

ВЛИЯНИЕ НА НАПОЯВАНЕТО С РЕГУЛИРАН ВОДЕН ДЕФИЦИТ ВЪРХУ РАСТЕЖА НА РЕМОНТАНТНИЯ МАЛИНОВ СОРТ "ЛЮЛИН"

Г. Корнов, К. Куманов, К. Колев, З. Ранкова,
С. Милушева, И. Царева

Институт по овощарство, Остромила 12, 4004 Пловдив

REGULATED DEFICIT DRIP IRRIGATION IMPACT ON THE GROWTH OF 'LYULIN' PRIMOCANE-FRUITING RASPBERRY CULTIVAR

G. Kornov, K. Koumanov, K. Kolev, Z. Rankova,
S. Milusheva, I. Tsareva

Fruitgrowing Institute, Plovdiv 4004, Bulgaria

РЕЗЮМЕ

Проблемът с недостига на вода се задълбочава в световен мащаб като над 70 % от общата консумация се пада на селското стопанство. Разходът на поливна вода може да бъде намален чрез внедряването на ефективни методи (микронапояване) и технологии (напояване с регулиран воден дефицит, RDI). Двата подхода са обект на осемгодишно изследване при ремонтантния малинов сорт "Люлин". Малиновата култура е избрана поради добрите условия на международния пазар и бързото възвръщане на инвестициите. През основните фенофази – интензивен растеж, цъфтеж и узряване на плодовете – са подавани поливни норми, възлизаци съответно на 100%, 75% и 50% от евапотранспирацията на културата. Като цяло напояването с регулиран воден дефицит не е повлияло съществено растежа на малиновите храсти. Резултатите дават основание да се предположи, че причините за наблюдаваните различия между

SUMMARY

The problem of water scarcity deepens all over the world, the agriculture accounting for more than 70 % of the total consumption. The use of irrigation water can be decreased with the introduction of more efficient methods (microirrigation) and technologies (Regulated Deficit Irrigation, RDI).

Both approaches were subjected to an eight-year investigation together with the 'Lyulin' primocane-fruited cultivar. The raspberry crop was chosen because of its good positions on the international market and the short time for the investments to pay-back.

The water application rates during the main phenophases – intensive growth, blossom, and fruit ripening – equaled 100%, 75% and 50% of the crop evapotranspiration. Generally, the regulated deficit irrigation did not significantly affect the growth of the raspberry plants.

Based on the results, there is a

отделните вегетации са най-вече климатични. Не трябва да се изключват и фактори като възрастта на насаждението и разпространението на вирусни инфекции, вече коментирани във връзка с резултатите за добива. При сорта "Люлин" поливните норми могат да бъдат намалени до 75% без неблагоприятно въздействие върху растежа, добива и качеството на плодовете, а през фазата на интензивен растеж дори до 50%. В условията на остър воден недостиг напояването може да се извършва с половината от изчислителните поливни норми, но след съответната икономическа обосновка.

Ключови думи: капково напояване, RDI, *Rubus idaeus*, растеж

УВОД

През последните години интересът на българските производители към малиновата култура нараства, което е видно от увеличените площи с плододаващи насаждения и от ръста в производството на плодове (Манолова, 2005). Добрите условия на международния пазар и бързото възвръщане на инвестициите стимулират разширяването на малиновото производство към региони без традиции в отглеждането на тази култура. Все повече насаждения се създават в равнината, където чести и продължителни засушавания през летните месеци потискат в една или друга степен развитието на растенията. Така напояването, което дори в полупланински и планински условия увеличава

good reason to suppose that the reasons for the observed differences between variants are mostly climatic.

Other factors as the plantation age and the viral infections propagation, already discussed in relation to the yield, should not be excluded, yet. With the "Lyulin" cultivar, the application rates can be reduced to 75%, and even to 50% in the phase of intensive growth, without negative effect on the yield and the fruit quality.

Under severe water deficit, raspberry crop may be irrigated with a half of the estimated application rates, but only on the basis of an economical analysis.

Key words: drip irrigation, RDI, *Rubus idaeus*, growth

INTRODUCTION

Recently, the interest of Bulgarian farmers in the raspberry crop has increased, which is evident from both the increased area occupied by bearing plantations and the growth in the fruit production (Manolova, 2005).

