)

Zadostna in enakomerna oskrba z vlago je bistvena za doseganje obilnih pridelkov in intenziven razvoj korenčka. Ob pomanjkanju vlage korenček slabše in neenakomerno kali. Če primanjkuje vlage že v zimskem času namočimo korenček z obrokrom 20 do 30 mm. Potem mora biti korenček stalno dobro preskrbljen z vodo v fazah debelitve in rasti korena, manj namakamo v zadnji fazi pred spravilom pridelka. Korenček mora rasti hitro in brez prekinitev. Če je vode preveč v zadnji ali predhodnih fazah, koreni pokajo, ponovno se začne rast listov, kar zmanjša velikost korenov, vsebnost sladkorja in karotenov. Poveča se tudi tveganje za bolezni.

4.2.6 Solata

(1)

Solata (*Lactuca sativa*) je enoletna zelenjava, ki tehnološko in fiziološko hitro dozori. Je zelenjadnica z zmernimi zahtevami glede toplote. Za vzgojo ji bolj odgovarjajo hladnejše vremenske razmere kot visoke temperature ozračja. Solata pa je tekom celotne vegetacije dokaj zahtevna glede vlage v tleh. Pomanjkanje vlage zmanjšuje kakovost glavic in vzpodbuja cvetenje ter poslabšuje okus (postane grenka), prekomerna vlažnost pa vpliva na razvoj bolezni.

(2)

Solata zahteva od 230 do 350 mm vode, odvisno od klimatskih razmer. Stalna oskrba z vodo je ključna za dober pridelek solate. Takoj, ko se izsuši zgornjih pet centimetrov tal, pričnemo z namakanjem solate.

(3)

Faze rasti in razvoja solate so naslednje: začetna (1) faza (20-25 dni), vegetativna (2) faza (30-40 dni), osrednja (3) faza formiranja glavic (od 15 do 35 dni) in obdobje (4) zorenja (do 10 dni).

(4)

Pretežni del koreninskega sistema solate se nahaja v globini do 0,15 m ($D = 0,15$).

(5)

Koeficienti solate za izračun potencialne evapotranspiracije oziroma potreb po namakanju so: v začetni fazi 0,45, v vegetativni fazi 0,60, v fazi formiranja glavic 1,00, v zadnji fazi pred spravilom 0,9.

(6)

Solata ima plitev koreninski sistem, zato je še posebej občutljiva na pomanjkanje vode. Voda in dušik sta ključna dejavnika pri uspešni pridelavi solate. Solata se lahko vzgaja iz semena ali s sadikami, zato namakanje prilagodimo tehnologiji vzgoje solate. Če jo vzgajamo iz semena, že seme za svojo kalitev (1) zaradi zelo plitve setve potrebuje primerno vlažnost tal. Norma namakanja naj ne preseže 10 mm. Če solata vzgajamo iz sadik, moramo sadike po presajanju obvezno namočiti z nizko normo, da se dobro ukoreninijo. Glavnate sorte solate so posebej občutljive na pomanjkanje vlage v času formiranja glavic (3), posebno pozornost pa moramo posvetiti namakanju v fazi tehnološke zrelosti, kjer lahko s prekomernim namakanjem povzročimo več škode kot koristi. Glavice solate se lahko začnejo odpirati, slabši je tudi okus. Povečano je tudi tveganje za pojav bolezni.

(7)

Režim namakanja se prilagaja vlažnosti tal, za solato je zaradi plitvega koreninskega sistema potrebno vzdrževati nivo vlage na 80 do 90 % poljske kapacitete ($p = 0,3$).

(8)

Solato lahko v začetni fazi rasti namakamo z razpršilno tehniko, v kasnejših fazah pa je mnogo bolj priporočljivo kapljično namakanje, ker je solata zelo občutljiva na pojav bolezni in ker lahko s kapljičnim namakanjem skoraj dnevno nadoknadimo primanjkljaj vode v tleh. Fertigacija je zaželena. Kapljično namakanje pomeni do 25% višji pridelek in 15% manjšo porabo vode ter boljšo kakovost pridelka.

