



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE



МРЕЖА ЗА РУРАЛЕН РАЗВОЈ
НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА

ПРОЕКТ НА УСАИД ЗА АДАПТАЦИЈА НА ЗЕМЈОДЕЛСТВОТО КОН КЛИМАТСКИТЕ ПРОМЕНИ

ФЕРТИРИГАЦИЈА

КАКО МЕРКА ЗА ЗГОЛЕМУВАЊЕ НА
ПРИНОСОТ КАЈ ЗЕМЈОДЕЛСКИТЕ
КУЛТУРИ И ЗАШТЕДА НА ВОДА



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

СОДРЖИНА

1. **ВОВЕД**5

2. **МИКРОНАВОДНУВАЊЕ И ОСНОВНА КОНЦЕПЦИЈА НА СИСТЕМОТ ЗА ФЕРТИРИГАЦИЈА**7

2.1. Основна концепција на системот за микронаводнување и фертиригација7

2.2. Мерки за правилно и безбедно функционирање на системот за микронаводнување и фертиригација13

3. **ИЗБОР НА ОПРЕМА ЗА ФЕРТИРИГАЦИЈА**14

3.1. Резервоар со диференцијален притисок14

3.2. Фертиригација изведена со Вентури ињектори.....16

3.3. Фертиригација со помош на пумпи.....17

4. **ПОСТАПКИ КОИ ТРЕБА ДА СЕ ЗАПАЗАТ ЗА ДА СЕ ИЗВРШИ ПРАВИЛНА ФЕРТИРИГАЦИЈА**18

4.1. Растворање на ѓубрето пред негово аплицирање18

4.2. Определување на количеството на ѓубре потребно за аплицирање18

4.3. Калибрирање на опремата за ињектирање19

5. **ДРУГИ КРИТЕРИУМИ КОИ ТРЕБА ДА СЕ ЗАПАЗАТ ЗА ПРАВИЛНА ФЕРТИРИГАЦИЈА**19

5.1.Хемиски и физички карактеристики на ѓубрињата кои се користат во процесот на фертиригација ..19

5.1.1. Форми на ѓубриња19

5.1.2. Растворливост на ѓубрињата20

5.1.3. Интеракција на ѓубрињата со водата за наводнување21

5.1.4. Компатибилност на ѓубрињата21

5.1.5. Основни постапки кои треба да се запазат при мешање на ѓубрињата22

5.1.6.Загуби на ѓубриња со испарување23

5.1.7. рН - Реакција на ѓубрињата23

5.1.8. Влијание на ѓубривата врз салинитетот на водата23

Оваа публикација беше подготвена со поддршка на Агенцијата за меѓународен развој на САД – УСАИД од тимот на проектот за Адаптација на земјоделството кон климатските промени, имплементиран од Мрежата за рурален развој на Република Македонија.

Мислењата на авторите кои се искажани во оваа публикација не ги одразуваат ставовите на Агенцијата за меѓународен развој на САД - УСАИД или на Владата на Соединетите Американски Држави.

1. ВОВЕД

5.2. Утврдување на потребните количества на хранливи материи24

5.3. Пресметка на количествата на ѓубриња потребни за аплицирање преку системот за фертиригација25

5.4. Определување на времето на заливање и ѓубрење со помош на тензиометри29

6. ПОЗИТИВНИ И НЕГАТИВНИ СТРАНИ НА ФЕРТИРИГАЦИЈАТА31

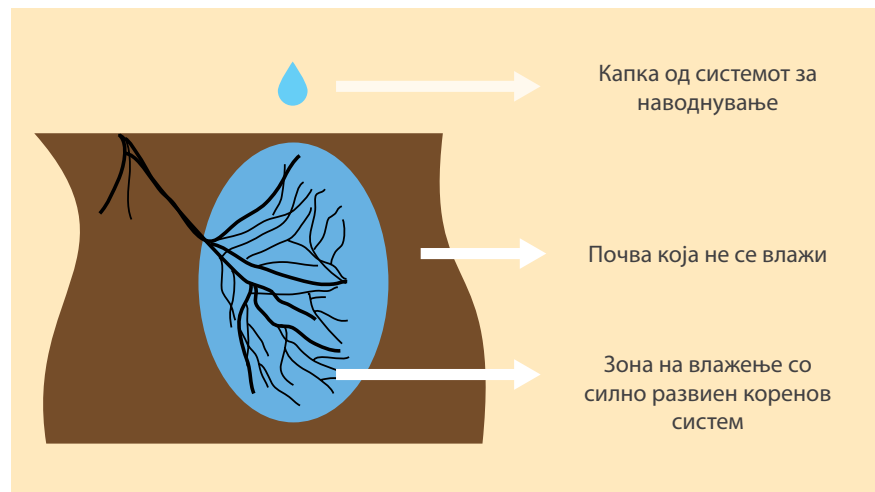
7. ЛИТЕРАТУРА33

Фертиригацијата е техника со која се аплицира ѓубре преку водата за наводнување, при што растението во потполност се обезбедува со лесно достапна вода и хранливи материи во сите фази на раст и развој. Инаку, фертиригацијата претставува комбинација на две агротехнички мерки (наводнување и ѓубрење) во една, што доведува до повеќекратна корист за земјоделските производители, но и за земјоделските култури. Покрај намалувањето на обемот на работа преку здружување на два процеса во еден, се постигнува ефект на порамномерна распределба на ѓубретото со водата за наводнување во самиот коренов систем, на потребна длабочина и во потребно количество. Со примената на оваа техника, покрај тоа што растението се обезбедува со хранливи материи и вода спрема потребите, се постигнува поголем, поквалитетен и економски пооправдан принос, а особено треба да се потенцира зачувувањето на животната средина преку помалата потрошувачка на вода и хранливи материи, што не е карактеристично за класичните техники на наводнување и ѓубрење. До пред појавата на системот за микронаводнување (капка по капка

и микродождење), апликацијата на ѓубривата со водата за наводнување била неефикасна, како резултат на непродуктивните техники на наводнување кои се одликувале со многу низок степен на ефикасност и униформност и големи загуби на водата за наводнување. Процентуално, ефикасноста на различните техники на наводнување се движи од 50-70% кај бразди и прелевање, околу 75% кај вештачки дожд, па до преку 90% кај микронаводнувањето. Оттука, може да се истакне дека апликацијата на било која агрохемикалија со водата за наводнување ќе се смета за оправдана доколку истата се изведе преку системот за микронаводнување, каде што загубите на вода се минимизирани, со што се минимизираат и загубите на агрохемикалиите односно нивното промивање во почвата и загадување на подземните води. При примена на класично ѓубрење, најчесто ѓубретото се дава во есен или во рана пролет, кога земјоделските култури (одгледувани на отворено) имаат најмала потреба. Оваа содржина на аплицирано ѓубре, преку низа на процеси во почвата, се намалува со тек на времето, односно

како културата расте и се развива, наместо да има на располагање доволни количества на хранливи материи, овие количества се намалуваат и не можат да ги задоволат потребите во текот на вегетацијата, што негативно се одразува на приносот и квалитетот на производот. Исто така, доколку се примени класично прихранување, одеднаш ќе се додадат поголеми количества на ѓубре, што ќе предизвика стрес на културата, како и набивање на површината со прекумерното движење на ѓубре растурачите или другата механизација. Покрај тоа, многу тешко може да се аплицира ѓубретото во зоната на кореновиот систем (потребно е негово заорување). На крајот, треба да се каже дека гранулираните класични ѓубриња (особено фосфорните и калиумовите, па и други) се потешко се растворливи, а со тоа и хранливите материи не се веднаш достапни за растението. Примената на микронаводнување без примена на фертиригација исто така нема да ги постигне своите максимални ефекти, поради тоа што со примена на капково наводнување се влажи само еден мал дел од почвата (Слика 1). Во овој мал волумен на навлажена почва доаѓа до

силна концентрација на коренови влакненца, кои треба од тука да ја обезбедат целокупната вода за растението. Поради тоа доаѓа до брзо трошење на достапните хранливи материи во наводнуваниот дел на почвата. Доколку во овој навлажен волумен на почва не се додаде и ѓубре, растението многу тешко ќе успее да ги усвои хранливите материи од делот на почвата кој не се влажи и нема доволни количества на вода да ги растворат хранливите материи. Во таков случај кореновиот систем непотребно се форсира да создава коренови влакна во потрага по достапни форми на хранливи материи. Во овој поцес нормално доаѓа до исцрпување на културата и намалување на приносите. Оттука, системот за фертиригација треба да биде задолжителен дел од секој систем за микронаводнување и дури тогаш може да се постигнат саканите ефекти.



Слика 1. Зона на влажење кај капково наводнување (Чукалиев и сор., 2009)

На крајот, треба да се истакне дека фертиригацијата е битна компонента на модерното наводнување под притисок. Таа дојде во поширока употреба со нејзиното интегрирање во разните системи на локлизираниот наводнување под притисок, како капка по капка и наводнување со микропрскалки. Со оваа техника се овозможува исхрана на растенијата според нивните потреби, при што може да се следат потребите на растението за хранливи материи по време и по количество, односно на растението постојано му се обезбедуваат оние елементи кои што му се потребни и во количество колку што му е потребно. При примената на фертиригацијата, се употребуваат растворливи форми на ѓубре, кои што се лесно достапни за растени-

ето и многу често немаат никакви остатоци кои би влијаеле негативно на почвата или животната средина. Што се однесува до останатите придобивки, како зголемувањето на приносите, заштеда на вода и ѓубрива, економичност на производството итн., истите се веќе потврдени во пракса.

