

DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-627536>

Оригинальное исследование



Исследование влияния принудительного осаднения рабочей жидкости на виноградниковом опрыскивателе для борьбы с сорняками

Э.Ш. Османов

Институт «Агротехнологическая академия» Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского, Симферополь, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Отличительной особенностью представленного опрыскивателя является возможность более эффективного проникновения рабочего раствора на средние и нижние ярусы сорных растений, а также на нижнюю (абаксиальную) сторону листа. Это обеспечивается использованием воздушно-жидкостной струи, что значительно повышает эффективность применяемого химического метода борьбы с сорняками.

Цель исследования — анализ воздействия воздушной струи на процесс осаднения химических препаратов на поверхности листьев сорных растений. Учитывается проникновение препарата в средние и нижние ярусы растений, так и осаднение на адаксиальной и абаксиальной стороне листьев.

Методы и средства. Для борьбы с нежелательной растительностью применялось специальное устройство, использовавшееся при полевых исследованиях без воздушной поддержки, так и с ее использованием. При помощи разработанной методики проведено опрыскивание на индикаторных карточках, закреплённых на верхних, средних и нижних ярусах растений, а также на абаксиальной и адаксиальной поверхностях.

Результаты и обсуждение. Впервые для борьбы с сорной растительностью на виноградниках была предложена инновационная технология, основанная на использовании гибкого воздухораспределительного рукава в составе гербицидного опрыскивателя. Этот рукав обеспечивает точную подачу воздушного потока от вентилятора в зону опрыскивания рабочей жидкости. Результатом такого воздушно-жидкостного потока является улучшенная эффективность и монодисперсность капель гербицидов, что, в свою очередь, обеспечивает равномерное покрытие нижних ярусов и абаксиальной поверхности листьев сорных растений. Предложенное новаторское решение открывает новые перспективы в борьбе с нежелательной растительностью на виноградниках.

Заключение. Практическая ценность предложенной технологии борьбы с сорной растительностью заключается в увеличении качества выполнения технологической операции за счёт принудительного осаднения рабочего раствора.

Ключевые слова: гербицид; качество; пестицид; опрыскиватель; воздушный поток; сорное растение.

Как цитировать:

Османов Э.Ш. Исследование влияния принудительного осаднения рабочей жидкости на виноградниковом опрыскивателе для борьбы с сорняками // Тракторы и сельхозмашины. 2024. Т. 91, № 4. С. 493–501. DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-627536>

DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-627536>

Original Study Article

Study of the effect of forced precipitation of working fluid on a vineyard sprayer for weed control

Enver Sh. Osmanov

«Agrotechnological Academy» Institute of the V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: A distinctive feature of the sprayer presented is the possibility of more efficient penetration of the working solution into the middle and lower tiers of weeds, as well as on the lower (abaxial) side of the leaf. This is ensured by the use of an air-liquid jet, which significantly increases the effectiveness of the applied chemical method of weed control.

AIM: Analysis of the effect of air jets on the deposition of chemicals on the surface of leaves of weeds. The penetration of the drug into the middle and lower tiers of plants, as well as deposition on the adaxial and abaxial sides of the leaves, is taken into account.

METHODS: To combat unwanted vegetation, a special device was applied, which was used in field research both with and without air support. With the help of the developed method, spraying was carried out on indicator cards fixed on the upper, middle and lower tiers of the plant

RESULTS: For the first time, an innovative technology based on the use of a flexible air distribution sleeve as part of a herbicide sprayer was proposed to combat weeds in vineyards. This sleeve ensures the precise supply of airflow from the fan to the working fluid spraying area. The result of such an air-liquid flow is improved efficiency and monodispersity of herbicide droplets, which, in turn, ensures uniform coverage of the lower tiers and the abaxial surface of the leaves of weeds. This innovative solution opens up new prospects in the fight against unwanted vegetation in the vineyards.

CONCLUSION: The practical value of the proposed weed control technology lies in increasing the quality of the technological operation due to the forced precipitation of the working solution.

Keywords: herbicide; quality; pesticide; sprayer; airflow; weed.

To cite this article:

Osmanov ESh. Study of the effect of forced precipitation of working fluid on a vineyard sprayer for weed control. *Tractors and Agricultural Machinery*. 2024;91(4):493–501. DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-627536>

Received: 28.02.2024

Accepted: 21.08.2024

Published online: 01.10.2024

ВВЕДЕНИЕ

Развитие виноградарства является одной из ключевых отраслей сельского хозяйства Республики Крым. Благодаря особенным климатическим и почвенным условиям, выращивание винограда и продукты его переработки стали традиционными и приносят значительные результаты. Уникальная природа полностью соответствует всем биологическим и экологическим требованиям этой отрасли, обеспечивая высокий уровень урожайности. Достижение стабильной продуктивности виноградных плантаций достигается за счёт расчётливого и грамотного выбора ассортимента сортов и использования инновационных технологий выращивания винограда [1].

Борьба с сорной растительностью играет важную роль в технологии выращивания винограда. Недостаточное внимание и несвоевременные меры в решении этой проблемы могут снизить урожайность [2]. Сорные растения выступают в качестве конкурентов за влагу и питательные вещества, также они создают затенение на почве, обеспечивая укрытие для болезней и вредителей.

