

# АПК РОССИИ

AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF RUSSIA

Научный журнал

ISSN 2587-8824

2020

Том 27 № 4



**СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ**  
**ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ**  
**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**  
**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ**

ISSN 2587-8824



# АПК России

Научный журнал

Основан в 1993 году

Том 27  
№ 4



Челябинск  
2020

16+



ISSN 2587-8824



# Agro-Industrial Complex of Russia

Scientific Journal

Published since 1993

Volume 27  
Issue 4



Chelyabinsk  
2020

16+

**АПК России****Agro-Industrial Complex of Russia**

Журнал включен в международную БД AGRIS

Журнал включен в перечень ВАК  
рецензируемых научных изданий  
(распоряжение Министерства науки  
и высшего образования Российской Федерации  
от 12 февраля 2019 г. № 21-р)

Журнал включен в систему Российского индекса  
научного цитирования (РИНЦ): <http://www.elibrary.ru>

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ  
№ ФС 77-65320 от 12.04.2016  
(РОСКОНАДЗОР, г. Москва)

The log is included in the international AGRIS database

The log is included in the list of the Highest certifying  
commission of the reviewed scientific publications  
(order of the Ministry of science and the higher education  
of the Russian Federation  
of February 12, 2019 No. 21-r)

The journal is included in the Russian Science  
Citation Index: <http://www.elibrary.ru>

Certificate of registration SMI PI  
№ FS 77-65320 of 12.04.2016  
(ROSKOMNADZOR, city of Moscow)

**И. о. главного редактора**

доктор биологических наук, профессор  
Мифтахутдинов Алевтин Викторович

**Acting editor-in-chief**

Doctor of Biological Sciences, Professor  
Miftakhutdinov Alevtin Viktorovich

**Редакционная коллегия**

Фисинин В. И., д-р с.-х. наук, проф., академик РАН

Менков Н. Д., д-р техн. наук

Алымбеков К. А., д-р техн. наук

Басарыгина Е. М., д-р техн. наук, проф.

Безин А. Н., д-р ветеринар. наук, проф.

Белов В. В., д-р техн. наук, проф., член-корр. РАЕ

Буторин В. А., д-р техн. наук, проф.

Васильев А. А., д-р с.-х. наук

Возмилов А. Г., д-р техн. наук, проф.

Дерхо М. А., д-р биол. наук, проф.

Горшков Ю. Г., д-р техн. наук, проф.

Гриценко А. В., д-р техн. наук

Зезин Н. Н., д-р с.-х. наук

Косилов В. И., д-р с.-х. наук, проф.

Линенко А. В., д-р техн. наук, проф.

Лыкасова И. А., д-р ветеринар. наук, проф.

Мударисов С. Г., д-р техн. наук, проф.

Овчинников А. А., д-р с.-х. наук, проф.

Панфилов А. Э., д-р с.-х. наук, проф.

Позняковский В. М., д-р биол. наук, проф.

Синявский И. В., д-р биол. наук

Тихонов С. Л., д-р техн. наук, проф.

Торопова Е. Ю., д-р биол. наук, проф.

Тошев А. Д., д-р техн. наук, проф.

Трояновская И. П., д-р техн. наук, ст. научн. сотрудник

Тюлебаев С. Д., д-р с.-х. наук, проф.

Фоминых А. В., д-р техн. наук, проф.

Чарыков В. И., д-р техн. наук, проф.

Шепелёв С. Д., д-р техн. наук

Юдин М. Ф., д-р с.-х. наук, проф.

**Editorial board**

Fisinin V. I., Dr. Sci. (Agricultural), Professor, Academician  
of Russian Academy of Sciences

Menkov N. D., Dr. Sci. (Technical)

Alymbekov K. A., Dr. Sci. (Technical)

Basarygina E. M., Dr. Sci. (Technical), Professor

Bezin A. N., Dr. Sci. (Veterinary), Professor

Belov V. V., Dr. Sci. (Technical), Professor,  
Corresponding Member of the Russian Academy  
of Natural History

Butorin V. A., Dr. Sci. (Technical), Professor

Vasilyev A. A., Dr. Sci. (Agricultural)

Vozmilov A. G., Dr. Sci. (Technical), Professor

Derkho M. A., Dr. Sci. (Biological), Professor

Gorshkov Yu. G., Dr. Sci. (Technical), Professor

Gritsenko A. V., Dr. Sci. (Technical)

Zezev N. N., Dr. Sci. (Agricultural)

Kosilov V. I., Dr. Sci. (Agricultural), Professor

Linenko A. V., Dr. Sci. (Technical), Professor

Lykasova I. A., Dr. Sci. (Veterinary), Professor

Mudarisov S. G., Dr. Sci. (Technical), Professor

Ovchinnikov A. A., Dr. Sci. (Agricultural), Professor

Panfilov A. E., Dr. Sci. (Agricultural), Professor

Poznyakovskiy V. M., Dr. Sci. (Biological), Professor

Sinyavskiy I. V., Dr. Sci. (Biological)

Tikhonov S. L., Dr. Sci. (Technical), Professor

Toropova E. Y., Dr. Sci. (Biological), Professor

Toshev A. D., Dr. Sci. (Technical), Professor

Trojanovskaja I. P., Dr. Sci. (Technical), Senior researcher

Tulebaev S. D., Dr. Sci. (Agricultural), Professor

Fominykh A. V., Dr. Sci. (Technical), Professor

Tcharykov V. I., Dr. Sci. (Technical), Professor

Shepelev S. D., Dr. Sci. (Technical)

Yudin M. F., Dr. Sci. (Agricultural), Professor

Учредитель:

ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».  
South-Ural State Agrarian University.

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

|  |     |
|--|-----|
| <b>Васильев А. А., Нохрин Д. Ю.,<br/>Дергилев В. П.</b><br>Факторная структура урожайности<br>картофеля.....   | 603 |
| <b>Гилев С. Д., Цымбаленко И. Н.,<br/>Копылов А. Н., Ионина Н. В.,<br/>Нестерова Е. В.</b><br>Против шаблона в земледелии<br>(к 125-летию со дня рождения<br>Т.С. Мальцева).....   | 610 |
| <b>Демидова О. В.</b><br>Элементы адаптивной технологии<br>возделывания яровой пшеницы<br>сорта Экстра в условиях Среднего Урала...  | 619 |
| <b>Келик Л. А., Лепп Ф. Р.</b><br>Регуляторы роста в ускоренном<br>размножении оздоровленного картофеля...   | 624 |
| <b>Орлянский Н. А., Орлянская Н. А.</b><br>Оценка комбинационной способности<br>новых линий кукурузы европейской<br>кремнистой плазмы.....   | 629 |
| <b>Салимов В. С., Гусейнов М. А.,<br/>Насибов Х. Н., Гусейнова А. С.</b><br>Оценка биоморфологических<br>особенностей в популяциях кишмишных<br>сортов винограда Азербайджана..... | 636 |

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

|  |     |
|--|-----|
| <b>Исинтаев Т. И., Калиев Б. К.,<br/>Плаксин А. М., Гриценко А. В.,<br/>Бурцев А. Ю., Горбачев А. А.</b><br>Исследование помпажа путем<br>совершенствования конструкции стенда<br>для испытания сельскохозяйственных<br>турбокомпрессоров..... | 642 |
| <b>Пронин С. П., Барышева Н. Н.</b><br>Амплитудно-частотная характеристика<br>мембран зерен пшеницы до и после<br>их дозревания.....   | 649 |
| <b>Смирнов М. В., Федоров В. Б.</b><br>Разработка математической модели<br>позиционирующего устройства<br>с параллельной кинематикой.....  | 656 |
| <b>Шепелёв С. Д., Внук Д. О.,<br/>Шепелёв В. Д., Кравченко И. Н.</b><br>Определение производительности<br>зерносушильного комплекса.....   | 661 |

## CONTENT

### AGRONOMIC SCIENCES

|   |     |
|---|-----|
| <b>Vasiliev A. A., Nokhrin D. Yu.,<br/>Dergilev V. P.</b><br>Factor structure of potato yield.....  | 603 |
| <b>Gilev S. D., Tsymbalenko I. N.,<br/>Kopylov A. N., Ionina N. V.,<br/>Nesterova E. V.</b><br>Against the stereotypes in agriculture<br>(to the 125th anniversary<br>of T.S. Maltsev's birth)..... | 610 |
| <b>Demidova O. V.</b><br>Elements of adaptive technology<br>for cultivation of spring wheat variety Extra<br>in the conditions of the Middle Urals.....   | 619 |
| <b>Kelik L. A., Lepp F. R.</b><br>Growth regulators in accelerated<br>reproduction of healthy potatoes.....   | 624 |
| <b>Orlyansky N. A., Orlyanskaya N. A.</b><br>Evaluating the combining ability of the new<br>corn lines of European flint plasma.....  | 629 |
| <b>Salimov V. S., Guseinov M. A.,<br/>Nasibov H. N., Guseinova A. S.</b><br>Assessing the biomorphological features<br>in the populations of Azerbaijan raisin<br>grape varieties.....              | 636 |

### TECHNICAL SCIENCES

|   |     |
|---|-----|
| <b>Isintaev T. I., Kaliev B. K.,<br/>Plaksin A. M., Gritsenko A. V.,<br/>Burtsev A. Yu., Gorbachev A. A.</b><br>Surge study by improving the design<br>of testing facility for agricultural<br>turbochargers..... | 642 |
| <b>Pronin S. P., Barysheva N. N.</b><br>Amplitude-frequency characteristic<br>of wheat grain membranes before<br>and after ripening.....  | 649 |
| <b>Smirnov M. V., Fedorov V. B.</b><br>Developing the mathematical model<br>of a positioning device with parallel<br>kinematics.....  | 656 |
| <b>Shepelev S. D., Vnukov D. O.,<br/>Shepelev V. D., Kravchenko I. N.</b><br>Determining the productivity of a grain<br>drying complex.....   | 661 |

## ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

- Гизатуллина Ф. Г., Рыбьянова Ж. С.,  
Сиренко С. В., Вырыпаева А. В.**  
Сравнительная эффективность акарицидных  
препаратов при отодектозе кошек.....665
- Гизатуллина Ф. Г., Рыбьянова Ж. С.,  
Сиренко С. В., Зулфонов Ш. Т.**  
Сравнительная эффективность схем  
комплексного лечения бабезиоза у собак...674
- Клетикова Л. В., Турков В. Г.,  
Якименко Н. Н., Маннова М. С.,  
Шишкина Н. П.**  
Влияние полиметилсилоксана  
полигидрата на биохимические  
показатели крови новорожденных телят....682
- Кузнецов А. И., Смолякова Н. П.,  
Лыкасова И. А., Гизатуллина Ф. Г.**  
Характеристика молочной  
продуктивности коров, имеющих разную  
стрессовую чувствительность.....690
- Кузнецов А. И., Смолякова Н. П.,  
Лыкасова И. А., Гизатуллина Ф. Г.,  
Мижевикина А. С.**  
Влияние стрессовой чувствительности  
коров на химический состав молока.....696

## ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

- Зайцева Н. С., Рубан Н. Ю.,  
Резниченко И. Ю.**  
Оценка уровня качества шоколада  
с применением дескрипторно-профильного  
метода.....706

## VETERINARY SCIENCES

- Gizatullina F. G., Rybyanova Zh. S.,  
Sirenko S. V., Vyrypaeva A. V.**  
Comparative effectiveness of acaricidal  
preparations for otodectosis in cats.....665
- Gizatullina F. G., Rybyanova Zh. S.,  
Sirenko S. V., Zulfonov Sh. T.**  
Comparative effectiveness of combined  
treatment regimens for babesiosis in dogs.....674
- Kletikova L. V., Turkov V. G.,  
Yakimenko N. N., Mannova M. S.,  
Shishkina N. P.**  
The effect of polymethylsiloxane  
polyhydrate on the biochemical  
blood parameters of newborn calves.....682
- Kuznetsov A. I., Smolyakova N. P.,  
Lykasova I. A., Gizatullina F. G.**  
Characteristics of milk production  
of cows with different stress sensitivity.....690
- Kuznetsov A. I., Smolyakova N. P.,  
Lykasova I. A., Gizatullina F. G.,  
Mizhevikina A. S.**  
Influence of stress sensitivity of cows  
on the chemical composition of milk.....696

## STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCE

- Zaitseva N. S., Ruban N. Yu.,  
Reznichenko I. Yu.**  
Assessing the quality level of chocolate with  
the descriptor-profile method.....706

УДК 633.491:635.07

## ФАКТОРНАЯ СТРУКТУРА УРОЖАЙНОСТИ КАРТОФЕЛЯ

А. А. Васильев, Д. Ю. Нохрин, В. П. Дергилев

Онтогенез картофеля контролируется генотипом и условиями внешней среды, которые оказывают непосредственное влияние на элементы структуры его урожая: густоту стояния растений на единице площади, число клубней в гнезде и среднюю массу клубня. Эти элементы в свою очередь зависят от других факторов, например, количество клубней зависит от густоты стеблестоя, а крупность клубня зачастую от площади листьев. Для углубления в понимании биологических закономерностей развития картофельного растения изучены с использованием статистической техники факторного анализа связи между 18 агробиологическими показателями, полученными в полевом опыте 2004–2006 гг. (по отработке приемов агротехники новых сортов картофеля). В результате проведенных исследований установлено, что 70,1 % общей дисперсии этих показателей объясняется действием 4 латентных переменных: 1) общей биологической продуктивности растений (30,4 %), 2) влиянием густоты посадки (15,3 %), 3) влиянием воздушного питания на формирование клубней (12,6 %), 4) особенностями формирования клубней семенной фракции (11,8 %). Наибольшее влияние на биологическую продуктивность растений оказывали неблагоприятные погодные условия засушливого 2004 года.

*Ключевые слова:* картофель, факторный анализ, урожайность, структура урожая, влагообеспеченность.

По данным FAOSTAT, картофель (*Solanum tuberosum* L.) является пятой по объемам продукции продовольственной культурой в мире после сахарного тростника, кукурузы, риса и пшеницы [13]. Мировое производство картофеля неуклонно растет и в 2019 году составило 376,8 млн тонн. Значимость этой культуры для России еще более велика: здесь она занимает третье место после пшеницы и сахарной свеклы (производство в 2019 г. – 22,4 млн т). При этом хорошо известно, что урожайность картофеля определяется использованием высокопродуктивных сортов, высококачественного семенного материала и современных технологий возделывания [12]. Наиболее острой проблемой

при выращивании картофеля в России являются периодически повторяющиеся засухи, приводящие к существенному снижению урожайности клубней [7]. Как показывают результаты моделирования, в результате изменения глобального климата в ближайшие несколько десятилетий мировая продукция картофеля может сократиться на 26–32 % [14]. В этих условиях важно как создание новых экологически пластичных сортов [1, 8], так и совершенствование комплекса агротехнических мероприятий [4, 6], которые, однако, невозможны без углубления в понимании биологических закономерностей развития растений в благоприятных и неблагоприятных погодных условиях.



**Целью данной работы** являлся поиск наиболее общих закономерностей формирования урожая картофеля в контрастные по влагообеспеченности годы в условиях контролируемого эксперимента.

#### Материал и методы исследования

Полевые исследования проведены в Челябинской области в 2004–2006 гг. на землях Южно-Уральского научно-исследовательского института садоводства и картофелеводства – филиала ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН». Результаты и почвенные условия эксперимента подробно изложены в работе [2]. Изучалось 3 фактора: 1) густота посадки (2 градации: 40 или 55 тыс. кустов/га), 2) минеральное питание (4 градации: без удобрений,  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ;  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ;  $N_{135}P_{135}K_{135}$  и 3) сорт (8 градаций: Амати, Губернатор, Челябинец, Куратор, Невский, Проект, Спиридон, Тарасов). Контролировались 18 агробиологических показателей (табл. 1). По каждому из них для каждого года было получено 192 значения (2 густоты посадки  $\times$  4 типа минерального питания  $\times$  8 сортов  $\times$  3 повторности в рендомизированных блоках).

Погодные условия в период исследований были различными. По гидротермическому коэффициенту Селянинова вегетационный период (май–август) 2004 г. был признан засушливым (ГТК = 0,59), 2005 г. – недостаточно влажным (ГТК = 1,16), а 2006 г. – достаточно влажным (ГТК = 1,57).

В ходе статистической обработки данных использовали метод редукции данных с обобщением – факторный анализ. Поскольку он проводится с использованием параметрической корреляции Пирсона, данные предварительно трансформировали с использованием нормализующих преобразований. Для всех показателей, представляющих собой частоты, применяли угловое  $\phi$ -преобразование, переводящее ненормально распределенные частоты (от 0 до 100%) в приблизительно нормально распределенные углы (от 0 до 180° или от 0 до  $\pi$  радиан) [10]. Для остальных количественных показателей использовали адаптивное к данным преобразование Бокса – Кокса, в котором итерационно подбирается такое преобразование из семейства степенных, которое максимально нормализует исходное распределение [17]. Факторный анализ проводили методом главных факторов

с итерациями по общностям; при этом начальные значения общностей вычисляли по методу Йореско [11]. Решение о количестве обобщающих латентных переменных принимали по результатам анализа главных компонент с использованием критериев «каменистой осыпи» Кэттелла и «сломанной трости» [15]. Для упрощения факторной структуры использовали вращение «варимакс», а факторные метки рассчитывали регрессионной техникой. Расчеты выполнены в пакете KyPlot (version 5.0.3 [18]).

#### Результаты и обсуждение

На первом этапе статистической обработки данные были проанализированы методом главных компонент. Как видно из рисунка 1, согласно критерию Кэттелла, имело смысл выделить 2 или 4 обобщающих переменных, а согласно критерию «сломанной трости», нетривиальную долю изменчивости (дисперсии) проявляли первые 4 компоненты. Поэтому в конечном счете для факторного анализа нами было выбрано решение с 4 латентными переменными (факторами). Результаты анализа представлены в таблице 1, где нагрузки представляют собой коэффициенты корреляции между показателем и фактором и таким образом позволяют судить о силе и направлении «участия» показателя в факторе.

Выделенные 4 фактора объясняли в сумме 70,1% общей изменчивости всех 18 показателей. При этом почти треть дисперсии (30,4%) приходилась на первый фактор. С максимальными нагрузками в него вошли реальная продуктивность и урожайность; также были велики нагрузки для массы стеблей и листьев, продуктивности фотосинтеза, количества и выхода клубней и массы последних. Данный паттерн согласованно изменяющихся показателей позволяет интерпретировать фактор 1 как общую биологическую продуктивность растений, включающую биомассу как клубней, так и ботвы. Видно, что она существенно зависела от продуктивности фотосинтеза, в меньшей степени – от полевой всхожести. Нагрузки показателей количества и выхода семенных клубней на фактор 1 также были не слишком малы (более 0,25), но их нахождение в составе фактора является тривиальным и отражает простую закономерность: чем выше общее число клубней в гнезде, тем больше клубней семенной фракции.

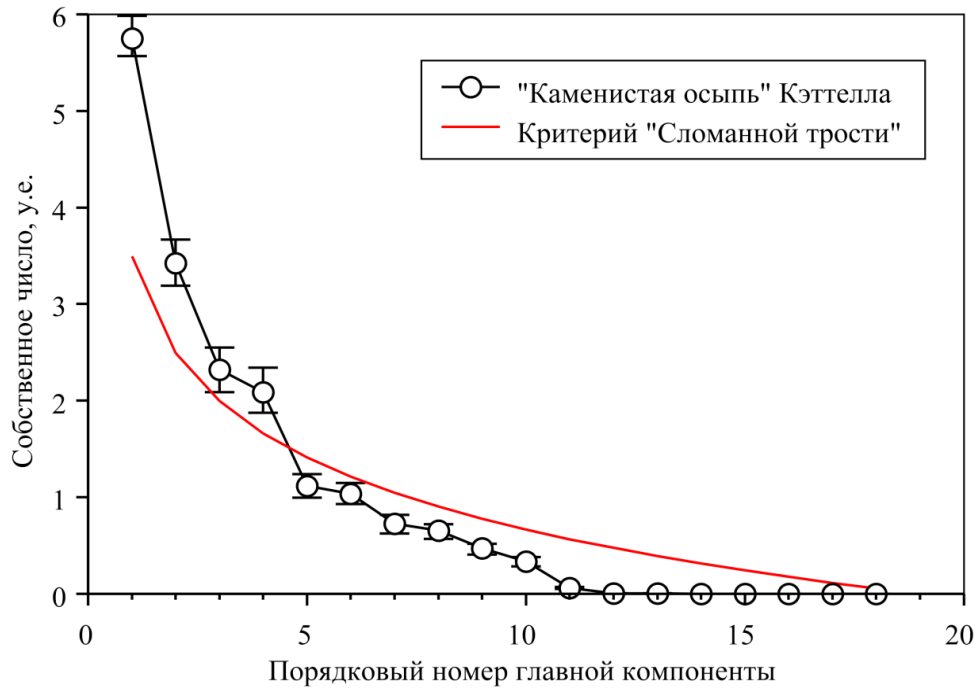


Рис. 1. Выделение латентных переменных в анализе главных компонент

Таблица 1 – Нагрузки агробиологических показателей картофеля на латентные переменные

| Показатели                                  | Факторы      |              |               |               |
|---|--------------|--------------|---------------|---------------|
|   | 1            | 2            | 3             | 4             |
| Полевая всхожесть, %                        | <b>0,418</b> | 0,003        | 0,078         | -0,209        |
| Густота всходов, тыс. кустов на 1 га        | -0,006       | <b>1,000</b> | -0,044        | 0,040         |
| Сохранность растений к уборке, %            | -0,003       | 0,114        | <b>0,261</b>  | -0,054        |
| Густота растений перед уборкой, тыс. шт./га | -0,005       | <b>1,000</b> | -0,021        | 0,030         |
| Урожайность биологическая, т/га             | <b>0,933</b> | <b>0,305</b> | 0,059         | -0,012        |
| Продуктивность, г/куст                      | <b>0,966</b> | -0,129       | 0,076         | -0,031        |
| Количество клубней, шт./куст                | <b>0,759</b> | -0,050       | <b>-0,539</b> | 0,178         |
| Средняя масса клубня, г                     | <b>0,417</b> | -0,104       | <b>0,705</b>  | <b>-0,272</b> |
| Количество стеблей, шт./куст                | -0,182       | -0,135       | -0,088        | <b>0,600</b>  |
| Масса стеблей, шт./куст                     | <b>0,848</b> | -0,064       | 0,092         | 0,204         |
| Масса листьев, шт./куст                     | <b>0,819</b> | -0,127       | 0,203         | 0,188         |
| Площадь листьев, кв. дм/куст                | -0,215       | -0,149       | <b>0,658</b>  | 0,247         |
| Густота стеблестоя, тыс. шт./га             | -0,195       | <b>0,443</b> | -0,129        | <b>0,610</b>  |
| Хоз. продуктивность фотосинтеза, кг/кв. м   | <b>0,777</b> | 0,041        | <b>-0,452</b> | -0,246        |
| Выход клубней, тыс. шт. на 1 га             | <b>0,684</b> | <b>0,407</b> | <b>-0,506</b> | 0,192         |
| Количество семенных клубней, шт./куст       | <b>0,287</b> | -0,062       | 0,023         | <b>0,707</b>  |
| Выход семенных клубней, тыс. шт. на 1 га    | <b>0,262</b> | <b>0,362</b> | -0,004        | <b>0,701</b>  |
| Товарность урожая, %                        | 0,115        | -0,105       | <b>0,655</b>  | -0,050        |
| Доля объясняемой фактором дисперсии, %      | 30,4         | 15,3         | 12,6          | 11,8          |

Примечание. Жирным шрифтом выделены нагрузки более 0,25.

Каждый фактор является, по существу, сложным индексом, включающим все используемые в анализе показатели, но с разным направлением (знаком) и весом. Соответственно их можно вычислить для каждого объекта анализа, и такие факторные метки могут служить источником дополнительной информации о рассматриваемых явлениях или использоваться в дальнейших анализах в качестве новых обобщающих переменных. На рисунке 2 приведены гистограммы распределения факторных меток, сгруппированных по годам наблюдения.

Видно, что по фактору 1 распределение факторных меток было отчетливо бимодальным: в левую часть и с минимальными значениями вошли наблюдения 2004 года, тогда как в правую часть – наблюдения 2005-го и 2006 го-

дов. Таким образом, проявлению фактора общей биологической продуктивности способствовал контраст показателей засушливого 2004 года и высокопродуктивных 2005-го и 2006 годов.

Второй фактор объяснял 15,3% общей дисперсии и вобрал в себя эффекты, практически целиком связанные с плотностью посадки картофеля. С максимально возможными нагрузками (1,000) в него вошли плотность всходов и плотность стояния растений перед уборкой. Поскольку плотность посадки картофеля регулировалась по плану эксперимента, выделение данного фактора закономерно и не представляет самостоятельного интереса. Более важной является информация о показателях, которые оказались наиболее с ним связанными. Как видно из таблицы 1, увеличение плотности посадки с 40 до 55 тыс. кустов на

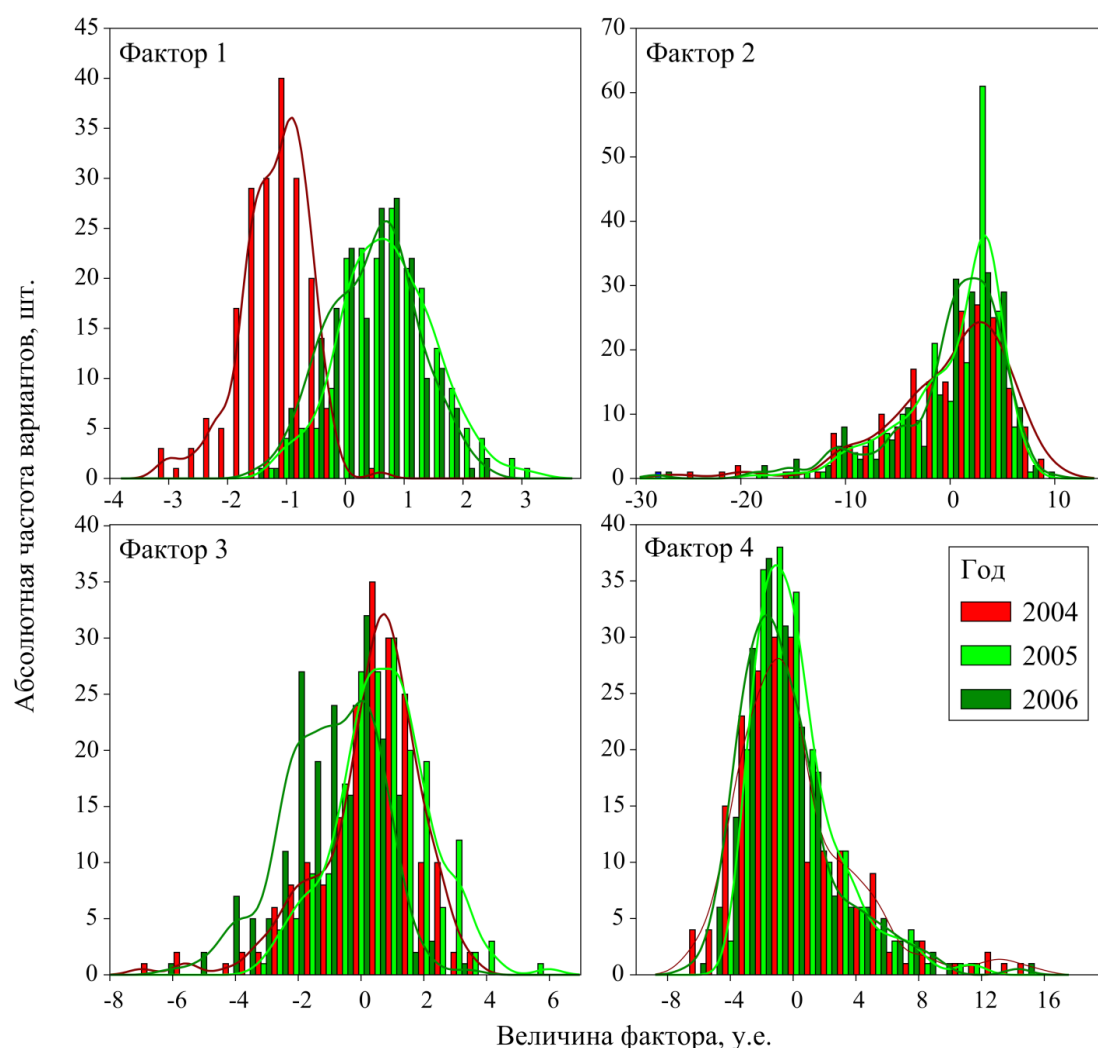


Рис. 2. Распределение значений факторов в вариантах опыта за 3 года: столбцы – гистограмма, кривые – плотность



1 га сопровождалось ростом густоты стеблестоя и увеличением выхода клубней, особенно семенных, что в свою очередь вызывало рост общей урожайности. Как видно из гистограммы и плотностей распределений, описанные явления были достаточно сходными во все изученные годы, а потому отражают общие закономерности влияния густоты посадки на структуру урожая (рис. 2). Поскольку загущение посадок является стандартной процедурой повышения семенной продуктивности картофеля [5], поэтому все закономерности в составе второго фактора являются полностью ожидаемыми.

Третий фактор объяснял 12,6% общей дисперсии. В него вошли показатели, связанные с листовой поверхностью и формированием крупных клубней. Нагрузки показателей, входящих в данный фактор, позволяют установить следующие причинно-следственные отношения. Большая площадь листьев (нагрузка 0,658) и в меньшей степени их масса (нагрузка 0,203) способствуют формированию крупных клубней, что положительно сказывается на товарности урожая. Одновременно само количество клубней на растение и, соответственно, выход клубней снижаются. Отрицательное значение хозяйственной продуктивности фотосинтеза в составе данного фактора объяснимо, так как при значениях листового индекса больше трех дополнительное увеличение листовой поверхности, как правило, сопровождается снижением фотосинтетической продуктивности листьев в расчете на 1 м<sup>2</sup> [9]. Интересно отметить, что именно такие растения (с большей листовой поверхностью и небольшим числом крупных клубней) лучше сохраняются ко времени уборки. Вообще, показатель сохранности растений к уборке получил самое слабое объяснение в рамках четырехфакторной модели и максимально проявился лишь в факторе 3. Как видно из рисунка 2, рассматриваемый фактор не зависел от степени засушливости года, однако в 2006 году наблюдались несколько меньшие его значения в вариантах опыта, а само распределение было полимодальным (3 моды).

Четвертый фактор объяснял 11,8% общей изменчивости и характеризовал процессы, связанные с выходом семенных клубней. Как видно из величин факторных нагрузок, с образованием семенных клубней положительно коррелируют количество стеблей и густота стеблестоя, в меньшей степени – масса стеблей и пло-

щадь листьев. Полевая всхожесть клубней в вариантах с высокой семенной продуктивностью растений была несколько меньше, а сформировавшиеся клубни закономерно имели меньшую массу. Данные процессы протекали сходным образом во все изученные годы (рис. 2).

Таким образом, результаты проведенного многомерного анализа наглядно демонстрируют, что урожайность является в первую очередь результатом общей биологической продуктивности растений (влияние генотипа и среды), а во вторую – результатом агротехнических мероприятий (технологии возделывания или среды). При этом сама биологическая продуктивность во многом зависит от агроклиматических факторов, а потому не находится под полным контролем агронома. Важно отметить, что и селекция новых сортов картофеля, и поиск оптимального минерального питания растений нацелены именно на повышение урожайности клубней. Однако независимо от особенностей сорта и дозы удобрений в нашем опыте наиболее существенный вклад в урожайность вносил именно погодный компонент. В подтверждение этому А.В. Коршунов с соавторами [7] отмечают невозможность получения гарантированных урожаев картофеля в засушливых условиях Центрального Нечерноземья и Среднего Поволжья без орошения картофеля.

В противоположность первой составляющей урожайности и независимо от нее такой агротехнический прием, как изменение густоты посадки, продемонстрировал весьма стабильный результат. Это означает, что независимо от климатических условий имеется ресурс повышения урожайности картофеля путем поиска оптимальных схем посадки. Например, переход от квадратно-гнездового способа возделывания (70×70 см) к рядовой посадке (70×35 см) в 60-е годы XX века обеспечил увеличение урожайности картофеля в среднем по Челябинской области в 1,5 раза [3].

Еще одним интересным результатом исследования оказалось то, что ни общая продуктивность, ни густота посадки не увеличивали товарность урожая. Единственным показателем из числа изученных, положительно коррелирующим с размером клубней и товарностью урожая, являлась площадь листьев. Это объясняет важность формирования оптимальной листовой поверхности агроценоза для повышения товарности урожая картофеля.

В целом многомерный анализ данных многофакторного опыта позволил выявить ведущие факторы формирования урожая картофеля и установить иерархию их важности.

### Выводы

1. Факторная структура урожайности клубней картофеля включает следующие 4 латентные переменные, объясняющие в сумме 70,1% общей дисперсии 18 агробиологических показателей: 1) общую биологическую продуктивность, 2) влияние густоты посадки, 3) влияние воздушного питания на формирование клубней, 4) особенности формирования семенных клубней.

2. Засуха (2004 г.) оказывала наибольшее (негативное) влияние на общую биологическую продуктивность растений (фактор 1), включая урожайность клубней, в то время как закономерности формирования густоты посадок и площади листовой поверхности воспроизводились все три года исследований.

3. Важнейшим резервом повышения урожайности клубней в Челябинской области является загущение посадок картофеля вплоть до оптимального уровня, выявление которого – актуальная задача аграрной науки.

### Список литературы

1. Амелюшкина Т. А. Технологические элементы возделывания картофеля сорта Калужский // Владимирский земледелец. 2018. № 2 (84). С. 41–43.

2. Васильев А. А., Дергилев В. П. Технологические приемы выращивания новых сортов картофеля // Аграрный вестник Урала. 2008. Т. 44. № 2. С. 67–69.

3. Васильев А. А. Оптимизация густоты посадки как фактор повышения урожайности картофеля в Челябинской области // АПК России. 2017. Т. 24. № 3. С. 585–589.

4. Владимиров К. В., Владимиров В. П. Продуктивность картофеля в зависимости от системы применения удобрений на серых лесных почвах // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 2 (2). С. 9–13.

5. Влияние биостимулятора мивал-агро на урожайность и семенную продуктивность картофеля / Н. В. Глаз, А. А. Васильев, А. К. Горбунов, А. А. Мушинский // Дальневосточный аграрный вестник. 2019. № 4 (52). С. 23–31.

6. Гордеева А. В., Удалова Е. Ю. Влияние обработки клубней картофеля химическими протравителями на устойчивость к болезням и вредителям // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2017. № 19. С. 27–31.

7. Уроки засухи в картофелеводстве / А. В. Коршунов, Л. Н. Кутовенко, Ю. Н. Лысенко, Р. Л. Рахимов // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 3. С. 21–23.

8. Логинов Ю. П., Казак А. А. Пластичность и стабильность сортов картофеля в лесостепи Тюменской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 5 (67). С. 73–77.

9. Никитишен В. И., Терехова Л. М., Личко В. И. Формирование ассимиляционного аппарата и продуктивность фотосинтеза растений в различных условиях минерального питания // Агрохимия. 2007. № 8. С. 35–43.

10. Урбах В. Ю. Биометрические методы. М. : Наука, 1964. 415 с.

11. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ / пер. с англ. ; Дж.-О. Ким [и др.] ; под ред. И. С. Енюкова. М. : Финансы и статистика, 1989. 215 с.

12. Федотова Л. С., Кравченко А. В. В изменяющихся климатических условиях нужны новые подходы к возделыванию картофеля // Картофель и овощи. 2011. № 2. С. 20.

13. FAOSTAT. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных наций. Режим доступа : <http://www.fao.org/faostat/ru/#home> (дата обращения 21.02.2020).

14. Hijmans R. J. The effect of climate change on global potato production // American Journal of Potato Research. 2003. V. 80. P. 271–279.

15. Jackson D. A. Stopping rules in principal component analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches // Ecology. 1993. № 8. P. 2204–2214.

16. Climate change impact on global potato production / R. Raymundo [et al.] // European Journal of Agronomy. 2017. Access mode : <https://hdl.handle.net/10568/90585> (дата обращения 21.02.2020). DOI : <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.11.008>.

17. Sokal R. R., Rohlf F. J. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. N-Y : Freeman & Co, 1995. 850 p.



18. Yoshioka K. KyPlot – a user-oriented tool for statistical data analysis and visualization // Computational Statistics. 2002. V. 17. № 3. P. 425–437.

---

**Васильев Александр Анатольевич**, д-р с.-х. наук, ведущий научный сотрудник отдела картофелеводства, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН.  
E-mail: kartofel\_chel@mail.ru.

**Нохрин Денис Юрьевич**, канд. биол. наук, старший научный сотрудник отдела инструментальных методов исследований, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН.  
E-mail: kartofel\_chel@mail.ru.

**Дергилев Василий Петрович**, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник отдела картофелеводства, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН.  
E-mail: kartofel\_chel@mail.ru.

\* \* \*

**ПРОТИВ ШАБЛОНА В ЗЕМЛЕДЕЛИИ  
(К 125-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Т.С. МАЛЬЦЕВА)**

**С. Д. Гилев, И. Н. Цымбаленко, А. Н. Копылов, Н. В. Ионина, Е. В. Нестерова**

Представлены результаты исследований в стационарных опытах, заложенных под руководством Т.С. Мальцева в 1968-м и 1970 годах, где до настоящего времени изучается влияние систем обработки почвы на продуктивность яровой пшеницы и плодородие тяжелосуглинистых выщелоченных черноземов в природных условиях северо-западной зоны Зауралья. Показана роль Т.С. Мальцева как новатора по разработке и применению в производстве бесплужных приемов обработки почвы. В то же время Терентий Семенович был ярким противником шаблонного подхода в вопросах земледелия. Он просил, чтобы «мальцевская система» не копировалась, а применялась с учетом местных почвенно-климатических условий. Многолетними исследованиями установлено, что приемы «мальцевской» обработки оказывают положительное влияние на урожайность культур и плодородие почв, особенно на фоне удобрений. Однако широко применяемая в современной земледелии нулевая система обработки с использованием химических препаратов, которая хорошо себя зарекомендовала на легко- и среднесуглинистых черноземах центральной зоны Зауралья, проявила ряд недостатков на холодных тяжелосуглинистых почвах северо-западной зоны. Урожайность пшеницы после химического пара снизилась на 16,3 % по сравнению с вариантом отвальной обработки почвы, плотность почвы повысилась с 1,17 до 1,27 г/см<sup>3</sup>, содержание нитратного азота перед посевом снизилось с 5,9 до 3,1 мг/кг почвы. В то же время на фоне нулевой обработки отмечается экономия почвенной влаги. Расход продуктивной влаги за вегетацию в метровом слое почвы на нулевой обработке снизился на 20 мм по сравнению с вариантом ежегодной вспашки. Результаты полевых опытов обрабатывались статистическим методом по Б.А. Доспехову. Лабораторные исследования проводились по общепринятым методикам опытного дела.

*Ключевые слова:* яровая пшеница, минимизация почвообработок, нулевая обработка, химический пар, нитрификация, плотность почвы, продуктивная влага.

Минимализация почвообработок остается актуальной темой отечественного и мирового земледелия, особенно в течение последнего десятилетия. В то же время развитие идеи бесплужных обработок почвы вплоть до их отсутствия насчитывает историю много больше столетия. Одним из видных деятелей, стоящих у основания беспашотного земледелия в нашей стране, является зауральский хлебороб Терентий Семенович Мальцев – незаурядная личность, самобытный ученый и опытный практик. В процессе своей многолетней производственной и научной работы он был глубоко убежден в том, что лишь в гармонии с природой, климатическими и почвенными особенностями конкретного региона

можно добиться желаемых результатов в земледелии. Мальцев выступал против шаблона и призывал к тому, чтобы его «мальцевская система» не копировалась, а применялась с учетом местных условий: «Насколько разнообразны условия отдельных полей, и для получения наибольшего урожая требуется особый подход к каждому отдельному участку. Надо основательно изучить каждый клочок земли. Шаблон вреден во всяком деле, а здесь он тем более недопустим». «Необходимо разрабатывать у себя на месте способы обработки почвы, а не повторять метод Мальцева», – писал Терентий Семенович [1]. Однако к советам опытного земледельца не всегда прислушивались.



«Шаблон» всесоюзного значения был допущен при освоении целинных и залежных земель. Выполняя указания партии и правительства, многие местные руководители старались как можно больше «поднять» целинных гектаров. Пахали традиционным способом – отвальными плугами без учета типов и подтипов почв, гранулометрического состава, климата и других агроэкологических особенностей регионов. Т.С. Мальцев предупреждал: «Если будем каждый год пахать наши новые земли, то очень скоро растратим ценные их свойства и особенно скоро там, где гумусовый слой невелик и где под ним близко лежит песок или какой-либо другой малопродуктивный слой. Этого ни в коем случае нельзя допустить» [2]. Действительно, после целинной эпопеи долгие годы приходилось бороться с ветровой эрозией, особенно в степных районах, восстанавливать плодородие целинных почв, которые на значительных площадях стали малопродуктивными.

Шаблонный подход проявился и много позднее, при ускоренном переходе отрасли земледелия большинства регионов России, в том числе и Зауралья, на минимальные способы обработки почвы вплоть до прямого посева. Академик В.И. Кирюшин (2006) назвал этот процесс «спонтанной минимизацией», не имеющей отношения к научной, и связанной в первую очередь с дефицитом средств производства [3].

Несмотря на то, что Т.С. Мальцев развивал именно бесплужное земледелие, он прекрасно осознавал негативные последствия минимализации, такие как: увеличение засоренности посевов, ухудшение фитосанитарного состояния полей и азотного питания, которые требовали обязательных мер по их нормализации. В настоящее время исследования Т.С. Мальцева продолжаются в лаборатории, носящей его имя, которая входит в состав Курганского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН. С учетом новых современных агротехнологий и требований производства институт переориентировал тематику исследований на более детальное изучение приемов минимизации. Научные исследования и производственная практика свидетельствуют, что не во всех природных зонах Зауралья процессы минимизации почвообработок происходят безболезненно. Нулевая технология лучше «приживается» в центральной и южной зонах области, более теплых, с черноземными почвами среднесуглинистого гранулометри-

ческого состава. В северо-западной зоне с почвами преимущественно тяжелосуглинистыми складывается неоднозначная картина, в большей степени связанная с тепло- и влагообеспеченностью, условиями азотного питания растений и другими негативными факторами.

С похожими проблемами сталкиваются и ученые тех стран, где в различных комбинациях и сочетаниях применяются минимальные способы обработки почвы, схожие с теми, которые рекомендовал Мальцев. Например, в Австралии наиболее эффективна комбинированная отвально-рыхлительная система, которая выполняется одним агрегатом и состоит из мелкой поверхностной (отвальной) и глубокой безотвальной [4]. Т.С. Мальцев применял подобные обработки отдельно: мелкую отвальную – лущильником, глубокое рыхление – мальцевским безотвальным плугом.

Дифференцированно подходят к минимизации почвообработок канадские ученые. Исследованиями R.P. Zentner и др. (2002) установлено, что минимальная и нулевая обработки являются высокоэффективными во влажных природных зонах Канады с темно-серыми почвами. В районах с темно-бурыми почвами эти обработки менее эффективны и применяются в меньших объемах [5].

В США и Канаде, где прямой посев применяется соответственно на трети и половине площадей пшеничных посевов, ученые уделяют самое серьезное внимание оптимизации минерального питания, чтобы исключить потери азота и не допустить ущерба окружающей среде [6, 7].

В результате комплексной оценки технологии обработки южного карбонатного тяжелосуглинистого чернозема учеными Северного Казахстана установлено, что в засушливые годы незначительное преимущество по урожайности перед традиционной (отвальной) имеет система обработки no-till, благодаря лучшему сохранению влаги. Кроме того нулевая технология для засушливого Казахстана является гарантом защиты почв от ветровой эрозии. В благоприятные по влагообеспеченности годы преимущество остается за отвальной технологией, которая отличается лучшей инфильтрацией талой воды ранней весной и усилением нитрификационной активности почвы [8, 9].

Исследования мальцевской системы обработки почвы остаются не только актуальными,



но и крайне необходимыми в современных условиях, учитывая меняющийся климат, технику и другие элементы современных агротехнологий. Целью настоящих исследований явилось изучение влияния различных способов обработки почвы, удобрений, средств защиты и природных факторов на урожайность яровой пшеницы и плодородие тяжелосуглинистых черноземов в условиях северо-западной зоны Зауралья в стационарных опытах, заложенных Т.С. Мальцевым.

#### Методика и условия проведения исследований

Исследования ведутся в рамках Государственного задания Министерства науки и Высшего образования по направлению 142 Программы ФНИ государственных академий наук по теме № 0773-2019-0027 «Усовершенствовать систему адаптивно-ландшафтного земледелия для Уральского региона и создать агротехноло-

гии нового поколения на основе минимизации обработки почвы, диверсификации севооборотов, интегрированной защиты растений, биологизации, сохранения и повышения почвенного плодородия и разработать информационно-аналитический комплекс компьютерных программ и баз данных, обеспечивающий инновационное управление системой земледелия» по общепринятой методике опытного дела.

Анализ гидротермических условий основных природных зон Зауралья за последние годы свидетельствует, что в северо-западной они в значительной степени отличаются от условий центральной и южной (табл. 1).

Почвы в северо-западной зоне преимущественно черноземные (66,8%), по гранулометрическому составу тяжелосуглинистые и глинистые (63,8%), медленно прогреваются, отличаются низким содержанием нитратов [10]. Поэтому систему обработки почвы Терентий

Таблица 1 – Гидротермические условия основных природных зон Зауралья за период 2001–2019 гг.

| Природная зона  | За вегетационный период (май-август) |                         |      | В среднем за год  |                         |
|-----------------|--------------------------------------|-------------------------|------|-------------------|-------------------------|
|                 | сумма осадков, мм                    | температура воздуха, °С | ГТК  | сумма осадков, мм | температура воздуха, °С |
| Северо-западная | 258                                  | 16,9                    | 1,30 | 468               | 2,9                     |
| Центральная     | 194                                  | 17,3                    | 0,96 | 389               | 3,0                     |
| Южная           | 178                                  | 17,4                    | 0,86 | 381               | 3,3                     |

Таблица 2 – Система обработки тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема в севообороте (пар – пшеница – пшеница – кукуруза – пшеница), Шадринская опытная станция, 1968, 1970 гг.

| Вариант системы обработки | Чередование культур и способ обработки почвы в полях севооборота |                                 |                                 |                                 |
|---------------------------|--|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
|                           | пар под первую пшеницу   | вторая пшеница                  | кукуруза (овес)                 | пшеница                         |
| 1                         | лушение, 8–10 см   | лушение, 8–10 см                | лушение, 8–10 см                | лушение, 8–10 см                |
| 2                         | безотвальное рыхление, 30–40 см                                  | лушение, 8–10 см                | лушение, 8–10 см                | лушение, 8–10 см                |
| 3                         | вспашка, 22–25 см  | лушение, 8–10 см                | лушение, 8–10 см                | лушение, 8–10 см                |
| 4                         | безотвальное рыхление, 30–40 см                                  | безотвальное рыхление, 30–40 см | безотвальное рыхление, 30–40 см | безотвальное рыхление, 30–40 см |
| 5                         | вспашка, 22–25 см  | вспашка, 22–25 см               | вспашка, 22–25 см               | вспашка, 22–25 см               |
| 6                         | безотвальное рыхление, 22–25 см                                  | безотвальное рыхление, 22–25 см | безотвальное рыхление, 22–25 см | безотвальное рыхление, 22–25 см |
| 7                         | вспашка, 22–25 см  | лушение, 8–10 см                | вспашка, 22–25 см               | лушение, 8–10 см                |
| 8                         | безотвальное рыхление, 30–40 см                                  | лушение, 8–10 см                | безотвальное рыхление, 30–40 см | лушение, 8–10 см                |
| 9                         | вспашка, 22–25 см, безотвальное рыхление, 30–40 см               | вспашка, 22–25 см               | безотвальное рыхление, 30–40 см | вспашка, 22–25 см               |



Семенович ориентировал, прежде всего, на повышение нитрификационной активности почвенных микроорганизмов. Неоценимые теоретические знания и практический опыт по регулированию биологической активности почв он приобрел в процессе совместной научно-исследовательской работы с сотрудниками ВНИИ микробиологии [11]. Учитывая, что для тяжелосуглинистых почв одним из важнейших факторов процесса нитрификации является аэрация [12], Мальцев решал эту проблему за счет безотвального рыхления глубоких слоев почвы, а на вариантах мелких обработок применял дисковые луцильники и ножевидные бороны – орудия, которые обеспечивают хорошую аэрацию верхнего десятисантиметрового слоя. Схема полевого опыта, заложенного под его руководством, представлена в таблице 2.

