

## НАПОЯВАНЕТО – ИНТЕГРИРАЩО ЗВЕНО В СЪВРЕМЕННОТО ОВОЩАРСТВО

КУМАН КУМАНОВ\*, ГЕОРГИ КОРНОВ  
Институт по овощарство, 4004 Пловдив

ВАЛЕНТИН КАЗАНДЖИЕВ  
Национален институт по метеорология и хидрология, 1784 София

**Резюме:** Необходимостта от напояване на овощните култури в България се обуславя от биологични, климатични и технологични императиви. Допълнително съвременните изисквания за ефективност и екологосъобразност налагат микронапояването (капково и микродъждуване) като най-подходяща технология, характеризираща се с възможностите си за ефективен контрол върху процесите в поливната система, напояването насаждение и дори в отделното растение. Освен предимствата си при осигуряване на благоприятен воден режим за културните растения, системите за микронапояване предоставят възможност за внасяне с поливната вода на някои от използваните в растениевъдството химикали. Тази практика е известна под термина „химигация“ и може да включва внасянето на торове, хербициди, инсектициди, фюмиганти, нематоциди, почвени подобрители и други субстанции. Използването на поливната система пести разходи за труд, енергия, механизация и агрохимикали. Растителната защита е съсредоточена предимно върху и около културните растения, не се замърсяват повърхностните води, третиранията не зависят от климатичните условия, експозицията на персонала на токсични субстанции е силно ограничена. За практическото приложение на химигацията обаче процесът трябва да бъде контролиран по начин, който да предотврати евентуално измиване на пестицидите под активния почвен слой и да сведе техните остатъчните количества в плодовете под пределно допустимите, за предпочитане до минимум, с оглед намаляване на риска за хората при консумацията на плодове и плодови продукти.

**Ключови думи:** водопотребление на културите, микронапояване, химигация, екологично производство на плодове

**K. KOUMANOV, G. KORNOV, V. KAZANDJIEV\*. Institute Fruit Growing, 4004 Plovdiv, \*National Institute of Meteorology and Hydrology, 1784 Sofia. THE IRRIGATION – AN INTEGRATING COMPONENT OF MODERN FRUITGROWING**

**Abstract:** In Bulgaria, the necessity for irrigation of the fruit crops is determined by biological, climatic and technological imperatives. In addition, the contemporary requirements for efficiency and environmental protection impose the microirrigation (drip and trickle) as the most appropriate technology, characterized by its capabilities of effective control on the processes in the irrigation system, in the orchard, and even in the single plant. Besides their advantages in providing an optimum crop water regime, the microirrigation systems can be used for applying, with the irrigation water, of some chemicals used in crop production. This practice is known as „chemigation“ and may imply the application of fertilizers, herbicides, insecticides, fumigants, nematicides, soil amendments, and other substances. The use of a microirrigation system saves money for labor, energy, machinery, and agrochemicals. Plant protection is concentrated mainly on and around the culture plants, surface pesticide runoff is avoided, treatments do not depend on the climatic conditions, and worker exposure to toxic substances is reduced. For a practical implementation of the chemigation, however, the process must be controlled in a manner preventing eventual leaching of pesticides below the root zone; residues in harvested commodities should be substantially less than the tolerance levels, and preferably minimized to reduce dietary exposure.

**Key words:** crop water use, microirrigation, chemigation, ecological fruit production

\*E-mail: kskoumanov@abv.bg

Овощните култури се развиват нормално и проявяват в максимална степен своите продуктивни възможности, ако са задоволени потребностите им от вода през цялата вегетация. Нещо повече, евентуален воден недостиг през първата година след засаждането на растенията може да затормози развитието им през целия живот на насаждението. Важно е през първата вегетация да се поддържа достатъчно голям навлажнен почвен обем около растенията, за да се развие кореновата система както встрани, така и в дълбочина.