На виноградниках юга России встречаются до 200 видов сорных растений. Каждый вид обладает своими уникальными физическими, химическими и биологическими особенностями. Важную роль в эффективности применяемых гербицидов играет структурно-видовой состав этой сорной растительности. Чтобы бороться с нежелательными растениями на виноградных плантациях, механизаторы предпочитают использовать механические и химические методы борьбы [1].

Механическое уничтожение сорняков не всегда является оптимальным вариантом, особенно когда речь идет об интенсивном выращивании винограда, когда расстояние между кустами составляет всего 1 метр. Применение культиваторов и фрез повреждает корневую систему и штамб растений, что может негативно сказаться на их развитии. Если рассматривать случаи с плантациями, засорёнными корнеотпрысковыми сорняками, применение механического способа даже ухудшает ситуацию [3].

В то же время, химический способ остаётся одним из наиболее экономически обоснованных и эффективных для борьбы с сорными растениями.

Большинство сельскохозяйственных пестицидов вносятся путём перекачивания активного химического ингредиента, разведённого в воде, через гидравлические распылители. Распылитель распыливает жидкость каплями различного размера. Такой способ распыления основан главным образом на сочетании инерционных и гравитационных сил для контроля и направления капли к цели. Однако, этого часто недостаточно для решения проблем плохого осаждения, плохого проникновения в нижние ярусы растений, высокой подверженности витанию и сносу мелких, стеканию и попаданию в почву крупных капель. При традиционном опрыскивании большая часть гербицидов оседает на верхних ярусах растений и на верхней

(адаксиальной) поверхности листьев, а не на средних и нижних ярусах и нижней (абаксиальной) поверхности листьев. Но покрытие распылением может быть улучшено за счёт лучшего контроля размера капель и давления распыления [4].

Определение размера капель, возникающих при использовании форсунок (распылителей), на опрыскивателях является важным фактором для определения эффективности системы распыления пестицидов. Таким образом, анализ размера капель становится неотъемлемой частью технологии использования пестицидов. Увеличение важности размера капель связано с растущей тревогой по вопросам переноса пестицидов и осознанием влияния размера капель на эффективность пестицидов

Целесообразно проводить обширную обработку растений, включающую верхние, средние и нижние ярусы листьев, а также абаксиальную и адаксиальную поверхности. Это позволит избежать повторного нанесения пестицидов из-за уничтожения сорняков, которые произрастают на нижних ярусах. Более того, стоит учесть, что адаксиальная поверхность листьев сорных растений, таких как осот, сурепка полевая и другие, обладает гидрофобными свойствами, что значительно усложняет остаточное смачивание пестицидами. В таких случаях важно, чтобы препарат оказывался на абаксиальной поверхности листьев сорного растения, где эти свойства менее выражены.

Использование воздушной поддержки для распыления позволяет добиться лучшего проникновения и осаждения рабочего раствора. В ряде исследований [5, 6] было установлено, что скорость и расход воздуха влияют на равномерность и распределение капель. Опыты показали, что воздушное распыление обеспечивает перенос мельчайших капель на недоступные участки с минимальными изменениями в распределении раствора по сравнению с распылением без использования воздушной поддержки.

Из вышесказанного следует, что при конструировании опрыскивателей с принудительным осаждением рабочей жидкости должна быть предусмотрена воздухораспределительная система, основная задача которой обеспечить равномерное распределения воздуха по всей длине рукава.

Цель исследований — изучить влияние воздушной струй на качество осаждения химических препаратов на адаксиальную и на абаксиальную поверхности листьев сорных растений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для достижения этой цели требуется уделить особое внимание техническим аспектам системы, а также правильно спроектировать и выходные отверстия. Равномерность воздухораспределения является важным фактором для достижения максимальной эффективности работы системы.

Согласно проведенным теоретическим исследованиям [7, 8], для достижения равномерного выхода воздуха из отверстий, внутри воздушного рукава необходимо поддерживать одинаковое статическое давление воздуха в поперечных сечениях, проходящих через каждое отверстие. В этом случае возможные потери давления должны компенсироваться изменением динамического давления, сохраняя статическое давление на постоянном уровне. Поэтому рукав (с поддержанием постоянного статического давления) должен иметь переменное сечение вдоль его длины, например, коническую форму [9].

Определение начального и конечного диаметров воздушного рукава влечёт за собой оценку скоростей внутри него и расхода воздуха. Исследования показывают, что скорость выходящего из насадок воздуха не может быть меньше скорости внутри рукава [7, 9].

Основными конструктивными параметрами воздушного рукава и насадок являются: длина ($L_{рук}$) и диаметр ($D_{нач}$, $D_{кон}$) рукава, длина (l_n) и диаметр (d_n) воздушных насадок, количество (n) и шаг (b_1) их расстановки (рис. 1).

При использовании опрыскивателя для внесения гербицидов в междурядья виноградников необходимо достичь равномерного распределения воздушного потока во всем воздушном рукаве. Однако, проблема заключается в том, что отверстия в воздушных рукавах с одинаковым диаметром не обеспечивают равномерное распределение воздуха из-за неравномерного статического давления. Более того, высокая скорость воздуха на входе в рукав приводит к тому, что воздух подаётся под небольшим углом относительно рукава, что приводит уменьшению скорости потока при выходе из последующих отверстий. Чтобы достичь одинакового направления воздушного потока, используются насадки, которые повышают пропускную способность. Рациональный диаметр насадок d_n должен быть обоснован на основе предварительного расчёта параметров всей воздушной системы и их взаимосвязи с гидравлической системой.