Оттука, целта на оваа брошура е да се прикаже една од главните алатките на современото земјоделско производство, односно фертиригацијата и нејзината правилна примена, како една од мерките за подобрување на растителното производство и заштеда на вода во услови на интензивно земјоделско производство, односно во услови на очекувано поголемо влијание на климатските промени во идниот период

2. МИКРОНАВОДНУВАЊЕ И ОСНОВНА КОНЦЕПЦИЈА НА СИСТЕМОТ ЗА ФЕРТИРИГАЦИЈА

Микронаводнувањето, односно капковото наводнување се јавува во раните 60-ти години во Израел. Оваа техника е резултат на истражувањата на израелскиот инженер Blass, за намалување на потрошувачката на вода за наводнување, па доста често се сретнува и под името "Blass sistem", или наводнување "капка по капка", што претставува директен превод од француски јазик "goutte a goutte". Основен принцип при примена на овој начин на наводнување е тоа што водата под мал притисок, преку капалката, во вид на капка ја влажи почвата и тоа во близина на коренот на растението. При тоа не се влажи целата површина од посевот туку само дел, поради што и губитоците на вода се минимални или воопшто ги нема (се штеди вода). За постигнување на исти, па дури и на поголеми приноси, кај системот "капка по капка" во споредба со другите техники на наводнување (бразди, вештачки дожд итн.) се троши помало количество на вода. Помалата потрошувачка е поради тоа што површината што се влажи е помала, влажноста на почвата континуирано се одржува во рамките на лесно

достапна вода, а и влажнењето е локално во зоната околу кореновиот систем (активна ризосфера).

Микродождето е уште една техника која влегува во групата на микронаводнување. Кај оваа техника, наместо капалки, на цевководите се поставуваат микро-распрскавачи, кои за разлика од класичното дождење имаат помала капка, односно поголема допирна површина, помал интензитет и помал дијаметар на распрскување. Наводнувањето со оваа техника е особено погодно за овошни култури одгледувани на полесни почви, каде со капалките неможе да се постигне добро влажнење, особено во ши-

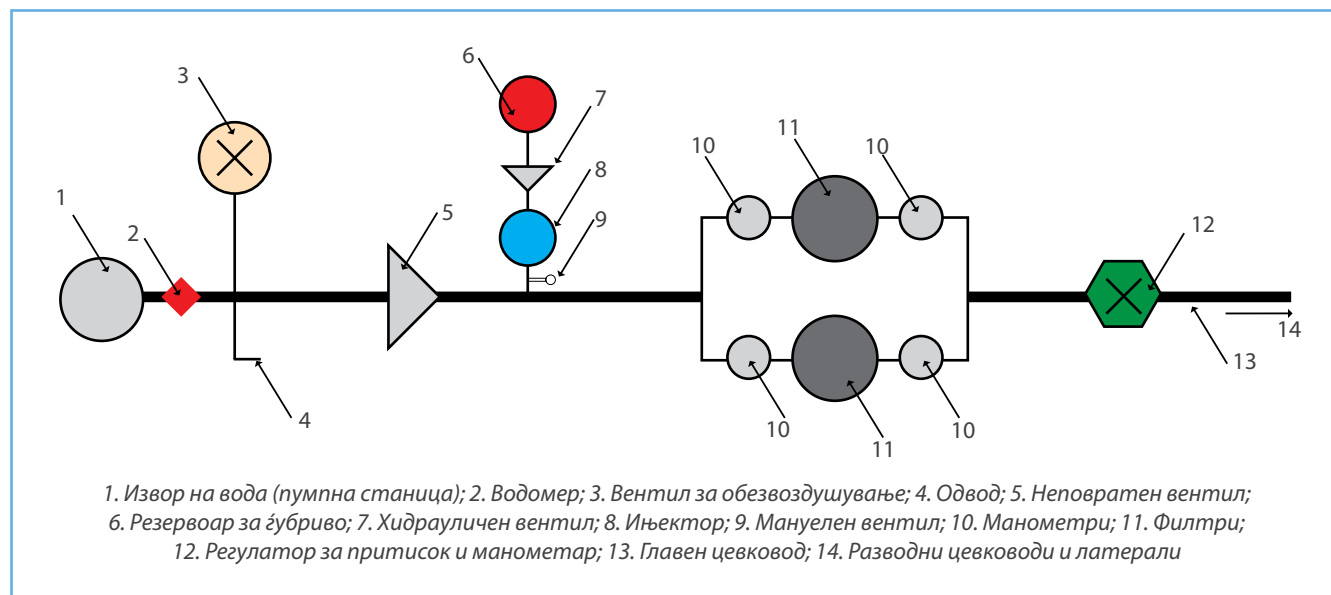
рочина, како и за култури кои имаат поголема потреба од воздушна влага (краставица, зелкови култури, слата итн.).

Системот за микронаводнување се разликува од другите системи за наводнување пред сè по елементите кои се користат за заливање, а и по карактеристиките на заливната мрежа. Со оглед на тоа дека системот за микронаводнување го постигнува својот ефект заедно со системот за фертиригација, подолу ќе биде прикажан концептот за правилно и ефикасно функционирање на еден систем за микронаводнување со фертиригација.

2.1. Основна концепција на системот за микронаводнување и фертиригација

За правилно и ефикасно функционирање на системот за микронаводнување и фертиригација, истиот во најопшт случај треба да ги содржи следните основни елементи: пумпа (пумпна станица), водо-

мер, вентил за обезвоздушување, одвод, неповратен вентил, ињектор, хидрауличен вентил, филтри, регулатор за притисок, мерач на притисок (манометар) и цевководи (Слика 2).



Слика 2. Основна концепција на систем за фертиригација (Чукалиев и сор., 2007)

Системот за микронаводнување може да се снабдува со вода од цевководи со вода под притисок или од отворени извори на вода. Доколку системот се снабдува со вода од отворен извор во тој случај се предвидува **пумпна станица (пумпа)**.

Кај системи за микронаводнување каде покрај основната операција наводнување истовремено се врши и апликација на ѓубриња, неопходно е инсталирање на **водомер** со цел контрола на количеството на вода која треба да се аплицира. На овој начин се спречува евентуално загадување на животната средина од промивање на ѓубрињата како

резултат на вишок на вода дадена со наводнувањето.

Вентил за обезвоздушување се поставува помеѓу изворот на вода и неповратниот вентил на горната страна од цевководот. Неговата функција е да спречи создавање на вакуум кој може да предизвика повратен тек на водата, особено после исклучување на изворот на вода.

Одводниот цевковод се поставува веднаш до вентилот за обезвоздушување, но од долната страна на цевководот. Служи за отстранување на оној дел вода кој евентуално може да протече назад

од неповратниот вентил кон изворот на вода и тоа после исклучување на изворот на вода или пумпата.

Неповратен вентил се поставува помеѓу изворот на вода и ињекторот со цел да го спречи можното враќање на водата и хранливите материи назад во изворот на вода, особено доколку како извор на вода се користи водовод или бунар чија вода се користи во домаќинствата.

За истовремено уфрлување на ѓубрињата преку системот за наводнување неопходно е поставување на **ињектор (фертиригатор)**. Изборот на ињекторот

зависи од многу параметри како вид на агро-хемикалија, начин на работа на ињекторот, економските можности ит.н., за што поопширно ќе стане збор во делот опрема за инјектирање.

Хидрауличен вентил (или неповратен вентил) се инсталира помеѓу резервоарот со ѓубрињата и фертиригаторот, а неговата функција е да се спречи несакано повратно протекување во резервоарот или евентуално излевање на ѓубрињата и на киселините користени како хранливи материи од резервоарот и тоа при работа на системот или во случај фертиригаторот да откаже. Доколку преку системот за микронаводнување сакаме да извршиме само наводнување, тогаш на местото каде се спојува цревето од фертиригаторот со главниот цевковод може да се инсталира **мануелен вентил**. Истотака овој вентил се затвора и во случај кога треба да се изврши прочистување на филтрите со чиста вода.

Мерач на притисок (манометар) се поставува задолжително пред и после филтерот, односно кога помеѓу двата манометри се појави разлика во притисок најчесто поголема од 0,5 бара, тогаш треба да се прочисти филтерот. Манометар треба да се постави и после ре-

гулаторот на притисок, со цел да врши контрола на работниот притисок во системот на наводнување. Секоја промена на оптималниот притисок за работа на системот за микронаводнување може се регулира токму со **регулаторот за притисок**.

Филтерот е задолжителен дел на системот за микронаводнување, особено доколку преку системот се аплицираат различни агро-хемикалии. Количеството на вода која треба да се филтрира за определено време треба да се усогласи со капацитетот на филтерот. Најчесто во праксата се среќаваат песочен, дисков и мрежест филтер. **Песочниот филтер** е многу ефикасен во отстранување на лесен суспендиран материјал како алги и други органски материи, ситен песок и прав, а особено е важен дел во примарното прочистување на водата од отворена каналска мрежа која се користи за наводнување, а каде постојат услови за развој на алги. **Дисковит филтер** е многу ефективен за филтрација на вода која содржи органска материја и алги. Може да биде со капацитет од 4-30 m³/h, поради што се користи за секундарно или крајно филтрирање, а доколку е со поголем капацитет (серија од филтри со капацитет околу 500 m³/h), во тој случај може да се ко-

ристи за примарно прочистување на водата за наводнување. **Мрежестиот филтер** секогаш се користи за крајно филтрирање на водата за наводнување, како дополнителна заштита од запущување на системот за микронаводнување и фертиригација. Најчесто е со цилиндрична форма и е направен од некородирано железо или пластика. Во некои специфични услови, особено доколку како извор на вода се користат подземни бунари, отворена каналска мрежа или реки со поголем проток и со висока содржина на ситен и друг густ материјал, се препорачува **хидроциклон (сепаратор)**, а при поголема содржина на ваков материјал во водата за наводнување се предвидува серија од хидроциклони. За правилно функционирање на хидроциклонот и создавање на центрифугална сила за работа на истиот, неопходно е создавање на разлика во притисок од 0,4 до 1,5 бара помеѓу влезот и излезот на хидроциклонот. Без филтер станица со сигурност ќе се запушат капалките, а во некои случаи и микроспринклерите особено оние со помали дизни, со што практично се намалува или потполно елиминира ефектот на фертиригацијата, пред се поради намалување на униформноста на наводнувањето.