The good conditions on the international market and the short time for the stimulate the extension of raspberry production towards regions without traditions in the growing of that crop.

More and more plantations have been established in the lowlands, where frequent and long-lasting droughts suppress plant development to one or another extent.

Thus, the irrigation, which increases substantially the yield and the fruit quality even in hilly

съществено количеството и качеството на добива, се превръща в неотменим елемент от технологията за отглеждане на малиновата култура в равнината. От другата страна е необходимостта от повишаване продуктивността на водата за напояване, чийто дял в световен мащаб представлява над 70% от общото потребление. Разходът на поливна вода може да бъде намален чрез внедряването на ефективни методи и технологии. Микронапояването се използва все по-широко поради възможностите за ефективен контрол върху процесите в поливната система, напояването насаждение и даже в отделното растение (Bucks et al., 1982). Растежът и плододаването могат да бъдат оптимизирани посредством т.н. напояване с регулиран воден дефицит (RDI), при което максималната напоителна норма се намалява за сметка на едни умерени нива на воден стрес в растенията (Goodwin and Boland, 2002). Двата подхода са обект на деветгодишно изследване при ремонтантния малинов сорт "Люлин", изведено в Института по овощарство в Пловдив през периода 2000-2008 г. Резултатите за добива са публикувани в предшестваща статия (Kornov et al., in print).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Опитните данни са събрани

and mountain conditions, becomes an indispensable element of the raspberry-growing technology in lowlands.

On the other hand, there is necessity of increasing the water use efficiency in irrigation, which accounts for more than 70% of the total water consumption in the world.

The use of water for irrigation can be decreased by the introduction of efficient methods and technologies.

Microirrigation has been widely used because of the ability to effectively control the processes in the irrigation system, in the irrigated plantation, and even in a single plant (Bucks et al., 1982). Growth and yield can be optimized through Regulated Deficit Irrigation (RDI), where the maximum application rate is reduced on behalf of moderate levels of water stress in plants (Goodwin and Boland, 2002).

Both approaches were subjected to a nine-year investigation, carried out in the Fruitgrowing Institute of Plovdiv from 2000 to 2008 with the 'Lyulin' primocane-fruiting raspberry cultivar.

The results for the yield were published in a preceding paper (Kornov et al., in print).

MATERIAL AND METHODS

The experimental data were

в 400 m² малиново насаждение от ремонтантния сорт "Люлин" с *in-vitro* размножени растения в специализираната лаборатория на Института по овощарство – Пловдив. Растенията са засадени през есента на 1998 година в седем опитни и два охранни реда с дължина 18 m при междуредови разстояния 2.30 m и вътрередово през 0.50 m. През пролетта на 2000 г. в опитния участък е изградена система за капково напояване. Вградени през 30 cm капкообразуватели подават поливната вода с дебит 1.7 L/s (5.7 L/s/m). Общият обем подадена вода е отчитан чрез водомер (5 м³/h), а постоянният дебит на капкообразувателите е обезпечаван чрез регулатор на налягането. Помпа-дозатор "Dosatron" осигурява при необходимост внасянето на химични агенти (торове, инсектициди и фунгициди) с поливната вода. През вегетационния период на 2000 г. е обезпечен оптимален поливен режим с цел пълно развитие на растенията, както и за пригаждане на кореновата им система към локализираното подаване на поливната вода от системата за капково напояване. През всички останали години на изследването по време на основните фенофази – 1) усилен растеж; 2) цъфтеж; и 3) зреене на плодовете, водният

collected in a 400 m² raspberry plantation of the "Lyulin" primocane-fruiting cultivar planted with *in-vitro* propagated plants in the specialized laboratory of the Fruitgrowing Institute in Plovdiv.

The plantation was established in 1998 and consists of seven experimental and two guard rows with row length of 18 m, distance between rows of 2.30 m, and in-row distance of 0.50 m. In the spring of 2000, a drip irrigation system was installed in the experimental plot. Inline drippers placed at 0.30 m spacing delivered the irrigation water with a discharge of 1.7 L/s (5.7 L/s/m).

The total volume of water supplied to the plants was measured by a flow-meter (5 м³/h). A pressure regulator provided constant dripper discharge. A "Dosatron" dosing pump provided, when necessary, the application of chemical agents (fertilizers, insecticides and fungicides) with the irrigation water.