По предложенным теоретическим предпосылкам [7] были получены следующие параметры для проектирования воздухораспределительной системы опрыскивателя (табл. 1).

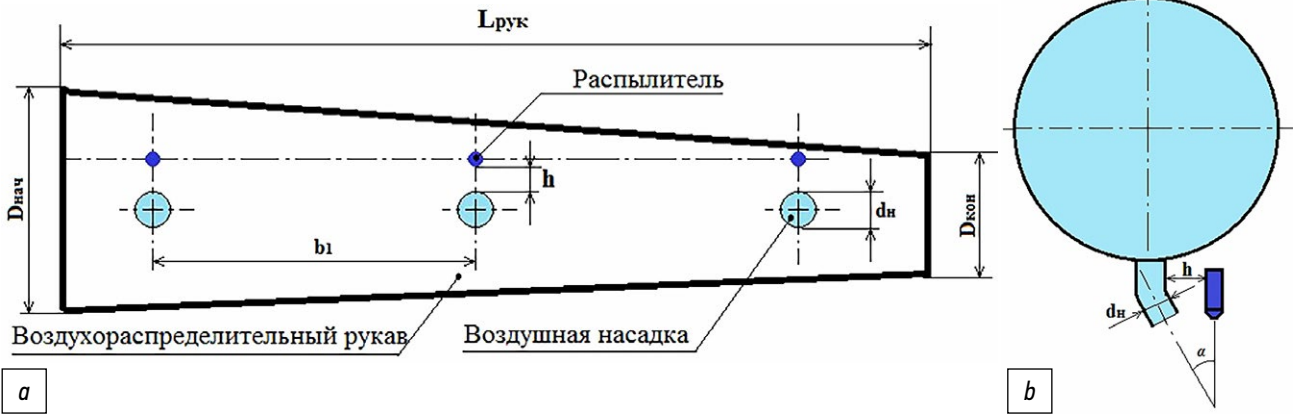


Рис. 1. Схема расположения гидравлической и пневматической системы: *a* — вид снизу; *b* — вид сбоку.
Fig. 1. The layout of the hydraulic and pneumatic system: *a* — bottom view; *b* — side view.

Таблица 1. Параметры воздушного рукава и насадки

Table 1. Parameters of the air hose and the nozzle

Параметр	Обозначение	Диаметр воздушных насадок d_n , мм			
		20	25	30	35
Расстояние между насадками, мм	b_1	200	350	400	450
Длина насадки, мм	l_n	43	49	55	61
Количество насадок, шт.	n_n	3	3	3	3
Расстояние (щелевые распылители), мм	h	50	50	50	50
Расстояние (вихревые распылители), мм	h	60	60	60	60
Угол атаки насадки, град.	α	25	25	30	35
Диаметр рукава в начале, мм	$D_{вр.нач}$	295	300	305	330
Диаметр рукава в конце, мм	$D_{вр.кон}$	195	200	205	225
Высота установки распылителей (щелевых), мм	H	300	325	350	375
Высота установки распылителей (вихревых), мм	H	400	450	500	550
Длина рукава, мм	$L_{рук}$	1400	1400	1400	1400

В процессе разработки воздухораспределительной системы было принято решение использовать базовую модель с диаметром d_n выходного отверстия насадок в размере 30 мм.

На рис. 2 представлены конструктивные элементы воздухораспределительной системы и насадок.

Впоследствии опрыскиватель ОНГВ-500 (рис. 3) был модифицирован путём добавления воздухораспределительного устройства 2. Таким образом, была обеспечена возможность проведения сравнительных исследований по влиянию опрыскивания с и без воздушной поддержки.

В предшествующих исследованиях [7, 10] была обоснована минимально необходимая скорость воздушного потока ($V_{\min}$), которая составила 15 м/с. При указанной скорости потока достигается достаточная сила для перемещения и переворачивания сорных растений, что необходимо для обработки адаксиальной и абаксиальной поверхности растений от верхнего до нижнего ярусов.

Важно учесть, что воздушный поток затухает после выхода из воздушных насадок, а этот процесс происходит

ещё быстрее при проникновении в слой сорных растений. Поэтому скорость выхода потока V_n из насадок должны быть больше скорости $V_{\min}$:

$$V_{\min} \leq V_n. \quad (1)$$

На рис. 4 показаны результаты проведённых исследований с выходной скоростью воздушного потока (V_n), которая обеспечивает достижение ($V_{\min}$) в нижнем ярусе растений.

Достаточно точно описанному условию удовлетворяет линейная зависимость 2 (см. рис. 4), где начальная скорость составила 29,54 м/с, а конечная — 15,63 м/с.

В соответствии с методиками [11–13] были проведены сравнительные лабораторно-полевые исследования влияния воздушного потока на качественные показатели опрыскивания. В экспериментах использовался жидкостный распылитель с диаметром выходного отверстия 2 мм. Скорость воздушного потока V_n при выходе из насадки составляла ≈ 30 м/с.

