

ВЛИЯНИЕ НА НАПОЯВАНЕТО С РЕГУЛИРАН ВОДЕН ДЕФИЦИТ ВЪРХУ ХИМИЧНИЯ СЪСТАВ НА МАЛИНОВИТЕ ПЛОДОВЕ

Г. Корнов, К. Куманов, И. Царева

Институт по овощарство, Остромила 12, 4004 Пловдив

REGULATED DEFICIT DRIP IRRIGATION IMPACT ON THE FRUIT CHEMICAL COMPOSITION OF PRIMOCANE-FRUITING RASPBERRY CULTIVAR

G. Kornov, K. Koumanov, 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 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, възлизащи съответно на 100%, 75% и 50% от евапотранспирацията на културата. Напояването с регулиран воден дефицит не е повлияло по принцип, и в частност отрицателно, върху химичния състав на малиновите плодове от ремонтантния сорт „Люлин“. Малиновите растения снабдяват с предимство репродуктивните си органи с вода и хранителни вещества дори и

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.

The regulated deficit irrigation did not affect, generally and negatively in particular, the fruit chemical composition of the 'Lyulin' primocane-fruited cultivar.

Raspberry crops supply with priority

под въздействието на неблагоприятни абиотични и биотични фактори, включително възрастта на насаждението и разпространението на вирусни инфекции. Резултатите дават основание да се заключи, 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.

Ключови думи: капково напояване, регулиран воден дефицит, *Rubus idaeus*, качество на плодовете

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

water and nutrients to their reproductive organs even under adverse abiotic and biotic factors, including plantation age and the spread of viral infections.

Based on the results, there is a good reason to conclude that drip irrigation and fertigation are prerequisites and guarantee for a successful raspberry-fruit production, especially in lowland conditions under relatively high temperatures and low air humidity.

Key words: drip irrigation, RDI, *Rubus idaeus*, fruit quality

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

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 и растежа са публикувани в предшествващи статии (Kornov et al., 2009, 2010).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследването е проведено в 400 m² малиново насаждение от ремонтантния сорт "Люлин" с

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 preceding papers (Kornov et al., 2009, 2010).

MATERIAL AND METHODS

The experimental data were collected in a 400 m² raspberry plantation of the "Lyulin"

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 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:

Vc-100 – контрола,

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

оптимален (100%) поливен режим през цялата вегетация;

V1-75 – фаза на усилен растеж, поливните норми намалени на 75%;

V1-50 – фаза на усилен растеж, поливните норми намалени на 50%;

V2-75 – фаза на цъфтеж, поливните норми намалени на 75%;

V2-50 – фаза на цъфтеж, поливните норми намалени на 50%;

V3-75 – фаза на зреене на плодовете, поливните норми намалени на 75%;

V3-50 – 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.

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

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 relative air humidity. The rainfalls

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.

Химичният състав на плодовете е анализиран като са определяни: сухо вещество; захари – инвертна, захароза и обща; киселини; pH; и дъбилни вещества.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Данните за химичния състав на плодовете през първите и последните години от живота на малиновото насаждение са илюстрирани на Фигури 1 до 7.

Разликите между изследваните варианти и контролата по отношение на химичния състав на плодовете не очертават никаква тенденция

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.

