
ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА ПРАВИЛЕН РЕЖИМ НА ЗАЛЕВАЊЕ НА ЗЕМЈОДЕЛСКИТЕ КУЛТУРИ КАКО МЕРКА ЗА КОНЗЕРВАЦИЈА НА ВОДА

Доц. д-р Вјекослав Танасковиќ
Проф. д-р Ордан Чукалиев



СОДРЖИНА

ВОВЕД	5
1. Влијание на правилното и навремено залевање врз земјоделските култури	6
2. Методи за правилно определување на времето и количество на вода за залевање кај земјоделските култури	9
3. Методи на база на следење на влагата во почвата	10
3.1. Методи кои се базираат на земање почвени проби	11
3.1.1. Определување на влагата во почвата со помош на допир со рака	11
3.1.2. Метод со сушење на почвените проби во сушница на 105°C	12
3.2. Методи за директно читање на влагата во почвата	15
3.2.1. Електрометриски метод	15
3.2.2. Неутронски метод	15
3.2.3. Тензиометриски метод	16
4. Методи на база на следење на состојбата со растението	18
4.1. Определување на времето на залевање според критичните фази на развој на културата	18
4.2. Определување на времето на залевање според надворешните (морфолошки) промени	18
4.3. Определување на времето на залевање според внатрешни физиолошки показатели	19
4.4. Определување на времето на залевање со помош на термометри со инфрацрвени зраци	20
5. Методи на база на следење на климатските карактеристики	21
5.1. Определување на времето и потребното количество на вода според секојдневната потрошувачка на вода (биоклиматски метод)	21
5.2. Метод на емпириска евапотранспирација	21
5.3. Определување на времето на залевање според турнуси	23
ЛИТЕРАТУРА	24



ВОВЕД

Наводнувањето има клучна улога во обезбедувањето на храна за енормно зголемената популација во светот, а несомнено е дека истата мерка сèуште ќе има огромна улога и во иднина. Примената на мерката наводнување не само што влијае на зголемувањето на приносот од земјоделските култури, исто така го продолжува и ефективниот период на вегетација во областите со аридна и семи-аридна клима¹, односно одгледување повеќе култури во вегетација, а влијае и на намалување на користењето на другите поскапи мерки кои можат да влијаат на зголемување на приносот (ѓубрење, избор на сорта/хибрид ит.н.). Од друга страна, наводнувањето, односно земјоделското производство е најголемиот корисник (потрошувач) на вода во споредба со другите сектори. Така, според податоци на ФАО (2000), во медитеранските земји, просечно 72% од водата се користи за наводнување, 10% за пиење и 16% во индустријата. Исто така, интересно е да се истакне, дека во послабо развиените земји од овој регион, како резултат на неправилното управување со водата во земјоделското производство, просечните загуби на вода за наводнување се движат околу 55%. Денес, од современото земјоделско

производство се очекуваат стабилни и квалитетни приноси. За жал, во нашава земја, често резултатите се послаби од реално можните. Една од повеќето причини за ваквите резултати, а со тоа влијае и на неконкурентната цена на пазарот, е неправилното управување со водата за наводнување, а особено треба да се истакне определувањето на времето и потребното количество на вода за наводнување дури и при примена на најсовремените техники за наводнување (капка по капка и микродождење). Оттука, треба да се истакне дека определувањето на времето и потребното количество на вода за наводнување е можеби една од најзначајните мерки за подобрување на приносите од земјоделските култури, а од друга страна и за порационално користење на водата во земјоделското производство, особено, кога се очекуваат климатските промени во иднина да имаат поголемо влијание врз водните ресурси во нашата земја. На овој начин, ќе се овозможи заштеда на вода со која ќе се обезбедат не само нови дополнителни површини за наводнување, поекономично производство, заштита на животната средина, туку ќе се овозможи и нејзино повеќенаменско користење во секторите и дејностите каде истата била во дефицит.

¹ Сушна и полу-сушна клима (слободен превод)

1. ВЛИЈАНИЕ НА ПРАВИЛНОТО И НАВРЕМЕНО ЗАЛЕВАЊЕ ВРЗ ЗЕМЈОДЕЛСКИТЕ КУЛТУРИ



и почести залевања бараат: пиперката, патлиџанот, домотот, зелката, целерот и краставицата, додека со нешто поскупува побарувачка се: кромидот, салатата, ротквата, тиквата, компирот, спанакот, лубеницата и дињата. Генерално, кај повеќето градинарски култури, како критични моменти за залевање се земаат времето на производство на расад, потоа по расадувањето на културата на стално место, цветање, технолошка и физиолошка зрелост на плодовите. Вкупната потрошувачка на вода (ЕТ-евапотранспирацијата) кај градинарските култури во текот на една вегетација се движи во многу широки граници од 250 до 750 mm (2500 до 7500 m³/ha), а овие вредности пред се зависат од: видот на културата, фазата на раст и развиток, должината на вегетацијата и времето на производство (рано, средно, доцно) влијанието на надворешните услови, како и од намената (свежа состојба, индустриска преработка, семе итн.). Во заштитени простори поради интензивниот пораст на растенијата, подолгата вегетација (период на одгледување), двојно или тројно поголемите приноси во однос на отворено и др., потрошувачката на вода (ЕТ) кај иста култура може да биде поголема за 50 па дури и за 100%.

Како што е познато, најголем дел од земјоделските култури се одгледуваат во услови на наводнување, бидејќи единствено во такви услови може да постигнат стабилни и квалитетни приноси. Што се однесува до технологијата на одгледување, кај поголем дел од земјоделските култури таа се разликува, но основните принципи на наводнување се слични и заеднички. Градинарските култури се познати како големи потрошувачи на вода, односно, во споредба со поголем дел од поледелските култури и винвата лоза, а во одредени случаи

и со овошните култури имаат многу повисоки потреби за вода. Ваквите потреби се должат пред сè поради специфичната градба на надземниот дел на градинарските култури (многу крупни и дебели лисја чија површина е слабо заштитена од испарување-транспирација), како и слабо развиениот коренов систем кој се одликува со слаба смукателна моќ, што значи дека растенијата можат нормално да се снабдат со вода само доколку почвата е обезбедена со доволно количество на лесно достапна вода. Од градинарските култури најголеми потреби за вода

Кај овошните култури и винвата лоза, обезбеденоста со вода е многу важен услов за нормален раст, развој и плодносење, бидејќи водата има директно влијание врз интензитетот на фотосинтезата и дишењето, порастот и плодообразувањето, а со тоа и на приносот кај истите. Треба да се истакне дека овошките имаат поголеми потреби за вода во споредба со лозата, пред сè поради поголемата вегетативна маса, па така често кај лозовите насади привидниот успех може биде лажен, односно бујноста и родноста кај лозата имаат спротивен однос врз квалитетот. Потребите за вода, не се исти дури ни кај винските, односно трпезните сорти на грозје. Исто така, потребите за вода, треба да се разгледуваат посебно кај млад, односно стар насад. Потребите за вода кај млад насад од овошки и лоза не се толку силно изразени како кај насадите во род, но, сепак треба да се нагласи дека младиот насад е многу осетлив на суша (помала коренова маса), поради што, треба да се применуваат почести залевања со многу мали норми и тоа само во редовите на културата. Најголемите потреби кај овошките во полна вегетација се јавуваат од почетокот на цветањето, па сè до созревањето на плодовите кај овошките, кога недостатокот на вода во почвата може многу негативно да се одрази особено на количината и квалитетот на плодовите, бидејќи се образуваат повеќе т.н. дефектни цветови, настанува нецелосно оплодување, забележителните плодови се со неправилна

форма, поинтензивно опаѓање на плодовите, што на крај резултира со намалување на крајниот принос. Кај овошните видови со порана вегетација, обезбедувањето на вода по бербата на плодовите овозможува одржување на културата, односно создавање на кондиција и услови за правилно вегетирање во следниот период (есен-зима и пролет). Вкупната потрошувачка на вода кај овошките во род се движи од 500 до 600 mm вода, додека кај младите насади од 300 до 350 mm, меѓутоа и тука треба да се земе во предвид видот на овошката, подлогата, техниката на наводнување и др.