В результате проведённых лабораторно-полевых исследований были получены сравнительные результаты

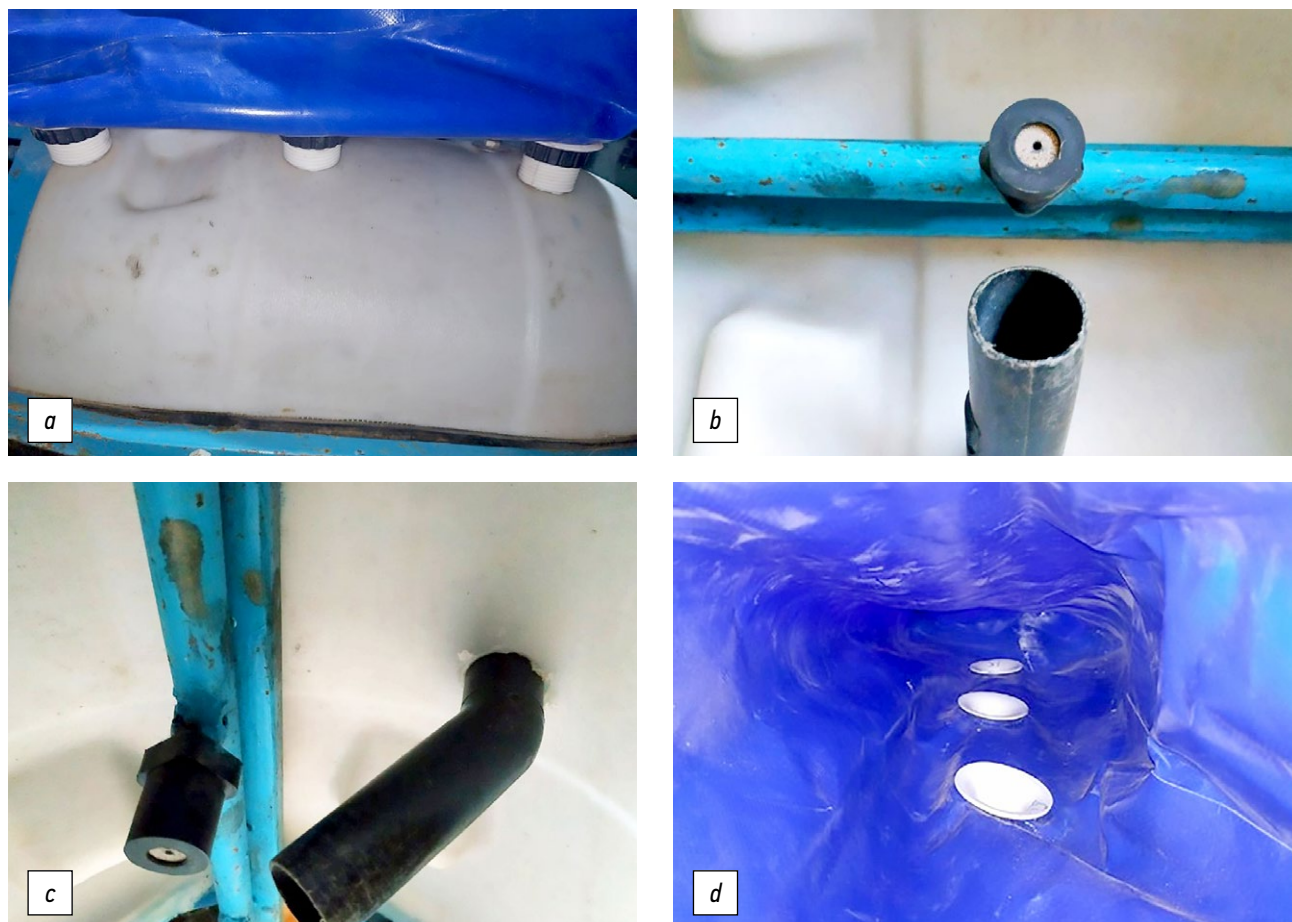


Рис. 2. Воздухораспределительная система: *a* — общий вид; *b* — гидравлический распылитель и воздушная насадка (вид снизу); *c* — гидравлический распылитель и воздушная насадка (вид сбоку); *d* — внутренняя часть воздушного рукава.

Fig. 2. The air distribution system: *a* — general view; *b* — hydraulic sprayer and air nozzle (bottom view); *c* — hydraulic sprayer and air nozzle (side view); *d* — inner part of the air sleeve.



Рис. 3. Опрыскиватель ОНГВ-500: 1 — секция без воздушно-го опрыскивания; 2 — секция с принудительным воздушным опрыскиванием.

Fig. 3. The ONGV-500 sprayer: 1 — section without air spraying; 2 — section with forced air spraying.

распределения количества капель с воздушной поддержкой и без неё на абаксиальной и адаксиальной поверхности (рис. 5).

Распределение капель по размерам (мкм) по ярусам на адаксиальной поверхности индикаторных карточек показана на рис. 6, а на абаксиальной на рис. 7.

ОБСУЖДЕНИЕ

По агротребованиям при применении гербицидов оптимальная густота осевших капель должна составлять от 40 до 100 шт./см² и средним размером от 100 до 350 мкм [3].

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что при опрыскивании без воздушной поддержки основная часть препарата оседает на верхних и средних ярусах адаксиальной поверхности листьев и находится в пределах от 42 до 58 шт./см². На нижнем ярусе адаксиальной поверхности количество капель составило 33 шт./см². На абаксиальные поверхности листьев капли практически не наблюдается.

Применении воздушной поддержки способствовала покрытию рабочим раствором всех ярусов как абаксиальной, так и адаксиальной поверхности листьев сорных растений. Основная доля капель — это капли в диапазоне 100–200 мкм:

- адаксиальная поверхность: верхний ярус — 75,3%; средний ярус — 88,1%, нижний ярус 93,2%.
- абаксиальная поверхность: верхний ярус — 86,3%; средний ярус — 80,4%, нижний ярус 78,0%.