В процессе многолетних исследований первоначальная схема опыта изменялась. Так, в годы перестройки в хозяйствах региона резко сократилось поголовье крупного рогатого скота, кукуруза стала мало востребована, ее заменили овсом, а затем севооборот перевели в четырехпольный (пар-пшеница-пшеница-пшеница). При этом система обработки почвы не нарушалась. После реорганизации Шадринской сельскохозяйственной опытной станции в форме присоединения к Курганскому НИИ сельского хозяйства в качестве лаборатории им. Т.С. Мальцева (2010 г.) схема обработки претерпела изменения, востребованные современной ситуацией в земледелии: 1) вместо глубокого безотвального рыхления на 30–40 см во всех полях севооборота ввели комбинированный пар (две механические поверхностные обработки и одна – глифосатсодержащим гербицидом), в остальных полях севооборота – без основной обработки (вариант 4); 2) энергонасыщенный, высокочувствительный вариант опыта с осенней отвальной обработкой на 22–25 см и летним глубоким безотвальным рыхлением в паровом поле заменили химическим паром (две гербицидные обработки), в последующих полях севооборота – без основной обработки (вариант 9).

В системе минерального питания в период закладки опыта из-за низкой обеспеченности тяжелосуглинистых почв опытного поля подвижными соединениями фосфора (0,2 мг/100 г по Францесону) в схеме было предусмотрено применение высоких доз фосфорных удобрений (1969–1979 – P60, 1980–2009 – P80)

(табл. 3). По истечении свыше 30 лет к началу 2004 года содержание подвижного фосфора в паровых полях достигло высоких показателей: 3,39 мг/100 г на фоне вспашки и 4,15 мг/100 г на вариантах глубокой безотвальной обработки. В связи с этим с 2004 года фосфорные удобрения в опыте не применяются, дозу минерального азота снизили с N80 до N40, для исключения угнетающего влияния азота на растения пшеницы в условиях недостаточного увлажнения. В настоящее время системы обработки почвы изучаются на фоне N40 с применением фунгицидов в годы эпифитотии листостебельных болезней.

### Результаты исследований

Анализ изучаемых вариантов систем обработки почвы, наиболее широко применяемых в современных производственных условиях Зауралья, позволил определить степень влияния управляемых и природных факторов на урожайность яровой пшеницы в северо-западной зоне (табл. 3).

За 40-летний период исследований по первоначальной схеме (1969–2009 гг.) установлено, что на вариантах с механическими способами обработки паровых полей, в том числе дисковым луцильником, не произошло существенного изменения уровня урожайности яровой пшеницы по сравнению с традиционной отвальной обработкой (см. варианты 1 и 5). При замене механической обработки тяжелосуглинистого чернозема химической урожайность пшеницы, возделываемой по химическому пару без фунгицидной защиты, в среднем за 2014–2019 гг. (вариант 9) снизилась на 3,5 ц/га по сравнению со средним уровнем урожайности на изучаемых вариантах обработки и на 4,5 ц/га – со вспашкой. На фоне азотных удобрений и средств защиты от листостебельных инфекций (N40 + фунгицид) снижение составило соответственно 3,3 и 3,9 ц/га. Неблагоприятное, по сравнению с классическим паром, последствие химического пара проявилось и в третьем поле севооборота (вторая пшеница). Снижение урожайности на фоне удобрений и фунгицида по сравнению с ежегодной отвальной обработкой составило 2,2 ц/га, при среднем уровне урожайности за 2014–2019 гг. – 25,9 ц/га. В то же время пшеница, возделываемая во втором и третьем полях севооборота в системе комбинированного пара (вариант 4)

(механическая + химическая обработки), по урожайности не уступала механическим приемам и глубокой отвальной обработке. Следовательно, механическая обработка парового поля, применяемая дополнительно к химической, создавала более благоприятные условия аэрации, улучшала влагообеспеченность и нитратный режим верхнего слоя почвы. Подтверждением эффективности этого приема является стабильная урожайность пшеницы, возделываемой в течение более чем 50-летнего периода

(1969–2019 гг.) по «луцевке». Видимо, широкомасштабный переход на химические приемы обработки тяжелосуглинистых почв в северо-западной зоне оказался тем самым шаблоном, о котором предупреждал Т.С. Мальцев.

Перевод энергонасыщенных вариантов с отвальной на минимальную систему обработки (2010 г.) отразился и на физическом состоянии почвы (табл. 4).

Из-за отсутствия обработки почвы в химическом пару (вариант 9) плотность почвы

Таблица 3 – Влияние систем обработки и удобрений на урожайность яровой пшеницы в северо-западной зоне, ц/га\*

| Вариант системы обработки** | 1969–1979 гг. |        | 1980–2009 гг. |      | 2014–2019 гг.  |  |
|-----------------------------|---------------|--------|---------------|------|----------------|--|
| Пшеница по пару             |               |        |               |      |                |  |
|                             | Без удобрений | P60    | N30P80K30     | N40  | N40 + фунгицид |  |
| 1                           | 27,1          | 29,6   | 25,5          | 24,0 | 29,9           |  |
| 4                           | 26,1          | 29,9   | 26,7          | 23,9 | 29,3           |  |
| 5                           | 27,1          | 30,0   | 26,6          | 24,5 | 29,6           |  |
| 7                           | 27,3          | 30,7   | 27,6          | 25,1 | 30,4           |  |
| 9                           | 25,7          | 30,2   | 26,7          | 20,0 | 25,7           |  |
| Средний показатель          | 26,7          | 30,0   | 26,6          | 23,5 | 29,0           |  |
| НСР <sub>0,5</sub>          | 2,0           | 1,4    | 1,5           | 1,8  | 1,8            |  |
| Вторая пшеница после пара   |               |        |               |      |                |  |
|                             | Без удобрений | N50P30 | N90P40K30     | N40  | N40 + фунгицид |  |
| 1                           | 10,7          | 16,2   | 21,3          | 19,0 | 26,0           |  |
| 4                           | 10,4          | 17,2   | 20,1          | 19,3 | 25,8           |  |
| 5                           | 11,6          | 18,8   | 20,8          | 19,6 | 25,6           |  |
| 7                           | 12,1          | 18,8   | 19,2          | 20,3 | 26,8           |  |
| 9                           | 11,1          | 17,9   | 20,0          | 18,8 | 23,4           |  |
| Средний показатель          | 11,2          | 17,8   | 20,3          | 19,4 | 25,9           |  |
| НСР <sub>0,5</sub>          | 1,0           | 1,2    | 1,8           | 1,9  | 1,9            |  |

\* 1969–2009 гг. – данные Шадринской опытной станции, 2014–2019 гг. – данные лаборатории им. Т.С. Мальцева.

\*\* Номера вариантов систем обработки соответствуют мальцевской схеме в таблице 2.

Таблица 4 – Объемная масса почвы в паровом поле тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема в зависимости от способа обработки, г/см<sup>3</sup>, лаборатория им. Т.С. Мальцева, 2018 г.

| Вариант опыта | Способ обработки пара                                 | Период    | Почвенный горизонт, см |       |       |      |
|---------------|---|-----------|------------------------|-------|-------|------|
|               |   |           | 0–10                   | 10–20 | 20–30 | 0–30 |
| 1             | Отвально-минимальный, 8–10 см                         | 1979–2018 | 0,95                   | 1,34  | 1,33  | 1,21 |
| 4             | Комбинированный (химическая + механическая обработки) | 2010–2018 | 1,15                   | 1,34  | 1,34  | 1,27 |
| 5             | Отвальный, 22–25 см                                   | 1979–2018 | 1,17                   | 1,21  | 1,31  | 1,23 |
| 7             | Безотвальный, 22–25 см                                | 1979–2018 | 1,03                   | 1,21  | 1,25  | 1,16 |
| 9             | Химический (две обработки гербицидом)                 | 2010–2018 | 1,27                   | 1,18  | 1,20  | 1,22 |



в слое 0–10 см увеличилась до 1,27 г/см<sup>3</sup>, что вполне объяснимо по сравнению с фоном механических обработок верхнего слоя почвы в вариантах комбинированной, отвальной и безотвальной систем (варианты 1, 4, 5, 7), где плотность почвы изменялась в пределах от 0,95 до 1,17 г/см<sup>3</sup>. Ряд авторов [13, 14] отмечают, что при продолжительном периоде применения нулевой обработки происходит уменьшение плотности верхнего слоя из-за преимущественного большего поступления в него растительных остатков и интенсификации процессов гумификации. В нашем опыте это действительно подтвердилось низким показателем объемной массы в слое 0–10 см (0,95 г/см<sup>3</sup>) на варианте длительного применения минимальной обработки. Наблюдалось повышение плотности нижних слоев (10–20 и 20–30 см) до 1,33–1,34 г/см<sup>3</sup> на поверхностных обработках, что также можно объяснить отсутствием рыхления нижних слоев почвы.

Система обработки оказала заметное влияние и на водный режим почвы (табл. 5).

На вспашке весенние влагозапасы верхних слоев почвы были выше на 23–28 мм по сравнению с почвой без обработки благодаря высокой некапиллярной скважности. Однако в период вегетации растений из-за повышенной аэрации на механических обработках потери влаги на испарение значительно увеличивались. Более

рационально использовалась почвенная влага растениями на нулевой обработке, но при условии достаточных весенних запасов.

Проблемной закономерностью для тяжелосуглинистых черноземов северо-западной зоны является недостаточная обеспеченность нитратным азотом. Причиной низких запасов нитратного азота служат как недостаток, так и избыток влаги, несоответствие температурных условий, а также другие природные и антропогенные факторы, в том числе система обработки почвы (табл. 6).

Согласно представленным данным, эффективность текущей нитрификации в указанные годы также была не очень высокой. Ранее проведенными исследованиями установлено, что процессы нитрификации в данных почвах изменяются в широком диапазоне, но не всегда оказывают положительное влияние на рост и развитие растений [15]. Видные ученые Зауралья А.Ф. Бахарева и А.В. Терпугов (1969) объясняют такое состояние шадринских почв следующим образом: «В пахотном слое тяжелосуглинистого чернозема общего азота содержится в среднем 0,3% с колебаниями от 0,2 до 0,5%, гидролизуемого – от 70 до 150 мг на 1 кг почвы, то есть почвы богаты этой формой азота. Однако в силу замедленного перехода гидролизуемого азота в минеральный растения нередко испытывают дефицит усвояемого азота» [16].

Таблица 5 – Содержание продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см в зависимости от систем обработки парового поля, мм, 2014–2019 гг.

| Срок определения                           | Система обработки почвы в паровом поле |             |              |         |
|--|--|-------------|--------------|---------|
|  | отвальная                              | минимальная | безотвальная | нулевая |
| Перед посевом                              | 170                                    | 166         | 165          | 142     |
| В фазу кущения                             | 137                                    | 142         | 139          | 129     |
| Расход влаги за период между определениями | 33                                     | 24          | 26           | 13      |

Таблица 6 – Запасы нитратного азота в слое 0–40 см весной и в период вегетации второй после пара пшеницы в зависимости от системы обработки тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема на фоне N40, 2014–2016 гг.

| Отвальная |       | Минимальная |       | Безотвальная |       | Без обработки |       |
|-----------|-------|-------------|-------|--------------|-------|---------------|-------|
| мг/кг     | кг/га | мг/кг       | кг/га | мг/кг        | кг/га | мг/кг         | кг/га |
| 16.05     |       |             |       |              |       |               |       |
| 3,0       | 14,4  | 3,0         | 14,4  | 3,5          | 16,8  | 3,1           | 14,9  |
| 26.06     |       |             |       |              |       |               |       |
| 5,9       | 28,3  | 3,9         | 18,7  | 3,6          | 17,3  | 3,4           | 16,3  |

Несмотря на противоречивость получаемых результатов, все же нельзя категорически утверждать, что технология без осенней обработки почвы не пригодна для условий северо-западной зоны Зауралья. Здесь снова уместно обратиться к советам Терентия Семеновича: «Есть участки теплые, где земля обогрывается лучше, менее остывает, где период вегетации любой культуры короче, то есть хлеб вырастает в более короткое время, чем в другом месте...» [17]. Такие участки (поля) имеются в каждом районе, каждом хозяйстве северо-западной зоны Курганской области, здесь можно успешно применять технологию без осенней обработки почвы при условии высокой культуры земледелия и уровня интенсификации.

Рекомендации Терентия Семеновича по обработке почв оказались как никогда актуальны сегодня. Для исключения негативных последствий нулевых обработок на тяжелосуглинистых почвах северо-западной зоны Терентий Семенович рекомендовал проводить послеуборочную обработку стерни лущильником (дискатором) – универсальным и безотказным орудием для минимальной системы обработки тяжелых почв. В случае дождливой осени или поздней уборки эту работу он не оставлял, а переносил ее на ранневесенний период, для того чтобы подсушить верхний слой почвы, уничтожить всходы зимующих и ранних однолетних сорняков, а затем производить посев.

Следует отметить еще один шаблон современного земледелия, связанный с выбором сортов яровой пшеницы для возделывания в конкретной природной зоне. Решая проблемы стабильного производства качественного зерна в Зауралье, Терентий Семенович серьезное внимание уделял селекции и сортоиспытанию. Он считал, что «наличие двух сортов яровой пшеницы – раннеспелого и позднеспелого – непреломный закон для обширного края Зауралья».

До недавнего времени так и было. Наряду со среднеспелыми, среднепоздними сортами яровой пшеницы в области возделывали два ультраскороспелых: Новосибирская 15 и Фора. Короткий вегетационный период раннеспелых сортов гарантировал полное вызревание зерна яровой пшеницы даже при посеве в первой декаде июня, при оптимальных сроках 15–25 мая. Однако товаропроизводители все большее предпочтение стали отдавать урожайным средне- и позднеспелым сортам, что на первый взгляд

логично. Сегодня селекционеры института рекомендуют для северо-западной зоны в структуре посева яровой пшеницы иметь 20–25% раннеспелых сортов, 65–70% среднеспелых и от 10 до 15% среднепоздних. Курганским НИИСХ после некоторого перерыва, связанного с не востребоваанностью скороспелых сортов, возобновлена селекционная и семеноводческая работа по созданию новых и размножению ультраскороспелого сорта Фора.

В год 125-летия со дня рождения мы в очередной раз обращаемся к богатому наследию, которое оставил нам Терентий Семенович.

Приведем ряд примеров. Положение, в котором Т.С. Мальцев убедительно доказал равнозначную роль однолетних и многолетних культур в почвообразовательном процессе, академик А.Н. Каштанов (2006) назвал настоящим открытием для середины XX века [18]. Основоположник почвозащитного земледелия на целинных землях академик А.И. Бараев высоко оценил мальцевскую систему обработки, ее роль в повышении плодородия почвы [19].

Глубокая безотвальная обработка паровых полей, предложенная Терентием Семеновичем в 50-е годы прошлого столетия, в периоды отсутствия химических средств защиты была единственным действенным приемом борьбы с многолетними корнеотпрысковыми сорняками.

Убедительно точное предположение сделал Т.С. Мальцев по вопросу увеличения и сохранения плодородия почвы в 1951 году. В статье «За творческое развитие агрономической науки» он писал: «Увеличение урожая вызовет большее обогащение почвы органическими корневыми пожнивными остатками и усилит положительное влияние культурных растений на плодородие почвы». Это предположение подтвердилось полевыми опытами, заложенными с его участием.

Кроме богатых теоретических знаний, практического опыта, природной интуиции Терентий Семенович обладал и рационализаторскими способностями. Он не только разработал новые агротехнические приемы, но и предложил ряд конструктивных изменений отечественной сельскохозяйственной техники для выполнения этих приемов (плуг для глубокого рыхления почвы, лущильник с прямыми дисками, бороны с «лапчатыми» и ножевидными зубьями, сеялку, комбайн улучшенной конструкции и другие).



## Заключение

Исследованиями последних лет подтвердился тот факт, что к системам обработки тяжелосуглинистых черноземов северо-западной зоны необходимо подходить взвешенно, с учетом особенностей данной природной зоны, о чем предупреждал Терентий Семенович Мальцев. Опасения Терентия Семеновича подтверждаются нашими исследованиями. Стерневые фоны, оставленные на зимний период без обработки, не только сохраняют влагу, но и замедляют прогревание холодных тяжелосуглинистых почв, при этом снижается и до этого низкая нитрификационная активность почвенных микроорганизмов, ухудшается влагопроницаемость. Находясь под покровом стерни во влажном состоянии, почва прогревается медленно, что вынуждает земледельцев начинать посев по стерне значительно позднее оптимальных сроков.

По урожайности яровой пшеницы химические пары уступают традиционным 16–20%, а не обработанная осенью почва уплотняется до 1,27 против 0,95 г/см<sup>3</sup> на вариантах ежегодной отвально-минимальной обработки и до 1,17 г/см<sup>3</sup> на вспашке. Более благоприятный режим для роста и развития растений пшеницы обеспечивает комбинированная система (химические + механические обработки). По урожайности эта система обработки пара не уступает изучаемым механическим приемам, в том числе глубокой отвальной, но является менее затратной. Следовательно, механическая обработка парового поля, дополнительно к химической, создает более благоприятные условия аэрации, улучшает влагообеспеченность, нитратный режим верхнего слоя почвы и может успешно применяться в северо-западной зоне Зауралья на тяжелосуглинистых почвах в системе минимальной обработки. При этом посев второй пшеницы после комбинированного пара возможен и по стерневому фону. Приведенные данные подтверждают правоту Т.С. Мальцева о том, что приемы минимизации почвообработки необходимо применять с учетом зональных почвенно-климатических особенностей.

## Список литературы

1. Мальцев Т. С. Материалы Всесоюзных совещаний в колхозе «Заветы Ленина» и г. Шадринске Курганской области 1954 года. Курган, 1984. 100 с.

2. Мальцев Т. С. О приумножении плодородия целинных и залежных земель. Вопросы земледелия. Избранное. М. : Агропромиздат, 1985. С. 238–248.

3. Кирюшин В. И. Минимизация обработки почвы: перспективы и противоречия в земледелии // Земледелие. 2006. № 5. С. 12–14.

4. Blade loosening creates a deeper and near-stable rooting zone that raises the productivity of a structurally unstable texture contrast soil / G. J. Hamilton, J. Sheppard, R. Bowey, P. Fisher // Soil Research. 2017. Т. 55. № 2. P. 101–113.

5. Economics of crop diversification and soil tillage opportunities in the Canadian prairies / R. P. Zentner [et al.] // Agron. J. 2002. № 94. P. 216–230. Access mode : <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2134/agronj2002.2160>.

6. Conservation agriculture for long-term soil productivity / M. Suleimenov, Z. Kaskarbayev, K. Akshalov, N. Yushchenko // Mueller L., Saporov A., Lischeid G. (eds) Novel measurement and assessment tools for monitoring and management of land and water resources in agricultural landscapes of central Asia. Environmental science and engineering. Springer, Cham. 2014. P. 441–454. DOI : [https://doi.org/10.1007/978-3-319-01017-5\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-319-01017-5_26).

7. Suleimenov M. Dryland agriculture in Northeastern Europe and northwestern Asia // In Dryland agriculture (eds G. A. Peterson, P. W. Unger and W. A. Payne). 2015. P. 16. DOI : 10.2134/agronmonogr23.2ed.c16.

8. Roberts T. L., Johnston A. M. Tillage intensity, crop rotation, and fertilizer technology for sustainable wheat production North American experience // Buck H. T., Nisi J. E., Salomón N. (eds) Wheat production in stressed environments. Developments in plant breeding. Springer, Dordrecht. 2007. Vol. 12. P. 175–187. DOI : [https://doi.org/10.1007/1-4020-5497-1\\_23](https://doi.org/10.1007/1-4020-5497-1_23).

9. Nitrogen fertilization management for no-till cereal production in the Canadian Great Plains: a review / S. S. Malhi, C. A. Grant, A. M. Johnston, K. S. Gill // Soil and Tillage Research. 2001. № 60. P. 101–122. Access mode : [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(01\)00176-3](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(01)00176-3).

10. Проблемы экологизации зернового производства и пути их решения в Зауралье / под ред. С. Д. Гилева. Куртамыш : ООО «Куртамышская типография», 2018. 224 с.

11. Востров И. С. Рациональное использование микроорганизмов для повышения потенциального плодородия почв // Вестник

сельскохозяйственной науки. 1989. № 1 (389). С. 103–109.

12. Земледелие / под ред. С. А. Воробьева. М. : Колос, 1972. 511 с.

13. Шептухов В. Н., Коновалов С. Н., Нестерова А. В. Изменение структуры дерново-подзолистых суглинистых почв при минимизации обработки // Почвоведение. 1993. № 5. С. 64–74.

14. Холмов В. Г., Юшкевич Л. В. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири. Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2006. 396 с.

15. Глухих М. А., Собянин В. Б., Собянина О. Б. Терентий Семенович Мальцев. Идеи и научные исследования. Курган : ФГОУИПП «Зауралье», 2005. Ч. 2. 242 с.

16. Бахарева А. Ф., Терпугов А. В. Агрохимическая характеристика почв и применение

удобрений в Курганской области. Свердловск : Южно-Уральское кн. изд-во, 1969. 115 с.

17. Бараев А. И. Сущность метода Т.С. Мальцева // Избранные труды. Алматы, 2008. Т. 1. С. 111–114.

18. Мальцев Т. С. Где нас подстерегают ошибки в весеннем севе. Вопросы земледелия. Избр. 3-е изд. М. : Агропромиздат, 1985. С. 91–96.

19. Каштанов А. Н. Значение работ Т.С. Мальцева, их развитие и реализация в современном земледелии // Роль современных технологий в устойчивом развитии АПК : матер. Междунар. науч.-практ. конф. посвящ. 110-летию со дня рожд. Т. С. Мальцева. Курган, 2006. С. 22–24.

---

**Гилев Сергей Дмитриевич**, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории земледелия, ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук».

E-mail: gilew.ser@yandex.ru.

**Цымбаленко Иван Николаевич**, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории земледелия, ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук».

E-mail: kniish@ketovo.zaoral.ru.

**Копылов Артем Николаевич**, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории земледелия, ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук».

E-mail: artkurgan@rambler.ru.

**Ионина Наталья Валерьевна**, старший научный сотрудник лаборатории имени Т.С. Мальцева, ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук».

E-mail: nyura.ionina@yandex.ru.

**Нестерова Елена Викторовна**, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экономики и инновационного развития, ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук».

E-mail: l.nesterowa2009@yandex.ru.

\* \* \*

## ЭЛЕМЕНТЫ АДАПТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА ЭКСТРА В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА

О. В. Демидова

Целью проведенных исследований было установить влияние регуляторов роста на развитие и раскрытие биологического потенциала урожайности мягкой яровой пшеницы сорта Экстра. Исследования проведены в 2018–2019 гг. в рамках государственного задания по теме «Создание и усовершенствование адаптивных технологий возделывания экономически значимых сельскохозяйственных культур на основе оптимизации биотических и абиотических факторов». Для сравнения действия регуляторов роста использовали следующие препараты: Росток, Циркон, Лариксин и Гумиторф в рекомендуемой дозе, всего 15 вариантов, за контроль взят вариант без обработки. Установлено, что использование препарата Росток в опыте с обработкой семян перед посевом значительно повысило урожайность на всех вариантах опыта с нормами высева в среднем на 0,60 т/га. Применение препарата Лариксин при обработке растений в фазу кущения повысило прибавку урожайности в среднем на 0,60 т/га на всех вариантах опыта. Более высокая отзывчивость на применяемые препараты проявилась в варианте с нормой высева 5,5 млн всхожих зерен на 1 га в опыте с обработкой препаратом Лариксин (5,30 т/га) в фазу кущения.

*Ключевые слова:* растениеводство, яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.), сорт, нормы высева, урожайность, минеральные удобрения, взаимодействие генотип – среда, адаптивные технологии, адаптивность, регуляторы роста, Росток, Циркон, Лариксин, Гумиторф.

Адаптивная технология нацелена на создание благоприятных условий реализации биологического потенциала сортов культурных растений. Экологические факторы оказывают существенное влияние на процессы роста и развития растений на всех этапах органогенеза, изменяют ход обменных процессов и тем самым вызывают в них разнообразные ответные реакции. Один и тот же сорт проявляет себя по-разному в изменяющихся условиях внешней среды, а различные нормы высева неодинаково реагируют на одну и ту же среду.

Понятие взаимодействия генотипа с окружающей средой – это отражение того факта, что генотип не может существовать вне среды

и, развиваясь, взаимодействует с ней на всех этапах онтогенеза, характер их взаимодействия изучен недостаточно, чтобы достоверно прогнозировать поведение конкретного сорта в определенных условиях [3].

Поэтому их изучение представляет значительный интерес для адаптивного растениеводства в сочетании с использованием регуляторов ростовых процессов для развития растений [2].

При разработке агротехники для определенного сорта важно учитывать специфику «критических» периодов онтогенеза, а также фаз наибольшей отзывчивости на регулируемые факторы внешней среды. Успешность применения элементов адаптивной технологии в первую



очередь связана со степенью использования положительных и отрицательных эффектов взаимодействия «генотип – среда», поэтому величина и качество урожая сильнее изменяется за счет разработанной агротехники. Основным показателем, характеризующим хозяйственную ценность сорта в конкретных условиях, является урожайность, он отражает как биологические особенности сорта, так и влияние экологических и агротехнических факторов [1].

Только высокая адаптивность сорта может обеспечить стабильность урожая в разных экологических условиях. В.В. Хангильдин объединил стабильность сорта с гомеостатичностью (Ном) [5]. Проявление низкого гомеостаза указывает на сильную изменчивость урожая при одних и тех же лимитирующих факторах. Методика, разработанная Р.А. Удачным и А.П. Головаченко, позволяет оценить экологическую пластичность при испытании на двух агрофонах методом случайных повторений. Свойство стабильности характеризует одну из сторон адаптивной реакции сорта, этот показатель предлагается оценивать изменчивостью стабильности, чем меньше он варьирует, тем устойчивее сорт по урожайности [6].

Для определения реакции сорта на благоприятные условия используют показатель интенсивности (И). Интенсивный сорт должен максимально использовать благоприятные факторы с целью увеличения урожайности.

В связи с этим нами была поставлена **цель работы** – изучение влияния препаратов на рост и развитие растений яровой пшеницы сорта Экстра для предпосевной обработки семян и в фазу кущения.

#### Условия, материалы и методы

Исследования проведены в рамках государственного задания по теме: «Создание и усовершенствование адаптивных технологий возделывания экономически значимых сельскохозяйственных культур на основе оптимизации биотических и абиотических факторов».

Экспериментальные исследования проводились на полях Красноуфимского селекционного центра (Уральский НИИСХ – филиал ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН). Почва опытного участка – чернозем оподзоленный, агрохимическая характеристика пахотного слоя: рН солевое – 6,43%; гумус – 4,62%; сумма поглощенных оснований – 49,3 ммоль/100 г; азот легкогидролизуемый –

205 мг/кг; фосфор подвижный – 88 мг/кг; калий обменный – 55,0 мг/кг; гидролитическая кислотность – 19,0 мг-экв./100 г почвы.

Повторность в опытах четырехкратная, размещение делянок ярусное систематическое. Общая площадь 1 делянки 20,0 м<sup>2</sup>.

Посев проведен в третьей декаде мая с предпосевным внесением минеральных удобрений в дозе NPK по 90 кг д.в. на га, предшественник – черный пар. Агротехника – общепринятая для яровой пшеницы в зоне Среднего Урала. Для исследований использовали нормы высева 4,5; 5,5; 6,5 млн всхожих зерен на 1 га. Уборку урожая в годы изучения проводили комбайном «Сампо 130».

Метеорологические условия оказали существенное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур. Одним из самых действенных погодных факторов являются количество осадков и характер их распределения в течение вегетационного периода, а также температурный режим. В отдельные годы они могут резко отличаться в сравнении как с предыдущими годами, так и со средними многолетними данными, и поэтому изменения погоды в каждом вегетационном периоде решающим образом влияют на стабильность урожая [9].

В 2018 году в период вегетации сложились экстремальные погодные условия для всех сельскохозяйственных культур, в том числе и для яровой пшеницы.

Среднесуточная температура воздуха за период (май ... сентябрь) была ниже от среднемноголетней нормы на 1,3 °С, количество выпавших осадков составило 427 мм при норме 291 мм. Гидротермический коэффициент равен 1,5.

В 2019 году в мае преобладала теплая погода. Среднесуточная температура выше на 3,3 °С от среднемноголетней. Больше всего осадков выпало в августе 142,2 мм, что превысило среднемноголетние показатели (259% от нормы). ГТК за вегетационный период составил 2,0.

В наших исследованиях для сорта Экстра яровой мягкой пшеницы при оценке адаптивного потенциала с применением различных агротехнических приемов мы использовали параметры адаптивности по методу S.A. Ebehart, W.A. Russel (1966) [4], показатель гомеостатичности по методике Л.А. Хангильдина (1986) [5] и показатель интенсивности определяли по методике, изложенной Р.А. Удачным и А.П. Головаченко [6]. Дисперсионный анализ эксперимен-



тальных данных проведен по методике Б.А. Доспехова [7].

Для нашего исследования были взяты регуляторы роста природного и синтетического происхождения, такие как Циркон, Лариксин, Гумиторф и Росток.

### Результаты исследований

Исследуемые в опыте препараты достоверно различались по урожайности.

В опыте с обработкой семян до посева наибольшая средняя прибавка к урожайности наблюдалась при использовании препарата Росток (0,60 т/га) на всех вариантах опыта с нормами посева. В опыте с обработкой растений в фазу кушения наибольшая средняя прибавка к урожайности составила у варианта с обработ-

кой препаратом Лариксин (0,60 т/га). В целом в опыте более высокая отзывчивость на улучшение условий выращивания проявилась в варианте с нормой посева 5,5 млн всхожих зерен на 1 га с использованием препарата Лариксин (5,3 т/га) (табл. 1).

Важный вклад в формирование урожайности вносит взаимодействие «сорт – среда» (табл. 2).

Коэффициент линейной регрессии ( $b_i$ ) подчеркивает их реакцию на изменение внешних условий выращивания, при этом он может принимать значение больше или меньше 1, а также может быть и равным 1, чем выше значение коэффициента ( $b_i > 1$ ), тем большей отзывчивостью обладает данная норма посева и, следовательно, требовательна к высокому уровню

Таблица 1 – Влияние препаратов и норм посева на урожайность яровой пшеницы сорта Экстра, 2018–2019 гг.

| Норма посева, млн всхожих зерен на га | Урожайность, т/га |        |        |          |          | $\Sigma X$ | $X_{cp}$ |
|---------------------------------------|-------------------|--------|--------|----------|----------|------------|----------|
|                                       | Контроль          | Росток | Циркон | Лариксин | Гумиторф |            |          |
| Обработка семян перед посевом         |                   |        |        |          |          |            |          |
| 4,5                                   | 4,10              | 4,50   | 4,70   | 4,80     | 3,80     | 21,90      | 4,40     |
| 5,5                                   | 3,70              | 4,70   | 4,20   | 4,30     | 4,10     | 21,00      | 4,20     |
| 6,5                                   | 3,50              | 3,90   | 3,90   | 3,80     | 3,70     | 19,00      | 3,80     |
| Среднее                               | 3,80              | 4,40   | 4,30   | 4,30     | 3,90     |            |          |
| $НСР_{0,5}$                           | 0,73              | 0,51   | 0,50   | 0,59     | 0,60     |            |          |
| Обработка по вегетации в фазе кушения |                   |        |        |          |          |            |          |
| 4,5                                   | 4,20              | 4,20   | 4,70   | 4,70     | 4,20     | 22,00      | 4,40     |
| 5,5                                   | 3,70              | 4,40   | 4,10   | 5,30     | 3,80     | 21,30      | 4,30     |
| 6,5                                   | 4,20              | 4,30   | 4,10   | 4,00     | 3,90     | 20,50      | 4,10     |
| Среднее                               | 4,03              | 4,30   | 4,30   | 4,67     | 3,90     |            |          |
| $НСР_{0,5}$                           | 0,38              | 0,40   | 0,40   | 0,30     | 0,60     |            |          |

Таблица 2 – Адаптивные параметры яровой пшеницы Экстра по показателю «урожайность» 2018–2019 гг.

| Норма посева, млн всхожих зерен на га | Урожайность, т/га |      |          | Параметры адаптивности |        | Коэф. вариации ( $V$ ), % | Показатель гомеост. (Hom) | (И), % |
|---------------------------------------|-------------------|------|----------|------------------------|--------|---------------------------|---------------------------|--------|
|                                       | max               | min  | $X_{cp}$ | $b_i$                  | $Sd^2$ |                           |                           |        |
| Обработка семян перед посевом         |                   |      |          |                        |        |                           |                           |        |
| 4,5                                   | 4,80              | 3,80 | 4,40     | 2,05                   | 0,63   | 0,21                      | 8,13                      | 22,7   |
| 5,5                                   | 4,70              | 3,70 | 4,20     | 1,08                   | 0,06   | 0,02                      | 6,37                      | 23,8   |
| 6,5                                   | 3,90              | 3,70 | 3,80     | 0,97                   | 1,40   | 0,41                      | 7,22                      | 5,26   |
| Обработка по вегетации в фазе кушения |                   |      |          |                        |        |                           |                           |        |
| 4,5                                   | 4,70              | 4,20 | 4,40     | -1,38                  | 1,57   | 0,52                      | 10,57                     | 11,4   |
| 5,5                                   | 5,30              | 3,70 | 4,30     | 0,08                   | 1,60   | 0,53                      | 4,41                      | 37,2   |
| 6,5                                   | 4,30              | 3,90 | 4,10     | -1,38                  | 1,11   | 0,37                      | 6,63                      | 9,75   |

агротехники. Только при сложившихся условиях имеется возможность получить максимальную отдачу данного сорта.

В случае, если ( $b_i < 1$ ), вариант с нормой высева значительно меньше реагирует на изменение внешних условий среды, а при условии ( $b_i = 1$ ) изменение показателя для вариантов с нормами высева соответствует изменению условий выращивания.

Из анализа данных таблицы 2 следует, что при обработке семян перед посевом вариант с нормой высева 4,5 млн всхожих зерен на 1 га проявляет себя как более требовательный к уровню агротехники, а вариант с нормой высева 6,5 млн всхожих зерен на 1 га реагирует слабее на изменение применяемых препаратов.

При норме высева 6,5 млн всхожих зерен на 1 га показатель  $b_i = 0,97$ , у данной нормы высева высокая экологическая пластичность. Она хорошо реагирует на изменение окружающей среды. При высоком уровне агротехники такая норма способна давать высокий урожай, при плохих погодных условиях урожайность снижается незначительно. Тогда как разреженная норма высева ( $b_i = 2,5$ ) относится к интенсивному типу и более требовательна к высокому уровню агротехники, она хорошо отзывается на улучшение условий возделывания, но при неблагоприятных погодных условиях резко снижает урожайность.

При обработке растений в фазу кущения показатель ( $b_i$ ) имеет отрицательное значение или близкое к нулю, используемые нормы высева при данном виде обработки реагируют нейтрально на изменение окружающей среды. В условиях интенсивного использования применяемых препаратов данные нормы высева не могут достигнуть высоких результатов, но при плохих погодных условиях меньше снижают урожайность.

Адаптивную реакцию сорта характеризует показатель стабильности. Наибольшую ценность у сорта Экстра представляет норма высева 5,5 млн всхожих зерен на га. Данная норма высева отзывчива на улучшение условий выращивания и характеризуется стабильным урожаем, т.к.  $b_i > 1$  и показатель ( $Sd^2$ ) стремится к нулю.

По результатам проведенных расчетов положительная реакция сорта (нормы высева на применяемые препараты) выявлена через показатель (И). Наибольшая интенсивность была

отмечена при обработке в фазу кущения и составила 37,2, что свидетельствует о способности сорта Экстра при норме высева 5,5 млн всхожих зерен на га с использованием данных препаратов давать прибавку урожая.

### Выводы

Используя различные методы оценки адаптивных параметров яровой пшеницы при обработке семян перед посевом высокой отзывчивостью на улучшение условий выращивания, характеризовалась норма высева 6,5 млн всхожих зерен на га ( $b_i = 0,97$ ).

При обработке растений в фазу кущения используемые нормы высева реагируют нейтрально на применяемую агротехнику.

Адаптивная реакция сорта Экстра свидетельствует о том, что норма высева 5,5 млн всхожих зерен на га более отзывчива на улучшение условий выращивания и характеризуется стабильным урожаем (5,3 т/га).

### Список литературы

1. Корзун О. С., Бруйло А. С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур. Гродно : ГГАУ, 2011. 9 с.
2. Зезин Н. Н., Огородников Л. П. Адаптивные технологии производства зерна на Среднем Урале. Екатеринбург, 2006. 146 с.
3. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Часть 1. Пестициды. М., 2017. С. 678.
4. Eberhart S. A. and Russell W.A. Grop Sci. 1996. V. 6. № 1. P. 36–40.
5. Хангильдин В. В. Параметры оценки гомеостатичности сортов и селекционных линий // Научно-технический бюллетень Всесоюзного селекционно-генетического института. Одесса. 1986. № 2 (60). С. 36–41.
6. Удачин Р. А., Головоченко А. П. Методика оценки экологической пластичности сортов пшеницы // Селекция и семеноводство. 1990. № 5. С. 2–6.
7. Доспехов В. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
8. Kucharsky J., Wyszowska J. Response of soil microorganisms and buckwheat plants to cytokinines // Rostlinna Vyroba. 2000. № 46 (11). P. 527–532.



9. Mueller J. N., Jhorup-Kristensen K. fixation of selected green manure plants in an organic crop rotation // Biol Agr. And Mort. 2001. V. 18. № 4. P. 345–365.

---

**Демидова Оксана Валерьевна**, аспирант, научный сотрудник лаборатории сортовой агротехники и экологического испытания сортов, Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Уральского Федерального аграрного научного центра Уральского отделения РАН.

E-mail: [selektsiya@bk.ru](mailto:selektsiya@bk.ru).

\* \* \*

УДК 581.192.7:633.491

## РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА В УСКОРЕННОМ РАЗМНОЖЕНИИ ОЗДОРОВЛЕННОГО КАРТОФЕЛЯ

Л. А. Келик, Ф. Р. Лепп

Для ускоренного размножения оздоровленного картофеля при черенковании рассады пробирочной культуры рекомендованы биостимуляторы ИУК, атлет, циркон и корневин. Их использование при укоренении черенков позволило ускорить образование корневой системы и получить крепкие, здоровые растения уже на 12-й день после посадки. Регуляторы роста увеличили длину корневой системы в 1,5–2,5 раза по сравнению с контрольным вариантом. По всем биометрическим показателям наибольшую эффективность проявил препарат циркон, увеличив длину и массу корней на 50 и 150%, длину и массу растения на 36 и 73% соответственно в сравнении с контролем.

*Ключевые слова:* рассада, пробирочная культура, черенки, регуляторы роста, фитогормоны, продуктивность, коэффициент размножения.

В оригинальном семеноводстве картофеля в качестве исходного материала используется пробирочная культура. Микрочеренкование свободных от вирусов растений *in vitro* ведется в течение зимне-весеннего периода и требует специального оборудования и больших трудовых и материально-технических затрат. Рядовым сельскохозяйственным предприятиям и фермерским хозяйствам закупить большие объемы оздоровленного материала финансово трудно. Однако с целью увеличения объема исходных растений с одновременным снижением стоимости используется метод черенкования рассады пробирочной культуры. Используя этот метод, можно увеличить объемы в 4–5 раз [1].

Для более быстрого и качественного укоренения черенков и получения крепкой рассады картофеля используют различные регуляторы роста. Это обширная группа природных и синтезированных органических соединений – фитогормонов, проявляющих высокую биологическую активность при низких концентрациях. Исследователями было установлено, что регуляторы роста оказывают положительное влияние на развитие растений, формирование их органов, плодообразование, способны ускорять или замедлять сроки вегетации, повышают иммунитет к фитопатогенам, влияют на адаптивные свойства растений (холодостойкость, засухоустойчивость, засоление) [2]. Наиболее



широко применяются в растениеводстве фитогормоны класса ауксинов и гиббереллинов, полученные на базе природных веществ путем лабораторного синтеза. Их преимущество заключается в том, что они активно участвуют в регуляции роста растительного организма и способствуют повышению устойчивости растений к неблагоприятным факторам [3].

Выбранные нами для исследований препараты зарекомендовали себя с положительной стороны при возделывании многих овощных культур, в том числе и картофеля [4, 5, 6]. **ИУК** (индоллил-3-уксусная кислота) и **корневин** (индолилмасляная кислота) относятся к классу ауксинов, роль которых в жизни растений огромна: они принимают участие в делении, росте и дифференциации клеток, активно влияют на корнеобразование. Препарат **циркон** – природный регулятор негормонального происхождения – получен из растения *Echinacea purpurea* (L.) Moench. В его основе лежит комплекс гидроксикоричных кислот и их производных, которые повышают содержание природных фитогормонов и тем самым стимулируют ростовые процессы, защищают от стрессов, усиливают иммунитет. Препарат **Атлет** (хлормекватхлорид, 600 г/л) – хлорорганический регулятор роста, ингибирует синтез гиббереллинов, поэтому развитие надземной части замедляется, стебель утолщается, листья разрастаются. А корни, наоборот, развиваются лучше. Таким образом, создается баланс корневой и надземной частей растения.

**Цель нашей работы** – изучить влияние регуляторов роста на ускорение регенерационных процессов ростковых черенков рассады пробирочной культуры картофеля и их продуктивность.

### Материалы и методы

Опыты проводили в специальных помещениях со световыми установками при 16-часовом световом периоде на сорте картофеля Ирбитский. Это сорт Уральской селекции среднеранний, высокоурожайный с хорошими вкусовыми качествами. За месяц до предполагаемой высадки рассады в поле пробирочные растения высаживали в кассеты с торфо-опилочным субстратом (площадь питания 5×5 см). В 2018 году посадка была проведена 17 мая, а в 2019 году – 10 мая. Когда растения хорошо укоренялись и начинали образовывать побеги, проводили

черенкование рассады. Черенки перед посадкой замачивали в течение 4 часов в растворах стимуляторов согласно схеме опыта: 1. Вода (контроль); 2. ИУК (5мг/л); 3. Атлет (1 мл/л); 4. Циркон (0,5 мл/л); 5. Корневин (1 г/л). Действие регуляторов роста оценивали по показателям приживаемости и биометрическим данным растений. Продуктивность и коэффициент размножения черенков при разных способах укоренения определяли в агротехническом опыте на осушенном торфянике в четырехкратной повторности. Размещение делянок рендомизированное. Схема посадки – 75×35 см. Площадь учетной делянки – 6,8 м<sup>2</sup>. Высадка рассады проводилась в 20-х числах июня, когда минует угроза заморозков. Агротехника состояла из осенней вспашки, весной – внесение N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>, фрезерование и нарезка гребней. В период вегетации – междурядные обработки. В период максимального развития растений проводили биометрические учеты и определяли структуру урожая. Вегетационный период 2018 года составил 65 дней, 2019 года – 75 дней.

### Результаты исследований

Приживаемость черенков в кассетах составила в среднем 98% и мало отличалась по вариантам. Наблюдения за растениями выявили положительное влияние фитогормонов на развитие корневой системы. Уже через 6 дней после посадки у черенков всех вариантов была образована корневая система, длина которой в опытных вариантах несколько превышала контроль (2,2 см) и составила от 2,3 до 3 см. На 12-й день произошел скачок в росте корней при обработке черенков стимуляторами. Длина корневой системы варьировала от 7,5 до 12,3 см, что выше контрольного варианта в 1,5–2,5 раза. Причем при обработке цирконом темп роста за шесть дней увеличился в пять раз, а в варианте с атлетом – в 4 раза, тогда как в контроле этот показатель был всего 2,3. На 18-й день посадки темпы роста корешков у растений снизились, прирост увеличился всего на 3–7,5 см. Наиболее развитая корневая система наблюдалась у черенков, обработанных атлетом, ИУКом и цирконом и составила 15; 15,5 и 16,8 см соответственно, в контроле – 11,3 см (табл. 1).

Очевидно, что все испытанные препараты, обладая ауксиновой активностью, простимулировали дополнительное образование корешков, масса корневой системы в опытных вариантах

в 1,7–2,5 раза была выше по сравнению с контролем. Самые высокие показатели были в вариантах с атлетом (394 мг) и цирконом (456 мг). Также следует отметить, что биостимулятор циркон существенно повлиял на высоту и массу растений, по отношению к контролю эти показатели были выше на 33 и 73 % соответственно. Корневин тоже оказал влияние на развитие растений: средняя высота их достигала 11,2 см, а зеленая масса 579 мг. Необходимо обратить внимание на черенки, обработанные препаратом атлет: растения были высотой в среднем всего 7,8 см, но очень крепкие, мощные (вес растения 520 г) с хорошо развитой корневой системой (рис. 1).

Такие растения очень удобны при пересадке в теплицу или поле, они имеют прямостоячий стебель и быстрее приживаются.

Изучение влияния способа укоренения черенков на количественное образование клубней и продуктивность растений было изучено в полевом опыте на торфянике. В период максимального развития биометрические учеты не выявили существенных различий в опыте: самые высокорослые (70–72 см) с большей массой ботвы (950–990 г/куст) были растения кон-

трольного варианта и растения, обработанные корневином. В других вариантах высота растений находилась в пределах 64–66 см, масса ботвы – 800–900 г (табл. 2).

Препарат корневин существенно повлиял на облиственность растений картофеля. В 2018 году площадь листовой поверхности до-



1 – вода; 2 – ИУК; 3 – атлет; 4 – циркон; 5 – корневин

Рис. 1. Развитие черенков рассады пробирочной культуры в зависимости от обработки

Таблица 1 – Биометрические показатели черенков рассады пробирочной культуры картофеля сорта Ирбитский, 2018–2019 гг.

| Вариант           | Длина корней, см, через |         |         | Масса корней, мг | Растение   |           |
|-------------------|-------------------------|---------|---------|------------------|------------|-----------|
|                   | 6 дней                  | 12 дней | 18 дней |                  | высота, см | масса, мг |
| Контроль          | 2,2                     | 5,0     | 11,3    | 184              | 8,8        | 424       |
| ИУК               | 2,6                     | 8,0     | 15,5    | 315              | 9,0        | 430       |
| Атлет             | 3,0                     | 12,0    | 15,0    | 394              | 7,8        | 520       |
| Циркон            | 2,3                     | 12,3    | 16,8    | 456              | 12         | 735       |
| Корневин          | 2,4                     | 7,5     | 12,3    | 334              | 11,2       | 579       |
| НСР <sub>05</sub> | 0,6                     | 2,1     | 2,7     | 67               | 1,9        | 78        |

Таблица 2 – Биометрические показатели растений картофеля сорта Ирбитский при разных способах укоренения черенков, 2018–2019 гг.

| Вариант           | Высота растений, см |         |         | Масса ботвы, г |         |         | Площадь листьев, м <sup>2</sup> /куст |         |         |
|-------------------|---------------------|---------|---------|----------------|---------|---------|---------------------------------------|---------|---------|
|                   | 2018 г.             | 2019 г. | Среднее | 2018 г.        | 2019 г. | Среднее | 2018 г.                               | 2019 г. | Среднее |
| Контроль          | 75                  | 68      | 72      | 1050           | 850     | 950     | 1,1                                   | 0,8     | 1,0     |
| ИУК               | 58                  | 73      | 66      | 897            | 900     | 900     | 1,1                                   | 0,9     | 1,0     |
| Атлет             | 67                  | 68      | 68      | 830            | 886     | 830     | 1,3                                   | 0,7     | 1,0     |
| Циркон            | 60                  | 68      | 64      | 802            | 803     | 803     | 1,1                                   | 0,9     | 1,0     |
| Корневин          | 76                  | 65      | 70      | 1146           | 828     | 990     | 1,8                                   | 0,8     | 1,3     |
| НСР <sub>05</sub> | 18                  | 12      |         | 250            | 115     |         | 0,28                                  | 0,18    |         |



стигала 1,8 м<sup>2</sup>/куст (в среднем за два года – 1,3), в остальных вариантах – 1 м<sup>2</sup>/куст.