Наводнувањето на лозата во полна вегетација има позитивно влијание врз развојот и продуктивноста на истата. Оптималната обезбеденост со вода, овозможува лозата активно да ја усвојува водата и хранливите материи од почвата, а со правилно оптоварување на родните окца (кроење) и распоред на ластарите, се обезбедува правилна фотосинтеза. Исто така, се овозможува побрз развој и разгранување на коренот, подлабоко продирање на истиот, подобро развивање на надземната вегетативна маса, правилен раст и развиток, зголемување на отпорноста спрема болести и ниски температури, повисок и поквалитетен принос. Инаку, кај лозата најголемите потреби за вода се јавуваат од крајот на цветањето, преку фазата на формирање на бобици, па сè до 20-25 дена пред бербата. Според испитувања на наши стручњаци, високи приноси од лозата се добиваат

со вкупна потрошувачка на вода од 6000 до 7000 m³/ha, а нормата на наводнување од 4000 до 5000 m³/ha. Поледелските култури имаат различни биолошко-технолошки карактеристики, поради што и заливниот режим им е различен, меѓутоа генерално потребите за вода се помали во споредба со горе споменатите култури. Денес, кај нас, поледелските култури (стрните жита) често се одгледуваат без наводнување, поради што и приносите се многу ниски, а во услови на наводнување овие култури можат да го зголемат приносот и до 300%. Од оваа група на култури, како најголеми потрошувачи на вода се издвојуваат пченката, шеќерната репа, оризот, луцерката и др. Генерално, кај поледелските култури, одржувањето на влагата во почвата во рамки на 70-75% од полскиот воден капацитет (ПВК) е најпогоден.

Определувањето на времето на залевање на земјоделските култури е една од првите и основни задачи во праксата на наводнувањето. Се смета дека ефектот на наводнувањето првенствено зависи од правилното определување на времето и количеството на вода за залевање. Правилно и успешно залевање е она залевање каде што точното количество вода се аплицира во правилен момент за културата. Секое отстапување, може негативно да се одрази врз приносот и квалитетот од земјоделските култури, на цената на производот, а исто така може негативно да влијае и на животната средина.

Така, со примена на многу ретки и ненавремени залевања, како и залевања со помало количество вода во однос на вистинските потреби на културата, може да се намали содржината на лесно достапната влага во почвата (а со тоа и на достапните количества на растворени хранливи материји), што директно влијае врз растот на растението, намалувањето на квалитетот и приносот на производот. Кај градинарските култури, доаѓа до создавање на дрвенести влакна и се намалува нутритивната (хранливата) вредност, додека кај овошните култури се забележува послаб пораст на леторастите, послабо цветање, поголемо опаѓање на плодовите, помали плодови со многу послаб квалитет и хранлива вредност, како и намалување на отпорноста на растенијата, поради што истите се повеќе подложни на болести, штетници и мразеви. Исто така и честите и безпотребни залевања и залевања со преголеми количества вода може неповолно да делуваат, и тоа особено на развојот на растенијата, бидејќи почвата условно ќе биде снабдена со вода, која како резултат од недостатокот на воздух за растенијата (гушење на коренот поради вишок вода) не може да биде искористена од страна на растенијата. Од друга страна вишокот на вода во почвата може да создаде поволни услови за некои габни заболувања. Многу често, како резултат од високата влажност се фор-

мираат и плодови со мала содржина на шеќер, витамини и минерални материји (послаба хранлива вредност). Покрај другото, во практиката на земјоделското производство не треба да се дозволи периодична промена на ниска и висока влажност во почвата, бидејќи притоа може да дојде до брзи промени и во содржината на хранливите материји во самите растенија, што може да предизвика пукање на корисниот дел на растението. Оваа појава е честа кај коренестиот зеленчук и некои плодови видови (особено доматиот).

Кај лозата, неправилното определување на времето на залевање, особено на крајот на вегетација, може да ја наруши обоеноста на зрното, транспортбилноста на гроздот, вкусот и способноста за чување кај трпезните сорти, односно односот на шеќери и киселини кај винските сорти на грозје. Поголемото количество на вода ја намалува способноста за нормален раст и развиток на лозата, бидејќи недостасува кислород, што на крајот може негативно да се одрази на крајниот принос.

Без сомневање, залевањата со помало и со поголемо количество на вода се подеднакво штетни за земјоделските култури. Со тоа што, кога се зборува за штетното влијание на вишокот на вода во почвата настаната како резултат од неправилното залевање, особено треба да се потенцира фактот дека, преголемите и без-

потребни количества вода дадени со залевањата, освен што влијаат на цената на крајниот производ (преку цената на водата, енергијата и трудот вложен со секое залевање), истите негативно се одразуваат и на животната средина промивајќи многу штетни материји (нитрати, пестициди и др.) во подземните води, кои што понатаму можат да дојдат во контакт со луѓето преку домаќинствата, индустријата, рекреација итн.. Посебен проблем претставува тоа што дел од овие материји кои се промиваат со прекумерното наводнување се неопходни за правилно функционирање на културата, а треба да се истакне и тоа дека фармерите платиле значителни суми за нивна набавка и апликација. На крајот, треба да се истакне дека вишокот на вода, кој е потрошен неправилно и нерационално, е предмет за сериозна дискусија, особено кога растат потребите за вода за сите намени, односно кога се очекува земјоделството да биде главен сектор за конзервација на вода во услови на поголемо идно влијание на климатските промени врз водните ресурси.



2. МЕТОДИ ЗА ПРАВИЛНО ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА ВРЕМЕТО И КОЛИЧЕСТВО НА ВОДА ЗА ЗАЛЕВАЊЕ КАЈ ЗЕМЈОДЕЛСКИТЕ КУЛТУРИ



Како една од најбитните мерки за конзервација и ефикасно користење на водата во земјоделското производство претставува правилното и навремено определување на времето и количеството на вода за залевање на земјоделските култури. Денес, во праксата на наводнување постојат голем број на методи за одредување на времето и количеството на вода за залевање, почнувајќи од многу едноставни, кои доста често не бараат никаков прибор и опрема, потоа користење на упростени и брзи методи за кои е потребна поедноставна опрема, па сè до методи кај кои се применува посовремена опрема, па дури и компјутерско автоматизирање на залевањето. Инаку, најбитни особини кои треба да ги поседува еден метод за определување на времето и за потребното количество вода за залевање се: практичност, едноставност, брзо и точно определување.

Досегашната пракса во земјоделското производство во нашата земја укажува на многу ретка практика на користење на вакви методи, а и до-

колку истите се користат, најчесто истите делумно се применуваат. Подолу во текстот, ќе бидат изложени некои од методите кои можат да бидат многу практични при утврдување на времето и точното количество на вода за залевање, а некои од нив можат да најдат примена кај производителите во нашата држава.

