

<https://doi.org/10.61308/IBVX3165>

Влияние на технически и технологични параметри на вентилатор на въздушно ротационен разпръсквач върху разпределението на работната течност при третиране на трайни насаждения

Благой Еленов*, Георги Костадинов

Селскостопанска академия – София, Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкиров“, София

*E-mail: b.elenov@abv.bg

Резюме

Защитата на земеделската продукция от неприятели трябва да се извърши при максимално опазване на третираните насаждения и целево оползотворяване на работната течност, за да се осигури по-висок ефект. Затова е необходимо разпределението на работната течност да е съобразено с параметрите на третирания обект. В този контекст е изследвано влиянието на техническите параметри и режима на работа на три вентилаторни ротационно разпръскващи органа върху разпределението на работната течност. Установено е, че формираният въздушен факел от изследваните опръскващи органи, при различен диаметър и брой перки, влияе върху характера на разпределение на работната течност по височина, като честотата на въртене много слабо влияе върху относителното разпределение. Изследванията показват, че изборът на един или друг работен орган трябва да е съобразен с формираната на третираното трайно насаждение. В съответствие с характера на относителното разпределение, може да се препоръча използването на вентилаторни ротационно разпръскващи органи с диаметър на вентилатора от 600 mm при преобладаващо третиране на лозя, и такива с 500 mm при третиране на овощни насаждения.

Ключови думи: пръскачка; въздушно ротационен разпръсквач; разпределение на работната течност; трайни насаждения

Influence of technical and technological parameters of a fan of air rotary sprayer on the distribution of the working fluid in the treatment of perennial crops

Blagoj Elenov*, Georgi Kostadinov

Agricultural Academy - Sofia, Institute of soil science, agrotechnologies and plant protection “Nikola Pushkarov”, Bulgaria

*E-mail: b.elenov@abv.bg

Citation

Elenov, B., & Kostadinov, G. (2023). Influence of technical and technological parameters of a fan of air rotary sprayer on the distribution of the working fluid in the treatment of perennial crops. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 50(5), 88-97 (Bg).

Abstract

The protection of agricultural production from enemies must be carried out with maximum protection of the treated plantations and targeted utilization of the working fluid. Therefore, it is necessary that the distribution of

the working fluid is consistent with the parameters of the treated object. In this context, the influence of the technical parameters and the mode of operation of three air rotary sprayers on the distribution of the working fluid was investigated. It was established that the formed air torch from the three different spraying bodies, with different diameter and number of fins, affects differently the nature of the distribution of the working fluid in height, and the frequency of rotation very little affects the relative distribution. Research shows that the choice of one or another working body must be consistent with the formation of the treated vineyard or orchid garden. In accordance with the nature of the relative distribution, the use of fan rotary spreader a diameter of 600 mm in the predominant treatment of vineyards and 500 mm in the treatment of orchards can be recommended.

Key words: sprayer; fan rotary spreader; distribution of working fluid; perennial crops

ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременната растителна защита има почти 120 годишна история. През това време е постигнат голям напредък. Имало е периоди, в които се е считало, че с появата на усъвършенствани синтетични агрохимикали, болестите и неприятелите по растенията ще се премахнат, но това не се е случило. Химическата растителна защита е и ще продължи да бъде основен, лимитиращ фактор във високодобивното ефективно земеделие. С особена сила това важи за трайните насаждения, където разходите за растителна защита достигат до 40% от средствата, необходими за отглеждане на продукцията (Kostadinov et al., 2008a; Kostadinov et al., 2008b).

Растителната защита има мултидисциплинарен характер и един от основните елементи при нейното провеждане е свързан с използваната техника и възможните технологични решения. Познаването на многообразието от технически решения и технологии позволява да се оптимизира тяхната приложимост и експлоатационни характеристики, съобразно конкретния неприятел и култура (Chahine et al., 2010; Pascuzzi, 2013; Duga et al., 2015; Bozhkov et al., 2020; Bozhkov, 2021). Пръскачките работят с много малки дози активни вещества, изхвърлят повече или по-малко отровна и много активна течност, като стойността на изразходвания препарат е значително по-голяма от преките разходи за механизирани операции и не трябва да се допуска преразход (Kostadinov et al., 2008b). Сложният характер и комплицираното въздействие на факторите, които имат влияние върху предварителния избор на машините, технологията и пестицида, а също и организацията на работа,

налагат задълбочено познаване технологичните и технически решения (Świechowski et al., 2004). Това е предпоставка за постигане на максимална икономическа и биологична ефективност на провежданото мероприятие.

Традиционно, за третиране на трайните насаждения с пестициди се използват вентилаторни пръскачки. При работа с тях загубите на работна течност върху почвата и в атмосферата достигат от 30% до 90% (Matthews, 2000). Причината за това е основно факта, че повечето от тези пръскачки, са разработени преди много години, когато в овощарството са отглеждани дървета с голяма и гъста корона (Fox et al., 2008). При тях е необходимо използване на мощни вентилатори, които да осигурят проникването на въздушно-капковата смес в короната на дърветата (обикновено 20-30 kW). Тези машини все още се използват за третиране, дори на интензивни овощни градини с малки и отворени корони на дървета. В резултат е установено, че пръскането в такива овощни градини е много неефективен процес, като повече от 80% от работната течност се губи (Hołownicki et al., 2004).