(9)

Zadostna in enakomerna oskrba z vlago je bistvena za doseganje dobrega in kakovostnega pridelka solate. Ob pomanjkanju vlage se solata slabše razvija, nagnjena je k cvetenju. Solata ima tudi slabši okus in postane grenka. Norme namakanja prilagodimo vremenskim in talnim razmeram ter tehnologiji vzgoje solate, morajo pa biti nizke in ne smejo preseči 10 mm. Solata mora imeti stalno zmerno vlažna tla predvsem pri setvi ali po presajanju sadik ter v fazi formiranja glavic, če gre za glavno solato, previdni moramo biti v zadnji fazi pred spravilom. Prekomerno namakanje poveča tveganje za bolezni solate. Pri pridelavi solate na lahkih tleh je potrebno solato namakati praktično vsak dan, na težjih tleh na 2-3 dni.

4.2.7 Fižol

(1)

Fižol (*Phaseolus vulgaris*) spada med metuljnice, kakor tudi grah, soja, leča, čičerika, arašidi, bob in lucerna, delimo ga na stročji fižol in fižol za zrnje, glede na višino rasti pa na nizke ali grmičarje in visoke ali preklarje. Preklarji imajo daljšo rastno dobo kot grmičarji in dajo večje in bolj kakovostne pridelke. Pri obeh višinah je lahko stročje zeleno ali rumeno, po obliki pa ploščato ali okroglo. Fižol je samooplodna rastlina, zato je pridelava semena sorazmerno enostavna. Vegetacijska doba za fižol je od setve do fiziološke zrelosti od 75 do 110 dni, zato prilagodimo kultivar rastnim in tržnim pogojem. Kultivarji visokega fižola so nekoliko zahtevnejši glede vode in toplote kot kultivarji nizkega fižola. Poleg visoke zračne vlage potrebuje fižol tudi veliko vlage v tleh, zato hitro in enakomerno vznikne samo v vlažni zemlji.

(2)

Fižol zahteva od 300 do 500 mm vode, odvisno od klimatskih razmer. Primerna oskrba z vodo je ključna za dober pridelek fižola.

(3)

Faze rasti in razvoja fižola so naslednje: začetna (1) faza (15 – 20 dni), vegetativna (2) faza (do 30 dni), osrednja (3) faza (od 30 do 40 dni) in obdobje (4) zorenja (do 20 dni).

(4)

Pretežni del stranskih korenin fižola se nahaja v globini do 0,30 m, čeprav lahko glavna korenina doseže tudi globino od 1 – 1,5 m. Fižol sprejema vodo iz globine od 0,5 do 0,7 m ($D = 0,5 - 0,7$).

(5)

Koeficienti fižola za izračun potencialne evapotranspiracije oziroma potreb po namakanju so: v začetni fazi po setvi 0,4, v vegetativni fazi 0,7, v času cvetenja nekoliko več ($kc = 0,8$) in največ vode potrebuje v času nastavka strokov in zrnja ($kc = 1,10$) in v pozni fazi 0,30.

(6)

Fižol ima tri pomembne faze rasti, ko je potreba po vodi večja, to je začetek cvetenja (2,3), dva do tri tedne kasneje, pri formiranju strokov in največ pri formiranju zrnja (3). Fižol namakamo predvsem do cvetenja in po njem, v času med cvetenjem pa pazimo, da ne namakamo po rastlinah. Potreba po vodi je torej odvisna od intenzivnosti rasti, v začetni fazi so potrebe manjše (1), čeprav je potrebno dovolj vlage že za samo kaljenje, v nasprotnem se deformirajo generativni deli kalečega zrna, kar vpliva na manjši nastavek cvetov. Zalivamo, če so takrat visoke temperature in veliko vetra, ki izsuši vrhnjo plast.