Инаку, треба да се истакне дека определувањето на времето и потребното количество вода на залевање на земјоделските култури не треба да се сфати шаблонски, бидејќи е во голема корелација со климатско-почвените услови, агротехниката, биологијата на културата и друго. Оттука, зависно од параметрите кои се користат како основа за утврдување на определувањето на времето и количеството на вода за залевање, сите методи можат да се групираат во три основни групи:

- **Методи на база на следење на влагата во почвата**
- **Методи на база на следење на состојбата со растението**
- **Методи на база на следење на климатските карактеристики**

3. МЕТОДИ НА БАЗА НА СЛЕДЕЊЕ НА ВЛАГАТА ВО ПОЧВАТА



Голям број автори од оваа проблематика, ја истакнуваат важноста од познавање на влагата во почвата како една од можностите за практично и точно определување на времето и количеството на вода за залевање на земјоделските култури. Имено, овој метод се базира на практично лабораториско или теренско оценување на влагата во почвата, која претставува основен медиум на која се одгледува самата култура, односно од каде ја црпи водата според своите потреби.

Во праксата постојат различни начини за определување на влагата во почвата, почнувајќи од наједноставни, но помалку точни, кои не бараат никаква апаратура или опрема (метод со допир со рака), па до најсовремени методи, кои бараат скапи апарати и опрема. При користењето на оваа метода,

треба да се има во предвид дека следењето на влагата во почвата треба да се одвива на длабочина до каде што се наоѓа главната коренова маса, односно за градинарските и поделеските култури до 60 см, а за овошките и лозата од 80 до 100 см.

Во практиката на наводнувањето, методите за определување на времето на залевање со следење на влагата во почвата се делат во две групи:

- Методи кои се базираат на земање почвени проби (метод со допир со рака, метод на сушење на пробите од почва во сушница на 105°C, сушење со инфрацрвени зраци, со парафин и друго);
- Методи за директно мерење и очитување на влажноста во почвата (електрометриски, неутронски, тензиометриски метод).

3.1. МЕТОДИ КОИ СЕ БАЗИРААТ НА ЗЕМАЊЕ ПОЧВЕНИ ПРОБИ

3.1.1. ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА ВЛАГАТА ВО ПОЧВАТА СО ПОМОШ НА ДОПИР СО РАКА

Овој метод е практичен за ориентационо одредување на состојбата со влагата во почвата. Не е потребен никаков прибор, меѓутоа потребно е искуство и пракса. Имено, искусните земјоделски производители можат да стекнат извесно сознание за состојбата со влагата во почвата преку допирот на почвата со својата рака. Така, доколку почвата е влажна, тогаш примерокот од почва при стискање со раката ќе се моделира во одредена форма, додека при стискање на сув примерок, под влијание на притисокот на раката таа се распаѓа. Оваа особина најмногу зависи од типот на почвата, односно од нејзиниот механички состав, поради што за нејзина полесна практична примена, додека да се добие потребното искуство, се користи Табелата 1.

Табела 1. Практично определување на влагата во почвата со помош на рака (метод според Criddle, цитира Вучиќ, 1976)

% од ПВК	Многу лесни почви	Лесни почви	Средни почви	Тешки и многу тешки почви
0	Суво, растресито, честичките од почвата поминуваат помеѓу прстите	Суво, растресито, честичките од почвата поминуваат помеѓу прстите	Прашкasto, суво, лесно се распаѓа во прав	Тврдо, збиено, со многу пукнатини
50 или < од 50% од ПВК	Сè уште суво на изглед, не се образува топче под притисок	Сè уште суво на изглед, не се образува топче под притисок	Помалку трошкasto, не се распаѓа под притисок	Малку пластично, под притисок формира грутка
50-70% од ПВК	Сè уште суво на изглед, не се образува топче при притисок	Под притисок има тенденција да се формира грутка, но обично се распаѓа	Формира грутка под притисок, грутката е пластична	Формира грутка, со трање помеѓу палецот и показалецот остава трага
70%-90% од ПВК	Има тенденција за послабо лепење, а понекогаш може да се направи и топче	Формира лабаво топче, кое лесно се дроби и не е лепливо	Формира грутка, многу пластична и свивлива, при висок % на глина лесно се лепи	Лесно остава траги под прстите и лесно се размачкува
При ПВК	При цедење на примерок почва, нема слободна вода, но на раката се чувствува влажна обвивка околу топчето	Исто како лево	Исто како лево	Исто како лево
> ПВК	При протресување на примерок од почва, се појавува слободна вода	Со гмечење се ослободува слободна вода	Слободна вода може да се исцеди само со стискање	На површината од примерок почва се појавува слободна вода

*ПВК (полски воден капацитет) е горна граница на лесно достапна вода и не е пожелно содржината на вода во почвата да се качи над оваа вредност, поради формирање на слободна вода која се исцедува во подлабоките слоеви и со себе ги носи губривата и пестицидите.

Количеството на вода која треба да се аплицира со овој метод можеби не е најточно, но, сепак, добри резултати може да се добијат доколку претходно се утврди за каков тип почва станува збор, а потоа да се определи и горната граница на леснодостапната вода (ПВК) за истиот тип почва. Постапката понатаму е многу лесна, имено, кога влагата во почвата ќе се спушти до 70% од ПВК (протолкувано според резултатите од табелата), тогаш за да го вратиме количеството вода во рамки на 100% од ПВК, треба да залееме со разликата 100%ПВК - 70% од ПВК, односно доколку ПВК е 2000 м³/ха, тогаш според просто тројно правило 70% од ПВК = 70x2000/100=1400 или 2000-1400=600 м³/ха.

3.1.2. МЕТОД СО СУШЕЊЕ НА ПОЧВЕНИТЕ ПРОБИ ВО СУШНИЦА НА 105°C

Овој метод, на некој начин се нарекува класичен метод, бидејќи е еден од првите и најчесто применувани методи во пракса. Се одликува со висока прецизност и точност, па покрај тоа што се користи за определување на влагата во почвата, истиот служи и за калибрирање на многу апарати (ометри, тензиометри ит.н.). Инаку е многу бавен метод, бидејќи треба да се земат многу проби: од секоја длабочина, почвен тип, култура. Постапката се состои во земање почвени проби со сврдел од секои 10 или 20 см длабочина, во повеќе повторувања (најчесто 3-5), до длабочина на активната коренова маса на културата. Почвените проби кај капковото наводнување и кај микродождењето се земаат од кругот на влажнење, кај браздите од средината на браздата, додека при вештачки дожд по случаен избор. После земењето на пробите, почвата се вади, се прочистува од покрупните камчиња и органските примеси (коренчиња ит.н.) се става во алуминиумски кутивчиња и се носи на мерење и сушење. Сушењето се изведува во сушница на температура од 105°C. Почвените проби се сушат најмалку 4-5 часа кај полесни (песокливи почви) и 6-8 часа кај потешки (глинести почви), но најчесто се практикува времетраење од моментот на нивното ставање на сушење до наредното утро.



Слика 1. Следење на влагата во почвата со земање почвени проби и сушење (Чукалиев и Танасковиќ, 2007)

После сушењето пробите се ладат во специјален сад за ладење- ексикатор (околу 30 минути), а откако ќе се оладат, се пристапува кон второто мерење на вагата. На крајот се пристапува на пресметка на содржината на влага во почвата во грамови, а потоа во тежински (масени) проценти.