Продуктивность растений по вариантам в среднем составила от 860 до 900 г/куст (в контроле – 860 г/куст) (табл. 3).

Разница по продуктивности по годам связана с длительностью вегетационного периода, но существенных различий между вариантами не выявлено. Только в 2019 году в вариантах с цирконом и атлетом наблюдается превышение контроля. По количеству образовавшихся клубней можно отметить, что обработка черенков стимуляторами способствовала увеличению коэффициента размножения: в среднем за два года он превышал контроль на 0,6–1,6. Средняя масса клубня, наоборот, в опытных вариантах была ниже, чем в контроле. Таким образом, самая высокая урожайность в опыте в среднем была получена в вариантах с цирконом (33,7 т/га) и атлетом (33,4 т/га) (табл. 3).

Наибольший выход мини-клубней с гектара в 2018 году был в вариантах с атлетом (372 400 шт.) и цирконом (364 800 шт.), что соответственно выше контроля на 38 000 и 30 400 штук. В 2019 году корневин увеличил

выход мини-клубней на 98 800 штук по сравнению с контрольным вариантом. В среднем за два года обработка стимуляторами позволила дополнительно получить с одного гектара от 22 800 до 58 900 штук мини-клубней.

### Заключение

Препараты ИУК, атлет, циркон и корневин могут быть использованы для укоренения черенков рассады пробирочной культуры. Уже через 12 дней у растений наблюдалась хорошо развитая корневая система, что дает возможность ускорить пересадку их в теплицу или поле. Наиболее высокой активностью обладал циркон. В этом варианте длина корневой системы превышала контрольные растения в 1,5 раза, корневая масса – в 2,5 раза, масса растений – в 1,7 раза.

Обработка черенков стимуляторами роста и развития растений не оказала существенного влияния на показатели продуктивности растений в полевых условиях, хотя способствовала увеличению выхода мини-клубней, что является очень важным критерием в оригинальном семеноводстве картофеля.

Таблица 3 – Продуктивность и коэффициент размножения рассады пробирочной культуры картофеля в зависимости от способа укоренения черенков, 2018–2019 гг.

| Вариант           | Продуктивность, г/куст |         |         | Коэффициент размножения, шт./куст |         |         | Средняя масса клубня, г |         |         |
|-------------------|------------------------|---------|---------|-----------------------------------|---------|---------|-------------------------|---------|---------|
|                   | 2018 г.                | 2019 г. | Среднее | 2018 г.                           | 2019 г. | Среднее | 2018 г.                 | 2019 г. | Среднее |
| Контроль          | 553                    | 1180    | 860     | 8,8                               | 10,0    | 9,4     | 62                      | 118     | 90      |
| ИУК               | 492                    | 1062    | 777     | 8,8                               | 11,2    | 10,0    | 56                      | 90      | 73      |
| Атлет             | 540                    | 1216    | 880     | 9,8                               | 11,7    | 10,8    | 61                      | 104     | 83      |
| Циркон            | 532                    | 1242    | 880     | 9,6                               | 11,4    | 10,5    | 55                      | 109     | 82      |
| Корневин          | 587                    | 1146    | 860     | 9,3                               | 12,6    | 11,0    | 63                      | 91      | 77      |
| НСР <sub>05</sub> | 80                     | 240     |         | 1,9                               | 2,0     |         |                         |         |         |

Таблица 4 – Урожайность и выход клубней рассады пробирочной культуры картофеля в зависимости от способа укоренения черенков, 2018–2019 гг.

| Вариант           | Урожайность, т/га |         |         | Выход клубней, тыс. шт./га |         |         |
|-------------------|-------------------|---------|---------|----------------------------|---------|---------|
|                   | 2018 г.           | 2019 г. | Среднее | 2018 г.                    | 2019 г. | Среднее |
| Контроль          | 21,0              | 44,8    | 32,9    | 334,4                      | 380,0   | 357,2   |
| ИУК               | 18,7              | 40,4    | 29,6    | 334,4                      | 425,6   | 380,0   |
| Атлет             | 20,5              | 46,2    | 33,4    | 372,4                      | 444,6   | 408,5   |
| Циркон            | 20,2              | 47,2    | 33,7    | 364,8                      | 433,2   | 399,0   |
| Корневин          | 22,3              | 43,5    | 32,9    | 353,4                      | 478,8   | 416,1   |
| НСР <sub>05</sub> | 3,2               | 8,9     |         |                            |         |         |



### Список литературы

1. Кокшарова М. К., Каримова Ш. Н. Семеноводство картофеля на Среднем Урале // Картофелеводство // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Методы биотехнологии в селекции и семеноводстве картофеля» / ГНУ ВНИИКХ Россельхозакадемии. М., 2014. С. 217–222.
2. Засорина Э. В., Родионов К. Л., Катунин К. С. Регуляторы роста – инновационные приемы на картофеле в Центральном Черноземье // Вестник Курской государственной с/х академии. 2011. № 4. С. 50–54.
3. Булдаков С. А., Шаклеина Н. А., Плеханова Л. П. Оздоровленный картофель в пленочных теплицах // Картофель и овощи. 2013. № 6. С. 36–40.
4. Лобачев Д. А., Авдиенко В. Г. Клоновый отбор на этапе ускоренного размножения картофеля ростковыми черенками из мини-клубней с использованием регуляторов роста // Вестник Ульяновской ГСА. 2011. № 2. С. 13–18.
5. Вакуленко В. В. Эпин-Экстра и Циркон повышают урожайность и качество картофеля // Картофель и овощи. 2018. № 3. 28 с.
6. Пашкова Г. И., Кузьминых А. Н. Формирование урожая раннеспелого сорта картофеля при использовании стимуляторов роста // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2018. Т. 4. № 3. С. 57–62.

---

**Келик Людмила Аркадьевна**, старший научный сотрудник, Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Уральского Федерального аграрного научного центра Уральского отделения РАН.

E-mail: lkelik66@mail.ru.

**Лепп Фания Римовна**, старший научный сотрудник, Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Уральского Федерального аграрного научного центра Уральского отделения РАН.

E-mail: lkelik66@mail.ru.

\* \* \*

## ОЦЕНКА КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ НОВЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ КРЕМНИСТОЙ ПЛАЗМЫ

Н. А. Орлянский, Н. А. Орлянская

В условиях лесостепной зоны Центрального Черноземья изучена комбинационная способность по урожайности и уборочной влажности зерна новых раннеспелых линий кукурузы, созданных на базе оригинальных форм Европейской кремнистой плазмы. Выделены генотипы, достоверно превысившие линиостандарт К 79, и намечены пути использования нового исходного материала. Для создания высокогетерозисных гибридных комбинаций пригодна линия ВК 79/50-388 с высокими и средними показателями общей и специфической комбинационной способности по урожайности зерна. Линии ВК 79/50-381, ВП 79/25-364 и ВП 79/25-367 с высокой ОКС и низкой СКС целесообразно использовать при планировании следующих циклов создания самоопыленных линий. Хорошие перспективы получения гибридов с пониженной уборочной влажностью зерна может обеспечить использование линий со средней ОКС и высокой СКС: ВК 79/50-387 и ВП 79/25-367, а также ВП 79/25-372 с высокими эффектами ОКС и средними вариансами СКС. В качестве исходного материала для использования в питомниках создания линий с быстрой потерей влаги можно рекомендовать линию ВК 79/50-383 с высокой ОКС и средней или низкой СКС по данному признаку. С учетом урожайности и уборочной влажности зерна представляет интерес дальнейшее использование линии ВП 79/25-367 с высокими эффектами ОКС по урожайности зерна и средними по уборочной влажности зерна, а также ВК 79/50-381 с высокими эффектами ОКС по урожайности и средними или высокими по влажности. Выделен перспективный тестер – простой гибрид ПГ 108/11 М, обладающий высокими значениями эффектов ОКС, и вариант СКС по урожайности зерна в сочетании со средне-низкими аналогичными показателями по уборочной влажности, что повышает вероятность получения с его участием высокоурожайных гибридов с быстрой потерей влаги зерном при созревании.

*Ключевые слова:* кукуруза, кремнистые линии, комбинационная способность, тестер, тесткроссные гибриды, урожайность зерна, влажность зерна.

Основа селекционного процесса у кукурузы – самоопыленные линии. Их селекционная ценность определяет количественные и качественные показатели создаваемых гибридов, которые должны отвечать требованиям современного сельскохозяйственного производства.

Выделение ценных линий – сложная, трудоемкая и дорогостоящая задача [1]. Главным достоинством самоопыленной линии является ее высокая комбинационная способность по основным хозяйственно важным показателям. Тот факт, что скрещивание линий и изучение первого поколения новых экспериментальных гибридов является единственным надежным

методом определения селекционной ценности исходного материала, в настоящее время ни у кого не вызывает сомнения. В прошлом веке остались также дискуссии относительно лучшего срока определения комбинационной способности, оптимального числа и особенностей генотипа тестеров. Каждый селекционер сейчас самостоятельно решает эти вопросы в зависимости от поставленных целей и генотипа исходного материала.

Идеального метода оценки линий, пригодного для применения при всех известных обстоятельствах, скорее всего, не существует. Во всяком случае, спустя более чем сто лет после начала активного использования в селекции

кукурузы явления гетерозиса он так и не был найден. Наиболее широко используемым в настоящее время является метод топкроссных или тестерных скрещиваний. Таким способом в основном изучается комбинационная способность линий по признакам «урожайность зерна» [2] и «уборочная влажность зерна» [3].

Одной из наиболее распространенных гетерозисных моделей при селекции гибридов для северных регионов кукурузосеяния в настоящее время является схема «Айодент × Европейская кремнистая (Еврофлинт)» [4]. Она широко используется селекционерами Всероссийского НИИ кукурузы уже более 20 лет. За это время в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации включено 6 раннеспелых гибридов кукурузы, занимающих в производстве значительные площади. Их отцовскими формами являются кремнистые линии К 79 и В 50. Линии существенно отличаются между собой. Так, линия К 79 является донором высокой холодостойкости, устойчивости к полеганию и ломкости стебля, но недостаточно засухоустойчива и медленно теряет влагу. В то же время В 50 уступает ей по донорским свойствам холодостойкости и ломкости стебля, но гибриды с ее участием отличаются более высокой засухоустойчивостью и пониженной уборочной влажностью зерна.

**Цель данной работы** – определение комбинационной способности по урожайности и уборочной влажности зерна новых самоопыленных линий кукурузы Европейской кремнистой плазмы и выделение лучших генотипов для дальнейшей работы.

#### Методика исследований

Полевые исследования проводились в 2018–2019 годах на полях отдела селекции и семеноводства Воронежского филиала ФГБНУ ВНИИ кукурузы, расположенного в лесостепной зоне Воронежской области. Агротехника общепринятая для зоны. Закладка опытов, учеты, измерения и наблюдения проводили в соответствии с «Методикой полевого опыта» [5] и «Методическими рекомендациями по проведению полевых опытов с кукурузой» [6]. Площадь делянки 6,9 м<sup>2</sup>, повторность 3-кратная, густота стояния растений к уборке – 69,6 тыс./га. Учет урожая проводился сплошным методом, уборочная влажность зерна определялась экспресс-влажномером Wile 55.

Метеорологические условия были благоприятными в оба года изучения, ГТК (гидротермический коэффициент по Селянинову [7]) за период «май-сентябрь» составил в 2018 году 1,55 и 1,52 в 2019-м.

В изучении находилось две группы раннеспелых линий, по 7 линий в каждой группе. Серия линий ВК 79/50 получена на базе гибрида К 79 × В 50 с долей участия обеих линий 50%. Самоопыленные линии другой серии – ВП 79/25 получены из беккроссного гибрида (К 79 × В 50) × В 50 с долей участия линий соответственно 25 и 75%. В данной работе изучались линии, выделенные по результатам предварительного тестирования с гибридом Рубин С. Для определения комбинационной способности новые линии по топкроссной схеме были скрещены с тремя зубовидными тестерами: тестер 1 (Т 1) – Рубин С (смешанная плазма), тестер 2 (Т 2) – Антей М (плазма Айодент), тестер 3 (Т 3) – ПГ 108/11 М (плазма Айодент × смешанная). Всего изучено 42 топкроссных гибрида. В качестве стандарта использовалась оригинальная линия К 79, а также топкроссные гибриды, полученные с ее участием.

Общую (ОКС) и специфическую (СКС) комбинационную способность определяли согласно «Методическим рекомендациям по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности» [8] с использованием программы Microsoft Excel 2010.

#### Результаты и их обсуждение

Вычисление эффектов общей комбинационной способности позволяет отбирать линии, обеспечивающие высокий гетерозис при скрещиваниях с возможно большим числом комбинаций, а также для использования в качестве исходных форм при следующих циклах создания новых линий. В таблице 1 представлены результаты изучения ОКС новых самоопыленных линий кукурузы по урожайности и уборочной влажности зерна.

В 2018 году по ОКС по урожайности зерна достоверно превзошли линию-стандарт К 79 шесть новых линий, в том числе 2 линии из первой серии – ВК 79/50-312 и ВК 79/50-381 и 4 из второй – ВП 79/25-364, ВП 79/25-365, ВП 79/25-367 и ВП 79/25-370. В следующем году обе группы линий показали сходный результат. Стандарт превысили по три линии,



соответственно ВК 79/50-381, ВК 79/50-385 и ВК 79/50-388 в первой и те же линии, кроме ВП 79/25-365 во второй. В целом за два года испытаний существенно лучшей общей комбинационной способностью по урожайности зерна отличались: линия из первой серии ВК 79/50-381 и три линии из второй серии – ВП 79/25-364, ВП 79/25-367 и ВП 79/25-370. Все остальные

линии по данному признаку находились на уровне стандарта. Абсолютно лучший результат по величине эффектов ОКС из всех линий показала линия ВП 79/25-367.

Влажность зерна при уборке является важным показателем зерновой кукурузы, особенно в регионах с ограниченной суммой эффективных температур за период вегетации.

Таблица 1 – Эффекты ОКС новых самоопыленных линий кукурузы

| Линия  | Год  | Урожайность зерна |        | Влажность зерна |        |
|--|------|-------------------|--------|-----------------|--------|
|  |      | Эффекты ОКС       |        |                 |        |
|  |      | Gi                | Группа | Gi              | Группа |
| К 79, стандарт                                       | 2018 | -0,33             | –      | 0,08            | –      |
|  | 2019 | -0,40             | –      | 0,42            | –      |
| Серия ВК 79/50                                       |      |                   |        |                 |        |
| ВК 79/50-312   | 2018 | 0,57              | 1      | 2,00            | 3      |
|  | 2019 | -0,21             | 2      | 0,20            | 2      |
| ВК 79/50-381   | 2018 | 0,08              | 1      | 0,28            | 2      |
|  | 2019 | 0,51              | 1      | -0,67           | 1      |
| ВК 79/50-382   | 2018 | -0,55             | 2      | 0,29            | 2      |
|  | 2019 | -0,71             | 2      | -2,11           | 1      |
| ВК 79/50-383   | 2018 | -0,18             | 2      | -1,38           | 1      |
|  | 2019 | -0,79             | 2      | -2,47           | 1      |
| ВК 79/50-385   | 2018 | -0,24             | 2      | 0,62            | 3      |
|  | 2019 | 0,81              | 1      | -0,79           | 1      |
| ВК 79/50-387   | 2018 | -0,41             | 2      | -0,01           | 2      |
|  | 2019 | 0,04              | 2      | -0,11           | 2      |
| ВК 79/50-388   | 2018 | -0,28             | 2      | 1,60            | 3      |
|  | 2019 | 0,26              | 1      | 0,77            | 2      |
| Серия ВП 79/25                                       |      |                   |        |                 |        |
| ВП 79/25-363   | 2018 | -0,05             | 2      | -0,44           | 1      |
|  | 2019 | -0,22             | 2      | 1,79            | 3      |
| ВП 79/25-364   | 2018 | 0,37              | 1      | -0,01           | 2      |
|  | 2019 | 0,25              | 1      | 2,16            | 3      |
| ВП 79/25-365   | 2018 | 0,22              | 1      | -1,75           | 1      |
|  | 2019 | 0,03              | 2      | -0,50           | 2      |
| ВП 79/25-367   | 2018 | 0,71              | 1      | -0,35           | 2      |
|  | 2019 | 0,80              | 1      | 1,16            | 2      |
| ВП 79/25-370   | 2018 | 0,35              | 1      | -0,29           | 2      |
|  | 2019 | 0,20              | 1      | 0,07            | 2      |
| ВП 79/25-372   | 2018 | -0,10             | 2      | -0,63           | 1      |
|  | 2019 | -0,47             | 2      | -0,98           | 1      |
| ВП 79/25-391   | 2018 | -0,17             | 2      | -0,01           | 2      |
|  | 2019 | -0,08             | 2      | 1,06            | 2      |
| НСР <sub>095</sub><br>для сравнения<br>со стандартом | 2018 | 0,37              |        | 0,45            |        |
|  | 2019 | 0,55              |        | 1,01            |        |

Линия-стандарт К 79 отличается невысокими темпами потери влаги зерном при созревании, и, как следствие, гибриды с ее участием имеют повышенную уборочную влажность зерна. Скрещивание ее с линией-донором быстрой потери влаги с долей участия родительских компонентов 50% каждой способствовало созданию сестринских линий с улучшенными характеристиками. Однако в целом за два года проведения

испытаний только одна линия данной серии ВК 79/50-383 достоверно превысила стандарт по ОКС по уборочной влажности зерна. Можно отметить также линию ВК 79/50-381, которая находилась на уровне стандарта в 2018 году и превысила его в 2019-м. Линии ВК 79/50-385 и ВК 79/50-363 отличались нестабильным проявлением данного признака в зависимости от условий года.

Таблица 2 – Дисперсии (вариансы) СКС новых самоопыленных линий кукурузы

| Линия          | Год  | Урожайность зерна        |        | Влажность зерна |        |
|----------------|------|--------------------------|--------|-----------------|--------|
|                |      | Дисперсии (вариансы) СКС |        |                 |        |
|                |      | Gsi                      | Группа | Gsi             | Группа |
| К 79, стандарт | 2018 | 0,10                     | 3      | 2,91            | 1      |
|                | 2019 | 0,00                     | 3      | 0,04            | 3      |
| Серия ВК 79/50 |      |                          |        |                 |        |
| ВК 79/50-312   | 2018 | 0,04                     | 3      | 0,07            | 3      |
|                | 2019 | 0,11                     | 3      | 0,18            | 3      |
| ВК 79/50-381   | 2018 | 0,27                     | 3      | 0,73            | 3      |
|                | 2019 | 0,07                     | 3      | 1,04            | 2      |
| ВК 79/50-382   | 2018 | -0,02                    | 3      | 1,59            | 2      |
|                | 2019 | 0,36                     | 2      | 0,34            | 3      |
| ВК 79/50-383   | 2018 | 0,20                     | 3      | 3,68            | 1      |
|                | 2019 | 0,08                     | 3      | -0,02           | 3      |
| ВК 79/50-385   | 2018 | 0,54                     | 2      | 0,42            | 3      |
|                | 2019 | 0,29                     | 3      | 0,01            | 3      |
| ВК 79/50-387   | 2018 | 0,14                     | 3      | 2,57            | 1      |
|                | 2019 | 0,39                     | 2      | 2,18            | 1      |
| ВК 79/50-388   | 2018 | 0,90                     | 1      | 2,56            | 2      |
|                | 2019 | 0,28                     | 2      | 1,30            | 2      |
| Серия ВП 79/25 |      |                          |        |                 |        |
| ВП 79/25-363   | 2018 | 0,29                     | 2      | 2,16            | 2      |
|                | 2019 | 1,01                     | 1      | 0,17            | 3      |
| ВП 79/25-364   | 2018 | 0,14                     | 3      | 0,43            | 3      |
|                | 2019 | 0,02                     | 3      | 0,09            | 3      |
| ВП 79/25-365   | 2018 | 0,22                     | 3      | 1,94            | 2      |
|                | 2019 | 0,33                     | 2      | -0,09           | 3      |
| ВП 79/25-367   | 2018 | 0,11                     | 3      | 3,01            | 1      |
|                | 2019 | 0,13                     | 3      | 1,90            | 1      |
| ВП 79/25-370   | 2018 | 0,26                     | 3      | 0,45            | 3      |
|                | 2019 | 0,57                     | 2      | -0,05           | 3      |
| ВП 79/25-372   | 2018 | 0,33                     | 2      | 2,22            | 2      |
|                | 2019 | 0,21                     | 3      | 0,77            | 2      |
| ВП 79/25-391   | 2018 | 0,30                     | 2      | 0,26            | 3      |
|                | 2019 | 0,10                     | 3      | 0,85            | 2      |
| Среднее        | 2018 | 0,26                     |        | 1,73            |        |
|                | 2019 | 0,26                     |        | 0,58            |        |



Увеличение доли линии с быстрой потерей влаги В 50 в исходном беккроссном гибриде до 75 %, к сожалению, не привело к выделению генотипов с преобладанием данного признака. Большинство новых линий по уборочной влажности зерна находились на уровне стандарта. Достоверно превысили К 79 только линия ВП 79/25-372 в оба года и ВП 79/25-365 в 2018 году.

Для селекционной практики и аграрного производства особый интерес представляют линии и гибриды, сочетающие в одном генотипе как можно больше положительных свойств. Из данного набора новых линий можно выделить несколько таких форм для дальнейшей работы. Для селекционных программ создания высокоурожайных скороспелых гибридов кукурузы можно рекомендовать линии ВК 79/50-381, ВП 79/25-367 и ВП 79/25-370, которые имеют достоверно более высокую ОКС по урожайности зерна и находятся на уровне стандарта по уборочной влажности. В том случае, если главной задачей является получение линий и гибридов с высокой скоростью потери влаги зерном при созревании, целесообразно включить в скрещивания выделившиеся по данному показателю новые линии ВК 79/50-383 и ВП 79/25-372, отличающиеся существенно более низкими эффектами ОКС при равных показателях со стандартом по урожайности.

Поскольку урожайность большинства гибридов, как правило, определяется как аддитивными, так и неаддитивными эффектами генетических взаимодействий, важное значение для определения оптимальных селекционных путей использования новых линий имеет информация о дисперсиях (вариансах) специфической комбинационной способности. В таблице 2 представлены результаты изучения СКС линий по урожайности и уборочной влажности зерна. Вычисление вариантов СКС позволяет выделять перспективные формы, способные обеспечивать высокий результат в отдельных (единичных) скрещиваниях.

Вариансы СКС пяти линий по признаку «урожайность зерна» ничем не отличались от стандарта К 79 и имели стабильно низкие показатели как в 2018-м, так и в 2019 годах. Ровно половина новых линий имела достоверно низкие дисперсии СКС в один год и средние в другой. И только две линии (по одной из каждой из группы) ВК 79/50-388 и ВП 79/25-363 имели

средние или высокие в зависимости от года варианты СКС по урожайности зерна.

По признаку «влажность зерна при уборке» варианты специфической комбинационной способности большинства линий также оказались средними или низкими. У четырех генотипов они оказались стабильно низкими, у пяти средне-низкими и еще у двух (ВК 79/50-388 и ВП 79/25-372) средними. Высокие варианты СКС независимо от взаимодействия «генотип-среда» проявили линии ВК 79/50-387 и ВП 79/25-367.

Признаки «высокая урожайность зерна» и «пониженная уборочная влажность зерна», как правило, трудно сочетаются в одном генотипе. Поэтому образцы с таким сочетанием представляют особую ценность. Среди изученного набора сестринских линий по этим показателям можно выделить ВП 79/25-367 с высокими эффектами ОКС по урожайности зерна и средними по уборочной влажности зерна, а также ВК 79/50-381 с высокими эффектами ОКС по урожайности и средне-высокими по влажности. Эти линии, а также ВК 79/50-383, ВК 79/50-387, ВП 79/25-365, ВП 79/25-370 и ВП 79/25-372, целесообразно включить в дальнейшие селекционные программы для скрещивания с большим набором перспективных родительских форм.

В таблице 3 представлены результаты изучения тестеров, использованных при испытании новых линий. Полученные данные свидетельствуют, что гибрид Рубин С (Т 1), являющийся материнской формой ряда широко используемых в производстве скороспелых гибридов кукурузы, не является лучшим вариантом скрещивания для данного набора линий. Так, полученный с использованием линий плазмы Айодент гибрид Антей М (Т 2) при равных с ним эффектах ОКС по урожайности зерна имел существенно более низкие показатели по влажности зерна при уборке. Абсолютным лидером среди тестеров по ОКС признака «урожайность зерна» является гибрид ПГ 108/11 М (Т 3), полученный с участием линий Айодент и смешанной плазмы. Влажность зерна тест-кроссных гибридов с этим тестером также оказалась в среднем достоверно ниже, чем с Т 1.

Сравнительная характеристика тестерных гибридов с учетом вариантов специфической комбинационной способности представлена в таблице 4. По урожайности зерна ситуация в целом оказалась сходной с ранжированием

по эффектам ОКС. Высокие показатели дисперсий СКС в оба года показал гибрид ПГ 108/11 М (Т 3). Он отличался также низкими вариансами СКС по уборочной влажности зерна. Гибрид Антей М (Т 2) показал средние результаты как по урожайности, так и по влажности зерна.

### Выводы

1. Для создания высокогетерозисных гибридных комбинаций лучше других подходит линия ВК 79/50-388 со средне-высокими показателями как общей, так и специфической комбинационной способности по урожайности зерна. Линии ВК 79/50-381, ВП 79/25-364 и ВП 79/25-367 с высокой ОКС и низкой СКС целесообразно использовать при планировании следующих циклов создания самоопыленных линий. Существуют также хорошие перспективы получения высокоурожайных гибридов при скрещивании данных линий с возможно большим числом потенциальных тестеров.

2. Высокие перспективы получения гибридов с пониженной уборочной влажностью зерна может обеспечить использование линий со средней ОКС и высокой СКС: ВК 79/50-387 и ВП 79/25-367, а также линии ВП 79/25-372 с высокими эффектами ОКС и средними вариансами СКС. В качестве исходного материала для использования в питомниках создания линий с быстрой потерей влаги можно рекомендовать линию ВК 79/50-383 с высокой ОКС и средне-низкой СКС по данному признаку.

3. С учетом урожайности и уборочной влажности зерна представляет интерес дальнейшее использование линии ВП 79/25-367 с высокими эффектами ОКС по урожайности и средними по уборочной влажности зерна, а также линии ВК 79/50-381 с высокими эффектами ОКС по урожайности и средне-высокими по влажности.

4. Выделен перспективный простой гибрид ПГ 108/11 М, обладающий высокими значени-

Таблица 3 – Общая комбинационная способность тестерных гибридов

| Тестер             | Год  | Урожайность зерна |        | Влажность зерна |        |
|--------------------|------|-------------------|--------|-----------------|--------|
|                    |      | Эффекты ОКС       |        |                 |        |
|                    |      | Gi                | Группа | Gi              | Группа |
| Тестер 1           | 2018 | -0,08             | 2      | 1,15            | 1      |
|                    | 2019 | -0,28             | 3      | 0,97            | 1      |
| Тестер 2           | 2018 | -0,10             | 3      | -1,14           | 3      |
|                    | 2019 | 0,00              | 2      | -0,58           | 3      |
| Тестер 3           | 2018 | 0,18              | 1      | -0,01           | 2      |
|                    | 2019 | 0,28              | 1      | -0,39           | 3      |
| НСР <sub>095</sub> | 2018 | 0,10              |        | 0,12            |        |
|                    | 2019 | 0,14              |        | 0,26            |        |

Таблица 4 – Специфическая комбинационная способность тестерных гибридов

| Тестер   | Год  | Урожайность зерна        |        | Влажность зерна |        |
|----------|------|--------------------------|--------|-----------------|--------|
|          |      | Дисперсии (вариансы) СКС |        |                 |        |
|          |      | Gsi                      | Группа | Gsi             | Группа |
| Тестер 1 | 2018 | 0,10                     | 3      | 1,74            | 1      |
|          | 2019 | 0,10                     | 2      | 0,52            | 1      |
| Тестер 2 | 2018 | 0,16                     | 2      | 1,24            | 2      |
|          | 2019 | 0,10                     | 2      | 0,18            | 2      |
| Тестер 3 | 2018 | 0,20                     | 1      | 0,61            | 3      |
|          | 2019 | 0,16                     | 1      | -0,11           | 3      |
| Среднее  | 2018 | 0,15                     |        | 1,19            |        |
|          | 2019 | 0,12                     |        | 0,20            |        |



ями эффектов ОКС, и вариант СКС по урожайности зерна в сочетании со средне-низкими аналогичными показателями по уборочной влажности, что повышает вероятность получения с его участием высокоурожайных гибридов с быстрой потерей влаги зерном при созревании.

5. Полученные результаты позволяют сделать заключение, что классическая схема получения скороспелых гибридов «Айодент × Еврофлинт», широко используемая в мировой селекционной практике, получила подтверждение и с данным набором линий.

#### Список литературы

1. Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С. Селекционная ценность образцов подвида восковидной кукурузы (*Zea mays L. ceratina*) // Достижения науки и техники АПК. 2017. № 1. С. 39–43.
2. Дзюбецкий Б. В., Абельмасов О. В. Характеристика тесткросів ранньостиглих ліній кукурудзи плазми айодент в умовах північної зони степу України // Зернові культури. 2018. Т. 2. № 1. С. 5–13.

3. Лемешев Н. А., Новичихин А. П., Гуляняшкин А. В. Оценка новых линий кукурузы на комбинационную способность по признаку «уборочная влажность зерна» // Труды Кубанского ГАУ. 2019. № 77. С. 117–121.

4. Беліков Е. І., Купріченкова Т. Г. Нові кременисті лінії кукурудзи // Зернові культури. 2018. Т. 2. № 1. С. 22–28.

5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.

6. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой. Днепропетровск : ВНИИ кукурузы, 1980. 36 с.

7. Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата // Труды по сельскохозяйственной агрометеорологии. 1928. Вып. 20. С. 165–177.

8. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности / В. Г. Вольф, П. П. Литун, А. Б. Хавелова, Р. И. Кузьменко. Харьков, 1980. 75 с.

---

**Орлянский Николай Алексеевич**, д-р с.-х. наук, директор, Воронежский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы».

E-mail: [opytnoe@vmail.ru](mailto:opytnoe@vmail.ru).

**Орлянская Наталья Алексеевна**, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, Воронежский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы».

E-mail: [opytnoe@vmail.ru](mailto:opytnoe@vmail.ru).

\* \* \*



## ОЦЕНКА БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ В ПОПУЛЯЦИЯХ КИШМИШНЫХ СОРТОВ ВИНОГРАДА АЗЕРБАЙДЖАНА

**В. С. Салимов, М. А. Гусейнов, Х. Н. Насибов, А. С. Гусейнова**

В статье рассказывается о морфологических, агробиологических и технологических показателях из популяции местных сортов Аг овал кишмиш, Аг кишмиш, Апшерон кишмиши, Апшерон сары кишмиши, Кек кишмиш, Чахрайи кишмиш, Хырча кишмиш, Мермери кишмиш, Гирда кишмиш, Гара кишмиш, Даш кишмиш, Гырмызы кишмиш, Аскери, Наз-назы и Сабза. В результате изучения биометрических показателей ягод исследуемых кишмишных сортов винограда было установлено, что одни сорта имеют относительно мелкие ягоды, а другие – сравнительно крупные. К сортам с мелкими ягодами были отнесены сорта: Хырча кишмиш (10×7 мм), Аг овал кишмиш (11×9 мм), Аг кишмиш (12×10 мм), Чахрайи кишмиш (12×10 мм), Гирда кишмиш (12×11 мм), Мермери кишмиш (13×12 мм), Наз-назы (14×12 мм). У остальных восьми сортов размер ягод варьировал между 15×11 и 18×14 мм. Было установлено, что грозди этих сортов имеют средний – 15–16 см (у сортов Аг овал кишмиш, Аг кишмиш, Чахрайи кишмиш, Апшерон сары кишмиши) и крупный размер – 20–26 см (у сортов Апшерон кишмиши, Апшерон сары кишмиши, Даш кишмиш, Хырча кишмиш, Аскери, Наз-назы, Мермери кишмиш, Гара кишмиш, Гырмызы кишмиш, Гирда кишмиш, Кишмиш мясистый, Сабза). Исследуемые сорта имели существенные различия по урожайности. Низкий урожай с куста был получен у сортов Наз-назы (2,8 кг), Апшерон сары кишмиши (3,2 кг), Чахрайи кишмиш (3,4 кг), Аг кишмиш и Гара кишмиш (3,8 кг). Высокий показатель урожайности с куста был отмечен у сортов Хырча кишмиш (5,6 кг), Гирда кишмиш (7,2 кг), Мермери кишмиш (8,4 кг). У остальных сортов этот показатель менялся в пределах 4,3–4,8 кг.

*Ключевые слова:* сорт винограда, местный сорт, гроздь, ягода, сорт бессемянный, ампелографическая коллекция.

Азербайджан, являясь одним из древнейших центров развития виноградарства в мире, имеет богатый генофонд аборигенных и интродуцированных культурных сортов и диких форм винограда. Как известно, в популяциях большинства древних сортов винограда наряду с вариациями с положительными свойствами, имеются также вариации с отрицательными показателями. Это приводит к снижению урожайности виноградников и к ухудшению качества винограда. Для решения данной проблемы важное значение имеет очистка популяций ценных сортов винограда от вариаций и генотипов с отрицательными характеристиками путем апробаций, клоновой и фитосанитарной селекции,

а также выявление и размножение биотипов и клонов винограда с положительными хозяйственными показателями с целью повышения количества и качества урожая. Работы в этом направлении являются наиболее актуальными на сегодняшний день и составляют основу приоритетных исследований в области виноградарства [1, 3, 5–8].

В Азербайджане выращивается множество ценных столовых и технических сортов винограда. Здесь также много кишмишных сортов, таких как Аг овал кишмиш, Аг кишмиш, Чахрайи кишмиш, Гырмызы кишмиш, Гонур кишмиш, Гирда кишмиш, Гара кишмиш, Мермери кишмиш, Апшерон кишмиши, Хырча



кишмиш, Аскери, Сабза и др. К сожалению, вышеупомянутая проблема имеет отношение и к кишмишным сортам винограда. Учитывая этот факт, с целью улучшения ценных кишмишных сортов Азербайджана мы провели исследовательские работы по их клоновой селекции. Для этого нами использовались методы единичного отбора и изучения вариаций, образующихся в результате почковой мутации. Так, методом единичного отбора, применяемого в клоновой селекции, было изучено вегетативное поколение высокоурожайных кустов и плодоносных побегов винограда. На данном этапе ведутся работы по выявлению и внедрению в хозяйства образцов с наследственно передаваемыми хозяйственно-ценными признаками [3, 5–8].

В настоящее время в странах с развитым виноградарством особое внимание уделяется селекции крупноягодных (бессемянных) кишмишных сортов винограда. Незаменимую роль в улучшении кишмишных сортов винограда и получении бессемянных сортов с крупными ягодами играет клоновая селекция [2, 3, 5, 8, 10, 11].

#### **Материалы и методы исследований**

Нами проводились исследовательские работы по изучению некоторых морфологических, биологических и хозяйственно-технологических показателей выращиваемых в ампелографической коллекции Азербайджанского НИИ Виноградарства и Виноделия местных кишмишных сортов винограда, таких как Аг овал кишмиш, Аг кишмиш, Апшерон кишмиши, Апшерон сары кишмиши, Кек кишмиш, Чахрайи кишмиш, Хырча кишмиш, Мермери кишмиш, Гирда кишмиш, Гара кишмиш, Даш кишмиш, Гырмызы кишмиш, Аскери, Наз-назы и Сабза. Показатели урожайности (элементы плодоношения) сортов и клонов винограда изучались по классическим и современным методикам [4, 9, 12].

#### **Результаты и их обсуждение**

В период с 2007-го по 2019-й гг. регулярно исследуются биоморфологические, хозяйственные, технологические и иммунологические особенности сортов винограда с целью оценки их перспективности. Ценные образцы используются как исходный материал в селекционной работе, а выделенные хозяйственно важные сорта рекомендуются для внедрения новым фермерским хозяйствам. С целью оценки перспективности кишмишных сортов винограда

(Аг овал кишмиш, Аг кишмиш, Апшерон кишмиши, Апшерон сары кишмиши, Кор кишмиш, Чахрайи кишмиш, Хырча кишмиш, Мермери кишмиш, Гирда кишмиш, Гара кишмиш, Даш кишмиш, Гырмызы кишмиш, Аскери, Наз-назы, Сабза), являющихся объектом исследования, было проведено сравнительное изучение их некоторых морфологических, биологических и технологических показателей (табл. 1).

Биометрическими исследованиями установлено, что у кишмишных сортов винограда Аг овал кишмиш, Аг кишмиш, Чахрайи кишмиш, Апшерон сары кишмиши средний размер грозди составляет 15–16 см, а сорта Апшерон кишмиши, Апшерон сары кишмиши, Даш кишмиш, Хырча кишмиш, Аскери, Наз-назы, Мермери кишмиш, Гара кишмиш, Гырмызы кишмиш, Гирда кишмиш, Кишмиш мясистый, Сабза имеют крупную гроздь – 20–26 см.

К показателям, характеризующим товарный вид, качество и ценность кишмишных сортов винограда, относится размер их ягод. Одним из требований, предъявляемых к кишмишным сортам, является наличие у них ягод крупного размера.

В результате изучения биометрических показателей ягод исследуемых кишмишных сортов винограда было установлено, что одни сорта имеют относительно мелкие ягоды, а другие – сравнительно крупные. К сортам с мелкими ягодами были отнесены сорта: Хырча кишмиш (10×7 мм), Аг овал кишмиш (11×9 мм), Аг кишмиш (12×10 мм), Чахрайи кишмиш (12×10 мм), Гирда кишмиш (12×11 мм), Мермери кишмиш (13×12 мм), Наз-назы (14×12 мм). У остальных восьми сортов размер ягод варьировал между 15×11 и 18×14 мм.

Во время проведения обрезки была осуществлена нагрузка кустов глазками в зависимости от биологических особенностей сорта и почвенно-климатических условий местности. В период распускания почек наблюдалось раскрытие 78,6–98,7% глазков с последующим образованием побегов.

Осыпание цветков является одним из факторов, непосредственно влияющих на количество ягод в грозди, на плотность и средний вес грозди. Осыпание цветков до определенного уровня (до 60%) является нормой. Но чрезмерное осыпание цветков у того или иного сорта винограда считается отрицательным биологическим признаком.

Таблица 1

| Показатель                          | Сорта винограда |                |             |                 |            |              |                |             |                |          |               |              |       |                     |            |
|-------------------------------------|-----------------|----------------|-------------|-----------------|------------|--------------|----------------|-------------|----------------|----------|---------------|--------------|-------|---------------------|------------|
|                                     | Аскери          | Аг овал кишмиш | Гара кишмиш | Апшерон кишмиши | Даш кишмиш | Гирда кишмиш | Гырмызы кишмиш | Гара кишмиш | Мермери кишмиш | Наз-назы | Чахрай кишмиш | Хырча кишмиш | Сабза | Апшеронсары кишмиши | Кек кишмиш |
| Размер грозди (ширина × длина)      | 20×10           | 15×11          | 15×10       | 26×12           | 22×10      | 25×15        | 23×14          | 22×11       | 21×15          | 21×9     | 15×10         | 19×10        | 22×12 | 16×14               | 25×13      |
| Размер ягоды (ширина × длина)       | 17×12           | 11×9           | 12×10       | 18×14           | 15×12      | 12×11        | 14×10          | 17×13       | 13×12          | 14×12    | 12×10         | 10×7         | 15×11 | 17×16               | 16×12      |
| Распустившиеся глазки, %            | 97,2            | 78,6           | 86,0        | 98,0            | 96,8       | 98,2         | 95,6           | 92,0        | 98,7           | 98,3     | 90,4          | 96,6         | 94,0  | 88,6                | 78,8       |
| Осыпание цветков, %                 | 64,4            | 56,4           | 52,2        | 72,4            | 66,8       | 42,4         | 59,0           | 68,7        | 59,3           | 70,6     | 52,0          | 38,8         | 68,4  | 60,0                | 64,7       |
| Сила роста, см                      | 182             | 246            | 210         | 296             | 216        | 203          | 220            | 313         | 212            | 188      | 246           | 180          | 216   | 196                 | 236        |
| Вызревание однолетних побегов, %    | 96,2            | 88,2           | 93,0        | 89,2            | 98,4       | 98,0         | 82,0           | 78,8        | 95             | 98,8     | 98,2          | 98,8         | 94,3  | 97,8                | 78,8       |
| Дата полной зрелости ягод           | 14.08           | 10.08          | 24.08       | 20.08           | 10.09      | 14.08        | 20.08          | 12.08       | 5.08           | 24.08    | 13.08         | 20.08        | 14.08 | 24.08               | 26.08      |
| Вегетационный период                | 128             | 124            | 134         | 132             | 152        | 117          | 134            | 115         | 107            | 140      | 118           | 133          | 126   | 138                 | 143        |
| Урожай                              | с 1 куста, кг   | 4,6            | 3,8         | 4,5             | 4,4        | 7,2          | 4,3            | 11,6        | 8,4            | 2,8      | 3,4           | 5,6          | 4,8   | 3,2                 | 4,8        |
|                                     | с 1 га, ц       | 102,2          | 102,2       | 84,4            | 100,0      | 99,0         | 95,5           | 258,5       | 186,6          | 62,2     | 75,5          | 124,4        | 106,6 | 71,1                | 106,7      |
| Количество плодовых побегов, %      | 52,0            | 68,2           | 43,5        | 34,8            | 43,6       | 64,0         | 42,6           | 60,0        | 54,6           | 34,6     | 42,1          | 54,0         | 55,0  | 32,0                | 43,7       |
| Количества гроздей, штук            | 18              | 28             | 17          | 28              | 25         | 29           | 16             | 40          | 29             | 14       | 17            | 19           | 25    | 14                  | 17         |
| Коэффициент плодоношения            | 0,56            | 0,68           | 0,46        | 1,12            | 1,1        | 0,73         | 0,38           | 0,77        | 0,54           | 0,33     | 0,44          | 0,90         | 0,54  | 0,30                | 0,39       |
| Средняя масса грозди, г             | 256             | 168            | 227         | 180             | 215        | 245          | 270            | 289         | 290            | 186      | 186           | 180          | 218   | 242                 | 286        |
| Средняя масса ягоды, г              | 1,82            | 1,36           | 1,42        | 1,56            | 1,12       | 1,45         | 2,53           | 2,34        | 1,42           | 1,92     | 1,28          | 0,94         | 1,32  | 2,60                | 2,2        |
| Средняя масса 100 ягод, г           | 174             | 120            | 128         | 160             | 108        | 136          | 248            | 213         | 138            | 186      | 122           | 101          | 138   | 263                 | 218        |
| Сахаристость, г/100 см <sup>3</sup> | 18,6            | 19,8           | 22,6        | 25,2            | 20,7       | 20,8         | 21,4           | 19,8        | 21,2           | 22,4     | 22,1          | 16,5         | 20,8  | 16,8                | 18,5       |
| Кислотность, г/дм <sup>3</sup>      | 5,25            | 5,00           | 3,80        | 4,26            | 2,60       | 4,83         | 4,4            | 7,4         | 3,86           | 5,66     | 3,84          | 5,2          | 6,52  | 7,22                | 7,1        |
| Поражаемость болезнями, в баллах    |                 |                |             |                 |            |              |                |             |                |          |               |              |       |                     |            |
| Милдью                              | 3               | 3              | 3           | 3               | 3          | 4            | 4              | 4           | 4,5            | 3        | 3             | 4            | 4     | 4,5                 | 3,5        |
| Оидиум                              | 3               | 3              | 3           | 3               | 3          | 4            | 4,5            | 3           | 4,5            | 3        | 3             | 5            | 3     | 4,5                 | 3,5        |
| Серая гниль                         | 3               | 3              | 3           | 3               | 3          | 3            | 4,5            | 2,5         | 4,5            | 3        | 2,5           | 5            | 3     | 4,5                 | 3,5        |
| Дегустационная оценка, в баллах     | 8,8             | 9,4            | 9,0         | 7,8             | 8,4        | 8,2          | 8,8            | 8,6         | 7,4            | 8,2      | 9,8           | 7,2          | 7,4   | 6,4                 | 8,4        |



У исследуемых нами кишмишных сортов винограда осыпание цветков варьировало в пределах от 38,8 (Кишмиш хрустящий) до 72,4% (Апшерон кишмиши). У некоторых сортов этот показатель оказался довольно высоким. Так, у сорта Аскери он составил 64,4%, у сорта Кек кишмиш – 64,7%, у сорта Даш кишмиш – 66,8%, у сорта Сабза – 68,4%, у сорта Гара кишмиш – 68,7%, у сорта Наз-назы – 70,6%, а у сорта Апшерон кишмиши – 72,4%.

Сорта винограда значительно отличаются друг от друга по росту однолетних побегов, иными словами, по силе своего развития. У исследуемых кишмишных сортов винограда прирост однолетних побегов в среднем составил 180 (Хырча кишмиш) – 313 см (Гирда кишмиш). Средний рост однолетних побегов наблюдался у сортов Аскери и Хырча кишмиш (180 см), Наз-назы (188 см) и Апшерон сары кишмиши (196 см). Сильным ростом побегов отличились сорта Гирда кишмиш (203 см), Аг кишмиш (210 см), Мермери кишмиш (212 см), Даш кишмиш и Сабза (216 см), Гырмызы кишмиш (220 см), Кек кишмиш (236 см), Аг овал кишмиш и Чахрайи кишмиш (246 см), Апшерон кишмиши (296 см). У сорта Гирда кишмиш был отмечен сверхсильный рост побегов – 313 см.

В зависимости от условий внешней среды, сорта и некоторых других факторов зеленые побеги винограда к концу вегетационного периода вызревают до той или иной степени. В результате исследований было выявлено, что степень вызревания побегов у исследуемых сортов винограда колеблется между 78,8% (у сортов Гара кишмиш и Кишмиш мясистый) и 98,8% (у сортов Наз-назы и Кишмиш хрустящий).

Во время исследований было установлено, что изучаемые сорта винограда значительно различаются между собой и по времени созревания ягод. Полное созревание ягод у изучаемых кишмишных сортов винограда наблюдалось в первой, второй и третьей декаде августа. Лишь у одного сорта фаза полного созревания наступила в начале сентября. Самым ранне-спелым из сортов оказался Мермери кишмиш (5 августа), самым поздне-спелым – Даш кишмиш (10 сентября).

Вегетационный период у исследуемых сортов винограда, в зависимости от времени распускания почек и полного созревания ягод, длился в среднем от 107 до 152 дней. Исходя из продолжительности вегетационного пери-

ода, к сортам раннего срока созревания были отнесены сорта винограда Мермери кишмиш (107 дней), Гара кишмиш (115 дней), Гирда кишмиш (117 дней), Чахрайи кишмиш (118 дней). К сортам среднего срока созревания были отнесены сорта Аг овал кишмиш (124 дня), Сабза (126 дней), Аскери (128 дней), Апшерон кишмиши (132 дня), Хырча кишмиш (133 дня), Аг кишмиши Гырмызы кишмиш (134 дня), Апшерон сары кишмиши (138 дней). Группу поздне-спелых сортов составили Наз-назы (140 дней), Кек кишмиш (143 дня) и Даш кишмиш (152 дня).

Известно, что урожайность является одним из основных показателей, выражающих хозяйственно-экономическую ценность сортов винограда. Учитывая данный факт, в годы исследований мы проводили детальное изучение элементов плодоношения (количество плодовых побегов, коэффициент плодоносности побега, количество гроздей на куст, средний вес грозди, урожайность с куста, урожайность с гектара) кишмишных сортов винограда.

Во время исследований было выявлено, что одни зеленые побеги, образующиеся на кустах, являются плодовыми, а другие – бесплодными. Количество плодовых побегов варьировало в пределах от 32,0 (Апшерон кишмиши желтый) до 68,2% (Аг овал кишмиш).

