

Влияние субклинического и клинического мастита на процесс молокоотдачи коров ярославской породы

Дмитрий Юрьевич Павкин,
кандидат технических наук,
e-mail: dimqaqa@mail.ru;
Артем Рустамович Хакимов,
аспирант, младший научный сотрудник,
e-mail: arty.hv@gmail.com;

Федор Евгеньевич Владимиров,
научный сотрудник,
e-mail: fvladimirov21@gmail.com;
Сергей Сергеевич Юрочка,
младший научный сотрудник,
e-mail: yurochkaSR@gmail.com

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Проанализировали процесс доения здоровых коров и с заболеванием мастита по таким параметрам, как средний разовый удой, скорость молокоотдачи, длительность доения, для оценки различий между ними и необходимости использовать отличные от стандартных методы доения. (*Цель исследования*) Изучить влияние мастита на молокоотдачу коров и разработать рекомендации по доению заболевших животных. (*Материалы и методы*) Сформировали три группы животных по результатам теста на мастит: первая – здоровые, вторая – с субклиническим маститом, третья – с клинической формой заболевания. Провели контрольные дойки для сбора данных. Результаты скорости молокоотдачи фиксировали каждые 15 секунд доения. (*Результаты и обсуждение*) Выявили значительные различия между группами в скорости молокоотдачи (1,90; 0,89 и 0,49 килограмма в минуту соответственно) и продолжительности доения (281; 375 и 294 секунды). (*Выводы*) Определили, что в случае субклинического мастита доение наиболее продолжительное (в среднем 375 секунд). Отметим смещение пика скорости молокоотдачи со второй минуты доения на третью по сравнению со здоровыми животными. Выявили, что в случае клинического мастита длительность доения (295 секунд) меньше, чем при субклиническом, но при этом практически отсутствует пик скорости молокоотдачи. Подтвердили необходимость смещать режим интенсивного доения животного с субклиническим маститом на 30-45 секунд, а также использовать щадящий режим доения для коров с клиническим маститом.

Ключевые слова: производство молока, доение коров, продолжительность доения, мастит, скорость молокоотдачи.

■ **Для цитирования:** Павкин Д.Ю., Хакимов А.Р., Владимиров Ф.Е., Юрочка С.С. Влияние субклинического и клинического мастита на процесс молокоотдачи коров ярославской породы // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2022. Т. 16. №3. С. 62-66. DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-3-62-66. EDN YEHYGC.

Research Into the Influence of Clinical and Subclinical Mastitis on the Milk Flow Rate of the Yaroslavl Breed Cows

Dmitriy Yu. Pavkin,
Ph.D.(Eng.), e-mail: dimqaqa@mail.ru;
Artem R. Khakimov,
Ph.D. student (Eng.), junior researcher,
e-mail: arty.hv@gmail.com;

Fedor E. Vladimirov,
researcher, e-mail: fvladimirov21@gmail.com;
Sergey S. Yurochka,
junior researcher, e-mail: yurochkaSR@gmail.com

Abstract. The process of milking healthy cows and those with mastitis is analyzed in terms of such parameters as average one-time milk yield, milk flow rate, milking duration to assess their differences and the need to use alternative milking methods. (*Research purpose*) To study the impact of mastitis on the milk yield of cows and develop recommendations for milking diseased animals. (*Materials and methods*) Three groups of animals were formed according to the mastitis test results: the first group included healthy cows, the second one those with subclinical mastitis, and the third one included the cows with the clinical form of the disease. The data were collected by control milkings and the milk flow rate results were recorded every 15 seconds. (*Results and discussion*) The results revealed significant differences for the tree groups, both in the rate of milk flow (1.90; 0.89 and 0.49 kilograms per minute, respectively) and the duration of milking (281; 375 and 294 seconds, respectively). (*Conclusions*) The longest milking duration is detected in the case of subclinical mastitis, (375 seconds on average). There is a shift in the peak of the milk flow rate from the second minute of milking to the third in comparison with healthy animals. In the case of clinical mastitis,

the milking duration (295 seconds) proves to be less than the subclinical one, while there is practically no peak in the rate of milk flow. It is confirmed that there is a necessity to shift the intensive milking mode by 30-45 seconds for an animal with subclinical mastitis, as well as to use a gentle milking mode for cows with clinical mastitis.

