

Оценка агротехнических и гидравлических характеристик распыла при работеразличных типов щелевых распылителей

Фярид Кинжаевич Абдразаков, Кристина Игоревна Чуркина

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия.
e-mail: abdrzakov.fk@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается вопрос наилучшего способа проведения культуртехнических работ на оросительных каналах путем проведения лабораторных и полевых исследований с использованием гербицидов. Во введении описывается важность комплексного подхода к проведению текущего ремонта и обслуживания оросительных каналов. Экспериментальные исследования направлены на определение норм внесения гербицидов, для этого анализируются современные распылители с разными напорными режимами.

Ключевые слова: мелиорация; гербициды; оросительные каналы; культуртехнические работы.

Для цитирования: Абдразаков Ф. К., Чуркина К. И. Оценка агротехнических и гидравлических характеристик распыла при работе различных типов щелевых распылителей // Аграрный научный журнал. 2022. № 4. С. 70–75. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i4pp70-75>.

AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

Assessment of agrotechnical and hydraulic characteristics of the spray during different slot sprayers operation

Fyarid K. Abdrzakov, Kristina I. Churkina

Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia
abdrzakov.fk@mail.ru

Abstract. The article deals with the question of the best way to carry out cultural works on irrigation canals of irrigation systems by conducting laboratory and field studies using herbicides. The introduction describes the importance of an integrated approach to the maintenance and maintenance of irrigation canals. Experimental studies are aimed at determining the norms of irrigation with herbicides. Modern sprayers with different pressure modes are analyzed.

Keywords: land reclamation; herbicides; irrigation canals; cultural works.

For citation: Abdrzakov F. K., Churkina K. I. Assessment of agrotechnical and hydraulic characteristics of the spray during different slot sprayers operation // Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(4):70–75. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i4pp70-75>.

Введение. Мелиорация была и остается приоритетной отраслью в сельском хозяйстве, при этом существует много вопросов требующих решения, так как они остаются актуальными и по сегодняшний день. Как известно, на сегодняшний день существует несколько видов мелиорации, агротехническая; лесотехническая; химическая; гидротехническая; культуртехническая [1, 12].

При всем многообразии и направлении каждого вида мелиорации нельзя не отметить тот факт, что один вид мелиорации может быть продолжением другого. Наилучшим примером в данном случае, будут выступать оросительные каналы. Для получения высоких урожаев необходимо своевременное орошение культур, при этом выполнение этой задачи невозможно без стабильной и производительной работы ветвей оросительных каналов. В свою очередь каналы нуждаются в своевременном обслуживании, однако для доступа специализированной техники необходимо ежегодно бороться с древесно-кустарниковой растительностью, как на берме каналов, так и внутри них [9]. Удаление древесно-кустарниковой растительности не решает в полной мере вопрос доступа к каналам, так как после срезания растений необходимо убрать мусор и применить наилучший способ удаления пней и оставшихся растений. Отсюда следует, что для обеспечения качественного круговорота воды, вещества и энергии необходимо применять все виды мелиорации [1, 3, 4].

Актуальной задачей остается поиск наилучшего способа удаления пней и растительности. Как известно для механического способа (корчевания пней) нужна тяжелая техника, при этом данный способ может повредить берму канала. Соответственно, данный способ является возможным, но исключительным [2].

Перспективным способом на сегодняшний день является использование химии, а именно гербицидов. Нельзя не отметить, что эффективные гербициды и арборициды имеют высокую стоимость, однако при рациональ-



ной дозировке и эффективном использовании можно получить более перспективный вариант удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности этот факт отмечают многие ученые, занимающиеся данными вопросами [8, 11, 13, 14]. Таким образом, тема исследования является актуальной и требует более детальной проработки и предложения конкретных решений.

Целью исследования является оценка агротехнических и гидравлических характеристик распыла при работе различных типов щелевых распылителей.

Разработанная программа лабораторных исследований включает в себя следующие пункты:

1. Изготовить лабораторную установку для изучения агротехнических и гидравлических характеристики распыла при работе различных типов щелевых распылителей.