Процентот на влага во почвата, за секоја длабочина одделно, изразена во масени проценти, се пресметува според следнава формула:

$$b = \frac{\text{испарена влага (g)}}{\text{апсолутно сува почва (g)}} \times 100$$

b - влажност на почвата изразена во масени проценти

Испарената влага и апсолутно сувата почва се определуваат како:

- испарена влага = (сад+влажна почва) - (сад+сува почва)
- апсолутно сува почва = (сад+сува почва) - сад

При тоа сад+влажна почва го претставува првото мерење на почвената проба пред сушењето и уште се нарекува влажна мостра, а сад + сува почва го претставува второто мерење на пробата (по сушење) и се нарекува сува мостра.

Пример 1: Со примена на овој метод, се добиени следните резултати за моменталната влага (МВ) во почвата на длабочина од 60 см:

Длабоч. (cm)	Маса на сад (g)	Маса на вл. п+сад (g)	Маса на сува п. +сад (g)	Испарена влага (g)	Апсолут. сува почва (g)	Влага (% мас.)	ρ_p (g/cm ³)	Влага (% вол.)	W м ³ /ха
0-20	100,3	264,7	246,8	17,9	146,5	12,22	1,50	18,33	366,6
20-40	100,6	266,0	251,6	14,4	151,0	9,54	1,60	15,26	305,3
40-60	100,5	270,3	248,5	21,8	148,0	14,73	1,55	22,83	456,6

ρ_p – се добива кога примерок почва за истата длабочина за која се врши испитувањето се земе со сад со претходно познат волумен од 100 cm³ и се исуши на 105°C, па потоа се поделат резултатите од масата на сувата почва и волуменот од 100 cm³

Значи пресметките се одвиваат вака (за првиот слој од 0 до 20 cm):

$$b = \frac{17,90}{146,50} \cdot 100 = 12,22\%$$

Потоа овие масени проценти се множат со привидна густина на почвата ρ_p (која се определува само на почетокот на вегетацијата и тоа за иста длабочина за која се врши испитувањето) за да се добие влажноста на почвата во волуменски проценти:

$$c = b \cdot \rho_p = 12,22 \times 1,50 = 18,33 \%$$

Количеството на вода за истиот слој од 20 cm изнесува:

$$W = c \times h = 18,33 \times 20 = 366,6 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Вкупното количество вода до предвидената длабочина од 60 cm е:

$$W = W_{0-20 \text{ cm}} + W_{20-40 \text{ cm}} + W_{40-60 \text{ cm}} = 366,6 + 305,3 + 456,6 = 1128,5 \text{ m}^3/\text{ha}$$

За правилна примена на овој метод, односно за да се определи времето и количеството на вода со кое треба да се залева некоја култура, треба да се има познавање и за водните константи (ПВК, ВВ, ТМ) или т.н. гранични вредности на достапната и леснодостапната вода во почвата, кои треба да бидат утврдени од страна на експерти од оваа област, а подоцна да се обучат фармерите за нивна правилна интерпретација во пракса. Водните константи се испитуваат само на почетокот на вегетацијата и тоа на почвата на која се наоѓа културата и истите можат да се користат многу долг период за истата површина.

Водата е нееднакво достапна од ПВК (полски воден капацитет или горна граница на леснодостапна вода) до ВВ (влажност на трајно венеење или граница под која тешко се наоѓа достапна вода), поради што во практиката на наводнувањето се применува долна граница на леснодостапна вода, до која граница може да се дозволи да се спушти влагата во почвата, а при тоа да не се влијае негативно на растот и развитокот на културата. Некаде во практиката, како долна граница се применува технички минимум (ТМ), а некаде се зема како % од ПВК. Во секој случај, доколку на површините на фармерите се утврдат овие гранични вредности, тогаш во текот на вегетацијата, фармерите со земање на почвени проби и нивно анализирање во соодветни лаборатории (кои можат да функционираат на ниво на советодавни служби или здруженија на фармери), можат многу едноставно

да ја утврдат моменталната влага на почвата и да применат соодветно количество вода за растенијата.

Пример 2: Доколку ПВК до 60 см е 2400 м³/ha, а ВВ е 1400 м³/ha. Со зголемување на ВВ за 20%, се добива ТМ или 1680 м³/ha. Со следење на моменталната влага во почвата (земање проби, сушење и пресметка според горниот метод) можеме да го определиме моментот и точното количество вода за залевање. Имено, кога моменталната влага (МВ) во почвата ќе се доближи блиску до ТМ, пример 1800 м³/ha, тогаш можеме да извршиме залевање и тоа со разликата помеѓу ПВК и МВ, односно 2400 - 1800 = 600 м³/ha вода, која треба да се даде за да се врати влагата во рамките на горната граница на леснодостапна вода (ПВК). Не е правило МВ да биде блиску ТМ за да се изврши залевање, доволно е МВ да биде под ПВК и да се изврши интервенција со вода со разликата помеѓу ПВК и МВ. Ова особено важи за наводнувањето со капка по капка, каде што не се препорачува интервенциите со вода да се извршат кога влагата во почвата ќе се спушти до ТМ, бидејќи растенијата трпат големи стресови и шокови, што на крајот влијае со намалување на приносот, а вака добиениот дефицит на влага во почвата многу тешко се надоместува со примена на капково наводнување.

Пример 3: Друг начин за определување на моментот на залевање и количеството на вода е доколку е познат само ПВК (пример, до 60см е 2400 м³/ha). Според многу автори, кај градинарските и овошните кул-

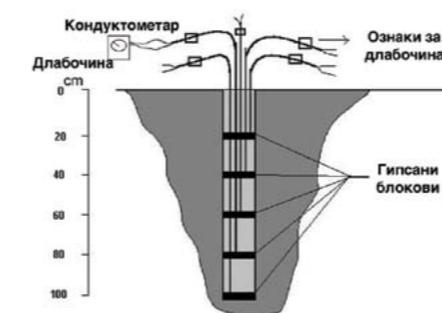
тури до фаза на цветање, долната граница до која може да се дозволи да се спушти влагата во почвата е 70 % од ПВК, а кај поделските, до фаза цветање границата е 65% од ПВК, додека по фазата на цветање влагата во почвата кај градинарските и овошните култури треба да е над 80% од ПВК, додека кај поделските над 75%. Имено, кога пред фазата на цветање, пример кај градинарските култури со следење на МВ се увиде дека влагата во почвата е блиску 70% од ПВК (70% од ПВК=70x2400/100=1680 м³/ha) тогаш може да се изврши залевање со норма, добиена како разлика од ПВК - % од ПВК или 2400-1680=720 м³/ha. Доколку површината на која се одгледуваат градинарските култури е со големина од 0.3 ha, тогаш количеството на вода е 0.3x720=216 м³ или 216000 литри вода (1м³=1000 литри вода). Количина на вода во литри, поделена со збирот од бројот на капките на 0.3 ha, помножен со нивниот проток, ќе го даде времето за залевање со систем капка по капка или 216000 л : (2000 капалки x 8 l/h = 16 000 l/h) = 13 часа и 30 минути.



3.2. МЕТОДИ ЗА ДИРЕКТНО ЧИТАЊЕ НА ВЛАГАТА ВО ПОЧВАТА

3.2.1. Електрометриски метод

Поаѓајќи од фактот дека електропроводливоста на почвата се менува во зависност од содржината на водата во неа, во праксата на наводнување е применета методата за мерење на електричниот отпор во почвата, како показател за влажност на почвата. Електроспроводливоста се мери со помош на мали гипсани блокови во кои се вградени 2 електроди поврзани преку кабел со мерниот инструмент. Особено важен момент на кој треба да се внимава е длабочината до која се врши мерењето и поставувањето на гипсаните блокови (зависно од длабочината на кореновата система на културата), како и воспоставувањето на добар контакт со почвата (најчесто со кал од почва, од истата длабочина на која се врши мерењето).