В зависимости от количества плодовых побегов и числа образующихся на них гроздей на кустах было отмечено разное количество развившихся гроздей. Этот показатель в среднем составил 13–29 гроздей на куст. Сравнительно небольшое количество гроздей на кусте наблюдалось у сортов Гара кишмиш (13 штук), Наз-назы и Апшерон сары кишмиши (14 штук). Относительно большое количество гроздей сформировалось у сортов Сабза и Даш кишмиш (25 штук), Аг овал кишмиш и Апшерон кишмиши (28 штук), Гирда кишмиш и Мермери кишмиш (29 штук).

Во время исследовательских работ был также определен индекс плодоношения побега, выражающий соотношение общего количества гроздей к общему количеству зеленых побегов. В зависимости от общего количества зеленых побегов и гроздей на кусте индекс плодоношения побега сильно варьирует. Так, у исследуемых нами кишмишных сортов винограда этот показатель менялся в пределах 0,30–1,12.

Известно, что в формировании урожайности куста масса гроздей играет основную роль.

Показатель массы грозди также значительно меняется в зависимости от биологических особенностей сорта винограда. Как показали результаты наших исследований, сравнительно небольшие грозди образовались у сортов Аг овал кишмиш (168 г), Апшерон кишмиши (180 г), Хырча кишмиш (180 г), Наз-назы (182 г) и Чахрайи кишмиш (186 г). У других сортов сформировались довольно крупные грозди, вес которых варьировал между 215 и 290 г.

По достижении полной зрелости урожая был определен средний показатель урожайности с куста. По данному показателю между исследуемыми сортами винограда была обнаружена большая разница. Низкий урожай с куста был получен у сортов Наз-назы (2,8 кг), Апшерон сары кишмиши (3,2 кг), Чахрайи кишмиш (3,4 кг), Аг кишмиш и Гара кишмиш (3,8 кг). Высокий показатель урожайности с куста был отмечен у сортов Хырча кишмиш (5,6 кг), Гирда кишмиш (7,2 кг), Мермери кишмиш (8,4 кг). У остальных сортов этот показатель менялся в пределах 4,3–4,8 кг.

У изучаемых кишмишных сортов винограда был также определен показатель урожайности с гектара. Было установлено, что этот показатель, меняясь в широком диапазоне, колеблется в пределах 62,2–186,6 ц/га. Низкий урожай с гектара был получен у сортов Кишмиш белый, Наз-назы, Апшерон сары кишмиши, Чахрайи кишмиш, Гара кишмиш – 62,2–84,4 ц/га, средний – у сортов Гырмызы кишмиш, Даш кишмиш, Апшерон кишмиши, Аскери, Аг овал кишмиш, Сабза, Кек кишмиш – 95,5–106,7 ц/га, высокий – у сортов Хырча кишмиш, Мермери кишмиш, Гирда кишмиш – 124,4–186,6 ц/га.

Еще одним требованием, предъявляемым к кишмишным сортам винограда, является крупный размер их ягод. Крупноягодность определяется как размерами ягоды, так и массой одной и ста ягод. Путем исследований было выявлено, что самые мелкие ягоды имеет сорт Хырча кишмиш (0,94 г), а самые крупные – сорта Кек кишмиш (2,20 г), Гара кишмиш (2,34 г), Гырмызы кишмиш (2,53 г) и Апшерон сары кишмиши (2,60 г). У остальных сортов этот показатель варьировал в пределах 1,12 (Кишмиш крепкий) и 1,92 г (Наз-назы). По весу ста ягод относительно низкий показатель был отмечен у сортов Хырча кишмиш (101 г) и Даш кишмиш (108 г), наиболее высокий –

у сортов Кек кишмиш (218 г), Гара кишмиш (213 г), Гырмызы кишмиш (248 г) и Апшерон сары кишмиши (263 г).

Во время исследований были также изучены такие показатели качества винограда, как сахаристость и титруемая кислотность. Относительно низкое содержание сахара в соке ягод было отмечено у сортов Хырча кишмиш (16,5 г/100 см<sup>3</sup>) и Апшерон сары кишмиши (16,8 г/100 см<sup>3</sup>). Наиболее высокий показатель сахаристости был зафиксирован у сорта Апшерон кишмиши (25,2 г/100 см<sup>3</sup>). У остальных сортов этот показатель, находясь на удовлетворительном уровне, варьировал в пределах 18,5 г/100 см<sup>3</sup> (Кишмиш мясистый) – 22,6 г/100 см<sup>3</sup> (Кишмиш белый). Титруемая кислотность у исследуемых кишмишных сортов винограда колебалась в пределах 2,60 г/дм<sup>3</sup> (Кишмиш крепкий) – 7,4 г/дм<sup>3</sup> (Гара кишмиш).

Одной из наиболее важных биологических особенностей сортов винограда является их устойчивость к болезням и вредителям виноградной лозы. В процессе фитопатологической оценки изучаемых сортов винограда в естественных условиях было установлено, что они в различной степени устойчивы к основным грибковым заболеваниям винограда: к милдью, оидиуму и серой гнили. Так, сорта Аскери, Аг овал кишмиш, Кишмиш белый, Апшерон кишмиши, Наз-назы, Гара кишмиш, Чахрайи кишмиш и Кек кишмиш продемонстрировали толерантность к милдью, оидиуму и серой гнили. Сорта Гирда кишмиш, Гырмызы кишмиш, Мермери кишмиш, Кишмиш хрустящий, Апшерон сары кишмиши оказались неустойчивыми к вышеперечисленным болезням.

С целью определения товарной ценности исследуемых кишмишных сортов винограда была проведена дегустация свежего винограда по десятибалльной шкале. По органолептическим показателям относительно низких дегустационных оценок удостоились сорта Апшерон сары кишмиши (6,4 балла), Хырча кишмиш (7,2 балла), Сабза и Мермери кишмиш (7,4 балла), Даш кишмиш (7,8 балла). Наиболее высокие дегустационные оценки получили сорта Аг овал кишмиш (9,4 балла) и Чахрайи кишмиш (9,8 балла). У остальных сортов винограда дегустационная оценка варьировала в пределах 8,2 балла (Гирда кишмиш, Наз-назы) и 9,0 баллов (Кишмиш белый).



### Список литературы

1. Оценка новых интродуцентных сортов винограда в условиях Азербайджана / М. А. Гусейнов, Х. Н. Насибов, А. С. Шукюров, В. С. Салимов // АПК России. 2018. Т. 25. № 3. С. 444–447.
2. Краснохина С. И., Ганич В. А. Новые интродуцированные бессемянные сорта селекции США для потребления в свежем виде // Виноделие и виноградарство. 2006. № 5. С. 38–39.
3. Курбанов М. Р., Салимов В. С. Отбор ценных генотипов из популяций сортов винограда Чахрайи кишмиш и Аг кишмиш методом клоновой селекции // Доклады (НАНА). 2010. № 5. С. 86–94.
4. Лазаревский М. А. Изучение сортов винограда. Ростов-на-Дону : Изд-во Ростовского университета, 1963. 152 с.
5. Наджафов Дж. С. Технологические особенности производства кишмиша и изюма. Нахичевань : Аджеми, 2007. 24 с.
6. Изучение полиморфизма местных сортов винограда в Азербайджане с помощью ампелодескрептора, молекулярных и морфометрических маркеров / Х. Н. Насибов [и др.] // АПК России. 2018. Т. 25. № 4. С. 517–525.
7. Панахов Т. М., Салимов В. С., Зари А. М. Виноградарство в Азербайджане. Баку : Муаллим, 2010. 224 с.
8. Радчевский П. П., Трошин Л. П. Бессемянные сорта винограда. Краснодар : Куб. АГУ, 2008. 160 с.
9. Салимов В. С. Методы ампелографического исследования генотипов винограда. Баку : Муаллим, 2014. 184 с.
10. Салимов В. С., Шукюров А. С., Асадуллаев Р. А. Изучение биотипов и клонов некоторых кишмишных сортов винограда Азербайджана // Виноделие и виноградарство. 2016. № 1. С. 37–43.
11. Бессемянные сорта и гибридные формы винограда / К. В. Смирнов [и др.]. Новочеркасск ; Запорожье, 2002. 54 с.
12. Трошин Л. П., Маградзе Д. Н. Ампелографический скрининг генофонда винограда. Краснодар : КГАУ, 2013. 120 с.

---

**Салимов Вугар Сулейман**, д-р с.-х. наук, доцент, директор, Научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия (НИИВиВ).

E-mail: vugar\_salimov@yahoo.com.

**Гусейнов Мовлуд Арастун**, канд. техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник, доцент, Экономический университет (UNEC).

E-mail: movludh@mail.ru.

**Насибов Хикмет Насир**, канд. с.-х. наук, доцент, аспирант, Научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия (НИИВиВ).

E-mail: khikmet@mail.ru.

**Гусейнова Афет Сабир**, заведующий отделом, Научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия (НИИВиВ).

E-mail: a\_huseynova73@mail.ru.

\* \* \*

УДК 621.436.21.001.4

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОМПАЖА ПУТЕМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ  
КОНСТРУКЦИИ СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ****Т. И. Исинтаев, Б. К. Калиев, А. М. Плаксин,  
А. В. Гриценко, А. Ю. Бурцев, А. А. Горбачев**

Как известно, дизельный двигатель является основой сельскохозяйственных процессов. Для его форсирования широкое распространение получило применение турбонаддува. Турбонаддув позволяет без значительных сложностей обеспечить прибавку мощности дизеля на 10–50%. Однако турбина, обеспечивая высокую эффективность дизеля, стала существенной проблемой, заключающейся в снижении показателей надежности сельскохозяйственной техники. Одной из существенных проблем выступают помпажные явления в турбокомпрессорном узле. Помпажем принято называть нестабильную работу компрессорной техники, вследствие чего возникают резкие скачки в давлении и колебания в объемах подачи рабочей среды – газовой или воздушной смеси. Предпосылкой для возникновения помпажа является высокая разница давлений на всасывающем и нагнетательном трубопроводах. Так, в рядовой эксплуатации двигателей, оборудованных турбонаддувом, стохастичность нагрузок приводит к изменению геометрии насосного и турбинного колес турбокомпрессора. Комплексная работа по совершенствованию конструкции стенда по испытанию турбокомпрессора (ТКР) заключалась в воссоздании реальных эксплуатационных режимов работы ТКР на стенде и изучении границ помпажа при испытаниях. Исследования проводим на измерительном комплексе Polytec CLV-3D Laser Vibrometer трехкомпонентном лазерном виброметре. Для возможности измерения надевались кольца на вал турбины, которые прижимались к диску, после чего посредством «колец» возбуждались колебания. Практичность данного подхода полностью подтверждена опытными данными, каждому из которых отвечает своя частота. Данные частоты в практике испытаний сельскохозяйственной техники называют резонансными частотами. Эти частотные точки рекомендуется исключить из эксплуатационных режимов. Собственно для отыскания этих режимных точек были проведены множественные экспериментальные исследования в лабораторных условиях. Для обеспечения надежности турбокомпрессора будет направлена работа за счет исключения помпажа.

Ключевые слова: турбокомпрессор, помпаж, резонанс, подшипники, турбонаддув, заслонка, частота, выбег.

Турбокомпрессор сельскохозяйственных машин позволяет не только форсировать двигателя, увеличивать их удельную мощность, но и обеспечивать комплексное повышение показателей их технического уровня, таких как топливная экономичность, экологические качества, надежность. Однако при использовании турбокомпрессора возникают дополнительные динамические и температурные нагрузки, снижающие надежность [1]. Одними из самых сложных являются динамические нагрузки, вызванные помпажными явлениями. Помпаж турбокомпрессора – это неисправность турбины, во время которой возникает пульсационное давление на выходе и, как следствие, появление ударных на-

грузок на лопатки крыльчатки, которые в очень короткий срок способны нанести очень серьезный ущерб. В настоящее время машиностроители существенно сокращают расстояние между расходной линией двигателя и границами помпажа. В данных условиях непременно наступит такой режим работы, при котором турбокомпрессор в связи с подачей в двигатель постороннего воздуха будет работать в области помпажа. Как следствие диффузорная часть прекращает нормально функционировать и с крыльчаткой турбины, при достижении критического значения давления и расхода, срывается воздух, создавая при этом выше указанную ударную нагрузку на лопатки крыльчатки в виде хлопка [2].



Существенная стохастичность нагрузок на тракторных двигателях приводит к увеличению динамики отказов [3]. Так, в рядовой эксплуатации двигателей, оборудованных турбонаддувом, стохастичность нагрузок приводит к изменению геометрии насосного и турбинного колес турбокомпрессора, и, как показывает практика, это вызывает разрушения элементов ТКР [4, 5, 6]. Так как отказы турбокомпрессоров составляют 7–15% от общего числа отказов двигателей [7], то возникает необходимость тестирования ТКР на специальных стендах в условиях эксплуатации. Таким образом, совершенствование конструкции испытательного стенда ТКР и контроль помпажных явлений позволяет избежать отказов в эксплуатации [8].

В соответствии с вышеизложенным была поставлена **цель** – разработать метод и стенд для испытания турбокомпрессоров ДВС на основе совершенствования процесса смазки с применением гидроаккумулятора.

Были сформулированы следующие **задачи исследования**.

1. Установить закономерности изменения параметров, процесса выбега и разгона турбокомпрессора с его техническим состоянием.
2. Разработать и обосновать комплекс технических средств, методик комплексной и элементной оценки технического состояния турбокомпрессора.
3. Разработать и реализовать методику, программу стендовых испытаний ДВС, оснащенного разработанной конструкцией.
4. Разработать и реализовать программу эксплуатационных испытаний систем газотурбинного наддува, оценить эффективность проведенного исследования.

### Теоретические исследования

Из теории колебаний упругих систем известно, что каждой из собственных частот системы соответствует своя определенная форма колебаний (своя определенная частота колебаний) (рис. 1) [9].

В теории колебательных процессов наибольший интерес представляет изучение резонансной кривой.

После получения резонансной кривой ее обрабатывают по формуле:

$$\delta = \frac{\pi \cdot \Delta f}{f_p}, \quad (1)$$

где  $\delta$  – декремент колебаний;

$\Delta f$  – ширина резонансной кривой при уровне вибронпряжений 0,707 от резонансного;

$f_p$  – резонансная частота.

Таким образом, предлагаемый метод является одним из способов замера величины демпфирования в любой колебательной системе.

### Методика исследования

На основе анализа литературных источников и предварительными испытаниями было установлено, что для исключения помпажных явлений необходимо провести экспериментальные исследования. При разгоне и быстром раскручивании ротора ТКР наибольшее воздействие оказывается на колесо компрессора при быстро изменяющихся колебаниях. При проведении экспериментальных исследований использовался стенд с гидроаккумулятором. Было проведено усовершенствование конструкции стенда для испытания ТКР, которое заключалось в использовании реальных режимов работы турбокомпрессора на стенде и изучении границ помпажа при проведении испытаний (рис. 2). В настоящее время совершенствуется конструкция стенда с учетом недостатков предыдущих вариантов исследовательского стенда [10].

Проведение экспериментальных исследований заключалось в проверке и контроле геометрии ТКР после критических испытаний на стенде. Исследуемый объект – это ротор турбокомпрессора, состоит из алюминиевого диска компрессора с лопатками и стального вала с турбиной (рис. 3).

Методика измерения эксплуатационных параметров ТКР, проводимых после испытания на стенде, заключалась в следующем:

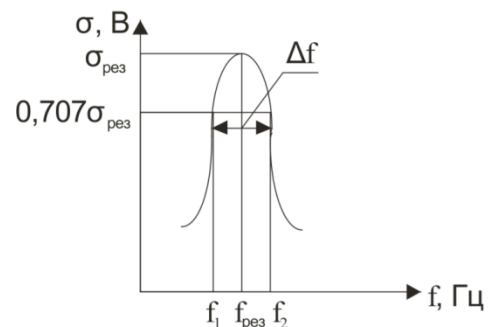
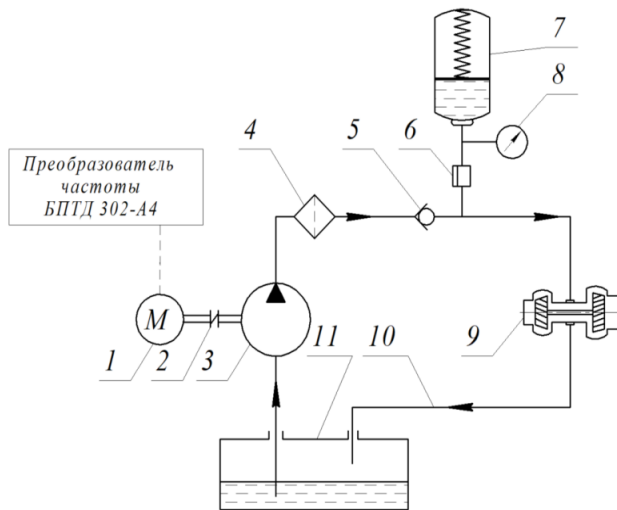


Рис. 1. Зависимость амплитуды вибронпряжений  $\sigma$ , В, от частоты  $f$ , Гц



- снятие вала турбины с диском;
- проведение измерений параметров турбины и диска до и после испытаний на измерительном комплексе Polytec CLV-3D Laser Vibrometer, трехкомпонентном лазерном виброметре. Широкий динамический диапазон CLV-3D, отличная пропускная способность и низкий уровень шума позволяют использо-



- 1 – асинхронный электродвигатель;
- 2 – муфта; 3 – масляный насос шестеренный;
- 4 – масляный фильтр; 5 – обратный клапан;
- 6 – электромагнитный (соленоидный) клапан;
- 7 – гидроаккумулятор; 8 – манометр;
- 9 – турбокомпрессор; 10 – трубопровод;
- 11 – масляный бак

Рис. 2. Структурная схема стенда

вать его во многих современных приложениях. Диаметр измерительного пятна всего 80 мкм, намного меньше, чем у любого акселерометра, и позволяет проводить измерения даже на миниатюрных компонентах [11].

Испытания представляют собой возбуждение синусоидальных колебаний с плавным изменением частоты на персональном компьютере в профильной программе, где выполняется аналоговое преобразование координат и выводятся истинные компоненты по координатам  $x$ ,  $y$  и  $z$ . Для возможности измерения надевались кольца на вал турбины. Обеспечивалось прижатие колец к диску и с помощью «колец» возбуждались колебания (рис. 4а). Система состоит из трехканального блока управления лазерным

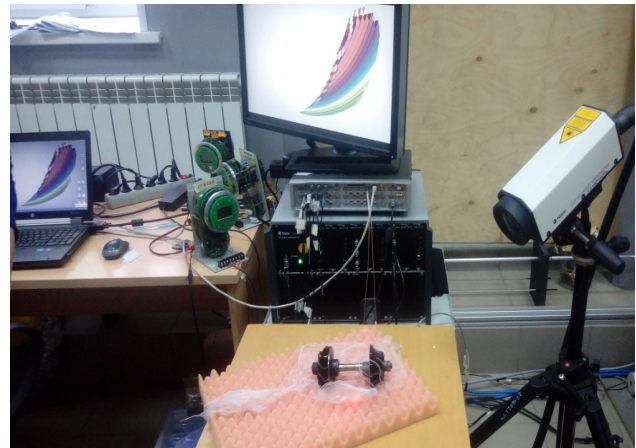
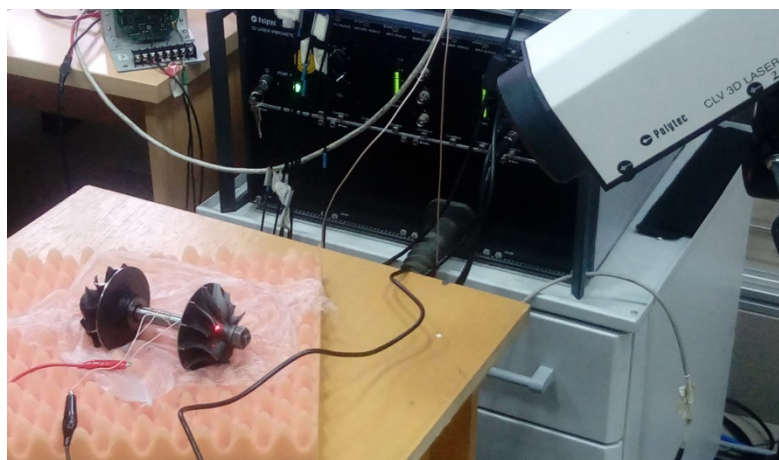


Рис. 3. Измерительный комплекс лазерный виброметр Polytec CLV-3D Laser Vibrometer и исследуемая система ротор ТКР



а



б

Рис. 4. Исследуемая система



виброметром CLV, соединенного с оптической сенсорной головкой CLV-3D, содержащей три независимых оптических системы CLV, все из которых сфокусированы на одной и той же точке измерения на расстоянии 310 мм от передней линзы (рис. 4б). Каждый выходной лазерный луч наклонен под углом  $12^\circ$  относительно поверхности, но указывает на место измерения с трех разных направлений, разделенных на  $120^\circ$  в выходной плоскости. На исследуемый объект в точке соединения лучей лазера клеится специальная фотобумага (рис. 5а) размером  $3 \times 3$  мм<sup>2</sup>, с помощью него определяется результат бесконтактным способом. После чего проводятся различные измерения на лопатках компрессора ТКР с грузиком и без него. Для измерений применялись грузики длиной 6 мм и диаметром 5 мм, они помогают определять

локальные изменения элемента (рис. 5а). Определяются резонансные частоты разных элементов ТКР в трех плоскостях.

### Результаты экспериментальных исследований

С исследовательского стенда был снят ротор турбокомпрессора. Согласно приведенной выше методике, использовался измерительный комплекс Polytec CLV-3D Laser Vibrometer. Все измеренные данные в процессе экспериментов выводились к трехканальной плате сбора данных и обрабатывались компьютером (рис. 6). Для внешних программных расчетов использовалась штатная программа комплекса. Последовательно проверялись резонансные частоты и амплитуды колебаний ротора компрессора. При обработке сигналов с лопатки (с грузиком

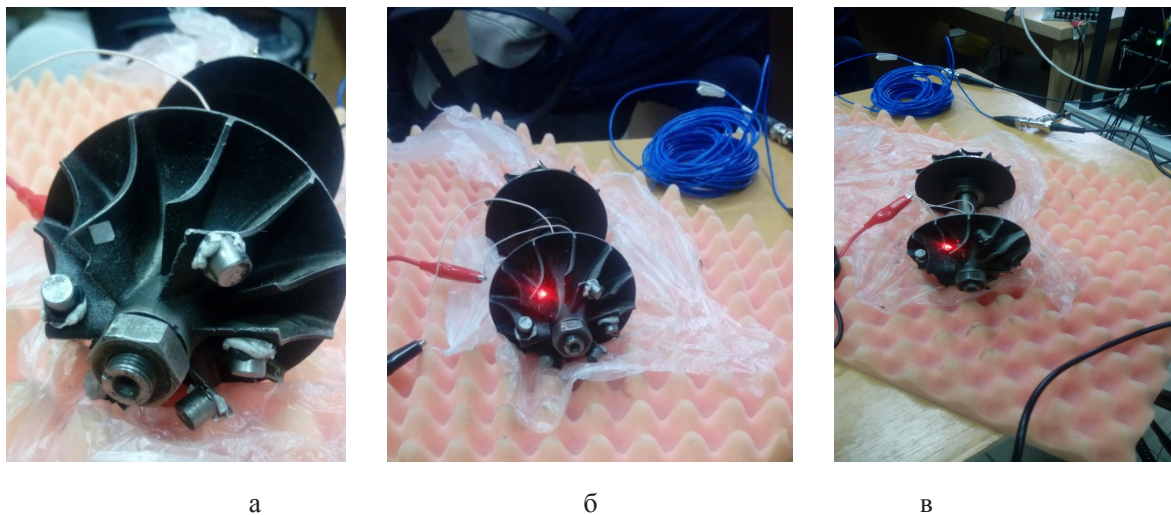


Рис. 5. Процесс измерения с применением грузиков

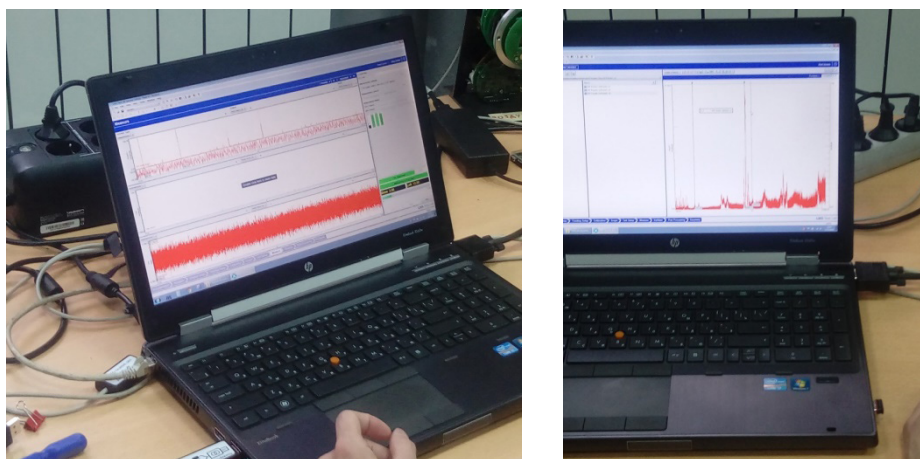


Рис. 6. Отображение данных на мониторе

и без грузика), диска, вала и турбины на графиках присутствуют существенно разбросанные пики на частоте 9500 Гц и в районе 12 100 и 17 479 Гц на лопатке компрессорного колеса (рис. 7).

При проведении эксперимента наблюдалось множество пиков частоты колебаний лопаток в разных диапазонах – 2740, 3301, 6372, 6728 и 7196 Гц. Ниже анализируются сигналы по оси Z, т.к. они имеют много всплесков амплитудных колебаний. При измерении лопаток лазер находился на расстоянии примерно 310 мм и немного выше, поэтому система координат смещалась незначительно. Для представления общего результата провели измерения в разных точках колеса компрессора.

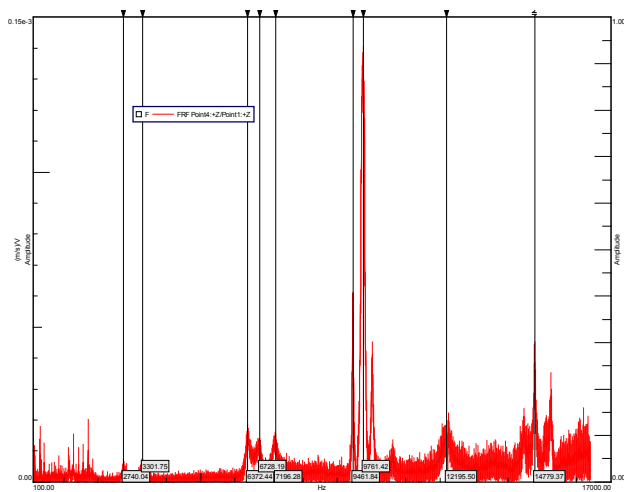


Рис. 7. Амплитуды колебаний ротора компрессорного колеса ТКР

### Исследование лопатки со сколом и с грузиком

На лопатки компрессорного колеса наклеиваются грузики диаметром 5 мм, кроме одной лопатки, где проводятся измерения. Обработка сигналов представлена на графике (рис. 8). Здесь, как видно, присутствуют четкие пики на частоте 6353 Гц и в районе 10 566, 12 026 и 14 517 Гц.

### Исследование лопатки с грузиком

Обработка сигналов при использовании грузика представлена на графике (рис. 9). Здесь присутствует очень много различных пиков, начиная от частот 2721, 6447, 7177 Гц и заканчивая в районе 9723, 12 644 и 14 798 Гц.

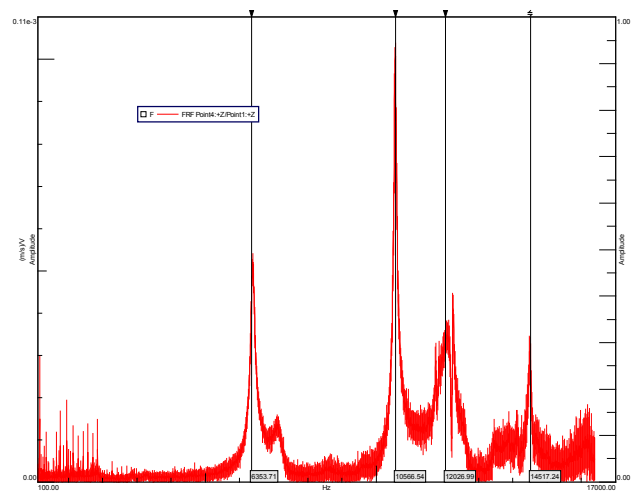


Рис. 8. Амплитуды колебаний со сколом (компрессорное колесо) на остальных грузиках

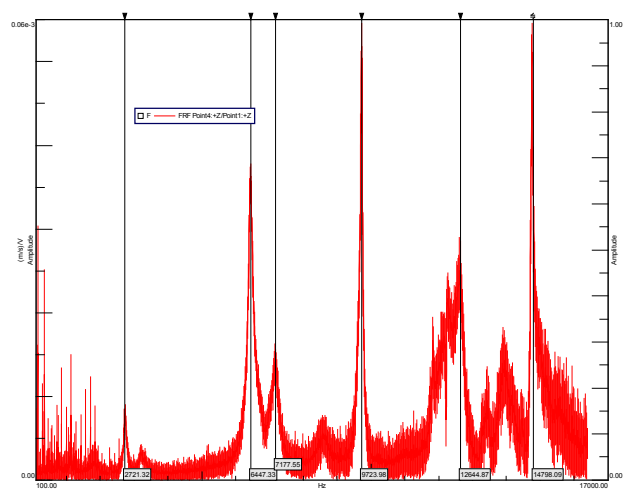


Рис. 9. Амплитуды колебаний компрессорного колеса

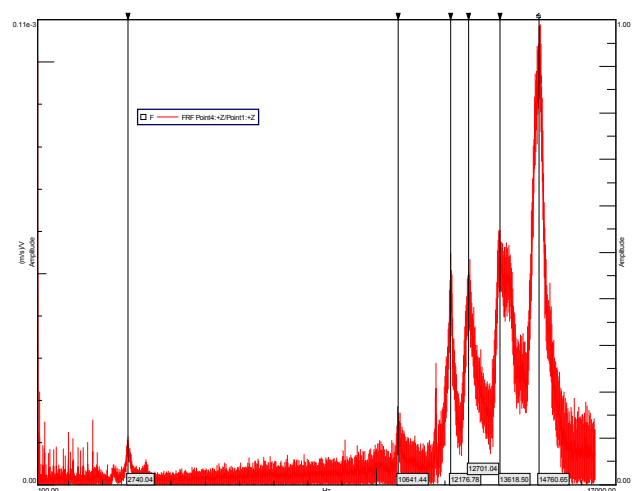


Рис. 10. Амплитуды колебаний малой лопатки колеса



### Исследование на малой лопатке компрессорного колеса с грузиком

На лопатку компрессорного колеса наклеивается фотобумага, настраивается приближение лазерного комплекса и фокусируется точка. Обработка сигналов представлена на графике рисунка 10, где присутствуют четкие пики на частоте 2740 Гц и в районе 10 641–14 780 Гц.

### Исследование диска

При исследовании характеристик диска получены небольшие пики 1298, 2721 и 3283 Гц. Четкие пики видны на середине графика – 6353, 6690 Гц. Четкие пики также обнаруживаются в конце графика – 12 195, 13 843 и 14 610 Гц (рис. 11).

### Выводы

Так как помпаж представляет процесс колебания давления в турбокомпрессоре и нагнетающем трубопроводе, то колебаться будет и нагрузка на валу двигателя, а следовательно, в потоке будут появляться высшие гармоники или колебания его амплитуды, которые можно фиксировать [12]. Развитие техники исследований позволило в последние годы расшифровать спектры пульсаций с учетом неоднородности задачи, неравномерности параметров потоков. Применение сконструированных узловых элементов систем турбонаддува, основанных на проведенных экспериментах и расчетах, позволило существенно повысить показатели двигателей в результате улучшения условий протекания процессов выпуска газов

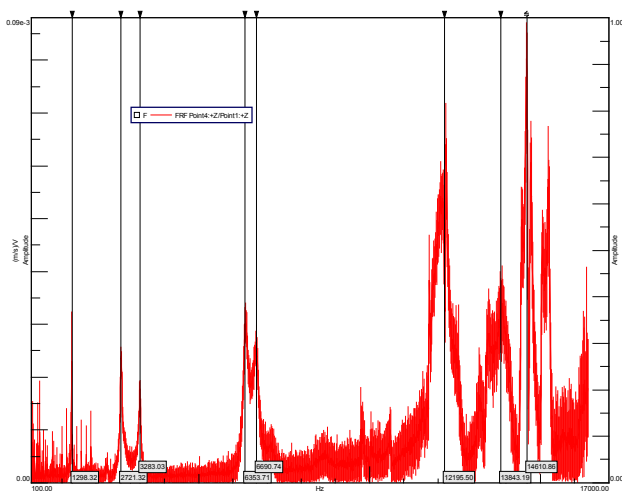


Рис. 11. Амплитуды колебаний диска компрессора

из цилиндров и питания турбин турбокомпрессоров [13].

Исследования показали, что без принятия комплексных мер возможны разрушения отдельных деталей турбокомпрессора. Экспериментальные исследования с измерением пульсации параметров на участках ротора турбокомпрессора показали большие всплески до 14 610 Гц.

Отмеченное подтверждает применимость метода при аналитических исследованиях. Помпаж турбокомпрессора будем исключать при дальнейшей работе из эксплуатационных режимов.

Практичность данного подхода полностью подтверждена опытными данными, за каждый из которых отвечает своя частота. Для обеспечения надежности турбокомпрессора дальнейшая работа будет направлена на исключение возникновения явления помпажа.

### Список литературы

1. Автомобильные двигатели с турбонаддувом : учеб. для вузов / Н. С. Ханин [и др.]. М. : Машиностроение, 1991. 336 с.
2. Zadorozhnaya E. A. Solving a thermo-hydrodynamic lubrication problem for complex-loaded sliding bearings with allowance for rheological behavior of lubricating fluid // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. 2015. Т. 44. № 1. С. 46–56.
3. Повышение надежности турбокомпрессоров автотракторной техники применением гидроаккумулятора / А. М. Плаксин [и др.] // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2014. № 8. С. 176–180.
4. Исследование помпажа турбокомпрессора в режимах его торможения регулируемой заслонкой / А. Г. Игнатъев [и др.] // Фундаментальные исследования. 2017 № 10–2. С. 222–227.
5. Продление срока службы турбокомпрессоров автотракторной техники применением гидроаккумулятора в системе смазки / А. М. Плаксин [и др.] // Фундаментальные исследования. 2014. № 6–4. С. 728–732.
6. Снижение виброакустических нагрузок в гидромеханических системах / А. Г. Гимадиев [и др.] ; под ред. акад. РАН В. П. Шорина, д-ра техн. наук Е. В. Шахматова. Самара : СГАУ, 1998. 270 с.
7. Калиев Б. К., Анализ отказов систем наддува автотракторных ДВС / Б. К. Калиев, Т. И. Исинтаев, А. В. Гриценко, А. Ю. Бурцев

// «Байтурсьновские чтения-2019» на тему «Многогранность великой степи: духовное возрождение, знание и инновации»: матер. Междунар. науч.-практ. конф. Костанай, 2019. С. 415–420.

8. Кабанов О. В., Грыжебовский А. О. Современные тенденции противопомпажной защиты компрессорного оборудования // Актуальные проблемы современной науки. 2016. № 2 (87). С. 266–269.

9. Игнатъев А. Г., Гриценко А. В., Бурцев А. Ю. Исследование помпажа турбокомпрессоров // АПК России. 2017. Т. 24. № 4. С. 985–989.

10. Способ обеспечения работоспособности турбокомпрессора дизелей с применением автономного смазочного-тормозного устройства / А. М. Плаксин, А. В. Гриценко, А. Ю. Бурцев,

К. В. Глемба // Вестник КрасГАУ. 2015. № 5. С. 89–94.

11. CLV-3D Compact 3-D Laser Vibrometer For Simultaneous 3-D Measurement of Dynamics. Режим доступа : <https://em.susu.ru/wp-content/uploads/2017/01/Polytec-CLV-3D-3220.pdf>. Дата обращения : 01.02.2020

12. Хадиев М. Б., Зиннатуллин Н. Х., Нафиков И. М. Механизм помпажа в центробежных компрессорах // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 8. С. 262–266.

13. Gritsenko A., Plaksin A., Shepelev V. Studying Lubrication System of Turbocharger Rotor with Integrated Electronic Control // International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2017 Procedia Engineering 206. 2017. P. 611–616.

---

**Исинтаев Такабай Исинтайулы**, канд. техн. наук, доцент кафедры машиностроения, Костанайский государственный университет им. А. Байтурсьнова.

E-mail: [kaliyevb@mail.ru](mailto:kaliyevb@mail.ru).

**Калиев Бейбит Кансбаевич**, докторант кафедры машиностроения, Костанайский государственный университет им. А. Байтурсьнова.

E-mail: [kaliyevb@mail.ru](mailto:kaliyevb@mail.ru).

**Плаксин Алексей Михайлович**, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка, и технология и механизация животноводства», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: [plaksin-am@mail.ru](mailto:plaksin-am@mail.ru).

**Гриценко Александр Владимирович**, д-р техн. наук, профессор кафедры «Автомобильный транспорт», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)»; профессор кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка, и технология и механизация животноводства», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: [alexgrits13@mail.ru](mailto:alexgrits13@mail.ru).

**Бурцев Александр Юрьевич**, канд. техн. наук, доцент кафедры горного дела и техно-сферной безопасности, филиал КузГТУ «Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева».

E-mail: [burzeval2009@yandex.ru](mailto:burzeval2009@yandex.ru).

**Горбачев Анатолий Анатольевич**, аспирант кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка, и технология и механизация животноводства», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: [tolik\\_180794@mail.ru](mailto:tolik_180794@mail.ru).

\* \* \*

УДК 621.3.018.72:633.11

## АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕМБРАН ЗЕРЕН ПШЕНИЦЫ ДО И ПОСЛЕ ИХ ДОЗРЕВАНИЯ

С. П. Пронин, Н. Н. Барышева

Максимальные показатели качества зерно приобретает только после периода послеуборочного дозревания. В работе представлены результаты экспериментального исследования амплитудно-частотной характеристики мембраны зерен пшеницы до и после их созревания. Установлено, что до процесса дозревания мембрана зерна пшеницы ведет себя практически как фильтр низких частот. С увеличением частоты входного синусоидального тока, начиная с частоты 20 Гц, коэффициент передачи уменьшается. После процесса дозревания коэффициент передачи совершенно не меняется. Следовательно, по амплитудно-частотной характеристике мембраны зерна можно судить о его спелости.

*Ключевые слова:* амплитудно-частотная характеристика, мембрана, зерна пшеницы, послеуборочное дозревание, переменный синусоидальный ток, экспериментальное исследование.

Максимальные показатели качества зерно приобретает только после периода послеуборочного дозревания или созревания [1]. В зависимости от условий уборки и режима хранения процессы послеуборочного дозревания завершаются в период от 15–20 суток до 2,0–2,5 месяца [1, 2]. Семена после дозревания по своему физиологическому состоянию будут готовы к севу, а товарное зерно – к переработке [2].

Объективное определение спелости семян растений является одним из направлений развития сельскохозяйственных электротехнологий [3]. Например, в статье [3] приведены результаты поисковых исследований оптических спектральных люминесцентных свойств семян зерновых

растений различной степени спелости. В результате экспериментальных исследований установлено, что в процессе созревания семян меняется соотношение их уровней возбуждения и потоков люминесценции: для незрелых семян характерна коротковолновая люминесценция, а в спелых семенах преобладает длинноволновая.

В процессе дозревания семян происходит завершение накопления запасных липидов и белков [4]. Следовательно, изменяется состояние клеточных мембран. Вместе с изменением состояния мембран изменяются и электрофизические свойства. В диссертационной работе [5] исследованы изменения сопротивлений проростков и листьев озимой пшеницы переменному

току. Важным аспектом остаются исследования изменения полного сопротивления непосредственно зерна пшеницы. В простейшем варианте мембрану зерна пшеницы можно представить как параллельно включенные конденсатор и резистор [6, 7]. Емкость мембраны должна вносить изменения в выходной синусоидальный сигнал в зависимости от частоты.

**Цель работы** – исследовать амплитудно-частотную характеристику мембраны зерен пшеницы до и после их дозревания с помощью переменного синусоидального тока.

### Материалы и методы исследований

Для исследований использованы зерна яровой пшеницы из урожая 2019 года сорта «Тасос». После сепарирования зерен на парусном классификаторе К-93 были отобраны зерна из фракции 9 м/с.

Для исследований собрана экспериментальная установка, приведенная на рисунке 1.

Перед измерениями зерна закладывали в прорези поролоновых форм, которые размещали на пластиковых лотках. Формы заливали дистиллированной водой и устанавливали в термощкаф на 14 часов. Во время набухания зерен в автоматическом режиме поддерживалась температура  $21 \pm 1$  °С.

Всего в эксперименте было задействовано 100 зерен пшеницы. Измерения выполняли после уборки урожая в октябре, когда процесс дозревания только начинался, и в феврале, когда процесс дозревания уже закончился.

При выполнении эксперимента задавали частоты синусоидального тока: 10, 20, 30, 40 и 50 Гц. На каждой частоте, в соответствии с количеством зерен, выполняли по 10 измерений.

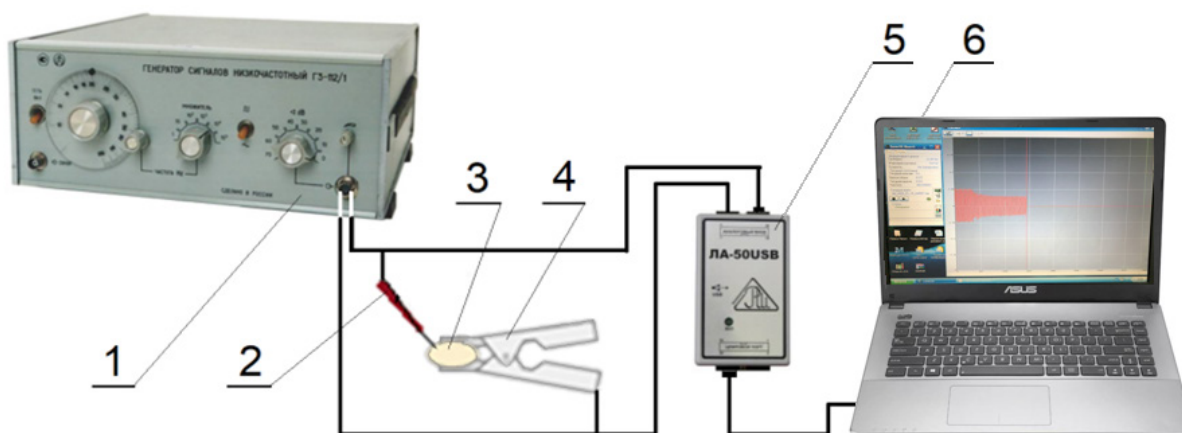
После 14 часов каждое зерно помещали в электрод-зажим, как схематично показано на рисунке 1, и запускали программу записи сигнала на 5 сек. В первые 1–2 сек. запись осуществлялась только с генератора. Далее, не останавливая процесса записи, прокалывали мембрану зерна с помощью электрода-иглы в области зародыша. В последующие 3–4 сек. запись сигнала производилась совместно с мембраной зерна. Зерно, как видно из рисунка 1, включено параллельно генератору.

При статистической обработке полученных сигналов применяли критерий Граббса. По критерию Граббса определяли возможные выбросы в полученных экспериментальных данных. Для расчетов была использована методика из ГОСТ Р 8.736-2011 ГСИ.

Для оценки влияния частоты синусоидального сигнала на выходное напряжение был выполнен однофакторный дисперсионный анализ.

### Результаты эксперимента

На рисунке 2 представлены типичные графики изменения амплитуды выходного напряжения от частоты. На рисунке 2а показано измерение одного зерна при частоте 10 Гц. В начале графика, во временном диапазоне от 0 до 1,3 сек., амплитуда напряжения равна 1,31 В. Она соответствует входному напряжению  $U_{вх}$ .



1 – генератор сигналов низкочастотный ГЗ 112/1; 2 – электрод-игла; 4 – электрод-зажим типа «крокодил» с вогнутыми губками; 5 – аналого-цифровой преобразователь ЛА-50 USB; 6 – ноутбук

Рис. 1. Структурная схема экспериментальной установки



При прокалывании мембраны зерна амплитуда напряжения падает до 1,06 В – это выходное напряжение  $U_{\text{вых}}$ . На рисунке 2б, для примера, отражен экспериментальный результат измерения одного зерна на частоте 40 Гц. Даже визуально можно отметить изменения в амплитуде.

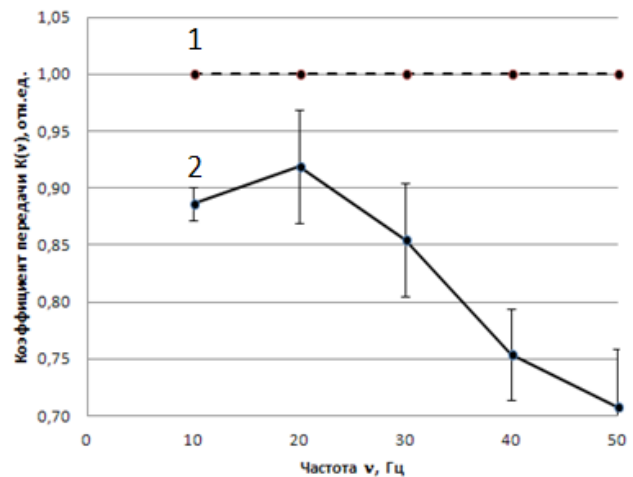
Амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) определяли по изменению коэффициента передачи  $K(\nu)$  от частоты  $\nu$ :

$$K(\nu) = \frac{U_{\text{вых}}}{U_{\text{вх}}} \quad (1)$$

На рисунке 3 представлены экспериментальные АЧХ мембран зерен пшеницы. Коэффициент передачи на каждой заданной частоте вычисляли как среднее значение по 10 (или 9, если по критерию Граббса пришлось отклонить одно измерение) зернам.

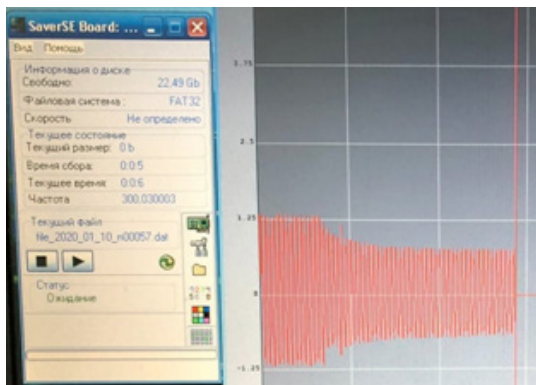
Поскольку значения экспериментальной АЧХ имеют большие доверительные интервалы, то дополнительно был применен однофакторный дисперсионный анализ. В таблице 1 представлены исходные данные – коэффициенты передачи на каждой заданной частоте.

Коэффициент передачи на каждой заданной частоте вычисляли как среднее значение по 10 (или 9, если по критерию Граббса пришлось отклонить одно измерение) зернам.