During the 2000-vegetation, an optimum irrigation regime was realized in order to provide maximum plant growth as well as to adapt plant root systems to the localized water applications of the drip irrigation system.

In the next years of investigation, the water regime of the raspberry plants was regulated

режим на малиновите растения е регулиран по варианти както следва:

V c—100 – контрола, оптимален (100%) поливен режим през цялата вегетация;

V 1—75 – фаза на усилен растеж, поливните норми намалени на 75%;

V 1—50 – фаза на усилен растеж, поливните норми намалени на 50%;

V 2—75 – фаза на цъфтеж, поливните норми намалени на 75%;

V 2—50 – фаза на цъфтеж, поливните норми намалени на 50%;

V 3—75 – фаза на зреене на плодовете, поливните норми намалени на 75%;

V 3—50 – фаза на зреене на плодовете, поливните норми намалени на 50%;

Всеки вариант заема по един от опитните редове и е разделен на четири повторения, всяко от които с дължина 4.0 m.

Оптималният поливен режим е изчисляван въз основа на изпарението от водна повърхност, измерено чрез изпарител 'Клас А', като еталонната евапотранспирация (ET_0) е прието да се равнява на 80 % от стойностите на изпарението (Allen et al., 1998). Автоматична метеорологична станция, разположена в близост до опитния участък, осигурява данни за среднодневната, минималната и максималната

during the main phenophases – 1) intensive growth, 2) blossom, and 3) fruit ripening – as it follows:

V c—100 – control, optimum (100 %) irrigation regime during the whole vegetation;

V 1—75 – phase of intensive growth, application rates reduced by 75 %;

V 1—50 – phase of intensive growth, application rates reduced by 50 %;

V 2—75 – phase of blossom, application rates reduced by 75 %;

V 2—50 – phase of blossom, application rates reduced by 50%;

V 3—75 – phase of fruit ripening, application rates reduced by 75%;

V 3—50 – phase of fruit ripening, application rates reduced by 50%;

Each variant took place in one of the experimental rows and was divided into four replications, each 4.0 m long.

The optimum irrigation regime was scheduled on the basis of the water evaporation measured in a "Class A" evaporation pan; the reference evapotranspiration ET_0 was accepted to equal 80% of the evaporation values (Allen et al., 1998).

An automatic meteorological station near the plantation provided data of the average-daily, the minimum and the maximum temperature, as well as of the minimum and the maximum

температура, както и за минималната и максимална относителна влажност на въздуха. Валежите са измервани с дъждомер от комплекта "ГГИ-3000". В условията на интензивно изпарение е поливано ежедневно с изключение на дните непосредствено след паднали валежи. По принцип междуполивният период не надвишава два-три дни.

Торенето е едно и също във всички варианти. Предпосадъчно е внесен фосфор при торова норма 30 kg P₂O₅ на декар. След инсталирането на капковата система торовете са внасяни с поливната вода (фертигация) като торовите норми са разделени на дози, подавани през 10-15 дни. Минералното хранене на малиновите растения е контролирано чрез листна диагностика.

Влиянието на изпитваните въздействия върху растежа на малиновите храсти е определено чрез броя издънки на линеен метър, средния диаметър и средната височина на издънките. За целта от два метра по дължината на редовата ивица във всяко повторение са изброени и измерени всички издънки като за диаметъра е взето средното от две измервания, направени във взаимноперпендикулярни направления 10 cm над терена.

relative air humidity. The rainfalls were measured using a GGI-3000 pluviometer. In the conditions of intensive evaporation, irrigation was conducted on a daily basis, except the days after rainfalls. Generally, the period between water applications did not exceed two-three days.

The fertilization was identical in all variants. Phosphorus was applied at a rate of 300 kg P₂O₅ per hectare prior to planting. After the drip irrigation system was installed, the fertilizers were applied with the irrigation water (fertigation) in 10 to 15-day intervals.

The mineral nutrition of the raspberry plants was controlled by leaf analyses.

The growth response to the investigated treatments was estimated using such indices as the cane number per one meter of the row strip, the average cane diameter and the average cane height.