Мрежест филтер



Дисков филтер



Песочен филтер



Хидроциклон

Слика 3. Различни типови на филтри

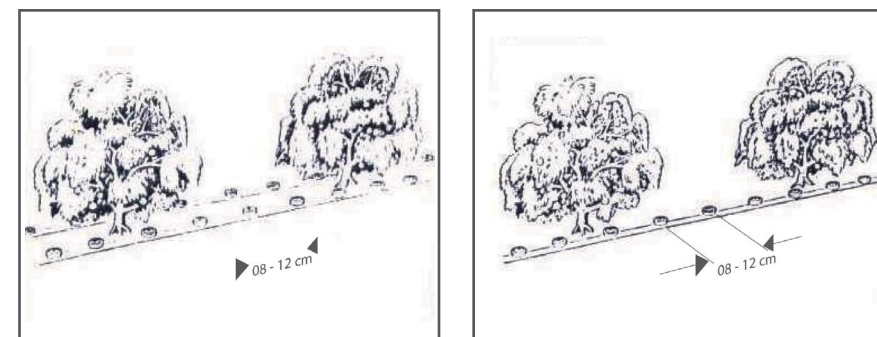
Цевководите се изведуваат најчесто од полиетиленски, полипропиленски и поливинилхлоридни цевки. Тврди и нефлексибилни цевководи (направени од нефлексибилен материјал) се користат воглавно за вкопување во почвата. Зависно од дизајнот на системот се среќаваат примарни (доводни), секундарни (разводни) и терцијални (латерални) цевководи. Доводните и разво-

дните цевководи имаат функција да ја доведат водата до парцелата, зависно од дизајнот на системот, најчесто дијаметарот на овие цевководи се движи од 32 до 110 mm и повеќе. Доводниот и разводниот цевковод најчесто се поставуваат површински, но пожелно е истите да се постават подземно, со цел да се овозможи подобро движење на механизацијата, односно да се спре-

чи нивното евентуално оштетување. Латералите најчесто се поставуваат површински, меѓутоа се среќаваат и такви решенија каде латералите може да се постават и подпочвено, што е особено практично за повеќегодишните култури. Во некои случаи работните цевководи (латерали) може да бидат поставени и над површината на почвата, на потпорната конструкција или на самите растенија, со што се овозможува полесна обработка на почвата (практични за овошните култури и виновата лоза). Дијаметарот на латералите се движи од 12 до 32 mm, меѓутоа најретко се употребуваат латерали со дијаметар од 12 и 32 mm, додека оние со 25 mm се користат на делници кај кои латералите се нешто подолги, поради што најчеста пракса имаат латералите со дијаметар од 16, 18 и 20 mm. Растојанието помеѓу латералите зависи од културата и типот на почвата. Должината може да биде различна, а главно зависи од големината на парцелата, начинот на садење, големината на овошните насади, топографијата на теренот и др. Праксата покажа дека должината на латералите најчесто треба да се движи од 100 до 200 m, и не треба да ја помине границата од 300 m. Основниот критериум при изборот е економскиот, а потоа и хидрауличките карактеристики на системот, односно дизајнот на системот. При дизајнирањето на системите

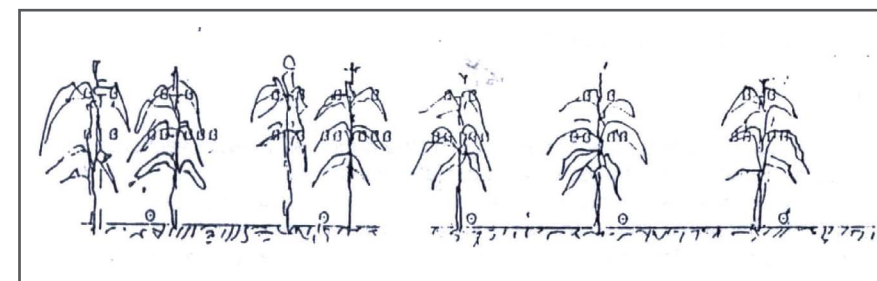
за микронаводнување, многу производители на системите ја олеснуваат работата со определување на максимална должина на латералите преку табеларен преглед, зависно од дијаметарот на цевководите, падот на теренот, итн.. Инаку, за правилно и ефикасно изведување на фертиригацијата се препорачуваат компензирачки капалки, кои се одликуваат со константен проток при различен работен притисок на системот и различна должина на латералите (најчесто до 200 метри). Доколку фармерите немаат големо искуство со монтирање на латерали со некомпензирачки капалки (со променлив проток), пожелно е истите да се применат само на рамен терен и на редови со помала должина, до 50 метри.

Во насадите со овошки и винова лоза, може да се користат една или две, а во некои случаи и три латерали во и помеѓу редот на културата (две од секоја од страните на културата и една во средината на редот). Со цел да се заштеди вода и да има помалку затревување во првите две години, првенствено се поставуваат по една до две латерали. Кога овошките ќе пораснат и ќе имаат потреба од повеќе вода, од третата година па натаму се препорачува минимум две латерали, секако при инсталирањето на латералите треба да се внимава и на растојанието на капалките во редот.



Слика 4. Начин на инсталирање на латералните цевководи кај овошни и лозови насади

Кај оние поделски култури кај кои може да се примени систем капка по капка, а се одгледуваат на средни и тешки почви, се препорачува по еден латерален цевковод на еден ред, или пак еден цевковод на два реда (Слика 5).



Слика 5. Начин на инсталирање на латералните цевководи кај градинарски и поделски култури

Најчеста пракса за инсталирање на латералните цевководи кај градинарските култури е по еден латерален цевковод во еден ред, некаде се среќаваат и два латерални цевководи на еден ред (доколку капалките се со помал проток, а се користат кај полесни почви или на инертни супстрати), додека кај градинарски култури одгледувани на средни и тешки почви, се препорачува по еден латерален цевковод на два реда, најчесто инсталирани на средината од редот (Слика 5). При инсталирањето, треба да се земе во предвид и

растојанието на капалките во редот, за што ќе обратиме внимание малку подолу.

Генерално, пред да се почне со дизајнирањето на системите за микронаводнување и фертиригација, а со цел правилно инсталирање на истиот, потребно е да се соберат следниве информации: типот на почвата, брзината на инфилтрацијата (водопропустливоста) на почвата, културата која ќе се одгледува, потреби на вода за дадената култура, квалитет на водата за наводнување, климатски карактеристики, да се направи физибилити студија, како и да се запази планираниот буџет. Секако, за прецизно дизајнирање, потребна е и топографска мапа со контурни линии на предвидениот терен.

При изборот на **емитерите (капалките или микрораспрскувачите)**, освен културата, особено големо значење треба да се даде на типот на почвата. Растојанието на капалките на латералите се одредуваат така што при заливањето треба да се оствари влажење на почвата од 30-50%. Дијаметарот на влажење на почвата воглавно зависи од механичкиот состав на почвата, брзината на инфилтрацијата (водопропустливост на почвата) и протокот на капалките, односно од вкупното количество на вода која капалката

треба да го дистрибуира. Оттука, дијаметарот на влажење (кругот на влажење на капалката) може да се пресмета со следново равенство (1)

$$Kv = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{qk}{I}} \tag{1}$$

Kv - круг на влажење (m)
qk - проток на капалката (l/h)
I - интензитет на инфилтрацијата (mm/h, cm/h, m/h)

Пример: Доколку интензитетот на инфилтрација изнесува 15 mm/h, протокот на капалките 4 l/h, тогаш кругот на влажење изнесува 0,58 m. Меѓутоа доколку заливањето треба

да трае 4 часа, за да се дистрибуира вода од една капалка од околу 16 литри, тогаш кругот на влажење ќе изнесува 1,17 m. Оттука, растојанието на капалките во латералата пожелно е да бидат на секои 1 или 1,10 m.

$$Kv = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{4}{15}} = 0.58 \text{ m}$$

$$Kv = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{16}{15}} = 1.17 \text{ m}$$

За полесно определување на растојанието на капалките зависно од механичкиот состав на почвата ја предлагаме следната табела.

Табела 1. Растојание на капалките во зависност од механичкиот состав на почвата (Чукалиев и сор., 2009)

Механички состав на почвата	Растојание на капалките (m)
Песокливи почви	0,25-0,5
Песокливи иловици	0,5-0,75
Иловици	0,75-1,0
Прашкасти иловици	1,0-1,25
Глинести иловици	1,25-1,5

Што се однесува до микрораспрскувачите, за поефикасно изведена фертиригација со истите, особено треба да се запази интензитетот на распрскување. Имено, микрораспрскувачите со помал интензитет даваат помали капки кои се многу поефикасни бидејќи имаат многу поголема допирна површина. Висината на која треба да бидат поста-

вени микрораспрскувачите најмногу зависи од културата и целта на третирањето, односно дали покрај наводнување, ќе се изведува и алтернативно заливање како: заштита од мраз, обоително заливање, освежително заливање, односно намалување на температурата, фолијарна прихрана итн..

2.2. Мерки за правилно и безбедно функционирање на системот за микронаводнување и фертиригација

За што поефикасна и побезбедна работа со системот за микронаводнување и фертиригација, покрај правилната поставеност на системот потребно е да се запази и следново:

- Постојано следење на исправноста и функционалноста на сите делови на системот за хемигација, при што во случај на неисправност на некој негов дел, замената се врши многу брзо и едноставно;
- Задолжително чистење на системот, особено на филтерот и на латералите со капалките или микрораспрскувачите, со цел да се спречи запушување на истите, што подоцна може да влијае на униформноста при апликацијата на одредените агро-хемикалии;
- При изборот на опремата, особено на оние елементи кои се во непосреден допир со концентрираните агро-хемикалии, треба да се запази истите да бидат направени од хемиски резистентни материјали. Независно од резистентноста, задолжително е миење со чиста вода после секоја апликација на агро-хемикалиите,



бидејќи сите агро-хемикалии се корозивни до одреден степен.

- Задолжително поставување на заштитна ограда околу контролната единица на системот за хемигација за спречување на влегување на други лица;
- Обезбедување на дополнителна опрема (контејнери, буриња ит.н.) во случај на протекување од системот;
- Луѓето кои работат со системот за хемигација треба да имаат заштитна облека и опрема и да бидат специјално обучени за работа со

системот;

- Апликацијата на ѓубривата и другите агро-хемикалии преку системот за микронаводнување може да се изврши само доколку истите имаат таква намена, затоа пред апликација на секоја агро-хемикалија задолжително треба да се прочита упатството од производителот;
- При аплицирање на киселини преку системот за микронаводнување, најпрвин во резервоарот се додава вода, а дури потоа се додава киселината.