Keywords: milk production, milk yield, milking of cows, milking duration, mastitis, milk flow rate.

For citation: Pavkin D.Yu., Khakimov A.R., Vladimirov F.E., Yurochka S.S. Vliyaniye subklinicheskogo i klinicheskogo mastita na protsess molokoотdachi korov yaroslavskoy porody [Research into the influence of clinical and subclinical mastitis on the milk flow rate of the Yaroslavl breed cows]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2022. Vol. 16. N3. 62-66 (In Russian). DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-3-62-66. EDN YEHYGC.

Растущий мировой спрос на молочные продукты вызывает необходимость увеличения среднего надоя молока на одну корову [1-3]. Важно отслеживать не только объемы удоев, скорость молокоотдачи, параметры производимого молока, но и общее состояние животных, обеспечив своевременное и эффективное лечение [4-5].

Мастит – наиболее распространенное заболевание, которое влияет на продуктивность животных и качество молока [6]. Около 60-70% всех противомикробных препаратов, применяемых на молочных фермах, используют для профилактики и лечения мастита [7]. Его раннее обнаружение, проводимое быстрым автоматическим мониторингом, может стать способом повышения эффективности фермы [8]. Мастит наносит наибольший ущерб хозяйству, поскольку молоко становится непригодным к употреблению [9-11]. Это заболевание непосредственно влияет на технические характеристики и гигиеническое качество молока, опосредованно изменяя его внутренние качества, увеличивая количество соматических клеток [12-13].

Клинический мастит характеризуется внезапным началом с покраснением и отеком вымени. Молоко пораженной четверти содержит хлопья или сгустки, может иметь водянистую консистенцию. Субклинический мастит, напротив, характеризуется отсутствием видимых признаков в молоке или вымени [14]. Тем не менее, заболевание приводит к снижению выработки молока (хотя и не так сильно, как в клинических случаях) и увеличению вероятности плоскоклеточного рака [15]. Субклинический мастит встречается в 15-40 раз чаще, чем клиническая форма, и его продолжительность выше [16]. Кроме того, эту форму заболевания труднее обнаружить, а инфицированное животное служит резервуаром возбудителей, распространяющих инфекцию вымени среди животных в стаде.

Следствие заболевания маститом – сокращение удоев и скорости молокоотдачи, при неправильном и несвоевременном лечении сниженный удой остается навсегда. Лечение мастита в основном включает использование антибиотиков, хотя к этим препаратам добавляют глюкокортикоиды, такие как преднизолон [17]. Они помогают повысить целостность гемато-мо-

лочного барьера и восстановить сниженное качество молока, вызванное маститом [18].

Цель исследования – изучение влияния заболевания коров маститом на скорость молокоотдачи и определение целесообразности использования щадящего режима доильной установки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Исследование проводили в октябре 2021 г. в помещении с привязным содержанием 250 коров ярославской породы. Кормление – с кормового стола, смешанным рационом в соответствии с периодом лактации. Температура воды для питья 15°C. Утренняя дойка проводилась с 5:00 до 8:00, вечерняя – с 17:00 до 19:00. Средний разовый удой учитывали по 2 утренним и 2 вечерним дойкам. Заболевшие животные выявлены ветврачом на основании осмотра и теста на мастит.

Сформировали 3 группы животных на 5-6 мес. лактации:

- первая (контроль), здоровые животные – 11 гол., средний разовый удой 8,9 кг;
- вторая, с субклиническим маститом – 8 гол., удой 5,4 кг;
- третья, с клиническим маститом – 7 гол., удой 2,5 кг.

Доение – с применением вакуумной линии, выдающей стабильно 47+1 кПа в качестве уровня номинального вакуумметрического давления, с перепадом не более ±2,5 кПа. Для каждой группы использовали отдельные доильные ведра ДАС-2В. Объем надоев молока учитывали через каждые 15 с.