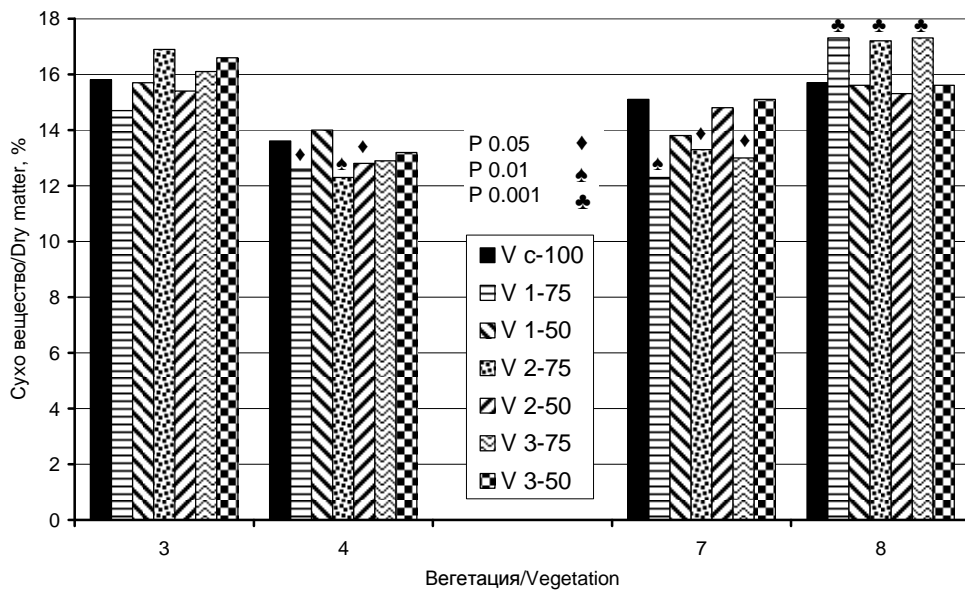
The analysis of fruit chemical composition included: dry matter; sugars – invert, sucrose and total; acids, pH; and tannins.

RESULTS AND DISCUSSION

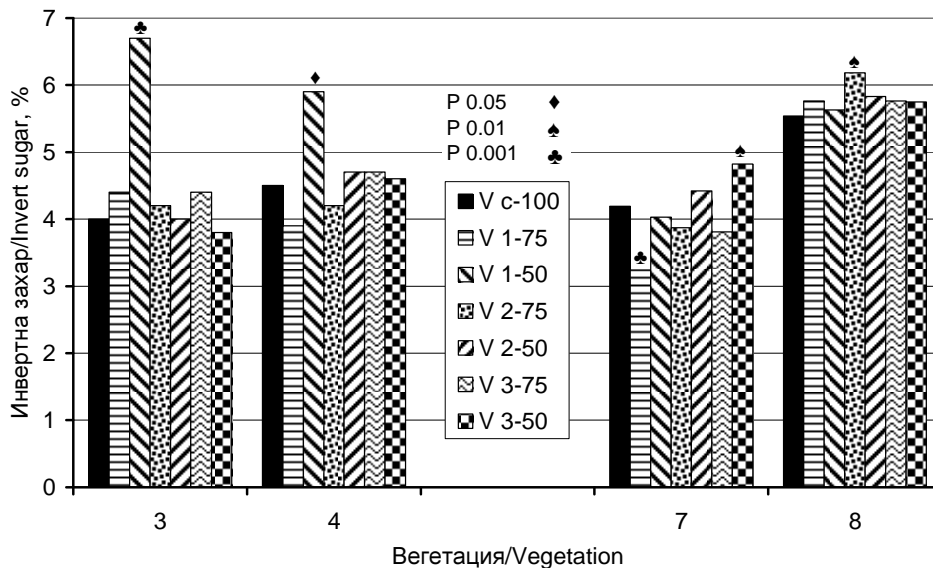
Data concerning the chemical composition of the fruit in both the first and the second half of the raspberry plantation life are shown on Figures. 1 to 7.

The differences in the fruit chemical composition between the investigated variants and the control variant do not outline any trend and, generally, can be