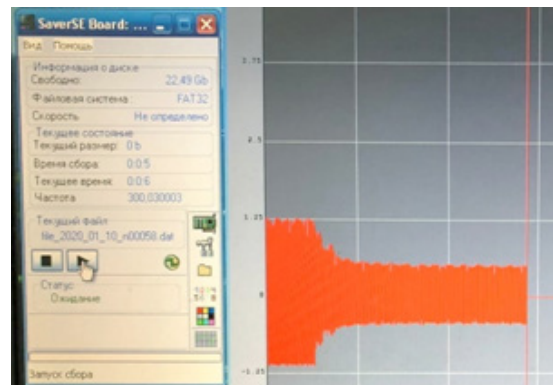


1 – АЧХ после процесса дозревания (пунктирная линия); 2 – АЧХ до процесса дозревания (сплошная линия)

Рис. 3. Экспериментальные АЧХ мембран зерен пшеницы



а



б

Рис. 2. Изменение амплитуды выходного напряжения от частоты: а – при частоте 10 Гц; б – при частоте 40 Гц

Таблица 1 – Исходные данные

| Частота | Коэффициент передачи зерна |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         | 1                          | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| 10 Гц   | 0,905                      | 0,887 | 0,912 | 0,9   | 0,854 | 0,835 | 0,911 | 0,893 | 0,889 | 0,876 |
| 20 Гц   | 0,856                      | 0,9   | 0,948 | 0,948 | 0,87  | 0,798 | 0,92  | 1,099 | 0,931 |       |
| 30 Гц   | 0,826                      | 0,949 | 0,824 | 0,809 | 0,822 | 0,963 | 0,798 | 1,021 | 0,758 | 0,781 |
| 40 Гц   | 0,863                      | 0,88  | 0,714 | 0,908 | 0,635 | 0,898 | 0,588 | 0,715 | 0,637 | 0,704 |
| 50 Гц   | 0,601                      | 0,764 | 0,886 | 0,749 | 0,758 | 0,666 | 0,677 | 0,67  | 0,605 |       |



С помощью стандартного пакета для анализа данных данные были разделены на 5 групп, определена сумма квадратов отклонений ошибки, среднее наблюдений в каждой градации группы и дисперсия градации группы. В таблице 2 представлены результаты.

В таблице 3 представлены результаты дисперсионного анализа.

Дисперсионный анализ позволяет оценить, насколько существенны различия коэффициентов передачи на разных частотах. Вычисления выполнены в программной среде Excel [8].

Как следует из таблицы 3, отношение дисперсий  $F = 9,689$  гораздо больше  $F_{\text{критическое}} = 2,589$ . При этом уровень значимости ( $1,12 \cdot 10^{-5}$ ) значительно меньше заданного 0,05. Следовательно, средние значения коэффициентов передачи зависят от частоты синусоидального тока.

### Обсуждение результатов

На основе экспериментальных данных можно сказать, что до процесса дозревания мембрана зерна пшеницы ведет себя почти как фильтр низких частот. С увеличением частоты входного синусоидального тока, начиная с частоты 20 Гц, коэффициент передачи уменьшается. После процесса дозревания коэффициент передачи совершенно не меняется. Следовательно, по АЧХ мембраны зерна можно судить о его спелости. Отличительной особенностью является частота 10 Гц, на которой экспериментально получена меньшая амплитуда напряжения по сравнению с 20 Гц. Этот факт отличает мембрану зерна от простого конденсатора.

Дадим теоретическую оценку эксперименту. Для изучения электрофизических процессов в биологических объектах используют различные модели. В простейшем варианте мембрану биологического объекта, в том числе и растительного происхождения, представляют в виде эквивалентной электрической схемы параллельного включения конденсатора с емкостью  $C_3$  и резистора с сопротивлением  $R_3$  (см. рис. 5) [6, 7]. Воспользуемся такой схемой для описания мембраны пшеницы. На рисунке 5 показана эквивалентная схема мембраны зерна пшеницы, которая включена параллельно источнику синусоидального тока с напряжением  $U_{\text{вх}}$ .

Полное сопротивление мембраны зерна  $Z(v)_3$  можно записать в виде [10]:

$$Z(v)_3 = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{R_3}\right)^2 + (2\pi v C_3)^2}}, \quad (2)$$

где  $v$  – частота синусоидального тока.

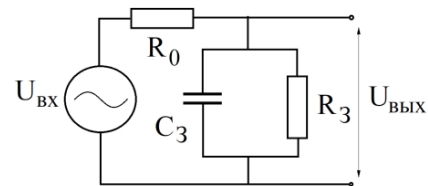


Рис. 4. Эквивалентная схема зерна пшеницы, параллельно включенная в схему источника переменного тока

Таблица 2 – Результаты анализа данных для однофакторного дисперсионного анализа

| Группы    | Счет | Сумма | Среднее  | Дисперсия |
|-----------|------|-------|----------|-----------|
| Столбец 1 | 10   | 8,862 | 0,8862   | 0,000627  |
| Столбец 2 | 9    | 8,27  | 0,918889 | 0,00695   |
| Столбец 3 | 10   | 8,551 | 0,8551   | 0,007911  |
| Столбец 4 | 10   | 7,542 | 0,7542   | 0,014804  |
| Столбец 5 | 9    | 6,376 | 0,708444 | 0,008153  |

Таблица 3 – Результаты дисперсионного анализа коэффициента передачи мембран зерен пшеницы

| Источник вариации | SS       | df | MS       | F        | P-значение | F критическое |
|-------------------|----------|----|----------|----------|------------|---------------|
| Между группами    | 0,298244 | 4  | 0,074561 | 9,689115 | 1,12E-05   | 2,588836      |
| Внутри групп      | 0,330899 | 43 | 0,007695 |          |            |               |
| Итого             | 0,629143 | 47 |          |          |            |               |



Схема представляет делитель напряжения, в которой амплитуда выходного напряжения связана с амплитудой входного напряжения формулой:

$$U(v)_{\text{вых}} = U(v)_{\text{вх}} \frac{Z(v)_3}{R_0 + Z(v)_3}. \quad (3)$$

Согласно выражению (1), теоретический коэффициент передачи будет равен:

$$K(v)_\tau = \frac{Z(v)_3}{R_0 + Z(v)_3}. \quad (4)$$

В процессе дозревания зерен пшеницы происходит завершение накопления запасных липидов и белков [4]. Когда в липидном слое отсутствует белок, то удельное сопротивление «чистой» мембраны составляет  $10^8 \text{ Ом} \cdot \text{см}^2$ . С повышением белков сопротивление значительно уменьшается [7, с. 74]. У разных биологических объектов величина сопротивления составляет от  $100 \text{ Ом} \cdot \text{см}^2$  до  $100 \text{ кОм} \cdot \text{см}^2$  [7]. В работе [11, с. 64] отмечено, что типичные растительные клетки имеют мембранное сопротивление, равное или большее  $20 \text{ Ом} \cdot \text{м}^2$ . Прием для расчета АЧХ удельное сопротивление мембраны зерна  $50 \text{ Ом} \cdot \text{см}^2$ . Удельная емкость мембраны у всех изученных клеток составляет примерно  $1 \text{ мкФ/см}^2$  и остается со временем неизменной независимо от количества белков [7, с. 73]. На основании этих данных можно оценить влияние процесса дозревания на полное сопротивление  $Z(v)_3$ .

Для оценки полного сопротивления необходимо задать площадь поверхности зерна. Набухшее зерно под воздействием влаги может иметь следующие размеры: длина – 6 мм, толщина – 3 мм [9, 10]. Зерно имеет сложную геометрическую форму. Для расчета площади поверхности аппроксимируем ее цилиндрической поверхностью без оснований. Площадь составит  $0,3 \text{ см}^2$ . Электроды прибора покрывают примерно половину площади зерна, т.е. площадь равна:  $S = 0,15 \text{ см}^2$ . Следовательно, емкость мембраны зерна составит:  $C_3 = 0,15 \text{ мкФ}$ . Второе слагаемое в подкоренном выражении уравнения (2) представляет емкостную проводимость. Она зависит от частоты. Зададим диапазон изменения частот синусоидального тока

от 10 до 50 Гц. Тогда диапазон значений емкостной проводимости мембраны зерна  $B_3$  будет лежать в пределах:

$$B_{31} = 2\pi \cdot 10 \cdot 0,15 \cdot 10^{-6} = 9,4 \cdot 10^{-6} \text{ См}. \quad (5)$$

$$B_{32} = 2\pi \cdot 50 \cdot 0,15 \cdot 10^{-6} = 47,7 \cdot 10^{-6} \text{ См}. \quad (6)$$

В электрофизиологии удельное сопротивление мембраны имеет размерность  $\text{Ом} \cdot \text{см}^2$  [7, с. 73, 11]. Следовательно, в известной физической формуле [12]:

$$R = \frac{\rho l}{S}, \quad (7)$$

удельное сопротивление мембраны – это произведение  $\rho l$ . Используя величину заданной площади, получим сопротивление мембраны зерна  $R_{31}$  до процесса дозревания:

$$R_{31} = \frac{10^8}{0,15} = 6,7 \cdot 10^8 \text{ Ом}. \quad (8)$$

После процесса дозревания величина сопротивления мембраны  $R_{32}$  будет равна:

$$R_{32} = \frac{50}{0,15} = 333 \text{ Ом}. \quad (9)$$

Обратимся к формуле (2). До процесса дозревания первое слагаемое, согласно значению (8), равно  $1,5 \cdot 10^{-9} \text{ См}$ . Второе слагаемое при частоте 10 Гц определено в (5) и имеет значение  $9,4 \cdot 10^{-6} \text{ См}$ . Очевидно, что первым слагаемым можно пренебречь. Тогда полное сопротивление мембраны зерна будет зависеть только от реактивной составляющей в формуле (2):

$$Z(v)_3 = \frac{1}{2\pi v C_3}. \quad (10)$$

Следовательно, теоретический коэффициент передачи зависит от частоты в модели (4) как

$$K(v)_\tau = \frac{1}{R_0 \cdot 2\pi v C_3 + 1}, \quad (11)$$

что в качественном плане согласуется с экспериментальным результатом.

После процесса дозревания первое слагаемое, согласно (9), будет иметь проводимость  $30 \cdot 10^{-4}$  См. Второе слагаемое на частоте 50 Гц имеет проводимость (6), равную  $47,7 \cdot 10^{-6}$  См. Очевидно, что после дозревания емкостная проводимость становится малой величиной, поэтому полное сопротивление будет равно:

$$Z(\nu)_3 = R_3 \quad (12)$$

и теоретический коэффициент передачи становится независимым от частоты:

$$K(\nu)_\tau = \frac{R_3}{R_0 + R_3}. \quad (13)$$

В качественном отношении модель мембраны зерна (2) верно отражает процесс дозревания. Однако в количественном плане не в полной мере. Величина  $R_0$  соответствует сопротивлению 20 см кабеля от генератора до кончика электрода-иглы:  $R_0 = 0,0051$  Ом. Поскольку мембрана зерна имеет возможное сопротивление  $R_3 = 333$  Ом, то из (13) следует, что теоретический коэффициент передачи после процесса дозревания тоже равен единице.

Однако теоретический коэффициент передачи (11) из-за малости сопротивления  $R_0$  и емкости  $C_3$  тоже остается неизменным, что в количественном плане не согласуется с экспериментальным графиком.

Следовательно, рассмотренная упрощенная модель не в состоянии в полной мере объяснить сложные процессы, протекающие в мембране зерна пшеницы.

### Выводы

В результате экспериментальных исследований установлено, что до процесса дозревания мембрана зерна пшеницы ведет себя практически как фильтр низких частот. С увеличением частоты входного синусоидального тока, начиная с частоты 20 Гц, коэффициент передачи уменьшается. После процесса дозревания коэффициент передачи совершенно не меняется. Следовательно, по АЧХ мембраны зерна можно судить о его спелости. Отличительной особенностью является частота 10 Гц,

на которой экспериментально получена меньшая амплитуда напряжения по сравнению с 20 Гц. Этот факт отличает мембрану зерна от простого конденсатора.

Теоретическая оценка результатов эксперимента показала, что рассмотренная упрощенная модель не в состоянии в полной мере объяснить сложные процессы, протекающие в мембране зерна пшеницы.

### Список литературы

1. Агапкин А.М. Особенности послеуборочного дозревания и хранения зерновой массы // Евразийское научное объединение. 2018. № 1–3 (35). С. 218–221.
2. Послеуборочное дозревание зерна и семян. Режим доступа : <http://chitalky.ru/?p=1501>.
3. Беляков М. В. Фотолюминесцентный контроль спелости семян зерновых в процессе созревания // Инженерные технологии и системы. 2019. Т. 29. № 2. С. 306–319. Режим доступа : <https://doi.org/10.15507/2658-4123.029.201902.306-319>.
4. Мелинвест. Почему важно послеуборочное дозревание зерна. Режим доступа : [https://www.melinvest.ru/press\\_office/articles/pochemu-vazhno-posleuborochnoe-dozrevanie-zerna/](https://www.melinvest.ru/press_office/articles/pochemu-vazhno-posleuborochnoe-dozrevanie-zerna/).
5. Любая С. И. Оценка посевных качеств семян и повышение адаптивных свойств озимой пшеницы с использованием электрофизических методов : дис. ... канд. с.-х. наук. Ставрополь, 2002. 151 с.
6. Беркинблит М. Б., Глаголева Е. Г. Электричество в живых организмах. М. : Наука ; Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. 288 с.
7. Электрическая эквивалентная схема биологических объектов растительного происхождения / И. М. Голев, В. Н. Санин, С. А. Титов, Л. Н. Коротков // Вестник ВГУИТ. 2014. № 4. С. 199–205.
8. Вадзинский Р. Статистические вычисления в среде Excel. Библиотека пользователя. СПб. : Питер, 2008. 608 с.
9. Воротников В. П., Чкалов А. В. Особенности растительной клетки : учеб.-метод. пособие. Нижний Новгород : Нижегородский госуниверситет, 2010. 78 с.
10. Тоболова Г. В. Толщина семенных и плодовых оболочек зерновок тетраплоидного вида пшеницы *Triticum* // Вестник Курской ГСХА. 2018. № 9. С. 132–134.



11. Медведев С. С. Электрофизиология растений : учеб. пособие. СПб. : Изд-во С.-Петербургского университета, 1997. 122 с.

12. Кухлинг Х. Справочник по физике / пер. с нем. М. : Мир, 1982. 520 с.

---

**Пронин Сергей Петрович**, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Информационные технологии», Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова.

E-mail: [sprgonin@mail.ru](mailto:sprgonin@mail.ru).

**Барышева Надежда Николаевна**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Информационные системы в экономике», Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова.

E-mail: [mnn-t@mail.ru](mailto:mnn-t@mail.ru).

\* \* \*

УДК 621.82/.85.001.575

## РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОЗИЦИОНИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА С ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ КИНЕМАТИКОЙ

**М. В. Смирнов, В. Б. Федоров**

В данной статье описан анализ позиционирующего устройства с параллельной кинематической структурой. Целью анализа является получение его математической модели. Построение математической модели любой конструкции – важный шаг в исследовании, поскольку он предваряет непосредственное изготовление всех узлов, деталей и всю систему в целом. Именно этот момент показывает, насколько система оправдает в дальнейшем ожидания, ее достоинства и недостатки. На этом этапе еще можно внести изменения и доработки в планируемую систему. Все это – залог успеха проекта, а также зачастую – существенная экономия средств, выделенных на разработку системы [1].

*Ключевые слова:* параллельная кинематика, кинематический анализ, углы Крылова, рабочее пространство, математическая модель.

Перспективность использования механизмов с параллельной кинематикой наблюдается повсеместно. Они применяются на ЧПУ станках, манипуляторах, роботах, динамических платформах и т.д. Задача этих механизмов заключается в перемещении рабочего органа: в станках – инструмент, роботах и манипуляторах – инструмент или объект, динамических платформах – центр масс конструкции [2].

Все чаще появляются механизмы с параллельной кинематикой в различных конструктивных исполнениях. Каждое исполнение имеет свои преимущества и недостатки по сравнению с уже существующими исполнениями. Каждое новое конструктивное исполнение требует

разработки математической модели. Это необходимо для реализации алгоритма управления данным механизмом, а также проведения анализа рабочей области механизма.

Математическая модель позволит описать положение механизма в пространстве за счет установления взаимосвязи входных и выходных координат. Поскольку механизм предназначен для преобразования движения, то именно закономерность такого преобразования и составляет предмет кинематической задачи. При кинематическом анализе плоских рычажных механизмов решается следующая частная задача: определение положений звеньев механизма и отдельных траекторий его точек для



нахождения пространства, занимаемого работающим механизмом [3]. Результатом кинематического анализа является получение системы уравнений. Составление уравнений кинематики рассмотрено во многих публикациях, например [4, 5]. Эти уравнения могут использоваться при анализе рабочего пространства механизма с параллельной кинематикой [6], а также при решении траекторных задач применительно к технологическому оборудованию, построенному на основе подобных механизмов.

Рабочее пространство представляет интерес не столько с позиции объема, сколько с позиции формы. Именно форма рабочего пространства определяет область применения оборудования для решения различных технологических задач.

При расчете рабочего пространства необходимо учитывать ограничения и обобщенные координаты, значения углов наклона шарниров, возможные коллизии, а также наличие особых положений [7]. Каждый вариант конструктивного исполнения будет иметь свою форму рабочего пространства, углов наклонов и особых положений. Тем самым каждый вариант конструктивного исполнения сможет применяться для различных задач и различных областей, так как будет иметь свою уникальную форму и размер рабочего пространства. На основании полученной математической модели в дальнейшем можно произвести моделирование рабочего пространства с целью получения представления о его форме и размерах.

### Конструкция механизмов с параллельной кинематикой

Наиболее известным представителем механизмов параллельной кинематики является платформа Стюарта. На рисунке 1 приведена схема конструкции платформы Стюарта.

Выходным звеном данного механизма является шестиугольная платформа. На данной платформе может располагаться рабочий орган, который требуется перемещать по шести координатам. Помимо платформы в указанный механизм входят 6 штанг, каждая из которых состоит из двух звеньев, образующих одноподвижную кинематическую пару. Изменение длин штанг позволяет изменять положение платформы в пространстве [8].

Исследуемое позиционирующее устройство имеет ряд конструктивных особенностей

по сравнению с платформой Стюарта. На рисунке 2 представлена кинематическая схема позиционирующего устройства с параллельной кинематикой.

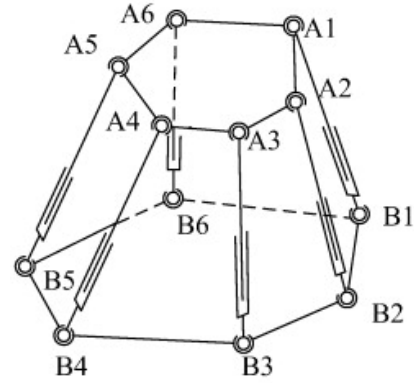
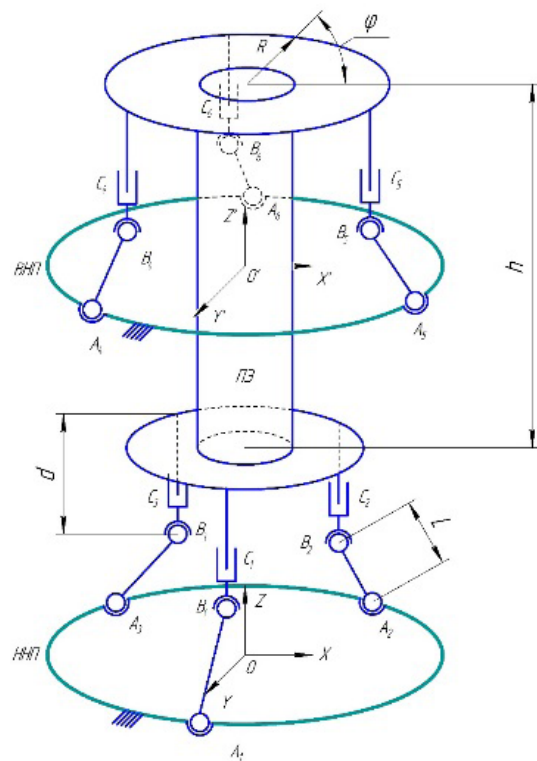


Рис. 1. Платформа Стюарта



$A_1-A_6$  – сферический шарнир;  $B_1-B_6$  – сферический шарнир;  $C_1-C_6$  – винтовая пара; ПЭ – подвижный элемент; ВНП – верхняя неподвижная платформа; ННП – нижняя неподвижная платформа;  $L$  – штанга постоянной длины;  $d$  – штанга переменной длины;  $R$  – радиус торцевой пластины;  $O'$  – полюс;  $O'X'Y'Z'$  – подвижная система координат;  $OXYZ$  – неподвижная система координат

Рис. 2. Позиционирующее устройство

Позиционирующее устройство состоит из неподвижных платформ и подвижного элемента. Подвижный элемент представляет собой тело (на рисунке 2 оно изображено в виде цилиндра, к торцам которого жестко прикреплены круглые пластины). Форма подвижного элемента не играет роли с точки зрения позиционирования и показана на рисунке условно. В качестве подвижного элемента может служить инструмент для обработки заготовки или кабина динамической платформы. Подвижный элемент способен перемещаться в пространстве по заданной траектории. Тем самым изменяется положение центра масс всего устройства.

Неподвижные платформы соединены с телом при помощи 6 составных штанг. Каждая штанга состоит из штанги постоянной длины (стержень постоянной длины) и штанги переменной длины (винтовая кинематическая пара). Штанга постоянной длины с обоих концов крепится при помощи трехстепенных шарниров.

Шарниры нижней неподвижной платформы смещены друг относительно друга на  $120^\circ$ . Шарниры верхней платформы смещены относительно нижней на  $60^\circ$ .

### Кинематический анализ

Устройства с параллельной кинематической структурой принято классифицировать по количеству степеней свободы устройства. Для анализа количества степеней свободы используется формула Сомова-Малышева, имеющая вид [9]:

$$W = 6n - 5p_1 - 4p_2 - 3p_3 - 2p_4 - p_5, \quad (1)$$

где  $W$  – общее количество степеней свободы устройства;

$n$  – количество подвижных звеньев устройства;

$p_i$  – количество кинематических пар с  $i$  степенями свободы.

Для устройства количество звеньев и кинематических пар можно записать следующим образом:

$n = 13$  – общее число штанг плюс подвижный элемент;

$p_1 = 6$  – число винтовых пар;

$p_3 = 12$  – число сферических шарниров.

Из уравнения (1) следует, что количество степеней свободы для устройства равно:

$$W = 6 \cdot 13 - 5 \cdot 6 - 3 \cdot 12 = 12.$$

На самом же деле при расчете количества степеней свободы учитывалось вращение шести штанг постоянной длины вокруг своей оси. Если вращения ликвидировать, то это никак не ограничит движение устройства. Вследствие этого можно сказать, что вращение штанг не придает дополнительных степеней свободы, а значит из рассчитанного общего количества степеней свободы нужно вычесть шесть степеней. На основании этого можно сказать, что позиционирующее устройство имеет шесть степеней свободы.

Математическая модель позиционирующего устройства представляет собой систему из шести уравнений, связывающих координаты шарниров, соединенных с одним звеном – штангой, в неподвижной системе координат (СК). Выходными координатами модели являются длины  $d$  (см. рис. 2) штанг переменной длины. Входными координатами являются углы Крылова и координаты полюса  $O'$ .

Однако модель должна учитывать связи между шарнирами, которые определяются при их присоединении к подвижному элементу устройства и к неподвижным платформам.

Уравнение взаимосвязи между элементами выглядит следующим образом [10]:

$$L_i^2 = (x_{A_i} - x_{B_i})^2 + (y_{A_i} - y_{B_i})^2 + (z_{A_i} - z_{B_i})^2, \\ L_i = L = \text{const}, \quad i = 1 \dots 6,$$

где  $x_{A_i}, y_{A_i}, z_{A_i}$  – координаты  $i$ -го сферического шарнира  $A$ ;

$x_{B_i}, y_{B_i}, z_{B_i}$  – координаты  $i$ -го сферического шарнира  $B$ ;

$L$  – штанга постоянной длины.

Координаты сферических шарниров  $B$  гораздо проще определять в подвижной системе координат, т.к. в данной системе координат у шарниров  $B$  изменяется лишь одна координата  $z$ . Координаты шарнира  $B$  в подвижной СК  $O'X'Y'Z'$  равны:

$$x'_{B_i} = R \cdot \cos \varphi; \\ y'_{B_i} = R \cdot \sin \varphi; \\ z'_{B_i} = \left(\frac{h}{2}\right)^2 + R^2 - d_i.$$

Пересчет координат сферических шарниров  $B_i$ , связанных с подвижной СК, в неподвиж-



ную СК  $OXYZ$  осуществляется через умножение координат на направляющие косинусы:

$$\begin{aligned}x_{B_i} &= l_1 \cdot x'_{B_i} + l_2 \cdot y'_{B_i} + l_3 \cdot z'_{B_i} + x_{O'}; \\y_{B_i} &= m_1 \cdot x'_{B_i} + m_2 \cdot y'_{B_i} + m_3 \cdot z'_{B_i} + y_{O'}; \\z_{B_i} &= n_1 \cdot x'_{B_i} + n_2 \cdot y'_{B_i} + n_3 \cdot z'_{B_i} + z_{O'},\end{aligned}$$

где  $x_{O'}, y_{O'}, z_{O'}$  – координаты полюса  $O'$ .

Направляющие косинусы  $l_j, m_j, n_j$  ( $j = 1 \dots 3$ ) определяются через выходные угловые координаты (углы Крылова):

$$\begin{aligned}l_1 &= \cos \psi \cdot \cos \gamma + \sin \vartheta \cdot \sin \psi \cdot \sin \gamma; \\m_1 &= -\sin \psi \cdot \cos \gamma + \sin \vartheta \cdot \cos \psi \cdot \sin \gamma; \\n_1 &= \cos \vartheta \cdot \sin \gamma; \\l_2 &= \cos \vartheta \cdot \sin \psi; \\m_2 &= \cos \vartheta \cdot \cos \psi; \\n_2 &= -\sin \vartheta; \\l_3 &= -\cos \psi \cdot \sin \gamma + \sin \psi \cdot \sin \vartheta \cdot \cos \gamma; \\m_3 &= \sin \psi \cdot \sin \gamma + \cos \psi \cdot \sin \vartheta \cdot \cos \gamma; \\n_3 &= \cos \vartheta \cdot \cos \gamma.\end{aligned}$$

Подставив вместо выходных угловых координат углы Крылова, выражение примет следующий вид:

$$\begin{aligned}L_i^2 &= x_{B_i}^2 + y_{B_i}^2 + z_{B_i}^2 + (x_{O'} - x_{A_i})^2 + \\&+ (y_{O'} - y_{A_i})^2 + (z_{O'} - z_{A_i})^2 + \\&+ 2 \left[ x'_{B_i} (C\psi \cdot C\gamma + S\psi \cdot S\vartheta \cdot S\gamma) + \right. \\&+ y'_{B_i} \cdot S\psi \cdot C\vartheta + z'_{B_i} (S\psi \cdot S\vartheta \cdot C\gamma - C\psi \cdot S\gamma) \left. \right] \times \\&\times (x_{O'} - x_{A_i}) + 2 \left[ x'_{B_i} (C\psi \cdot S\vartheta \cdot S\gamma - S\psi \cdot C\gamma) + \right. \\&+ y'_{B_i} \cdot C\psi \cdot C\vartheta + z'_{B_i} (S\psi \cdot S\gamma - C\psi \cdot S\vartheta \cdot C\gamma) \left. \right] \times \\&\times (y_{O'} - y_{A_i}) + 2 \left[ x'_{B_i} (C\vartheta \cdot S\gamma - y'_{B_i} \cdot S\vartheta + z'_{B_i} C\vartheta \cdot C\gamma) \right] \times \\&\times (z_{O'} - z_{A_i}), \quad i = 1 \dots 6,\end{aligned} \quad (2)$$

где  $S\psi = \sin \psi$ ,  $C\psi = \cos \psi$  и т.д.

Шесть уравнений (2) связывают между собой все шесть входных и шесть выходных координат рассматриваемого устройства. Система данных уравнений является математической моделью устройства.

Позиционирование подвижного элемента ограничивается особенностями конструкции шестикоординатного устройства. Одним из таких ограничений является предельный угол отклонения штанг в сферических шарнирах.

Угол  $\alpha_{Aj}$  между положением  $j$ -й штанги и высотой конуса не должен превышать значения  $\alpha_{\max}$ . Угол  $\alpha_{Aj}$  можно рассчитать по следующему выражению [11]:

$$\cos \alpha_{Aj} = \frac{x_{hj} \cdot x_{ABj} + y_{hj} \cdot y_{ABj} + z_{hj} \cdot z_{ABj}}{\sqrt{(x_{hj}^2 + y_{hj}^2 + z_{hj}^2) \cdot (x_{ABj}^2 + y_{ABj}^2 + z_{ABj}^2)}},$$

где  $x_{hj} = x_{Aj} - x_{Bj}^{\text{исх}}$ ;  $y_{hj} = y_{Aj} - y_{Bj}^{\text{исх}}$ ;  $z_{hj} = z_{Aj} - z_{Bj}^{\text{исх}}$ ;  $x_{Bj}^{\text{исх}}$ ,  $y_{Bj}^{\text{исх}}$ ,  $z_{Bj}^{\text{исх}}$  – координаты шарнира  $B_j$  в исходном состоянии механизма;

$x_{ABj} = x_{Aj} - x_{Bj}$ ;  $y_{ABj} = y_{Aj} - y_{Bj}$ ;  $z_{ABj} = z_{Aj} - z_{Bj}$  – координаты шарнира  $B_j$  в системе  $O'X'Y'Z'$  для текущего состояния механизма.

Шарниры, связывающие штанги с платформой, также накладывают свои ограничения на перемещение штанг в пространстве. Угол  $\alpha_{Bj}$  рассчитывается по следующему выражению:

$$\cos \alpha_{Bj} = \frac{x'_{hj} \cdot x'_{ABj} + y'_{hj} \cdot y'_{ABj} + z'_{hj} \cdot z'_{ABj}}{\sqrt{(x'_{hj}{}^2 + y'_{hj}{}^2 + z'_{hj}{}^2) \cdot (x'_{ABj}{}^2 + y'_{ABj}{}^2 + z'_{ABj}{}^2)}},$$

где  $x'_{hj} = x'_{Aj} - x'_{Bj}$ ;  $y'_{hj} = y'_{Aj} - y'_{Bj}$ ;  $z'_{hj} = z'_{Aj} - z'_{Bj}$ ;  $x'_{Aj}$ ,  $y'_{Aj}$ ,  $z'_{Aj}$  – координаты шарнира  $A_j$  в системе координат  $O'X'Y'Z'$  в исходном состоянии механизма;

$x'_{ABj} = x'_{Aj} - x'_{Bj}$ ;  $y'_{ABj} = y'_{Aj} - y'_{Bj}$ ;  $z'_{ABj} = z'_{Aj} - z'_{Bj}$ ;  $x'_{Aj}$ ,  $y'_{Aj}$ ,  $z'_{Aj}$  – координаты шарнира  $A_j$  в системе  $O'X'Y'Z'$  для текущего состояния механизма.

### Заключение

В ходе анализа была получена математическая модель позиционирующего устройства с параллельной кинематикой, а также найдены предельные углы отклонения штанг в шарнирах. На основании этого в дальнейшем можно определить особые положения механизма, траектории движения, смоделировать рабочее пространство механизма в данном конструкционном исполнении.

Смоделированное рабочее пространство можно будет оценить с точки зрения формы и размеров.

Таким образом, при использовании устройства в различных отраслях можно будет



определить, сможет ли оно выполнить требуемые перемещения или нет, сможет ли данный вид конструктивного исполнения реализовать поставленные задачи.

### Выводы

1. Новое конструктивное исполнение механизма с параллельной кинематикой имеет шесть степеней свободы. Расчет степеней свободы осуществлен по формуле Сомова-Малышева.
2. Разработана математическая модель для механизма с параллельной кинематикой.
3. Рассчитаны предельные углы отклонения штанг в шарнирах.

### Список литературы

1. Волна сжатия газа в трубе / Н. С. Мидоночева, А. В. Геренштейн, Е. А. Геренштейн, Н. Машрабов // АПК России. 2019. Т. 26. № 2. С. 246–249.
2. Смирнов В. А., Петрова Л. Н. Динамическая модель механизма с параллельной кинематикой // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. : Машиностроение. 2009.
3. Строение и кинематика механизмов : учеб. пособие / О. С. Дюндик ; Минобрнауки России, ОмГТУ. Омск : Изд-во ОмГТУ, 2017. 144 с. : ил.
4. Обработывающее оборудование нового поколения. Концепция проектирования

/ В. Л. Афонин [и др.]; под ред. В. Л. Афонова. М. : Машиностроение, 2001. 256 с.

5. Манипуляционные системы роботов / А. И. Корендясев [и др.] ; под общ. ред. А. И. Корендясева. М. : Машиностроение, 1989. 472 с.

6. Bulca F. The kinematics and workspace analysis of platform mechanisms: a thesis submitted to the Faculty of Graduate Studies and Research in partial fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. Montreal : Department of Mechanical Engineering McGill University, 1998.

7. Слуцкая Е. Ю., Петрова Л. Н. Моделирование рабочего пространства станка с параллельной кинематикой // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. : Машиностроение. 2009. Т. 13. № 11.

8. Механика машин : учеб. пособ. для вузов / И. И. Вульфсон [и др.] ; под ред. Г. А. Смирнова. М. : Высш. шк., 1996. 511 с.

9. Тимофеев Г. А. Теория механизмов и машин: курс лекций. М. : ИД Юрайт, 2010. 351 с.

10. Смирнов В. А. Научные основы и алгоритмы управления оборудованием с параллельными приводами : монография. Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2009. 163 с.

11. Бронштейн Н. Н., Семендяев К. А. Справочник по математике. М. : Наука, 1964. 608 с.

---

**Смирнов Максим Викторович**, магистрант 1-го курса кафедры автомобильного транспорта, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

E-mail: smirnovmaxim97@gmail.ru.

**Федоров Виктор Борисович**, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Летательные аппараты», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

E-mail: vbf64@mail.ru.

\* \* \*

УДК 631.365.22:65.011

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЗЕРНОСУШИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

С. Д. Шепелёв, Д. О. Внуков, В. Д. Шепелёв, И. Н. Кравченко

Разработана технико-экономическая модель по обоснованию производительности зерносушильного комплекса с учетом параметров и режимов работы функционирования уборочных комплексов, климатических условий, структуры севооборота. Выявлено, что использование севооборота с включением в него культур и сортов с различными вегетационными сроками созревания увеличивает сроки уборки и снижает требования к производительности зерносушилки.

*Ключевые слова:* технологическая машина, зерновые культуры, зерносушильное оборудование, севооборот, погодные условия, вегетационный период.

Для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации необходимо обеспечить своевременность уборки и сохранность зерна. Решается эта проблема использованием в сельскохозяйственных предприятиях зерносушильного оборудования.

В работе [1] необходимая производительность (т/ч) зерносушильного комплекса при обработке пшеницы определяется зависимостью:

$$G_n = \frac{G_p \cdot k_w \cdot k_n \cdot k_p \cdot k_k}{T_{\text{сез}} \cdot \Pi_{\text{пр}} \cdot \tau_c},$$

где  $G_p$  – количество зерна, поступающего на послеуборочную обработку, т;

$k_w, k_n, k_p, k_k$  – коэффициенты, учитывающие перевод поступающего зерна на сушку в плановые тонны, суточную неравномерность поступления зерна, поступающего с поля; режим сушки, тип культуры;

$T_{\text{сез}}$  – время работы сушки в течение сезона;

$\Pi_{\text{пр}}$  – объем поступления зерна с поля в течение суток;

$\tau_c$  – время работы зерносушилки в течение суток, ч.

По данным исследования З.Л. Тиц [2], необходимая производительность сушильного оборудования определяется выражением:

$$q_c = \frac{G_r \cdot B}{100 \Phi K_1 K_2 K_c},$$

где  $G_r$  – сбор зерна за сезон в т;

$B$  – процент сушки зерна от сбора за сезон;

$\Phi$  – фонд рабочего времени в ч;

$K_1, K_2, K_c$  – коэффициенты, учитывающие снижение производительности при сушке семенного зерна; тип культуры; зависимость часовой производительности зерносушилок от процента съема влаги.

В работе В.П. Елизарова указывается, что число культур, обрабатываемых последовательно на одной поточной линии, а следовательно, и продолжительность работы оборудования определяются среднесезонным различием в сроках созревания культур. Необходимо отметить, что максимальное суточное поступление зерна от зерноуборочных комбайнов превышает среднее значение в 2–3 раза [3].

Однако вышеуказанные формулы не учитывают ряд отдельных факторов, таких как: погодные условия, производительность комбайнов, темп поступления зерна с поля от комбайнов, длительность уборки в зависимости от подбора культур по скороспелости.

Для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации необходимо обеспечить своевременность уборки и сохранность зерна. Известно, что с увеличением сроков уборки после полного созревания зерновых культур урожайность значительно снижается.

### Методы исследования

На темп уборки и объемов поступления зерна также значительное влияние оказывает вегетационный период зерновых культур. Как показывают исследования, эффективность производства сельскохозяйственной продукции значительно зависит от рациональной длительности уборки, которая может быть увеличена за счет использования в полевом севообороте культур и сортов с различными сроками посева и вегетационного периода [4].

Коэффициент снижения потерь при использовании различных культур по скороспелости определяется выражением:

$$K_c = K_c^p K_c^a K_c^r K_c^{\text{под}},$$

где  $K_c^p, K_c^a, K_c^r, K_c^{\text{под}}$  – коэффициенты снижения потерь от самоосыпания монокультур

при рациональном сочетании посева пшеницы, ржи, ячменя, гороха; подсолнечника.

Коэффициент снижения потерь от самоосыпания определяется выражением:

$$K_c = \frac{Q - Q_i^k}{Q},$$

где  $Q$  – посевная площадь под монокультуру, га;

$Q_i^k$  – площадь посева под культуру с другим по срокам созревания периодом, га.

Наличие зерносушильного оборудования в хозяйствах позволяет начать уборку раньше и не останавливаться технике при высокой влажности зерна.

Для обоснования рациональной производительности зерносушильного оборудования в зависимости от различных производственных и природных условий разработана целевая функция [3]:

$$U_{n.z} = Z_t + P + Z_{p.z} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где  $Z_t$  – затраты на топливо для зерносушильного оборудования, руб./га;

$P$  – потери продукции от самоосыпания при увеличенных сроках уборки, руб./га;

$Z_{p.z}$  – амортизационные отчисления при эксплуатации зерносушильного оборудования, руб./га.

Затраты на топливо при эксплуатации зерносушильного оборудования рассчитываются по формуле:

$$Z_t = \frac{Q_h T_{\text{сут}} \tau_{\text{cy}} R_t C_t D_r}{Q}, \quad (2)$$

где  $Q_h$  – паспортная часовая производительность зерносушильного оборудования, т;

$T_{\text{сут}}$  – время работы в течение суток, ч;

$\tau_{\text{cy}}$  – коэффициент использования полезного времени зерносушильного оборудования;

$R_t$  – количество топлива, затрачиваемого на сушку 1 тонны зерна, л;

$C_t$  – стоимость одного литра топлива, руб.;

$D_r$  – длительность уборки, дни;

$Q$  – посевная площадь, га.

Ущерб от самоосыпания культур с учетом длительности уборки при использовании зерносушильного оборудования определяется выражением:



$$P = 0,5 \cdot K_c \cdot k_p \cdot Y \cdot C \cdot \frac{Q}{n \cdot T_{\text{сут.к}} \cdot W \cdot K_{pr}}, \quad (3)$$

где  $K_c$  – коэффициент, учитывающий снижение потерь от самоосыпания при сочетании различных по скороспелости сортов, культур;

$W$  – дневная производительность зерноуборочного комбайна, га/ч;

$k_p$  – коэффициент потерь от самоосыпания, доля/день;

$C$  – стоимость получаемой продукции, руб./т;

$Q$  – площадь посева, га;

$T_{\text{сут.к}}$  – время смены работы комбайна, ч;

$K_{pr}$  – коэффициент пропорциональности;

$n$  – количество технологических машин.

Следует отметить, что на производительность технологической машины существенное влияние оказывает влажность хлебной массы [5, 6, 7]. Состояние хлебной массы зависит от созревания культуры, выпадения осадков и влажности воздуха.

Эксплуатационные затраты зерносушильного оборудования определяются выражением:

$$Z_{p.z} = \frac{B_c(Q_h) \alpha}{Q}, \quad (4)$$

где  $B_c(Q_h)$  – балансовая цена зерносушилки в зависимости от ее производительности, руб.;

$\alpha$  – отчисления на амортизацию.

Коэффициент, ограничивающий производительность уборочно-транспортной линии ( $K_{pr}$ ) производительностью сушилки, определяется формулой:

$$K_{pr} = \frac{Q_h T_{\text{сут}} \tau_{\text{су}}}{K_v n T_{\text{сут.к}} W_x},$$

где  $Q_h$  – производительность зерносушильного комплекса, т/ч;

$K_v$  – коэффициент влажности зерна.

Нами получено уравнение регрессии, описывающее изменение производительности зерноуборочного комбайна от влажности хлебной массы:

$$W_x = -0,1901x + 7,2026,$$

где  $x$  – влажность хлебной массы, %.

На основе статистических данных получен коэффициент погодных условий для трех сценариев: благоприятный – 0,9; средний – 0,45, неблагоприятный – 0,38.

С учетом формулы по определению часовой производительности зерноуборочного комбайна ( $W$ ) выражение по определению потерь продукции примет вид:

$$P = 0,5 \cdot K_c \cdot k_p \cdot Y \cdot C \cdot \frac{Q}{n \cdot T_{\text{сут.к}} \cdot 0,1 \cdot B_p \cdot V \cdot \tau_k \cdot K_{pr}},$$

где  $B_p$ ,  $V$  – рабочая ширина захвата (м) и скорость движения комбайна, (км/ч);

$\tau_k$  – коэффициент использования полезного времени смены машины.

После преобразования целевая функция примет вид:

$$U_{n.z} = \frac{B_c(Q_h) \alpha}{Q} + \frac{5,0 C K_{\text{сп}}^p K_{\text{сп}}^a K_{\text{сп}}^r K_{\text{сп}}^{\text{под}} K_{\text{пр}} Q k_p}{B_p T_{\text{сут.к}} n \tau_k V(Y) K_{pr}(Q_h)} + \frac{Q_h T_{\text{сут}} \tau_{\text{су}} R_t C_t D_r}{Q} \rightarrow \min.$$

### Результаты исследований

На основе моделирования сельскохозяйственного процесса поступления зерна от комбайнов и его сушки получена номограмма расчета рациональной производительности часовой производительности зерносушильного оборудования (рис. 1).

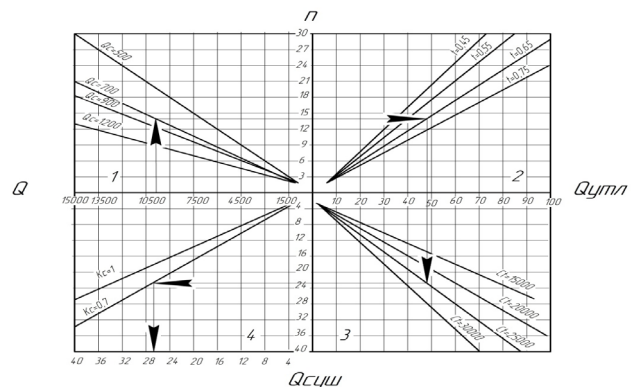


Рис. 1. Номограмма для определения часовой производительности зерносушильного оборудования

Номограмма позволяет обосновать рациональную производительность зерносушильного оборудования при среднем сценарии погодных условий. Установлено, что при увеличении площади уборки ( $Q$ ), коэффициента использования полезного времени зерноуборочного комбайна ( $\tau$ ), стоимости продукции ( $C_p$ ), рациональной длительности уборки ( $K_c$ ) и снижении сезонной нагрузки технологической машины ( $Q$ ) производительность зерносушилки увеличивается ( $Q_{\text{суш}}$ ).

В номограмме нанесены линии, корректирующие необходимую производительность зерносушильного комплекса, их изменения носят прямолинейный характер, угол наклона определяется стоимостью производимой продукции. Порядок пользования номограммой показан стрелкой.

### Обсуждение

Таким образом, для обоснования рациональной производительности зерносушильного комплекса разработана методика на основе экономико-математического моделирования с различными вегетационными сроками созревания.

На основе экономико-математического моделирования установлено, что чередование культур позволяет снизить потребность зерносушилки до 10–15%. Использование зерносушильного оборудования с рациональной производительностью в производстве позволило получить экономический эффект в размере 1000 руб./га.

### Список литературы

1. Жанахов А. С. Обоснование конструктивно-технологических параметров камерной

жалюзийной зерносушилки непрерывного действия : дис. ... канд. техн. наук. Челябинск, 2012.

2. Тиц З. Л., Анискин В. И., Баскакьян Г. А. Машины для послеуборочной поточной обработки семян. Теория и расчет машин, технология и автоматизация процессов. М. : Машиностроение, 1967. С. 448.

3. Елизаров В. П. Оптимизация основных технологических параметров сельскохозяйственных комплексов послеуборочной обработки зерна : дис. ... д-ра техн. наук. М., 1982.

4. Шепелёв С. Д., Внуков Д. О., Ананьева С. А. Влияние структуры севооборота на эффективность использования зерноуборочной техники // Актуальные вопросы гуманитарных, экономических и технических наук: теория и практика : матер. нац. науч. конф. Института агроинженерии. Челябинск, 2019. С. 204–209.

5. Шепелёв С. Д., Внуков Д. О., Кравченко И. Н. Методика обоснования производительности зерносушильного оборудования // Вестник КрасГАУ. 2018. Вып. 5. С. 160–166.

6. Шепелёв С. Д., Черкасов Ю. Б., Внуков Д. О. Эффективно использовать зерноуборочные комбайны // Сельский механизатор. 2018. Вып. 10. С. 34–35.

7. Шепелёв С. Д., Окунев Г. А., Маринин С. П. Рекомендации по совершенствованию технологических процессов уборки сельскохозяйственных культур (на примере уборки зерновых и силосных культур) : монография / М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Департамент научно-технологической политики и образования, ФГОУ ВПО «Челябинская гос. агроинженерная акад.». Челябинск, 2010.

---

**Шепелёв Сергей Дмитриевич**, д-р техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: shepelev2@yandex.ru.

**Внуков Дмитрий Олегович**, аспирант 3-го года очного обучения, кафедра «Эксплуатация машинно-тракторного парка, и технология и механизация животноводства», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: dmit.vnukoff@yandex.ru.

**Шепелёв Владимир Дмитриевич**, канд. техн. наук, доцент кафедры автомобильного транспорта, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

E-mail: shepelev1978@mail.ru.

**Кравченко Илья Николаевич**, канд. техн. наук, директор по развитию, АО «Агропромышленное объединение «МУЗА».

E-mail: i.n.kravchenko@mail.ru.

\* \* \*

УДК 619:616.995.428:636.8

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АКАРИЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ  
ПРИ ОТОДЕКТОЗЕ КОШЕК****Ф. Г. Гизатуллина, Ж. С. Рыбьянова, С. В. Сиренко, А. В. Вырыпаева**

Приведены данные об эффективности препаратов «акаромектин», «Адвокат», «отодектин» при лечении кошек, больных отодектозом. В условиях ветеринарной клиники города Нижний Тагил изучена в сравнительном аспекте эффективность лечения отодектоза у кошек тремя разными акарицидными средствами. Установлено, что лечение акаромектином обеспечивает более высокий терапевтический эффект. Лечение каплями «Адвокат» и инъекциями отодектина имеет хорошую терапевтическую эффективность. Результаты исследования могут быть рекомендованы при оптимизации схем лечения отодектоза у кошек в ветеринарных клиниках крупных городов.

*Ключевые слова:* кошки, отодектоз, клещи *O. cynotis*, лечение, акарицидные препараты, ушные капли «акаромектин», препарат «отодектин», капли «Адвокат».

Отодектоз плотоядных – хронически протекающее инвазионное заболевание, вызываемое клещами. Болеют собаки, кошки и пушные звери. В местах паразитирования клещей болезнь проявляется зудом и расчесами кожи ушных раковин [1–5]. Отодектоз является одним из наиболее часто встречаемых заболеваний кошек и собак в городах, особенно мегаполисах [3, 18]. У кошек возбудителем заболевания является клещ *Otodectes cynotis*. Клещи травмируют кожу и продуктами своей жизнедеятельности воздействуют на ткани наружного слухового прохода, вызывают гиперемию, отечность и выпотевание экссудата, который, сме-

шиваясь с отмершим эпидермисом, секретом ушных желез и подсыхая, формирует в ушной раковине темно-коричневые струпы и корки, образующие в слуховом проходе пробку.