Пръскачките обикновено третират насажденията с един и същ режим на работа по време на целия вегетационен период на културата, в резултат на което се увеличават загубите от нецелево използване на работната течност (Salyani et al., 2007; Zhu et al., 2008). Една част от работната течност се използва по предназначение, докато друга част се отлага на земята или се отнася от вятъра и се отлага на нецелеви култури и или други обекти. Salyani et al. (2007) измерват загубите в цитрусова овощна градина (отлагане по земята плюс отнасяне) от 17,9% до

25,7%, докато други автори посочват загуби до 45% (Garcerá et al., 2017).

За ябълкови овощни градини Buisman et al. (1989) съобщават, че около 39% от приложените химикали са били попаднали на земята. Отлагане на земята също е открито в зони до 60 m извън зоната на приложение на пестицида. Съобщава се, че загубите от пръскане във въздуха са съответно от 37% до 59% и от 10% до 22% за различни ябълкови формировки (Holownicki et al., 2000).

От направения анализ се вижда важноста на значението на параметрите на въздушно-капковия факел за постигане на качествено провеждане на растително защитните мероприятия в трайните насаждения. В този контекст, в настоящето изследване се определя разпределението на работната течност при използването на **вентилаторен ротационно разпръсквач орган, в зависимост от техническите му параметри и технологичните му режими на работа, с цел достигане на максимална биологична и икономическа ефективност от провежданото мероприятие, при третиране на трайните насаждения в условия на задълбочаваща се икономическа криза и на климатични промени (повишение на температурите, все по-чести периоди на засушаване и екстремни метеорологични явления).**

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Изследванията са извършени с вентилаторен ротационно разпръсквач орган, чийто общ вид е показан на Фиг. 1. Използвани са три негови технически решения. Един, с диаметър 500 mm (Фиг. 2) и друг - с диаметър 600 mm (Фиг. 3), в два варианта с различен профил на перките - седем на брой. Изследването на разпределението на работната течност по височина се извършва на стенд за определяне на вертикалното разпределение - патернатор. Производител на стенда е "Salvarani" (Фиг. 4). Той има 20 улавящи тава, в които се улавя работната течност, изпръскана от вентилаторния ротационно разпръсквач орган. Всяка улавяща тава, посредством шлаух е свързана с номерирана епруветка, където се събира уловената работна течност. По количеството работна течност, събрана във всяка епруветка се определя разпределението на работната течност по височина. Височината на вертикалната мачта е 4 m. Посредством електромотор, захранван от акумулатор, тя може да се придвижва по релсов път. Движението ѝ в едната или другата посока се контролира и сменя дистанционно. Скоростта на движение е постоянна.

На базата на анализ на параметрите на третираните култури – лозя и овощни насаждения (Prisadashki & Karaivanov, 1979; Belyakov, 1967)



Ротационен разпръсквач тип мрежа / Rotary net type spreader

Конусен ротационен разпръсквач / Conical rotary spreader

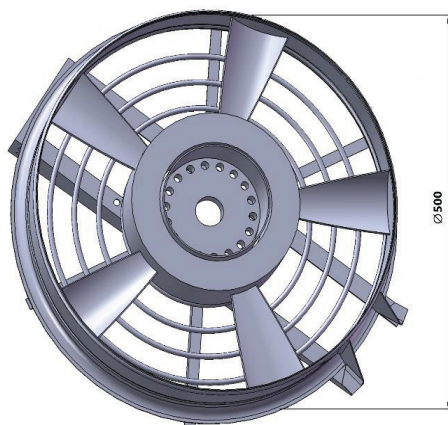
Защитна решетка / Protective grille

Вентилатор / Fan

Защитен кожух / Protective cover

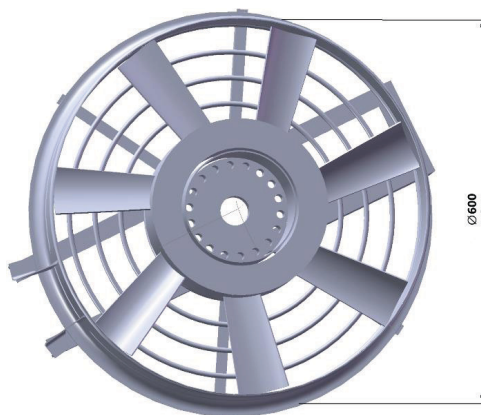
Фигура 1. Общ вид на вентилаторен ротационно разпръсквач орган

Figure 1. General view of fan rotary spreader

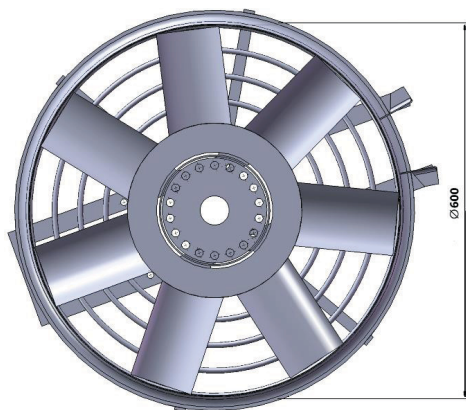


Фигура 2. Вентилаторен ротационно разпръскващ орган с диаметър 500 mm и пет перки