2. Изучить агротехнические и гидравлические характеристики распыла при работе щелевых распылителей в зависимости от рабочего давления, высоты и угла установки его над обрабатываемой поверхностью и его типоразмеров, с целью изучения: расходно-напорных характеристик; ширины факела захвата распыленной струи; распределения удельного расхода жидкости по ширине захвата распылителей; характеристик крупности капель и гистограмм распыла.

Методика исследований. Расход рабочей жидкости, выдаваемый опрыскивателем Q_M , определяют как сумму расходов каждого распылителя Q_p [5]:

$$Q_M = \sum Q_p. \quad (1)$$

Фактическая средняя норма полива после прохода опрыскивателя рассчитывают по формуле

$$m_c = 10h_c, \quad (2)$$

где h_c – средний слой дождя на участке полива, мм.

Равномерность полива опрыскивателя (рис. 1), согласно принятой статистической методологии исследований, оценивали с помощью коэффициента вариации:

$$K_v = \frac{\sigma}{h_c} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где σ – среднее квадратичное отклонение, определяемое по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h_i - h_{cp})^2}{n - 1}}, \quad (4)$$

где h_i , h_{cp} – слой дождя в i -м дождемере и средний на участке полива, мм; n – число измерений слоя дождя, шт.

Давление на входе в опрыскиватель согласно принятой методике определяли по манометру, а также записывали на самописце МТ-10 ГОСТ 1067-70 [6, 7, 10]. Скорость потока воздуха (ветра) в течение опыта замеряли ручным анемометром ГОСТ 6376-74, который устанавливали на расстоянии 10–20 м от опрыскивателя на высоте 2 м (рис. 1).

Диаметр капель, плотность покрытия обрабатываемой поверхности осевшими при распылении рабочей жидкостью каплями характеризуют экономическую, биологическую и экологическую эффективность используемых препаратов. Для проверки равномерности распределения распыленной рабочей жидкостью и плотность покрытия нами использованы индикаторные карточки. Для проведения полевых исследований навесной опрыскиватель ОН-1 (СГАУ) агрегатировали с колесным трактором МТЗ-80 (рис. 2).



Рис. 1. Метеорологический пункт для замера скорости ветра, температуры и относительной влажности воздуха (Метеостанция М-49М с точкой росы)



Рис. 2. Опрыскиватель проводит обработку бермы оросительного канала





Карточки изготавливались из мелованной бумаги, обработанной 3–5%-м раствором парафина в толуоле, согласно ГОСТ 10.6.1-2000.

При определении размеров капель в полевых условиях (при выбранных режимах работы опрыскивателя, желательно в сухих местах при влажности воздуха не выше 80%) индикаторные карточки закреплялись на деревянных рейках на всю ширину захвата опрыскивателя. Крепление карточек производилось при помощи энтологических булавок, прищепок, иголок, скрепок или любого другого держателя.

После прохода опрыскивателя карточки снимались и визуально оценивали качество работы опрыскивателя (рис. 3). Чем больше плотность покрытия обрабатываемой поверхности, тем выше технологическая эффективность опрыскивания.

Для определения размера капель в лабораторных условиях нами были использованы индикаторные водочувствительные карточки, которые при соприкосновении с жидкостью меняют цвет. Для удобства подсчета капель с помощью компьютера проведено увеличение размеров полученных результатов в два раза, и через лупу со встроенной сеточкой, имеющей деления размером 1 мм, осуществляется замер размеров капель и их количество.

Густота покрытия определяется числом капель, осевших на единицу поверхности (шт./см²). Степень покрытия, представляет собой отношение поверхности покрытой каплями жидкости, ко всей поверхности карточки (%).



Рис. 3. Вид индикаторные карточки после прохода опрыскивателя

Отношение следа капли D к ее истинному диаметру d обозначают коэффициентом растекания:

$$K = \frac{D}{d}. \quad (5)$$

Для определения густоты покрытия капель на каждой индикаторной карточке выбирали произвольно не менее трех участков. Результаты подсчетов на каждой карточке вносят в таблицу, а затем определяют среднее число капель N и их диаметр d_{cp} [6, 7]:

$$N = \frac{N_1 + N_2 + \dots + N_n}{n}, \quad (6)$$

где N – количество капель на участке, шт.; n – количество участков, шт.