Слика 2. Мерење на влажноста со гипсани блокови (Иљовски и Чукалиев, 2002)

Читањата се вршат на мерниот инструмент Воуоуосос или Ас Ohmeter, каде што секое намалување на влагата во почвата означува зголемување на електричниот отпор и обратно. За полесна работа со овој метод се прави табела со вредности со паралелно читање и бележење на резултатите прочитани на мерниот инструмент и резултатите добиени со класичниот метод со сушење (земање на проби близу поставените блокчиња на почетокот на вегетација, во период од околу дваесетина дена, со цел споредување на калибрање на инструментот), односно толку оми или килооми од кондуктометарот одговараат на толку % влага со класичната метода. Со секое следно мерење многу едноставно се следи моменталната влага во почвата, а многу лесно може да се определи времето и количеството на вода за залевање, доволно е само да се има податок за ПВК (види пример 2 и 3).

3.2.2. Неутронски метод

Се смета за многу брз и прецизен метод. Кај некои од инструментите кои го користат овој метод на мерење (гама мерачот) постои можност и за одредување на времето и вкупното количество на вода за залевање, што е предност во споредба со другите методи на мерење. Со инструментот треба да се ракува правилно, бидејќи истиот работи на база на брзи неутрони кои излегуваат од радиоактивни извори (Се и Ве), меѓутоа изворот на овие елементи е добро за-

штитен во инструментот. Како можна негативна страна се смета и високата цена на чинење, поради што кај нас го користиме само во истражувачки цели, но во развиените земји како Австралија се користи и во фармерското производство (повеќе фармери имаат еден мерен инструмент). Најчесто мерењето на влагата во почвата на една длабочина трае околу 1 минута. Со еден неутронски влагомер може да се следи влажноста на огромен број пунктови. Кај некои од инструментите, зависно од производителот и начинот на мерење, постои потреба од калибрација, на сличен принцип како и кај електрометрискиот метод. За таа цел се прави табела со вредности добиени со паралелно читање на неутронскиот валагомер и со класичниот метод со сушење. Со добиените вредности понатаму може многу едноставно да се следи моменталната влага во почвата со секое следно мерење, а со тоа да се определи и времето и количеството на вода за залевање. За сево ова доволно е да се има податок за ПВК, а пресметките може да се извршат како во пример 2 и 3.



Слика 3. Неутронски влагомер (Иљовски и Чукалиев, 2002)

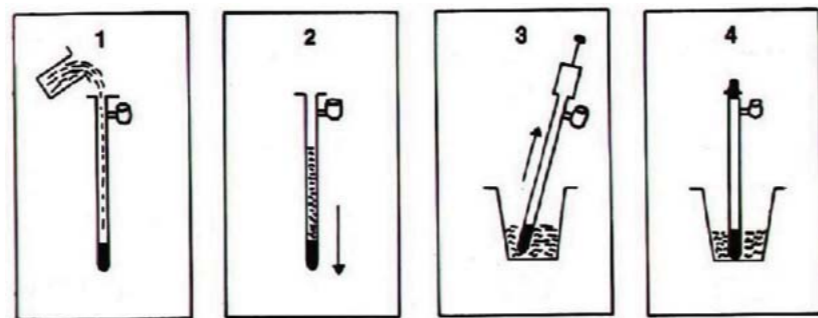
3.2.3. Тензиометриски метод

Тензиометрискиот метод се смета како едно од најпрактичните решенија за определување на времето и количеството на вода за залевање кај земјоделските култури. Мерењата се вршат многу брзо, а можно е и автоматизирање на процесот на залевање. Како негативна страна се зема тоа што мерат многу мал опсег на влага во почвата (до 1 бар), па затоа се користат само во практиката на микронаводнувањето (кај капка по капка и микродождење).

Инаку, тензиометрите работат на принципот на силата на држење на водата во почвата. Тоа е сила која може да се измери и да служи како показател за степенот на влажност на почвата. Силата на држење пред сè зависи од количеството на вода, односно колку е поголемо количеството на вода во почвата, толку е помала силата со која се држи истата, и обратно. Тензиометарот се состои од цевка (во последно време од просирна пластика) со различна должина, од 15-150 cm (за мерење на разни длабочини). На едниот крај има порозен керамички врв, на другиот крај е отворен, а веднаш до крајот е вграден вакуумметар.

Пред да се постават тензиометрите на постојано место, потребно е да се внимава на следниве постапки (Слика 4). Најпрво, тензиометрите се полнат до половина со обезвоздушена (провриена) дестилирана вода, а потоа се оставаат свртени вертикално

надолу, сè додека од керамичкиот врв не почне да прокапнува вода. Оваа постапка е неопходна, со цел да се истисне воздухот од керамичкиот врв на тензиометрите. Потоа тензиометрите се дополнуваат со дестилирана вода до дозволената црта означена на пластиката од тензиометрите. Така припремените тензиометри се поставуваат со керамичкиот врв во сад со дестилирана вода. Со вакуумпумпа се повлекува од дестилираната вода во тензиометарот за да се отстрани преостанатиот воздух во порозната керамика. Потоа тензиометрите херметички се затвораат со затвораач. До поставувањето, тензиометрите се чуваат со врвот потопен во дестилирана вода, за да не налезе воздух во порозната керамика.



Слика 4. Припрема на тензиометри пред поставување (извор, Чукалиев и Танасковиќ, 2007)

Инаку, поставувањето на тензиометрите во почвата треба да биде блиску коренот на културата и до кругот на влажнење од капалката или микроспринклерот. За поефикасно поставување на тензиометрите треба да се направи добар контакт на керамичкиот врв со почвата (со каллива смеса од истата почва).



Слика 5. Поставување на тензиометар на постојано место (на поле) (извор, Чукалиев и Танасковиќ, 2007)

Наједноставно и најпрактично определување на времето и количеството на вода за залевање кај земјоделските култури може да се изврши со два тензиометра, поставени еден до друг на оддалеченост од 30 до 50 cm. Првиот се поставува на длабочина од 20 cm и истиот ќе има улога да покаже кога да се започне со залевањето, додека вториот тензиометар се поставува на длабочина од 60-100 cm (зависно од кореновиот систем на културата), а неговата функција ќе биде да покаже кога да се прекине со залевањето. За поедноставна примена на овој начин на мерење ја предлагаме следнава табела:



Табела 2. Определување на почеток и крај на залевање на различни типови почва со помош на тензиометри (извор, Чукалиев и Танасковиќ, 2007)

Режим на залевање	Тип на почва	Тензија во почвата (cb)
Почеток на залевањето (прв тензиометар, 20 cm)	Лесни (песокливи) почви	20-40
	Средни (илести) почви	40-60
	Тешки (глинести) почви	60-90
Крај на залевањето (втор тензиометар, 60 -100 cm)	За сите почви	За крај на залевањето се зема моментот кога ќе дојде до мала промена на вредноста на вториот тензиометар, што значи влагата продрела до предвидената длабочината (активниот коренов систем на културата)

* 1 центибар е еднаков на 10 милибари

Доколку и во двата случаја доколку не се придржуваме кон горенаведеното, ефектот од наводнувањето се намалува бидејќи се врши процедување на водата, а со тоа и на хранливите материи надвор од кореновиот систем.