Figure 2. Fan rotary spreaders with diameter 500 mm and five fins



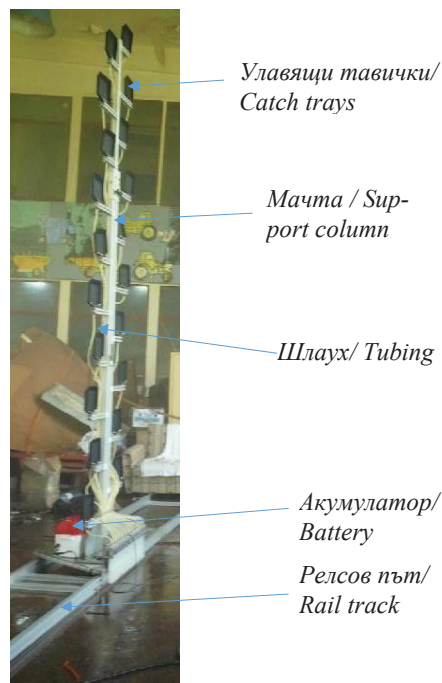
a) Модел M1/ Model M1



b) Модел M2/ Model M2

Фигура 3. Вентилаторни ротационно разпръскващи органи с диаметър 600 mm с два профила на перките седем на брой

Figure 3. Fan rotary spreaders with a diameter of 600 mm with a different profile of the fins seven in number



Фигура 4. Вертикален патернатор в действие
Figure 4. The vertical patterner in action

и предварителни експерименти, е прието вентилаторния ротационно разпръскващ орган да е разположен под ъгъл от 22° и на височина от 76 mm, (Фиг. 5).

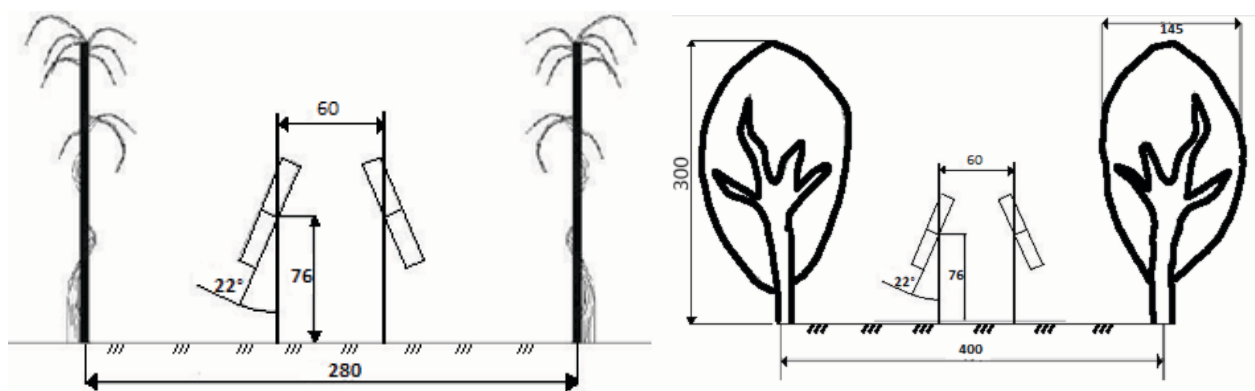
Експериментите са проведени при три различни честоти на въртене на вентилаторния ротационно разпръскващ орган с диаметър 500 mm - 1400, 1800 и 2200 rpm, а този с диаметър 600 mm само с първите две, поради невъзможност на хидравличната станция да му осигури необходимата мощност за устойчива работа, и при 4 различни дебита- 1,15; 2,3; 3,45 и 4,6 l/min.

Изследванията са извършени с вода, чиито физически свойства и показатели са посочени в Таблица 1.

Експериментите са проведени в затворено, безветрено помещение при температура на въздуха $t_a=20^\circ\text{C}$.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

Изследваните модели на вентилаторни ротационно разпръскващи органи са собствена кон-



Фигура 5. Технологични предпоставки за изследване на вентилаторни ротационно разпръскващи органи при работа в лозови и овощни насаждения

Figure 5. Technological prerequisites for the study of a fan rotary spreader when working in vineyards and orchards

Таблица 1. Физически свойства на използваната вода /
Table 1. Physical properties of the water used

