

двумя ведущими колесами // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1957. – № 5. – С. 8–12.

10. Чудаков Д.А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля. – М.: Колос, 1972. – 133 с.

11. Чудаков Д.А. Тяговая динамика и мощностной баланс тракторов с четырьмя ведущими колесами: сб. науч. трудов. – Минск, 1959. – Вып. 2.

12. Чудаков Е.А. Циркуляция мощности в системе бездифференциальной тележки с эластичными колесами. – М.; Л.: Академия наук, 1974. – 215 с.

13. Ярмошевич Ю.И. Тяговая динамика трактора с четырьмя ведущими колесами. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1962. – № 2. – С. 13–15.

Коцарь Юрий Алексеевич, д-р техн. наук, проф. кафедры «Процессы и сельскохозяйственные машины в АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Ниткин Алексей Анатольевич, аспирант кафедры «Процессы и сельскохозяйственные машины в АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Кочегарова Ольга Сергеевна, канд. пед. наук, доцент кафедры «Математика и математическое моделирование», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410056, г. Саратов, ул. Советская, 60.

Тел.: (8452) 74-96-59.

Ключевые слова: трактор; сдвоенные шины; особенности эксплуатации; КПД.

FEATURES OF OPERATION OF TRACTORS ON TWIN TIRES

Kotsar Yuri Alekseevich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair "Processes and Agricultural Machinery in Agriculture", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Nitkin Alexey Anatoljevich, Post-graduate Student of the chair "Processes and Agricultural Machinery in Agriculture", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Kochegarova Olga Sergeevna, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the chair "Mathematics and Ma-

thematical Modelling", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: tractor; twin tires; operation features; efficiency.

The paper considers the fundamental features of wheeled tractors, their advantages and disadvantages, as well as the features of the performance indicators of a wheeled tractor on twin tires.

УДК 621.436

АНАЛИЗ ПУТЕЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КАЧЕСТВА ОЧИСТКИ МОЛОЧНЫХ ЛИНИЙ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВОК НА ОСНОВАНИИ АПРИОРНОГО РАНЖИРОВАНИЯ ФАКТОРОВ

МАСЛОВ Максим Михайлович, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет

На основании анализа анкет была составлена матрица рангов факторов. С целью проверки результатов был рассчитан коэффициент конкордации, который составил 0,89, что свидетельствует о согласованности мнений экспертов. Для определения точности полученных результатов был рассчитан критерий Пирсона $\chi^2=64,08$. В связи с тем, что величина коэффициента конкордации существенно больше нуля, а табличное значение критерия Пирсона меньше расчетного значения, можно с 95%-й вероятностью утверждать, что согласованность исследователей является не случайной. По результатам проведенного исследования, на достижение надлежащего состояния молочных линий после их санитарной обработки наибольшее влияние оказывают технология промывки (X_1), использование механических очистителей (X_2) и своевременность проведения ТО-2 (X_3).

Введение. Молоко высокого качества является ценным питательным продуктом и сырьем для выработки высококачественных продуктов, входящих в потребительскую корзину: масла, сыра, молочных консервов и кисломолочной продукции [2].

Молоко обладает благоприятной средой для размножения бактерий и микроорганизмов. Чтобы получить представление о качестве молока и его питательной ценности, его исследуют на чистоту, плотность, кислотность, содержание жира и белка, а также на бактериальную обсемененность [3, 4], проявляющуюся в результате не-

качественной очистки вымени, соприкосновения молока с воздухом и стенками молочного оборудования. Негативное влияние бактериальной обсемененности на качество молока отмечается в работах отечественных и зарубежных исследователей [1, 5–8, 14, 16, 17]. Согласно исследованиям данных авторов, сохранение свойств молока возможно при числе микроорганизмов менее 200 тыс. в 1 см³. При достижении уровня обсемененности свыше 1 млн в 1 см³ происходит необратимое ухудшение качества молока.

Наибольшее влияние на уровень бактериальной обсемененности оказывают санитарное





состояние доильного оборудования и его своевременное охлаждение [16]. Если санитарное состояние доильного оборудования неудовлетворительное, то дальнейшее охлаждение обсеменного молока не даст ожидаемых результатов. Таким образом, на данный показатель непосредственно влияет качество очистки молокопроводов доильных установок.