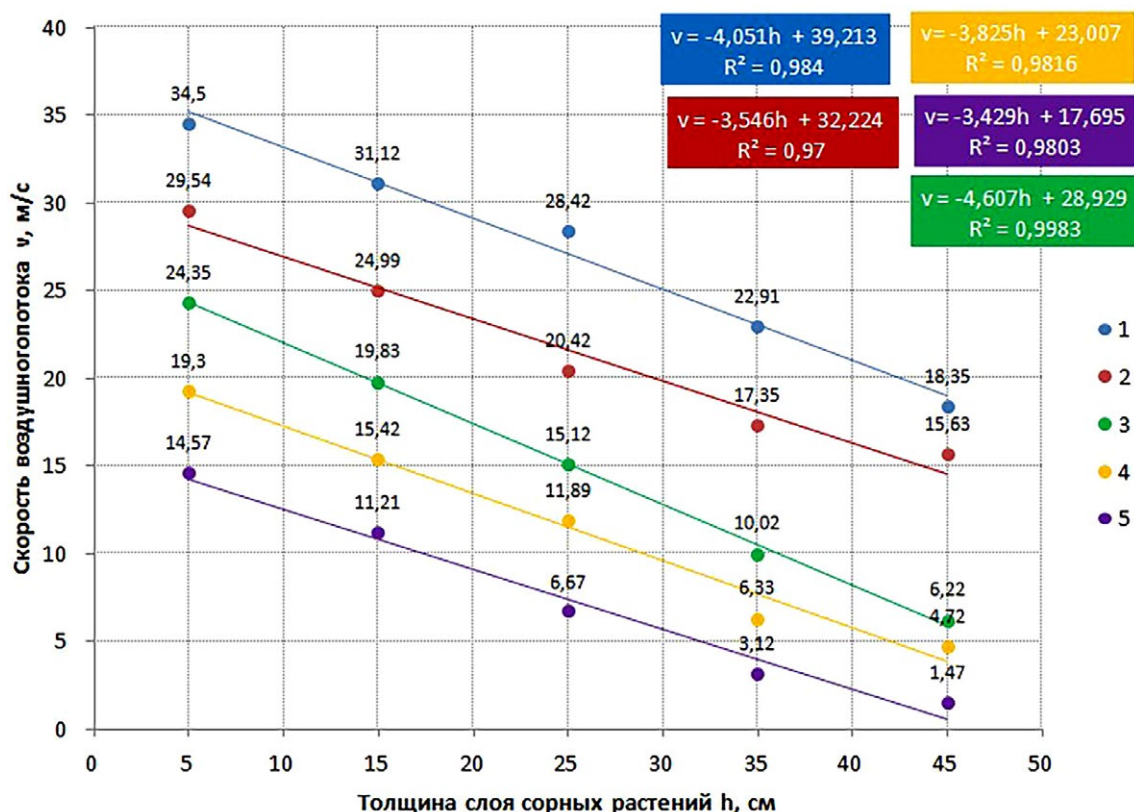


Рис. 4. Изменения скорости потока (V_p) в слое сорных растений, м/с: 1 — начальная скорость — 35 м/с; 2 — начальная скорость 30 м/с; 3 — начальная скорость 25 м/с; 4 — начальная скорость 20 м/с; 5 — начальная скорость 15 м/с.

Fig. 4. Changes in the flow rate (V_p) in the weed layer, m/s: 1 — initial velocity — 35 m/s; 2 — initial velocity 30 m/s; 3 — initial velocity 25 m/s; 4 — initial velocity 20 m/s; 5 — initial velocity 15 m/s.

