

СЪДЪРЖАНИЕ НА МИНЕРАЛНИ ЕЛЕМЕНТИ В ЛИСТАТА НА РЕМОНТАНТНИЯ МАЛИНОВ СОРТ „ЛЮЛИН” ПРИ КАПКОВО НАПОЯВАНЕ С РЕГУЛИРАН ВОДЕН ДЕФИЦИТ И ФЕРТИГАЦИЯ

Г. Корнов, К. Куманов, И. Царева

*Институт по овощарство, Остромила 12, 4004 Пловдив
E-mail: kskoumanov@hotmail.com*

CONTENT OF MINERAL ELEMENTS IN THE LEAVES OF THE ‘LYULIN’ PRIMOCANE-FRUITING RASPBERRY CULTIVAR UNDER REGULATED DEFICIT DRIP IRRIGATION AND FERTIGATION

G. Kornov, K. Koumanov, I. Tsareva

Fruitgrowing Institute, 12 Ostromila, 4004 Plovdiv

РЕЗЮМЕ

Микронапояването е неотменим елемент от технологията за отглеждане на малиновата култура в равнината. Системите за микронапояване предоставят и възможност за внасяне на торове с поливната вода (фертигация). В България информацията относно водния и хранителния режим на малиновата култура при капково напояване е оскъдна, а изследвания върху фертигацията въобще липсват. Предмет на настоящата статия е влиянието на микронапояването и фертигацията върху минералното хранене на малината, оценено посредством листна диагностика. 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. Торове от сериите „Кристалон” (YARA) и Лабин (MACASA) с различно съдържание на макро- и микроелементи са внасяни с поливната

SUMMARY

Irrigation is an indispensable element of the raspberry-growing technology in lowlands.

When micro-irrigation is in use, it is a common practice to introduce fertilizers into the tree zone with the irrigation water (fertigation).

In Bulgaria, the information on the raspberry-crop water and nutritional regime is scarce and there is yet lack of knowledge concerning the fertigation.

The present paper’s objective is the microirrigation and fertigation impact on the raspberry mineral nutrition, assessed by leaf diagnostics.

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

Complex fertilizers of the “Kristalon” (YARA) and “Labin” (MACASA) series were applied with the irrigation water, the

вода като торовата норма е една и съща във всички варианти. Съгласно получените резултати, напояването с регулиран воден дефицит не влияе по принцип и в частност отрицателно, върху съдържанието на минерални елементи в листата. При правилно приложение фертигацията поддържа постоянни и достатъчни концентрации на N, P, K, Ca, Mg и Fe в листата, т.е. осигурява оптимално минерално хранене на малиновите растения.

Ключови думи: листни минерални елементи, ремонтантен малинов сорт, капково напояване, воден дефицит, фертигация.

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. 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

fertilization doses being equal in all variants.

According to the results obtained, the regulated deficit irrigation did not affect, generally and negatively in particular, the leaf mineral content.

When managed properly, fertigation maintains constant and sufficient N, P, K, Ca, Mg and Fe concentrations in the leaves, i.e. it provides optimal mineral nutrition for the raspberry plants.

Key words: leaves mineral elements, primocane-fruited raspberry, drip irrigation, water deficit, fertigation.

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.

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

от технологията за отглеждане на малиновата култура в равнината. 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).

Освен предимствата си при осигуряване на благоприятен воден режим за културните растения, системите за микронапояване предоставят възможност за внасяне на торове с поливната вода (фертигация). При фертигация торовата норма обикновено се разделя на части, прецизно дозирани в съответствие с усвояването на хранителните вещества от растенията през вегетационния период (Haynes, 1985; Kafkafi and Tarchitzky, 2011). В България информацията относно водния и хранителния режим на малиновата култура при капково напояване е оскъдна, а изследвания върху фертигацията въобще липсват.

Управлението на поливния процес, пространственото и времево разпределение на кореновото извличане, видът на използваните торове, нормите/дозите и сроковете на внасянето им са обект на деветгодишно изследване при

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

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).

When micro-irrigation is in use, it is a common practice to introduce fertilizers into the tree zone with the irrigation water (fertigation).

