

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА /
TECHNOLOGIES, MACHINES AND EQUIPMENT FOR THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.133.62>

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАСПЫЛИТЕЛЕЙ
ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ

Научная статья

Барагунов А.Б.^{1,*}, Апажев А.К.², Шекихачев Ю.А.³, Фиапшев А.Г.⁴

¹ ORCID : 0000-0003-0874-0241;

² ORCID : 0000-0002-5448-5782;

³ ORCID : 0000-0001-6300-0823;

⁴ ORCID : 0000-0002-3080-0901;

^{1, 2, 3, 4} Кабардино-Балкарский Государственный Аграрный Университет имени В.М. Кокова, Нальчик, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (baragun_albert[at]mail.ru)

Аннотация

Переход садоводства на интенсивный путь развития требует непрерывного совершенствования и углубления отраслевой и межотраслевой специализации, разработки инновационных технологий и технических средств механизации основных технологических процессов. В технологическом процессе возделывания плодовых насаждений особая роль отводится химическим методам борьбы с вредителями и болезнями, которая реализуется применением различных опрыскивателей. Для получения высококачественной плодовой продукции в настоящее время применяют значительный объем химических средств защиты в связи с тем, что проводятся 30 и более опрыскиваний за один вегетационный период. Некачественное распыливание средств защиты плодовых насаждений приводит к загрязнению окружающей среды. Таким образом, качественная оценка технологических и технических характеристик опрыскивателей является актуальной проблемой. В связи с этим, предложенные в данной статье метрологическое и методическое обеспечение позволят получить достоверную информацию о технологических и технических характеристиках распылителей опрыскивателей для обоснования их эффективности и экологичности.

Ключевые слова: плодовые насаждения, защита, распылитель, распыливание, качество.

AN EVALUATION OF TECHNOLOGICAL AND TECHNICAL CHARACTERISTICS OF SPRAYER ATOMIZERS

Research article

Baragunov A.B.^{1,*}, Apazhev A.K.², Shekikhachev Y.A.³, Fiapshev A.G.⁴

¹ ORCID : 0000-0003-0874-0241;

² ORCID : 0000-0002-5448-5782;

³ ORCID : 0000-0001-6300-0823;

⁴ ORCID : 0000-0002-3080-0901;

^{1, 2, 3, 4} Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Nalchik, Russian Federation

* Corresponding author (baragun_albert[at]mail.ru)

Abstract

Transition of horticulture to the intensive way of development requires continuous improvement and deepening of branch and inter-branch specialization, development of innovative technologies and technical means of mechanization of the main technological processes. In the technological process of fruit plantations cultivation, a special role is given to chemical methods of pest and disease control, which is implemented by using various sprayers. In order to obtain high quality fruit production, a considerable amount of chemical means of protection is currently used due to the fact that 30 and more sprayings are carried out during one vegetation period. Poor quality spraying of fruit plantation protection products leads to environmental pollution. Thus, a qualitative evaluation of technological and technical characteristics of sprayers is an actual problem. In this regard, the metrological and methodological support proposed in this article will allow to obtain reliable information on technological and technical characteristics of sprayers' atomizers to substantiate their efficiency and eco-friendliness.

Keywords: fruit plantations, protection, sprayer, atomization, quality.

Введение

В настоящее время проблемы защиты окружающей среды становятся особо актуальными при освоении склоновых земель под плодовые насаждения, так как, с одной стороны, плодовые культуры являются пестицидоемкими (требуется интенсивная химическая защита), а с другой – специфические особенности горных ландшафтов [1], [2].

Поступление пестицидов в сельскохозяйственный ландшафт происходит главным образом при проведении химических мероприятий по борьбе с вредными организмами, а также вследствие испарения с поверхности почвы или растений, при утечке в процессе хранения и транспортировки и т.д.

При миграции веществ в экологических цепях в результате взаимодействия в системах «пестициды – объекты биосферы» возможны осложнения. Условно можно выделить два типа процессов: первый при прохождении по пищевым цепям содержание пестицидов в следующих звеньях уменьшается, второй концентрация пестицидов

увеличивается вследствие биоконцентрации. Механизм биоконцентрации связан с более высокой растворимостью веществ в липоидах, чем в воде.

