

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

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

Институт по овощарство, Пловдив 4004

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

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

Fruitgrowing Institute, Plovdiv 4004

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 деветгодишно 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. Добивът варира съществено в зависимост както от метеорологичните условия през вегетацията, така и от здравния статус на насаждението. Средният добив за деветгодишния период на изследването е в границите

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 a nine-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 payback.

The water application rates during the main phenophases – intensive growth, blossom, and fruit ripening – equaled 100%, 75% and 50% of the crop evapotranspiration.

The yield varied considerably according to both the meteorological conditions during the vegetation and the health status of the plantation.

8575-11218 kg ha⁻¹, в зависимост от степента на редуция на поливните норми, като максимумът достига 16429 kg ha⁻¹ през четвъртата вегетация. Съществено намаляване на добива се наблюдава през деветата и десетата вегетация в резултат на прогресиращи вирусни инфекции. В сравнение с контролата (100 % от ET_c) добивът е значително снижен само във вариантите с най-голяма редуция на напояването. В повечето варианти и години от един кубически метър вода се получават около 2.0 kg малинови плодове.

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 съществено количеството и качеството на добива, се превръща в неотменим елемент

The average yield for the nine-year study period was in the range of 8575-11218 kg ha⁻¹, depending on the degree of the application rates reduction; the maximum of 16429 kg ha⁻¹ was recorded in the fourth vegetation.

From the seventh to the tenth vegetation, yields significantly declined due to progressing viral infections.

Compared to the control, only the maximum reduction of irrigation resulted in significant yield decrease. In most variants and years, one cubic meter of water was needed to produce about 2.0 kg of raspberry fruit.

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

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.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Опитните данни са събрани в 400 m² малиново насаждение от ремонтантния сорт "Люлин" с *in-vitro* размножени растения в специализираната лаборатория на Института по овощарство – Пловдив. Растенията са

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.

MATERIAL AND METHODS

The experimental data were 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.

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 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

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 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

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 4.00 м, Фигура 2.

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 температура, както и за минималната и максимална относителна влажност на въздуха. Валежите са измервани с дъждомер от комплекта "ГГИ-3000". В условията на

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, Figure 2.

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 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

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.

Добивът е отчитан по повторения и варианти като за удобство е приведен към един хектар като чрез дисперсионен анализ е направена статистическа оценка на разликите между получените добиви в отделните варианти и контролата. Същото е направено и по отношение средната маса на един плод, която е определена среднотяжестно след претеглянето на 100 случайно избрани плода за всяко повторение.

Редовно са провеждани стандартните практики по отглеждане на насаждението. Третиранията за защита на растенията от болести и неприятели са извършвани с

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 yield was estimated by replications and variants, and, for convenience, reduced to one hectare.

Dispersion analysis was used for statistical estimation of the differences in the yield between the studied variants and the control.

The same was done for the weighted average mass of one fruit, which was evaluated after weighing 100 randomly collected fruits in each replication.

The standard management practices were carried on a regular basis.

The treatments against

едни и същи дози за всичките изпитвани варианти.

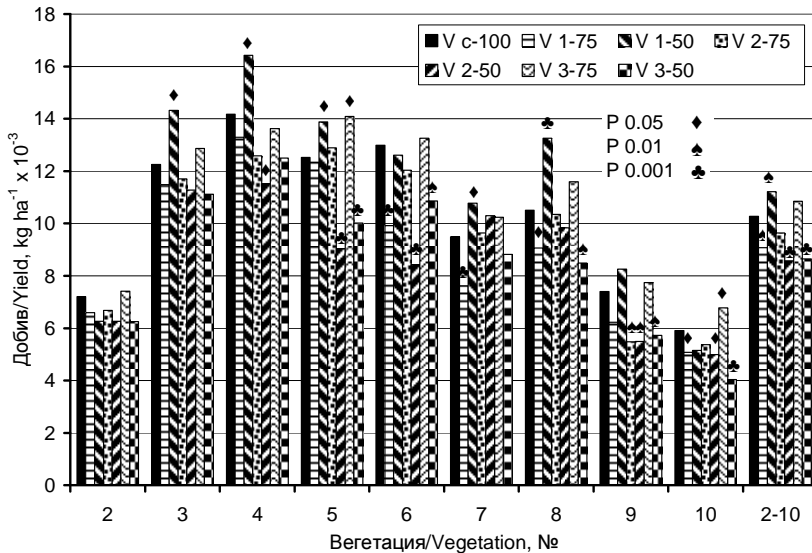
diseases and pests were the same in all the investigated variants.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Данните за добива през деветте години на изследването са илюстрирани на Фигура 1.