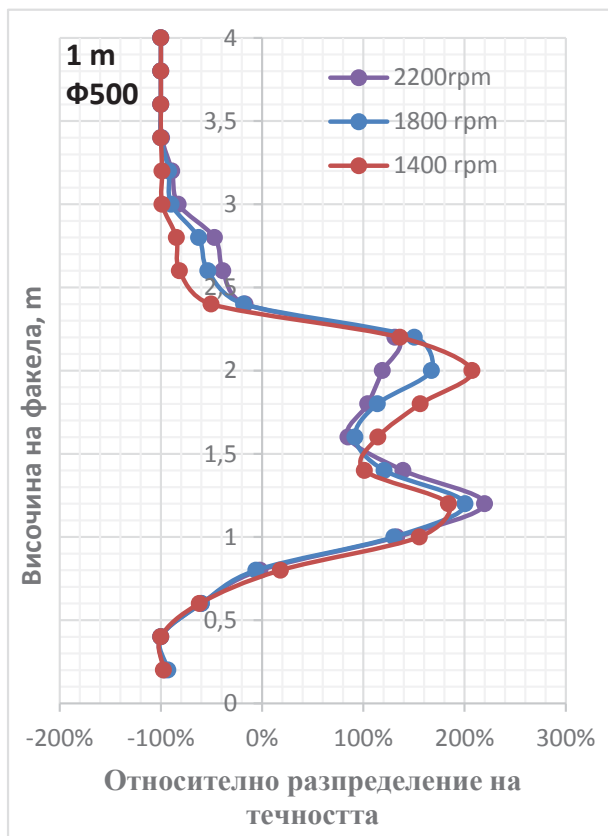
Плътност, kg.m^{-3}	Динамичен вискозитет, Pa.s.	Кинематичен вискозитет, $\text{m}^2.\text{s}^{-1} \cdot 10^{-6}$	Повърхностно напрежение, $\text{mN.m}^{-1} \cdot 10^{-3}$	Температура, $^{\circ}\text{C}$
998.2	0.001004	1.006	72.9	18

струкция и след проведен обстоен литературен преглед не бяха открити резултати на подобни опръскващи органи. Получените данни създават основа за следващи изследвания на този тип разпръскващи и оптимизиране на параметрите им, съобразно спецификата на третирания обект.

На Фиг. 6. е показано относителното разпределение на работната течност на разстояние 1 m от вентилаторния ротационно разпръскващ орган, при различна честота на въртене. Вижда се, че работната течност е съсредоточена основно в зоната от 0,8 до 2,4 m. В тази зона разпределението има два пика. В целия диапазон това разпределение се влияе слабо от промяната на честотата на въртене. В известна степен, при пика на височина от 2 m, с намаляване на честотата на въртене се увеличава количеството работната течност, което вероятно се дължи на съсредоточаващите се в тази зона при ниската честота на въртене по-едри капки.

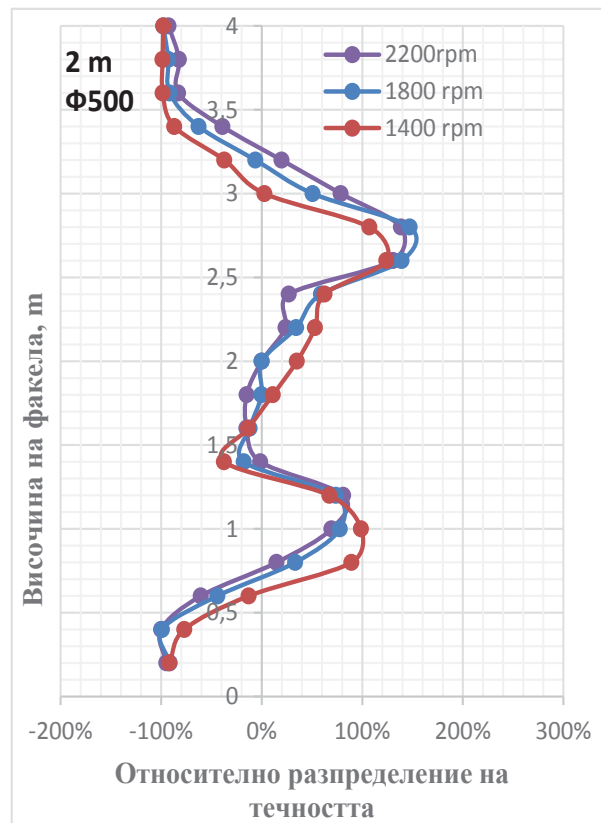
При разстояние от 2 m от разпръсквача (Фиг. 7), формата на разпределение на работната течност също е двумодална, като слабо се влияе от честотата на въртене. При това, двата пика намаляват по големина и се разделят по височина. Долният пик намалява малко по височина, а вторият в по-голяма степен се измества нагоре до 2,7 m.