4. МЕТОДИ НА БАЗА НА СЛЕДЕЊЕ НА СОСТОЈБАТА СО РАСТЕНИЕТО

4.1. ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА ВРЕМЕТО НА ЗАЛЕВАЊЕ СПОРЕД КРИТИЧНИТЕ ФАЗИ НА РАЗВОЈ НА КУЛТУРАТА

Овој метод се базира на познавање на фазите на раст и развој на поедини растенија и потребата за вода во тие фази. Имено, секоја култура и покрај тоа што има потреба од леснодостапна вода во текот на целата вегетација, сепак во критичните фази за раст и развој на културата, евентуалниот недостаток на леснодостапна вода може многу силно да се одрази на приносот од културата. Така, кај градинарските култури како најкритични се издвојуваат почетните фази на раст (период на расад), при што се препорачува редовно залевање, не често (за да не се издолжи расадот), подобро поретко, но со доволно количество вода, со цел да се навлажни целиот слој во кој се развива кореновиот систем. Најчесто се препорачува залевање со количество од 5 до 20 l/m² (на 2 до 7 дена, зависно од староста на расадот, големината и густината на расадот, надворешните услови итн.). Што се однесува до градинарските култури после нивното расадување, како критични периоди се издвојуваат периодот веднаш после расадувањето, со долна граница од 70% од ПВК. Следните критични фази се: фаза на

почетно цветање, масовно цветање, почетно зреење и масовно зреење. Во овие фази потребите на вода се над 80% од ПВК.

Многу автори ги истакнуваат следните критични фази кај овошките: пред цветање, после цветање и интензивно образување листови, образување латораста, образување на плодови и интензивен пораст на плодовите.

Меѓутоа треба да се има предвид дека не треба шаблонски да се пристапува кон критичните фази на културата, односно овие периоди треба да се приспособени спрема климатските услови (температура и врнежи, види Табела 3) и почвата (особено ПВК и МВ, види пример 2 и 3).

4.2. ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА ВРЕМЕТО НА ЗАЛЕВАЊЕ СПОРЕД НАДВОРЕШНИТЕ (МОРФОЛОШКИ) ПРОМЕНИ

Недостатокот на вода во почвата предизвикува внатрешни физиолошки промени, кои се манифестираат и на надворешните морфолошки промени на растенијата. Токму овие промени можат да послужат во праксата на наводнување, со цел определување на времето на залевање. Имено, определувањето на времето на залевање преку овој начин се врши на база на следење на

развојот и изгледот на растенијата, промената на бојата на листовите и тургорот на листовите, промена на аголот на листовите спрема стеблото итн.. Кај едногодишните култури овој метод е нешто попрктичен во споредба со повеќегодишните култури. Како што е познато, листовите од овошките при недостаток од влага во почвата црпат влага од плодовите и другите делови од растението, така што многу тешко и доцна се учуваат надворешните промени на недостаток од влага во почвата. Оттука, надворешните морфолошки промени кај овошките не може да бидат основа за примена на правилен и рационален режим на залевање, бидејќи знаците за неправилен воден режим (недостаток на вода) се манифестираат со задоцнување. Овие недостатоци укажуваат дека овој метод не е ефикасен и не треба да се применува при наводнувањето на повеќегодишните култури. Сепак, доколку овој метод се користи во практиката, тогаш за негова најефикасна примена, предлагаме во меѓуредовото растојание да се постават растенија индикатори, кои веднаш ќе го манифестираат недостатокот на влага. Така кај грав, пиперка и кикирики, интензивно зелена боја означува недостаток на леснодостапна вода. Доматот, краставицата и морковот добиваат темно зелена боја, додека при оптимална влажност имаат бледозелена боја. Кај кромидот и лукот, при недостаток на влага во почвата, листот добива сивкастобела превлака, додека врвовите на листот се увитку-

ваат. Кај пченката, недостатокот на вода се манифестира со увиткување на листовите.

4.3. ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА ВРЕМЕТО НА ЗАЛЕВАЊЕ СПОРЕД ВНАТРЕШНИ ФИЗИОЛОШКИ ПОКАЗАТЕЛИ

Кај овој метод, растението служи како индикатор за определување на времето на залевање. Имено, со намалување на влажноста во почвата се наголемува силата со која се држи водата во листот, силата на вшмукување на листот и концентрација на клеточниот сок, при што доаѓа до затворање на стоминиот апарат на листовите. Како резултат на ова, во растенијата доаѓа до влошување на водниот режим, зголемување на температурата на листовите, намалена фотосинтеза и намален интензитет на користење на хранливите материи од почвата. Токму, оваа поврзаност помеѓу влажноста на почвата и физиолошките процеси на растенијата е показател за одредување на времето на залевање на растенијата.

Кај овој метод, растението или дел од растението служи како индикатор за определување на времето на залевање. Имено, се зема дел од растението, најчесто листот и се врши анализа на концентрацијата на клеточниот сок (% на вода и на сува материја) или се следи смукателната сила на листовите. Некои автори го сметаат за еден од подобрите мето-

ди, бидејќи на некој начин го прашуваме и растението колку му се потребите за вода. При примената на овој метод, сепак треба да се имаат предвид и други фактори: климата, почвата, итн., со цел залевањето да биде правилно извршено.

Концентрацијата на клеточниот сок се одредува со помош на рефрактометар и тоа најчесто рачен. Мерењето се врши наутро (9-10 часот) директно на поле и колку што е можно почесто (на секои 5-6 дена). За добивање на поточни резултати, се предлага мерење на листови од различните инсерции. Кај градинарските култури, најинтензивен пораст се забележува кога содржината на клеточниот сок во листовите изнесува 90-95% вода и 5-10% суви материи. Со намалување на содржината на водата, само за 2%, порастот значајно се намалува, што на крајот влијае и на приносот. За да може овој метод, кај истата култура и почва да се користи поедноставно во иднина, се препорачува паралелно споредување на резултатите со класичниот метод, односно при одредена содржина на вода и суви материи во клеточниот сок на листот истовремено да се измери и количествата на влагата во почвата.

Водениот потенцијал на растението или воден стрес на растението и способноста за следење на истиот, стана многу актуелна тема во последниве неколку години. На база на овој параметар може да се оценат потребите за вода во растението. Водениот стрес на растенијата ја комбинира тензијата на влагата

во почвата, способноста на водата за движење во растението и потребите за транспирање предизвикани од страна на температурата, релативната влага, ветерот итн.. Оттука мерењето на водениот стрес во растенијата укажува на водениот статус на растението. Високиот воден стрес предизвикува многу физиолошки процеси, како забавување или стопирање на процесот фотосинтеза, намалување на порастот на растенијата, а може евентуално да резултира со нивно угинување. Токму оценката на водниот потенцијал во растението може да се користи за оценка на потребите за вода и времето кога треба да се изврши истото.

Смукателната сила на листот (водниот потенцијал на листот) и на други делови од растението кои имаат спроводни садови (лист, гранче со лисја, гранче итн.) може да се следи со инструментот комора под притисок "**pressure chamber**". Накратко, техниката на мерење со овој инструмент се базира на следново: откинување на дел од растението, лист или дел од гранче заедно со дршката, вметнување на делот од растението во комората со дршката нанадвор, аплицирање на гас (најчесто азот), следење на појавување на првата капка на од делот од растението поставен нанадвор и истовремено читување на вредноста на дисплејот (вакуумметарот). На база на податоци за силата со која се држи водата во делот од растението се оценува дали растението е под воден стрес, односно дали треба да се залева или не.