Основни източници на вода за културите са водният запас в почвата от предшестващи вегетацията валежи, вегетационните валежи и напояването. Запасът от предвегетационните валежи е различен за различните почвени типове – по-голям в глинестите почви и по-малък в пясъкливите, но във всички случаи е ограничен и се изчерпва в началото на вегетацията. В подходящите за овощарството региони на България средната годишна сума на валежите е от 400 до 600 mm като най-много валежи падат от октомври до юни. От юли до септември валежите са недостатъчни, а дори и през пролетта те са неравномерно разпределени и често настъпват периоди на засушаване. Така например за района на Пловдив средната сума на валежите от април до септември, установена за 35-годишен период от 1971 до 2005 г., е 261 mm (табл. 1). Това е в пъти по-малко от средната еталонна евапотранспирация (потребената вода от приетата за еталонна култура ниско покосена трева, Allen et al., 1998), която за същите месеци от годината е 776 mm. Само веднъж на десет години сумата на валежите достига или надвишава 406 mm, което все още е крайно недостатъчно за за-

**Таблица 1/ Table 1**

Климатична характеристика на вегетационния период (април-септември) за района на Пловдив въз основа на 35-годишни наблюдения от 1971 до 2005 г.

Climatic characteristics of the vegetation period (April-September) for the region of Plovdiv based on 35-year observations from 1971 till 2005

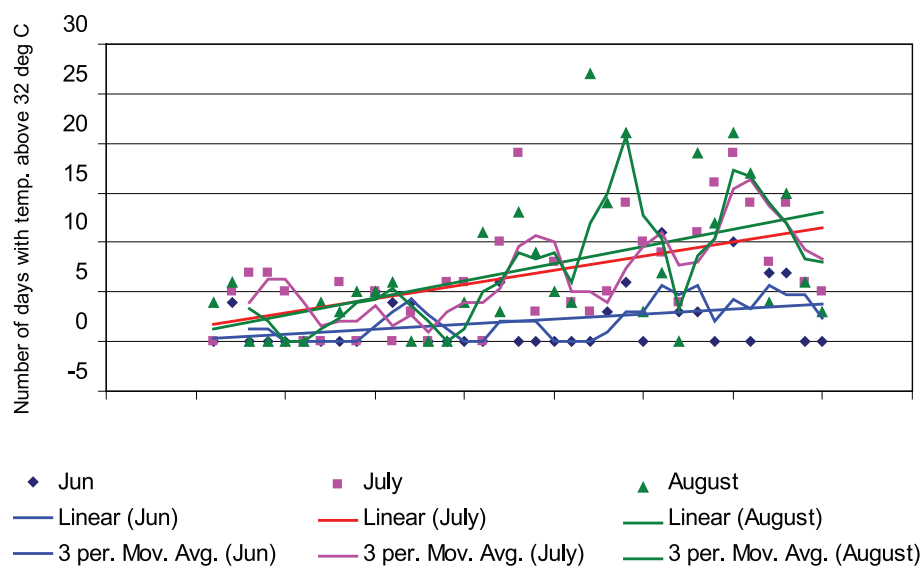
Обезпеченост Probability	Климатични характеристики Climatic characteristics		
	валежи, mm Rainfalls, mm	$t_{CP,D}, ^\circ C$ $t_{AV,D}, ^\circ C$	$t_{MAX}, ^\circ C$ $t_{MAX}, ^\circ C$
50%	261	19,3	37,2
10%	406	20,3	40,4
90%	157	18,3	34,4

$T_{MAX} \geq 32,7 ^\circ C$

доволяване нуждите на културите от вода, а през всяка десета година падналите валежи са под 157 mm.

През потенциалния вегетационен период март-октомври еталонната евапотранспирация ( $ET_0$ ) в Тракийската низина и Подбалканските полета е 780–810 mm, в Пловдив – 860 mm, в Хасково – 862 mm, а по долината на р. Струма 820–890 mm с абсолютен максимум 1043 mm в Сандански през 1993 г. (Moteva and Kazandjiev, 2008). В Северна България стойностите на  $ET_0$  са значително по-ниски – 832 mm в Западната Дунавска равнина и 796 mm в Централна и Източна Дунавска равнина, като най-ниски са те в Кнежа – 722 mm, и Павликени – 731 mm (Moteva et al., 2006).