3. ИЗБОР НА ОПРЕМА ЗА ФЕРТИРИГАЦИЈА

Постојат повеќе начини за внесување на хранливите материи и другите агро-хемикалии во системот за наводнување. Изборот на начинот и опремата за ињектирање ќе зависи од следното:

- **Видот на агро-хемикалијата.** При изборот на ињекторот, особено треба да се запази каква агрохемикалија ќе биде аплицирана во системот за микронаводнување. Имено, при апликација на ѓубре преку системот за наводнување, обезбедувањето на точната концентрација не е толку многу критична за растението во споредба со апликацијата на пестициди, каде секоја концентрација над дозволените граници може кобно да се одрази врз културата, а со помала концентрација не се постигнува целта;
- **Апликација на растворени или цврсти агро-хемикалии.** Агро-хемикалиите во вид на раствори немаат потреба од претходно растворање и мешање во споредба со цврстите и кристалните ѓубрива;
- **Потенцијалната опасност на агро-хемикалијата по здравјето на работникот или**

земјоделскиот производител. Апликацијата на најголем дел од ѓубривата нема сериозно влијание врз безбедноста на работникот или земјоделкиот производител, меѓутоа апликацијата на киселините и средствата за заштита на растенијата (пестицидите) бара висока претпазливост и точност;

- **Достапноста со извор на енергија.** Во случај кога електричната енергија е недостапна, тогаш можат да се користат ињектори кои како извор на енергија ја користат водата за наводнување или пак некои мотори со внатрешно согорување;
- **Мобилност на ињекторот.** Некои од системите за ињектирање на агро-хемикалии во водата за наводнување се гломазни и габаритни за мобилна употреба;
- **Цена на чинење.** Еден од параметрите кој најчесто е одлучувачки при изборот на ињекторот претставува и цената на чинење;
- **Пропорционална или волуменска апликација на агро-хемикалијата;**
- **Можност за автоматизација.**

3.1. Резервоар со диференцијален притисок

Резервоарот со диференцијален притисок работи на принципот на пренасочување на дел од главниот тек на водата низ резервоарот преку два обични вентили поставени на главниот цевковод. Резервоарот е поврзан со главниот цевковод со паралелен одвод. Пренасочувањето на текот од главниот цевковод се постигнува со варијација на притисокот од 0.1 до 0.2 атмосфери, што се читува на двата манометри поставени близу вентилите за создавање на диференцијален притисок. Водата за наводнување влегува во резервоарот преку цевки, со дијаметар од 16 до 25 mm. Во резервоарот може да се додадат растворливи или цврсти ѓубрива, а дури потоа истиот херметички се затвора. Втората цевка излегува од резервоарот враќајќи се во главниот цевковод, од каде истовремено со водата за наводнување се ињектира и раствореното ѓубре. Колку е повисок диференцијалниот притисок низ главниот цевковод, толку е поголема брзината на ињектирање (Табела 2).

Табела 2. Брзина на ињектирање зависно од големината на диференцијалниот притисок (Чукалиев и соработниците, 2003)

Дијаметар на цевката	16 mm	25 mm
Големина на диференцијалниот притисок (атм)	Брзина на ињектирање (л/х)	
0.1	660	320
0.2	990	500
0.3	1200	650
0.4	1350	760
0.5	1500	850
0.6	1650	940
0.7	1800	1030

Треба да се истакне дека резервоарот мора целосно да биде исполнет за да правилно се изведе процесот фертиригација, инаку постои ризик дел од ѓубрето да остане во резервоарот и да не се раствори и аплицира. Стартувањето на системот за наводнување мора да се одвива кога вентилите кои се поврзани со резервоарот се сеуште затворени, а доводниот вентил е целосно отворен. Вентилите за поврзување се отвараат заедно со постепено затворање на доводниот вентил, со истовремено надгледување на висината на притисокот на манометарот, се додека не се постигне саканиот притисок.



Слика 6. Резервоар за ѓубриво со диференцијален притисок (Чукалиев и сор., 2003)

Времетраењето на фертиригацијата зависи од волуменот на резервоарот и неговото празнење може да се пресмета со следното равенство (Чукалиев и соработниците, 2003):

$$t = 4 \cdot \frac{Tv}{q}$$

t - времетраење на ѓубрењето (часови)
Tv - волумен на резервоарот (литри)
q - празнење на резервоарот (литар/час)

Равенството укажува дека четири пати поголем волумен на вода од волуменот на резервоарот мора да помине низ резервоарот за да може да се раствори и уфрли предвидената количина на ѓубриво во системот за наводнување.

Табела 3. Позитивни и негативни карактеристики на резервоарот со диференцијален притисок (Чукалиев и сор., 2007)

Карактеристика	Позитивна страна	Негативна страна
Цена на чинење	Ниска	
Користење на цврсти растворливи агро-хемикалии	Да	
Користење на течни агро-хемикалии	Да	
Извор на енергија	Водата за наводнување	
Точност и прецизност		Ниска
Мобилност на ињекторот		Гломазен и габаритен
Автоматизација		Ниска
Вид на агрохемикалија		Ѓубрива

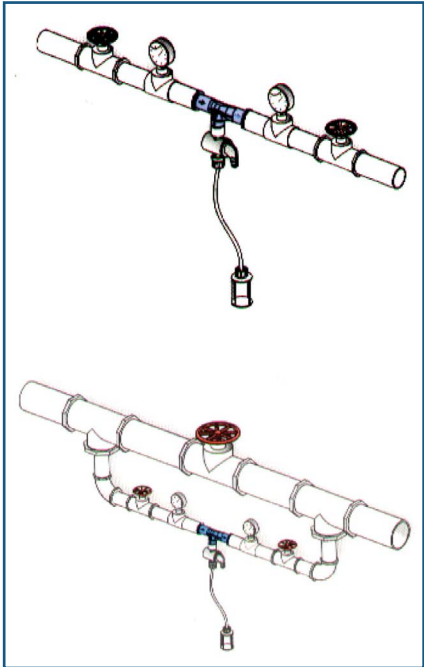
3.2. Фертиригација изведена со Вентури ињектори

Фертиригацијата изведена со оваа опрема е попрецизна во споредба со резервоарот со диференцијален притисок. Работи на принципот на Вентури, каде стеснувањето и специфичната конструкција на влезот и излезот на ињекторот, создаваат вакуум кој се должи на зголемената брзина на течење низ стеснувањето.

Табела 4. Позитивни и негативни карактеристики на Вентури ињекторот (Чукалиев и сор., 2007)

Карактеристика	Позитивна страна	Негативна страна
Цена на чинење	Ниска	
Користење на цврсти растворливи агро-хемикалии		Не (мора прво да се растворот)
Користење на течни агро-хемикалии	Да	
Извор на енергија	Водата за наводнување	
Точност и прецизност		Средна
Мобилност на ињекторот	Лесен и транспортабилен	
Автоматизација	Висока	
Вид на агрохемикалија		Најчесто ѓубрива, (пестициди само при константен притисок во системот)

Кај оваа опрема, брзината на ињектирање е во директно влијание со притисокот на работа на системот, поради што секое варирање на притисокот во системот може да влијае на количината на ѓубрето што се аплицира. За прецизно и точно аплицирање на ѓубривата преку Вентури ињекторот, системот за наводнување мора да има доволно притисок и истиот да биде константен во текот на аплицирањето на ѓубрето. Затоа, при користење на основниот модел на Вентури ињекторот, се препорачува негово монтирање во линија со главниот цевковод, контрола на протокот и поставување на прецизни вентили за регулирање на протокот кон и од резервоарот во кој е растворено ѓубрето.



Слика 7. Вентури ињектор врзан во линија и во by-pass (Чукалиев и сор., 2007)

За обезбедување на константен притисок во системот за фертиригација, доста често во праксата, Вентури ињекторот се поставува во **By-pass** инсталација (премостување). Кај оваа инсталација како алтернатива се јавува линиско поставување на двата вентила на линијата за снабдување на резервоарот со ѓубриво. Контролниот вентил е инсталиран на By-pass линијата веднаш над влезниот отвор на Вентури-евиот апарат и нормално затворен соленоид или хидрауличен вентил веднаш под излезот од Вентури ињекторот.

3.3. Фертиригација со помош на пумпи

Пумпите за ињектирање работат на принципот на вшмукување на растворот со хранливи материи од резервоарот и нивно уфрлување во системот за наводнување, како резултат на создадениот повисок притисок во споредба со постоечкиот притисок во самиот систем за наводнување. Инаку, пумпите се направени од материјал резистентен на корозија со цврста конструкција. Во споредба со претходно споменатите системи за ињектирање на ѓубрето, разните видови на пумпи немаат проблеми со обезбедување на постојана и точна концентрација при уфрлањето на хранливите материи, поради што се сметаат за најдобра варијанта за ињектирање и на други агро-хемикалии преку системот за микронаводнување. Постојат повеќе различни модели, во различни големини и изработени од разновиден материјал. Пумпите за ѓубрење се класифицираат согласно два критериума: изворот на енергија (електрична енергија, мотори со внатрешно согорување, карданската оска на тракторот, водата за наводнување) и типот на пумпа (клипни, мембрански, валчести и центрифугални пумпи).

Електричните пумпи се практикуваат само доколку условите на

поле овозможуваат присуство на електрична енергија, а поради начинот на работа, истите се многу точни, прецизни и сигурни при апликацијата на ѓубрето. Тие би можеле да работат со помал издток и лесно да се комбинираат со опремата за автоматизација. Пумпите кои работат на мотор со внатрешно согорување најчесто треба да се избегнуваат при изборот. Тие се релативно скапи (заради дополнителна опрема, особено при автоматизирање), а изведените работни операции се со нешто повисока цена. Пумпите за ињектирање кои работат со помош на кардан-

ската оска од тракторот може да применуваат само кога ѓубривото треба да се ињектира за што е можно покус период. Исто како и пумпите со внатрешно согорување се релативно скапи. Досегашните искуства, укажуваат дека пумпите кои како погон за работа ја користат водата за наводнување се најдобра пракса. Имено, со овие пумпи истовремено се запазуваат можеби најважните критериуми при апликација на ѓубрето и другите агро-хемикалии преку системот за наводнување, а тоа се прецизност, сигурност и економичност при работата.