RESULTS AND DISCUSSION

The results for the yield, annual and averaged over the nine years of the investigation, are illustrated in Figure 1.



Фиг. 1. Добив по варианти и години (втора–десета вегетация и средно за деветгодишния период на изследването)

Fig. 1. Yield by variants and years (second-ninth vegetation and averaged over the nine-year study period)

Още през втората вегетация капковото напояване и фертигацията са осигурили икономически значим добив от порядъка на 6000 kg ha⁻¹. През трета-шеста вегетация добивът в повечето варианти е 12000-14000 kg ha⁻¹ като превишава максималната стойност при поливни условия от 11000 kg/ha, цитирана в литературата за сорта "Люлин" (Бойчева et al., 1998). Плододаването е най-

Even as early as the second vegetation, the drip irrigation and the fertigation provided significant, from economical point of view, yield of about 6000 kg ha⁻¹.

In the third-sixth vegetations, the yield in most variants was 12000-14000 kg ha⁻¹, thus surpassing the maximum value of 11000 kg ha⁻¹ ever reported for the "Lyulin" cultivar under irrigation (Boicheva et al., 1998).

високо през четвъртата вегетация, когато във вариант V1-50 са набрани 16430 kg/ha. Резултатите от тази година можеха да бъдат и по-високи, но силни дъждове, придружени от градушка и бурен вятър, провалиха реколтата от две беритби в началото на август. През същия четиригодишен период напояването с регулиран воден дефицит се е отразило в статистически доказано снижение на добива само във вариантите с най-голяма редуция на напояването – V 2-50 и V3-50, но дори и в този случай добивите остават високи. През следващия четиригодишен период добивът от всички варианти непрекъснато намалява и през десетата вегетация в повечето случаи на регулиран воден дефицит е около 5000 kg ha⁻¹, а при оптимално напояване – 6000 kg ha⁻¹. Сред възможните причини са неблагоприятните за малиновата култура метеорологични условия в равнината – периоди на трайно засушаване с високи температури и ниска въздушна влажност през вегетацията. Изключително високите добиви през предшестващите години обаче, както и редуването на години с различна обезпеченост на валежите и температурите, правят тази хипотеза малко вероятна.

Друга възможна причина за

The highest yield was registered in the fourth vegetation, when 16430 kg ha⁻¹ were harvested in the V1-50 variant.

The results of this year could be even higher if heavy rains, accompanied by hail and storm winds, did not spoil the yield of two harvestings in the beginning of August.

In the same four-year period, the regulated deficit irrigation resulted in statistically proven yield decrease only in the variants with the most severe reduction in the applications – V2-50 and V3-50.

Even in these cases, however, the yields remained high. In the next four-year period, the yield of all variants was steadily decreasing and in the tenth vegetation reached about 5000 kg ha⁻¹ in most cases and 6000 kg ha⁻¹ under optimum irrigation.

Amongst the possible causes were the unfavorable, for the raspberry crop, meteorological conditions in the lowlands – period of long lasting droughts with high temperatures and low air humidity during the vegetation.