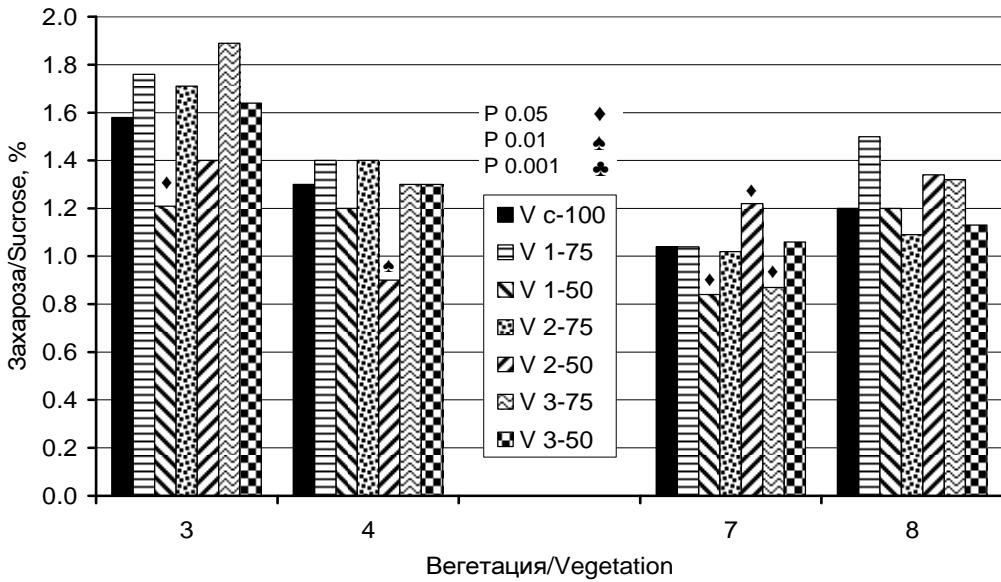
и по-скоро могат да бъдат определени като инцидентни. | classified as incidental.



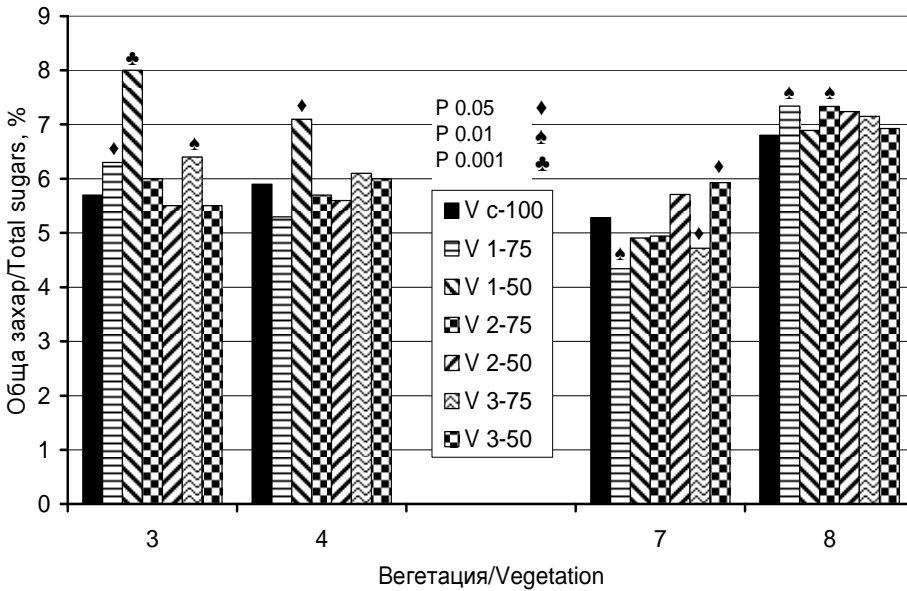
Фиг. 1. Съдържание на сухо вещество в малиновите плодове
Fig. 1. Dry matter content in the raspberry fruit