Опасность пестицидов как загрязнителей среды также заключается в необходимости использования высоких норм пестицидов для обеспечения высокого эффекта защитных мер и контакте пестицидов с большим количеством людей, что связано с использованием препаратов в различных отраслях сельского хозяйства.

Для химической защиты плодовых насаждений в современном интенсивном садоводстве широкое применение нашли опрыскиватели.

Современные опрыскиватели оборудуются гидравлическими распылителями производства известных зарубежных фирм (Lechler, Tee Jet, Agrotop, Nozal, Albus и т.д.) различных типов для проведения различных видов химической обработки растений – сплошное опрыскивание, ленточное опрыскивание междурядий тому подобное. Конструкция различается между собой в зависимости от назначения и условий эксплуатации. Основные показатели, характеризующие их, – это пропускная способность (производительность) при установленном давлении жидкости и качество распыла. Качество распыла характеризуется размером капель и степенью покрытия площади каплями [3], [4].

Требования к качеству выполнения технологических операций внесения химических препаратов постоянно растут, особенно с агрономической и экологической сторон.

К современным техническим средствам предъявляются следующие требования: точная дозировка количества внесенного препарата; обеспечение равномерного распределения по поверхности обработки; проникновение рабочего раствора в посев или крону; достижение высокой или достаточной степени осаждения капель. При этом необходима достижение оптимального эффекта обработки сочетается со значительным снижением сноса капель во избежание возможных опасностей для окружающей природной среды, полезных растений и живых организмов.

Установлены следующие требования к качеству выполнения технологического процесса опрыскивания:

- допустимая густота покрытия каплями верхней стороны листа обрабатываемой поверхности должна быть не менее 20 шт/см²;
- допустимое отклонение от заданной нормы внесения рабочей жидкости не должно превышать $\pm 5\%$ для опрыскивателей с автоматической системой управления технологическим процессом, $\pm 10\%$ – для опрыскивателей с ручной настройкой;
- медианно массовый диаметр осевших капель должен быть не более 500 мкм;
- неравномерность распределения рабочей жидкости по ширине захвата, выраженного коэффициентом вариации, не должна превышать 25%;
- отклонение распыла жидкости через отдельный распылитель от среднеарифметического всех распылителей на рабочем режиме не должно превышать $\pm 5\%$;
- отклонение концентрации рабочей жидкости при опорожнении бака не должно превышать $\pm 5\%$ от заданной;
- механические повреждения опрыскивателями растений не должны превышать 0,5%;
- опрыскиватели должны постоянно выполнять технологический процесс до расходования не менее 95% жидкости из бака [5], [6].

Анализ показал, что применяемые в современном интенсивном садоводстве технические средства для химической защиты плодовых насаждений имеют низкую производительность, большой расход химикатов и пр. недостатки [7], [8], [9], [10].

Таким образом, необходимо совершенствовать существующие и разработать инновационные технологии химической защиты плодовых насаждений и технические средства для их реализации.

Цель исследования – совершенствование метрологического и методического обеспечения оценки качественных характеристик работы распылителей опрыскивателей.

Результаты исследования

Для установления размерных характеристик капель жидкости наиболее эффективен иммерсионный способ, основанный на улавливании капель жидкости с использованием предметного стекла. Предварительно предметное стекло покрывается жидкостью, которая имеет меньшую плотность в сравнении с распыливаемой.

В качестве рабочей жидкости рекомендуется использовать водный раствор чернил, например, «Радуга».

Методика измерения капель распыливаемой жидкости с использованием микроскопа следующая. Предметное стекло с уловленными каплями устанавливается на предметный столик микроскопа. Капли замеряются непрерывно. На каждом предметном стекле замеряются 150...200 капель. Давление воздуха принимается равным: 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25 и 0,3 МПа. Давление воды 0,08 МПа.

Для исследования качества обработки плодовых насаждений рекомендуется воспользоваться листами мелованной бумаги белого цвета размером 50×70 мм (плотность 90 г/м² и более).

Методика крепления улавливающих поверхностей на листьях плодовых насаждений приведена на рис. 1, их расстановка на плодовом дереве рис. 2. Повторные опыты – трехкратная.