(7)

Režim namakanja se prilagaja vlažnosti tal, za gojenje fižola je optimalna vlaga od 60 do 75 % poljske kapacitete tal za vlago, optimalna zračna vlažnost pa 65 do 80 % relativne vlage zraka. Za dobre pridelke mora biti v tleh vedno na razpolago med 70 in 90 % poljske kapacitete za vodo ($p = 0,45$). Če vlažnost tal pade pod 60 % kapacitete tal za vodo, odpadejo cvetovi in mlado stročje.

(8)

Kapljično namakanje fižola zagotavlja suhe liste in s tem manjšo možnost za glivične ali bakterijske okužbe. Tudi poraba vode je nižja. V peščenih ali s humusom slabše založenih tleh, pa tudi pri visokih temperaturah, se voda iz kapljačev ne porazdeli enakomerno po površini, zato je oskrba rastline z vodo slabša, enostranska, pogosto nezadovoljiva.

Namakanje z oroševanjem (s topovi ali z mikrorazpršilci) zagotavlja boljšo površinsko omočenost zemljišča z vodo, predvsem pa tudi hlajenje samih rastlin in zemljišča. Koreninski sistem rastlin, ki ne mara visokih temperatur, ima tako boljše razmere za razraščanje, obraščanje in sprejem hranil. V suhih vremenskih razmerah in pri visokih temperaturah, ko se list hitro osuši, je zato ta način primernejši. Posevke pogosto orošujemo v najbolj vročem delu dneva z namenom zniževanja temperature ozračja, fižol namreč odvrže cvetove na temperaturah nad 30 °C. Manj pogosto je površinsko namakanje v brazde.

(9)

Zadostna in enakomerna oskrba z vlago je bistvena za doseganje obilnih pridelkov in intenziven razvoj fižola. Fižol potrebuje primerno talno vlažnost že pri kalitvi, predvsem pa pri cvetenju in oblikovanju strokov ter zrnja, manj namakamo v zadnji fazi pred spravilom pridelka. Voda ima pomembno funkcijo pri fotosintezi in ustvarjanju asimilatov, hkrati omogoča oskrbo in transport hranil iz tal. Kljub temu skoraj 99% vode izhlapi iz rastline skozi pore, kar imenujemo transpiracija. Visoke temperature in suh zrak so vzrok za prerazamnožitev navadne fižolove pršice, ki jo zaradi nepoznavanja imenujejo rja. Nasprotno pa v pogojih previsoke talne vlage in nizkih temperatur v maju opazimo slabši razvoj korenin in hitrejši pojav bolezni. Mokra tla onemogočajo strojno obdelavo tal. Namakanje je učinkovito le, če upoštevamo specifične potrebe rastlin po vodi, lastnosti tal in vremenske razmere. Na težjih tleh je namakanje manj pogosto kot na peščenih, drugačno je tudi kadar imamo posevek pokrit s folijo. Upoštevati moramo tudi vremensko napoved, saj lahko močan naliv ob hkratnem zalivanju izpere hranila v nižje plasti.

4.2.8 Grah

(1)

Grah (*Pisum sativum*) je rastlina hladnih predelov, odgovarja mu povprečna dnevna temperatura 17 °C, minimalna 10 °C in maksimalna dnevna temperatura 23 °C. Na hitrost kalitve grahovitih semen vpliva temperatura zemlje, pri 5 °C traja 30 dni in več, pri 10 °C traja 14 dni in pri 20 do 30 °C okrog 6 dni. Mlade rastline tolerirajo rahlo zmrzal, cvetovi in mladi popki pa ne. Vegetacijska doba za grah je od setve do fiziološke zrelosti od 90 do 110 dni, odvisno od letnih temperatur in kultivarja. Grah je občutljiv na pomanjkanje vlage v tleh, vpliva na manjša zrna, slabšo kakovost in neizenačenost pridelka.

(2)

Grahove potrebe po vodi so podobne kot pri fižolu, zahteva od 350 do 500 mm vode, odvisno od klimatskih razmer. Primerna oskrba z vodo je ključna za dober pridelek graha.

(3)

Faze rasti in razvoja graha so naslednje: začetna (1) faza (15 – 20 dni), vegetativna (2) faza (25 – 30 dni), osrednja (3) faza (od 30 do 35 dni) in obdobje (4) zorenja (15 dni).