Средната максимална температура за потенциалния вегетационен период е  $26^\circ C$  като за периода април-септември винаги се е задържала над  $32,7^\circ C$ , а измерената абсолютна максимална температура е  $44^\circ C$  (Казанджиев, 2008). През пе-

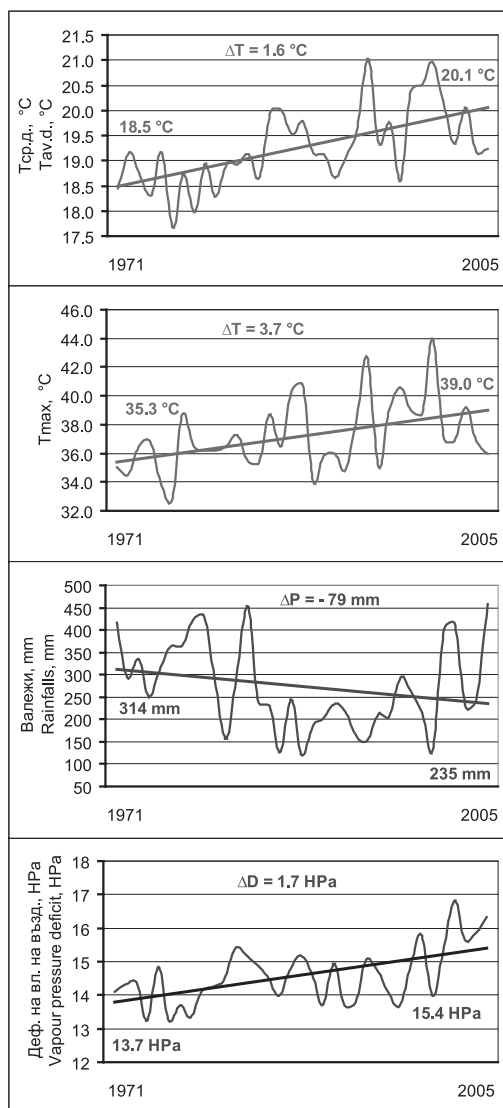


**Фиг. 1.** Брой последователни дни със средна денонощна температура по-голяма или равна на  $32^\circ C$  ( $t \geq 32^\circ C$ ) през периода 1971–2005 г. и тенденция на промяната за месеците юни-август

**Fig. 1.** Number of the successive days with a daily average temperature greater than or equal to  $32^\circ C$  ( $t \geq 32^\circ C$ ) during the 1971–2005 period and trends of changes in the months Jun-August

риода 1971–2005 г. се наблюдава трайна тенденция към нарастване на броя последователни дни със средна дневна температура по-висока от 32° С (фиг. 1). Средно за юни този брой е 11, за юли 19, а за август 27 дни. Известно е, че когато температурата е над 29–32° С, интензивността на фотосинтезата рязко намалява (Kramer and Boyer, 1995), а еталонната евапотранспирация силно нараства (Kazandjiev, 2008).

Нуждата от напояване се задълбочава още повече от неблагоприятните климатични промени през последните десетилетия. Тенденцията към засушаване през периода от 1971 до 2005 г. е онагледена на фиг. 2, чрез ходовите криви, регресион-



**Фиг. 2.** Тенденции в изменението на средните за вегетационния период стойности на средноденонощната и максималната температура, валежната сума и дефицита на влажността на въздуха през периода 1971–2005 г.

**Fig. 2.** Trends of the averaged over the vegetation period values of the average daily and the maximum temperature, the precipitation amount, and the water pressure deficit

ните линии и изчисленото възоснова на тях изменение на осреднените за месеците април–септември стойности на средноденонощните и максималните температури на въздуха, дефицита на влажността на въздуха и сумата на валежите. Разбира се, климатът се характеризира с цикличност и тенденцията към намаляване на валежите със 79 mm за 35 години не означава, че след 150 години в Пловдив няма да вали изобщо. Още повече, че в края на периода се наблюдава известно увеличаване на валежните суми, а година като 2007 с нейните 602 mm се случва веднъж на повече от 100 години. Интензифицирането на метеорологичните фактори и увеличаването на водния дефицит в наши дни обаче са безспорни, и трудно може да се прогнозира броят на годините, преди тази неблагоприятна тенденция да смени своя знак.