Слика 6. Комора под притисок „pressure chamber“
(извор Чукалиев и Танасковиќ, 2006)

Водниот потенцијал на листот од растенијата многу е проучуван кај овошните култури. Така, кај култура праска е констатирано дека вредноста на водниот потенцијал на листот рано наутро се движи околу $-0,3\text{MPa}$ (вредност прочитана на вакуумметарот), а во критичните фази на интензивен пораст на плодот, може да дојде до застој во порастот на плодот, доколку водениот потенцијал во листот опадне од $-0,6$ до $-0,8\text{MPa}$.

Инаку, негативна страна кај двата начина на мерење е тоа што резултатите што ќе се добијат не можат да се користат кај друга култура, сорта, почва итн.. Сепак, како позитивна страна се зема фактот дека, еднаш определените вредности за иста култура и на иста почва може да послужат за повеќе години.

4.4. ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА ВРЕМЕТО НА ЗАЛЕВАЊЕ СО ПОМОШ НА ТЕРМОМЕТРИ СО ИНФРАЦРВЕНИ ЗРАЦИ

Во аридни и семи-аридни региони, определувањето на времето на залевање кај земјоделски култури може да се изврши со инфрацрвени термометри, кои всушност вршат мерење на температурата на надземната маса на растението. Овој метод базира на фактот дека температурата на надземниот дел на растенијата се зголемува со затворање на стоминиот апарат, што е резултат на стресот кој се јавува кај растенијата како резултат на недостатокот на вода во почвата, поради што ладењето на растенијата, кое е поврзано со транспирацијата, се намалува, а температурата во растението се зголемува.

Интересно е да се истакне дека инфрацрвените термометри ја мерат надземната температура на растенијата без притоа да има физички контакт со растението. Мерењата се вршат од растојание, а за поточни резултати од мерењата се препорачуваат неколку мерења на самото растение и на целата површина опфатена со културата.

Овој метод всушност укажува само на моментот кога треба да се изврши залевање, а за полесна примена се користат готови табели. За утврдување на потребното количество на вода што треба да се аплицира со овој метод, неопходно е да се искористи некоја од горенаведените

почвени методи (класичната или пак некоја од директните доколку истата е икалибрирана со класичната). Многу автори, сметаат дека при користење на оваа техника, дополнителни информации за климатските карактеристики на подрачјето за време на мерењето, можат да ја зголемат прецизноста на оваа метода.



Слика 7. Мерење со рачен инфрацрвен термометар на насад со круша

Денес, широка практична примена има рачниот термометар, меѓутоа на големи површини мерења се вршат и од воздух со монтирање на инфрацрвени термометри на авиони, платформи, па дури и на сателити (далечинско следење-RS).

5. МЕТОДИ НА БАЗА НА СЛЕДЕЊЕ НА КЛИМАТСКИТЕ КАРАКТЕРИСТИКИ

5.1. ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА ВРЕМЕТО И ПОТРЕБНОТО КОЛИЧЕСТВО НА ВОДА СПОРЕД СЕКОЈДНЕВНАТА ПОТРОШУВАЧКА НА ВОДА (БИОКЛИМАТСКИ МЕТОД)

Биоклиматскиот метод е еден од поедноставните индиректни методи употребувани во практиката, а се базира врз односот на потрошувачката на вода (ETP) за даден период и сумата на среднодневната температура за истиот тој период, при што се добива хидрофитотермичкиот коефициент.

Доколку го знаеме хидрофитотермичкиот коефициент (k), како и среднодневната температура, тогаш може многу лесно да се пресмета потрошувачката на вода, а доколку нема врнежи и нормата на залевање (m):

Пример 4: При просечна дневна температура од 20°C и залевање со капка по капка, каде што $k = 2,20$, дневната потрошувачка ќе изнесува:

$$ETP = k \bar{x}t = 2,20 \times 20 = 44 \text{ m}^3/\text{ha} \text{ (за еден ден),}$$

додека за период од 5 дена

$$ETP = k \sum \bar{x}t = 2,20 \times 5 \times 20 = 220 \text{ m}^3/\text{ha},$$

доколку нема врнежи тогаш нормата на залевање (m)

$$m = ETP = 220 \text{ m}^3/\text{ha},$$

доколку во периодот од 5 дена имало врнежи од 15 mm ($150 \text{ m}^3/\text{ha}$) или 7,5 mm ефективни (бидејќи само половина од врнежите се искористуваат од културата), тогаш

$$m = (k \sum \bar{x}t) - p \quad m = 220 - 75 = 145 \text{ m}^3/\text{ha}$$

k - коефициент на потрошувачка на вода (хидрофитотермички коефициент) за секој 1°C средно дневна температура на воздухот во m^3 или mm;

ETP - потенцијална евапотранспирација, дневна или за период (во m^3/ha или mm/ha);

xt - среднодневна температура на воздухот ($^\circ\text{C}$).

Σ - сума (збир)

m - норма на залевање



Билансирањето може да се објасни на следниов начин: Најпрво на почетокот на вегетацијата почвата се обезбедува со лесно достапна вода до ниво на ПВК (горна граница на леснодостапна вода). Со секојдневно следење на температурата и со хидрофитотермичкиот коефициент, ја следиме потрошувачката на лесно достапната вода во почвата. Кога и да се залева нормата на залевање е еднаква на збирот од дневната потрошувачка на вода ($m = \Sigma ETP$ дневна). Врнежите (соодветно на количеството) го одложуваат времето на залевање.

5.2. МЕТОД НА ЕМПИРИСКА ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЈА

Овој метод се базира врз емпиријо-искуство и хидрофитотермичкиот коефициент. Методот е практичен и многу едноставен за примена. За полесно да се претстави овој метод ќе дадеме еден пример со култура јаболка.

Табела 3. Дневната, периодичната и вегетационската ЕТ за јаголков насад во периодот на наводнување

месеци	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Вкупно
mm/ден	2	3	4	5	4	3	
денови	15	31	30	31	31	15	
ЕТ (mm)	30	93	120	155	124	45	567

Вкупна ЕТ кај јаголката е 567 mm = 5670 m³/ha

Пример 5: При просечни ефективни врнежи во вегетација 250 mm, коефициент на искористеност 50%, 250 x 0,5 = 125 mm = 1250 m³/ha

M (норма на наводнување) = 5670 - 1250 = 4420 m³/ha

Колку вода да се даде во јули, ако има 20 mm ефективни врнежи?

ЕТ за јули 155 mm = 1550 m³/ha - 200 m³/ha = 1350 m³/ha. Со колку залевања да се даде ова количество? Ако се залева со бразди со 2 залевања 1350:2=675 m³/ha со секое залевање, со класично дождење со 3 залевања, 1350:3=450 m³/ha, со микроспринклери со 4 залевања, 1350:4=337 m³/ha, со капка по капка со 5 залевања, 1350:5=270 m³/ha. Се разбира, бројот на залевања може да биде и поголем, а заливните норми помали, во зависност од водопропустливоста на почвата, сортата, подлогата, релјефот, климатските услови и друго.

Во подрачја со променливи климатски услови во кои влегува и нашава земја, овој начин за определување на времето на залевање не е многу практичен, но сепак истиот може да се изведе успешно доколку бидеме малку пофлексибилни во поглед на утврдените термини за залевање. Имено, за вакви подрачја овој режим се предлага во модифицирана форма и е најпрактичен за примена доколку културите се одгледуваат во летниот период кога врнежите се многу мали. Турнусите најчесто може да се поместат или да се изостават, зависно од климатските услови (врнежите, температурата на воздухот). Врнежи во текот на еден ден кои се помали од 5 mm, при услови на висока евапотранспирација, или помали од 3 mm при услови на ниска евапотранспирација не го нарушуваат турнусот, што значи залевањето се спроведува исто како да не имало врнежи. Доколку врнежите се поголеми за секои 5 односно 3 mm, наредното залевање се одлага за еден ден. Во случај доколку паднат врнежи од дожд повеќе од половина од нормата на залевање, следното залевање се одложува за еден турнус, сметајќи ги тие врнежи, како дека тогаш е извршено залевање. Како добра солучија за користење на овој метод се предлага и Табела 5.