For that purpose, all canes in two-meter long sections of the row strip in each replication were counted and measured; the cane diameter was obtained as an average of two measurements made in perpendicular directions 10 cm above the ground. Dispersion analysis was used for statistical estimation of the

Редовно са провеждани стандартните практики по отглеждане на насаждението. Броят на издънките в редовата ивица не е нормиран. Широчината на редовата ивица е поддържана в границите 0.30-0.40 m. Третиранията за защита на растенията от болести и неприятели са извършвани с едни и същи дози за всичките изпитвани варианти.

differences in the yield between the studied variants and the control.

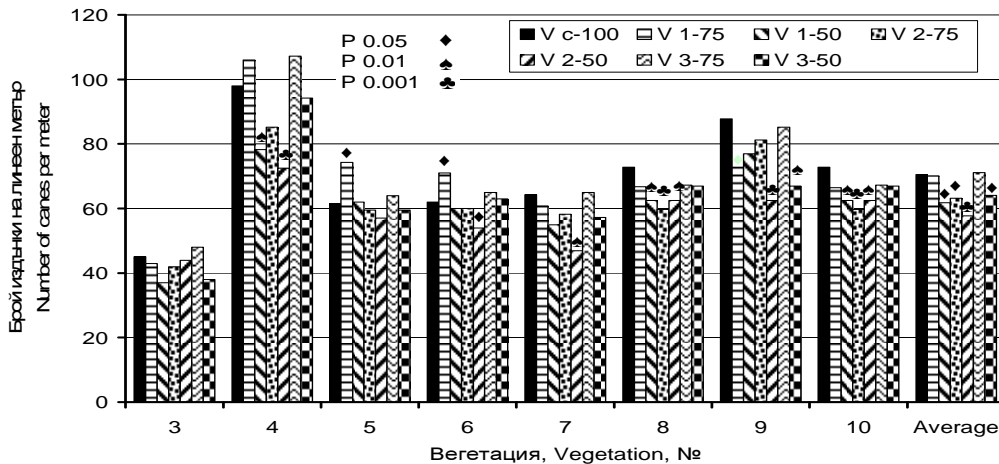
The standard management practices were carried on a regular basis. The cane number in the row strips was not thinned by pruning. The width of the row strips was maintained in the range of 0.30-0.40 m. The treatments against diseases and pests were the same in all the investigated variants.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Данните за растежа от третата до деветата вегетация (2001-2008 г.) са илюстрирани на Фигури 1, 2 и 3, съответно за броя издънки на линеен метър от редовата ивица, височината на издънките и техния диаметър.

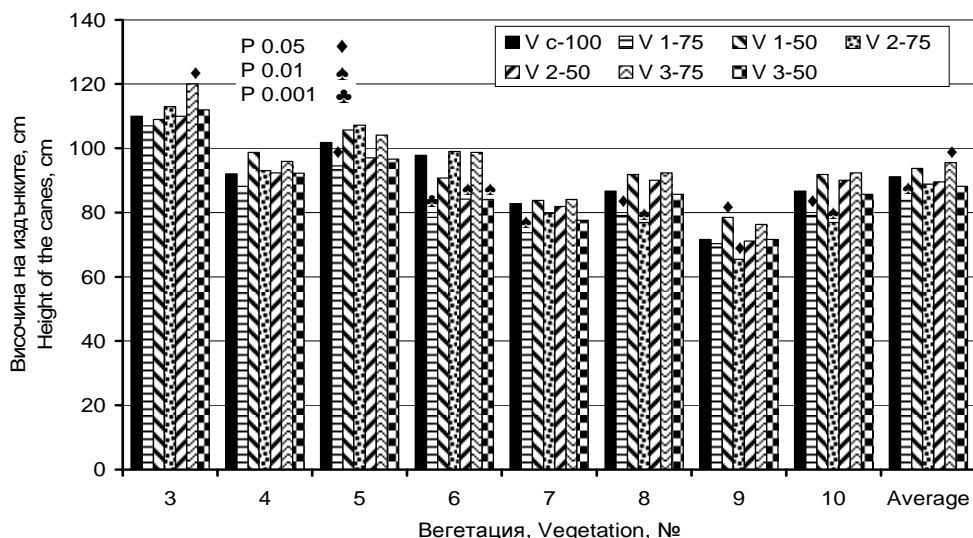
RESULTS AND DISCUSSION

The results for the annual and averaged growth over the nine years of the investigation (2001-2008), are illustrated in Figures 1, 2, and 3 for the cane number, height and diameter respectively.