Средний диаметр капель определяют по формуле

$$d_{cp} = \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_n}{n}. \quad (7)$$

Степень покрытия каплями обрабатываемой поверхности K , %, является важным показателем равномерности распределения, которую рассчитывают по следующей зависимости:

$$K = 100 \frac{\pi}{4S} (d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2) = \frac{25\pi}{S} \sum_{i=1}^n d_i^2, \quad (8)$$

где $d_1, d_2, \dots, d_n$ – диаметры следов капель, мкм; $n_1, n_2, \dots, n_n$ – количество капель каждого размера, шт.; S – исследуемая площадь, мкм².

Дозу внесения жидкости на 1 га в зависимости от среднего размера капель и плотности покрытия рассчитывали по следующей формуле (Веретенников Ю.М., 1988):

$$m = 5,23 \cdot 10^{-7} d^3 NK, \quad (9)$$

где m – норма внесения жидкости, л/га; d – средний диаметр капель, мкм; N – плотность покрытия поверхности, шт./см²; K – коэффициент потерь жидкости (испарение, снос и др.).

Результаты исследований. Экспериментальные исследования распылителей проведены на лабораторной установке (рис. 4) согласно методике описанной ранее. Результаты исследований приведены в табл. 1 и показаны на рис. 6. Исследования подтверждают, что расход рабочей жидкости зависит от рабочего напора, площади проходного сечения распылителя и коэффициента расхода.

Краном устанавливалось необходимое полное давление перед распылителем. Далее на распылителе устанавливали заборный бак, а жидкость по шлангу подается в мерный бак. Объем мерного бака составлял 10 л, время наполнения бака фиксировалось секундомером ГОСТ 1197-70.

Расход воды распылителя определяли по формуле

$$q = \frac{V}{t}, \quad (10)$$

где V – объем воды в мерном баке, л; t – время наполнения бака, с.

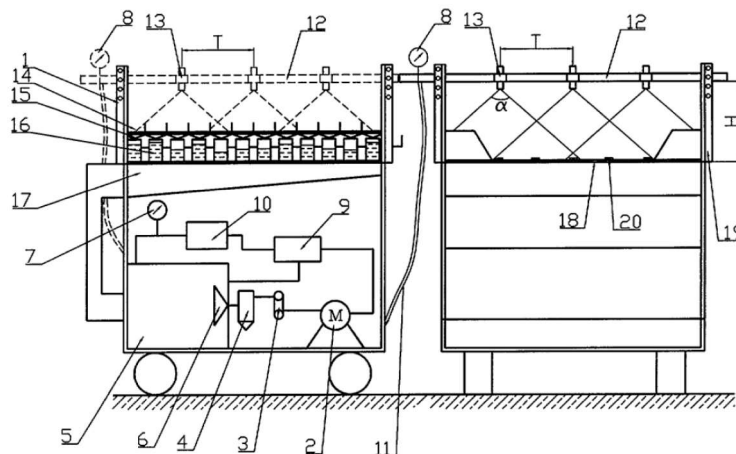


Рис. 4. Схема стенда испытаний распылителей опрыскивателя:
1 – рама; 2 – электродвигатель; 3 – насос; 4 – фильтр; 5 – бак; 6 – гидромешалка;
7–8 – манометры; 9 – регулятор давления; 10 – пульт управления; 11 – гидрокommуникация;
12 – штанга; 13 – распылитель; 14 – стол-классификатор; 15 – носик;
16 – мерные цилиндры; 17 – желоб; 18 – бегой лентой; 19 – стойка; 20 – карточки

При определении максимальной ширины захвата струи распылители «Lechler» типа LU (рис. 5) устанавливались на штанге, на высоте 0,18; 0,29; 0,39; 0,50 м от горизонтальной поверхности (рис. 6). Фактические замеры удельного расхода рабочей жидкости проводилась в трехкратной повторности при давлении 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 и 0,6 МПа.