Табела 5. Позитивни и негативни карактеристики на пумпите за ињектирање (Чукалиев и сор., 2007)

Карактеристика	Позитивна страна	Негативна страна
Цена на чинење		Висока
Користење на цврсти растворливи агро-хемикалии		Не (мора прво да се растворот)
Користење на течни агро-хемикалии	Да	
Извор на енергија	Водата за наводнување	Гориво и електрична енергија
Точност и прецизност	Висока	
Автоматизација	Висока	
Вид на агрохемикалија	Сите агро-хемикалии	

Што се однесува до типот на пумпата, клипните и мембранските пумпи се најчесто употребувани во процесот на фертиригација, пред се, поради нивната сигурност и точност, а нивната автоматизација е релативно едноставна. Валчестите пумпи се доста точни, но многу осетливи на нечистотија, таложение и корозивни хемикалии. Центрифугалните пумпи се помалку осетливи на нечистотија и релативно се ефтини. Тие се употребуваат секогаш кога се потребни поголеми количини на раствор на ѓубрива, додека при апликација на мали количества на ѓубрива нивната точност е доведена во прашање.



Слика 8. Клипна пумпа и пумпа со дијафрагма-мембранска
(Чукалиев и сор., 2007)

4. ПОСТАПКИ КОИ ТРЕБА ДА СЕ ЗАПАЗАТ ЗА ДА СЕ ИЗВРШИ ПРАВИЛНА ФЕРТИРИГАЦИЈА

4.1. Растворање на ѓубрето пред негово аплицирање

За правилна фертиригација, фертиригаторот (ињекторот) мора да биде точно калибриран со точно подесена доза за ињектирање. Секој фертиригатор треба да има можност за подесување на предвидената доза за внесување во системот за микронаводнување. Како што беше споменато претходно во делот за опремата за ињектирање, не секогаш е можно ињекторот да обезбеди точна и прецизна апликација на предвидените агро-хемикалии, тоа зависеше од многу фактори. Затоа, за што е можна поточна апликација на предвиденото ѓубре или другите агро-хемикалии, освен што треба да се запазат карактеристиките на опремата за ињектирање, пожелно е што е можно попрецизно разблажување (растворање) на ѓубрето или другите агро-хемикалии со водата во резервоарот, а дури потоа да се отпочне со нивно аплицирање.

4.2. Определување на количеството на ѓубре потребно за аплицирање

Пред да се изврши калибрирање на фертиригаторот, неопходно е да се определи дозата на ѓубре што треба да се внесе преку системот за микронаводнување. За полесно изведување на фертиригацијата ги предлагаме следните постапки:

1. Определување на површината за фертиригација или пресметка за 1 хектар;
2. Определување на количеството на ѓубре што треба да се аплицира во литри на 1 хектар;

3. Определување на вкупното количество на ѓубре во литри за предвидената површина (чекор 1 помножено со чекор 2);
4. Определување на времетраењето за фертиригација (во часови);
5. Пресметка на предвиденото количество на ѓубре во литри на час (чекор 3 поделено со чекор 4).

4.3. Калибрирање на опремата за ињектирање

Во земјоделското производство, фертиригацијата не треба да се изведува без претходна калибрација на опремата за ињектирање. Целта на калибрирањето е да се подеси фертиригаторот спрема предвидената доза за ињектирање. Дозата предвидена за аплицирање може да се определи преку количеството на растворот уфрлен преку системот за ињектирање (уфрлено количество на ѓубре) за определено време (најчесто од 60 до 120 секунди). Наједноставно калибрирање се врши доколку се земе еден градуиран сад во кој се наоѓа претходно позната количина на раствор, а која треба да се уфрли преку системот за ињектирање. Претходно опремата за ињектирање треба да се провери дали е празна за да не дојдеме до погрешни резултати. Откако ќе се заврши со проверката, се вклучува системот за фертиригација и се

мери времето за кое ќе се испразни петходно познатото количество на раствор. Пример, доколку во градуираниот сад се наоѓа раствор од 0,5 литри и истиот се испразни за време од 1 минута (60 секунди), тогаш со множење на минутите во 1 час (60 минути) со потрошеното количество на раствор за време од 1 минута 0,5 литри, ќе се добие количество од 30 литри раствор ињектиран за 1 час.

5. ДРУГИ КРИТЕРИУМИ КОИ ТРЕБА ДА СЕ ЗАПАЗАТ ЗА ПРАВИЛНА ФЕРТИРИГАЦИЈА

За правилно функционирање на системот за фертиригација, покрај неговото правилно дизајнирање и монтирање, потребно е да се запазат и уште некои други критериуми кои ќе ги прикажеме подолу.

5.1. Хемиски и физички карактеристики на ѓубрињата кои се користат во процесот на фертиригација

5.1.1. Форми на ѓубриња

Ѓубрињата кои се употребуваат во процесот на фертиригација, може да се сретнат во следниве форми: цврсти растворливи, кристални растворливи ѓубриња и во форма на раствори.

а) Цврсти растворливи ѓубриња

Како најголема позитивна страна на оваа форма на ѓубриња е високата содржина на хранливи материи, поради што трошоците за транспорт

и складирање се помали. Од друга страна, неопходно е растворање на истото пред примената преку системот за микронаводнување. Можат да се сретнат како гранули, кристали или во прав, но мора да бидат целосно растворливи. Се среќават во три форми прости, комбинирани и комплексни. Простите ѓубриња содржат само едно хемиско соединение, на пр. амониум сулфат, калиум нитрат и др.. Комбинираниите ѓубриња се состојат од две или повеќе прости ѓубриња. Не можат да се комбинираат сите ѓубриња, што е прикажа-

но во графиконот бр. 1. На пазарот често се означени како NPK и не се наведени простите ѓубриња од кои се направени, што многу го зголемува ризикот од несакани појави при нивното растворање во водата за наводнување. Комплексните ѓубриња за фертиригација содржат два или повеќе хранливи елементи и можат да бидат целосни (да содржат азот, фосфор и калиум) и нецелосни (да содржат само еден или два елементи од трите претходно споменати). Многу често на пазарот се наоѓаат под името “кристални ѓубриња” и во нив се додаваат и микро елементи.

б) Течни ѓубриња

Течните ѓубриња се раствори на прости, комбинирани и комплексни ѓубриња. Може да ги содржат сите хранливи макро елементи или само некои од нив (NPK, PK, NP и др.), а често на пазарот се среќаваат со додадени микро елементи. Ефектот на микро елементите во процесот на фертиригација е многу поизразен доколку микро елементите се во хелатна форма која кореновиот систем многу лесно ја усвојува.

Кај комплексните течни ѓубриња, доколку се применат без додавање на други ѓубриња или агрохемикалии, не постои ризик од создавање на нерастворливи соединенија кои би го затнале системот за микронаводнување. Поради тоа на пазарот има разни комбинации кои одговараат за различните развојни фази на растенијата.

5.1.2. Растворливост на ѓубрињата

Ѓубрињата кои се користат во процесот на фертиригација потребно е да бидат целосно растворливи за да може да се изведе правилен процес на фертиригација. Ѓубрињата со низок степен на растворливост не би требало да се употребуваат. Инаку, растворливоста на ѓубрето во вода е условено од температурата, вообичаено повисоката температура, условува и поголема растворливост. Во Табела 6 е изнесена растворливоста на неколку ѓубриња и нивната зависност од температурата.

Табела 6. Растворливост на некои ѓубриња зависно од температурата (Чукалиев и сор., 2003)

Температура	0°C	5°C	10°C	20°C	25°C	30°C
Ѓубриња	Растворливост во грамови на литар дестилирана вода					
Амониум сулфат	700	715	730	750	770	780
Уреа	680	780	850	1060	1200	1330
Калиум хлорид	280	300	310	340	355	370
Калиум сулфат	70	80	90	110	120	130
Калиум нитрат	130	170	210	320	370	460
МАП	227	255	295	374	410	464
МКП	90	110	180	230	250	300

Кај течните ѓубриња за време на зимските месеци можна е појава на кристализација-таложење, што значи дека растворите стануваат презаситени и вишокот на соли се таложи. Со порастот на температурата овој талог повторно може да се раствори. Сепак се препорачува употреба на свежи течни ѓубриња.

Инаку, при постудени услови концентрацијата на растворот со ѓубре треба да биде 100 пати повисока од крајната концентрација предвидена за фертиригација, додека во потопли климатски услови (над 20°C) оваа концентрација може да биде и 200 пати повисока.

5.1.3. Интеракција на ѓубрињата со водата за наводнување

При примена на фертиригацијата, како еден од најчестите проблеми се смета интеракцијата помеѓу ѓубрињата и водата за наводнување. Во праксата досега се познати следниве проблеми настанати како резултат на интеракција на водата и ѓубрињата:

- Најголем дел од азотните ѓубриња кои се употребуваат во микронаводнувањето претставуваат оксидирачки агенси и резултираат со зголемување на pH на водата, што може да доведе до таложење на калциум и магнезиум карбонат, железо-оксид (рѓосување), и др.
- Високото ниво на калциумови и магнезиумови јони во водата за наводнување може да предизвика таложење на фосфорните ѓубриња во калциум или магнезиум фосфат, со што истите стануваат недостапни за растенијата. Закиселувањето може да го намали овој штетен ефект.
- Во вода богата со калциум, сулфатните ѓубриња се таложат како гипс. Бидејќи расворливоста на гипсот се намалува со зголемувањето на температурата, проблемот е најакутен во лето.
- Алкалните раствори, како уреа, исталожуваат калциум карбонат во вода богата со калциум и бикарбонатни (HCO₃⁻) јони. Во ваков

случај се препорачува додавање на киселини за да се избегне или минимизира таложењето кое би можело да ги затне капалките.

- Во некои хумидни региони, водата за наводнување содржи тешки метали и органска материја кои реагираат со ѓубрињата во растворот предизвикувајќи таложења во системот за наводнување.

Ѓубрињата, па и другите агро-хемикалии што треба да се аплицираат преку водата за наводнување треба добро да се познаваат, а во случај на помали познавања на истите пожелно е претходно тестирање. Тестирање обично се изведува во помал сад наполнет со вода со која се планира да се наводнува. Во садот се додаваат планираните

ѓубриња. Растворот повремено се меша во времетраење од 2 часа. Секоја промена која ќе се забележи (таложење, создавање на силна реакција со шуштење, димење над садот и слично) е резултат на некоја хемиска реакција помеѓу водата и ѓубрињата или помеѓу ѓубрињата. Ова е знак дека примената на испитуваната комбинација на вода и ѓубриња може да предизвика нежелни ефекти во системот за наводнување и не може да се препорача за примена. Поради тоа што не е возможно да се промени водата за наводнување потребно е се направи ново тестирање, со примена на други ѓубриња или да се консултира стручно лице, кое ќе препорача натамошна постапка.