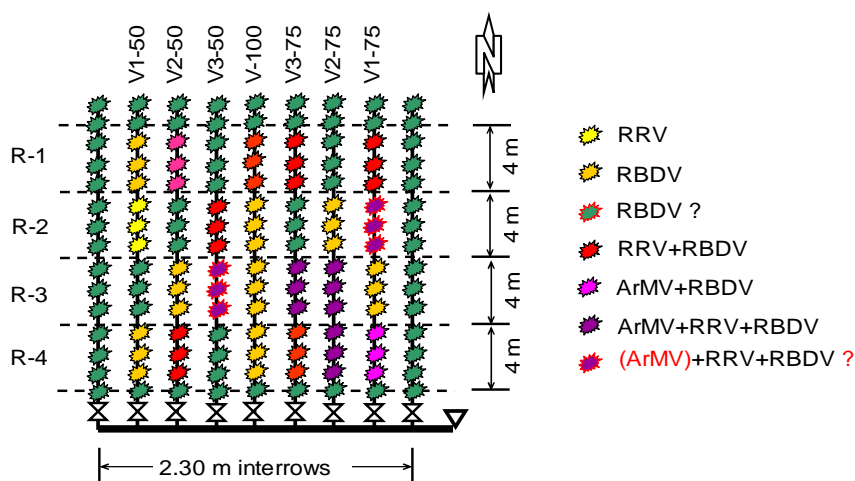
The remarkably high yields of the preceding years, however, as well as the alternation of years of various rainfall and temperature probabilities made this hypothesis unconvincing.

сnižаване на добива е здравното състояние на малиновите растения. Доколкото болестите и неприятелите в насаждението са ефективно контролирани чрез редовни третирания с подходящи за едно екологично производство препарати, изследванията бяха насочени към диагностицирането на евентуални вирусни инфекции. На Фигура 2 е представен вирусният статус на малиновите растения по варианти и повторения, установен чрез метода DAS-ELISA през 2008 година.

Another possible cause for the yield reduction is the health condition of the raspberry plants.

As far as the diseases and the pests were effectively controlled by regular treatments with products appropriate for an ecological production, our investigations were oriented towards diagnosing eventual viral infections.

Figure 2 illustrates, by variants and replications, the viral status of the raspberry plants estimated in 2008 by the DAS-ELISA method.



Фиг. 2. Вирусен статус на малиновото насаждение през 2008 г.
Fig. 2. Viral status of the raspberry plantation in 2008

В изследваните проби най-често е идентифициран RBDV – 78.6%, както самостоятелно (32

The most frequently detected virus in the analyzed samples was RBDV – 78.6%, including 32%

%), така и в смесена инекция с другите два вируса (59%). PRV е установен при 42.9%, а ArMV при 25%. ArMV във всички случаи е диагностициран в смесена инфекция. Сравнителният анализ на тригодишни данни показва, че и трите вируса постепенно се разпространяват в насаждението и съществува реална възможност нивото на вирусна инфекция да достигне 100%, тъй като RBDV се разпространява чрез полена и семената, а RRV и ArMV освен чрез полена и семената, и чрез нематоди. Горните резултати дават основание да се предположи, че общото значително снижение на добивите през последните години най-вероятно се дължи на прогресивно развиващата се вирусна инфекция. В полза на това заключение е и същественото намаляване на добива във вариант V1-75 след петата вегетация, което очевидно не се дължи на редуцията на поливните норми, тъй като при една по-голяма редуция във вариант V1-50 отчетеният добив е по-висок от контролния. След осмата вегетация подобна тенденция се наблюдава и във варианти V2-75 и V1-50, което очертава и посоката на напредване на инфекцията в насаждението (Фигура 2).

Въпреки намаленото плододаване през последните

independently and 59% in combined infections with the other two viruses; PRV was detected in 42.9% and ArMV in 25%.

In all cases, ArMV was detected in combined infection.

The comparative analysis of three-year data showed that all three viruses were progressively spread in the plantation and there was a real possibility of reaching 100% of viral infection level.

That is so, because RBDV is pollen and seed transferable, and RRV and ArMV, besides by pollen and seeds, are being transferred by nematodes, too.

The abovementioned results form a good reason to suggest that the common yield reduction during the last years was probably due to a progressively developing viral infection.