Рис. 5. Распылитель «Lechler» типа LU

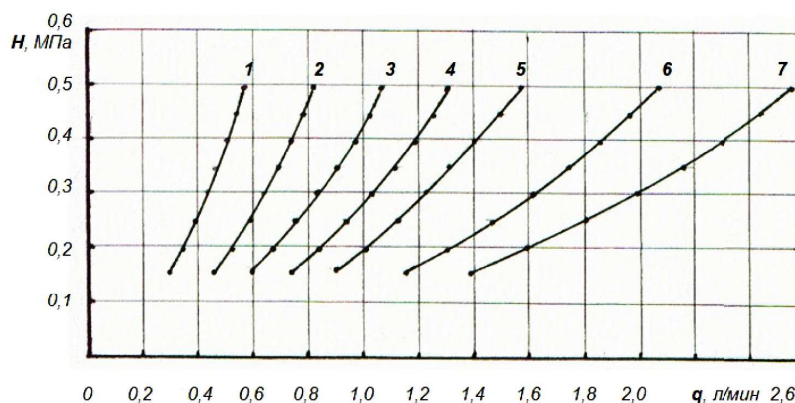


Рис. 6. Расход жидкости распылителей «Lechler» в зависимости от напора и типа распылителя: 1 – тип LU 01; 2 – тип LU 015; 3 – тип LU 02; 4 – тип LU 025; 5 – тип LU 03; 6 – тип LU 04; 7 – тип LU 05

Таким образом, исследованиями установлено, что при увеличении напора с 0,15 до 0,60 МПа расхода жидкости (q , л/мин) распылителей фирмы «Lechler» типа LU возрастает с 0,28 до 2,55 л/мин, а уравнение для расчета расхода жидкости имеет следующий вид:

$$q = \mu f \sqrt{2gH} = \frac{f\sqrt{H}}{A}, \quad (11)$$

где μ – коэффициент расхода щелевого распылителя, $\mu = 0,60\text{--}0,62$; f – площадь сопла распылителя, мм²; H – напор перед распылителем, МПа; A – постоянный коэффициент, $A = 390$.

Исследования показали, что ширина захвата струи зависит от высоты расположения распылителя над поверхностью почвы и коренного угла распыленной струи, который в свою очередь определяется напором струи (табл. 2, рис. 7).



Расход рабочей жидкости в зависимости от типа распылителя и рабочего напора

Тип распылителя	Расход жидкости, л/мин при напоре Н, МПа							
	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
LU 01	0,28	0,32	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,51
LU 015	0,42	0,48	0,54	0,59	0,63	0,68	0,72	0,76
LU 02	0,56	0,65	0,73	0,80	0,86	0,92	0,98	1,03
LU 025	0,70	0,81	0,91	0,99	1,07	1,15	1,22	1,28
LU 03	0,84	0,97	1,08	1,19	1,28	1,37	1,46	1,53
LU 04	1,12	1,29	1,44	1,58	1,71	1,82	1,94	2,04
LU 05	1,34	1,61	1,80	1,97	2,03	2,28	2,42	2,55

Таблица 2

Ширина захвата щелевого распылителя типа LU 04 в зависимости от высоты его установки и напора

Высота установки распылителя, м	Напор, МПа	Коренной угол струи, град.	Ширина захвата струи, м
0,18	0,15	80	0,32
	0,30	89	0,36
	0,50	90	0,37
0,36	0,15	80	0,67
	0,30	88	0,71
	0,50	90	0,72
0,50	0,15	79	0,95
	0,30	89	1,0
	0,50	90	1,02
0,70	0,15	80	1,30
	0,30	90	1,38
	0,50	90	1,42

Результаты исследований показали, что ширина захвата струи B при увеличении высоты установки с 0,18 м до 0,70 м при напоре 0,3 МПа увеличивается с 0,36 до 1,38 м, а при увеличении напора до 0,5 МПа, значение B увеличивается с 0,37 до 1,42 м.