Скорость молокоотдачи определяли по формуле:

$$\Delta V_m = \frac{Q_{\Delta t}}{t},$$

где ΔV_m – скорость молокоотдачи;

$Q_{\Delta t}$ – удой молока в промежуток времени, кг;

t – время доения, с.

Для повышения наглядности графики результатов измерений для всех групп построили в общих координатах (рисунок). Вид кривых позволяет визуально оценить как изменение скорости молокоотдачи, так и отличия в длительности доения.

Поскольку исследование направлено на изучение скорости молокоотдачи коров в реальных условиях молочной фермы, животных не заражали маститом, а исследовали только заболевших по естественным причинам.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. Результаты контрольной группы приняты за образец нормальных удоев и скорости молокоотдачи (рисунк).

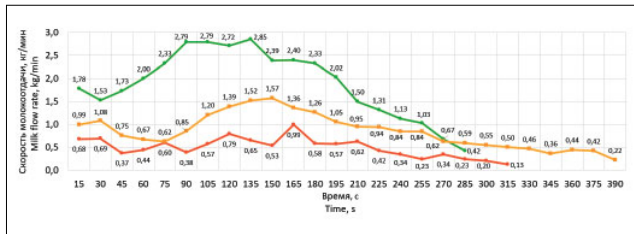


Рис. Средняя скорость молокоотдачи: — первая группа (контроль); — вторая (субклинический мастит); — третья (клинический мастит)

Fig. Average milk flow rate: — the first group (healthy or control group); — the second group (subclinical mastitis); — the third group (clinical mastitis)

Первой отметкой результатов измерения скорости молокоотдачи стала 15-я секунда, затем каждые 15 с до 285-й секунды для большинства. У двух животных из группы доение завершилось за 255 и 270 с. Среднее время доения в первой группе составило 281 с. В среднем 88% разового удоя здоровое животное отдает за первые 4 мин доения. Средний разовый удой — 8,9 кг, скорость молокоотдачи — 1,9 кг/мин (дисперсия 0,30, стандартное отклонение 0,530 кг/мин).

помощью критерия Стьюдента при уровне значимости $p < 0,05$ при сравнении двух пар выборок (здоровые — субклиника, степени свободы $df=19$; здоровые — клиника, степени свободы $df=16$) и показала для обоих случаев $t \ll t_{кр}$, чем подтвердила нулевую гипотезу о достоверности различий между выборками.

Определено значительное влияние мастита на скорость молокоотдачи относительно здоровых животных: для субклинического мастита падение средней скорости молокоотдачи составило 53%, для клинического — 74%, средняя длительность доения увеличивается, соответственно, до 133 и 105% от нормы.

С учетом различий в скорости молокоотдачи лучше доить больных животных по алгоритму, отличному от стандартного при обслуживании здоровых коров. Нет необходимости в применении режима интенсивного доения доильной установки. Для животных из второй группы режим интенсивного доения оправдан, но должен быть короче и смещен относительно контроля на 30-45 секунд, что подтверждено расчетом процентных показателей скорости молокоотдачи первых четырех минут (таблица) и наглядно видно на графическом изображении (рисунок).

У животных первой группы в 1-ю минуту доения после первого 15-секундного этапа скорость молокоотдачи незначительно снижается, затем начинается резкий рост и вход в пик интенсивности. Он длится

Группы Groups	1-я минута 1st minute	2-я минута 2nd minute	3-я минута 3rd minute	4-я минута 4th minute
1-я (контроль) / 1st (healthy or control group)	66	100	94	56
2-я (субклинический мастит) / 2nd (subclinical mastitis)	61	71	100	66
3-я (клинический мастит) / 3rd (clinical mastitis)	80	86	100	71

В первую минуту скорость молокоотдачи составляет 1,76 кг/мин, затем растет до пиковой 2-й минуты доения с показателем 2,66 кг/мин, далее снижается до 2,49 кг/мин на 3-й минуте и резко падает на 4-й минуте до 1,49 кг/мин, после чего опускается до 0.

В группе с субклиническим маститом 91% среднего разового удоя животное отдает в первые 5 мин. Средний разовый удой составил 5,4 кг, скорость молокоотдачи — 0,89 кг/мин, минимальные значения внутри группы 80%, максимальные — 136% (дисперсия 0,16, стандартное отклонение 0,373 кг/мин).