In favor of such a conclusion was also the decrease of the yield in the V1-75 variant after the fifth vegetation – it was obviously not due to reduction in the application rates as far as the yield in the V1-50 variant, under a more severe irrigation reduction, surpassed that in the control.

After the eighth vegetation, such a trend was observed in V2-75 and V1-50 variants, too, which outlined the direction of the infection progression in the plantation, Figure 2.

Although the annual yields decreased during the last years, the average for the nine-year

години, сумарните за деветгодишния период на изследването добиви остават сравнително високи. Статистически доказано пониски са само добивите при намаляване на поливните норми наполовина – V 2-50 и V3-50, но и в този случай техният размер остава над 8500 kg ha⁻¹. В повечето варианти и години от един кубически метър вода се получават около 2.0 kg малинови плодове.

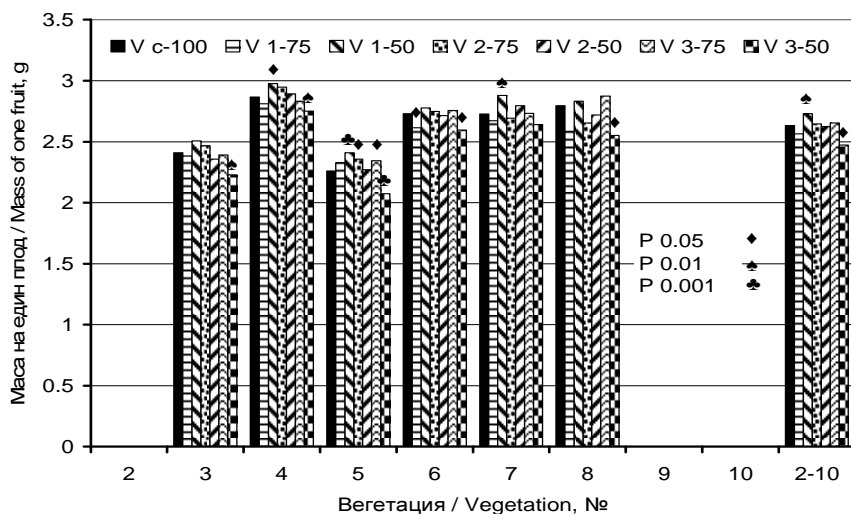
За разлика от количеството на добива неговото качество (едрината на плодовете) се е запазило неизменно (Фигура 3) независимо от прогресиращите вирусни инфекции.

period yields remained relatively high.

Only the 50% reduction in the application rates in the second and the third phenophases – V2-50 and V3-50 – resulted in statistically proven yield decrease.

Even in those cases, however, the yield values remained above 8500 kg ha⁻¹. In most variants and years, about one cubic meter of water was needed to produce 2.0 kg of raspberry fruit.

Unlike the yield quantity, the quality of the fruit (the mass of one fruit) remained unchanged (Figure 3) despite of the progressing viral infections.



Фиг. 3. Маса на един плод по варианти и години (трета–осма вегетация и средно за шестгодишния период на изследването)
Fig. 3. Mass of one fruit by variants and years (third-eighth vegetation and averaged over the six-year study period)

Средната маса на един плод за целия период варира около 2.6-2.7 g като през

The mass of one fruit, averaged over the whole period, was 2.6-2.7 g, increasing up to 3.0

четвъртата вегетация се приближава до 3.0 г. Доказано по-дребни са плодовете единствено при напояване с 50% от поливните норми във фаза узряване – V3-50, като плодовете остават с много добро пазарно качество.

ИЗВОДИ

Получените високи добиви и много добро качество на плодовете доказват, че капковото напояване и фертигацията са предпоставка и 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 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 през цялата вегетация, но след съответната икономическа обосновка.

g in the fourth vegetation.

The fruits were proven to be smaller only under 50% reduction of the application rates in the ripening phenophase – V3-50, though they remained with a very good market quality.

CONCLUSIONS

The obtained high yields and very good fruit quality proved drip irrigation and fertigation to be prerequisites and guarantee for 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 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.