5.1.4. Компатибилност на ѓубрињата

Компатибилноста помеѓу ѓубрињата користени во процесот на фертиригација се во тесна врска со многу фактори, пред се со растворливоста, pH-реакцијата, температурата, концентрацијата на ѓубрињата, водата итн., и затоа понекогаш е многу тешко да се даде генерален пристап за правилно мешање на истите. Меѓутоа, за полесна практична примена при мешање на ѓубривата

во процесот на фертиригацијата, го предлагаме графиконот за компатибилност на најчесто употребуваните ѓубриња во праксата на фертиригација (Графикон 1), кој претставува еден вид на водич со кој може лесно да се добие ориентација за тоа кое од ѓубрињата може да се меша во предвидениот раствор за фертиригација.

Некомпатибилни

Намалување на растворливоста

Целосна компатибилност

Уреа	Амониум нитрат	Амониум сулфат	Калциум нитрат	Калиум нитрат	Калиум хлорид	Калиум сулфат	Амониум фосфат	Fe, Zn, Cu, Mn - сулфати	Fe, Zn, Cu, Mn - хелати	Магнезиум сулфат	Фосфорна киселина	Сулфурна киселина	Азотна киселина
Уреа													
Амониум нитрат													
Амониум сулфат													
Калциум нитрат													
Калиум нитрат													
Калиум хлорид													
Калиум сулфат													
Амониум фосфат													
Fe, Zn, Cu, Mn - сулфати													
Fe, Zn, Cu, Mn - хелати													
Магнезиум сулфат													
Фосфорна киселина													
Сулфурна киселина													
Азотна киселина													

Графикон 1. Компатибилност на најчесто употребуваните ѓубриња преку процесот фертиригација (Чукалиев и сор., 2007)

5.1.5. Основни постапки кои треба да се запазат при мешање на ѓубрињата

- Секогаш додавај течни ѓубриња во резервоарот со вода пред додавање на цврсти растворливи ѓубриња. Дополнителна течност ќе овозможи мало загревање во случај цврстите растворливи ѓубриња да имаат карактеристика на ладење;
- Секогаш додавај ги цврстите растворливи ѓубриња пополека и со постојано промешување, со цел да се спречи формирање на нерастворливи или послабо растворливи грутки од ѓубре;
- Никогаш не додавај киселина или кисели ѓубриња при хлорирање, бидејќи може да се формира токсичен хлор во форма на гас;
- Никогаш директно не мешај две или повеќе форми на концентрирани течни ѓубриња;
- Никогаш не комбинирај ѓубриња кои содржат сулфур со ѓубриња кои содржат калциум, бидејќи при нивна реакција ќе се создаде нерастворлив гипс.
- Секогаш пред аплицирање на ѓубрињата консултирај го графиконот за компатибилност (Графикон 1) и табелата за растворливост на ѓубрињата (Табела 6).
- Доколку не сте сигурни, аплицирајте ги различните

ѓубриња посебно (не во ист момент) или во помали концентрации. Во случај на истовремена апликација, направете брз тест (слично како во 5.1.3.) со комбинирање на ѓубрињата што треба да се применат и видете дали ќе се случи таложење или некоја друга реакција.

- Никогаш не комбинирај фосфорни ѓубриња со ѓубриња кои содржат калциум и магнезиум пред да направиш тест, со цел да се утврди дали ќе се истложат нерастворливи материи.

5.1.6. Загуби на ѓубриња со испарување

Ѓубрињата кои содржат уреа или амонијак, не треба да се чуваат подолго време од дозволеното, бидејќи може да дојде до загуба на азотот, што се должи на испарувањето на амонијакот. Со закиселување на растворот во кој се наоѓа вакво ѓубре, може да се намали процесот на испарување.

5.1.7. pH - Реакција на ѓубрињата

Растворите од ѓубриња имаат pH вредност која се движи во границите од 2 до 7 (Табела 7). Оние ѓубриња кои имаат pH вредност меѓу 6,5 и 7, се сметаат за неутрални, оние чија pH варира од 3,5 до 6,5 се сметаат за слабо кисели, додека оние со pH вредност под 3,5 се сметаат за силно кисели. pH вредноста на цврстите ѓубриња се мери во раствор подготвен со растворање на еден грам цврсто ѓубре во еден литар дестилирана вода.

5.1.8. Влијание на ѓубривата врз салинитетот на водата

Најголем број од ѓубрињата растворени со водата за наводнување претставуваат раствори на соли и го зголемуваат салинитетот на водата за наводнување. Инаку, содржината на соли во водата за наводнување се мери преку електричниот кондуктивитет (EC). Електричниот кондуктивитет на водата за наводнување претставува параметар за пресметување на евентуалните можни проблеми со засолување на почвата. Почвите се класифицираат како солени кога EC е поголема од 4 dS/m, но треба да се земе предвид дека културите осетливи кон соли може да претрпат штети при EC на почвата од 2 dS/m, а во некои случаи и помала.

Табела 7. pH и EC на некои ѓубрива (1 g/l во дестилирана вода) (Чукалиев и сор., 2003)

Ѓубриво	pH	EC
Калиум хлорид	6,5	1,67
Амониум сулфат	5,4	1,06
Уреа	8,0	0,001
Течен амониум нитрат	6,6	0,87
Калиум нитрат	8,5	1,0
Моно-амониум фосфат (МАП)	4,0	1,0
Моно-калиум фосфат (МКП)	4,5-5,0	0,75

5.2. Утврдување на потребните количества на хранливи материи

Фертигацијата во практика може да биде изведена по произволен пат или со помош на научни методи. Произволното ѓубрење се базира на претходното искуство на фармерите како и на некои општи препораки. Овој метод на ѓубрење е пропратен со силни ограничувања кои се однесуваат на слаба искорисеност на ѓубрињата, нивна акумулација и испирање во подземните води и водите за пиење. Научниот пристап ги зема во предвид сите главни фактори кои влијаат на исхраната на растенијата и почвената плодност и даваат индивидуална препорака за секој фармер посебно и за потреби-те од одредени ѓубриња на неговите површини. Инаку, пресметката на потребните количества на хранливи материи за растенијата се базираат на потребите на растението, способноста на почвата да обезбеди дел од потребните количества на хранливи материи, ефикасноста за искористување на ѓубрињата при различни методи на наводнување и очекуваниот принос. Доколу овие фактори се земат во предвид, програмите за ѓубрење ќе се разликуваат за иста култура, но и на различни локалитети на кои таа се одгледува. Доколку почвата не може да ги обезбеди потребните количества на хранливи материи за нормален развој на растенијата, неопходно

е потребните количества да се дополнат со ѓубрење. Поради тоа, потребно е да се развијат методи кои ќе овозможи определување на недостигот од одредени елементи, како и да се определат количествата на ѓубре кои треба да се внесат за да се надмине нивниот дефицит. Во земјоделската пракса постојат различни методи преку кои може да се утврди колку хранливи материи треба да се внесат во почвата за да може да се добијат оптимални приноси. Генерално, за да се изведе правилна фертиригација, во предвид треба да се земе следното:

- Количеството на хранливи материи во почвата и водата за наводнување;

Табела 8. Содржина на хранливи материи извлечени со приносот на различни видови на растенија (извор, Burt et al., 1998)

Култура	Принос t/ha	Хран. материи извлечени од културата (kg/ha)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Зелка	35	300	75	280
Целер	75	305	188	850
Марула	20	110	35	225
Компир	15	175	75	360
Домат	30	205	60	385
Јаболко	15	140	60	245
Грозје	15	145	55	225
Праска	15	108	45	140
Круша	15	98	30	110
Слива	15	100	35	150

- Потребните количества на хранливи материи кои се извлекуваат од страна на растението;
 - Кога и во кои фази растенијата имаат потреби од хранливи материи;
 - Содржина на хранливи матери во растението.
- Една од наједноставните методи со која може утврди практичен режим на фертиригација е преку содржината на вкупно извлечените хранливи материи од страна на културата. Значи при користење на оваа метода, доволно е да се имаат податоци за богатството на почвата со одредените хранливи материи, како и податоци за вкупните хранливи материи кои можат да се извлечат од страна на културата изразени во kg/ha (Табела 8). Притоа, треба да се има во предвид дека податоците за извлечените хранливи материи се различни зависно од регионот, културата, начинот на одгледување ит.н..

Количествата на хранливи материи кои се дадени во Табела 8 се всушност оние кои се потребни да ги има во почвата или да бидат достапни за растението. Секако, тоа не значи дека сите овие количества треба да се обезбедат со ѓубрење, дел од нив може да бидат обезбедени и од самата почва. Во таа смисла, проценката на хранливите материи кои може да ги обезбеди почвата се многу важни, односно после направената агрохемиска анализа, се препорачува од препорачаните количества на ѓубива прикажани во

Табела 9. Ефикасност на користење на хранливи материи зависно од системот на наводнување (Чукалиев и сор., 2009)

Систем на наводнување	Азот	Фосфор	Калиум
Со бразди	40-60	10-20	60-75
Вештачки дожд	60-70	15-25	70-80
Микронаводнување (капково)	75-85	25-35	80-90

5.3. Пресметка на количествата на ѓубриња потребни за аплицирање преку системот за фертиригација

Пресметката на потребните количества на ѓубриња преку системот за фертиригација може да се базира на вкупните хранливи материи потребни во текот на целата вегетација за формирање на одредено количество на принос или да се базираат на оценка на максималното количество што може да се извлече од страна на културата во одредена

Табела 8 (доколку нема други приходи, од претходно одгледувана култура легуминоза или површината е ѓубрена со органско ѓубре) да се одземат количествата добиени со анализа, а остатокот да се даде со фертиригација. Притоа, треба да се земе во предвид и потенцијалното усвојување на аплицираните хранливи материи зависно од техниката на наводнување, во случајот микронаводнување, и за толку да се зголеми хранливата материја, односно од 15-25% кај азотот, 65-75% кај фосфорот и 10-20% кај калиумот.