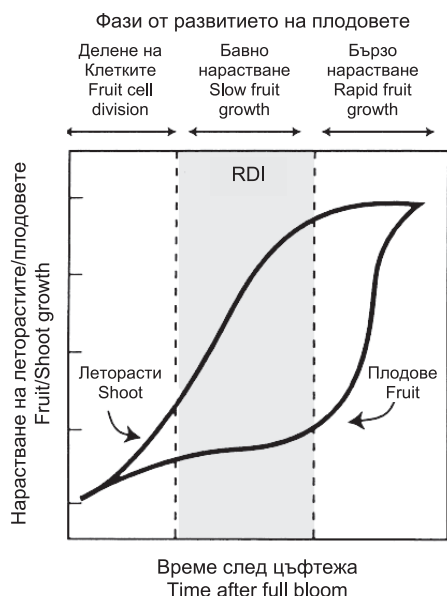
Всъщност дори и тогава, даже при много благоприятни климатични условия, напояването е от решаващо значение за количеството и качеството на добивите. Причините за това са както технологични, така и биологични.

В съвременните технологии за отглеждане на овощните култури акцентът се поставя върху интензифицирането на производството, което ще рече гъсти насаждения с малък размер на дърветата (Гандев, 2006). За регулиране на растежа се използват т.нар. „слаборастящи“ подложки, отличаващи се с по-малка и плитко разположена коренова система, и следователно, поради използването на по-малък почвен обем от растенията, с повишени изисквания към режима на напояване и торене.

Необходимостта от напояване при отглеждането на овощни култури в България се обуславя от количественото и времево несъответствие между нуждите на растенията от вода и наличието ѝ в почвата. За ролята на водния режим върху количеството и качеството на добива при костилковите овощни видове може да се съди от показаните на фиг. 3 криви на вегетативния растеж и нарастването на плодовете през вегетацията на прасковата. Критични по отношение на снабдяването с вода са фазите цъфтеж, делене на клетките и бързо нарастване на плодовете. Обратно, във фаза втвърдяване на костилката (бавно нарастване на плодовете) водният недостиг не се отразява съществено върху добива, но може да ограничи растежа. Тази биологична особеност е залегнала в основата на т.н. напояване с регулиран воден дефицит (RDI) – драстично намаляване на поливните норми във фаза втвърдяване на костилката, което води до по-ефективно използване на поливната вода (Goodwin and Boland, 2002), изразено като получена продукция на един кубически метър изразходвана от културата вода, и същевременно действа като своеобразен растежен ре-

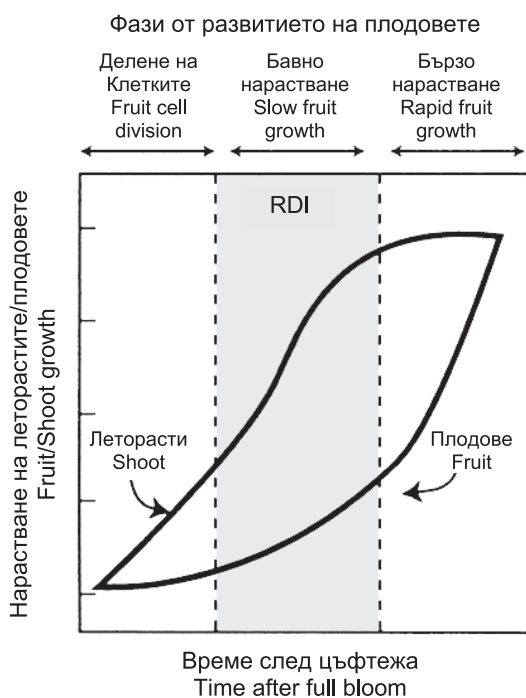
гулатор. От семковите овощни видове подобна биология има крушата, фиг. 4, докато ябълката няма фаза на бавно нарастване на плодовете и е чувствителна към воден недостиг през цялата вегетация, фиг. 5.