Fertilization dose is usually divided into parts and supplied according to the crop nutrient assimilation during the vegetation period (Haynes, 1985; Kafkafi and Tarchitzky, 2011).

In Bulgaria, the information on the raspberry-crop water and nutritional regime is scarce and there is yet lack of knowledge concerning the fertigation.

The irrigation management, the spatial and temporal distribution of the root water uptake, the fertilizer type, the timing and the application doses were object of a nine-year study

ремонтантния малинов сорт "Люлин", изведено в Института по овощарство в Пловдив през периода 2000 – 2008 г. Предмет на настоящата статия е ефектът на микронапоиването и фертигацията върху минералното хранене на малината, оценен посредством листна диагностика.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследването е проведено 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 m³/h), а постоянният дебит на капкообразувателите е обезпечаван чрез регулатор на налягането. 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

with the 'Lyulin' primocane-fruiting raspberry cultivar, carried out at the Fruitgrowing Institute in Plovdiv.

The present paper's objective is the microirrigation and fertigation impact on the raspberry mineral nutrition, assessed by leaf diagnostics.

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.

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 m³ h⁻¹).

A pressure regulator provided constant dripper discharge.

A "Dosatron" dosing pump

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, 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

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 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

(ET_0) е прието да се равнява на 80% от стойностите на изпарението (Allen et al., 1998). Предпосадъчно е внесен фосфор при торова норма 30 kg P_2O_5 на декар.

През 2001 г. (трета вегетация) азотът е внесен чрез повърхностно разпръскване на амониев нитрат върху еднометрова ивица по дължината на реда при норма 120 kg N на хектар.

След инсталирането на капковата система торовете са внасяни с поливната вода (фертигация) с помпа-дозатор "Dosatron". Внесени са комплексни торове от сериите „Кристалон“ (YARA) и Лабин (MACASA) с различно съдържание на макро и микроелементи Таблица 1.

Торенето е едно и също във всички варианти. За оценка на минералното хранене на растенията е използвана листна диагностика. Съдържанието на минерални хранителни елементи в листата е определяно ведъж годишно като листните проби са вземани през юли-август. В растителните проби азотът е определян по дестилационния метод, фосфорът и желязото – колориметрично с редуктор хидразин-сулфат, калият и магнезият – комплексометрично.

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).

Phosphorus was applied at a rate of 300 kg P_2O_5 per hectare prior to planting. In 2001 (third vegetation) a nitrogen rate of 120 kg ha^{-1} was applied by surface spreading of ammonium nitrate over one-meter strips along the rows.

After installing the drip irrigation system, complex fertilizers of the "Kristalon" (YARA) and "Labin" (MACASA) series were applied with the irrigation water (fertigation) using a "Dosatron" dosing pump Table 1.

The fertilization doses were equal in all variants.

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

The leaf mineral content was estimated once a year.

Leaves were sampled in July-August. Leaf samples were analyzed by distillation for N, colorimetrically for P and Fe, photometrically for K, and complexometrically for Ca and Mg.

Таблица 1. Торови норми и разпределението им през месеците на вегетацията

Table 1. Fertilizer annual application rates and their monthly partitioning

Елементи Nutrients	Торови норми Application rates kg/ha	Разпределение на торовите норми по месеци Application rate monthly partitioning				
		Април/April %	Май/May %	Юни/June %	Юли/July %	Август August %
2002 г. – 10 дози от "Кристалон" на YARA 2002 – 10 doses of "Kristalon" of YARA						
N	91.3	18	27	33	11	11
P ₂ O ₅	35.7	25	25	30	10	10
K ₂ O	97.3	18	27	33	11	11
MgO	10.7	18	27	33	11	11
2003 г. – 14 дози от "Кристалон" на YARA 2003 – 14 doses of "Kristalon" of YARA						
N	106.0	17	23	35	16	9
P ₂ O ₅	95.2	7	35	44	10	4
K ₂ O	117.6	16	15	35	25	9
MgO	9.2	23	16	30	19	12
SO ₃	2.5			50	50	
2004 г. – 15 дози от "Кристалон" на YARA 2004 – 15 doses of "Kristalon" of YARA						
N	86.0	8	29	17	21	25
P ₂ O ₅	89.6	22	28	25	17	8
K ₂ O	92.5	7	22	17	27	27
MgO	9.2		24	14	30	32
2005 г. – 12 дози от "Кристалон" на YARA 2005 – 12 doses of "Kristalon" of YARA						
N	87.0	17	18	28	25	12
P ₂ O ₅	65.0	21	14	20	20	25
K ₂ O	112.0	12	12	24	23	29
MgO	12.0	10	12	25	26	27
2006 г. – 12 дози от "Кристалон" на YARA 2006 – 12 doses of "Kristalon" of YARA						
N	132.0	18	19	29	26	8
P ₂ O ₅	91.0	24	16	24	23	13
K ₂ O	145.0	16	15	30	29	10
MgO	16.0	12	15	32	30	11
2007 и 2008 г. – 13 дози от "Лабин" на MACASA 2007 and 2008 – 13 doses of "Labin" of MACASA						
N	132.0	18	19	28	26	9
P ₂ O ₅	132.0	18	19	28	26	9
K ₂ O	132.0	18	19	28	26	9
S	88.0	18	19	28	26	9