На Фиг. 8 е показано разпределението на работната течност на разстояние 3 m от работния орган. Вижда се по-голямото намаляване на разсейването на разпределението по височина. То продължава да запазва своята двумодална форма, но с по-малка разлика. Намаляването на височините на пиковете с увеличаването на разстоянието от разпръсквача от 210% при 1 m през 150% на 2 m до 110% на 3 m, вероятно се дължи на влиянието на турбулентността на носещия въздушен поток. При този диаметър на вентилатора, средната стойност на средноквадратичното отклонение на относителното раз-



Фигура 6. Относително разпределение на работна течност на 1 m разстояние от вентилатора с диаметър 500 mm/

Figure 6. Relative distribution of working fluid at a distance of 1 m from fan rotary spreader with a diameter of 500 mm



Фигура 7. Относително разпределение на работна течност на 2 m разстояние от вентилатора с диаметър 500 mm/

Figure 7. Relative distribution of working fluid at a distance of 2 m from fan rotary spreader with a diameter of 500 mm

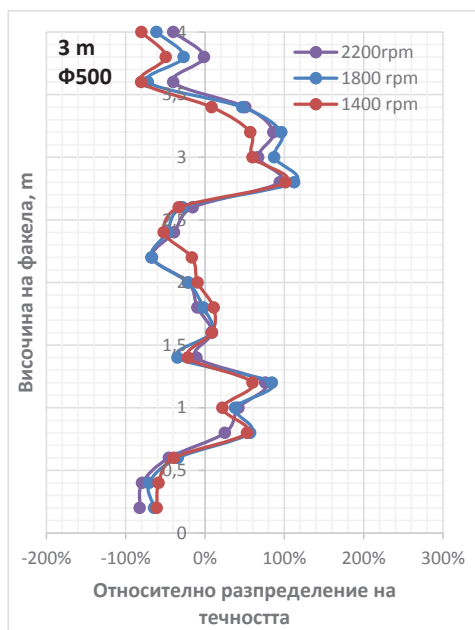
пределение на работната течност, при увеличаване на разстоянието от вентилатора от 1 до 3 m се повишава от 7 % до 14%.

На Фиг. 9 са показани кривите на относителното разпределение на работната течност на 1 m разстояние от вентилатора с диаметър 600 mm - модел М1. При този модел вентилатор кривите също са двумодални, но разположените по-високо пик е много по-малък по големина и на по-голяма височина от този, при вентилатора с диаметър 500 mm. Долният пик е на една и съща височина и при двата вентилатора, като е по-голям при по-малката честота на въртене, но е със 100% по-голям от същия режим при диаметъра от 500 mm.

Подобен характер имат и кривите на разпределението при вентилатора с диаметър 600 mm

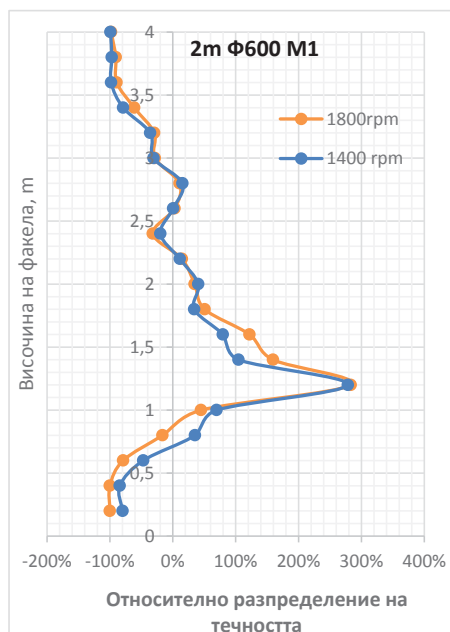
- модел М1 и на 2 m разстояние (фиг. 10). На 3 m (фиг. 11) долният пик намалява до 200% и самото разпределение е много променливо, като от височина 1,25 m плавно намалява.

При вентилатора с диаметър 600 mm - модел М2 (фиг. 12), на разстояние 1 m относителното разпределение на работната течност е близко по характер с това при диаметър 600 mm- модел М1 на 3 m от вентилатора. Пикът е със 100% по-голям, като при този модел вентилатор, с диаметър 600 mm и седем перки, разпределението е едномодално, за разлика от този с диаметър 500 mm, където то е двумодално. Резултатите от тези наблюдения позволяват да се заключи, че формираният въздушен факел от трите различни опръскващи органа, при различен диаметър и брой перки, влияе по разли-



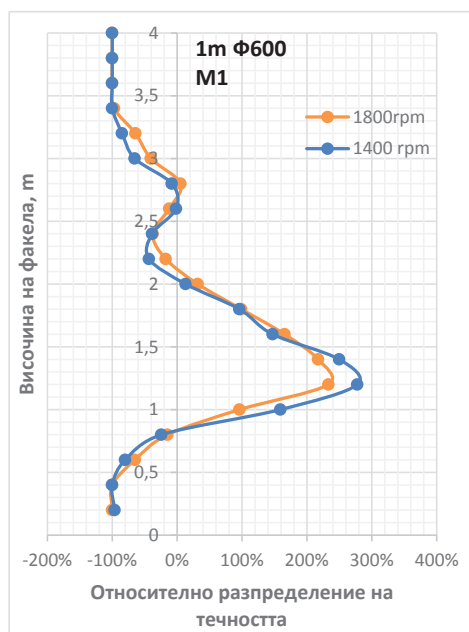
Фигура 8. Относително разпределение на работната течност на 3 m разстояние от вентилатора с диаметър 500 mm

Figure 8. Relative distribution of the working fluid at a distance of 3 m from fan rotary spreader with a diameter of 500 mm