Для того, чтобы установить качественные показатели опрыскивания, предлагается частная методика [11]. Отсканированное растровое изображение подвергается обработке по оригинальной компьютерной программе, которая выдает качественные показатели опрыскивания – густоту и площадь покрытия, распределение капель жидкости по размерным интервалам. Программное обеспечение создано в среде LABVIEW (визуальный язык программирования) и функционирует в ОС Windows 98/me/2000/XP.

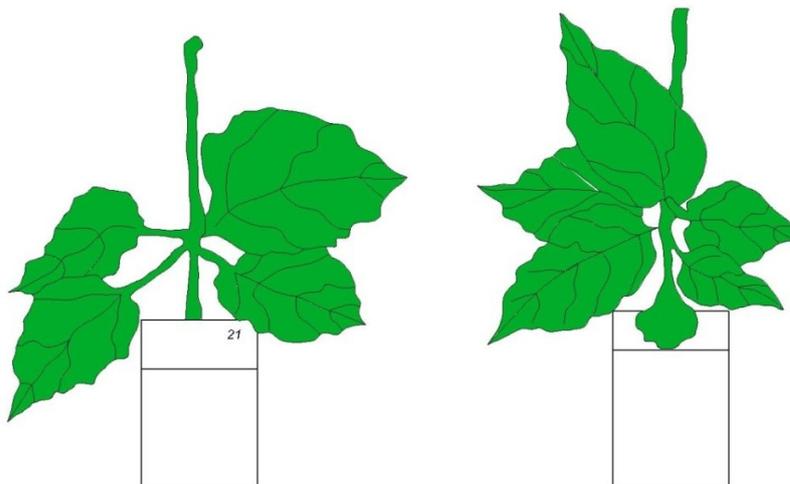


Рисунок 1 - Крепление карточек к черенку листа
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.133.62.1>

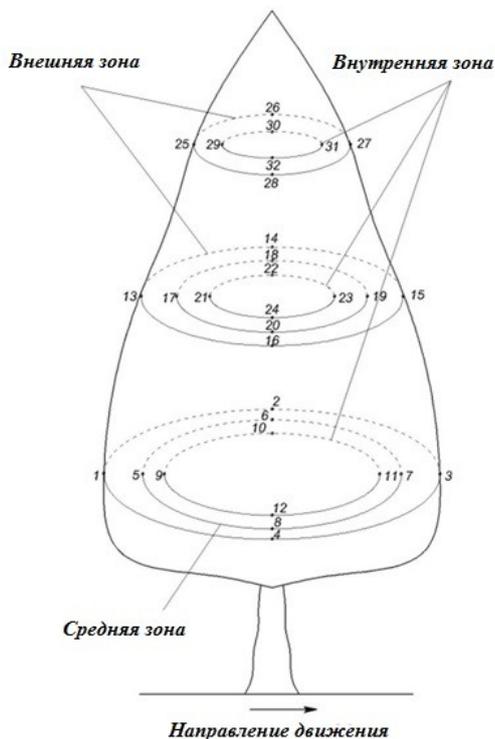


Рисунок 2 - Схема размещения учетных карточек на плодовом дереве
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.133.62.2>

Использование данной программы обеспечивает существенное упрощение и ускорение процедуры испытания распылителей и обработки результатов, повышение качества оценки эффективности опрыскивателей.

Перед использованием данной программы подбирается улавливающая поверхность. При этом в случае наличия на ней различных включений, пятен и разводов, такие улавливающие поверхности выбраковываются. Далее осуществляется настройка программного обеспечения. С целью уменьшить ошибки в процессе установления количества капель жидкости вначале осуществляют сканирование необработанной улавливающей поверхности, растровый файл фиксируется на жестком диске компьютера и настраивается чувствительность. Начальная

чувствительность – 202 единицы («Автонастройка» включена). В случае ручной настройки («Автонастройка» выключена) имеется возможность менять яркость отпечатка.