Болезнь чаще отмечают среди молодых животных, в возрасте от двух до шести месяцев [11], при этом экстенсивность инвазии составляет 30,9–34,4% [12, 23]. По данным отечественных исследователей, отодектозная инвазия среди кошек имеет широкое распространение на территории страны с экстенсивностью инвазии до 55% [8, 10, 17, 18]. Ряд авторов указывают, что отодектоз у кошек часто встречается на Урале [1, 20, 22].

Диагноз устанавливают на основании анамнеза, клинических симптомов, эпизоотологических данных и результатов микроскопического исследования [5, 22].

В качестве акарицидов при отодектозе в ветеринарной практике применяются фосфорорганические и хлорорганические соединения, пиретроиды, авермектины, триазопентадиеновые соединения (амитраз), другие лекарственные средства. Однако некоторые используемые акарициды из-за своих свойств являются опасными для здоровья людей и животных. Для фармакотерапии отодектоза у кошек в основном используют акарицидные средства, наносимые на кожу или непосредственно в уши в форме капель, спрея, мази или пасты, а также средства системного действия [1–3, 6, 11, 15, 17, 19, 21, 25]. Наиболее эффективны комбинации препаратов, наносимых на кожу, и средств системного действия, поскольку клещи-отодексы могут паразитировать за пределами ушного канала [16]. По отзывам ветеринарных врачей, хорошие терапевтические результаты дает применение таких средств, как стронгхолд, фронтлайн, милбемицин, акарекс, фипронил, селамектин, неостомозан, аурикан. Специалисты считают, что для борьбы с отодектозом нужно иметь широкий перечень препаратов, чтобы не было привыкания к акарицидам клещей *Otodectes cynotis* [15]. В последние годы из фармакологической группы биологически активных веществ используют препараты из группы авермектинов. Авермектины – биопестициды, которые можно отнести как к химическим, так и биологическим соединениям. Они являются результатом жизнедеятельности таких бактерий, как *Streptomyces avermitilis*. Авермектины эффективны против нематод, насекомых и членистоногих клещей. Принцип действия препаратов авермектинов заключается в том, что они стимулируют освобождение гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК) из нервных окончаний и повышение связи ГАМК с местами рецептора на постсинаптической мембране мышечных клеток. Это приводит к блокированию передачи нервного импульса, вследствие чего происходит паралич и смерть.

Из-за повсеместного заражения популяции кошек клещами *O. cynotis* проблема отодектоза остается актуальной для ветеринарной медицины мелких домашних животных. Поэтому выбор наиболее эффективных способов и пре-

паратов для лечения больных кошек имеет научное и практическое значение.

**Целью работы** являлась оценка эффективности способов лечения отодектоза у кошек с применением капель на холку «Адвокат» и препаратов на основе ивермектина – ушных капель «акаромектин» и инъекционного раствора «отодектин».

#### **Материалы и методы исследования**

Для оценки эффективности акарицидных препаратов в 2019 г. был проведен опыт в условиях ветеринарной клиники «Семейный любимец», расположенной в г. Нижний Тагил Свердловской области, на беспородных кошках, естественно, зараженных клещами отодексами. При постановке диагноза на отодектоз кошек учитывались клинические признаки болезни, а также микроскопические исследования соскобов из ушной раковины животных. Для обнаружения клещей соскобы брались со свежих, еще не уплотнившихся очагов (не менее чем с 2–3 мест) на границе пораженной и здоровой кожи и помещались в стеклянные пробирки. С целью изучения жизнеспособности клещи просматривались под микроскопом. Диагноз на отодектоз считали установленным при обнаружении яиц, личинок, нимф или имаго клещей вида *O. cynotis*.

Для лечения отодектоза использовали фармакотерапию и диетотерапию. Из фармацевтических препаратов использовали «акаромектин», относящийся к группе макроциклических лактонов. В состав препарата входит ивермектин (0,1 мг в 1 мл раствора), действующий на клещей. Лекарственная форма – раствор для наружного применения. Следующий препарат, содержащий ивермектин в более высокой концентрации (1 мг в 1 мл раствора), примененный в другой группе, – это «отодектин». Лекарственная форма – раствор для подкожных инъекций. Он показан для лечения нематодозов и арахно-энтомозов у кошек и собак, пушных зверей. Другой препарат с широким спектром действия – капли «Адвокат» для кошек, основными действующими веществами, входящими в его состав, являются моксидектин и имидаклоприд. Моксидектин связывается с постсинаптическими рецепторами, вызывает нарушение мышечной иннервации, паралич и гибель эктопаразитов и нематод. Имидаклоприд взаимодействует с ацетилхолиновыми рецепторами



членистоногих и нарушает передачу нервных импульсов, что приводит к гибели насекомых. Лекарственная форма – раствор для наружного применения (в виде капель на кожу, Спот-Он). Капли Адвокат для кошек обладают широким спектром противопаразитарного действия, препарат активен в отношении паразитирующих на кошках саркоптоидных клещей, в том числе против отодектоза, блох, нематод любых фаз развития и личиночных форм дирофилярий. Имидаклоприд, входящий в состав препарата, относится к группе хлороникотиниловых инсектицидов, механизм действия которых основан на взаимодействии с ацетилхолиновыми рецепторами членистоногих и нарушении передачи нервных импульсов, вызывающих гибель насекомых.

Моксидектин является полусинтетическим соединением из группы милбемицинов. Оказывая стимулирующее действие на выделение гамма-аминомасляной кислоты и связываясь с постсинаптическими рецепторами, вызывает нарушение мышечной иннервации, паралич и гибель эктопаразитов и нематод. «Адвокат» по степени воздействия на организм относится к умеренно опасным веществам.

Ивермектин входит в группу средств, созданных на основе авермектинов. Внутри организма ивермектин подвергается быстрому всасыванию, достигая максимальной концентрации в составе крови в течение 4 часов. Вещество равномерно распределяется в тканях и за 1–2 суток выводится из организма через кишечник. Препарат способен блокировать передачу нервно-мышечных импульсов, что вызывает паралич паразитов и последующую гибель их. При этом широкий спектр воздействия препарата не является показателем его токсичности. При условии соблюдения точного дозирования токсичность ивермектина совсем не высокая.

Было сформировано 3 группы по 6 животных в каждой, по принципу приближенных аналогов. Кошки принадлежали владельцам, поэтому находились в различных условиях содержания. Следует подчеркнуть, что в опыте использовали животных в начальных стадиях заболевания, запущенных случаев не было.

В первой группе было 4 кота и 2 кошки (возраст от 2,5 до 11 лет, живая масса в среднем 4,2 кг), лечение проводилось ушными каплями «Акаромектин» наружно – 1–2 капли в каждое ухо 1 раз в неделю в течение 3–4 недель.

Во второй группе было 4 кота и 2 кошки (возраст от 2 до 4,5 лет, средняя живая масса 3,2 кг), лечение проводилось каплями на холку «Адвокат», однократно по 1 пипетке на холку, повторяли при необходимости через 1 месяц. Препарат наносили непосредственно на сухую кожу животного. Для этого раздвигали шерсть между лопатками у основания шеи и полностью выдавливали содержимое пипетки, избегая его попадания на руки. Место нанесения препарата не массировали.

В третьей группе было 4 кота и 2 кошки, лечение проводилось препаратом «Отодектин», который вводили подкожно (в область холки или коленной складки) в дозе 0,6 мл, с интервалом 7 дней, в течение 4 недель. Фармакологическое действие отодектина обусловлено влиянием компонентов на энергообмен клеток паразитов. Отодектин – противопаразитарный препарат широкого спектра действия. Препарат представляет собой прозрачный раствор для подкожных инъекций, содержащий в 1 мл раствора 1 мг ивермектина (действующее вещество) и вспомогательные компоненты (триэтилленгликоль и изопропанол). Препарат относят по степени воздействия на теплокровные организмы к малоопасным веществам.

В день поступления в клинику и в конце лечения у кошек брали пробы крови для клинического общего и биохимического анализа, который был выполнен в лаборатории клиники. Общий и биохимический анализ крови кошек проводили общепринятыми ветеринарными лабораторными методами [14]. В конце лечения была проведена повторная лабораторная диагностика, исследование соскоба из ушных раковин. Эффективность лечения учитывали на основании проведения микроскопии соскобов, взятых с внутренней поверхности ушной раковины и слухового прохода, по наличию или отсутствию ушного клеща.

Полученные цифровые данные подвергли биометрической обработке, уровень достоверности вычисляли при помощи стандартного критерия достоверности по Стьюденту.

### Результаты исследования

Всем животным перед лечением проводили очистку ушных раковин и слуховых проходов от загрязнений и корочек раствором фурацилина. Лечение кошек, больных отодектозом, было направлено на уничтожение клещей



вида *Otodectes cynotis* на всех фазах их развития (яйцо, личинка, протонимфа, телеонимфа, имаго), снятие воспалительных процессов. Больным животным обеспечивали хорошие условия содержания и диетическое кормление.

В первой группе видимые изменения у кошек произошли через 2 недели после первичного приема – расчесы отсутствовали, выделения были в умеренном количестве. Через 3 недели симптомы заболевания полностью исчезли, при микроскопическом исследовании соскоба из ушей клещ не был обнаружен.

Во второй группе у животных первые изменения признаков болезни стали отмечать через 3 недели лечения. Через 4 недели у четырех животных клинические признаки отодектоза исчезли, микроскопическое исследование соскоба из ушей не выявило клещей отодексов. Выздоровление у двух котов наступило через 5 недель.

В третьей группе изменения признаков заболевания стали отмечать через 2 недели лечения у 4 кошек и котов. Через 3 недели у четырех животных клинические признаки отодектоза полностью исчезли, микроскопическое исследование

соскоба из ушей не выявило клещей отодексов. У двух котов излечение от отодектоза наблюдали через 4 недели.

Для характеристики состояния подопытных кошек в начале лечения и после него проанализировали морфологические и биохимические показатели крови. Анализ клеточного состава крови животных до лечения (табл. 1) показал, что все величины исследованных гематологических показателей находились в пределах физиологических значений. Только при исследовании гемограммы отмечено относительное увеличение числа клеток белой крови по отношению к средним физиологическим значениям: в первой группе количество лейкоцитов было на 9% ниже, во второй группе – на 7%, в третьей группе – ниже на 5% по сравнению с уровнем верхней границы нормы, что может свидетельствовать о воспалительном процессе в организме.

Анализ биохимических показателей сыворотки крови подопытных кошек показал (табл. 2), что общий белок и продукты обмена белка в организме – мочевины и креатинина – находились в пределах физиологических колеба-

Таблица 1 – Морфологические показатели крови кошек до лечения ( $X \pm S_x$ ,  $n = 6$ )

| Показатель                                | Норма    | 1-я группа  | 2-я группа  | 3-я группа  |
|---|----------|-------------|-------------|-------------|
| Эритроциты, $10^{12}/л$                   | 5,3–10   | 8,07±0,03   | 7,67±0,10   | 7,60±0,17   |
| Гемоглобин, г/л                           | 80–150   | 132,33±1,12 | 122,33±1,43 | 132,67±0,75 |
| Цветной показатель                        | 0,65–0,9 | 0,82±0,01   | 0,80±0,02   | 0,87±0,02   |
| Лейкоциты, $10^9/л$                       | 5,5–18,5 | 16,83±0,06  | 17,23±0,09  | 17,57±0,10  |
| Скорость оседания эритроцитов (СОЭ), мм/ч | 0–13     | 7,9±0,12    | 8,13±0,13   | 8,37±0,19   |
| Базофилы, %                               | –        | 0           | 0           | 0           |
| Эозинофилы, %                             | 0–4      | 1,33±0,09   | 1,67±0,09   | 2,33±0,09   |
| Палочкоядерные нейтрофилы, %              | 0–3      | 2,67±0,09   | 2,67±0,09   | 2,0±0,15    |
| Сегментоядерные нейтрофилы, %             | 35–75    | 70,33±0,31  | 63,33±0,76  | 64,0±0,79   |
| Лимфоциты, %                              | 25–55    | 24,67±0,43  | 30,33±0,82  | 30,33±0,74  |
| Моноциты, %                               | 1–4      | 1,0±0,01    | 2,00±0,15   | 1,33±0,09   |

Таблица 2 – Биохимические показатели крови кошек до лечения ( $X \pm S_x$ ,  $n = 6$ )

| Показатель               | Норма   | 1-я группа  | 2-я группа  | 3-я группа  |
|--------------------------|---------|-------------|-------------|-------------|
| Общий белок, г/л         | 54–77   | 67,33±0,75  | 69,33±1,16  | 64,00±0,15  |
| Мочевина, ммоль/л        | 5,4–12  | 7,47±0,11   | 8,23±0,13   | 7,67±0,08   |
| Креатинин, мкмоль/л      | 49–165  | 129,33±0,76 | 134,67±1,05 | 137,33±0,87 |
| Глюкоза, ммоль/л         | 3,3–6,3 | 5,17±0,06   | 4,73±0,04   | 4,43±0,08   |
| Билирубин, мкмоль/л      | 3–12    | 9,57±0,21   | 9,13±0,13   | 7,47±0,27   |
| Щелочная фосфатаза, Ед/л | 39–55   | 52,67±0,90  | 55,67±0,43  | 57,67±0,09  |



ний. Уровень глюкозы в крови больных кошек (4,43–5,17 ммоль/л) также соответствовал нормативным значениям. Концентрация общего билирубина в плазме крови не была увеличена. Исследование активности фермента щелочной фосфатазы (ЩФ) выявило, что у больных кошек первой группы были нормальные величины активности, которые были в границах физиологических значений, во второй и третьей группе активность ЩФ незначительно превышала верхнюю границу значений (соответственно на 1,2 и на 4,9%).

Влияние проведенного лечения кошек, больных отодектозом, на морфологический состав крови отражено в таблице 3. По первой группе животных отмечены следующие изменения гематологических показателей: уменьшение количества эритроцитов на 6,2% ( $P < 0,001$ ) и лейкоцитов – на 15,6% ( $P < 0,001$ ). В лейкоцитарной формуле наблюдали снижение содержания эозинофилов – на 24,8 ( $P < 0,01$ ), палочкоядерных нейтрофилов – на 25,1 ( $P < 0,001$ ), сегментоядерных нейтрофилов – на 12,3 процентных пункта ( $P < 0,001$ ), при увеличении числа лимфоцитов на 39,2 процентных пункта ( $P < 0,001$ ). На наш взгляд, относительный лимфоцитоз и достоверные изменения морфологических показателей крови свидетельствуют о затухании локального воспалительного процесса в организме кошек.

Во второй группе общеклинический анализ крови после проведенного лечения показал достоверное снижение содержания лейкоцитов на 16,6% ( $P < 0,001$ ). Как известно, лей-

коциты являются своеобразным индикатором, отражающим состояние организма животного. Лечение способствовало ликвидации очага воспаления в ушных раковинах. В нашем случае выраженное уменьшение числа лейкоцитов в сосудистом русле указывает на нормализацию физиологических процессов в организме кошек. Изменения общего количества клеток «белой крови» были связаны с гранулоцитами и лимфоцитами. После лечения отмечено относительное снижение по сравнению с уровнем до начала терапии содержания эозинофилов на 40 процентных пунктов ( $P < 0,01$ ). Известно, что эозинофилы служат переносчиками биогенного амина – гистамина, избыток которого вызывает аллергические реакции (крапивницу, зуд и др.), поэтому уменьшение содержания этих гранулоцитов – хороший прогностический признак. Также изучение лейкоцитарной формулы указало на снижение содержания палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов соответственно на 25,1 ( $P < 0,001$ ) и 20,5 ( $P < 0,001$ ) процентных пункта. Одновременно наблюдалось увеличение числа лимфоцитов на 48,4 процентного пункта ( $P < 0,001$ ), что отражает усиление защитных иммунных сил организма в результате терапии «Адвокатом».

В третьей группе картина крови после лечения немного отличалась от других групп, однако в целом отмечена положительная тенденция по нормализации клеточного состава крови, гемоглобина, цветного показателя, СОЭ, процентного соотношения различных видов лейкоцитов.

Таблица 3 – Морфологические показатели крови кошек после лечения ( $X \pm S_x$ ,  $n = 6$ )

| Показатель                                | Норма    | 1-я группа    | 2-я группа    | 3-я группа     |
|---|----------|---------------|---------------|----------------|
| Эритроциты, $10^{12}/л$                   | 5,3–10   | 7,57±0,01***  | 7,47±0,14     | 8,0±0,05*      |
| Гемоглобин, г/л                           | 80–150   | 134,00±1,12   | 125,33±0,48   | 123,67±0,96*** |
| Цветной показатель                        | 0,65–0,9 | 0,75±0,01     | 0,71±0,02     | 0,78±0,02      |
| Лейкоциты, $10^9/л$                       | 5,5–19,5 | 14,2±0,22***  | 14,37±0,08*** | 15,93±0,13***  |
| Скорость оседания эритроцитов (СОЭ), мм/ч | 0–13     | 7,50±0,16     | 8,20±0,04     | 8,20±0,14      |
| Базофилы, %                               | –        | 0             | 0             | 0              |
| Эозинофилы, %                             | 0–4      | 1,00±0,09**   | 1,67±0,09     | 2,0±0,15**     |
| Палочкоядерные нейтрофилы, %              | 0–3      | 2,00±0,09***  | 2,0±0,01***   | 2,00±0,09      |
| Сегментоядерные нейтрофилы, %             | 35–75    | 61,67±0,38*** | 50,33±0,70*** | 53,33±0,46***  |
| Лимфоциты, %                              | 25–55    | 34,33±0,38*** | 45,00±0,65*** | 41,67±0,46***  |
| Моноциты, %                               | 1–4      | 1,00±0,001    | 1,00±0,01     | 1,00±0,09**    |

Примечание: величины показателей по каждой группе сравниваются с величинами до лечения; здесь и далее \* значение достоверно при  $P < 0,05$ ; \*\* при  $P < 0,01$ ; \*\*\* при  $P < 0,001$ .

У этих животных уровень эритроцитов достоверно повысился на 5,3% ( $P < 0,05$ ), вместе с тем содержание гемоглобина уменьшилось на 6,8% ( $P < 0,001$ ). Количество лейкоцитов снизилось на 9,3% ( $P < 0,001$ ). В лейкоцитарной формуле было отмечено снижение эозинофилов на 14,2 ( $P < 0,01$ ), сегментоядерных нейтрофилов – на 16,7 ( $P < 0,001$ ) и моноцитов – на 24,8 процентных пункта ( $P < 0,01$ ). Также выявлено увеличение числа лимфоцитов на 37,4 процентных пункта ( $P < 0,001$ ). Гематологические показатели характеризуют освобождение организма кошек от патогенного действия клещей.

Основные изученные биохимические показатели крови животных после проведенного лечения представлены в таблице 4. Сопоставление полученных данных с исходными значениями до начала терапии акарицидами показало, что в первой группе есть достоверные изменения значений таких показателей, как общий белок, мочевины, креатинин. Так, содержание общего белка повысилось на 3,5% ( $P < 0,05$ ), мочевины – на 8,4% ( $P < 0,05$ ), креатинина – на 7,2% ( $P < 0,001$ ). Однако следует указать, что все эти сдвиги в уровне этих продуктов были в пределах физиологических колебаний, поэтому эти изменения, видимо, обусловлены результатом лечения и нормализацией метаболизма, в частности активизацией белкового обмена.

Биохимический анализ сыворотки крови кошек второй группы не показал статистически значимых сдвигов в содержании отдельных химических компонентов в крови за исключением показателя креатинина. У животных отмечено увеличение его значения на 5,0% ( $P < 0,001$ ), что, вероятно, связано с усилением его образования. Основные биохимические показатели были в пределах нормативных величин, сравнение с исходным уровнем до начала лечения

свидетельствует о нормализации исследуемых метаболитов.

В третьей группе кошек на фоне проведенного лечения при исследовании сыворотки крови установлены достоверные изменения величин таких показателей, как креатинин, глюкоза и активность щелочной фосфатазы. Уровень креатинина был понижен на 4,1% ( $P < 0,001$ ), а содержание глюкозы повышено на 8,4% ( $P < 0,01$ ), по сравнению со значениями до лечения. Активность щелочной фосфатазы повысилась на 4,6% ( $P < 0,001$ ). Эти особенности в биохимическом статусе животных третьей группы, наверное, связаны с действием инъекций отодектина. По остальным биохимическим показателям наблюдалась положительная картина, однако можно заметить недостоверное снижение содержания общего белка на 0,5% и билирубина на 2,3%. Нормализация биохимических показателей крови в целом указывает на улучшение общего состояния животных.

В результате опыта было установлено, что все подопытные животные при своевременном начале лечения в начальных стадиях заболевания выздоровели. У всех кошек постепенно исчезли признаки клинической картины инвазии. В первой группе клиническое выздоровление у домашних питомцев наступило на 21-й день, во второй группе – на 33-й день, в третьей группе – на 25-й день. Контрольные соскобы, проведенные в конце лечения, и лабораторные исследования проб с участков кожи ушей животных не выявили наличие чесоточных клещей.

При оценке результатов проведенного опыта установили, что исследуемые ветеринарные акарицидные средства оказались эффективны при лечении кошек, больных отодектозом, однако «акаромектин» оказал более быстрый лечебный эффект, чем препараты «Адвокат» и «отодектин».

Таблица 4 – Биохимические показатели сыворотки крови кошек после лечения ( $\bar{X} \pm S_x$ ,  $n = 6$ )

| Показатель               | Норма   | 1-я группа     | 2-я группа    | 3-я группа     |
|--------------------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| Общий белок, г/л         | 54–77   | 69,67±0,75*    | 71,33±0,90    | 63,67±0,96     |
| Мочевина, ммоль/л        | 5,4–12  | 8,10±0,26*     | 7,90±0,18     | 7,90±0,15      |
| Креатинин, мкмоль/л      | 49–165  | 138,67±1,24*** | 141,33±1,12** | 131,67±0,69*** |
| Глюкоза, ммоль/л         | 3,3–6,3 | 5,03±0,02      | 4,77±0,10     | 4,80±0,04**    |
| Билирубин, мкмоль/л      | 3–12    | 9,67±0,29      | 9,0±0,13      | 7,30±0,12      |
| Щелочная фосфатаза, Ед/л | 39–55   | 54,00±0,75     | 54,67±0,90    | 60,33±0,34***  |



### Обсуждение

Для уничтожения клещей применяют акарицидные средства. Для разработки стратегии лечения и выбора акарицида необходимо определить длительность заболевания, оценить количество возбудителей, какие фазы развития клеща преобладают. Современная ветеринарная наука предлагает множество акарицидов разных химических групп. Известно большое количество акарицидных препаратов (более 40), а также разнообразные схемы лечения. Кроме назначения мазей, растворов, инъекционных и гелевых форм, в ветеринарной практике имеется опыт применения лекарственной формы в виде капель на холку для лечения животных, больных отодектозом. Однако разнообразие методов лечения и большой выбор препаратов для лечения кошек, больных отодектозом, не всегда дает возможности эффективного и быстрого решения проблемы. Имеется ряд факторов, объясняющих, почему известные схемы не обеспечивают быстрого выздоровления животного, одна из них – формирование резистентности у клещей к тому или иному препарату. Кроме того, на сегодняшний день нет акарицидных средств, которые обладали бы 100 %-й овоцидной активностью. Вместе с тем, у некоторых препаратов есть противопоказания или те или иные ограничения по применению. Поэтому поиск наиболее эффективных способов лечения больных кошек имеет практическое значение. В нашем опыте были выбраны препараты «акаромектин» и «отодектин», действующим веществом которых является ивермектин из фармакологической группы биологически активных соединений авермектинов и средство на основе моксидектина. Моксидектин является представителем группы макроциклических лактонов и веществом, родственным ивермектину.

При выборе наиболее эффективных способов лечения кошек, больных отодектозом, имеет значение стоимость используемых акарицидных средств. Одним из критериев, определяющих целесообразность лечебных мероприятий, является экономическая сторона вопроса – стоимость лекарственного препарата. Выбор средства и определение способа применения проводится индивидуально для каждого животного с учетом всех особенностей течения болезни и состояния организма.

Стоимость препарата «Адвокат» составляет не более 1 тыс. рублей за 3 пипетки. Преи-

муществом препарата являются однократность и легкость применения (капается на холку), безболезненность, животное не испытывает беспокойство; комплексное действие препарата (от экто- и эндопаразитов), минимум противопоказаний и побочных эффектов. Согласно инструкции, у препарата небольшое количество противопоказаний и возможных побочных эффектов. В нашем опыте при терапии «Адвокатом» ни у одного животного не наблюдалось негативных побочных последствий. Недостатком применения капель «Адвокат» является высокая цена, так как это импортный препарат.

Стоимость отечественного препарата «акаромектин» составляет не более 200 рублей за флакон 25 мл. Преимуществом его является невысокая цена. Ивермектин, входящий в его состав, при нанесении на кожу активен против эктопаразитов, а после всасывания оказывает системное инсекто-акарицидное действие. Недостатком является необходимость трех- или четырехкратного применения, беспокойство животных во время обработки.

Самый дешевый препарат – «отодектин» (флакон 5 мл – не более 100 руб.). Недостатком использования отодектина является необходимость подкожного введения с соблюдением правил асептики и антисептики (требуется определенная квалификация). Вместе с этим считаем, что способ лечения инъекцией «отодектина» не всегда целесообразен из-за присутствия этому препарату ряда недостатков и противопоказаний.

Для определения экономической эффективности ветеринарных мероприятий при отодектозе кошек в соответствии с рекомендациями, разработанными для мелких непродуктивных животных, учитывали затраты на лечение животных в разных группах [7]. Расчеты показали преимущество использования ушных капель «акаромектин».

### Выводы

При ушной чесотке у кошек отмечается зуд и расчесы кожи ушных раковин, обусловленные паразитированием клещей *O. cynotis*. В связи с локальным воспалительным процессом при типичной форме отодектоза в гематологическом и биохимическом статусе крови животных значительных изменений не выявлено, за исключением относительного увеличения количества лейкоцитов, свидетельствующего о местном

воспалительном процессе. Анализ полученных данных свидетельствует, что схема лечения с использованием препарата «Акаромектин» дает лучший результат, позволяет сократить продолжительность срока терапии. Другие способы лечения с изучаемыми акарицидными средствами также оказались успешными, обеспечили хороший терапевтический эффект. Результаты лабораторных исследований крови после терапии свидетельствуют о нормализации морфобиохимического статуса крови животных. При лечении породистых ценных кошек, больных отодектозом, будет предпочтителен способ с применением «Адвоката». При лечении беспородных бездомных кошек оптимальным и экономически оправданным будет инъекция «Отодектина».

### Рекомендации

С целью профилактики отодектоза необходимо регулярно осматривать ушные раковины кошек и проводить их гигиеническую обработку специальными лосьонами. Рекомендуется один раз в два месяца обрабатывать домашнего питомца акарицидными препаратами, а также ограждать его от контактов с больными животными.

### Список литературы

1. Александрова Я. Р., Дерюгина Н. А., Гизатуллина Ф. Г. Сравнительная оценка методов лечения отодектоза кошек в условиях клиник г. Челябинска и г. Москвы // Материалы Международ. науч.-практ. студенч. конференции «Актуальные вопросы науки, технологии и производства» (20, 27 апреля 2016 г.). Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2016. С. 162–166.
2. Баландина В. Н., Крючкова Е. Н., Арисов М. В. Эффективность моксидектина при отодектозе и нотоэдрозе кошек // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. М. : ФНЦ-ВНИИЭВ им. К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко, 2017. № 18. С. 47–49.
3. Василевич Ф. И., Кринская Т. Б. Как бороться с накожными паразитами кошек // Ветеринария. 1989. № 9. С. 67–68.
4. Гизатуллина Ф. Г., Гизатуллин А. Н., Грищенко Т. В. Влияние эраконда на эффективность лечения собак, больных отодектозом // Актуальные проблемы биологии, ветеринарной медицины мелких домашних и декоративных животных : матер. науч.-практ. конф. УГИВМ. Троицк : УГИВМ, 1997. С. 51–52.

5. Диагностика, лечение и профилактика арахноэнтомозов и дерматомикозов собак / Ф. Г. Гизатуллина [и др.]. Челябинск, 1998. 92 с.
6. Домацкий В. Н. Средства терапии и профилактики паразитозов собак и кошек // Успехи современной науки. 2016. № 11. Т. 9. С. 93–96.
7. Методология определения экономической эффективности ветеринарных мероприятий при болезнях мелких непродуктивных животных / Н. А. Журавель, Н. М. Колобкова, П. Н. Щербаков, В. В. Журавель // Ветеринарный врач. 2018. № 5. С. 26–31.
8. Елфачева Ю. Д. Этиопатогенетические аспекты отитов плотоядных // Материалы 1-й Междунар. межвузов. науч.-практ. конф. «Предпосылки и эксперимент в науке». СПб., 2003. С. 56–57.
9. Камышников В. С. О чем говорят медицинские анализы : справ. пособие. Минск : Беларусьская наука, 1997. 189 с.
10. Латкина Е. И. Распространение отодектоза собак и кошек в Сургутском районе Ханты-Мансийского автономного округа и изучение эффективности новых препаратов при этой инвазии : автореф. дис. ... канд. ветеринар. наук. Тюмень, 2007. С. 9–11.
11. Леонтьев В. В. Динамика численности и фазы развития ушного клеща *Otodectes cynotis* (Hering, 1938) (*Psoroptidae*) кошки домашней при лечении ушными каплями «Барс» // Сборник научных трудов SWorld. 2012. Т. 45. № 4. С. 29–43.
12. Манагаров Д. П. Атипичная форма ушной чесотки // Кролиководство и звероводство. 1962. № 1. С. 24–25.
13. Маслова Е. Н. Клиническая картина отодектоза собак и кошек // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2. Ч. 1. С. 779.
14. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики : справочник / И. П. Кондрахин [и др.]. М. : Колос, 2004. 520 с.
15. Мусатов М. А. Эффективность препаратов при отодектозе пушных зверей // Ветеринарный врач. 2004. № 3–4 (19–20). С. 27–29.
16. Мюллер Ральф С. Саркоптоз, демодекоз и отодектоз у собак: способы лечения // Journal of Small Animal Practice : Российское издание. Январь 2012. Т. 3. № 1. С. 50–52.
17. Новиков Д. Д. Фармако-токсикологические свойства и терапевтическая эффективность



ность амита форте при саркоптоидозах собак : автореф. дис. ... канд. ветеринар. наук. М., 2012. 24 с.

18. Параева О. М. Эпизоотологический надзор при моно- и микстинфекциях домашних плотоядных в условиях г. Санкт-Петербурга : дис. ... канд. ветеринар. наук. Нижний Новгород, 2007. 141 с.

19. Сапожникова Т. Ю. Сравнительная оценка способов лечения отодектоза кошек в условиях ветеринарной клиники «Айболит» города Ханты-Мансийска // Актуальные вопросы ветеринарии и биотехнологии: идеи молодых исследователей : матер. студ. науч. конференции. Троицк : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2018. С. 219–223.

20. Соколовская В. С., Журавель Н. А., Колобкова Н. М. Оценка эффективности ветеринарных мероприятий при ликвидации отодектоза кошек // Материалы Междунар. науч.-практ. студенч. конф. «Актуальные вопросы науки, технологии и производства» (20, 27 апреля 2016 г.). Троицк : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2016. С. 254–256.

21. Сугак А. А. Опыт лечения отодектоза у кошек // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сб. ст. по матер. XII Всерос. конф. молодых ученых / отв. за вып. А. Г. Кощаев. Краснодар : Изд-во КубГАУ им. И. Т. Трубилин, 2019. С. 55–56.

22. Усманский М. А. Отодектоз домашних плотоядных животных // Научный вестник «Вертикаль». 2000. № 3–4. С. 42.

23. Шустова Ю. И. Бычкова Л. В., Нечаева О. Н. Распространение акарозов у собак в г. Волжский // Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье. 2003. № 2. С. 105–112.

24. Шустрова М. В. Биологические обоснования лечения отодектоза // Тезисы докладов 1 Всесоюзн. конф. «Проблемы патологии и экологической взаимосвязи болезней диких теплокровных и сельскохозяйственных животных». М., 1988. С. 27–128.

25. Ямов В. З. Средства и методы защиты плотоядных животных от отодектоза // Аграрный вестник Урала. 2011. № 4. С. 30–31.

---

**Гизатуллина Фирдаус Габдрахмановна**, д-р биол. наук, профессор кафедры инфекционных болезней, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: [gizatullina-f@mail.ru](mailto:gizatullina-f@mail.ru).

**Рыбьянова Жанна Сергеевна**, аспирант кафедры естественнонаучных дисциплин, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: [khimeugavm@inbox.ru](mailto:khimeugavm@inbox.ru),

**Сиренко Светлана Владимировна**, доцент кафедры незаразных болезней, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: [sirenko45@mail.ru](mailto:sirenko45@mail.ru).

**Вырыпаева Анастасия Владимировна**, студентка 5-го курса, факультет ветеринарной медицины, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: [gizatullina-f@mail.ru](mailto:gizatullina-f@mail.ru).

\* \* \*

УДК 619:616.993.192.6:636.7

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СХЕМ КОМПЛЕКСНОГО ЛЕЧЕНИЯ БАБЕЗИОЗА У СОБАК

**Ф. Г. Гизатуллина, Ж. С. Рыбьянова, С. В. Сиренко, Ш. Т. Зулфонов**

В условиях ветеринарной клиники изучена в сравнительном аспекте эффективность комплексной терапии породистых собак, больных бабезиозом. Проведена оценка функционального состояния организма больных животных на основе морфологических и биохимических исследований крови. Подтверждена высокая лечебная эффективность противобабезиозных препаратов Пиростоп и Неозидин М. Установлено, что пиростоп после однократного введения в сочетании с патогенетическим и симптоматическим лечением обеспечивает высокую терапевтическую эффективность. Схема лечения с неозидином М также эффективна и требует меньше ветеринарных затрат. Результаты исследований могут быть использованы при выборе оптимальной схемы лечения бабезиоза у породистых собак в ветеринарных клиниках на Урале.

*Ключевые слова:* бабезиоз, собаки, эффективность, схемы лечения, Пиростоп, Неозидин М, лабораторные методы, гематологические показатели, биохимические показатели сыворотки крови.

Бабезиоз собак – передающееся с укусами клещей протозойное заболевание, которое характеризуется лихорадкой, разрушением эритроцитов и выделением гемоглобина с мочой. Заболевание до сих пор продолжает наносить значительный экономический ущерб служебному и охотничьему собаководству, частным владельцам собак. На фоне эндогенной интоксикации в организме животных отмечаются изменения гематологических и биохимических показателей крови, нарушение обменных процессов. При несвоевременном лечении при остром и сверхостром течении бабезиоз может приводить к гибели животных вследствие отека легких и сердечно-сосудистой недостаточности [1–4, 10–13].

Возбудитель инвазии – одноклеточный кровепаразит *Babesia canis*, который паразитирует в эритроцитах, разрушая их [2–6, 11, 12]. Бабезиоз собак протекает сверхостро, остро или хронически, проявляется высокой температурой, анемичностью и желтушностью слизистых оболочек, а также гемоглобинурией, учащенным сердцебиением, атонией кишечника. Болезнь характеризуется ярко выраженной весенней и осенней сезонностью, пики заболеваемости приходятся чаще на май и сентябрь, совпадают с пиками активности иксодовых клещей, переносчиков заболевания [1–10, 13–16]. Диагноз ставят на основании эпизоотологических данных, клинических признаков, микро-



скопирования мазков крови больных собак (при исследовании окрашенных по Романовскому-Гимзе мазков крови обнаруживаются бабезии) [1–6, 10, 13].

В настоящее время разработано достаточно много эффективных химиопрепаратов для лечения бабезиоза, однако эти средства в определенной степени токсичны для организма животных. Проблема борьбы с протозоозом все еще далека от разрешения, что объясняется отсутствием эффективной вакцины, массовым распространением клещей-переносчиков инвазии, недостаточностью знаний у населения о профилактике заболевания, патогенезе, лечении и профилактике болезни. Бабезиоз продолжает оставаться серьезной задачей для специалистов ветеринарной медицины мелких домашних животных и кинологов, требующей своего решения [1–7, 10, 13–17].

**Целью работы** являлась сравнительная оценка эффективности двух схем комплексного лечения породистых собак, больных бабезиозом, с применением препаратов неозидин М и пиростоп.

#### **Материалы и методы исследования**

Исследования проводились в условиях ветеринарной клиники «Сенбернар» г. Челябинска. Объектом исследования являлись собаки разных пород (пудели, аляскинский маламут, хаски, ретриверы, пит-були) и метисы, больные бабезиозом, возрастом от двух до пяти лет. По принципу аналогов было сформировано две группы из собак, больных бабезиозом, по 5 голов в каждой. Диагноз на заболевание ставили на основании клинических признаков и исследования мазков периферической крови собак под микроскопом на наличие бабезий. В процессе лечения контролировали состояние животных, для этого до и после лечения изучали морфологические и некоторые биохимические показатели крови общепринятыми ветеринарными лабораторными методами [9]. Полученные данные сравнивали с нормативными показателями здоровых собак городской популяции. Для контроля хода лечения проводили повторное микроскопическое исследование мазка крови через двое суток после начала лечения. Для подтверждения выздоровления следующее исследование мазка крови проводили через 10 дней после начала лечения.

В течение опыта больным собакам проводили комплексную терапию, включающую

специфическое и патогенетическое, симптоматическое лечение, диетотерапию. Способ лечения собак первой группы после первичного приема в ветеринарной клинике включал следующие препараты: 1) однократно внутримышечно противопротозойное средство Неозидин М в дозе 0,5 мл/10 кг массы тела; 2) внутривенное вливание (капельница) 0,9% раствора натрия хлорида в дозе 400 мл 1 раз в день в течение лечения (по состоянию); 3) подкожно гепатопротектор Гепатоджект в дозе 3,0 мл 1 раз в день в течение 7 дней; 4) подкожно суспензию антибиотика амоксициллин 15% из расчета 1,0 мл/10 кг массы тела; 5) подкожно витамин В<sub>12</sub> 1 раз в день в течение недели; 6) внутрь по 1 таблетке фолиевой кислоты, после кормления 1 раз в день в течение недели (фолиевая кислота, или витамин В<sub>9</sub> – одно из основных веществ, участвующих в воспроизводстве красных кровяных телец); 7) внутримышечно раствор анальгина из расчета 0,1 мл/кг массы тела в сочетании с димедролом в дозе 0,5 мл на голову (в соотношении 2:1). Неозидин М в качестве действующих веществ содержит диминазена ацетурат и феназон. Механизм антипаразитарного действия препарата неозидин М связан с ингибированием аэробного гликолиза и синтеза ДНК у бабезий, что приводит к разрушению их клеточной структуры и гибели.

Во второй опытной группе была применена следующая схема лечения: 1) подкожно антипротозойный препарат Пиростоп 0,4 мл/10 кг живой массы тела; 2) внутривенно (капельница) 0,9% раствор натрия хлорида 150–200 мл 3–4 дня (в зависимости от клинического состояния животного); 3) подкожно раствор Катозала (препарат для восстановления обменных процессов) из расчета 2 мл 1 раз в день в течение 5 дней; 4) внутривенно (или подкожно) раствор гепатопротектора Гепатоджект 2,0 мл 1 раз в день в течение 5 дней; 5) внутримышечно иммуностимулятор раствор Анандина 2,0 мл 1 раз в день в течение 5–7 дней (в зависимости от состояния); 6) внутримышечно антибиотик цефтриаксон 1 г в смеси с 4 мл 0,5% раствора новокаина в дозе 1,0 мл 1 раз в день в течение 7 дней; 7) внутримышечно раствор анальгина (анальгетик и антипиретик) 0,8 мл в смеси с димедролом 0,8 мл 1 раз в день. В препарате пиростоп действующее вещество имидакарб дипропионат из группы имидазолина. Антипаразитарное действие пиростопа основано



на том, что имидакарб подавляет поступление инозитола, который нужен бабезиям для жизнедеятельности, кроме того нарушает образование используемых ими полиаминов.

Обработку полученных цифровых данных проводили методом вариационной статистики с помощью ПК и пакета прикладной программы «Биометрия». Уровень достоверности вычисляли с использованием стандартного критерия достоверности по Стьюденту.

### Результаты исследования

Лечение собак, больных бабезиозом, было начато своевременно, в начальный период заболевания, что обеспечило эффективность и позволило предупредить гибель животных. В первой группе животных после начала лечения и применения препарата неозидин М основные признаки болезни стали меняться в положительную сторону через 5–7 часов. Во второй группе после начала лечения и введения препарата пиростоп симптомы болезни начали ослабевать через 4–6 часов. На 10-й день лечения отмечено полное выздоровление собак от бабезиоза.

Для оценки общего состояния животных в начале и в конце лечения использовали результаты лабораторных исследований крови. Исследование клеточного состава крови у больных собак до лечения показало, что имеются значительные изменения показателей красной крови, связанные с инвазией. Показатели белой крови также имели сдвиги от физиологических значений, присущих здоровым животным. Содержание эритроцитов, гемоглобина, лейкоцитов в крови собак, больных бабезиозом, представлено в таблице 1.

По данным таблицы 1 заметно, что в крови исследованных животных уровень эритроцитов у больных животных меньше нижней границы нормативных значений в первой группе на 22,2%, во второй группе – на 24,0%. При этом отмечена закономерность уменьшения содержания гемоглобина у животных первой группы на 12,1%, во второй группе – на 11,6% по сравнению с нижней границей нормы. Снижение уровня гемоглобина и количества эритроцитов характеризует процессы ускоренной деструкции клеток красной крови у больных собак, является признаком развивающейся анемии. Количество тромбоцитов в крови у животных обеих групп было меньше, чем при норме, в первой группе на 40,2%, а во второй группе – 32,1% по сравнению со значением нижней границы нормы, что указывает на тромбоцитопению. При анализе клеток «белой крови» установлено, что у собак обеих групп увеличено общее количество лейкоцитов, в первой группе превышение было на 4,5% по сравнению с верхней границей нормы, во второй группе – на 2,0%. Если сравнивать со средней нормативной величиной, то в первой группе количество лейкоцитов увеличилось на 54,4%, во второй группе – на 50,8%. Лейкоцитоз свидетельствует о наличии в организме собак патологического воспалительного процесса.

Изменение содержания эритроцитов в крови отразилось на показателе гематокрита, он оказался меньше нижней границы нормы. Показатель гематокрита у больных собак был понижен на 12,2 и 14,8%, что, видимо, связано с ускоренным разрушением красных кровяных телец. Вместе с тем, это свидетельствует

Таблица 1 – Гематологические показатели больных собак до лечения ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ ,  $n = 5$ )

| Показатель                    | Норма     | Первая группа | Вторая группа |
|-------------------------------|-----------|---------------|---------------|
| Эритроциты, $10^{12}/л$       | 5,50–8,50 | 4,28±0,06     | 4,18±0,16     |
| Лейкоциты, $10^9/л$           | 6,0–17,0  | 17,76±0,10    | 17,34±0,09    |
| Гемоглобин, г/л               | 110–190   | 96,72±1,15    | 97,20±1,10    |
| Тромбоциты, $10^9/л$          | 160–430   | 95,67±0,53    | 108,60±0,76   |
| Гематокрит                    | 37–54     | 32,47±0,42    | 31,52±0,74    |
| Эозинофилы, %                 | 3–9       | 8,76±0,30     | 8,43±0,35     |
| Юные нейтрофилы, %            | –         | 3,52±0,07     | 3,52±0,14     |
| Палочкоядерные нейтрофилы, %  | 1,0–6,0   | 2,74±0,24     | 2,88±0,34     |
| Сегментоядерные нейтрофилы, % | 43,0–72,0 | 40,15±1,26    | 41,69±2,24    |
| Лимфоциты, %                  | 21,0–40,0 | 34,23±0,10    | 33,85±0,17    |
| Моноциты, %                   | 1,0–5,0   | 11,72±0,18    | 11,46±0,13    |



о средней тяжести заболевания [14–16]. Гематологические показатели указывают, что у собак, больных бабезиозом, на фоне разрушения эритроцитов, токсикоза продуктами распада жизнедеятельности бабезий происходит нарушение дыхательной функции крови, что ведет к гипоксии тканей и органов организма.

При изучении лейкоцитарного профиля крови больных собак (табл. 1) выяснено, что уровень клеток эозинофилов достаточно высокий, в первой группе он был ниже верхней границы нормы на 2,7 процентных пункта (п. п.), а во второй группе меньше верхней границы нормы на 6,3 процентных пункта, то есть почти на грани патологических изменений. Эозинофилия, как правило, отмечается при паразитарных болезнях и аллергических состояниях. Если сравним полученные данные со средней нормативной величиной показателя, то в первой группе увеличение содержания эозинофилов будет на уровне 46,0%, во второй группе – на 40,5%. В составе лейкоцитарной формулы отмечено появление юных нейтрофилов, что свидетельствует о нейтрофильном сдвиге влево и указывает на тяжесть патологического процесса. Содержание палочкоядерных нейтрофилов было в пределах физиологических значений. Относительное количество сегментоядерных нейтрофилов оказалось незначительно снижено: в первой группе оно составило 40,15%, во второй группе – 41,69%, что меньше значений нижней границы нормы, соответственно на 2,85 и 1,31%. Количество лимфоцитов в крови у животных обеих групп было в пределах физиологических колебаний. Однако отмечено повышение моноцитов, в первой группе уровень лимфоцитов был выше в 2,3 раза, во второй группе – в 2,2 раза по сравнению с верхней границей нормы. Увеличение числа моноцитов крови, по нашему мнению, связано с их функцией – фагоцитозом. По литературным данным,

моноцитоз характерен для протозойных инфекций, отражает повышение функциональной активности особых клеток, участвующих в поглощении болезнетворных возбудителей инвазии.

Анализ результатов исследования морфологического состава крови показывает, что у больных собак имеет место снижение дыхательной и защитной функции крови, тяжелый патологический процесс, проявляющийся в изменении показателей иммунобиологических факторов защиты.

Результаты исследования некоторых биохимических показателей сыворотки крови больных собак до лечения представлены в таблице 2.

Определение общего белка в плазме крови показало, что его содержание до лечения было в пределах физиологических значений. Исследование продуктов распада белка выявило, что содержание креатинина в сыворотке крови собак первой группы было близко к нижней границы нормы –  $135,20 \pm 1,37$  мкмоль/л, а во второй группе –  $127,64 \pm 1,60$  мкмоль/л, что на 1,3% было выше нижней границы нормы. Главным компонентом остаточного азота в организме является мочевины. У больных собак до начала лечения содержание мочевины в сыворотке крови было повышено, в первой группе оно было выше на 30,9%, во второй группе – на 13,7% по сравнению со значением верхней границы нормы, что свидетельствует о патологических процессах, связанных с почечной недостаточностью и повышенным образованием мочевины. Как известно, выраженные сдвиги в уровне мочевины обычно отмечают при нарушениях выделительной функции почек и при заболеваниях, при которых происходит усиленный распад белков.

Существует прямая связь между уровнем мочевины и функцией важных органов и тканей. Так, биохимики указывают, что мочевины,

Таблица 2 – Биохимические показатели сыворотки крови больных собак до лечения ( $X \pm S_x$ ,  $n = 5$ )

| Показатель          | Норма    | Первая группа     | Вторая группа     |
|---------------------|----------|-------------------|-------------------|
| Общий белок, г/л    | 40–73    | $68,12 \pm 1,16$  | $61,48 \pm 1,86$  |
| Креатинин, мкмоль/л | 126–200  | $135,20 \pm 2,37$ | $127,64 \pm 2,60$ |
| Мочевина, ммоль/л   | 3,5–9,2  | $12,04 \pm 0,23$  | $10,46 \pm 0,23$  |
| Билирубин, мкмоль/л | 3,0–13,5 | $16,78 \pm 0,45$  | $15,82 \pm 0,36$  |
| АсАТ, МЕ/л          | 14–42    | $54,72 \pm 1,16$  | $53,20 \pm 1,76$  |
| АлАТ, МЕ/л          | 9–52     | $64,66 \pm 1,74$  | $58,47 \pm 1,88$  |

легко проходя через плазматическую мембрану клеток и будучи осмотически активным веществом, увлекает в клетки паренхиматозных органов связанную в ней воду. Это приводит к клеточной гипергидратации и нарушению функционального состояния жизненно важных органов и тканей [7].