микронаводнување. На пример, да земеме дека треба да се ињектираат 20kg азот (N) на површина од 1 ha, за една интервенција (залевање).

Чекор 2: Избор на ѓубре кое ќе биде користено за задоволување на бараните потреби. Овој избор треба да се направи врз основа на многу параметри: Цена на чинење за килограм ѓубре, својствата на почвата, културата, водата за наводнување, програмата за ѓубрење ит.н.. На пример, сме одбрале за аплицирање амониум нитрат (32-0-0) како раствор за ѓубрење и уреа (46-0-0) како цврсто ѓубриво.

Чекор 3: Определување на количествата на ѓубре што треба да се аплицираат во текот на една интервенција на површина од 1 ha. За цврстите растворливи ѓубриња пресметките ќе се вршат по методот А, додека за растворите од ѓубре ќе се користи методот Б.

Метод А. Цврсти растворливи ѓубриња: Определувањето на количеството на цврсто ѓубре (kg) што треба да биде растворено со водата и определувањето на вкупното количество на добиено растворено ѓубре изразено во литри (l). Треба да се истакне дека цврстите растворливи сложени ѓубриња, можат да бидат неуниформно растворени особено на почетокот од постапката на нивно растворање. Тоа е резултат на тоа што секоја компонента

фаза на раст и развиток.

За едноставна пресметка на точното количество на ѓубре што треба да се аплицира преку системот за наводнување ги предлагаме следните чекори:

Чекор 1: Да се определи количеството на ѓубре (пример азотно) кое треба да се аплицира преку системот за

има различен степен на растворање (Табела 6). Оттука, треба да се запази сите цврсти ѓубриња пред да бидат ињектирани во системот за наводнување, истите да бидат претходно целосно растворени.

Пресметките се вршат на следниот начин:

kg на хранлива материја

Површина во ha

×

100% ѓубриња

% хранливи мат.

= kg на ѓубриња/за површина во ha

Оттука, користејќи го примерот со уреата (46-0-0), за обезбедување на 20 kg чист азот треба да се додаде 43,5 kg на уреа:

20 kg на хранлива материја

1 ha

×

100% ѓубриња

46 % хранливи мат.

= 43,5 kg на ѓубриња/за површина од 1 ha

При растворање на цврсти ѓубриња важно е да се земе во предвид табелата за растворливост (Табела 6, најпрактично при температура од 20°C), се со цел да се добие приближното количество на вода што треба да се употреби за да се раствори предвиденото количество на ѓубре.

Според табелата може да се види дека околу 1 литар вода може да раствори 1000 грами (1 kg) уреа.

Пресметките за потребното количество на вода за целосно растворање на ѓубретото можат да се изведат на следниот начин:

kg на ѓубре

Површина во ha

×

1 l вода

kg растворено ѓубре

= Литри (l) вода/за површина во ha

Користејќи го горенаведениот пример со уреа, каде 1 kg уреа се раствора во 1 l вода, тогаш за 43,5 kg уреа е потребно околу 43,5 l вода:

43,5 kg на ѓубре

Површина во ha

×

1 l вода

1 kg растворено ѓубре

= 43,5 l вода /за површина од 1 ha

Треба да се истакне дека најдобар ефект при растворање на ѓубрињата, во овој случај на уреата, ќе се постигне доколку волуменот на резервоарот во кој се врши растворање е барем за двапати поголем од пресметаното количество на потребна вода за растворање. Најпрвин се додава предвиденото количество на вода за растворање (43,5 литри во нашиот пример), а потоа постепено и полека со мешање се додава уреата (43,5 kg уреа) се додека истата не се раствори целосно.

Напомена: Бидејќи концентрацијата на фосфорот (P) и калиумот (K), па и на други хранливи елементи во комерцијалните ѓубриња се изразува како P₂O₅, K₂O, ит.н., тогаш потребно е да се изврши конверзија на чистата хранлива материја во P₂O₅, K₂O, ит.н. со цел да се даде точното количество на хранливи материи (фактор на конверзија за P во P₂O₅ е 2,29, а за K во K₂O е 1,2).

Пример: Колку kg на калиум хлорид (0-0-62) се потребни за апликација на 50 kg на калиум (K).

kg на хранлива материја

Површина во ha

×

100% ѓубре

% хранливи мат. x F.K.

= kg на ѓубре/за површина во ha

50 kg на хранлива материја

1 ha

×

100% ѓубре

62 % хр. мат. x 1,2

= 67,2 kg на ѓубре/за површина од 1 ha

Метод Б. Раствори од ѓубриња: Определување на количеството на растворот од ѓубре што треба да се аплицира преку системот за наводнување може да се направи според горните пресметки, но, притоа треба да се запази конверзијата на ѓубретото од волумен во маса, со помош на специфичната густина на растворите од ѓубре (Табела 10).

Табела 10. Специфична густина на раствори од ѓубре

Ѓубре		Специфична маса
Воден амоњак	20 - 0 - 0	0.9
Амониум нитрат	21 - 0 - 0	1.27
Раствор од уреа	21 - 0 - 0	1.12
Амониум фосфат	8 - 24 - 0	1.30
Амониум полифосфат	11 - 37 - 0	1.40
Фосфорна киселина	85%	1.68
Амониум нитрат	32 - 0 - 0	1.31

На овој начин може многу едноставно да се определи количеството на растворот од ѓубре (l) што треба да се внесе во системот за наводнување:

$$\frac{\text{kg ѓубре}}{\text{Површина во ha}} \times \frac{1 \text{ l ѓубре}}{\text{Сп. густ. на раст. од ѓуб.}} = \text{l раствор од ѓубре/за површина во ha}$$

На пример, ако за ѓубрење користиме амониум нитрат (32-0-0) со специфична густина од 1.31, тогаш за аплицирање на 15 kg чиста азотна материја на површина од 1 ha потребно е да се даде следното количество на амониум нитрат:

$$\frac{15 \text{ kg на хранлива материја}}{1 \text{ ha}} \times \frac{100\% (\text{NH}_4\text{NO}_3)}{32 \% \text{ хранливи мат.}} = 46,9 \text{ kg } (\text{NH}_4\text{NO}_3) / \text{за површина од 1 ha}$$

Оттука:

$$\frac{46,9 \text{ kg } (\text{NH}_4\text{NO}_3)}{1 \text{ ha}} \times \frac{1 \text{ l ѓубриво}}{1,31} = 35,80 \text{ l раствор од } (\text{NH}_4\text{NO}_3) / \text{за 1 ha}$$

ЧЕКОР 4: Да се пресмета вкупната површина (ha) на која треба да се изврши фертиригација со предвиденото ѓубре. Во нашиот случај ќе го земеме за пример амониум нитратот (32-0-0), а површината на која треба да се изведе фертиригација преку системот за микронаводнување изнесува 10 ha.

ЧЕКОР 5: Со множење на количината на растворот од ѓубре (l) потребно за површина од 1 ha со вкупната површина во хектари, може да се добие вкупното количество потребно за фертиригација. Така, ако за 1 ha беше потребно 35,80 l од амониум нитрат, тогаш за 10 ha се потреб-

ни 358 литри (l).

ЧЕКОР 6: При определувањето на вкупното време на фертиригација најчесто треба да се запази дали апликацијата на ѓубрињата ќе биде еднаква со времетраењето на залевањето или ѓубривата може да се аплицираат како дел од вкупното залевање.

На пример, да земеме дека залевањето треба да трае 8 часа, а истовремено со залевањето треба да се изврши и фертиригација со амониум нитрат.

ЧЕКОР 7: Најпрвин треба да се пресмета количеството на ѓубре кое ќе се ињектира во системот за

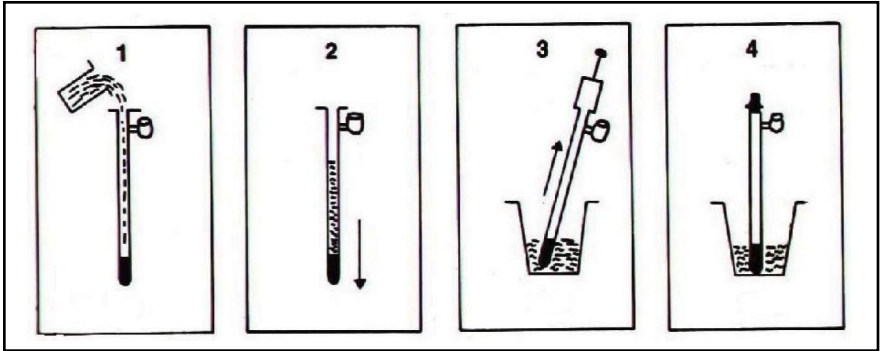
наводнување во литри за 1 час. Пресметката се одвива кога вкупното количество на ѓубре ќе се подели со вкупното време за фертиригација, односно во нашиот случај 358 l / 8 часа = 44,75 l/час.

ЧЕКОР 8: Овој чекор предвидува проверка на системот за ињектирање и на неговата способност за точна испорака на предходно пресметаното количество на ѓубре. Во нашиот пример, тоа значи системот за ињектирање мора да биде способен за аплицирање на приближно 50 литри на час од предвиденото ѓубре (проверката се врши преку примерот во точка 4.3.).

5.4. Определување на времето на залевање и ѓубрење со помош на тензиометри

Доколку за утврдување на потребните количества на хранливи материи се земе гореспоменатата метода, а притоа не се следи состојбата со хранливите материи во секоја фаза на раст и развиток посебно, тогаш времето кога треба да се изврши апликација на ѓубрето најчесто се одредува приближно, најчесто според режимот на залевање. Како едно од најпрактичните решенија за определување на времето на залевање кај системот за микронаводнување, а со тоа и на времето на ѓубрење се смета тензиометриската метода.

Пред да се постават тензиометрите на постојано место, потребно е да се внимава на следниве постапки (Слика 9). 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 затворац. До поставувањето, тензиометрите се чуваат со врвот потопен во дестилирана вода, за да не навлезе воздух во порозната керамика.