Для того чтобы повысить сортность молока, необходимо применять технологии, позволяющие сохранить качество заготавливаемого молока, повысить его путем снижения начальной бактериальной обсемененности.

В данной работе в качестве предмета исследования выступали только линейные типы доильных установок, так как они установлены в большинстве молочных ферм Нижегородской области.

Целью исследования является подбор факторов и уровней их варьирования, оказывающих наибольшее влияние на качество очистки молокопроводов доильных установок, для определения направления совершенствования.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: составить матрицу рангов и рассчитать их суммы; рассчитать среднее значение сумм рангов по каждому фактору; определить коэффициент конкордации; согласованность результатов исследований; выявить факторы, оказывающие наибольшее влияние на качество очистки.

Методика исследований. Для определения влияния факторов на качество очистки был выбран метод априорного ранжирования, основанный на экспертной оценке факторов группой специалистов, компетентных в исследуемой области.

На основании рекомендаций [13, 15] в ходе работы с целью подбора факторов и определения величины их влияния на отклик, а также для сокращения объема экспериментальных исследований проводили «психологический экспери-

мент» или априорное ранжирование (метод экспертных оценок).

Восьми привлеченным специалистам был предложен ряд факторов, оказывающих различное влияние на качество очистки молокопроводов доильных установок. В качестве экспертов, которые участвовали в подборе факторов и уровней их варьирования, нами были выбраны кандидаты и доктора наук по специальностям 05.20.01, а также инженерно-технические работники сельскохозяйственных предприятий. Специалистам необходимо было дополнить (или заменить) имеющийся ряд факторов, а также расположить их в порядке убывания степени влияния их на отклик и назначить (либо скорректировать) уровни варьирования. Факторы и уровни варьирования, полученные по результатам опроса специалистов, представлены в табл. 1.

Результаты исследований. В зависимости от мнений опрашиваемых специалистов была составлена матрица рангов, в которой отражалась сила влияния факторов на отклик. В ходе составления матрицы с целью выявления согласованности мнений специалистов определяли коэффициент конкордации, его значимость, сумму квадратов отклонений и среднее значение сумм рангов по каждому фактору.

В табл. 2 представлены итоги опроса и проводимых расчетов.

Расчет среднего значения сумм рангов по каждому фактору [13, с. 55]:

$$L = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m a_{ij}}{k}, \quad (1)$$

где k – число факторов; m – число опрашиваемых специалистов; a_{ij} – ранг (порядковый номер при опросе) i -го фактора у j -го специалиста.

Среднее значение сумм рангов составит

$$L = \frac{438}{10} = 43,8.$$

Таблица 1

Факторы и уровни их варьирования

Обозначение	Фактор	Уровень варьирования	
		нижний	верхний
X_1	Концентрация моющего средства, %	0	3
X_2	Длина молокопровода, м	100	200
X_3	Жесткость воды, г экв./кг	0	8
X_4	Технология (время) промывки, мин	20	50
X_5	Шероховатость молокопровода, мм	0,01	0,15
X_6	Срок использования доильных установок, лет	0	7
X_7	Своевременность проведения ТО-1	0	1
X_8	Своевременность проведения ТО-2	0	1
X_9	Применение механических очистителей	0	1
X_{10}	Колебание вакуума	0	2,7

Матрица алгоритма определения коэффициента конкордации

Специалист, №	Фактор									
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
1	3	5	7	2	6	9	10	4	1	8
2	2	6	5	1	8	10	7	4	3	9
3	1	5	6	2	7	9	8	3	4	8
4	4	3	6	1	7	10	8	5	2	9
5	1	5	6	2	7	10	8	4	3	9
6	2	5	6	1	8	9	8	4	3	10
7	2	7	5	3	6	9	7	1	4	10
8	3	5	6	1	7	10	8	2	4	9
$\sum_{j=1}^{j=m} a_{ij}$	18	41	47	13	56	76	64	27	24	72
$\Delta i = \sum_{j=1}^{j=m} a_{ij} - L$	-25,8	-2,8	3,2	-30,8	12,2	32,2	20,2	-16,8	-19,8	28,2
Δi^2	665,64	7,84	10,24	948,64	148,84	1036,84	408,04	282,24	392,04	795,24

На рисунке представлена средняя априорная диаграмма рангов.