Коренной угол струи с увеличением напора с 0,15 до 0,5 МПа увеличивается незначительно с 80 до 90°. В общем виде уравнение для расчета ширины захвата распылителя можно записать

$$B_p = 2h_p \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \cdot \cos \varphi, \quad (12)$$

где β – коренной угол факела струи, град.; φ – угол наклона плоскости факела к вертикали; h_p – высота установки распылителя, м.

Для обеспечения двойного перекрытия факелов распыла арборицида, шаг расстановки распылителей при высоте расположения 0,5 м должен быть также равен 0,5 м.

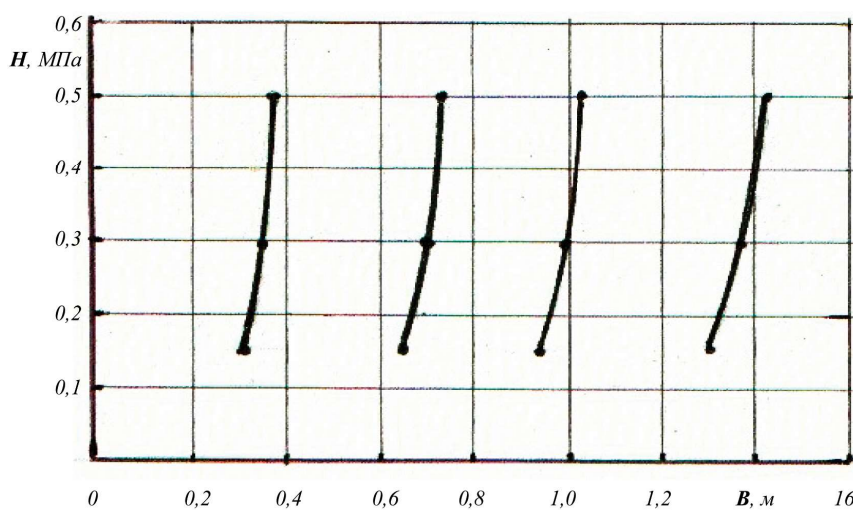


Рис. 7. Изменение ширины захвата струи распылителя в зависимости от высоты (h) его установки и напора: 1 – $h = 0,18$ м; 2 – $h = 0,29$ м; 3 – $h = 0,39$ м; 4 – $h = 0,48$ м

Закключение. Проведенные экспериментальные лабораторные и полевые исследования позволили сделать следующие выводы, о том, что результаты лабораторных исследований показали, что расход жидкости распылителей



при увеличении рабочего давления с 0,15 до 0,60 МПа возрастает с 0,28 до 2,55 л/мин в зависимости от его типа. Ширина захвата факела распыла зависит в основном от высоты установки распылителя и в меньшей степени от рабочего давления. При высоте установки распылителя 0,5 м ширина захвата факела составляет 0,92..1,2 м. При шаге расстановки распылителей 0,5 м на опрыскивателе обеспечивается двойное перекрытие факелов и хорошая равномерность внесения рабочего раствора в тихую погоду. Отсюда следует, что цель исследования оценка агротехнических и гидравлических характеристик распыла при работе различных типов щелевых распылителей достигнута.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдразаков Ф. К., Чуркина К. И., Логашов Д. В. Анализ существующих технологий удаления древесно-кустарниковой растительности на оросительных каналах // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. Рязань, 2020. С. 12–16.
2. Абдразаков Ф. К., Чуркина К. И. Состояние оросительных каналов саратовского Заволжья и пути повышения их эффективности // Аграрный научный журнал. 2020. № 4. С. 68–70.
3. Абдразаков Ф.К. Интенсификация технологий и совершенствование технических средств в мелиоративном производстве. Саратов, 2002. 352 с.
4. Абдразаков Ф.К., В.Н. Мараев Разработка новой техники для очистки каналов от древесно-кустарниковой растительности // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2006. № 3. С. 48–51.
5. Веденяпин, Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных. 3-е изд., доп. и перераб. М., 1973. 199 с.
6. Джонсон Н., Ф. Лион Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. М., 1980. 610 с.
7. Доспехов Б.А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных. М., 1972. 207 с.
8. Ильин В.П., Подшиваев Е. Е. Применение химического метода при реконструкции мелколиственных молодняков // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2014. № 38. С. 77–81.
9. Карпенко Н.П., И.Ф. Юрченко Классификация мероприятий по безопасной эксплуатации мелиоративных систем // Экологическая инженерия. 2016. № 1. С. 58–62.
10. Ковалек Н. С., Ивашнев М. В. Современные направления исследований в области сплошных рубок деревьев и кустарников // ИВД. 2016. № 3. С. 40–42.
11. Красновидов А.Н., Мартынов А. Н. Раундап - радикальное средство борьбы с древесно-кустарниковыми зарослями // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 1999. № 1. С. 24–27.
12. Платонов А.А. Технологические процессы удаления нежелательной растительности различными средствами механизации // Resour. Technol. 2017. № 2. – С. 33–48.
13. Трошин М.А., Николаева А. В., Радченко А. Н., Дунаева А. С. Особенности применения гербицидов для удаления древесно-кустарниковой растительности // Проблемы региональной экологии. 2017. № 1. С. 9–12.
14. Чуркина К.И., Логашов Д. В. Решение проблем удаления древесно-кустарниковой растительности на оросительных каналах путем применения // Сб. науч. трудов по материалам XVIII Междунар. науч.-практ. конф. 2021. С. 82–88.