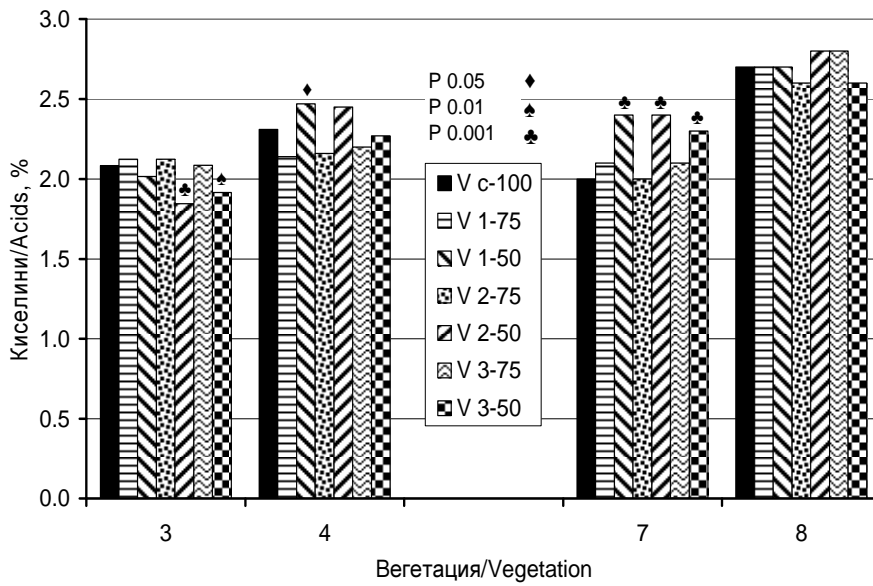
Фиг. 2. Съдържание на инвертна захар в малиновите плодове
Fig. 2. Invert sugar content in the raspberry fruit



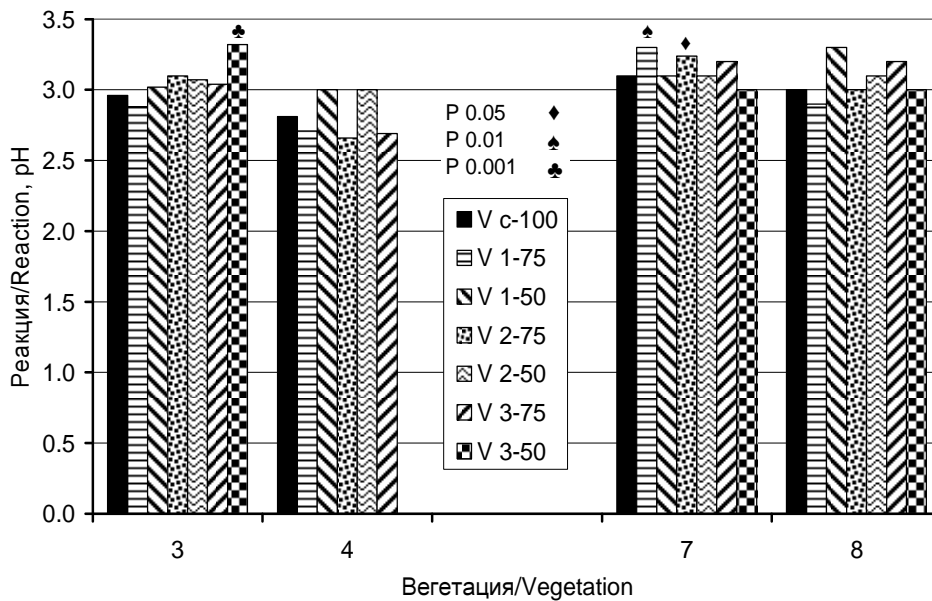
Фиг. 3. Съдържание на захароза в малиновите плодове
Fig. 3. Sucrose content in the raspberry fruit



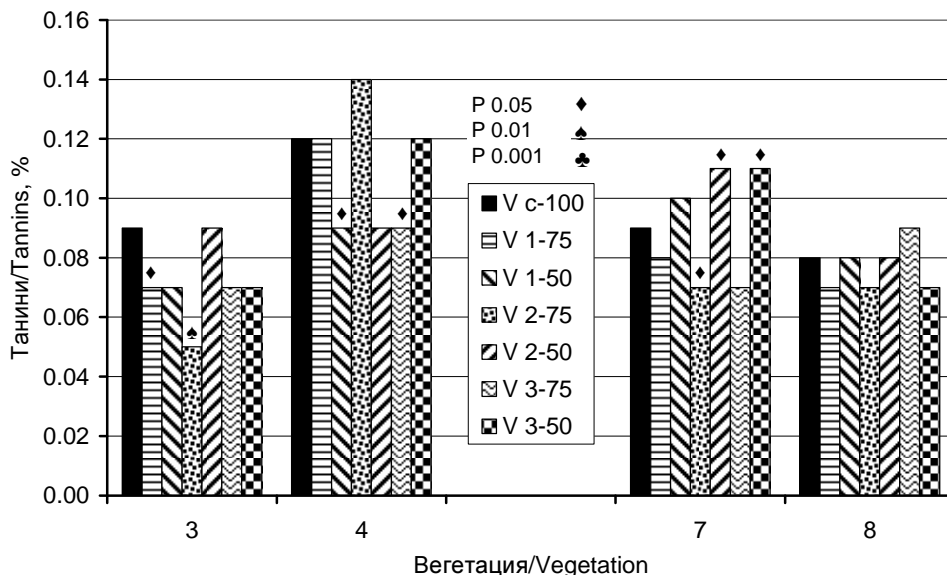
Фиг. 4. Съдържание на обща захар в малиновите плодове
Fig. 4. Total sugar content in the raspberry fruit