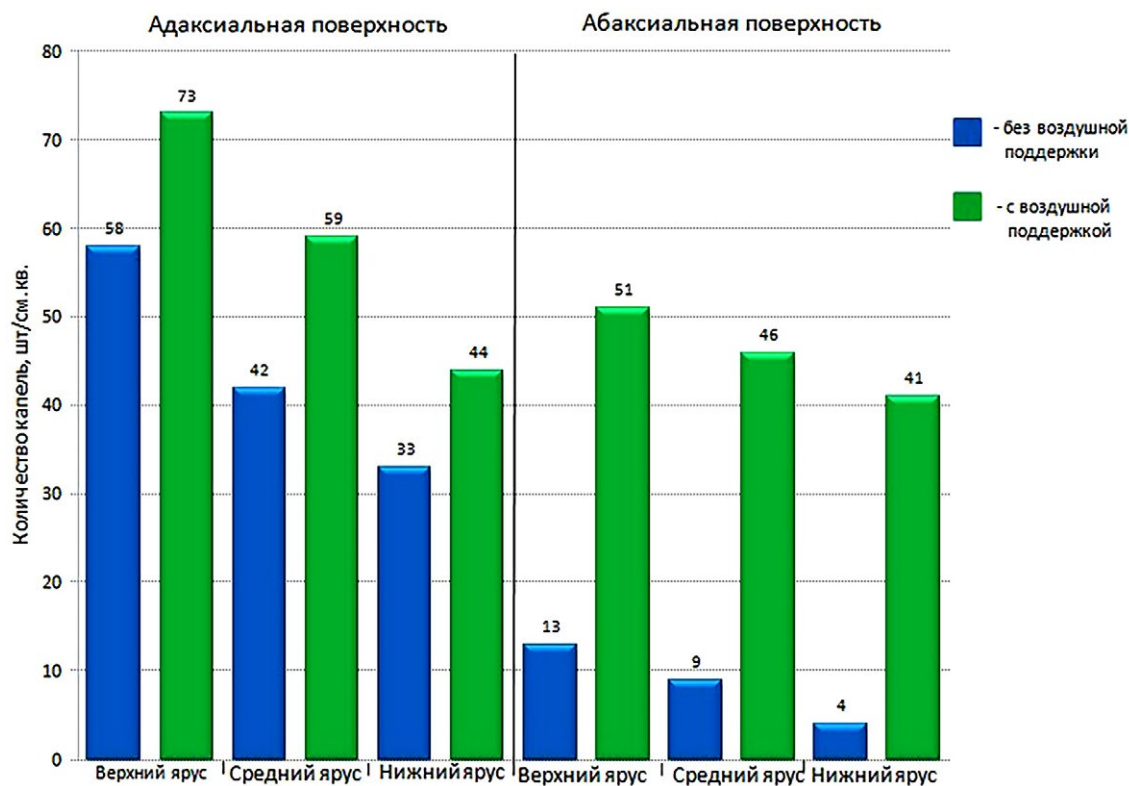


Рис. 5 Распределение количества капель рабочего раствора на абаксиальной и адаксиальной поверхности сорных растений.
Fig. 5. Distribution of the number of drops of the working solution on the abaxial and adaxial surfaces of weeds.

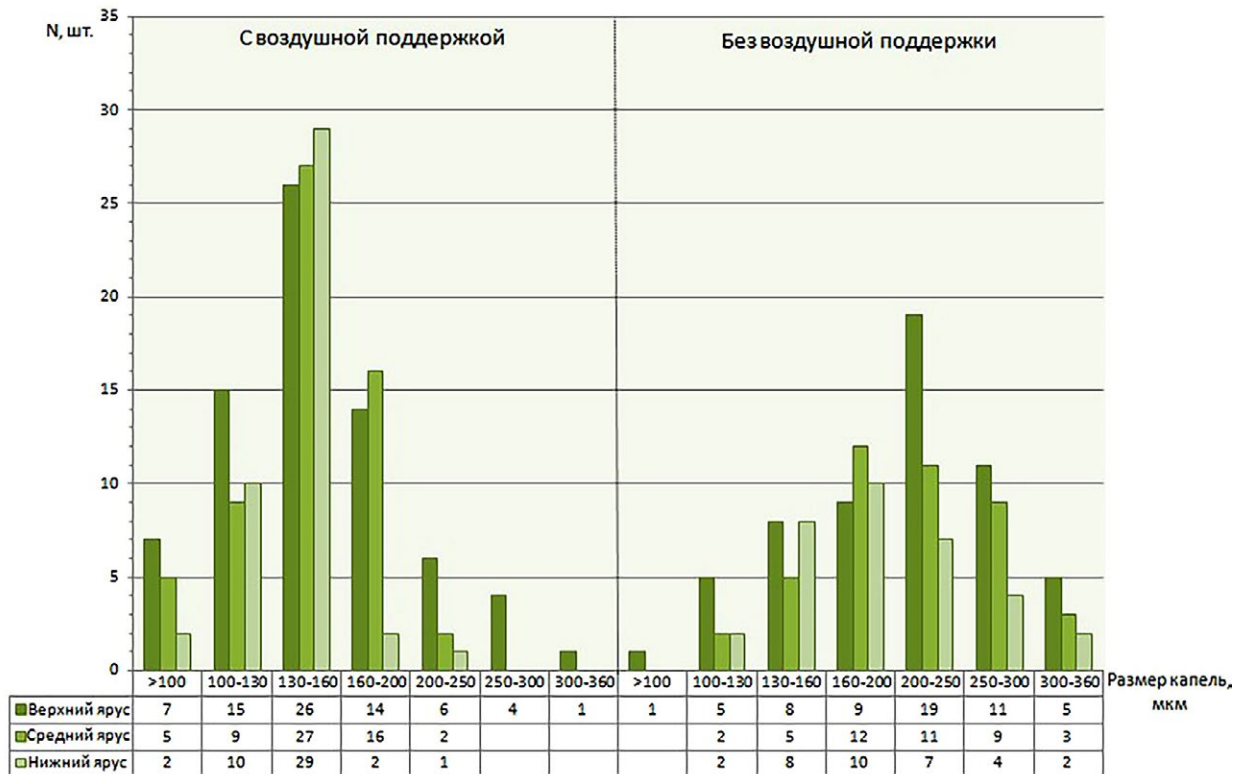


Рис. 6. Распределения капель (мкм) на адаксиальной поверхности.
Fig. 6. Droplet distributions (microns) on the adaxial surface.