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Данните за съдържанието на минерални елементи в листата през осемте вегетации са илюстрирани на Фигура 1.

По-изразени са различията в изследваните показатели

RESULTS AND DISCUSSION

The leaf mineral-content data are illustrated on Figure 1 for the eight vegetations of the experiment.

There are more pronounced differences in the investigated indices between the years rather

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 съдържанието на минерални елементи в листата.

Като цяло, съдържанието на минерални елементи в листата се е задържало над долната граница на достатъчната запасеност (Куманов, 2008), обозначена във фигурата със стрелка. Изключение прави фосфорът, чието листно съдържание е било недостатъчно до четвъртата вегетация.

Недостигът е компенсирал след увеличаване на фосфорната торова норма от около 36 на 90 kg P₂O₅ ha⁻¹.

Минералното хранене на малиновите растения се е подобрило още повече през деветата и десетата вегетация, когато азотната, фосфорната и калиевата торова норма са увеличени на 132 kg ha⁻¹.

В резултат съществено е нараснало листното съдържание на азот, фосфор и магнезий.

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 mineral composition of the raspberry leaves.

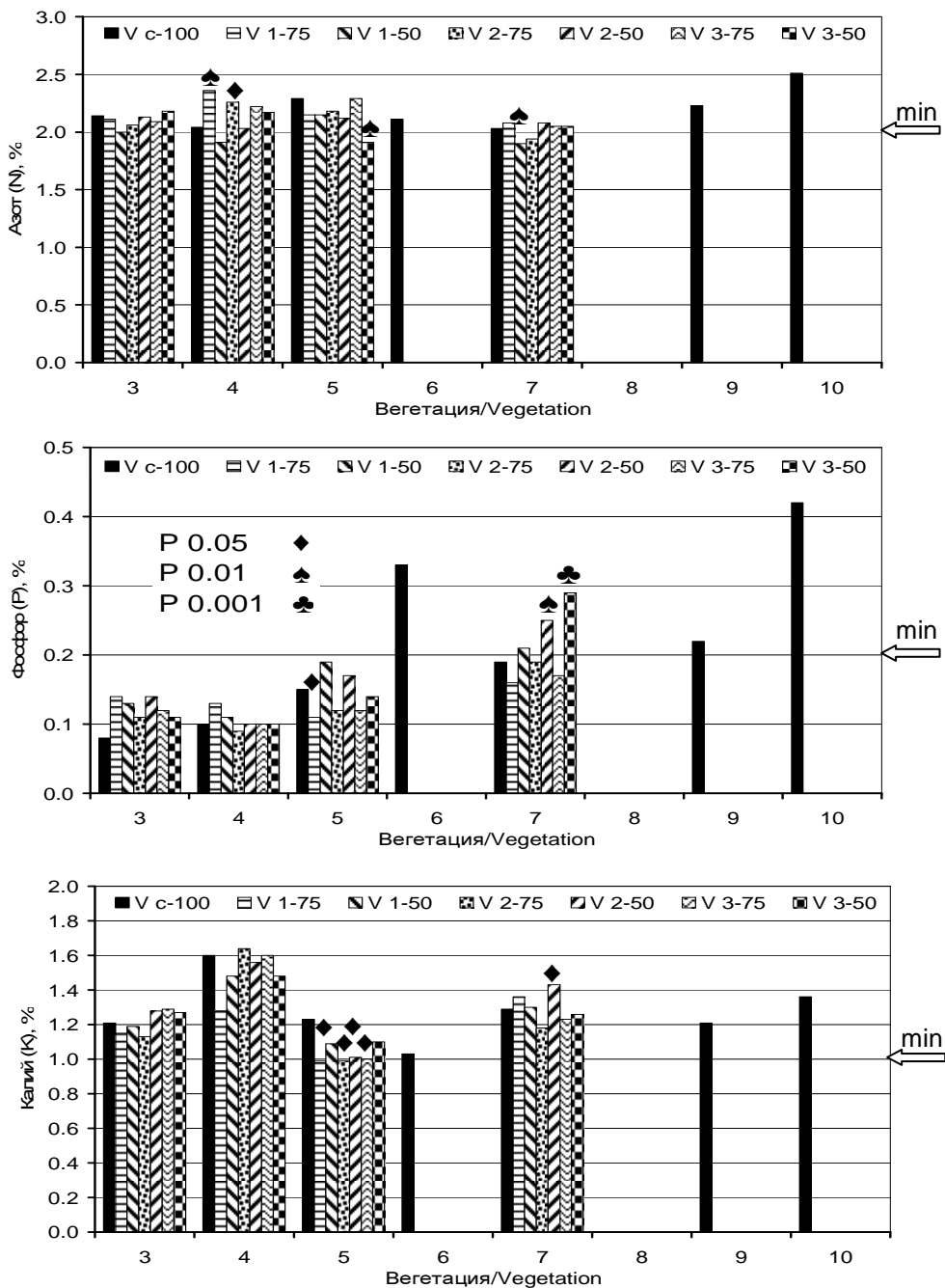
In general, leaf mineral content stayed above the lowest values of the sufficiency range (Koumanov, 2008), marked on the figure by arrows.