Лабораторное исследование показало, что у больных собак первой группы уровень билирубина был повышен на 24,3%, а во второй группе – на 17,2% по сравнению со значением верхней границы референтной величины. На наш взгляд, увеличение содержания билирубина в сыворотке крови связано с усиленным распадом эритроцитов в кровяном русле, происходящем при бабезиозе. Билирубин образуется в процессе разрушения гемоглобина в клеточных элементах системы фагоцитирующих мононуклеаров. На концентрацию билирубина также влияет воспалительный процесс в печени и почках. Известно, что размножающиеся бабезии разрушают эритроциты, а гемоглобин из разрушенных эритроцитов частично превращается в билирубин. Из-за ослабления барьерной функции печени большое количество билирубина выделяется почками, в результате чего возникает гемоглобинурия.

Определение активности ферментов аминотрансфераз (АсАТ и АлАТ) в плазме крови больных животных выявило увеличение их активности. В первой группе собак показатель активности аспаратаминотрансферазы был повышен на 30,3%, во второй группе – на 26,7%

относительно верхней границы величины физиологических значений. Активность аланинаминотрансферазы у больных собак также была повышена, в первой группе – на 24,3%, а во второй группе – на 12,4%. По литературным данным активность аминотрансфераз возрастает при патологии сердечной мышцы и печени.

Изучение полученных биохимических показателей сыворотки крови больных собак до лечения свидетельствует о том, что бабезиоз вызывает серьезные сдвиги функций ряда органов и тканей организма.

Данные о морфологическом составе крови собак после применения средств против бабезий и препаратов патогенетической и симптоматической терапии представлены в таблице 3.

По данным таблицы 3 заметно, что в ходе терапии у подопытных собак имеется тенденция по повышению содержания эритроцитов и гемоглобина крови, а также снижения количества лейкоцитов. Эти закономерности были установлены в обеих группах собак. Так, в первой группе содержание эритроцитов увеличилось на 32,9% ( $P < 0,001$ ) по сравнению с исходным уровнем, а во второй группе – на 22,5% ( $P < 0,001$ ). Одновременно с этим наблюдалось и увеличение уровня гемоглобина, его количество в первой группе повысилось на 17,9% ( $P < 0,001$ ), во второй группе – на 16,8% ( $P < 0,001$ ), по сравнению с показателями до лечения. Число лейкоцитов в крови собак первой группы уменьшилось на 4,9% ( $P < 0,001$ ), во второй группе – на 2,5% ( $P < 0,001$ ). В крови

Таблица 3 – Гематологические показатели больных собак после лечения ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ ,  $n = 5$ )

| Показатель                    | Норма     | Первая группа  | Вторая группа  |
|-------------------------------|-----------|----------------|----------------|
| Эритроциты, $10^{12}/л$       | 5,50–8,50 | 5,69±0,08***   | 5,12±0,21***   |
| Лейкоциты, $10^9/л$           | 6,0–17,0  | 16,9±0,07***   | 16,50±0,07***  |
| Гемоглобин, г/л               | 110–190   | 114,00±0,46*** | 113,52±1,16*** |
| Тромбоциты, $10^9/л$          | 117–460   | 132,40±0,64    | 123,78±0,52    |
| Гематокрит                    | 37–54     | 39,27±0,14     | 39,13±0,28     |
| Эозинофилы, %                 | 2,5–9,5   | 4,20±0,18***   | 6,02±0,13***   |
| Юные нейтрофилы, %            | –         | 1,47±0,08***   | 2,17±0,15**    |
| Палочкоядерные нейтрофилы, %  | 1–6       | 2,87±0,34      | 2,88±0,46      |
| Сегментоядерные нейтрофилы, % | 43–72     | 61,06±2,12**   | 54,20±1,86*    |
| Лимфоциты, %                  | 12,0–30,0 | 24,80±0,43***  | 27,80±0,04***  |
| Моноциты, %                   | 2,0–9,0   | 5,60±0,04***   | 6,93±0,11***   |

Примечание: величины показателей по каждой группе сравниваются с величинами до лечения; здесь и далее \* значение достоверно при  $P < 0,05$ ; \*\* при  $P < 0,01$ ; \*\*\* при  $P < 0,001$ .



животных после лечения увеличилось количество тромбоцитов: в первой группе на 38,4% ( $P < 0,001$ ) и во второй – на 29,4% ( $P < 0,001$ ). Также положительные изменения произошли с показателем гематокрита, в первой группе он увеличился на 20,9% ( $P < 0,001$ ), во второй – на 20,5% ( $P < 0,001$ ). Увеличение гематокрита свидетельствует о приспособительной реакции организма животных, направленной на улучшение снабжения тканей кислородом.

Изучение лейкоцитарной формулы показало, что после лечения отмечены позитивные сдвиги в соотношении различных видов нейтрофилов, указывающие на снижение воспалительного процесса в организме собак. В первой группе в крови собак уменьшилось число эозинофилов в 2,1 раза ( $P < 0,001$ ), юных нейтрофилов в 2,4 раза ( $P < 0,001$ ), лимфоцитов – на 9,4% ( $P < 0,001$ ) и моноцитов – в 2 раза ( $P < 0,001$ ). В то же время увеличилось количество сегментоядерных нейтрофилов на 20,9% ( $P < 0,001$ ). Во второй группе наблюдалась аналогичная картина, содержание эозинофилов снизилось на 2,7% ( $P < 0,001$ ), юных нейтрофилов – на 1,4% ( $P < 0,01$ ), лимфоцитов – на 6,4% ( $P < 0,001$ ), моноцитов – на 4,8% ( $P < 0,001$ ), при этом более значительным стало количество сегментоядерных нейтрофилов – на 14,1% ( $P < 0,05$ ), по сравнению с уровнем в начале лечения. Следует отметить, что все изменения в процентном соотношении различных видов лейкоцитов были в пределах физиологических значений, они свидетельствуют о смягчении воспалительных процессов в организме собак.

На фоне проводимой комплексной терапии у собак, болевших бабезиозом, отмечены также изменения биохимических показателей сыворотки крови (табл. 4).

Изучение биохимических показателей проб сыворотки крови собак показало незначитель-

ное увеличение общего белка по сравнению с уровнем до лечения: в первой группе – на 3,1% ( $P < 0,05$ ) и во второй группе – на 3,3%. Более выраженные сдвиги наблюдались по показателям продуктов распада белка, в первой группе содержание креатинина снизилось на 18,3% ( $P < 0,001$ ), а во второй группе – на 17,5% ( $P < 0,001$ ) по сравнению с исходным уровнем. Показатели мочевины в сыворотке крови у животных первой группы после лечения снизились на 30,8% ( $P < 0,001$ ), во второй группе – на 29,1% ( $P < 0,001$ ). Также было установлено снижение такого показателя, как общий билирубин, который характеризует пигментный обмен: в первой группе – на 39,0% ( $P < 0,001$ ), во второй группе – на 35,9% ( $P < 0,001$ ). Исследование активности ферментов переаминирования показало, что лечение способствовало нормализации показателей АсАТ и АлАТ. В первой группе активность АсАТ снизилась на 22,8% ( $P < 0,001$ ), во второй группе – на 13,8% ( $P < 0,05$ ) по сравнению с значениями в начале терапии. Также отмечена тенденция снижения активности АлАТ: в первой группе – на 22,3% ( $P < 0,001$ ), во второй группе – на 19,1% ( $P < 0,01$ ), что указывает косвенно на нормализацию биохимических процессов в тканях печени и миокарда.

Обобщение результатов исследования показывает, что у больных собак имеет место снижение дыхательной и защитной функции крови, тяжелый патологический процесс, проявляющийся в изменении показателей иммунобиологических факторов защиты. Гипоксия и эндогенный токсикоз вызывают нарушение деятельности органов, в том числе почек, печени, легких. Так, повышенный уровень мочевины говорит о высокой токсической нагрузке на основной выделительный орган – почки, на поражение печени указывает высокая активность основных ферментов переаминирования.

Таблица 4 – Биохимические показатели сыворотки крови больных собак после лечения ( $\bar{X} \pm S_x$ ,  $n = 5$ )

| Показатель          | Норма    | Первая группа  | Вторая группа  |
|---------------------|----------|----------------|----------------|
| Общий белок, г/л    | 40–73    | 70,20±1,93*    | 63,50±2,10     |
| Креатинин, мкмоль/л | 126–200  | 110,52±2,92*** | 105,25±2,63*** |
| Мочевина, ммоль/л   | 3,5–9,2  | 8,33±0,14***   | 7,42±0,11***   |
| Билирубин, мкмоль/л | 3,0–13,5 | 10,23±0,36***  | 10,15±0,23***  |
| АсАТ, МЕ/л          | 14–42    | 42,24±1,15***  | 45,86±1,83*    |
| АлАТ, МЕ/л          | 9–52     | 50,23±2,12***  | 47,33±1,97**   |

Лечение было направлено на уничтожение одноклеточных паразитов у собак, больных бабезиозом, на снятие интоксикации и восстановление физиологических функций организма животных. Патогенетическая и симптоматическая терапия включала солевые растворы, витамины, сердечные препараты, гепатопротекторы. Больным животным создавали хорошие условия кормления и содержания. Для характеристики состояния подопытных собак в начале лечения были изучены морфологические и биохимические показатели крови. В патогенезе бабезиоза большое значение имеет разрушение эритроцитов и токсическое воздействие паразитов на центральную нервную систему и жизненно важные функции организма. Разрушение бабезиями эритроцитов сказывается в обеднении крови гемоглобином, следствием чего является анемия, бледность всех видимых слизистых оболочек у животных, а иногда даже и желтушность от пигментов из распадающегося гемоглобина эритроцитов. Уменьшение количества эритроцитов вызывает и изменение нормального газообмена, кислородное голодание клеток организма, расстройство их нормальных функций и расстройство обмена веществ. В связи с этим в схемах лечения применялись препараты, направленные на восстановление нарушенных функций органов и тканей.

Лечение собак было проведено своевременно, что позволило предупредить гибель животных. При комплексном лечении и проведении химиотерапии пиростопом у собак состояние животных улучшилось на третьи-четвертые сутки. При комплексном лечении и проведении специфической терапии препаратом неозидин М основные клинико-физиологические показатели организма собак восстановились на четвертые-пятые сутки. Лабораторное исследование крови собак после лечения свидетельствует о нормализации основных гематологических и биохимических показателей.

Одним из критериев, определяющих целесообразность лечебных мероприятий, является экономическое обоснование [8]. Расчеты показали, что у обеих схем лечения с препаратами неозидин М и пиростоп экономическая эффективность на 1 рубль затрат практически одинаковая (66 руб. и 67 руб.).

### Выводы

Анализ результатов исследования свидетельствует, что способ химиотерапии с ис-

пользованием препарата пиростоп в сочетании с патогенетическим и симптоматическим лечением более предпочтителен, дает лучший результат. Другой способ химиотерапии бабезиоза с применением неозидина М в качестве противопротозойного препарата также обеспечивает хороший терапевтический индекс при комплексном подходе к лечению кровепаразитарного заболевания собак. Таким образом, установлено, что лечение собак, больных бабезиозом, по схеме с пиростопом наиболее эффективно.

### Рекомендации

Результаты исследований могут быть использованы при выборе оптимальной комплексной схемы лечения бабезиоза у породистых собак в ветеринарных клиниках на Урале.

### Список литературы

1. Акимов Д. Ю., Романова Е. М., Шадыева Л. А. Сравнительная оценка эффективности препаратов на основе имидакарба и диминазина при бабезиозе // Вестник Ульяновской ГСХА. № 3. 2016. С. 49–54.
2. Бабезиоз собак / В. В. Белименко, В. Т. Заблочкий, А. Р. Саруханян, П. И. Христиановский // Российский ветеринарный журнал. Мелкие домашние и дикие животные. 2012. № 2. С. 42–46.
3. Белименко В. В., Саруханян А. Р., Христиановский П. И. Бабезиоз собак в Российской Федерации // JSAP Российское издание. 2013. Т. 4. № 6. С. 43–46.
4. Бутова М. Х., Васильев А. А., Лутфуллин М. Н. Эффективность лечебно-профилактических мероприятий при бабезиозе собак // Актуальные вопросы биотехнологии и ветеринарных наук: теория и практика : матер. нац. науч. конф. Института ветеринарной медицины (Троицк, 2020) / под ред. д-ра биол. наук, доцента С. А. Гриценко. Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2020. С. 17–25.
5. Георгиу Х., Расстригин А. Е. Методы диагностики бабезиоза собак (*B. canis*) // Материалы Одиннадцатого Междунар. ветеринар. конгресса (г. Москва, 17–19 апреля 2003 г.). М., 2003. С. 24–25.
6. Георгиу Х., Белименко В. В. Современные методы диагностики и терапии бабезиоза собак // Российский ветеринарный журнал. Мелкие домашние и дикие животные. 2015. № 2. С. 35–37.



7. Гизатуллина Ф. Г. Оценка эффективности лечения бабезиоза собак препаратами Пиростоп и Азидин // АПК России. 2019. Т. 26. № 3. С. 417–423.
8. Методология определения экономической эффективности ветеринарных мероприятий при болезнях мелких непродуктивных животных / Н. А. Журавель, Н. М. Колобкова, П. Н. Щербаков, В. В. Журавель // Ветеринарный врач. 2018. № 5. С. 26–31.
9. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики : справочник / И. П. Кондрахин [и др.] М. : Колос, 2004. 520 с.
10. Новак М. Д., Никулина О. Ю., Енгалшев С. В. Методические положения по диагностике, лечению и профилактике бабезиоза собак в Центральном районе Российской Федерации // Российский паразитологический журнал. 2016. Т. 37. Вып. 3. С. 414–420.
11. Паразитология и инвазионные болезни сельскохозяйственных животных : учебник / К. И. Абуладзе [и др.] ; под ред. К. И. Абуладзе. М. : Колос, 1982. 496 с.
12. Паразитология и инвазионные болезни животных / М. Ш. Акбаев [и др.]. М. : Колосс, 2008. 776 с.
13. Пожарова Н. Н. Пироплазмоз собак (эпизоотическая ситуация, некоторые аспекты патогенеза, лечение и профилактика) : автореф. дис. ... канд. ветеринар. наук. Ставрополь, 2005. 23 с.
14. Самойлова Е. С., Дерхо М. А. Алгоритм биохимической оценки функций печени при бабезиозе собак // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2012. Т. 4. № 25. С. 73–77.
15. Самойлова Е. С., Дерхо М. А. Из опыта применения антиоксидантов в комплексной схеме лечения бабезиоза собак // Ветеринарный врач. 2009. № 1. С. 13–16.
16. Самойлова Е. С. Некоторые биохимические аспекты патогенеза бабезиоза собак // Материалы XXVII Московского Междунар. ветеринар. конгресса. М., 2009. С. 52–55.
17. Смирнов А. А., Федосов А. А., Климов П. В. Препарат Пиро-Стоп – современное и эффективное решение в борьбе с кровепаразитарными болезнями животных // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2011. № 1. С. 45–47.

---

**Гизатуллина Фирдаус Габдрахмановна**, д-р биол. наук, профессор кафедры инфекционных болезней, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: [gizatullina-f@mail.ru](mailto:gizatullina-f@mail.ru).

**Рыбьянова Жанна Сергеевна**, аспирант кафедры естественнонаучных дисциплин, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: [khimeugavm@inbox.ru](mailto:khimeugavm@inbox.ru),

**Сиренко Светлана Владимировна**, доцент кафедры незаразных болезней, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: [sirenko45@mail.ru](mailto:sirenko45@mail.ru).

**Зулфонов Шодибек Туракулович**, студент 5-го курса, факультет ветеринарной медицины, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: [rshodibek@list.ru](mailto:rshodibek@list.ru).

\* \* \*

## **ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕТИЛСИЛОКСАНА ПОЛИГИДРАТА НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ НОВОРОЖДЕННЫХ ТЕЛЯТ**

**Л. В. Клетикова, В. Г. Турков, Н. Н. Якименко, М. С. Маннова, Н. П. Шишкина**

Современные технологии выращивания телят требуют применения экологически безопасных биологически активных веществ, эффективность действия которых можно оценить по их влиянию на метаболизм. Для этого достаточно провести анализ сыворотки крови с привлечением биохимических анализаторов. У новорожденных телят сыворотка крови отличается высоким содержанием креатинина, общего билирубина и альбумина. В процессе роста, к 5-суточному возрасту, в сыворотке повышается активность трансаминаз, щелочной фосфатазы до 851,6 Ед/л, увеличивается уровень холестерина до 1,08 ммоль/л, глюкозы – 3,88 ммоль/л, глобулинов – 42,72 г/л, мочевины – 3,16 ммоль/л, кальция – 2,98 ммоль/л, фосфора – 2,66 ммоль/л. У 15-суточных телят в сыворотке отмечается снижение энзиматической активности, креатинина до 89,02 мкмоль/л; увеличение глюкозы и фосфора, соответственно, до 4,47 ммоль/л и 2,9 ммоль/л, общего белка до 76 г/л за счет альбумина. Выпойка взвеси ПМС ПГ после вечернего кормления уже на 5-е сутки снизила содержание креатинина до 89,38–105,6 мкмоль/л, на 15-е сутки – до 74,7–92,98 мкмоль/л, мочевины – 1,67–2,86 и 1,97–2,58 ммоль/л; общего билирубина – до 2,10–2,94 и 1,97–2,58 ммоль/л, соответственно. Взвесь стимулировала повышение глюкозы и магния; к 5- и 15-суточному возрасту аналогично увеличение холестерина до 1,12–1,57 и 1,57–1,76 ммоль/л; кальция до 2,57–2,8 и 3,18–3,34 ммоль/л; фосфора – до 2,32–2,52 и 2,33–2,63 ммоль/л. Препарат стабилизировал альбумин-глобулиновое соотношение, содержание триглицеридов, активность трансаминаз, снизил к 15-суточному возрасту содержание щелочной фосфатазы до 299,4–383,9 Ед/л. Оптимальное действие взвеси полиметилсилоксана полигидрата в дозе 0,5 г/кг живой массы отмечено до 5-суточного возраста, в дозе 0,1–0,3 г/кг – от 5- до 15-суточного возраста, что можно рекомендовать для промышленных условий выращивания телят.

*Ключевые слова:* новорожденные телята, сыворотка крови, полиметилсилоксана полигидрата, доза, обмен веществ.

Индустриализация процессов на животноводческих предприятиях требует пластичности молодняка к меняющимся технологическим условиям. Функциональное состояние новорожденного подвержено динамичным перестройкам, которые в норме сопровождаются адаптацией всех систем организма, обеспечивая адекватное их функционирование во внеутробной жизни [1]. Тем не менее, стартовый период – период новорожденности для телят является первым критическим периодом постнатального онтогенеза. В этот период весьма важным становится поддержка устойчивости животных на высоком уровне [2], что достигается применением различных биологически активных веществ [3–7].

Новорожденные животные в видовом аспекте рождаются с широким варьированием физиологических констант [8], что требует от врача постоянного мониторинга жизненно важных показателей и проведения диагностических лабораторных исследований. Кровь служит одним из объектов интерьерных исследований телят, поскольку эта подвижная ткань представляет собой посредника в обмене веществ [9]. В свою очередь обмен веществ обеспечивает все остальные функции организма. У новорожденных животных обмен веществ имеет ряд особенностей, которые существенно отличают его от организма взрослого животного [10].



**Цель исследования** – изучить особенности обмена веществ у телят в период новорожденности на фоне применения полиметилсилоксана полигидрата (ПМС ПГ).

#### **Условия, материалы и методы**

Исследование проведено в 2020 г. на кафедре акушерства, хирургии и незаразных болезней животных Ивановской ГСХА. В эксперимент включены новорожденные телята костромской породы, полученные от коров 3–4-летнего возраста. Животные доморощенные, содержание и кормление телят осуществлялось по стандартной технологии, предусмотренной в хозяйстве. В соответствии с планом ветеринарных мероприятий всем телятам в первые сутки жизни была введена сыворотка против пастереллеза, сальмонеллеза, эшерихиоза, парагриппа-3 и инфекционного ринотрахеита крупного рогатого скота. Сыворотку вводили в соответствии с наставлением по применению.

Для достижения цели исследования было сформировано 4 группы из телят-аналогов. В каждую группу включено по 12 животных. Первая, контрольная группа телят, от момента рождения до 5-суточного возраста получала молозиво, затем молоко в соответствующем возрасту объеме. Опытные группы, 2, 3 и 4, кроме молочных продуктов в течение всего эксперимента через 2 часа после последнего кормления получали взвесь полиметилсилоксана полигидрата (ПМС ПГ) в дозах 0,1 г/кг, 0,3 г/кг

и 0,5 г/кг живой массы, соответственно (см. рис. 1). ПМС ПГ – биологически активный препарат, содержащий в своем составе метилрадикалы и кремний. Кремний – эссенциальный элемент, который является регулятором многих метаболических процессов, протекающих в организме, а также служит инициатором кальцификации, что весьма актуально для молодых, растущих животных [11]. Метильные группы, обладая гидрофобными, поглотительными и защитными свойствами, способны снижать риск эндо- и экзотоксемии.

Введение сыворотки против пастереллеза, сальмонеллеза, эшерихиоза, парагриппа-3 и инфекционного ринотрахеита крупного рогатого скота в сложный адаптационный период после рождения является показанием для применения ПМС ПГ.

Кровь для анализа получали из яремной вены: у новорожденных телят перед первой выпойкой молозива; у 5- и 15-суточных – в утренние часы (до кормления). Отбор проб крови проводили в специальные вакуумные пробирки с активатором свертывания, исследование выполняли на биохимическом анализаторе ВА-88А. В качестве референсных величин приняты среднестатистические данные, установленные на данном оборудовании у здорового молодняка крупного рогатого скота ( $n = 1000$ ). Биометрическую обработку результатов проводили с помощью табличного процессора Excel.

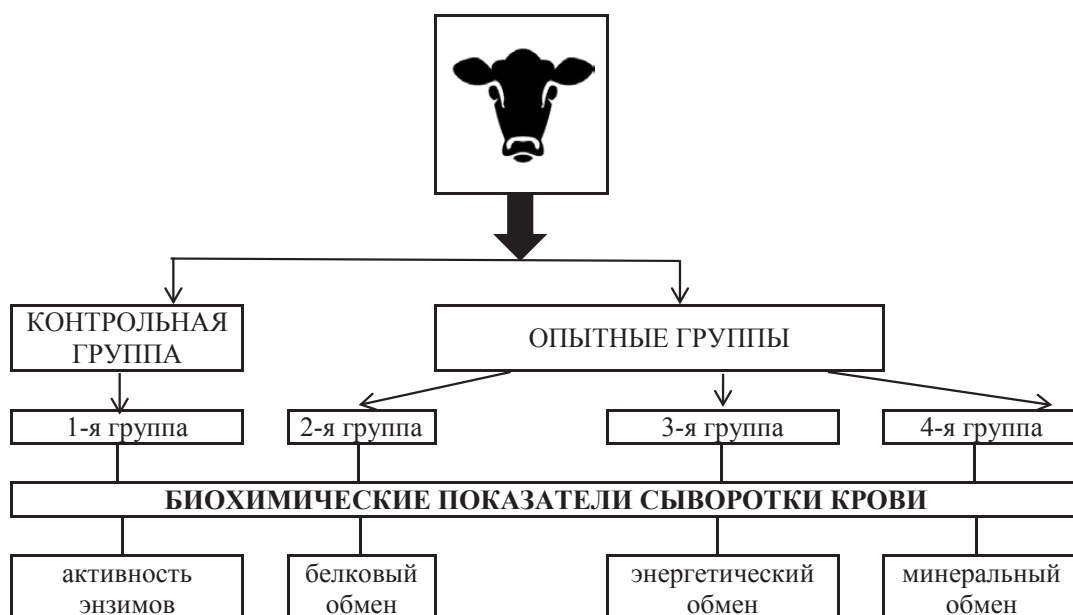


Рис. 1. Схема проведения эксперимента



### Результаты исследования

Первостепенное значение в оценке функции метаболических процессов имеют ферменты, поскольку именно они ускоряют превращение веществ, поступающих в организм, и регулируют биохимические процессы, в том числе в ответ на изменяющиеся условия.

Значимым интегральным показателем для новорожденных телят является активность трансаминаз: аспартат- и аланинаминотрансферазы. АСТ и АЛТ участвуют в аминокислотном и энергетическом обмене, обеспечивая глюконеогенез, поддерживают организм в работоспособном состоянии в периоды голодания или дефицита питательных веществ.

На фоне содержания АСТ у новорожденных телят равно 55,66 Ед/л, у 5-суточного молодняка 1-й и 4-й групп отмечено недостоверное повышение активности фермента, тогда как во 2-й и 3-й группах отмечено снижение его активности, соответственно, на 23,1 и 11,4% ( $p \leq 0,05$ ) (табл. 1). У 15-суточных телят наиболее значительное снижение активности фермента отмечено в 3-й (на 31,9%) и 4-й (на 35,6%) группах по сравнению с первоначальным показателем ( $p \leq 0,05$ ).

У новорожденных телят активность АЛТ была низкая и составила 11,74 Ед/л, так как клетки печени не испытывали ощутимую нагрузку. У 5-суточных телят произошло повышение активности фермента, что наиболее выражено у телят 1-й и 3-й групп, где АЛТ увеличилась на 49,6 и 56,9% соответственно ( $p \leq 0,05$ ). На 15-е сутки в 1-й, 3-й и 4-й группах отмечено снижение активности фермента, тогда как во 2-й группе его содержание достоверно увеличилось на 25,7% по сравнению с предыдущим сроком исследования. У 15-суточных телят 2-й

и 3-й опытных групп не выявлено достоверной разницы в активности АЛТ.

Несмотря на то, что щелочная фосфатаза образуется во всех тканях, для новорожденных телят этот показатель сопоставим с формированием и обновлением костной ткани. Известно, что чем выше активность остеобластов, тем выше активность щелочной фосфатазы в крови [12]. У телят на 5-е сутки произошло повышение концентрации щелочной фосфатазы в сыворотке крови, в частности, у телят 1-й группы на 50,6%, 2-й группы – на 48,9%, 3-й группы – на 24,9% и 4-й группы – на 7,9% ( $p \leq 0,05$ ). На 15-е сутки наблюдалось снижение активности фермента, что является физиологически закономерным процессом.

Качественные и количественные изменения обменных процессов, наблюдаемые в период новорожденности у телят, происходят в соответствии с генетической программой развития и потребностями организма. Ферментативные системы, участвующие в глюконеогенезе и гликолизе в эмбриональный период развития, неактивны [13], поэтому у новорожденных телят уровень глюкозы в крови относительно низкий (рис. 2). Введение новорожденным телятам ПМС ПГ снизило токсическую нагрузку на печень, которая является основным местом синтеза эндогенной глюкозы, что выразилось в повышении концентрации глюкозы в сыворотке крови у 5-суточных телят опытных групп.

На 15-е сутки у телят 2–4 групп отмечено недостоверное снижение глюкозы, ее содержание составило 5,30–5,36 ммоль/л, в то же время у контрольной группы телят отмечено ее повышение на 23,2% ( $p \leq 0,05$ ) относительно предыдущего срока исследования. Динамика глюкозы в крови, вероятно, связана с функциональной

Таблица 1 – Динамика активности ферментов у телят контрольной и опытных групп,  $n = 12$ ,  $M \pm m$ , Ед/л

| Показатель         | Группы телят, возраст |            |            |            |            |            |            |            |            |
|--------------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                    | новорожденные         | 1          |            | 2          |            | 3          |            | 4          |            |
|                    |                       | 5          | 15         | 5          | 15         | 5          | 15         | 5          | 15         |
| АСТ                | 55,66±2,19            | 57,18±1,22 | 48,72±2,10 | 42,82±3,98 | 45,62±1,98 | 49,32±1,52 | 37,92±1,14 | 57,30±1,44 | 35,84±2,19 |
| АЛТ                | 11,74±1,63            | 17,56±0,82 | 14,60±0,76 | 13,62±1,74 | 17,12±0,22 | 18,43±0,86 | 17,54±0,19 | 16,80±0,24 | 15,22±0,54 |
| Щелочная фосфатаза | 565,54±57,37          | 851,6±24,7 | 561,7±9,00 | 841,9±23,4 | 383,9±5,70 | 706,2±13,6 | 311,5±4,03 | 610,3±4,63 | 299,4±7,99 |



активностью гормонов, регулирующих ее метаболизм.

К 5-суточному возрасту наблюдалось повышение уровня холестерина, особенно у телят 2-й группы – до 1,40 ммоль/л. В дальнейшем его уровень также повышался, что наиболее выражено у телят в 3-й и 4-й группах (рис. 2). Повышение синтеза холестерина у телят в период постэмбрионального развития обусловлено формированием тканевых структур, в частности клеточных мембран, а также синтетическими процессами (синтез стероидов, гормонов коры надпочечников, витамина D). Поскольку 30% кремния, находящегося в организме, химически связано с липидами, то введение в организм телят ПМС ПГ стимулировало синтез холестерина у телят опытных групп, улучшая тем самым состояние волосяного покрова, роговых образований, связочного аппарата.

У 5-, 15-суточных телят в контрольной группе не произошло значимого изменения содержания триглицеридов. Во 2-й группе 5- и 15-суточных телят отмечено постепенное снижение триглицеридов, соответственно, на 28,1% и 43,8% ( $p \leq 0,05$ ). В 3-й группе у 5-суточных телят выявлено повышение триглицеридов на 31,3% и последующее снижение на 21,4%, тогда как у телят 4-й группы на 5-е сутки

обнаружено снижение показателя на 40,6% с последующим увеличением на 15-е сутки на 52,6% ( $p \leq 0,01$ ).

Неустойчивость обменных процессов в период новорожденности у телят проявляется лабильностью исследованных биохимических показателей.

В связи с увеличением массы тела и развитием внутренних органов в организме возникают специфические потребности в пластическом материале, что и обуславливает высокую интенсивность анаболизма. Внеутробное питание стимулировало увеличение общего белка, соответственно, и его фракций в сыворотке крови (табл. 2). У 5-суточных телят 3-й группы уровень белка увеличился на 40,9%, в то же время у 2-й группы только на 18,7% ( $p \leq 0,05$ ). У телят 1-й группы на фоне введения сыворотки произошло увеличение глобулинов, что повлекло снижение альбумин-глобулинового коэффициента.

У 15-суточных телят контрольной группы регистрировалось увеличение общего белка относительно первоначального и предыдущего показателей. Повышение уровня общего белка обусловлено возрастанием альбуминовой фракции, что повлекло рост альбумин-глобулинового коэффициента до референсного значения.

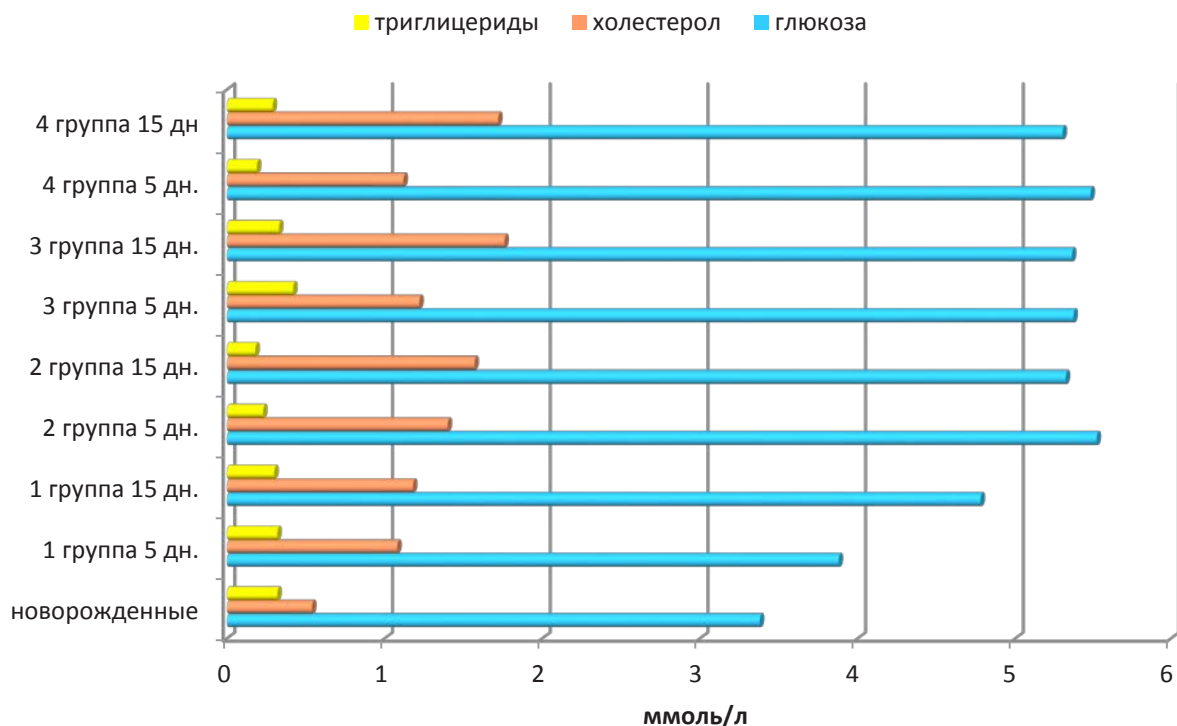


Рис. 2. Динамика показателей энергетического обмена у телят контрольной и опытной групп

В опытных группах отмечалось снижение общего белка в сыворотке крови, стабилизация альбумин-глобулинового соотношения. Достоверной разницы между этими показателями в опытных группах не установлено.

Креатинин – традиционный биомаркер функции почек. Креатинин способен не только фильтроваться в клубочках, но и секретироваться и реабсорбироваться в канальцах [14]. Высокий уровень креатинина после рождения постепенно снижался. Наиболее стремительное снижение его концентрации отмечено у 5-суточных телят 2-й группы (34,8%). На 15-е сутки жизни телят также отмечено уменьшение концентрации креатинина в сыворотке крови, что более выражено у телят 4-й группы: относительно предыдущего срока исследования показатель снизился на 25,7% ( $p \leq 0,05$ ).

Мочевина выступает основным продуктом распада белков. К 5-м суткам ее концентрация в сыворотке крови у телят 1-й, 2-й и 4-й групп повысилась, у 3-й группы телят – снизилась на 16,5%. К 15-суточному возрасту ее количество по-прежнему выше первоначального показателя, но меньше, чем у телят 5-суточного возраста 1-й, 2-й и 4-й групп, соответственно, на 9,5%; 20,2% и 9,8% ( $p \leq 0,05$ ). В то же время у телят 3-й группы содержание мочевины увеличилось на 28,1%.

Билирубин образуется в селезенке и костном мозге при распаде эритроцитов. Содержание этого пигмента у новорожденных телят больше, чем при последующем наблюдении, что соответствует критериальным возрастным нормам. Наиболее интенсивное снижение общего билирубин отмечалось на 5-е сутки в 3-й группе. Вероятно, доза 0,3 г/кг ПМС ПГ являлась оптимальной для связывания и более быстрого выведения билирубина. Во 2-й и 3-й группах у 15-суточных телят не установлено достоверного изменения показателя.

В 1-й и 4-й группах у 15-суточных телят меньше содержание билирубина, чем у 5-суточных на 13,5% и 19,1% соответственно ( $p \leq 0,05$ ).

Минеральный обмен у молодняка определяет не только развитие костной системы, но и функционирование систем организма, так как макро- и микроэлементы входят в состав биологически активных веществ, определяющих скорость ана- и катаболических процессов.

Анализируя изменение общего кальция и неорганического фосфора в сыворотке крови, установили, что у 5-суточных телят 1-й, 2-й, 3-й и 4-й групп содержание фосфора увеличилось пропорционально на 38,5; 23,9; 31,3 и 20,8% ( $p \leq 0,01$ ), тогда как уровень кальция повысился в 1-й группе на 8,0 ( $p \leq 0,05$ ), снизился во 2-й группе – на 6,9% ( $p \leq 0,05$ ), в 3-й и 4-й группах

Таблица 2 – Динамика азотистого и белкового обмена у телят контрольной и опытных групп,  $n = 12$ ,  $M \pm m$

| Показатель                | Группы телят, возраст |            |            |            |            |            |            |            |            |
|---------------------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                           | новорожденные         | 1          |            | 2          |            | 3          |            | 4          |            |
|                           |                       | 5          | 15         | 5          | 15         | 5          | 15         | 5          | 15         |
| Общий белок, г/л          | 56,46±1,59            | 70,80±2,24 | 76,00±3,04 | 67,02±2,24 | 66,27±1,38 | 79,58±0,88 | 67,00±1,16 | 72,84±1,79 | 64,50±1,32 |
| Альбумин, г/л             | 32,86±1,85            | 28,08±1,86 | 34,62±0,53 | 35,32±1,12 | 32,73±0,73 | 36,98±0,98 | 32,66±0,74 | 33,62±0,42 | 31,4±0,76  |
| Глобулины, г/л            | 23,60±1,20            | 42,72±3,06 | 41,38±2,54 | 31,70±1,47 | 33,53±0,66 | 42,60±1,00 | 34,33±0,49 | 39,18±1,86 | 33,10±0,64 |
| А/Г, %                    | 1,40±0,13             | 0,66±0,08  | 0,84±0,04  | 1,11±0,04  | 0,98±0,01  | 0,84±0,08  | 0,95±0,02  | 0,86±0,05  | 0,94±0,02  |
| Креатинин, мкмоль/л       | 139,72±4,86           | 110,4±4,61 | 89,02±2,76 | 91,1±5,63  | 92,98±3,35 | 105,6±2,40 | 89,38±2,62 | 100,6±2,90 | 74,70±1,76 |
| Мочевина, ммоль/л         | 2,00±0,41             | 3,16±0,31  | 2,86±0,13  | 2,47±0,17  | 1,97±0,20  | 1,67±0,07  | 2,14±0,21  | 2,86±0,27  | 2,58±0,26  |
| Общий билирубин, мкмоль/л | 4,06±0,19             | 4,00±0,20  | 3,46±0,19  | 2,83±0,19  | 2,92±0,12  | 2,10±0,24  | 2,28±0,08  | 2,94±0,19  | 2,38±0,14  |



достоверных изменений не выявлено (рис. 3). У 15-суточных телят опытных групп уровень кальция соответствовал 3,18–3,34 ммоль/л, в контрольной – 2,98 ммоль/л. Для телят важно не только содержание, но и соотношение кальция и фосфора в сыворотке крови. У новорожденных телят кальций-фосфорное соотношение составило 1,44:1, у 15-суточных телят 1-й группы 0,97:1, второй – 1,43:1; третьей – 1,27:1; четвертой – 1,34:1.

Изменение содержания кальция и фосфора в крови при введении ПМС ПГ телятам еще раз подчеркивает регулирующее влияние компонентов, входящих в его состав, на способность поддерживать равновесие с кальцием и регулировать метаболизм фосфора [15].

Весьма значимым элементом для телят является магний, так как обладает антистрессовым эффектом, а его дефицит приводит к дезадаптации, нервным расстройствам, нарушению усвоения питательных веществ, нарушению развития, стрессу [16]. Содержание магния у новорожденных телят находилось на нижней границе физиологического уровня. У 5-суточных телят 1-й группы его содержание снизилось на 14,6%, у телят 2-й и 3-й групп наметилась тенденция к его повышению. У 15-суточных телят 2-й и 3-й групп отмечено повышение концентрации магния на 7,3 и 12,2% соответственно

( $p \leq 0,05$ ), у телят 4-й группы показатель остался без изменений (см. рис. 3).

### Заключение

Анализ результатов эксперимента показал значительную вариабельность показателей у телят в период новорожденности. Лабильность обмена веществ обусловлена морфологической незрелостью и функциональной неполноценностью регуляторных механизмов. Тем не менее, применение ПМС ПГ на фоне введенной сыворотки против пастереллеза, сальмонеллеза, эшерихиоза, парагриппа-3 и инфекционного ринотрахеита крупного рогатого скота способствовало нормализации энзиматической активности, белкового коэффициента, снижению концентрации креатинина, мочевины, общего билирубина, стимуляции энергетического обмена, установлению реципрокности между глюкозой и триглицеридами, активации минерального обмена.

Таким образом, полиметилсилоксана полигидрат проявил свойства адаптогена, способствовал более быстрому выведению промежуточных метаболитов (билирубина, продуктов распада азотистых оснований и др.), не оказал отрицательного влияния на всасывание минеральных веществ, предотвратил развитие эндотоксикоза.

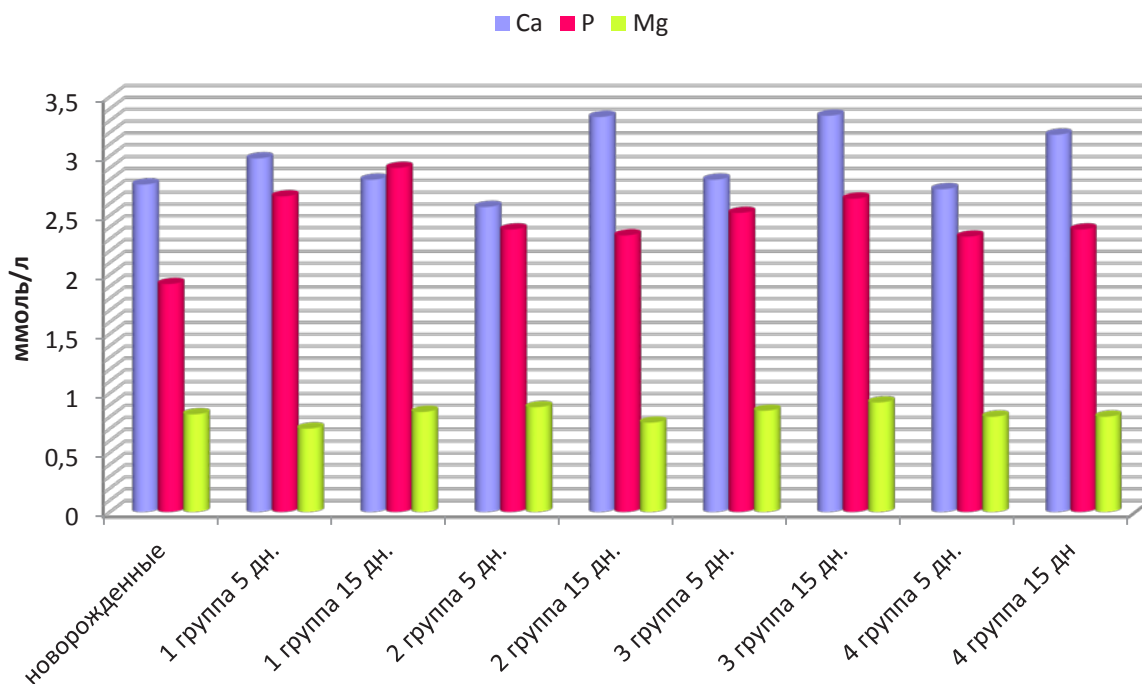


Рис. 3. Динамика показателей минерального обмена у телят контрольной и опытной групп

На основании полученных новых данных считаем целесообразным применение телятам от 1- до 5-суточного возраста взвеси ПМС ПГ в дозе 0,5 г/кг живой массы, с 5- до 15-суточного возраста – в дозе 0,1–0,3 г/кг массы после вечернего кормления.

### Список литературы

1. Крапивина Е. В. Физиологические характеристики гемостаза у новорожденных телят, полученных от длительно хозяйственно используемых коров // Образовательный вестник «Сознание». 2017. Т. 19 (3). С. 15–18.
2. Алимов А. М., Сайфутдинов Р. Ф., Микрюкова Е. Ю. Влияние «Стимулина» на физиологическое состояние и резистентность сухостойных коров и телят // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2017. Т. 232 (4). С. 5–8.
3. Донник И. М., Неверова О. П., Горелик О. В. Качество молозива и сохранность телят в условиях использования природных энтеросорбентов // Аграрный вестник Урала. 2016. № 7 (149). С. 4–7.
4. Павленко О. Б. Влияние пробиотиков на молозиво и клиническое состояние новорожденных телят при терапии мастита у коров // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2015. № 2. С. 51–53.
5. Синельщикова Д. И., Клетикова Л. В. Адаптивные возможности телят на фоне применения биологически активной кормовой добавки, содержащей низкомолекулярные вещества // БИО. 2019. № 11. С. 8–11.
6. Современные иммуномодуляторы для крупного рогатого скота / А. В. Санин [и др.] // Ветеринария. 2012. № 11. С. 9–12.
7. Харитонов Л. В., Морозов А. Н., Харитонов О. В. Влияние тимогена на становление неспецифической резистентности у телят-молочников // Проблемы биологии продуктивных животных. 2012. № 2. С. 42–48.
8. Лотц К. Н. Физиологические особенности постнатальной адаптации телят красной степной породы с разной степенью физиологической зрелости при рождении : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2010. 20 с.
9. Горелик А. С., Горелик О. В., Лиходевская О. Е. Изменение морфологических и иммунологических показателей крови телят при применении Альбит-Био // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 3. С. 53–59.
10. Скорых Е. О. Обмен веществ у новорожденных телят в норме и при диспепсии : автореф. дис. ... канд. вет. наук. Барнаул, 2015. 20 с.
11. Физиологическая роль кремния / Л. А. Мансурова [и др.] // Сибирский медицинский журнал. 2009. № 7. С. 16–18.
12. Биссвангер Х. Практическая энзимология : учеб. пособие / пер. с англ. канд. х. н. Т. П. Мосоловой ; с предисл. д. х. н. проф. А. В. Левашова. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. 328 с.
13. Иванов Д. О., Евтюков Г. М. Нарушение обмена глюкозы у новорожденных // Детская медицина Северо-Запада. 2011. Т. 2. № 1. С. 68–91.
14. Вандер А. Физиология почек / пер. с англ. Г. А. Лапис. СПб. : Питер, 2000. 256 с.
15. Колесников М. П. Формы кремния в растениях // Успехи современной химии. 2001. Т. 41. С. 301–332.
16. Дефицит магния как проблема стресса и дезадаптации у детей / О. А. Громова, И. Ю. Трошин, Т. Р. Гришина, Л. Э. Федотова // РМЖ. 2012. С. 813.

---

**Клетикова Людмила Владимировна**, д-р биол. наук, доцент, профессор кафедры акушерства, хирургии и незаразных болезней животных, ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА.

E-mail: doktor\_xxi@mail.ru.

**Турков Владимир Георгиевич**, д-р ветеринар. наук, профессор, заведующий кафедрой акушерства, хирургии и незаразных болезней животных ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА.

E-mail: professor-turkov@yandex.ru.

**Якименко Нина Николаевна**, канд. ветеринар. наук, доцент, доцент кафедры акушерства, хирургии и незаразных болезней животных, ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА.

E-mail: ninayakimenko@rambler.ru.



**Маннова Мария Сергеевна**, канд. биол. наук, доцент кафедры акушерства, хирургии и незаразных болезней животных, ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА.

E-mail: [mannova09@yandex.ru](mailto:mannova09@yandex.ru).

**Шишкина Наталья Петровна**, студент 5-го курса факультета ветеринарной медицины и биотехнологии, ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА.

E-mail: [nataliavek@yandex.ru](mailto:nataliavek@yandex.ru).

\* \* \*

УДК 619:616-092.19:636.22/.28

## **ХАРАКТЕРИСТИКА МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ, ИМЕЮЩИХ РАЗНУЮ СТРЕССОВУЮ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ**

**А. И. Кузнецов, Н. П. Смолякова, И. А. Лыкасова, Ф. Г. Гизатуллина**

Определение стрессовой чувствительности коров скипидарным способом, разработанным А.И. Кузнецовым и Н.П. Смоляковой (2011), позволяет провести отбор животных на стрессустойчивых, стрессомнительных и стрессчувствительных. За лактационный период в 303 дня удой у стрессомнительных и стрессчувствительных особей ниже, чем у стрессустойчивых на 7,5 и 15,7%. В период лактации у стрессустойчивых особей молочная продуктивность более равномерна, чем у стрессомнительных и стрессчувствительных. Это свидетельствует о том, что при равных технологических условиях содержания стрессустойчивые животные обладают большой конституциональной крепкостью и более высокой стрессовой устойчивостью.

*Ключевые слова:* стресс коров, стрессовая чувствительность, лактация, удой, молочная продуктивность.

Известно, что любые нарушения стереотипа содержания крупного рогатого скота всех возрастных групп снижают молочную и мясную продуктивность [1, 2].