Фиг. 5. Съдържание на киселини в малиновите плодове
Fig. 5. Acids content in the raspberry fruit



Фиг. 6. Реакция (pH) на малиновите плодове
Fig. 6. Reaction (pH) of the raspberry fruit



Фиг. 7. Съдържание на дъбилни вещества (танини) в малиновите плодове
Fig. 7. Tannins content in the raspberry fruit

По-изразени са различията в изследваните показатели между отделните години, отколкото между изпитваните варианти, което дава основание да се предположи, че причините за наблюдаваните различия са най-вече климатични. Сравнително продължителният период на изследване дава основание да се твърди с достатъчна сигурност, че напояването с регулиран воден дефицит не влияе по принцип, и в частност отрицателно, върху химичния състав на малиновите плодове. Очевидно малиновите растения снабдяват с предимство репродуктивните си органи с вода и хранителни вещества дори и под въздействието

There are more pronounced differences in the investigated indices between the years rather than between the studied variants. This is a good reason to suppose that the observed differences between the vegetations are predominantly due to climatic variations.

The relatively long-lasting period of the investigation gives the necessary confidence to conclude that the Regulated Deficit Irrigation does not affect, generally and negatively in particular, the chemical composition of the raspberry fruit.

Apparently, raspberry crops supply with priority their reproductive organs with water and

неблагоприятни абиотични и биотични фактори, включително възрастта на насаждението и разпространението на вирусни инфекции, вече коментирани във връзка с резултатите за добива и растежа (Kornov et al., 2009, 2010).

nutrients even under adverse abiotic and biotic factors, including plantation age and the spread of viral infections, already commented in relation to the results concerning the yield and the growth (Kornov et al., 2009, 2010).

ИЗВОДИ

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.

Напояването с регулиран воден дефицит не влияе по принцип, и в частност отрицателно, върху химичния състав на малиновите плодове от ремонтантния сорт „Люлин”.

Малиновите растения снабдяват с предимство репродуктивните си органи с вода и хранителни вещества дори и под въздействието на неблагоприятни абиотични и биотични фактори, включително възрастта на насаждението и разпространението на вирусни инфекции.

CONCLUSIONS

Drip irrigation and fertigation are prerequisites and guarantee for an effective raspberry fruit production, especially in the lowland conditions – under high temperatures and low air humidity.

The regulated deficit irrigation did not affect, generally and negatively in particular, the fruit chemical composition of the ‘Lyulin’ primocane-fruiting cultivar.

Raspberry crops with priority their reproductive organs with water and nutrients even under adverse abiotic and biotic factors, including plantation age and the spread of viral infections.

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. Tsareva.** 2009. Regulated deficit drip irrigation impact on the yield of the 'Lyulin' primocane-fruiting raspberry cultivar. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 12(6): 1553-1565.

7. **Kornov G., K. Koumanov, K. Kolev, Z. Rankova, S. Milusheva and I. Tsareva.** 2010. Regulated deficit drip irrigation impact on the growth of the 'Lyulin' primocane-fruiting raspberry cultivar. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans* 5: 1374-1384.