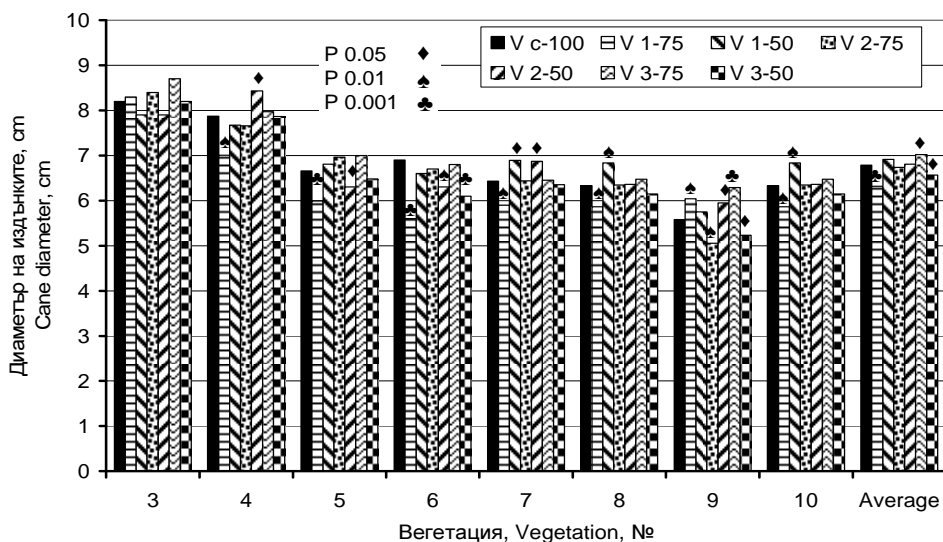
Фиг. 1. Брой издънки на линеен метър по варианти и години (втора–десета вегетация и средно за деветгодишния период на изследването)

Fig. 1. Number of canes per meter by variants and years (second-ninth vegetation and averaged over the nine-year study period)



Фиг. 2. Височина на издънките на линеен метър по варианти и години (втора–десета вегетация и средно за деветгодишния период на изследването)

Fig. 2. Cane height by variants and years (second-ninth vegetation and averaged over the nine-year study period)

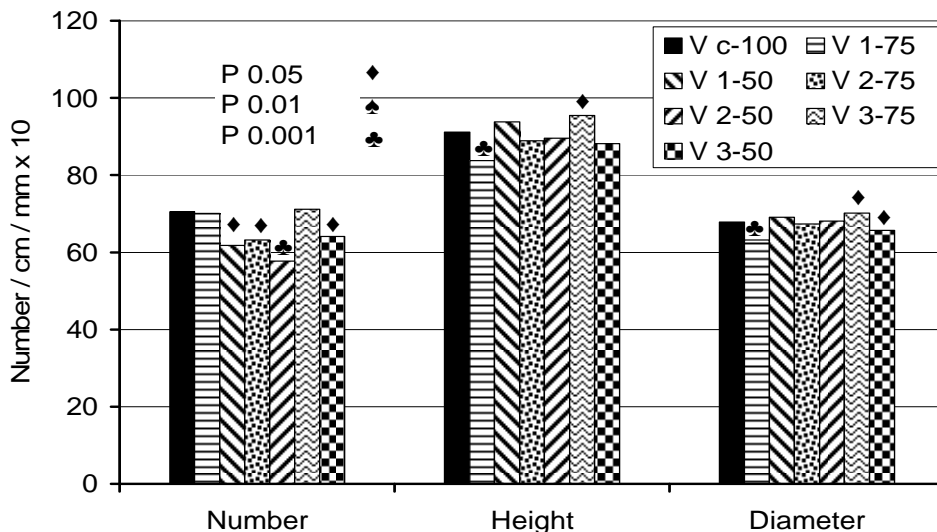


Фиг. 3. Диаметър на издънките по варианти и години (втора–десета вегетация и средно за деветгодишния период на изследването)

Fig. 3. Cane diameter by variants and years (second-ninth vegetation and averaged over the nine-year study period)

На Фигура 4 са дадени осреднените за осемгодишния период стойности на изследваните показатели на растежа.

The values of the studied growth indices, averaged for the eight-year period, are summarized in Figure 4.