В первую минуту скорость молокоотдачи равна 0,87 кг/мин, на 2-й минуте увеличивается до 1,02 кг/мин, на 3-й — достигает пика 1,43 кг/мин и затем снижается до 0,95 кг/мин на 4-й минуте доения.

В группе с клиническим маститом 92% удоев животное отдает за первые 4 мин. Средний разовый удой — 2,5 кг, скорость молокоотдачи — 0,49 кг/мин (дисперсия 0,03, стандартное отклонение 0,18 кг/мин).

Проверка достоверности результатов проведена с

около 2 мин и значительно (на 40-50%) превосходит показатели до и после пика. После 4-й минуты доения скорость молокоотдачи резко, менее чем за минуту, падает до 0.

У второй группы выявлен более короткий пик скорости молокоотдачи — длительностью около 1 мин. Скорость молокоотдачи на пике на 30-40% превышает этот показатель до и после пика. После 4-й минуты она постепенно снижается в течение 2 мин и более.

У третьей группы не выявлено выраженного пика скорости молокоотдачи. Она примерно одинакова в первые 3 мин и затем постепенно снижается в последующие 2 мин.

Установлено, что переход на основной режим доения (частота пульсаций 60 мин^{-1} ; соотношение тактов сосание/сжатие 70:30) допустим для животных с субклиническим маститом на меньший период — со 2-й по 4-ю минуты доения. У коров с клинической формой мастита рекомендуется применять ща-

дящий режим доения (60 мин^{-1} ; 50:50).

Выводы. Провели подробный анализ процесса доения маститных коров с оценкой скорости молокоотдачи каждые 15 сек. Выявили, что длительность доения коров с субклиническим маститом (в среднем 375 сек) значительно превышает таковую у коров с клиническим маститом (в среднем 294 сек). Определили, что для животных с субклиническим маститом необходимо смещать режим интенсивного доения на 30-45 сек, а также применять его с меньшей длитель-

ностью. Для животных с клиническим маститом интенсивное доение не рекомендуется, поскольку отсутствует фаза интенсивной молокоотдачи и может быть нанесен лишний вред вымени животного.