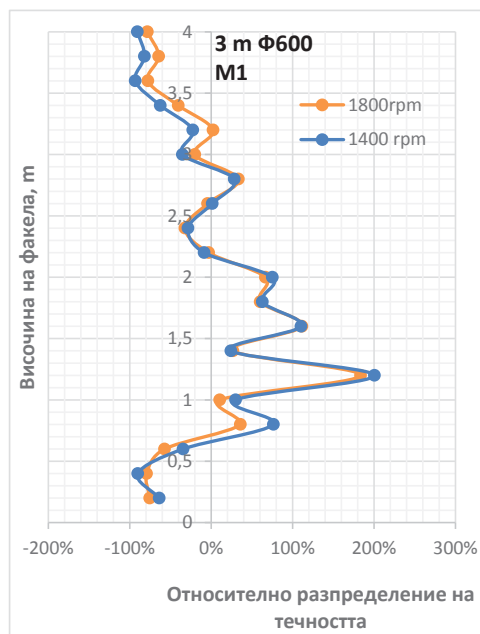
Фигура 10. Относително разпределение на работната течност на 2 m разстояние от вентилатора с диаметър 600 mm модел M1

Figure 10. Relative distribution of the working fluid at a distance of 2 m from the fan rotary spreader with a diameter of 600 mm model M1



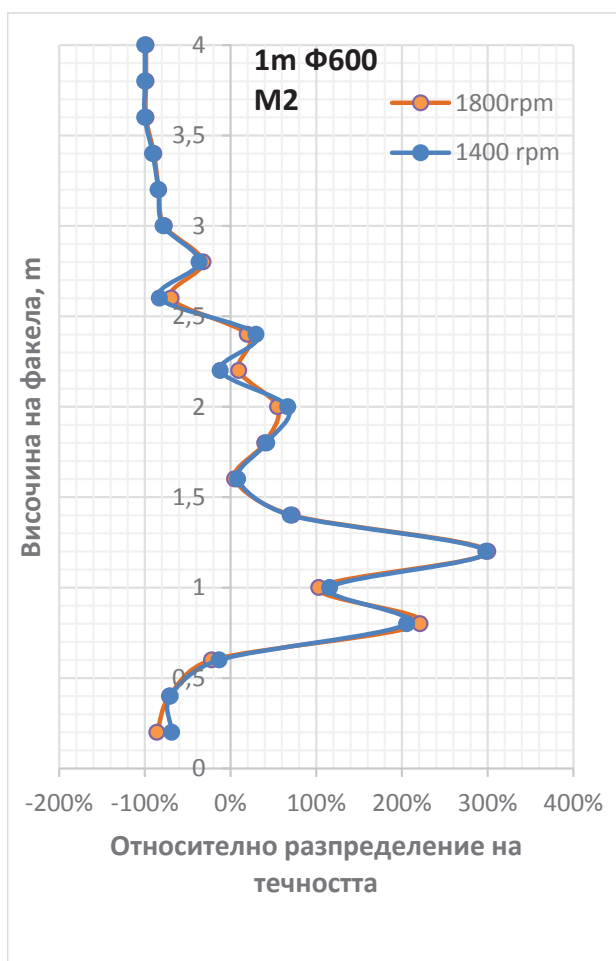
Фигура 9. Относително разпределение на работната течност на 1 m разстояние от вентилатора с диаметър 600 mm модел M1

Figure 9. Relative distribution of the working fluid at a distance of 1 m fan rotary spreader with a diameter of 600 mm model M1



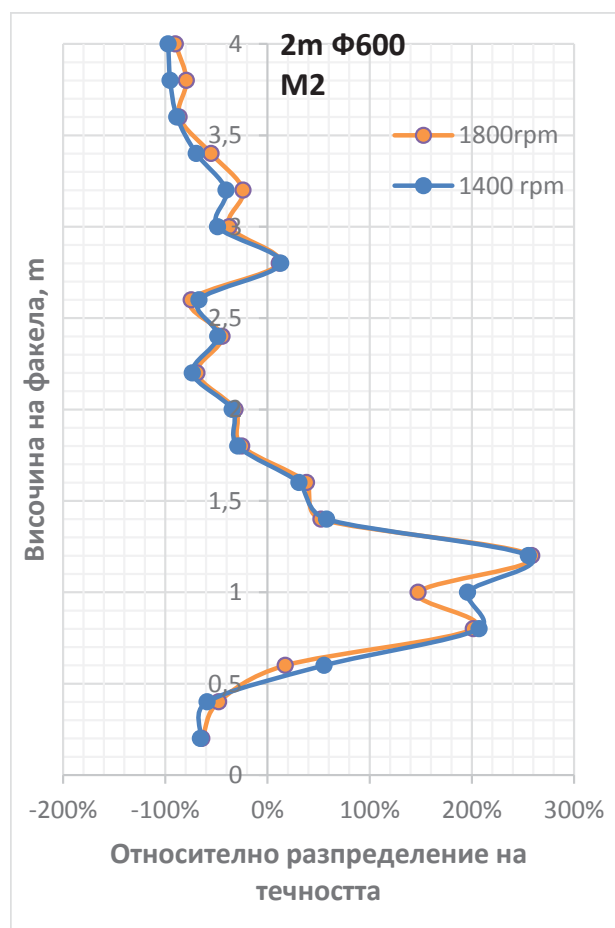
Фигура 11. Относително разпределение на работната течност на 3 m разстояние от вентилатора с диаметър 600 mm модел M1