В селското стопанство и особено при овощни-



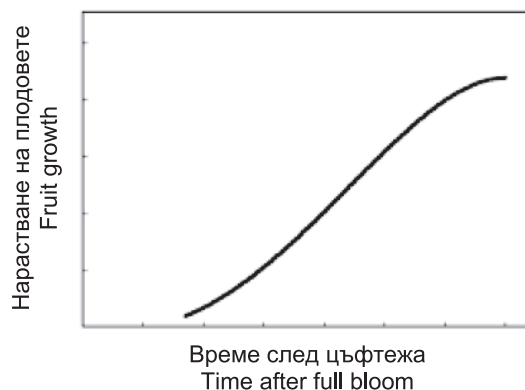
**Фиг. 3.** Динамика на нарастването на леторастите и плодовете на прасковата (no Kriedemann and Goodwin, 2003)

**Fig. 3.** Dynamics of the peach shoot and fruit growth (after Kriedemann and Goodwin, 2003)



**Фиг. 4.** Динамика на нарастването на леторастите и плодовете на крушата (no Kriedemann and Goodwin, 2003)

**Fig. 4.** Dynamics of the pear shoot and fruit growth (after Kriedemann and Goodwin, 2003)



**Фиг. 5.** Динамика на нарастването на плоговете на ябълката (no Kriedemann and Goodwin, 2003)

**Fig. 5.** Dynamics of the apple shoot and fruit growth (after Kriedemann and Goodwin, 2003)

те култури все по-широко се използва микронапо-  
яването (капково и микродъждване) поради  
възможностите за ефективен контрол върху про-  
цесите в поливната система, напояването насаж-  
дение и даже в отделното растение (Bucks et al.,  
1982). Микронапояването е в състояние да  
поддържа почвената влажност близка до предел-  
ната полска влагоемност (ППВ). Напояването се  
осъществява чрез малки и нискоинтензивни по-  
ливни норми, чести или даже непрекъснати (еже-  
дневни), директно в кореновата система на  
дърветата, която се поддържа в почти идеално  
състояние по отношение на влажността и аераци-  
ята на почвата. Като правило системите за микро-  
напояване са стационарни, изискващи първона-  
чални инвестиции за изграждането им, но с ниски  
експлоатационни разходи и висока производи-  
телност на труда при реализиране на напояване-  
то. При умело управление микронапояването от-  
говаря напълно на изискванията за устойчиво зе-  
меделие и екологично производство на плодове,  
т. е. обезпечава високи добиви и качество на про-  
дукцията, намалява нежеланите странични ефек-  
ти и използваните агрохимикали, и повишава га-  
ранциите по отношение на околната среда и чо-  
вешкото здраве (Boller et al., 2004).

Освен предимствата си при осигуряване на  
благоприятен воден режим за културните расте-  
ния, системите за микронапояване предоставят  
възможност за внасяне с поливната вода на ня-  
кои от използваните в растениевъдството хими-  
кали. Тази практика е известна под термина „хими-  
гация“ и може да включва внасянето на торове,  
хербициди, инсектициди, фунгициди, нематоциди,  
почвени подобрители и други субстанции (Ajwa et  
al., 2002; Burt, 2003). Използването на поливната  
система пести разходи за труд, енергия, механи-  
зация и агрохимикали.

Торовете се внасят с поливната вода (фертига-  
ция) като торовата норма обикновено се разделя

на части, прецизно дозирани в съответствие с усвояването на хранителните вещества от растенията през вегетационния период (Burt 2003). Най-често възниква нуждата от азотно торене. При фертигацията нитратите се придвижват заедно с фронта на навлажняване и, ако се прилагат по-големи поливни норми, нитратният азот може да бъде измит под коренообитаемия почвен слой, в следствие на което ефективността на торенето намалява и възниква опасност от замърсяване на подземните води (Bucks et al., 1982). При торене с поливната вода солите се натрупват в близост до почвената повърхност и по периферията на навлажненния почвен обем, което може да въведе специални проблеми, но и възможности за контрол на почвеното засоляване (Bouman and Nakayama, 1986; Koumanov et al., 1999). За разлика от азота фосфорните торове се отличават с изключително слаба подвижност в почвата и, внесени по традиционните начини, могат да се придвижат с поливната вода в дълбочина не повече от 2–3 cm (Rolston et al., 1986). Подвижността на ортофосфатите е значително по-голяма, когато се внасят чрез системите за капкуване (Куманов и др., 2005). Въпреки че много почви съдържат големи количества калий, около 90% от него са недостъпни за растенията, около 8% изискват подълъг период за усвояването им и само 2% са лесно усвоими. (Rolston et al., 1986). При капково напояване калият е усвоим само в ограничения по размери навлажнен почвен обем, докато от сухата почва растенията получават много малко или въобще не получават калий. Така много скоро възниква калиев недостиг, който успешно може да бъде преодолян чрез фертигация. Нещо повече, честото внасяне на малки дози калий с поливната вода предотвратява презапасяването на растенията, което е характерно при наличието на големи количества от този елемент, например при еднократното внасяне на торовата норма.