Работа выполнена при поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации на право получения гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук – МК-2513.2022.4.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Burmistrov D.E., Pavkin D.Y., Khakimov A.R., Ignatenko D.N., Nikitin E.A., Lednev V.N., Lobachevsky Y.P., Gudkov S.V., Zvyagin A.V. Application of Optical Quality Control Technologies in the Dairy Industry: An Overview. *Photonics*. 2021. 8. 551.
2. Кирсанов В.В., Павкин Д.Ю., Рузин С.С., Тарасова Е.И. Контроль и управление при почетвертном машинном доении коров // *Агроинженерия*. 2020. N4(98). С. 15-20.
3. Visioli F., Strata A. Milk, Dairy Products, and Their Functional Effects in Humans: A Narrative Review of Recent Evidence. *Advances Nutrition*. 2014. 5. 131-143.
4. Aernouts B., Polshin E., Lammertyn J., Saeys W. Visible and near-infrared spectroscopic analysis of raw milk for cow health monitoring: Reflectance or transmittance? *Journal of Dairy Science*. 2011. 94. 5315-5329.
5. Evangelista C., Basirico L., Bernabucci U. An Overview on the Use of Near Infrared Spectroscopy (NIRS) on Farms for the Management of Dairy Cows. *Agriculture*. 2021. 11. 296.
6. Jamali H., Barkema H.W., Jacques M., Levallée-Bourget E., Malouin F., Saini V., Stryhn H., Dufour S. Invited review: Incidence, risk factors, and effects on clinical mastitis recurrence in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2018. 101. 4729-4746.
7. Stevens M., Piepers S., De Vlieghe S. Mastitis prevention and control practices and mastitis treatment strategies associated with the consumption of (critically important) antimicrobials on dairy herds in Flanders, Belgium. *Journal of Dairy Science*. 2016. 99. 2896-2903.
8. Hovinen M., Siivonen J., Taponen S., Hanninen, L. Detection of Clinical Mastitis with the Help of a Thermal Camera. *Journal of Dairy Science*. 2008. 91. 12. 4592-4598.
9. Bezman D., Lembierskiy-Kuzin L., Katz G., Merin U., Leitner G. Influence of intramammary infection of a single gland in dairy cows on the cow's milk quality. *Journal of Dairy Research*. 2015. 82. 304-311.
10. Sánchez-Macías D., Morales-de la Nuez A., Torres A., Hernández-Castellano L.E., Jiménez-Flores R., Castro N., Argüello A., Effects of somatic cells to carpine milk on cheese quality. *International Dairy Journal*. 2013. 29. 61-67.
11. Sánchez-Macías D., Hernández-Castellano L.E., Morales-de la Nuez A., Herra-Chávez B., Argüello A., Castro N. Somatic cells: A potential tool to accelerate low-fat goat cheese ripening. *International Dairy Journal*. 2020. 102.
12. Halasa T., Huijps K., Østerås O., Hogeveen H. Economic effects of bovine mastitis management: A review. *Veterinary Quarterly*. 2007. 29. 18-31.
13. Воробьева С.С. Количество соматических клеток в молоке ярославских чистопородных коров в зависимости от удоя молока и скорости молокоотдачи // *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2019. N3(28). С. 78-82.
14. Ruegg P. 100-Year Review: Mastitis detection, management, and prevention. *Journal of Dairy Science*. 2017. 100. 10381-10397.
15. Kul E., Şahin A., Atasever S. The effects of somatic cell count on milk yield and milk composition in Holstein cows. *Veterinarski arhiv*. 2019. 89. 143-154.
16. Seegers H., Fourichon C., Beaudeau F. Review article: Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. *Veterinary Research*. 2003. 34. 475-491.
17. Sipka A.A., Gurjar A., Klaessig S., Duhamel G.E., Skidmore A., Swinkels J., Cox P., Schukken Y. Prednisolone and cefapirin act synergistically in resolving experimental Escherichia coli mastitis. *Journal of Dairy Science*. 2013. 95. 4406-4418.
18. Wall S.K., Hernández-Castellano E., Ahmadpour A., Bruckmaier R.M., Wellnitz O. Differential glucocorticoid-induced closure of the blood-milk barrier during lipopolysaccharide- and lipoteichoic acid-induced mastitis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2016. 99. 7544-7553.

REFERENCES

1. Burmistrov D.E., Pavkin D.Y., Khakimov A.R., Ignatenko D.N., Nikitin E.A.; Lednev V.N., Lobachevsky Y.P., Gudkov S.V., Zvyagin A.V. Application of Optical Quality Control Technologies in the Dairy Industry: An Overview. *Photonics*. 2021. 8. 551 (In English).
2. Kirsanov V.V., Pavkin D.Yu., Ruzin S.S., Tarasova E.I. Kontrol' i upravlenie pri pochetvertnom mashinnom doenii korov [Monitoring and controlling machine cow milking by udder quarters]. *Agroinzheneriya*. 2020. N4(98). 15-20 (In Russian).