После проведения обработки улавливающая поверхность помещается в сканер, который оцифровывает изображение, сохраняющееся в памяти компьютера как отдельный растровый файл. Затем программа осуществляет установление размерных характеристик капель жидкости и распределение капель по размерным диапазонам, строит частотную кривую, показывающую, какой процент капель от общего количества содержится в конкретном диапазоне.

Затем рассчитывается площадь покрытия каплями улавливающей поверхности, устанавливается площадь, обработанная каплями в разрезе размерных интервалов.

Для исследования дисперсности распада капель жидкости в процессе ее распыливания рекомендуется разработанная лабораторная установка (рис. 3), процесс работы которой следующий.



Рисунок 3 - Лабораторная установка для изучения распада капель жидкости
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.133.62.3>

Примечание: 1 – компрессор; 2 – пневмо-гидро-аккумулятор; 3 – пневматический шланг; 4 – гидравлический шланг; 5 – манометры; 6 – ресивер; 7 – распылитель; 8 – вентиль воздушный; 9 – вентиль водяной

Пневмо-гидро-аккумулятор 2 заполняется водой и при помощи подкачивающей системы повышают давление до требуемого значения. Воду под давлением подают посредством гидравлического шланга 4 к вентилю 9. Включают компрессор 1, нагнетающий воздух по пневматическому шлангу 3 в ресивер 6, затем к закрытому вентилю 8. Когда давление в ресивере 6 достигнет требуемого значения, происходит синхронное открытие вентиля 8 и 9. В результате воздух и вода по шлангам 3 и 4 подаются к распылителю 7 и начинается процесс распыливания.

Лабораторная установка обеспечивает: давление воды 0,08 МПа; варьирование давлением воздуха в пределах от 0,05 до 0,3 МПа; медианно-массовый показатель капель – 120...140 мкм; среднеарифметический диаметр капель – 110...120 мкм; количество капель размером 100...150 мкм – 70...75 %; степень покрытия обрабатываемой поверхности – 20...25%; плотность покрытия обрабатываемой поверхности – 40...100 шт/см²; неравномерность покрытия 25...30%.

Для контроля давления воды и воздуха используются манометры с ценой деления 0,6 и 1,0 МПа, для отбора капель – поточная ловушка (рис. 4).

Подсчет количества и установление размера капель производится микроскопом МБН-1. Процесс микрофотографирования капель жидкости осуществляется микрофотонасадкой МФН-1,2 совместно с пленочной фотокамерой, размер кадра пленки 24x36 (рис. 5).



Рисунок 4 - Поточная ловушка
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.133.62.4>



Рисунок 5 - Микроскоп МНБ-1
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.133.62.5>