REFERENCES

1. Abdrazakov F. K., Churkina K. I., Logashov D.V. Analysis of existing technologies of removal of tree and shrub vegetation on irrigation canals. Ryazan. 2020: 12–16.
2. Abdrazakov F.K., Churkina K. I. The state of irrigation canals in Saratov Zavolzhye and ways to improve their effectiveness. *Agrarian Scientific Journal*. 2020; 4: 68–70.
3. Abdrazakov F.K. Intensification of technologies and improvement of technical means in land reclamation production. Saratov, 2002. 352 p.
4. Abdrazakov F.K., Maraev V.N. Development of new equipment for cleaning canals from trees and shrubs. *Bulletin of Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov*. 2006; 3: 48–51.
5. Vedenyapin G.V. General methodology for experimental research and processing of experimental data. Moscow, 1973. 199 p.
6. Johnson N., Lyon F. Statistics and experiment planning in technology and science. Moscow, 1980. 610 p.
7. Dospikhov B.A. Planning of field experience and statistical processing of its data. Moscow, 1972. 207 p.
8. Ilyin V.P., Podshivaev E.E. Application of the chemical method in the reconstruction of small-leaved young forests. *Actual problems of the forest complex*. 2014; 38: 77–81.
9. Karpenko N.P., Yurchenko I.F. Classification of measures for the safe operation of reclamation systems. *Ecological engineering*. 2016; 1: 58–62.
10. Kovalek N. S., Ivashnev M. V. Modern trends of research in the field of clear felling of trees and shrubs. *IVD*. 2016; 3: 40–42.
11. Krasnovidov A.N., A.N. Martynov Roundup – a radical means of combating tree and shrub thickets. *Proceedings of the St. Petersburg Research Institute of Forestry*. 1999; 1: 24–27.
12. Platonov A.A. Technological processes for removing unwanted vegetation by various means of mechanization. *Resour. Technol*. 2017; 2: 33–48.
13. Troshin M.A., Nikolaeva A.V., Radchenko A.N., Dunaeva A.S. Features of the use of herbicides to remove tree and shrub vegetation. *Problems of regional ecology*. 2017; 1: 9–12.
14. Churkina K.I., Logashov D.V. Solving the problems of removing tree and shrub vegetation on irrigation canals by using it. *Scientific works based on materials of the XVIII Intern. scientific-practical. conf*. 2021; 82–88.

Статья поступила в редакцию 08.10.2021; одобрена после рецензирования 22.10.2021; принята к публикации 11.11.2021.
The article was submitted 08.10.2021; approved after reviewing 22.10.2021; accepted for publication 11.11.2021.