3. Visioli F., Strata A. Milk, Dairy Products, and Their Functional Effects in Humans: A Narrative Review of Recent Evidence. *Advances Nutrition*. 2014. 5. 131-143 (In English).
4. Aernouts B., Polshin E., Lammertyn J., Saeys W. Visible and near-infrared spectroscopic analysis of raw milk for cow health monitoring: Reflectance or transmittance? *Journal of Dairy Science*. 2011. 94. 5315-5329 (In English).
5. Evangelista C., Basiricò L., Bernabucci U. An Overview on the Use of Near Infrared Spectroscopy (NIRS) on Farms for the Management of Dairy Cows. *Agriculture*. 2021. 11. 296 (In English).
6. Jamali H., Barkema H.W., Jacques M., Levallée-Bourget E., Malouin F., Saini V., Stryhn H., Dufour S. Invited review: Incidence, risk factors, and effects on clinical mastitis recurrence in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2018. 101. 4729-4746 (In English).
7. Stevens M., Piepers S., De Vliegher S. Mastitis prevention and control practices and mastitis treatment strategies associated with the consumption of (critically important) antimicrobials on dairy herds in Flanders, Belgium. *Journal of Dairy Science*. 2016. 99. 2896-2903 (In English).
8. Hovinen M., Siivonen J., Taponen S., Hanninen, L. Detection of Clinical Mastitis with the Help of a Thermal Camera. *Journal of Dairy Science*. 2008. 91. 12. 4592-4598 (In English).
9. Bezman D., Lembierskiy-Kuzin L., Katz G., Merin U., Leitner G. Influence of intramammary infection of a single gland in dairy cows on the cow's milk quality. *Journal of Dairy Research*. 2015. 82. 304-311 (In English).
10. Sánchez-Macías D., Morales-delaNuez A., Torres A., Hernández-Castellano L.E., Jiménez-Flores R., Castro N., Argüello A., Effects of somatic cells to carpine milk on cheese quality. *International Dairy Journal*. 2013. 29. 61-67 (In English).
11. Sánchez-Macías D., Hernández-Castellano L.E., Morales-delaNuez A., Herra-Chávez B., Argüello A., Castro N. Somatic cells: A potential tool to accelerate low-fat goat cheese ripening. *International Dairy Journal*. 2020. 102 (In English).
12. Halasa T., Huijps K., Østerås O., Hogeveen H. Economic effects of bovine mastitis management: A review. *Veterinary Quarterly*. 2007. 29. 18-31 (In English).
13. Vorob'eva S.S. Kolichestvo somaticheskikh kletok v moloche yarovskikh chistopородnykh korov v zavisimosti ot udoya moloka i skorosti molokootdachi [The number of somatic cells in milk of yarovsk purebred cows depending on milk yield and milk-return rate]. *Agrarnyy vestnik Verkhnevolzh'ya*. 2019. N3(28). 78-82 (In Russian).
14. Ruegg P. 100-Year Review: Mastitis detection, management, and prevention. *Journal of Dairy Science*. 2017. 100. 10381-10397 (In English).
15. Kul E., Şahin A., Ataserver S. The effects of somatic cell count on milk yield and milk composition in Holstein cows. *Veterinarski arhiv*. 2019. 89. 143-154 (In English).
16. Seegers H., Fourichon C., Beaudeau F. Review article: Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. *Veterinary Research*. 2003. 34. 475-491 (In English).
17. Sipka A.A., Gurjar A., Klaessig S., Duhamel G.E., Skidmore A., Swinkels J., Cox P., Schukken Y. Prednisolone and cefapirin act synergistically in resolving experimental *Escherichia coli* mastitis. *Journal of Dairy Science*. 2013. 95. 4406-4418 (In English).
18. Wall S.K., Hernández-Castellano E., Ahmadpour A., Bruckmaier R.M., Wellnitz O. Differential glucocorticoid-induced closure of the blood-milk barrier during lipopolysaccharide- and lipoteichoic acid-induced mastitis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2016. 99. 7544-7553 (In English).

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Заявленный вклад соавторов:

Павкин Д.Ю. – научное руководство, формулирование основных направлений исследования;

Хахимов А.Р. – литературный анализ, обработка результатов исследования, формирование текста и общих выводов;

Владимиров Ф.Е. – исследование молокоотдачи маститных коров, доработка текста и общих выводов;

Юрочка С.С. – исследование молокоотдачи маститных коров, доработка текста, визуализация.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Coauthors' contribution:

Pavkin D.Yu. – scientific guidance, formulating the research main directions;

Khakimov A.R. – literature review, processing of the research results, formatting general conclusions;

Vladimirov F.E. – investigating the milk flow rate and yield of mastitis cows, finalizing the manuscript and general conclusions;

Yurochka S.S. – investigating the milk flow rate and yield of mastitis cows, finalizing the manuscript, visualization.

The authors read and approved the final manuscript.

Статья поступила в редакцию

Статья принята к публикации

The paper was submitted to the Editorial Office on

The paper was accepted for publication on

30.05.2022

02.08.2022