Заключение

Предложенные метрологическое и методическое обеспечение позволят получить достоверную информацию о технологических и технических характеристиках распылителей опрыскивателей для обоснования их эффективности и экологичности.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Kyul E.V. Influence of Anthropogenic Activity on Transformation of Landscapes by Natural Hazards / E.V. Kyul, A.K. Apazhev, A.B. Kudzaev et al. // *Indian Journal of Ecology*. — 2017. — № 44(2). — P. 239-243.
2. Apazhev A.K. Modeling the Operation Process of the Unit for Processing Row-Spacings of Fruit Plantings / A.K. Apazhev, A.G. Fiapshev, Y.A. Shekikhachev et al. // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. — 2019. — № 315.
3. Stonehouse J.M. Studies of the Distribution of Ultra Low Volume Spray Applied within a Crop Canop / J.M. Stonehouse // *Journal of Agricultural Engineering Research*. — 1993. — № 54(3). — P. 201-210.
4. Hobson P.A. Spray Drift from Hydraulic Spray Nozzles: the Use of a Computer Simulation Model to Examine Factor Influencing Drift / P.A. Hobson // *Journal of Agricultural Engineering Research*. — 1993. — № 54(4). — P. 293-305.
5. Догода П.А. Обоснование параметров и режимов работы опрыскивателя для борьбы с сорной растительностью на многолетних насаждениях / П.А. Догода, А.П. Догода, Э.Ш. Османов // *Известия сельскохозяйственной науки Тавриды*. — 2018. — № 15(178). — С. 114-122.
6. Ревякин Е.Л. Машины для химической защиты растений в инновационных технологиях / Е.Л. Ревякин, Н.Н. Краховецкий. — М.: Росинформагротех, 2010. — 124 с.
7. Smith D. Broadcast spray deposits from fan nozzles / D. Smith, D. Oakley, D. Williams et al. // *Applied Engineering in Agriculture*. — 2000. — № 16(2). — P. 109-113.
8. Miller P.C. A Simulation Model of the Spray Drift from Hydraulic Nozzles / P.C. Miller, D.J. Hadfield // *Journal of Agricultural Engineering Research*. — 1989. — № 42(2). — P. 135-147.
9. Tian L. Dynamic Deposition Pattern Simulation of Modulated Spraying / L. Tian, J. Zheng // *Trans ASAE*. — 2000. — № 43(1). — P. 5-11.
10. Kirk I.W. Aerial Spray Drift Different Formulations of Glyphosate / I.W. Kirk // *Trans ASAE*. — 2000. — № 43(3). — P. 555-559.
11. Smelik V.A. Acoustic Nebulizer for the Processing of Undersized Fruit Plantations: Parameters and Operating Modes / V.A. Smelik, A.K. Apazhev, L.M. Hazhmetov // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. — 2018. — № 463.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Kyul E.V. Influence of Anthropogenic Activity on Transformation of Landscapes by Natural Hazards / E.V. Kyul, A.K. Apazhev, A.B. Kudzaev et al. // *Indian Journal of Ecology*. — 2017. — № 44(2). — P. 239-243.
2. Apazhev A.K. Modeling the Operation Process of the Unit for Processing Row-Spacings of Fruit Plantings / A.K. Apazhev, A.G. Fiapshev, Y.A. Shekikhachev et al. // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. — 2019. — № 315.
3. Stonehouse J.M. Studies of the Distribution of Ultra Low Volume Spray Applied within a Crop Canop / J.M. Stonehouse // *Journal of Agricultural Engineering Research*. — 1993. — № 54(3). — P. 201-210.
4. Hobson P.A. Spray Drift from Hydraulic Spray Nozzles: the Use of a Computer Simulation Model to Examine Factor Influencing Drift / P.A. Hobson // *Journal of Agricultural Engineering Research*. — 1993. — № 54(4). — P. 293-305.
5. Dogoda P.A. Obosnovanie parametrov i rezhimov raboty opryskivatela dlya borby s sornoy rastitelnostyu na mnogoletnikh nasazhdeniyakh [Substantiation of the Parameters and Operating Modes of the Sprayer for Weed Control on Perennial Plantations] / P.A. Dogoda, A.P. Dogoda, E.Sh. Osmanov // *Izvestiya sel'skohozyajstvennoj nauki Tavridy* [News of Agricultural Science of Taurida]. — 2018. — № 15(178). — P. 114-122. [in Russian]
6. Revyakin E.L. Mashiny dlya khimicheskoy zashchity rasteniy v innovatsionnykh tekhnologiyakh [Machines for Chemical Plant Protection in Innovative Technologies] / E.L. Revyakin, N.N. Krakhovetsky. — М.: Rosinformagrotech, 2010. — 124 p. [in Russian]
7. Smith D. Broadcast spray deposits from fan nozzles / D. Smith, D. Oakley, D. Williams et al. // *Applied Engineering in Agriculture*. — 2000. — № 16(2). — P. 109-113.
8. Miller P.C. A Simulation Model of the Spray Drift from Hydraulic Nozzles / P.C. Miller, D.J. Hadfield // *Journal of Agricultural Engineering Research*. — 1989. — № 42(2). — P. 135-147.
9. Tian L. Dynamic Deposition Pattern Simulation of Modulated Spraying / L. Tian, J. Zheng // *Trans ASAE*. — 2000. — № 43(1). — P. 5-11.
10. Kirk I.W. Aerial Spray Drift Different Formulations of Glyphosate / I.W. Kirk // *Trans ASAE*. — 2000. — № 43(3). — P. 555-559.
11. Smelik V.A. Acoustic Nebulizer for the Processing of Undersized Fruit Plantations: Parameters and Operating Modes / V.A. Smelik, A.K. Apazhev, L.M. Hazhmetov // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. — 2018. — № 463.