Расчет среднего значения сумм рангов по каждому фактору [13, с. 55]:

$$S = \sum_{i=1}^k \left(\sum_{j=1}^m a_{ij} - L \right)^2. \quad (2)$$

По итогам расчетов табл. 1 сумма квадратов отклонений равна 4695,6.

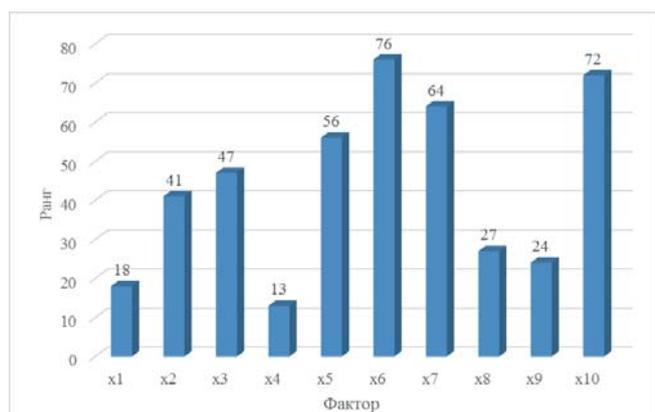
Определение коэффициента конкордации [13, с. 55]:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2(k^3 - k)}. \quad (3)$$

Коэффициент конкордации составит:

$$W = \frac{12 \cdot 4695,6}{8^2(10^3 - 10)} = 0,89.$$

Коэффициент конкордации является мерой согласованности мнений экспертов.



Средняя априорная диаграмма рангов:
--- средняя сумма рангов $L = 43,8$

Коэффициент конкордации может изменяться от 0 до 1. Если $W < 0,2-0,4$, согласованность экспертов слабая, если $W > 0,6-0,8$, согласованность экспертов сильная.

Значимость полученного значения определяют по критерию Пирсона χ^2 , который рассчитывают по [13, с. 56]:

$$\chi^2 = m(k-1) \cdot W. \quad (4)$$

В нашем случае расчетное значение критерия составит

$$\chi^2 = 8 \cdot (10-1) \cdot 0,89 = 64,08.$$

По таблице, указанной в [13, с. 162], в соответствии с количеством степеней свободы 9 и при уровне значимости 0,05 теоретическое значение данного коэффициента будет меньше расчетного ($16,94 < 64,08$).

В связи с тем, что величина коэффициента конкордации существенно больше нуля, а табличное значение критерия Пирсона меньше расчетного значения, можно с 95%-й вероятностью утверждать, что согласованность исследователей является не случайной.

Выбор наиболее значимых факторов осуществляли по сумме рангов

$$\sum_{j=1}^{j=m} a_{ij}$$

которая присваивалась факторам после обработки полученных по результатам опроса специалистов данных. Чем меньше значение суммы рангов, тем большее влияние оказывает рассматриваемый фактор на отклик, по мнению опрашиваемых специалистов.

Заключение. Результаты априорного ранжирования свидетельствуют о том, что наибольшее влияние на качество очистки молокопроводов, по мнению опрашиваемых специалистов, оказы-



вают следующие факторы:

- X_1 – концентрация моющего средства;
- X_2 – длина молокопровода;
- X_4 – технология (время) промывки;
- X_8 – своевременность проведения ТО-2;
- X_9 – применение механических очистителей.

При этом, фактор X_1 (концентрация моющего средства) регламентируется заводом-изготовителем моющего средства, не допускается изменение значений относительно заданных, а фактор X_2 (длина молокопровода) зависит от типа доильной установки, то есть конкретных производственных условий и не варьируется.

Фактор X_4 (технология (время) промывки) имеет прямую зависимость с качеством очистки, однако он регламентируется заводом-изготовителем и его увеличение существенно сказывается на себестоимости работ.

Ряд авторов [9, 10, 11, 15] отмечают возможность применения механических очистителей с активными рабочими органами, позволяющих сократить себестоимость промывки за счет уменьшения расхода воды и времени промывки.