Figure 11. Relative distribution of the working fluid at a distance of 3 m from fan rotary spreader with a diameter of 600 mm model M1



Фигура 12. Относително разпределение на работната течност на 1 m разстояние от вентилатора с диаметър 600 mm модел M2

Figure 12. Relative distribution of the working fluid at a distance of 1 m from fan rotary spreader with a diameter of 600 mm model M2



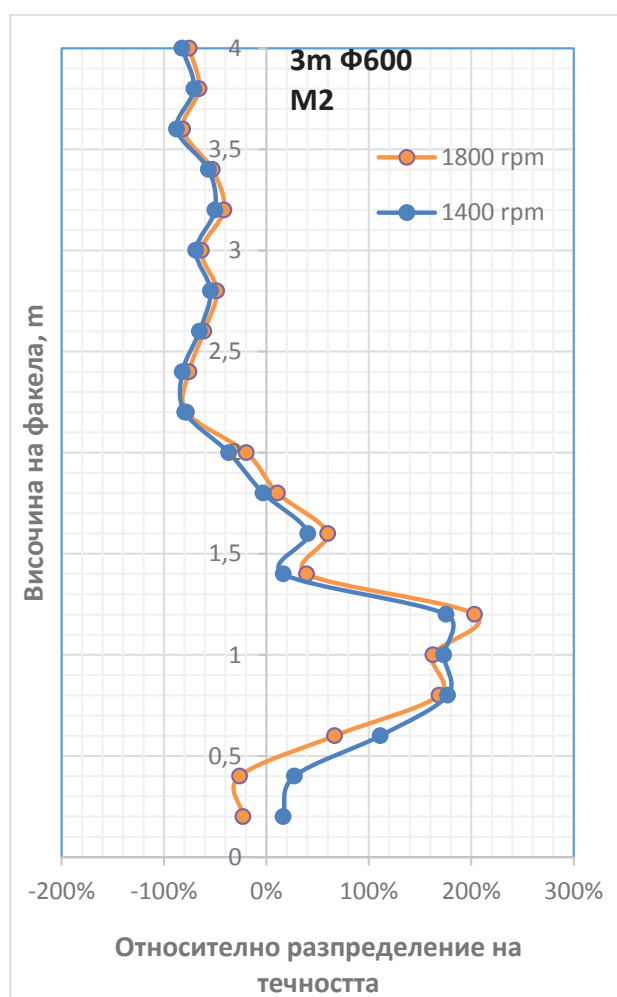
Фигура 13. Относително разпределение на работната течност на 2 m разстояние от вентилатора с диаметър 600 mm модел M2

Figure 13. Relative distribution of the working fluid at a distance of 2 m from fan rotary spreader with a diameter of 600 mm model M2

чен начин върху характера на разпределение на работната течност по височина. С нарастване на разстоянието от вентилатора (фиг. 12, 13 и 14), при модел M2 имаме незначително увеличение на работната течност в долната част на факела.

Характерна особеност на разпределението на работната течност по височина при вентилатора с диаметър 600 mm е, че при всички режими и разстояния от вентилаторния ротационно разпръскващ орган, пикът се запазва на същата височина. Работната зона остава с големина от 3 m, като по-голямото количество работна течност е в долната част на работната

зона, където е съсредоточена основно листната маса и плодовата продукция. Това показва възможността за промяна на височината на вентилаторния ротационно разпръскващ орган, съобразно степента на развитие на третирания обект, при запазване големината на работната зона. Вижда се, че различната форма на перките при вентилатора с диаметър 600 mm не влияе съществено върху разпределението на работната течност. Средната стойност на средноквадратично отклонение при вентилатора с диаметър 600 mm нараства от 6% на 1 m разстояние до 15% на 3 m за модел M1, и съответно от 12% до 16% за модел M2.



Фигура 14. Относително разпределение на работната течност на 3 m разстояние от вентилатора с диаметър 600 mm модел M2
Figure 14. Relative distribution of the working fluid at a distance of 3 m from the air-assisted sprayer with a diameter of 600 mm model M2

И при трите типа работни органи се вижда минималното влияние на честотата на въртене върху разпределението на работната течност. Отличителна особеност е, че при вентилатора с диаметър 500 mm и пет перки, разпределението е двумодално, с преобладаваща по-голямо съсредоточаване на работната течност в горната част на третираната зона.

ИЗВОДИ

Относителното разпределение на работната течност при използването на вентилатор с диа-

метър 500 mm и пет перки е двумодално, като с нарастване на разстоянието от вентилатора до третирувания обект височината на пиковите намалява. Горният пик е по-голям и се понижава с увеличаване на разстоянието. Средната стойност на средноквадратичното отклонение се повишава от 7% на 1 m разстояние до 14% на 3 m. Работната зона на вентилатора от 0,8 m до 2,4 m при 1 m разстояние нараства от 0,7 m до 3,5 m на 3 m разстояние.