Слика 9. 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 10 . Поставување на тензиометар на постојано место (на поле) (извор, Чукалиев и Танасковиќ, 2007)

Наједноставно и најпрактично определување на времето и количеството на вода за заливање 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 заливањето, 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 заливањето. За поедноставна примена на овој начин на мерење ја предлагаме следнава табела:

Табела 11. Определување на почеток и крај на заливање на различни типови почва со помош на тензиометри (извор, Чукалиев и Танасковиќ, 2007)

Режим на заливање	Тип на почва	Тензија во почвата (cb)
Почеток на заливањето (прв тензиометар, 20 cm)	Лесни (песокливи) почви	20-40
	Средни (илести) почви	40-60
	Тешки (глинести) почви	60-90
Крај на заливањето (втор тензиометар, 60 -100 cm)	За сите почви	За крај на заливањето 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 горенаведено-то, ефектот од наводнувањето се намалува бидејќи се врши процедување на водата, а со тоа и на хранливите материи надвор од кореновиот систем. Инаку, интересно е да се спомене дека со тензиометриската метода, фертиригацијата може да се автоматизира. За да се изведе оваа постапка неопходно е да се постават електронски сензори кои ќе го претворат создадениот вакуум (како резултат на кревањето и спуштањето на водата во тензиометарот) во електричен сигнал. Овој сигнал, може многу полесно и попрецизно да биде измерен и пренесен до приемникот (контролната единица, компјутерот ит.н.), од каде може да се издаде команда дали е потребно заливање или не е потребно.

6. ПОЗИТИВНИ И НЕГАТИВНИ СТРАНИ НА ФЕРТИРИГАЦИЈАТА

Позитивни страни на фертиригацијата

Аплицирањето на ѓубрињата преку системот за микронаводнување има многу предности во споредба со традиционалното аплицирање (Чукалиев и сор., 2007) и тоа:

- Високи приноси од земјоделските култури дури и на многу неплодни почви, како и на стерилни инертни супстрати (перлит, вулкански туф, стаклена волна, тресет итн.), што не може да се постигне со класичните техники на наводнување и ѓубрење;
- Аплицирање на хранливи материи во согласност со потребите на растенијата, со можност за промена на дозата, концентрацијата, видот на ѓубрињата, нивниот меѓусебен однос итн.;
- Апликација на точна и лесно достапна форма на хранливи материи со што се овозможува полесно извлекување и примање на истите од страна на растението;
- Заштеда на труд и време, бидејќи за управување на системот е доволен еден човек за контрола;
- Помали загуби на ѓубрињата, бидејќи истите се аплицираат

почесто и во помали дози, поради што истите поефикасно се искористуваат од страна на растенијата и се минимизираат загубите;

- Редуцирање на движењето на тешката механизација како и на другата дополнителна опрема (ѓубрерастурачи и атомизери за фолирајна апликација на ѓубриња), со што се намалува набивањето на почвата, што значи заштеда во користењето на механизацијата, заштеда на гориво и тн..
- Поголема флексибилност во споредба со традиционалното аплицирање. Имено, хранливите материи се даваат независно од моменталните препреки на полето (влажна почва, присуство на тешка механизација и дополнителна опрема и друго). Ова, особено е важно и при апликацијата на средства за заштита на растенијата (пестицидите), каде после забележување на присуството на одреден инсект или одредена болест може веднаш да се реагира, без раз-

лика на препреките, што пак не е случај со традиционалните техники. На овој начин заштитните средства можат да се аплицират брзо пред болеста, односно штетникот да се рашири;

- Минимално учество на работникот односно земјоделскиот производител особено во припремата и аплицирањето на потенцијално ризични по здравјето хранливи материи и други агрохемикалии;
- Зголемување на приносот од земјоделските култури и подобрување на нивниот квалитет;
- Можност за целосна автоматизација на процесот, со што се зголемува точноста на изведената постапка;
- Поголема контрола на хранливите материи во однос на длабочината на апликација на истите во почвата, како и на времето кога треба да се изврши апликацијата, со што се спречува промивање на истите во подземните води и евентуално загадување на животната средина.

7. ЛИТЕРАТУРА

Негативни страни на фертиригацијата (можни недостатоци)

- Потребна е многу помошна опрема за да се изврши правилна фертиригација, што ја прави почетната инвестиција релативно висока, а неопходна е и примена на леснорастворливи ѓубриња кои се нешто поскапи од традиционалните и за кои треба да се води сметка за дозата и комбинацијата, со цел да не дојде до нивно таложење во системот за наводнување;
- Дури и при користењето на микронаводнувањето (каде контролата на залевањето може најлесно да се изврши), доколку наводнувањето не е извршено правилно (вишок на вода), тогаш може да дојде до контаминирање на површинските и подземните води, а подоцна истите да дојдат во контакт и со луѓето, со што се зголемува ризикот. Вакви последици можат да се случат и доколку системот или некој дел од системот (пример, неповратниот вентил) неправилно функционира;
- Водата со која се аплицираат минерални ѓубриња и киселини како хранливи материи може да биде токсична за луѓето и животните. Со цел спречување на секаков ризик неопходно е на видно место да се истакне табла со забрана за пиење на оваа вода било за луѓе или животни.
- Апликацијата на ѓубрињата преку системот за микронаводнување бара големи познавања особено во делот на функционалноста и безбедноста на опремата, нивната калибрација, манипулирањето со хранливите материи (интеракција, корозија, растворливост и др.) итн.;
- При фертиригација треба постојано да се води сметка за рН (киселоста) и ЕС (засоленоста) на ѓубрето во резервоарот, како и на водата за наводнување со цел да не дојде до несакани хемиски реакции, таложење, со што може да се загрози работата на системот за микронаводнување или евентуално повисока концентрација на хранливи материи од препорачаната, што може да допринесе за зголемување на салинитетот или киселоста во почвата.

Генерално, овие се можните негативни страни на системот за фертиригација, бидејќи со правилно дизајнирање, раководење и употреба на системот за микронаводнување, правилен избор на ѓубрињата и другите агрохемикалии, складирање на системот во зима, следење на упатствата за работа (брошури, книги итн.), истите можат да се спречат. Според многу истражувања од многу странски и наши автори кои работат на оваа проблематика, вложените инвестиции во оваа техника се оправдуваат уште првата година, како резултат на поголемиот принос и подобриот квалитет на производ, заштедата на вода и хранливи материи, заштеда на труд итн..

1. Burt, C., O'Connor, K., Ruehr, T. (1998). Fertigation. Irrigation Training and Research Center, California Polytechnic State University, San Luis, Obispo, California
2. Dasberg, S., Or, D. (1999). Drip Irrigation. Springer
3. Granberry, M., Harrison, K.A., William Terry Kelly. 2005. Drip Chemigation. The University of Georgia, College of Agricultural and Environmental Sciences/Cooperative Extension
4. Иљовски, И., Чукалиев, О. (2002). Практикум по Наводнување, Земјоделски Факултет, Скопје
5. Иљовски, И., Чукалиев, О., Мукаетов, Д., Танасковиќ В., Јанкулоски, Ж. (2003). Примена на фертиригацијата за зголемување на приносот и заштита на животната средина, Водостопанството во Р. Македонија (деветото советување), Охрид, Реферати и соопштенија, стр. 235-242
6. Jacobsen, T. (2006). Chemigation: Effective, Efficient Method for Applying Farm Chemicals. American/Western Fruit Grower. www.allbusiness.com/agriculture-forestry/crop-production-vegetable/982593-1.html;
7. Ministry of Agriculture, Food and Fisheries (2001). Fertigation Guidelines in High Density Apples and Apple Nurseries in the Okanagan-Similkameen, Okanagan Walley Tree Fruit Authority, British Columbia
8. Nathan, R. 2002. Fertilization combined with irrigation, MASHAV, Tel Aviv;
9. Papadopoulos, I., Eliades, G., Metochis, C. (2001). Fertigation in Cyprus (белешки)
10. Plastro Gvat (1989). Filtration and water treatment manual, Plastro, Gvat, Israel
11. Танасковиќ, В. (2005). Влијание на фертиригацијата врз зголемување на приносот на доматиите. Магистерски труд, Факултет за земјоделски науки и храна, Скопје
12. Танасковиќ, В., Чукалиев, О., Иљовски, И., Русевски, Раде., 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“, стр. 35-38, Охрид
13. Танасковиќ, В., Чукалиев, О., Иљовски, И., (2007) Влијание на начинот и режимот на наводнување и прихрана врз приносот на домотот. Јубилеен годишен зборник на Факултетот за земјоделски науки и храна „60 години Факултет за земјоделски науки и храна“, година 53, стр. 137-149, Скопје, Р. Македонија

14. Танасковиќ, В., (2009) „Режим на заливање 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
15. 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
16. Чукалиев, О., Иљовски, И., Секулоска Тијана., Танасковиќ, В. (2003). Фертиригација за подобрување на растителното производство и заштита на животната средина во Република Македонија. Прирачник, Земјоделски факултет - Скопје, ГТЗ - Скопје;
17. Чукалиев, О., Танасковиќ, В., Мукаетов, Д., Крушаровски С. (2006). „Намалување на влијанието од земјоделството врз животната средина во Преспанскиот регион“. Преку еколошко производство до по-конкурентен земјоделски производ, Глобален еколошки фонд и Обединети Нации - Програма за Развој
18. Чукалиев, О., Иљовски, И., Танасковиќ, В., Русевски, Раде., (2007) Апликација на пестициди преку системот за микронаводнување и поставеност на системот за хемигација. Здружение за заштита на растенијата на Република Македонија. Заштита на растенија, година XVIII, стр. 123-127, Охрид, Р. Македонија
19. Чукалиев О., Иљовски И., Танасковиќ В. (2007). Примена на комбинирана техника на наводнување и ѓубрење-фертиригација во градинарското производство и можност за автоматизација. Министерство за земјоделство, шумарство и водостопанство на Република Македонија и Меѓународен фонд за развој на земјоделството - ИФАД, Скопје, 34.
20. 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.
21. Чукалиев, О., Иљовски, И., Танасковиќ, В. (2007) „Определување на времето и потребното количество вода за заливање кај земјоделските култури“. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization и Факултет за земјоделски науки и храна.
22. Cukaliev, O., Tanaskovik,V., Kanwar, R. S., Heng Kheng Lee., Mukaetov, D., (2008). Irrigation and fertigation effects on nitrogen use efficiency & tomato yield. International Agricultural Engineering Journal 17 (1-4): pp. 19-26



Скопје, 2013