По результатам проведенного исследования, на достижение надлежащего состояния молочных линий после их санитарной обработки наибольшее влияние оказывают технология промывки (X_4), использование механических очистителей (X_9) и своевременность проведения ТО-2 (X_8).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Белянин П.Н., Данилов В.М.* Промышленная чистота машин. – М.: Машиностроение, 1982. – 224 с.
2. *Галынкин В.А., Заикина Н.А., Миндукшев И.В.* Промышленная микробиология. – СПб., 2003. – 220 с.
3. ГОСТ Р 52054-2003 Молоко натуральное коровье-сырье. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 9 с.
4. ГОСТ 9225-84 Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа (с Изменениями N 1, 2, 3, 4). М.: Изд-во стандартов, 1997. – 26 с.
5. *Дегтярев Г.П.* Моюще-дезинфицирующие средства и качество продукции // Молочная промышленность. – 1996. – № 6. – С. 12–13.
6. *Доронин Б.А.* Исследование режимов очистки доильно-молочного оборудования и совершенствование

технических средств для ее выполнения и контроля: дис. ... канд. техн. наук. – Ставрополь, 1982. – 184 с.

7. *Жмырко А.М.* Обоснование параметров и режимов работы системы мойки молокопровода доильных установок для доения коров в стойлах: дис. ... канд. техн. наук. – зерноград, 2005. – 159 с.

8. *Золотин Ю.П.* Циркуляционная мойка молочного оборудования. – М.: Пищепромиздат. 1963.

9. *Кирсанов В.В., В. Матвеев Ю.* Энергоэффективная система промывки молокопроводов доильных установок // Техника и оборудование для села. – 2011. – № 6. – С. 20–21.

10. *Кирсанов В.В., Матвеев В.Ю., Крупин А.Е.* Технология промывки молокопроводов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2016. – № 2 (43). – С. 86–91.

11. *Матвеев В.Ю.* Повышение эффективности промывки доильных установок на основе пневмомеханического интенсификатора с активными рабочими органами: дис. ... канд. техн. наук. – М., 2011. – 141 с.

12. *Матвеев В.Ю.* Меры санитарной обработки молочных линий // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 3 (70). – С. 32–40.

13. *Мельников С.В., Алешкин В.С., Роцин П.М.* Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1980. – 168 с.

14. *Моор В.* Мойка и дезинфекция в молочном деле / пер. с нем. – М.: Пищепромиздат, 1957. – 163 с.

15. *Новик Ф.С., Аросов Я.Б.* Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов. – М.: Машиностроение; София: Техника, 1980. – 304 с.

16. Санитарно-гигиеническое качество заготавливаемого молока и пути его улучшения / Н.Г. Беленький [и др.] // Улучшение качества молока и молочных продуктов. – М.: Колос, 1980. – С. 27–37.

17. *Reinstann D.J.*, 1995. System Design and Performance Testing for Cleaning Milking Systems. Proc. Designing a Modern Milking Center, Northeast Regional Agricultural Engineering Services National Conference, Rochester New York, Nov. 29 dec. T, 1995.

Маслов Максим Михайлович, старший преподаватель, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. Россия.

606340, Нижегородская обл., г. Княгинино, ул. Октябрьская, д. 22 а.

Тел.: (83166) 4-15-50.

Ключевые слова: молоко; качество очистки молокопроводов; априорное ранжирование.

ANALYSIS OF IMPROVEMENT WAYS OF THE CLEANING QUALITY OF PIPE-LINE MILKING PLANTS ON THE BASIS OF THE APRIORIAN FACTORS RANKING

Maslov Maxim Mikhailovich, Senior Teacher, Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics. Russia.

Keywords: milk; quality of purification of milk pipelines; a priori ranking

On the basis of the analysis of questionnaires the matrix of ranks of factors was made. To verify the results have been calculated for a factor of concordance, which is made up of 0.89 that the evidence of the consistency of experts. Pearson

criterion $\chi^2=64.08$ was calculated to determine the accuracy of the results. Due to the fact that the value of the concordance coefficient is significantly greater than zero, and the table value of the Pearson criterion is less than the even value, it can be argued with 95% probability that the consistency of researchers is not random. According to the results there of the study, to achieve the appropriate milk lines after sanitizing the greatest impact, the technology of washing (X_4), use of mechanical cleaner (X_9) and the timeliness of-2 (X_8).