(4)

Pretežni del grahovitih korenin se nahaja v globini od 0,20 do 0,60 m ($D = 0,2 - 0,6$).

(5)

Koeficienti graha za izračun potencialne evapotranspiracije: v začetni fazi po setvi in v vegetativni fazi 0,4 do 0,5, v času cvetenja nekoliko več ($k_c = 0,7 - 0,8$), v času nastanka strokov in zrnja ($k_c = 1,05 - 1,20$), v pozni fazi 1,00 – 1,15 za sveže zrnje in 0,65 – 0,75 za suho zrnje ter pri pobiranju pridelka 0,95 – 1,10 za sveže in 0,25 – 0,30 za suho zrnje.

(6)

Grah ima dve pomembni fazi rasti, ko je potreba po vodi največja, to je začetek cvetenja (2) in formiranje strokov (3). Dovolj vode v začetni (vegetativni) fazi (1) ugodno vpliva na vegetativno rast zelene mase, ne vpliva pa na višino pridelka. Pomanjkanje vode v začetni fazi ima relativno majhen vpliv na višino pridelka, podobno tudi pomanjkanje vlage v času zorenja praviloma ne vpliva na pridelek suhega zrnja graha. Če primanjkuje dežja v tem obdobju, z namakanjem pridelamo več strokov in več zrn v posameznem stroku graha, v fazi formiranja strokov pa večjo težo zrn in strokov graha. Grah v kasnejših fazah lažje prenaša pomanjkanje vlage v tleh, če je z vodo dobro preskrbljen v fazah cvetenja in formiranja strokov (2 in 3).

(7)

Režim namakanja se prilagaja vlažnosti tal, za gojenje graha je optimalna vlaga 60 % poljske kapacitete tal za vlago v vegetativni fazi (1) in 40 % v fazi cvetenja (2) in formiranja strokov (3) ($p = 0,4$).

(8)

Kapljično namakanje graha zagotavlja manjšo možnost za glivične ali bakterijske okužbe in tudi nižjo porabo vode. Namakanje z oroševanjem (razpršilci) zagotavlja boljšo površinsko omočenost zemljišča z vodo, predvsem pa tudi hlajenje rastlin in zemljišča. Površinsko namakanje v brazde se pri nas redko uporablja.

(9)

Zadostna in enakomerna oskrba z vlago je bistvena za doseganje obilnega in kakovostnega pridelka graha. Pri nas običajno namakamo na 7 do 10 dni. Stroki in zrnje graha so v primeru nezadostne preskrbe z vodo v omenjenih ključnih razvojnih fazah neizenačeni po velikosti in debelini, različnih barvnih odtenkov in tudi ne dozoriijo ob istem času. Znatno pomanjkanje vlage v tleh v času razvoja zrnja vpliva na to, da so zrnja pretrda in slabe kakovosti. Večja zrnja vsebujejo običajno manj sladkorja in so manj mehka ter vsebujejo več škroba in beljakovin. Pravilna določitev časa pobiranja je ključna za dobro kakovost pridelka graha.

4.2.9 Kumare

(1)

Kumare (*Cucumis sativus*) so vrtnine z največjo vsebnostjo vode, saj vsebujejo tudi do 97 % vode. Kljub temu, da nimajo izrazite hranilne vrednosti za prehrano, pa predstavljajo pomemben vir vitaminov in mineralov. Plodovke (paprika, paradižnik in jajčevci ter solatne kumare) se večinoma vzgajajo s sadikami, kumare za vlaganje pa gojimo z direktno setvijo, ko preneha nevarnost pozebe. Zaradi velike listne površine in plodov imajo kumare veliko transpiracijsko površino preko katere tekom vročih sončnih dni izgubijo večjo količino vode, ki jo plitek koreninski sistem ne more nadoknaditi iz globljih slojev tal.

(2)

Kumare potrebujejo od 300 do 380 mm vode, odvisno od klimatskih razmer.