Подобно на фертигацията, внасянето на хербициди с поливната вода (хербигация) предлага редица потенциални предимства – отмяна на тежката механизация, икономия на горива и труд, и независимост от климатичните условия (Burt et al., 2003). Нещо повече, според някои автори ефективността на хербицидите се увеличава, когато са внесени чрез системата за микронапояване (Dale, 1986).

Контролът върху болестите и неприятелите традиционно се извършва чрез опръскване на листата и стъблата на растенията, а по-рядко и чрез внасянето на гранули и разтвори в почвата. Присъщо за тези методи на третиране с пестициди е цялостното третиране на територията, възможността за отнасяне на разтвора при вятър, опасността от замърсяване на повърхностните води, както и тоталният ефект – унищожават се не

само вредителите, но и техните паразитоиди и хищници. Наличието на изградена система за микронапояване предоставя отлична възможност за постигане на желания контрол върху болести и неприятели при значително намаляване на замърсяването и нежеланите странични ефекти (Felsot et al., 2003). Растителната защита е съсредоточена предимно върху и около културните растения, не се замърсяват повърхностните води, третираните не зависят от климатичните условия, експозицията на персонала на токсични субстанции е силно ограничена. С поливната вода могат да бъдат внасяни системни фунгициди и инсектициди като естествените неприятели биват запазени, доколкото пестицидният контрол се осъществява по-скоро чрез храненето на вредителите, отколкото чрез контактното действие на препаратите. За практическото приложение на хемигацията обаче процесът трябва да бъде контролиран по начин, който да предотврати евентуално измиване на пестицидите под активния почвен слой и да сведе техните остатъчните количества в плодовете значително под пределно допустимите, за предпочитане до минимум, с оглед намаляване на риска за хората при консумацията на плодове и плодови продукти.

Напоителните системи често се използват и за регулиране на микроклимата в насаждението. Подкоронното микродъждуване понижава температурата с няколко градуса и повишава почти два пъти влажността на въздуха на височина до 2,5 m. В резултат чувствително намалява водопотреблението и нараства нормата на фотосинтезата като прагът на критичните за растенията температури се измества почти до 40° C (Koumanov, 2002). Подкоронното микродъждуване може да осигури също частична защита на възрастни дървета срещу измръзване и защита от късни пролетни мразове по време на цъфтежа.

Микродъждуването може да се използва за поддържане на траен чим от многогодишни треви в междуредията, който е ефективно средство за съхраняване на почвеното плодородие (Benites et al., 2005). При нарастването си корените на тревите преобразуват труднодостъпните форми на фосфатите и калия в лесноусвоими. Разложената покосена тревна маса и отмерелите корени обогатяват почвата с органично вещество. Подобряват се физичните, химичните и водните свойства на почвата, както и микробиологичният им режим. Мулчиращият слой разсейва слънчевата енергия и предпазва почвената повърхност от прегряване. В условията на напояване затревяването е ефективно средство за предпазване на почвата от постепенно деградиране и уплътняване. Обемът на допълнително потребената от чима вода е относително нисък и възлиза на 6% до 20% от напоителната норма (Koumanov, 2002).

Може да се обобща, че системите за микронапояване са в състояние да осигурят най-добрия воден и хранителен режим с оглед нуждите на растенията, както и активно да допринасят за опазване на плодовете от неблагоприятното въздействие на абиотични и биотични фактори в съответствие с изискванията за чистотата на плодвата продукция и опазване на почвата и природните води. В този смисъл микронапояването все повече се свързва с ролята на обединяващо звено в съвременните технологии за производство на плодове.