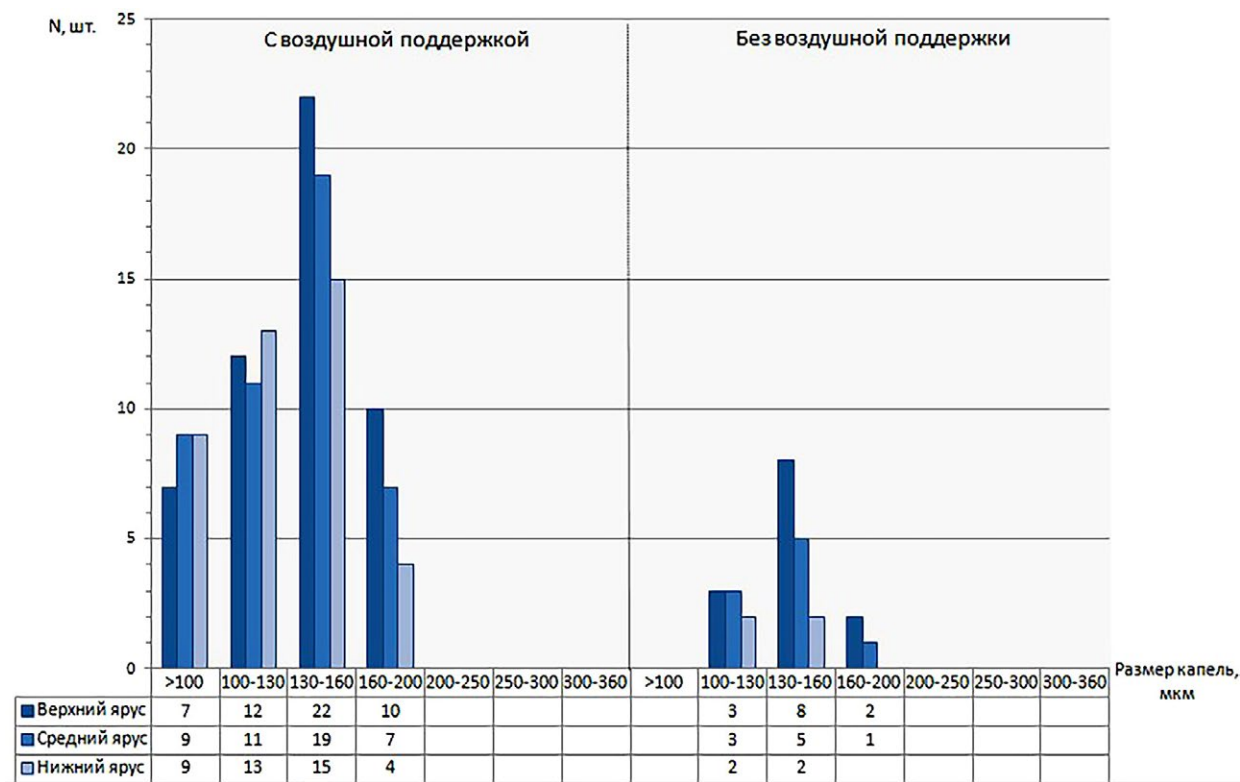


Рис. 7. Распределения капель (мкм) на абаксиальной поверхности.
Fig. 7. Droplet distribution (microns) on the abaxial surface.

Образуемая смесь жидкости и воздуха играет ключевую роль в улучшении покрытия растений. Благодаря этому, крупные капли распадаются на мелкие, что позволяет осуществлять равномерное и более точное покрытие поверхностей. Этот процесс, известный как мелкокапельное опрыскивание, обеспечивает более эффективное проникновение в нижние слои растений и их листья, сохраняя капли на них и предотвращая их скатывание.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследований подтверждают, что использование воздушной поддержки при распылении существенно улучшает проникновение гербицидных капель в более низкие слои растений и обеспечивает более равномерное осаждение на обеих сторонах листьев по сравнению с обычным распылением без воздушной поддержки. Применение комбинированной жидкостно-воздушной смеси позволяет перейти к мелкокапельному распылению, что повышает плотность покрытия обработанных растений в 2,5 раза, а также улучшает однородность размера капель в 1,6 раза.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад автора. Э.Ш. Османов — сбор и анализ литературных источников, проведение эксперимента, обработка экспериментальных данных, подготовка и написание текста

статьи, редактирование текста рукописи, создание изображений. Автор подтверждает соответствие своего авторства международным критериям *ICMJE* (автор внёс существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочёл и одобрил финальную версию перед публикацией).

Конфликт интересов. Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Автор заявляет об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикаций.