Фиг. 4. Брой издънки на линеен метър, височина и диаметър на издънките средно за деветгодишния период на изследването по варианти
Fig. 4. Number of canes per meter, cane height and cane diameter averaged over the nine-year study period by variants

През третата вегетация малиновите храсти все още не са заели цялата редова ивица и броят на издънките е по-малък. За сметка на това издънките са по-високи и по-дебели. През този период не се наблюдават съществени различия между различните варианти на напояване. Изключение прави V3-75, в който растежът е относително по-силен през всичките години на изследването. Обратната картина се наблюдава във V1-

During the third vegetation, the raspberry bushes still had not occupied the whole row strip and the cane number was relatively low.

On the other hand, the smaller number of the canes stimulated their growth, thus resulting in relatively higher and thicker canes. There were no significant differences found between the studied irrigation variants.

The only exception was V3-75, where the growth was relatively

75, където след третата вегетация растежът е бил по-слаб в сравнение с останалите варианти на регулиран воден дефицит за сметка на по-високия брой издънки. Тези разлики обаче би могло да се отдадат по-скоро на случайни фактори отколкото на евентуална чувствителност на малината към воден недостиг през тези фази от развитието ѝ. Така например при една по-голяма редуция на водата във вариант V1-50 отчетеният растеж е бил по-висок от този във V1-75, а в повечето случаи и от този в контролата Vc-100. Както може да се очаква, с увеличаване гъстотата/броя на издънките растежът им е отслабвал. Като цяло напояването с регулиран воден дефицит не е повлияло съществено растежа на малиновите храсти. Резултатите дават основание да се предположи, че причините за наблюдаваните различия между отделните вегетации са най-вече климатични. Не трябва да се изключват и фактори като възрастта на насаждението и разпространението на вирусни инфекции, вече коментирани във връзка с резултатите за добива (Корнов et al., in print).

ИЗВОДИ

Капковото напояване и фертигацията са предпоставка и

vigorous in all years of the investigation.

The opposite trend was observed in V1-75, where, on behalf of a greater cane number, the growth was less vigorous after the third vegetation compared to the rest of the RDI variants.

However, these differences should be attributed to random factors rather than to eventual susceptibility of raspberry to water deficit in some phases of its development.

Thus, for instance, despite of the more severe water reduction in V1-50, the growth in this variant was more vigorous than that in V-1-75 and, in most cases, even than that in the control (Vc-100). As expected, the growth was becoming less vigorous with the increase in the cane density (number of canes per meter). Generally, RDI did not affect significantly the growth of the raspberry plants. Based on the obtained results, it could be supposed that the observed differences between the separate vegetations are predominantly due to climatic variations. Other factors as plantation age and progressively developing viral infection, already discussed in relation to the results of the yield (Kornov et al., in print), could not be excluded, yet.

CONCLUSIONS

Drip irrigation and fertigation are prerequisites and guarantee for

гаранция за успешно производство на малинови плодове, особено в равнината при условията на относително високи температури и ниска въздушна влажност.

При сорта "Люлин" поливните норми могат да бъдат намалени до 75% без неблагоприятно въздействие върху растежа, добива и качеството на плодовете, а през фазата на интензивен растеж дори до 50%.

В условията на остър воден недостиг напояването може да се извършва с половината от изчислителните поливни норми, но след съответната икономическа обосновка.

an effective raspberry fruit production, especially in the lowland conditions – under high temperatures and low air humidity.

With the "Lyulin" cultivar, the application rates can be reduced to 75%, and even to 50% in the phase of intensive growth, without negative effect on the growth, yield and the fruit quality.

Under severe water deficit, raspberry crop may be irrigated with a half of the estimated application rates, but only on the basis of an economical analysis.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Бойчева Р., А. Иванов, В. Велчев, Г. Николова, Т. Захаријева и Г. Вълков.** 1998. Малина Къпина Касис – технологии за производство на посадъчен материал и плодове. МЗГАР – НССЗ, София, 40 стр.
2. **Манолова В.** 2005. Инвестиции и ефективност в овощарството. LAX advertising, 156 стр.
3. **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.
4. **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.
5. **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.
6. **Kornov G., K. Koumanov, S. Milusheva, K. Kolev, Z. Rankova and I. Tsarea.** in print. Regulated deficit drip irrigation impact on the yield of the 'Lyulin' primocane-fruited raspberry cultivar. Journal of Mountain Agriculture.