The only exception was phosphorus: its content in the leaves stayed deficient as long as the fourth vegetation.

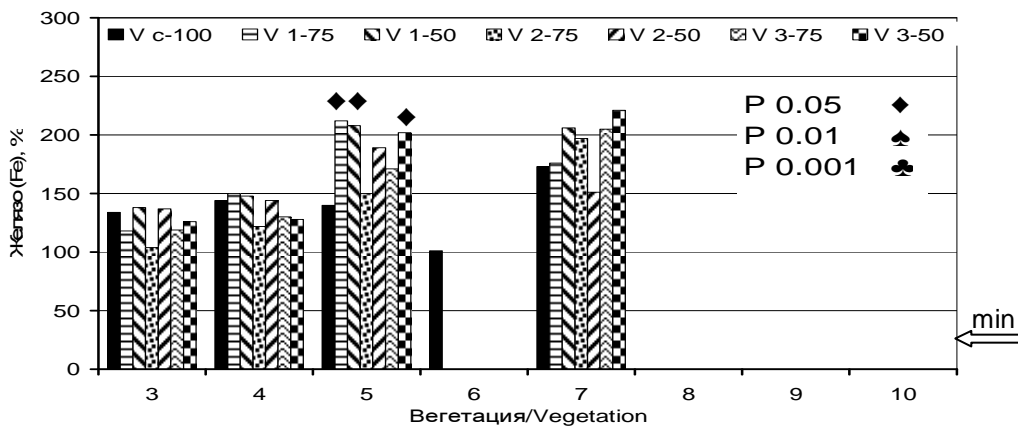
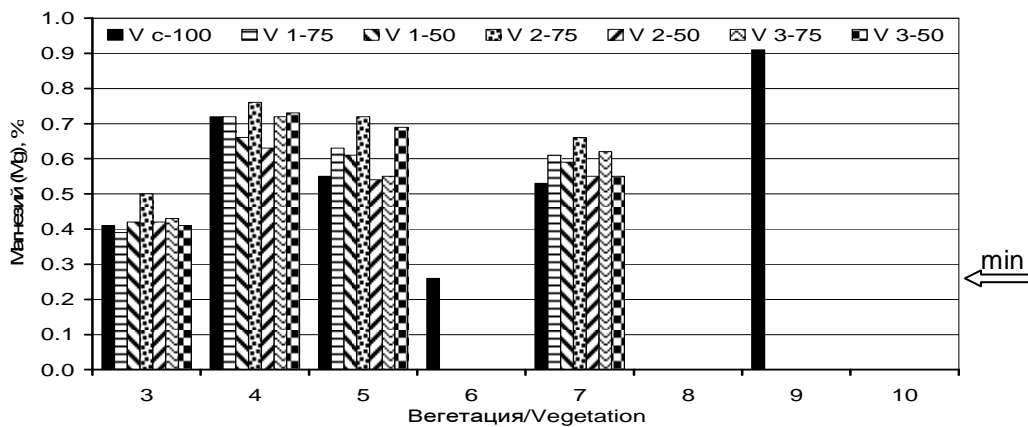
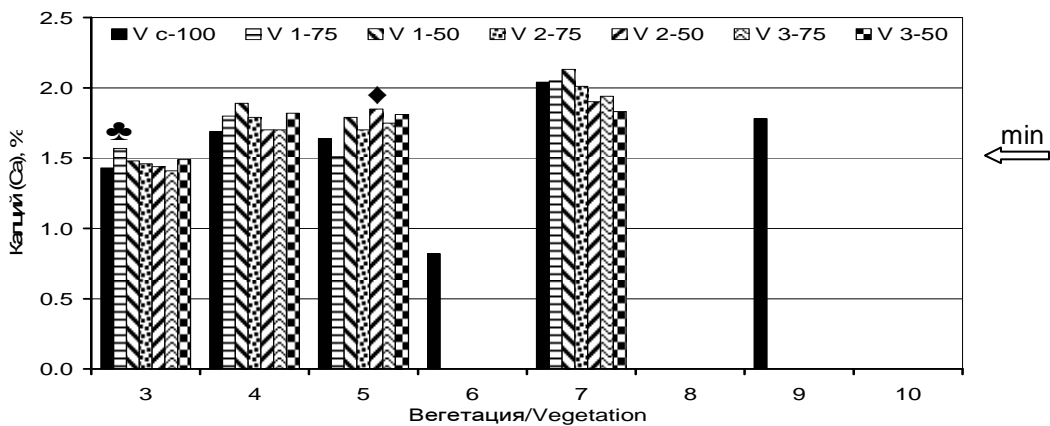
Than the deficiency was compensated by increasing the phosphorus application rate from about 36 to 90 kg P₂O₅ per hectare.

The raspberry plants mineral nutrition further improved during the ninth and the tenth vegetations when the nitrogen, phosphorus and potassium application rates were increased up to 132 kg ha⁻¹.

This resulted in significant elevation of the N, P and Mg content in the leaves.



Фиг. 1а. Минерален състав на листата в годините на изследването
Fig. 1a. Leaf mineral content by the experimental years



Фиг. 1b. Минерален състав на листата в годините на изследването
 Fig. 1b. Leaf mineral content by the experimental years

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 съдържанието на минерални елементи в листата на ремонтантния сорт „Люлин”.

При правилно приложение фертигацията поддържа постоянни и достатъчни концентрации на N, P, K, Ca, Mg и Fe в листата, т.е. осигурява оптимално минерално хранене на малиновите растения.

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 does not affect, generally and negatively in particular, the mineral composition of the raspberry leaves.

When managed properly, fertigation maintains constant and sufficient N, P, K, Ca, Mg and Fe concentrations in the leaves, i.e. it provides optimal mineral nutrition for the raspberry plants.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **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.
2. **Haynes R.J.** 1985. Principles of fertilizer use for trickle irrigated crops. Fertilizer Research 6:235-255.
3. **Kafkafi U. and J. Tarchitzky.** 2011. Fertigation: a tool for efficient fertilizer and water management. International Fertilizer Industry Association (IFA) & International Potash Institute (IPI), Paris, France, 138 pp.
4. **Koumanov K.** 2008. Fertilization. In: Handbook on Fruitgrowing (Ed. Dzhuvinov, V.), EXACT 93, Plovdiv, 101-132 (in Bulgarian).
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.