(3)

Faze rasti in razvoja kumar so naslednje: začetna (1) faza (10-15 dni), vegetativna (2) faza (20-30 dni), osrednja (3) faza formiranja plodov (od 30 do 40 dni) in obdobje (4) zorenja (od 10 do 15 dni).

(4)

Pretežni del koreninskega sistema kumar se nahaja v globini do 0,20 m ($D = 0,20$).

(5)

Koeficienti kumar za izračun potencialne evapotranspiracije oziroma potreb po namakanju so: v začetni fazi 0,45, v vegetativni fazi 0,70, v fazi formiranja plodov 0,90 in v zadnji fazi pred in ob pobiranju plodov 0,75.

(6)

Kumare imajo zelo plitev koreninski sistem, zato so izjemno občutljive na pomanjkanje vode v tleh. Najobčutljivejše obdobje je cvetenje kumar in faza nastavka plodov (3), takrat pomanjkanje vode vpliva na propadanje ženskih cvetov in zmanjšanje pridelka. Tudi seme potrebuje za kalitev (1) primerno vlažnost tal.

(7)

Režim namakanja se prilagaja vlažnosti tal, za kumare je potrebno vzdrževati nivo vlage na 65 do 75 % poljske kapacitete ($p = 0,5$). Kumare potrebujejo tudi sorazmerno visoko zračno vlago (70-90 %). Če je vlage v tleh dovolj, so kumare odpornejše na nižjo stopnjo relativne zračne vlage.

(8)

Kumare namakamo skoraj izključno s kapljičnim sistemom, ker so kumare zelo občutljive na pojav bolezni in ker lahko s kapljičnim namakanjem skoraj dnevno nadoknadimo primanjkljaj vode v tleh. Tudi fertigacija vpliva na boljši in kakovostnejši pridelek kumar. Kapljično namakanje pomeni višji pridelek, manjšo porabo vode in energije ter boljšo kakovost pridelka. Cevi za kapljično namakanje so lahko položene na površini tal ali zakopane v tleh (subirigacija), kjer so izgube vode še manjše.

(9)

Zadostna in enakomerna oskrba z vodo je bistvena za doseganje dobrega in kakovostnega pridelka kumar. Kumare so zaradi velike količine vode v plodovih brez namakanja obsojene na propad, odpadanje plodov in grenke ter neokusne in neenakomerno debele plodove. Namakamo pretežno s kapljičnim sistemom in to globoko in redno. Prekomerno namakanje poveča tveganje za bolezni kumar in zmanjša kakovost plodov. Kumare zahtevajo bogata, topla in strukturirana tla, da lahko hitro razvijejo koreninski sistem, ki prodira globoko v tla, da bodo rastline lažje prenašale sušo. Tedenska norma namakanja naj bi znašala od 25 do 50 mm. Temperatura vode za namakanje ne sme biti nižja od 18 °C.

VIRI IN LITERATURA

Land & Water (FAO, <http://www.fao.org/land-water/resources/en/>, 2019).

Proizvodnja kupusa (Červenski, dr. J., Novi Sad 2018).

Kapusnice (Černe, M., Ljubljana 1998).

Koruza (Tajnšek, T., Ljubljana 1991).

Tehnologija pridelave zelja (KGZS, Ljubljana 2018).

Mrkva (Poljoprivredni fakultet Osijek, RH, Osijek 2015).
Krastavac (Poljoprivredni fakultet Osijek, RH, Osijek 2015)
Zelenjavni vrt (Pušenjak, M., Kmečki glas, Ljubljana 2018).
Utjecaj navodnjavanja i sorte na prinos i kvalitetu salate (*Lactuca sativa* L.), Diplomski rad (Sladjana Ilić, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, RH, Osijek 2018).
Tehnološka navodila za pridelavo fižola (KGZS, Ljubljana 2018).
Osnove namakanja s poudarkom na vrtninah in sadnih vrstah v zahodni, osrednji in južni Sloveniji (Pintar, M., MKGP 2006).
Osnove namakanja s poudarkom na vrtninah in sadnih vrstah v severovzhodni Sloveniji (Pintar, M., MKGP 2003).