Табела 5. Одлагање на залевањето во зависност од врнежите и температурата (по Федеренко и Чичасов, цитираат Чукалиев и сор., 2006)

Среднодневна температура на воздухот во °C	Количество на врнежи во mm				
	10	15	20	25	30
	Одлагање на залевањето во денови				
10-15	3	3	7	9	11
15-20	2	2	4-5	6	7-8
20-30	1	2	3	4	5

Пример 6: Доколку залевањето требало да се изврши на 1 јули, а ден претходно паднало дожд од 20 mm, при среднодневна температура на воздухот од 20 °C, тогаш залевањето се одлага за 4-5 дена.

5.3. ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА ВРЕМЕТО НА ЗАЛЕВАЊЕ СПОРЕД ТУРНУСИ

Турнусот во практиката на наводнувањето претставува временски период помеѓу две залевања, а истиот зависи од културата, почвените и климатски услови итн.. Овој метод е особено прифатлив во заштитени простори (стакленици, пластеници) како и во аридни (суви) краеве, бидејќи врнежите се многу мали или воопшто ги нема, при што истите не влијаат на претходно направената шема на залевање. Во Табела 4 се дадени податоци за бројот на залевањата и залевната норма кај краставицата и домати одгледувани во заштитени простори, по методот на турнуси.

Табела 4. Број на залевања и норма на залевање кај краставица и домати во оранжерии (Лазичиќ и соработниците, 2001)

Месец	Број на залевања		Норма на залевање (l/m ²)	
	Краставица	Домат	Краставица	Домат
I	8-10	/	2-3	/
II	10-12	4-6	4-5	6-8
III	14-16	8-10	4-5	8-10
IV	18-22	10-12	5-6	8-10
V	24-28	10-12	5-6	10-12
VI	26-30	13-15	5-6	10-12
VII	26-30	13-15	5-6	10-12



ЛИТЕРАТУРА

1. Bošnjak, Đ., (1992) Praktikum iz navodnjavanja poljoprivrednih kultura., Poljoprivredni Fakultet, Institut za ratarstvo, Novi Sad
2. Bošnjak, Đ., (1999) Naodnjavanje poljoprivrednih useva, Univerzitetu Novom Sadu, Poljoprivredni Fakultet, Novi Sad
3. Vučić, N., (1976) Navodnjavanje poljoprivrednih kultura, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad
4. Dasberg, S., Or, D., (1999) Drip Irrigation, Springer
5. Драговић, С., (2000) Наводњавање, Научни институт за ратарство и повртарство, Нови Сад
6. Evett, S. (2007) Soil Water and Monitoring Technology. Irrigation of Agricultural Crops. Agronomy Monograph No.30, Second Edition, Madison, Wisconsin, USA.664 pp. Lascano, R. J., Sojka, R. E., Editors
7. Иљовски, И., (1992) Учебно помагало за студенти, Земјоделски Факултет, Скопје
8. Иљовски, И., Чукалиев, О., (1994) Наводнување, Григор Прличев, Скопје
9. Иљовски, И., Чукалиев, О., (2002) Практикум по Наводнување, Земјоделски Факултет, Скопје. НИП "БАС-ТРАДЕ", Скопје
10. Lamm, R. F., Ayars E. J., Nakayama, S.F. (2007) Microirrigation for Crop Production-Design, Operation and Management. Developments in Agricultural Engineering 13. Elsevier
11. Lascano, R. J., Sojka, R. E., Editors (2007) Irrigation of Agricultural Crops. Agronomy Monograph No.30, Second Edition, Madison, Wisconsin, USA.664 pp.
12. Papadopoulos, I., Eliades, G., Metochis, C., (2001) Fertigation: Present situation and Future Prospects, Agricultural Research Institute, Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment, Nicosia, Cyprus (bele{ki, Co-ordination Meeting held in Viena, Austria)
13. Танасковиќ, В. (2005) Влијание на фертиригацијата врз зголемување на приносот на доматиите, магистерски труд, Факултет за земјоделски науки и храна, Скопје
14. Танасковиќ, В., Чукалиев, О., Иљовски, И., Русевски, Р., Кузмановска Билјана. (2005) Современи агротехнички мерки и заштита за зголемување на приносот кај пиперката одгледувана во заштитени простори. И Конгрес за заштита на растенија, Заштита на животна средина и безбедност на храна, Охрид, 35-38.
15. Танасковиќ, В., (2009) "Режим на залевање на пиперката со микронаводнување и влијание врз приносот и ефикасноста на користењето на водата во Скопско", Докторска дисертација, стр. 152, Универзитет "Св. Кирил и Методиј", Скопје, Факултет за земјоделски науки и храна, Скопје, Р. Македонија
16. Tanaskovik, V., Cukaliev, O., Romic, D., Ondrasek, G., (2011). The Influence of Drip Fertigation on Water Use Efficiency in Tomato Crop Production. Agriculture Conspectus Scientificus. Vol.76 (2011), No. 1, pp. 57-63
17. Tekinel, O., Çevik, B. (1993) Recent developments in greenhouse crop irrigation in the Mediterranean region. 2nd ISHS Symposium on Protected Cultivation of Solanacea in Mild Winter Climates, 13-16 April, Çurukova University, Adana, Turkey. International Society for Horticultural Science, Çurukova University, Adana, Turkey. No.92, pp. 12-32
18. Heermann, F. D. (1994) Irrigation Sheduling Sustainability of Irrigated Agriculture, edited by Pereira et al., Kluwer Academic Publishers, NATO ASI Series.
19. Чукалиев, О., Танасковиќ, В. (2006) Примена на рационална техника на наводнување и определување на моментот на залевање и точната количина на вода кај јаболков насад. Проект-Намалување на влијанието од земјоделството врз животната средина во Преспанскиот регион. Преку еколошко производство до поконкурентен земјоделски производ, Глобален еколошки фонд и Обединети Нации - Програма за Развој
20. Чукалиев, О., Иљовски, И., Танасковиќ, В. (2007) Примена на комбинирана техника на наводнување и губрење-фертиригација во градинарското производство и можност за автоматизација. Министарство за земјоделство, шумарство и водостопанство на Република Македонија и Меѓународен фонд за развој на земјоделството - ИФАД, Скопје, 34.
21. Чукалиев, О., Иљовски, И., Танасковиќ, В. (2007) "Определување на времето и потребното количество вода за залевање кај земјоделските култури". Униетед Натионс Едуцатионал Сциентиџиц анд Цултурал Организатион и Факултет за земјоделски науки и храна.
22. Чукалиев, О., Иљовски, И., Танасковиќ, В. (2007) "Примена на фертиригација преку систем за микронаводнување". United Nations Educational Scientific and Cultural Organization и Факултет за земјоделски науки и храна.
23. Yazar, A., Kanber, R., Ozekyus, B. (1994) Irrigation Scheduling in the Agronomic Practice. Sustainability of Irrigated Agriculture, edited by Pereira et al., Kluwer Academic Publishers, NATO ASI Series.



Скопје, 2013