## ЛИТЕРАТУРА

- Куманов, К., Г. Стоилов, Д. Дочев (2005). Фертигацията като алтернатива на традиционното торене с фосфор в овощните градини. Почвознание, агрохимия и екология XL-2: 12–16.
- Ганчев, С. И. (2006). Формиране и резитба на ябълката по системата конус. Институт по овощарство, Пловдив, 36 с.
- Казанджиев, В. (2008). Изменението на климата, агроклиматични ресурси и определяне на неблагоприятните райони в България, сборник с доклади от Национална конференция „Бъдещето развитие на земеделието в България“ 2–3 април, В. Търново, с. 139–154.
- Ajwa, H. A., T. Trowt, J. Mueller, S. Wilhelm, S. D. Nelson, R. Soppe and D. Shatley (2002). Application of alternative fumigants through drip irrigation systems. *Phytopathology*, 92 (12): 1349–1355.
- Allen, R. G., L. S. Pereira, D. Raes and M. Smith (1998). Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56.
- Benites, J., M. Pisante and F. Stagnari (2005). The role and importance of integrated soil and water management for orchard development. In: FAO Land and Water Bulletin 10: 21–27.
- Boller, E.F., J. Avilla, E. Joerg, C. Malavolta, F.G. Wijnands and P. Esbjerg (2004). Integrated production. Principles and technical guidelines. IOBC wprs Bulletin 27(2): 1–49.
- Bowman, R. S. and F. S. Nakayama (1986). Design principles. Salt distribution. In: Nakayama, F.S. and D.A. Bucks (Eds), *Trickle Irrigation for Crop Production*, Elsevier Science Publishers B.V., pp.117–141.
- Bucks, D. A., F. S. Nakayama and A. W. Warrick (1982). Principles, practices, and potentialities of trickle (drip) irrigation. In: Hillel, D. (Ed.), *Advances in Irrigation* 1: 219–298.
- Burt, C. (2003). *Chemigation and fertigation basics for California*. ITRC, Cal Poly, San Luis Obispo, CA, 21 pp.
- Dale, D. (1986). Herbicide through drip lines a can of worms. *Irrigation Age* 20: 8–20.
- Felsot, A. S., R. G. Evans and J. R. Ruppert (2003). Field studies of imidacloprid distribution following application to soil through a drip irrigation system. ASC Symposium Series 842 (Arthur, E.L., A.C. Barefoot and V.E. Clay eds.), Chapter 13, pp. 189–205.
- Goodwin, I. and A. M. Boland (2002). Scheduling deficit irrigation of fruit trees for optimizing water use efficiency. FAO Technical Papers, Water Reports 22: 67–78.
- Koumanov, K. S. (2002). Drought mitigation effects of microirrigation in orchards. ICID International Conference on „Drought Mitigation and Prevention of Land Desertification“, Bled, Slovenia, 20–26 April, 10 pp.
- Kazandjiev, V. (2008). Phenological observations in Bulgaria, in Collection „Phenological observations in Europe“, under scientific edition of J. Nekovar and T. Spark, COST 725, 200 p.
- Kazandjiev, V. (2008). Agroclimatic resources and definition of less favored areas at the beginning of XXI century in Bulgaria, Conference „Global Environmental Change – Challenges to Science and Society in Southwestern Europe“. CD version.
- Koumanov, K., G. Stoilov and D. Dochev (1999). Investigations on fertigation of peach on three soils. III. Zones of salt accumulation. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 5: 725–730.
- Kramer, P.J. and J. S. Boyer (1995). *Water relations of plants and soils*. Academic Press, 495 pp.
- Kriedemann, P. E. and J. Goodwin (2003). Regulated Deficit Irrigation and Partial Rootzone Drying. *Irrigation Insights* № 4, Land and Water, Australia, 102 pp.
- Moteva, M., V. Kazandjiev and V. Georgieva (2008). Interaction between the Meteorological Parameters in FAO 56 Penman-Monteith Equation and the Reference Evapotranspiration Estimates, Conference „Global Environmental Change – Challenges to Science and Society in Southwestern Europe“ CD version.
- Moteva, M., V. Kazandjiev and Zh. Zhivkov (2006). Impact of the agrometeorological factors upon the potential evapotranspiration of maize crops in Bulgaria, 8-th Conference on Meteorology – Climatology and Atmospheric Physics COMECAP 24–26 May 2006, Athens vol. C 193–199 p.
- Rolston, D. E., R. J. Miller and H. Schulbach (1986). Fertilization. In: Nakayama, F. S. and D. A. Bucks (Eds.), *Trickle Irrigation for Crop Production*, Elsevier, pp. 317–344.