Относителното разпределение на работната течност при използването на вентилатор с диаметър 600 mm и седем перки е едномодално и по-неравномерно от този с диаметър 500 mm. Средната стойност на средноквадратичното отклонение при вентилатора с диаметър 600 mm нараства от 6% на 1 m разстояние до 15% на 3 m за модел M1 и съответно от 12% до 16% за модел M2.

При изследваните вентилаторни ротационно разпръсквачи органи се вижда, че формираният въздушен факел от трите различни опръсквачи органа, при различен диаметър и брой перки на вентилатора, влияе по различен начин върху характера на разпределение на работната течност по височина, като честотата на въртене се отразява много слабо върху относителното разпределение.

Изборът на един или друг работен орган, съобразен с формирутката и състоянието на третираното трайно насаждение способства за постигането на максимална биологическа и икономическа ефективност. В съответствие с характера на относителното разпределение, може да се препоръча използването на въздушно ротационни разпръсквачи с диаметър от 600 mm при преобладаващо третиране на лозя и такива с диаметър 500 mm, при третиране на овощни насаждения.

ЛИТЕРАТУРА

- Belyakov, V.** (1967). Mechanization of the plant protection in fruit growing, BAS, Sofia.
- Bozhkov, S.** (2021). Parameters of the herbicide spraying system for oil-bearing rose production. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 27(2), 410–416.
- Bozhkov, S., Kostadinov, G. & Stoev, A.** (2020). Parameters of Spraying System for Resource-saving and Environmentally Friendly Care in Oil-bearing Rose Plantations. *Journal of Balkan Ecology*, 23(1), 21-37.

- Buisman, P., Sundaram, K. M., Sundaram, A., & Trammel, K.** (1989). Field deposit patterns of a diflubenzuron spray mix, after application to an apple orchard using an air-blast sprayer; and a laboratory evaluation of physical properties and atomization characteristics. *J. Environ. Sci. Health* 24, 389–411.
- Chahine, A., Dupont, S., Brunet, Y., & Sinfort, C.** (2010). A large-eddy simulation model for pesticide dispersal during spray application. In *Conférence Internationale sur les écotecnologies pour l'agriculture en Europe AgEng, 2010*, September.
- Duga, A. T., Ruysen, K., Dekeyser, D., Nuyttens, D., Bylemans, D., Nicolai, B. M., & Verboven, P.** (2015). Spray deposition profiles in pome fruit trees: Effects of sprayer design, training system and tree canopy characteristics. *Crop Protection*, 67, 200-213.
- Fox, R. D., Derksen, R. C., Zhu, H., Brazee, R. D., & Svensson, S. A.** (2008). A history of air-blast sprayer development and future prospects. *Transactions of the ASABE*, 51, 405-410.
- Garcerá, C., Moltó, E., & Chueca, P.** (2017). Spray pesticide applications in Mediterranean citrus orchards: Canopy deposition and off-target losses. *Science of the Total Environment*, 599, 1344-1362.
- Holownicki, R., Doruchowski, G., Godyn, A., & Swiechowski, W.** (2000). Effects of air jet adjustment on spray losses in orchard. *Aspects of Applied Biology*, (57), 293-300.
- Kostadinov, G., Ivanov, D., & Peykov, V.** (2008a). Methodical prerequisites for systemic analysis of technological variants for grape production, *Bulgarian Journal of Agricultural Science. National Centre for Agrarian Sciences*, S., 14, 3, 341-347.
- Kostadinov, G., Ivanov, D., & Peykov, V.** (2008). Effect of technological and regional conditions on costs in wine grape production. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 14, 509-516.
- Matthews, G. A.** (2000). *Pesticide Application Methods*, Third Edition, Blackwell Science.
- Pascuzzi, S.** (2013). The effects of the forward speed and air volume of an air-assisted sprayer on spray deposition in tendone-trained vineyards. *Journal of Agricultural Engineering*, 44(3), e18-e18.
- Prisadashki, Ts., & Karaivanov, Iv.** (1979). Study of some physicommechanical properties of the vine bush in the high-stemmed wide-row vineyards with a view to establishing their influence on some parameters of the sprinklers. *Agricultural engineering*, XVI, (2), 20-33.
- Salyani, M., Farooq, M., & Sweeb, R. D.** (2007). Spray deposition and mass balance in citrus orchard applications. *Trans. ASABE* 50 (6), 1963–1969.
- Świechowski, W., Doruchowski G., Holownicki R. & Godyń A.** (2004). Penetration of air within the apple tree canopy as affected by the air jet characteristics and travel velocity of the sprayer, *EJPAU* 7(2), 3.
- Zhu, H., Zondag, R. H., Derksen, R. C., Reding, M., & Krause, C. R.** (2008). Influence of spray volume on spray deposition and coverage within nursery trees. *Journal of Environmental Horticulture*, 26(1), 51-57.

Received: February, 02, 2023; Approved: April, 03, 2023; Published: October, 2023