ADDITIONAL INFORMATION

Author’s contribution. E.Sh. Osmanov — collection and analysis of literary sources, conducting an experiment, processing experimental data, preparing and writing the text of an article, editing the text of a manuscript, creating images. The author confirms the compliance of his authorship with the international *ICMJE* criteria (the author made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Competing interests. The author declares no any transparent and potential conflict of interests in relation to this article publication.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Странишевская Е.П. Видовой состав сорных фитоценозов виноградников южной степной подзоны причерноморской низменности Украины // Виноградарство и виноделие. 2012. Т. 42. С. 48–53.
2. Захаренко Б.А., Захаренко А.В. Борьба с сорняками // Защита и карантин растений. 2004. № 4. С. 10–11.
3. Груздев Г.С., Зинченко В.А., Калинин В.А., Словцов Р.И. Химическая защита растений. М.: Мир, 1988.
4. McWhorter C.S., Hanks J.E. Effect of spray volume and pressure on post emergence Johnson grass (*sorghum halepense*) Control // Weed Technology. 1993. Vol. 7, N. 2. P. 304–310. doi: 10.1017/S0890037X00027639
5. Morgan N.A. The effects of air assistance on the distribution of spray drops on targets // BCPC Monograph. 1991. № 46. P. 305–308.
6. Cooke B.K., Hislop E.C., Herrington P.J., et al. Air-assisted spraying of arable crops, in relation to deposition, drift and pesticide performance // Crop Protection. 1990. Vol. 9, N. 4. P. 303–311. doi: 10.1016/0261-2194(90)90109-K
7. Османов Э.Ш. Обоснование параметров рабочих органов машины для химической защиты виноградных насаждений от сорной растительности. дисс. ... канд. техн. наук. Симферополь, 2021.
8. Османов Э.Ш. Обоснование параметров воздухораспределительного устройства для обработки сорной растительности в междурядьях виноградных насаждений // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2020. № 21(184). С. 117–130.
9. Крук И.С., Кот Т.П., Гордеенко О.В. Способы и технические средства защиты факела распыла от прямого воздействия ветра в конструкциях полевых опрыскивателей. Минск: БГАТУ, 2015.
10. Догода П.А., Османов Э.Ш. Исследование обработки абаксальной поверхности сорных растений гербицидами // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2021. № 25(188). С. 72–79.
11. ГОСТ 10 6.1-2000. Испытание сельскохозяйственной техники. Опрыскиватели и машины для приготовления рабочей жидкости. Методы оценки функциональных показателей. Взамен РД 10 6.1-89. Введён 15.06.2000.м М.: Минсельхозпрод России, 2000.
12. Догода П.А., Воложанинов С.С., Догода Н.П. Механизация химической защиты растений. Симферополь: Таврия, 2000.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2011.

REFERENCES

1. Stranishevskaya EP. Vidovoi sostav sornykh fitotsenozov vinogradnikov yuzhnoi stepnoi podzony prichernomorskoj nizmennosti ukrainy. *Vinogradarstvo i vinodelie*. 2012;42:48–53. (In Russ.)
2. Zakharenko BA, Zakharenko AV. Borba s sornyakami. *Zashita i karantin rastenii*. 2004;4:10–11. (In Russ.)
3. Gruzdev GS, Zinchenko VA, Kalinin VA, Slovtsov RI. *Khimicheskaya zashchita rastenii*. Moscow: Mir. 1988. (In Russ.)
4. McWhorter CS, Hanks JE. Effect of spray volume and pressure on post emergence Johnson grass (*sorghum halepense*) Control. *Weed Technology*. 1993;7(4):304–310. doi: 10.1017/S0890037X00027639
5. Morgan NA. The effects of air assistance on the distribution of spray drops on targets. *BCPC Monograph*. 1991;46:305–308.
6. Cooke BK, Hislop EC, Herrington PJ, et al. Air-assisted spraying of arable crops, in relation to deposition, drift and pesticide performance. *Crop Protection*. 1990;9(4):303–311. doi: 10.1016/0261-2194(90)90109-K
7. Osmanov ESh. Obosnovanie parametrov rabochikh organov mashiny dlya khimicheskoi zashchity vinogradnykh nasazhdenii ot sornoi rastitel'nosti [dissertation] Simferopol', 2021. (In Russ.)
8. Osmanov ESh. Obosnovanie parametrov parametrov vozdukhoraspredelitel'nogo ustroystva dlya obrabotki sornoi rastitel'nosti v mezhduyad'yakh vinogradnykh nasazhdenii. *Izvestiya sel'skokhozyaistvennoi nauki Tavridy*. 2020;21(184):117–130. (In Russ.)
9. Kruk IS, Kot TP, Gordeenko OV. *Sposoby i tekhnicheskie sredstva zashity fakela raspyla ot pryamogo vozdeistviya vetra v konstruktivnykh polevykh opryskivatelyi*. Minsk: BGATU; 2015. (In Russ.)
10. Dogoda PA, Osmanov ESh. Issledovanie obrabotki abaksial'noi poverkhnosti sornykh rastenii gerbitsidami. *Izvestiya sel'skokhozyaistvennoi nauki Tavridy*. 2021;25(188):72–79. (In Russ.)
11. GOST 10 6.1-2000. Ispytanie sel'skokhozyaistvennoi tekhniki. Opryskivately i mashiny dlya prigotovleniya rabochei zhidkosti. Metody otsenki funktsional'nykh pokazatelei. Vzamen RD 10 6.1-89. Vveden 15.06.2000.m Moscow: Minsel'khozprod Rossii; 2000. (In Russ.)
12. Dogoda PA, Volozhaninov SS, Dogoda NP. *Mekhanizatsiya khimicheskoi zashchity rastenii*. Simferopol': Tavriya; 2000. (In Russ.)
13. Dospekhov BA. *Metodika polevogo opyta: (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)*. Moscow: Al'yans; 2011. (In Russ.)

ОБ АВТОРЕ

Османов Энвер Шевхияевич,

канд. техн. наук,

доцент кафедры технических систем в агробизнесе;

адрес: Российская Федерация, Республика Крым, 295492,

Симферополь, Аграрное, ул. Научная, д. 1А;

ORCID: 0000-0002-1757-6837;

eLibrary SPIN: 2830-5671;

e-mail: enver_hotboy@mail.ru

AUTHOR'S INFO

Enver Sh. Osmanov,

Cand. Sci. (Engineering),

Associate Professor of the Technical Systems in Agribusiness Department;

address: 1A Nauchnaya street, Agrarian settlement, 295492

Simferopol, Republic of Crimea, Russian Federation;

ORCID: 0000-0002-1757-6837;

eLibrary SPIN: 2830-5671;

e-mail: enver_hotboy@mail.ru