Укрупнение численности содержания скота увеличивает число стрессорных факторов, действующих на животное. Это связано с борьбой за лидерство, с агрессией доминирующих особей, неравномерным обеспечением кормом при групповом кормлении, частыми перегруппировками, гиподинамией и пр. В частности повышение уровня шума в помещении, где содержатся животные, до 60–100 дБ ведет к изменению электроэнцефалограммы и снижению молочной и мясной продуктив-

ности от 0,6 до 11,0%, особенно выраженным в первую половину лактации. И.Н. Никитченко, С.И. Плященко и А.С. Зеньков [3] в своих исследованиях доказали, что длительное пребывание в помещении с акустическим фоном свыше 80 дБ изменяет условно-рефлекторное поведение животных, биохимический состав крови, снижает естественную резистентность и молочную продуктивность в среднем на 6,5%. Уровень громкости шума при мобильной раздаче кормов в производственном помещении составляет 80–100 дБ, который создают двигатель трактора и кормораздатчика, а также работой вакуумной установки, от которой исходит шум в 100 дБ. Шум оказывает отрицательное



влияние на удои и приросты живой массы. Снижение продуктивности на 12–24% отмечено при длительном ожидании коров в накопителе перед входом на доильную установку.

Н.М. Носков [4], изучая стрессорные воздействия, ведущие к снижению удоя и жирности молока, нарушению полового цикла, а у стельных коров к аборт, отмечает более 20 стресс-факторов. Наиболее отрицательное влияние на крупный рогатый скот оказывают низкая солнечная радиация, повышенная концентрация в воздухе помещения аммиака, сероводорода, углекислоты, окислов азота, а также фармакологические препараты, применяемые для обработки животных. Прямое влияние оказывает недокорм и перекорм животных, несбалансированные рационы, резкая смена уровня кормления, нехватка или использование очень холодной воды. Наиболее частыми отрицательными являются технологические факторы, частое взвешивание, скученность, перегруппировки, неблагоустроенное помещение, грубое обращение, гиподинамия из-за ограничения движения и др.

Эмоциональные стрессы возникают при крупногрупповом содержании в борьбе за лидерство. Доминирующие животные первыми потребляют корм и занимают лучшие места для отдыха. Животные низших рангов вынуждены больше передвигаться, им часто достается меньше корма. Беспорядочное содержание на фермах или в загонах ведет к учащению конфликтов среди животных, что приводит к эмоциональным стрессам, снижающим удои и приросты молодняка. Несмотря на большое наличие стресс-факторов в скотоводстве, наибольший ущерб от стресс-синдрома несет свиноводство и в меньшей степени скотоводство и овцеводство. В этой связи было целесообразным определить влияние стрессовой чувствительности коров на их молочную продуктивность.

### Методы исследования

Экспериментальную часть работы проводили в условиях ООО «Рассвет-Агро» Увельского района Челябинской области. Для определения молочной продуктивности были сформированы 3 группы дойных коров чернопестрой породы уральского отродия с разной стрессовой чувствительностью. В первую группу включали стрессустойчивых, во вторую стрессомнительных, в третью стрессчувствительных. Все животные находились на второй

лактации. Наблюдения проводили в течение 303 дней. Стрессовую чувствительность определяли скипидарным способом, разработанным А.И. Кузнецовым, Н.П. Смоляковой [2]. В соответствии с требованиями способа коровам внутривожно в среднюю треть шеи вводили очищенный скипидар безыгольным инъектором в дозе 0,02 мл. Ответную реакцию на введение скипидара определяли через 24 часа с момента введения препарата. Реакция читается в промежутке 24–36 часов.

В качестве показателей характера течения местного адаптационного синдрома использовали диаметр припухлости, температуру кожи в месте введения, болезненность при пальпации, утолщение кожной складки.

Диаметр припухлости и утолщение кожной складки определяли штангельциркулем, болезненность – путем реакции животного на пальпацию, повышение температуры вместе введения препарата измеряли электронным термометром.

Полученные результаты сравнивали с величинами показателей на аналогичном участке другой стороны шеи. При отсутствии местной реакции или наличии безболезненной припухлости в диаметре до 20 мм и утолщении кожной складки до 10 мм животных относили к стрессустойчивым. При наличии безболезненной припухлости в диаметре от 21 до 25 мм и утолщении кожной складки от 10,1 до 15,0 мм, без повышения температуры кожи относили к стрессомнительным. К стрессчувствительным относили коров, у которых через 24 часа после введения препарата на месте инъекции при пальпации прощупывалась болезненная припухлость в диаметре более 20 мм и утолщение кожной складки свыше 10 мм.

При тестировании животных для проведения экспериментальных наблюдений было установлено стрессчувствительных – 29,9, стрессомнительных – 16,4, стрессустойчивых – 53,7%.

Все животные в период исследований были клинически здоровыми. Содержание и кормление животных было одинаковым. Молочная продуктивность коров оценивалась на основе контрольных доек, проводимых еженедельно. Удой учитывался за 303 дня лактации от каждой коровы, в среднесуточных пробах определяли сухое вещество, СОМО, содержание жира, белка, лактозы, кальция, фосфора. Для этого использовали общепринятые методы исследований в зоотехнии и ветеринарии [5].



**Результаты исследований**

Молочная продуктивность коров представлена в таблице 1.

Из приведенных данных в таблице видно, что молочная продуктивность коров с разной стрессовой чувствительностью неодинакова. После отела в феврале среднесуточный удой у стрессустойчивых коров был в пределах  $11,4 \pm 0,28$ , стрессомнительных –  $10,8 \pm 0,32$  и стрессчувствительных –  $10,4 \pm 0,25$  кг. В результате такой продуктивности за месяц от стрессустойчивых животных было получено

$319,2 \pm 9,5$ , стрессомнительных –  $302,4$ , стрессчувствительных –  $291,2 \pm 8,4$  кг молока, что оказалось ниже, чем у стрессустойчивых, соответственно на 4,9 и 8,8%.

В последующие дни лактации молочная продуктивность коров возрастала. Однако она зависела от степени стрессовой чувствительности животных. Так, в марте у стрессустойчивых коров среднесуточный удой увеличивался до  $15,5 \pm 0,39$ , стрессомнительных –  $14,6 \pm 0,49$ , стрессчувствительных –  $13,9 \pm 0,37$  кг. За 31 день лактации от стрессустойчивых было надоено

Таблица 1 – Удой коров с разной стрессовой чувствительностью по месяцам лактации,  $n = 10$

| Показатель                    | Стрессустойчивые | Стрессомнительные  | %    | Стрессчувствительные  | %    |
|-------------------------------|------------------|--------------------|------|-----------------------|------|
| Февраль                       |                  |                    |      |                       |      |
| Удой за сутки, кг             | $11,4 \pm 0,28$  | $10,8 \pm 0,32$    | 94,7 | $10,4 \pm 0,25^*$     | 91,2 |
| Удой за месяц, кг             | $319,2 \pm 9,5$  | $302,4 \pm 8,6$    | 94,7 | $291,2 \pm 8,4^*$     | 91,2 |
| Март                          |                  |                    |      |                       |      |
| Удой за сутки, кг             | $15,5 \pm 0,39$  | $14,6 \pm 0,49^*$  | 94,1 | $13,9 \pm 0,37^*$     | 89,4 |
| Удой за месяц, кг             | $480,5 \pm 10,6$ | $452,6 \pm 11,7^*$ | 94,1 | $430,9 \pm 11,2^*$    | 89,4 |
| Апрель                        |                  |                    |      |                       |      |
| Удой за сутки, кг             | $17,36 \pm 0,57$ | $16,4 \pm 0,72^*$  | 94,5 | $15,2 \pm 0,44^*$     | 87,6 |
| Удой за месяц, кг             | $521,0 \pm 15,3$ | $492,3 \pm 12,4^*$ | 94,5 | $456,3 \pm 13,2^*$    | 87,6 |
| Май                           |                  |                    |      |                       |      |
| Удой за сутки, кг             | $18,9 \pm 0,72$  | $17,5 \pm 0,65^*$  | 93,6 | $15,9 \pm 0,47^{**}$  | 85,2 |
| Удой за месяц, кг             | $585,9 \pm 16,8$ | $542,5 \pm 13,2^*$ | 93,6 | $492,9 \pm 14,1^{**}$ | 84,1 |
| Июнь                          |                  |                    |      |                       |      |
| Удой за сутки, кг             | $18,3 \pm 0,74$  | $16,8 \pm 0,76^*$  | 92,1 | $15,7 \pm 0,61^{**}$  | 86,1 |
| Удой за месяц, кг             | $548,7 \pm 17,8$ | $505,4 \pm 14,1^*$ | 92,1 | $472,4 \pm 13,2^{**}$ | 86,1 |
| Июль                          |                  |                    |      |                       |      |
| Удой за сутки, кг             | $15,5 \pm 0,61$  | $13,9 \pm 0,38^*$  | 89,6 | $13,5 \pm 0,32^*$     | 87,2 |
| Удой за месяц, кг             | $480,5 \pm 13,5$ | $430,9 \pm 10,6^*$ | 89,6 | $418,5 \pm 11,8^*$    | 87,2 |
| Август                        |                  |                    |      |                       |      |
| Удой за сутки, кг             | $15,3 \pm 0,35$  | $14,3 \pm 0,43^*$  | 93,8 | $12,8 \pm 0,17^*$     | 83,7 |
| Удой за месяц, кг             | $474,3 \pm 12,1$ | $443,3 \pm 10,1^*$ | 93,8 | $396,8 \pm 10,5^*$    | 83,7 |
| Сентябрь                      |                  |                    |      |                       |      |
| Удой за сутки, кг             | $14,8 \pm 0,34$  | $13,9 \pm 0,31^*$  | 94,5 | $10,8 \pm 0,29^*$     | 88,2 |
| Удой за месяц, кг             | $444,1 \pm 11,6$ | $419,6 \pm 10,8^*$ | 94,5 | $301,6 \pm 8,6^*$     | 88,2 |
| Октябрь                       |                  |                    |      |                       |      |
| Удой за сутки, кг             | $9,3 \pm 0,28$   | $8,9 \pm 0,17$     | 90,3 | $7,68 \pm 0,35^*$     | 82,6 |
| Удой за месяц, кг             | $288,3 \pm 7,1$  | $260,4 \pm 5,8$    | 90,3 | $238,0 \pm 8,6^*$     | 82,6 |
| Ноябрь                        |                  |                    |      |                       |      |
| Удой за сутки, кг             | $9,4 \pm 0,36$   | $8,2 \pm 0,21$     | 87,2 | $7,4 \pm 0,25^*$      | 79,4 |
| Удой за месяц, кг             | $281,0 \pm 6,5$  | $246,0 \pm 5,7$    | 87,2 | $233,2 \pm 5,8^*$     | 79,4 |
| Удой за 303 дня лактации., кг | 4423,6           | 4094,4             | 92,5 | 3731,8                | 84,3 |

Примечание: \* –  $P \leq 0,05$ ; \*\* –  $P \leq 0,01$ .



480,5±10,6, стрессомнительных – 452,6±11,7, стрессчувствительных – 430,9±11,2 кг молока. Относительно величины этого показателя у стрессустойчивых их удой составлял 94,1 и 89,4%.

В апреле удой коров повышался более интенсивно, чем в предыдущем месяце. Вместе с этим разница удою в зависимости от уровня стрессовой чувствительности коров продолжала сохраняться. Так, среднесуточный удой у стрессустойчивых животных возрастал до 17,4±0,57, стрессомнительных – 16,4±0,72 и стрессчувствительных – 15,2±0,44 кг. За 30 дней лактации от стрессустойчивых было получено 521,0±15,3, стрессомнительных – 492,3±12,4, стрессчувствительных – 456,3±13,2 кг молока. В сравнении с величиной удою у стрессустойчивых эти показатели были ниже, соответственно на 5,5 и 12,4%.

В мае молочная продуктивность коров продолжала возрастать. У стрессустойчивых животных среднесуточный удой составлял 18,9±0,72, стрессомнительных – 17,5±0,65 и стрессчувствительных – 15,9±0,47 кг молока. За 31 день лактации от стрессустойчивых коров было надоено 585,9±16,8, стрессомнительных – 542,5±13,2 и стрессчувствительных – 492,9±14,1 кг молока.

Относительно величины месячного удою у стрессустойчивых эти два показателя составляли, соответственно, 93,6 и 85,2%.

В июне было установлено незначительное снижение молочной продуктивности коров. Так, у стрессустойчивых особей среднесуточный удой снижался до 18,3±0,74, стрессомнительных до 16,8±0,76, стрессчувствительных до 15,7±0,61 кг молока. Вместе с этим отмечалось увеличение разности в удою у животных, имеющих разную стрессовую чувствительность. В связи с этим за 30 дней лактации от стрессустойчивых было получено 548,7±17,8, стрессомнительных – 505,4±14,1, стрессчувствительных – 472,4±13,2 кг молока. Такой удой у стрессомнительных и стрессчувствительных относительно стрессустойчивых был ниже на 7,9 и 13,9%.

В последующие дни наблюдений тенденция падения молочной продуктивности животных интенсивно возрастала. Следует отметить, что разница в удою у коров с разной стрессовой чувствительностью продолжала сохраняться. Так, в июле среднесуточный удой у стрессустойчивых животных снижался до 15,5±0,61, стрес-

сомнительных до 13,9±0,38, стрессчувствительных до 13,5±0,32 кг молока. За 31 день лактации от стрессустойчивых коров было надоено 480,5±13,5, стрессомнительных – 430,9±10,6, стрессчувствительных – 418,5±11,8 кг молока, что оказалось ниже, чем у стрессустойчивых, соответственно на 5,3 и 12,8%.

В августе среднесуточный удой у стрессустойчивых особей был в пределах 15,3±0,35, стрессомнительных – 14,3±0,43, стрессчувствительных – 12,8±0,17 кг молока. За 31 день лактации от стрессустойчивых коров было получено 474,3±12,1, стрессомнительных – 443,3±10,1, стрессчувствительных – 396,8±10,5 кг молока. Установленные величины были ниже относительно стрессустойчивых на 6,2 и 11,7%.

Существенное снижение молочной продуктивности у животных установлено в октябре. Однако разница в удою у коров с разной стрессовой чувствительностью продолжала сохраняться. Так, у стрессустойчивых животных среднесуточный удой снижался до 9,3±0,28, стрессомнительных – 8,4±0,17, стрессчувствительных – 7,6±0,35 кг молока. За 31 день лактации было надоено от стрессустойчивых – 288,3±7,1, стрессомнительных – 275,9±5,8, стрессчувствительных – 238,0±8,6 кг молока. Относительно удою у стрессустойчивых эти величины составляли, соответственно, 90,3 и 82,6%.

В последующие дни наблюдений молочная продуктивность сохранялась на прежнем уровне. Так, в ноябре среднесуточный удой у стрессустойчивых животных был на уровне 9,4±0,36, стрессомнительных – 8,2±0,21, стрессчувствительных – 7,4±0,25 кг молока. Такой уровень продуктивности позволил за 30 дней лактации получить от стрессустойчивых коров 281,0±6,5, стрессомнительных – 246,0±5,7, стрессчувствительных – 233,2±5,8 кг молока. В сравнении с этим показателем у стрессустойчивых животных удою у стрессомнительных и стрессчувствительных были ниже на 12,8 и 20,6%.

Таким образом, за весь лактационный период от коров, имеющих разную стрессовую чувствительность, было получено разное количество молока. От стрессустойчивых животных было надоено 4423,6, стрессомнительных – 4094,4, стрессчувствительных – 3731,8 кг молока, что было ниже относительно стрессустойчивых на 7,5 и 15,7%.

### Обсуждения

Полученные данные мы склонны объяснить тем, что лактация у коров находится в зависимости от условий кормления, содержания, состояния нервной и эндокринной систем, которые обуславливают уровень обменных процессов в зависимости от условий внешней среды. Пусковым механизмом для изменения деятельности молочной железы является центральная нервная система. В центральную нервную систему постоянно поступает информация со зрительных, слуховых и обонятельных анализаторов, а также с многочисленных хемо-, баро- и терморцепторов, расположенных в молочной железе, кровеносных сосудах и органах пищеварения. В соответствии с поступившей информацией нервная система обуславливает уровень обменных процессов и оказывает прямые влияния, а также через железы внутренней секреции на молочную железу. Посредством гормонов яичников-эстрогенов обеспечивается развитие молочных протоков, ходов, а через гормон прогестерон стимулируется развитие молочных альвеол и завершается формирование молочной железы в периоды полового созревания и сухостоя. В формировании молочной железы активное участие принимает соматотропный гормон. Для самого процесса молокообразования важное значение имеет гормон пролактин, который действует в сочетании с гормоном окситоцином и вместе стимулируют образование и выведение молока.

При неблагоприятных условиях содержания животных в их организме возникает состояние напряжения, которое сопровождается повышением тонуса симпатико-адреналовой и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой систем. Под их влиянием надпочечниками выбрасывается в кровь повышенное количество стрессовых гормонов: адреналина, норадреналина и глюкокортикоидов. Гормон адреналин является антагонистом гормона окситоцина и пролактина, что снижает их стимулирующее действие на синтез и выведение молока. Гормон норадреналин при повышенном содержании в крови вызывает сильное сокращение капилляров молочной железы. Это тормозит прохождение крови через железу и снижает молочную продуктивность.

Следует отметить, что в состоянии напряжения организма под действием стрессовых факторов в гипофизе преобладает образование и секреция метаболитических гормонов над гона-

дотропными. Это обуславливает мобилизацию энергетических ресурсов в организме для преодоления нагрузки. В этих условиях первостепенное значение имеют процессы катаболизма, а синтез молока становится для организма менее важной, а иногда и нежелательной функцией. Поэтому в стрессовых ситуациях снижение молочной продуктивности можно считать одной из защитных мер организма, хотя с хозяйственно-экономической точки зрения такая реакция невыгодна. Вместе с этим известно, что животные значительно различаются по способности реагировать на изменения условий окружающей среды, в том числе на стимулирующие и тормозящие факторы. Особи, имеющие сильный, уравновешенный, подвижный тип высшей нервной деятельности, обладают высокой стрессовой устойчивостью. Они быстро и адекватно реагируют на внешние отрицательные и положительные воздействия, поэтому сохраняют устойчивую лактационную функцию, у них удои и качество молока выше, чем у животных, имеющих слабый и инертный тип высшей нервной деятельности. В связи с этим для уменьшения вредного влияния стрессовых факторов на молочную продуктивность необходимо проводить селекцию среди коров для комплектования молочного стада животными с высокой стрессовой устойчивостью.

### Выводы

1. Таким образом, за весь лактационный период от коров, имеющих разную стрессовую чувствительность, было получено разное количество молока. От стрессустойчивых животных было надоено 4423,6, стрессомнительных – 4094,4, стрессчувствительных 3731,8 кг молока, что было ниже относительно стрессустойчивых на 7,5 и 15,7%.

2. В период лактации у стрессустойчивых особей молочная продуктивность была более равномерной, чем у стрессомнительных и стрессчувствительных. Это свидетельствует о том, что при равных технологических условиях содержания стрессустойчивые животные обладают большей конституциональной крепкостью и более высокой стрессовой устойчивостью.

3. Для снижения вредного влияния стрессовых факторов на молочную продуктивность необходимо проводить селекцию среди коров для комплектования молочного стада животными с высокой стрессовой устойчивостью.



### Список литературы

1. Какорина Э. П. Молочная и секреторная деятельность молочной железы коров различного типа стрессоустойчивости // Условные рефлексы и продуктивность животных. М. : Агропромиздат, 1986. С. 256–276.
2. Кузнецов А. И., Смолякова Н. П. Определение продуктивности дойных коров в зависимости от стрессовой чувствительности // Научные труды Уральской государственной академии ветеринарной медицины. 2011. Т. 16. С. 4–8.
3. Никитченко И. Н., Плященко С. И., Зеньков А. С. Стресс, здоровье, продуктивность и качество продукции // Адаптация, стрессы и продуктивность сельскохозяйственных животных. Минск : Ураджай, 1988. С. 29–56.
4. Носков Н. М. Стресс-факторы дойных коров // Механизмы повреждений, резистентности, адаптации и компенсации. Таллин, 1976. Т. 2. С. 271.
5. Короткевич О. С., Дементьева Т. А. Биохимия молока. Новосибирск, 2007. С. 7–42.

---

**Кузнецов Александр Иванович**, д-р биол. наук, профессор, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: phiziology\_ugavm@mail.ru.

**Смолякова Наталья Петровна**, канд. ветеринар. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: phiziology\_ugavm@mail.ru.

**Лыкасова Ирина Александровна**, д-р ветеринар. наук, профессор, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: phiziology\_ugavm@mail.ru.

**Гизатуллина Фирдаус Габдрахмановна**, д-р биол. наук, профессор, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: gizatullina-f@mail.ru.

\* \* \*

УДК 619:616-092.19:636.22/.28:637.12.04

## **ВЛИЯНИЕ СТРЕССОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КОРОВ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МОЛОКА**

**А. И. Кузнецов, Н. П. Смолякова, И. А. Лыкасова,  
Ф. Г. Гизатуллина, А. С. Мижевикина**

У коров с разной стрессовой чувствительностью отмечается разный удой, химический состав молока и неодинаковое количество выведения их в процессе лактации. Уровень стрессовой чувствительности коров определяли скипидарным способом, разработанным А.И. Кузнецовым и Н.П. Смоляковой (2011). У стрессустойчивых животных установлен удой за лактационный период выше, чем у стрессомнительных на 6,6 и стрессчувствительных – 14,9%, с молоком больше выводится: сухих веществ на 12,4, СОМО – 10,7, жира – 14,4, белка – 14,1, лактозы – 14,4, кальция – 17,1, фосфора – 14,3%, чем у стрессомнительных и значительно больше, чем у стрессчувствительных: сухих веществ на 24,6, СОМО – 23,6, жира – 29,1, белка – 25,2, лактозы – 27,8, кальция – 26,7, фосфора – 26,1%.

*Ключевые слова:* стресс коров, стрессовая чувствительность, лактация, удой, молочная продуктивность, химический состав молока.

Известно, что молоко является натуральным высокопитательным продуктом, включающим все вещества, необходимые для поддержания жизни и развития организма в течение длительного времени.

По определению великого русского физиолога И.П. Павлова, «Молоко – изумительная пища, приготовленная самой природой». Ежедневное потребление 0,5 л молока покрывает около 35% потребности человека в животном белке, 17,5% – в биологически активных полиненасыщенных жирных кислотах, 6,3% – в фосфолипидах. Общая калорийность молока составляет  $2720 \cdot 10^3$  Дж/кг. Для усвоения молока требуется минимальное количество желу-

дочного сока; его биологическая ценность дополняется тем, что оно способствует созданию кислой среды в кишечном тракте и подавлению гнилостных процессов.

Молоко представляет собой сложную дисперсную систему, содержащую более сотни органических и неорганических веществ. Дисперсной средой в ней является вода (83–89%), дисперсной фазой – жир, белки, углеводы и др. компоненты (17–11%) [3]. Установлено, что химический состав молока определяется физиологическим состоянием организма животного, кормлением, содержанием и степенью стрессовой чувствительности. Учитывая, что современные технологии содержания и корм-



ления животных обеспечивают нормальное физиологическое состояние коров, вместе с этим в имеющейся научной информации имеется мало сведений о влиянии стрессовой чувствительности животных на качество их молока. В этой связи мы поставили перед собой **цель**: определить влияние стрессовой чувствительности дойных коров на химический состав их молока в различные периоды лактации.

### Методы исследований

Экспериментальную часть работы проводили в условиях ООО «Рассвет-Агро» Увельского района Челябинской области. Для определения молочной продуктивности и химического состава молока были сформированы по принципу аналогов 3 группы дойных коров черно-пестрой породы уральского отродия с разной стрессовой чувствительностью. В первую группу включали стрессустойчивых, во вторую стрессомнительных, в третью – стрессчувствительных. Все животные находились на второй лактации. Наблюдения проводили в течение 303 дней. Стрессовую чувствительность определяли скипидарным способом, разработанным А.И. Кузнецовым, Н.П. Смоляковой [2]. В соответствии с требованиями способа коровам внутрикожно в среднюю треть шеи вводили очищенный скипидар безыгольным инъектором в дозе 0,02 мл. Ответную реакцию на введение скипидара определяли через 24 часа с момента введения препарата.

В качестве показателей характера течения местного адаптационного синдрома использовали диаметр припухлости, температуру кожи вместе введения, болезненность при пальпации, утолщение кожной складки. Диаметр припухлости и утолщение кожной складки определяли штангельциркулем, болезненность – путем реакции животного на пальпацию, повышение температуры в месте введения препарата измеряли электронным термометром.

Полученные результаты сравнивали с величинами показателей на аналогичном участке другой стороны шеи. При отсутствии местной реакции или наличии безболезненной припухлости в диаметре до 20 мм и утолщении кожной складки до 10 мм животных относили к стрессустойчивым. При наличии безболезненной припухлости в диаметре от 21 до 25 мм и утолщении кожной складки от 10,1 до 15,0 мм, без повышения температуры кожи относили

к стрессомнительным. К стрессчувствительным относили коров, у которых через 24 часа после введения препарата на месте инъекции при пальпации прощупывалась болезненная припухлость в диаметре более 25 мм и утолщение кожной складки свыше 15 мм.

Все животные в период исследований были клинически здоровыми. Содержание и кормление животных было одинаковым. Молочная продуктивность коров оценивалась на основе контрольных доек, проводимых еженедельно. Удой учитывался за 303 дня лактации от каждой коровы, в среднесуточных пробах определяли сухое вещество, СОМО, содержание жира, белка, лактозы, кальция, фосфора. Для определения качества молока использовали общепринятые методы в зоотехнии и ветеринарии [5].

### Результаты исследований

Содержание питательных веществ в молоке у коров с разной стрессовой чувствительностью представлено в таблице 1.

Из приведенных данных в таблице видно, что концентрация определяемых веществ у коров с разной стрессовой чувствительностью была разной. Так, в молоке, полученном в феврале у стрессустойчивых животных, определялись: концентрация сухих веществ на уровне  $12,65 \pm 0,17$ , СОМО –  $8,69 \pm 0,15$ , жира –  $3,78 \pm 0,07$ , белка –  $3,36 \pm 0,09$ , лактозы –  $4,65 \pm 0,05$  %, кальция –  $132,8 \pm 3,5$ , фосфора –  $96,3 \pm 4,2$  мг %. Такая концентрация оказалась заметно выше, чем у стрессомнительных: сухих веществ на  $3,2$ , СОМО –  $4,4$ , жира –  $5,3$ , белка –  $4,5$ , лактозы –  $5,9$ , кальция –  $6,3$ , фосфора –  $5,9$  %, и существенно больше относительно стрессчувствительных, соответственно: сухих веществ на  $9,3$ , СОМО –  $12,4$ , жира –  $11,8$ , белка –  $11,1$ , лактозы –  $12,9$ , кальция –  $13,8$ , фосфора –  $13,5$  %.

Разная концентрация определяемых веществ обуславливала разное выведение их количества с молоком (табл. 2).

За 28 дней лактации стрессустойчивые коровы выделяли сухих веществ –  $53,0 \pm 1,24$ , СОМО –  $36,4 \pm 0,95$ , жира –  $15,8 \pm 0,68$ , белка –  $14,1 \pm 0,63$ , лактозы –  $19,5 \pm 0,72$  кг, кальция –  $5,6 \pm 0,05$ , фосфора –  $4,0 \pm 0,03$  г. Установленные величины были выше аналогичных показателей у стрессомнительных: сухих веществ на  $3,2$ , СОМО –  $3,3$ , жира –  $5,3$ , белка –  $4,5$ , лактозы –  $5,9$ , кальция –  $6,3$ , фосфора –  $5,9$  %, стрессчувствительных: сухих веществ на  $9,3$ , СОМО –

12,4, жира – 11,8, белка – 11,1, лактозы – 12,9, кальция – 13,8, фосфора – 13,5%.

В последующие месяцы вместе с повышением удоя постепенно возрастала концентрация питательных веществ в молоке. Так, в марте содержание сухих веществ повышалось до 12,70±0,14, СОМО – 8,83±0,12, жира – 3,94±0,05,

белка – 3,50±0,06, лактозы – 4,85±0,11%, кальция – 138,6±6,8, фосфора – 102,7±4,3 мг%. Такая концентрация была выше, чем у стрессомнительных, соответственно: сухих веществ на 2,4, СОМО – 4,9, жира – 5,7, белка – 4,9, лактозы – 4,2, кальция – 5,7, фосфора – 4,4% и существенно больше, чем у стрессчувствительных.

Таблица 1 – Содержание питательных веществ в молоке коров с разной стрессовой чувствительностью ( $n = 10$ ;  $M \pm m$ )

| Показатель                | Стрессовая чувствительность |                   |      |                      |      |
|---------------------------|-----------------------------|-------------------|------|----------------------|------|
|                           | Стрессустойчивые            | Стрессомнительные | %    | Стрессчувствительные | %    |
| февраль                   |                             |                   |      |                      |      |
| Сухое вещество, %, в т.ч. | 12,65±0,17                  | 12,25±0,21        | 96,8 | 11,48±0,15*          | 90,7 |
| СОМО, %                   | 8,69±0,15                   | 8,40±0,07         | 95,6 | 7,78±0,11*           | 87,6 |
| Жир, %                    | 3,78±0,07                   | 3,58±0,04*        | 94,7 | 3,33±0,03*           | 88,2 |
| Белок, %                  | 3,36±0,09                   | 3,20±0,03         | 95,5 | 2,98±0,02*           | 88,9 |
| Лактоза, %                | 4,65±0,05                   | 4,35±0,08*        | 94,1 | 4,05±0,10*           | 87,1 |
| Кальций, мг %             | 132,8±3,5                   | 124,4±4,5*        | 93,7 | 114,5±3,1**          | 86,2 |
| Фосфор, мг/%              | 96,3±4,2                    | 90,6±2,8*         | 94,1 | 83,3±2,8**           | 86,5 |
| Март                      |                             |                   |      |                      |      |
| Сухое вещество, %, в т.ч. | 12,70±0,14                  | 12,40±0,12        | 97,6 | 11,31±0,14*          | 88,9 |
| СОМО, %                   | 8,83±0,12                   | 8,41±0,09         | 95,1 | 8,05±0,10*           | 89,6 |
| Жир, %                    | 3,94±0,05                   | 3,71±0,05         | 94,3 | 3,44±0,06*           | 87,3 |
| Белок, %                  | 3,50±0,06                   | 3,30±0,03         | 95,1 | 3,12±0,08*           | 89,1 |
| Лактоза, %                | 4,85±0,11                   | 4,51±0,11         | 95,8 | 4,21±0,12**          | 86,5 |
| Кальций, мг %             | 138,6±6,8                   | 130,6±4,3         | 94,3 | 120,4±4,8**          | 86,9 |
| Фосфор, мг/%              | 102,7±4,3                   | 98,2±2,8          | 95,6 | 88,2±3,5**           | 85,7 |
| Апрель                    |                             |                   |      |                      |      |
| Сухое вещество, %, в т.ч. | 12,85±0,14                  | 12,51±0,13        | 97,3 | 11,70±0,15*          | 91,1 |
| СОМО, %                   | 8,89±0,12                   | 8,50±0,10         | 95,6 | 8,21±0,11*           | 92,2 |
| Жир, %                    | 4,01±0,04                   | 3,72±0,07         | 95,1 | 3,31±0,04**          | 82,5 |
| Белок, %                  | 3,65±0,08                   | 3,43±0,04*        | 93,9 | 3,25±0,02*           | 86,3 |
| Лактоза, %                | 4,90±0,02                   | 4,61±0,02*        | 94,0 | 4,31±0,9*            | 87,9 |
| Кальций, мг %             | 140,3±3,4                   | 132,6±4,8*        | 94,5 | 125,1±5,1*           | 89,2 |
| Фосфор, мг/%              | 105,8±2,9                   | 101,3±3,7         | 95,7 | 95,4±4,2*            | 90,1 |
| Май                       |                             |                   |      |                      |      |
| Сухое вещество, %, в т.ч. | 12,86±0,21                  | 12,54±0,23        | 97,5 | 11,80±0,22*          | 94,0 |
| СОМО, %                   | 8,91±0,15                   | 8,58±0,17         | 96,2 | 8,29±0,17*           | 96,6 |
| Жир, %                    | 4,05±0,08                   | 3,75±0,08*        | 92,6 | 3,32±0,06*           | 88,5 |
| Белок, %                  | 3,70±0,05                   | 3,45±0,06*        | 93,2 | 3,25±0,02*           | 94,2 |
| Лактоза, %                | 4,91±0,08                   | 4,68±0,08*        | 95,3 | 4,32±0,09*           | 92,3 |
| Кальций, мг %             | 142,1±5,6                   | 134,7±5,4*        | 94,8 | 127,8±5,6*           | 94,9 |
| Фосфор, мг/%              | 107,5±4,3                   | 104,2±3,8         | 96,9 | 97,3±4,2*            | 93,3 |
| Июнь                      |                             |                   |      |                      |      |
| Сухое вещество, %, в т.ч. | 12,80±0,25                  | 12,51±0,22        | 97,6 | 11,79±0,23*          | 92,0 |
| СОМО, %                   | 8,96±0,19                   | 8,52±0,13         | 95,6 | 8,26±0,19*           | 92,8 |
| Жир, %                    | 4,02 ±0,08                  | 3,72±0,09*        | 93,4 | 3,41±0,06**          | 85,0 |
| Белок, %                  | 3,75±0,06                   | 3,51±0,07*        | 94,9 | 3,31±0,09*           | 89,1 |
| Лактоза, %                | 4,95±0,09                   | 4,62±0,08*        | 94,8 | 4,22±0,07**          | 84,2 |
| Кальций, мг %             | 140,3±6,1                   | 135,3±4,9         | 96,4 | 129,8±4,8*           | 90,1 |
| Фосфор, мг/%              | 106,4±4,8                   | 102,1±4,1         | 96,0 | 98,8±3,9*            | 91,0 |



тельных: сухих веществ на 11,1, СОМО – 10,4, жира – 12,7, белка – 10,9, лактозы – 13,5, кальция – 13,1, фосфора – 14,3%. За 31 день лактации стрессустойчивые коровы выделяли с молоком сухих веществ – 61,0±2,30, СОМО – 39,9±1,80, жира – 18,9±0,92, белка – 16,8±0,68, лактозы – 23,3±0,87 кг, кальция – 6,6±0,04, фос-

фора – 4,9±0,02 г, что было выше, чем у стрессомнительных сухих веществ на 2,4, СОМО – 4,9, жира – 5,1, белка – 4,9, лактозы – 4,2, кальция – 5,6, фосфора – 4,4%, относительно стрессчувствительных: сухих веществ на 11,1, СОМО – 10,4, жира – 12,7, белка – 10,9, лактозы – 13,5, кальция – 13,1, фосфора – 14,3%.

#### Окончание таблицы 1

| Показатель                | Стрессовая чувствительность |                   |      |                      |      |
|---------------------------|-----------------------------|-------------------|------|----------------------|------|
|                           | Стрессустойчивые            | Стрессомнительные | %    | Стрессчувствительные | %    |
| Июль                      |                             |                   |      |                      |      |
| Сухое вещество, %, в т.ч. | 12,71±0,24                  | 11,96±0,19*       | 94,2 | 11,46±0,17*          | 95,8 |
| СОМО, %                   | 8,92±0,15                   | 8,25±0,17*        | 93,8 | 8,03±0,14*           | 97,3 |
| Жир, %                    | 3,91±0,04                   | 3,69±0,06*        | 94,6 | 3,28±0,07*           | 88,8 |
| Белок, %                  | 3,85±0,03                   | 3,51±0,04*        | 93,6 | 3,34±0,09*           | 95,2 |
| Лактоза, %                | 4,81±0,08                   | 4,49±0,05         | 95,4 | 4,19±0,06*           | 93,3 |
| Кальций, мг %             | 135,6±5,9                   | 130,3±5,7         | 96,1 | 124,2±5,9*           | 95,3 |
| Фосфор, мг/%              | 101,3±4,6                   | 97,8±4,3          | 95,8 | 91,5±4,3*            | 93,5 |
| Август                    |                             |                   |      |                      |      |
| Сухое вещество, %, в т.ч. | 12,65±0,18                  | 11,84±0,13*       | 93,6 | 11,27±0,14*          | 89,1 |
| СОМО, %                   | 8,75±0,15                   | 8,23±0,11*        | 94,1 | 7,91±0,12*           | 90,4 |
| Жир, %                    | 3,86±0,06                   | 3,65±0,08*        | 94,6 | 3,28±0,08**          | 85,7 |
| Белок, %                  | 3,70±0,03                   | 3,49±0,04*        | 94,5 | 3,20±0,06*           | 88,1 |
| Лактоза, %                | 4,68±0,10                   | 4,48±0,11*        | 93,1 | 4,12±0,12*           | 87,6 |
| Кальций, мг %             | 134,7±5,7                   | 128,6±4,9*        | 95,4 | 121,4±4,5*           | 90,1 |
| Фосфор, мг/%              | 101,6±4,3                   | 96,2±3,5*         | 94,7 | 92,8±3,6*            | 91,3 |
| сентябрь                  |                             |                   |      |                      |      |
| Сухое вещество, %, в т.ч. | 12,60±0,11                  | 12,01±0,32        | 95,7 | 11,29±0,31*          | 89,6 |
| СОМО, %                   | 8,70±0,15                   | 7,84±0,21*        | 94,6 | 7,33±0,27*           | 90,1 |
| Жир, %                    | 3,80±0,04                   | 3,61±0,09         | 95,1 | 3,39±0,15*           | 89,2 |
| Белок, %                  | 3,65±0,09                   | 3,23±0,07*        | 94,3 | 3,25±0,19*           | 89,1 |
| Лактоза, %                | 4,60±0,07                   | 4,35±0,11*        | 94,6 | 4,15±0,11*           | 90,3 |
| Кальций, мг %             | 130,2±4,6                   | 124,7±5,6         | 95,8 | 119,8±3,8*           | 94,1 |
| Фосфор, мг/%              | 100,5±3,5                   | 96,6±3,8          | 96,1 | 93,7±1,9*            | 93,2 |
| Октябрь                   |                             |                   |      |                      |      |
| Сухое вещество, %, в т.ч. | 2,80±0,15                   | 12,13±0,17*       | 94,7 | 11,28±0,19*          | 88,2 |
| СОМО, %                   | 8,65±0,11                   | 8,24±0,14         | 95,3 | 7,70±0,12*           | 89,1 |
| Жир, %                    | 3,85±0,09                   | 3,56±0,08         | 95,4 | 3,42±0,06*           | 88,6 |
| Белок, %                  | 3,60±0,08                   | 3,42±0,06*        | 94,6 | 3,41±0,09*           | 89,2 |
| Лактоза, %                | 4,50±0,12                   | 4,52±0,11         | 95,1 | 4,21±0,12*           | 90,4 |
| Кальций, мг %             | 125,4±4,7                   | 119,0±4,7*        | 94,9 | 117,3±4,1*           | 93,6 |
| Фосфор, мг/%              | 99,6±3,6                    | 95,1±3,9          | 95,7 | 93,5±3,2*            | 94,1 |
| Ноябрь                    |                             |                   |      |                      |      |
| Сухое вещество, %, в т.ч. | 12,79±0,21                  | 12,06±0,20*       | 94,3 | 11,31±0,15*          | 88,4 |
| СОМО, %                   | 8,75±0,11                   | 8,22±0,12*        | 94,6 | 7,79±0,14*           | 89,1 |
| Жир, %                    | 3,80±0,09                   | 3,55±0,06*        | 93,5 | 3,31±0,06*           | 87,2 |
| Белок, %                  | 3,70±0,06                   | 3,47±0,08*        | 93,7 | 3,33±0,04*           | 87,8 |
| Лактоза, %                | 4,56±0,12                   | 4,51±0,11*        | 94,5 | 4,31±0,12*           | 88,3 |
| Кальций, мг %             | 126,1±3,8                   | 120,5±4,7*        | 95,6 | 113,5±4,9*           | 90,1 |
| Фосфор, мг/%              | 95,4±2,9                    | 89,8±3,6*         | 94,7 | 87,8±3,5*            | 92,3 |

Примечание: \* –  $P \leq 0,05$ ; \*\* –  $P \leq 0,01$ .



Таблица 2 – Количество питательных веществ, выделенных с молоком коровами с разной стрессовой чувствительностью,  $n = 10$

| Показатель                 | Стрессовая чувствительность |                   |      |                      |      |
|----------------------------|-----------------------------|-------------------|------|----------------------|------|
|                            | Стрессустойчивые            | Стрессомнительные | %    | Стрессчувствительные | %    |
| Февраль                    |                             |                   |      |                      |      |
| Удой за месяц, кг          | 419,2±9,5                   | 302,4±8,6         | 95,1 | 291,2±8,4            | 92,2 |
| Сухое вещество, кг, в т.ч. | 53,0±1,24                   | 37,0±1,13         | 96,8 | 33,4±1,14*           | 90,7 |
| СОМО, кг                   | 36,4±0,95                   | 25,4±0,087        | 96,6 | 22,9±0,92*           | 87,6 |
| Жир, кг                    | 15,8±0,68                   | 10,8±0,65*        | 94,7 | 9,7±0,71*            | 88,2 |
| Белок, кг                  | 14,1±0,63                   | 9,7±0,58          | 95,5 | 8,6±0,65*            | 88,9 |
| Лактоза, кг                | 19,5±0,72                   | 13,2±0,45*        | 94,1 | 9,8±0,72*            | 87,1 |
| Кальций, г                 | 5,6±0,05                    | 3,7±0,07*         | 93,7 | 3,3±0,06*            | 86,2 |
| Фосфор, г                  | 4,0±0,03                    | 2,7±0,03*         | 94,1 | 2,4±0,02*            | 86,5 |
| Март                       |                             |                   |      |                      |      |
| Удой за месяц, кг          | 480,5±10,6                  | 452,6±11,7        | 94,1 | 430,9±11,2           | 89,4 |
| Сухое вещество, кг, в т.ч. | 61,0±2,30                   | 56,1±2,25         | 97,6 | 48,7±2,11*           | 88,9 |
| СОМО, кг                   | 39,9±1,80                   | 38,0±1,39         | 95,1 | 34,5±1,25*           | 89,6 |
| Жир, кг                    | 18,9±0,92                   | 16,7±0,86*        | 94,9 | 14,8±0,83*           | 87,3 |
| Белок, кг                  | 16,8±0,68                   | 14,9±0,56         | 95,1 | 13,4±0,49*           | 89,1 |
| Лактоза, кг                | 23,3±0,87                   | 20,4±0,91         | 95,8 | 18,0±0,54*           | 86,5 |
| Кальций, г                 | 6,6±0,04                    | 5,9±0,09*         | 94,3 | 5,2±0,09*            | 86,9 |
| Фосфор, г                  | 4,9±0,02                    | 4,40,04           | 95,6 | 3,8±0,07*            | 85,7 |
| Апрель                     |                             |                   |      |                      |      |
| Удой за месяц, кг          | 521,0±15,3                  | 492,3±12,4        | 94,5 | 456,3±13,2           | 87,6 |
| Сухое вещество, кг, в т.ч. | 65,9±2,51                   | 61,6±2,35         | 97,3 | 53,4±2,14*           | 91,1 |
| СОМО, кг                   | 46,4±1,47                   | 41,8±1,27         | 95,6 | 37,4±1,15*           | 92,2 |
| Жир, кг                    | 20,8±0,85                   | 18,3±0,81         | 98,1 | 15,1±0,78*           | 82,5 |
| Белок, кг                  | 19,0±0,69                   | 16,9±0,75*        | 93,9 | 14,8±0,71*           | 86,3 |
| Лактоза, кг                | 25,5±1,13                   | 22,7±1,16*        | 94,0 | 19,7±1,12*           | 87,9 |
| Кальций, г                 | 7,3±0,04                    | 6,5±0,08*         | 94,5 | 5,7±0,04*            | 89,2 |
| Фосфор, г                  | 5,5±0,06                    | 4,9±0,05*         | 95,7 | 4,4±0,03*            | 90,1 |
| Май                        |                             |                   |      |                      |      |
| Удой за месяц, кг          | 585,9±16,8                  | 542,5±13,2        | 93,6 | 492,9±14,1           | 85,2 |
| Сухое вещество, кг, в т.ч. | 75,3±2,58                   | 67,8±2,14         | 97,5 | 58,2±2,11            | 91,7 |
| СОМО, кг                   | 52,2±1,70                   | 46,2±1,65         | 96,2 | 40,1±1,56*           | 93,0 |
| Жир, кг                    | 23,7±0,73                   | 20,2±0,91*        | 92,6 | 15,8±0,82**          | 81,9 |
| Белок, кг                  | 21,7±0,64                   | 19,0±0,54*        | 93,2 | 16,0±0,71*           | 87,8 |
| Лактоза, кг                | 28,8±1,13                   | 24,9±1,11*        | 95,3 | 21,3±1,09*           | 87,9 |
| Кальций, г                 | 8,3±0,08                    | 7,3±0,08*         | 94,2 | 6,3±0,08*            | 89,9 |
| Фосфор, г                  | 6,3±0,06                    | 5,5±0,05          | 96,9 | 4,8±0,03*            | 90,5 |
| Июнь                       |                             |                   |      |                      |      |
| Удой за месяц, кг          | 548,7±17,8                  | 505,4±14,1        | 92,1 | 472,4±13,2           | 86,1 |
| Сухое вещество, кг, в т.ч. | 70,2±2,45                   | 60,4±2,29         | 97,6 | 55,7±2,17*           | 92,0 |
| СОМО, кг                   | 49,2±1,75                   | 46,7±1,45         | 95,6 | 39,0±1,24*           | 92,8 |
| Жир, кг                    | 21,9±0,64                   | 18,6±0,73*        | 93,3 | 16,0±0,71*           | 85,0 |
| Белок, кг                  | 20,6±0,79                   | 17,7±0,65*        | 94,9 | 15,6±0,73*           | 89,1 |
| Лактоза, кг                | 27,2±0,58                   | 22,7±0,76*        | 94,8 | 19,3±0,85**          | 84,9 |
| Кальций, г                 | 7,7±0,07                    | 6,6±0,07          | 96,4 | 6,1±0,08*            | 90,0 |
| Фосфор, г                  | 5,8±0,04                    | 4,9±0,04          | 96,0 | 4,7±0,04*            | 91,0 |



Окончание таблицы 2

| Показатель                 | Стрессовая чувствительность |                   |      |                      |      |
|----------------------------|-----------------------------|-------------------|------|----------------------|------|
|                            | Стрессустойчивые            | Стрессомнительные | %    | Стрессчувствительные | %    |
| Июль                       |                             |                   |      |                      |      |
| Удой за месяц, кг          | 480,5±13,5                  | 430,9±10,6        | 94,7 | 418,5±11,8           | 87,2 |
| Сухое вещество, кг, в т.ч. | 61,0±2,32                   | 51,0±2,28*        | 94,2 | 47,9±2,17*           | 90,3 |
| СОМО, кг                   | 42,9±1,68                   | 35,5±1,56         | 93,8 | 33,6±1,45*           | 91,3 |
| Жир, кг                    | 18,8±0,95                   | 15,7±0,85*        | 94,6 | 13,7±0,81**          | 84,9 |
| Белок, кг                  | 18,5±0,89                   | 15,0±0,83*        | 93,6 | 13,9±0,86*           | 89,1 |
| Лактоза, кг                | 23,1±0,64                   | 19,3±0,58*        | 95,4 | 17,5±0,94*           | 88,9 |
| Кальций, г                 | 6,5±0,08                    | 5,4±0,07*         | 96,1 | 5,2±0,08*            | 91,6 |
| Фосфор, г                  | 4,9±0,05                    | 4,1±0,04*         | 95,8 | 3,8±0,03*            | 90,3 |
| Август                     |                             |                   |      |                      |      |
| Удой за месяц, кг          | 474,3±12,1                  | 443,3±10,1        | 93,8 | 396,8±10,5           | 88,3 |
| Сухое вещество, кг, в т.ч. | 59,9±2,63                   | 53,2±2,25*        | 93,6 | 44,7±2,11*           | 89,1 |
| СОМО, кг                   | 41,5±1,35                   | 37,8±1,15*        | 94,1 | 31,4±1,14*           | 90,4 |
| Жир, кг                    | 18,3±0,96                   | 16,0±0,68*        | 94,6 | 13,0±0,65*           | 85,7 |
| Белок, кг                  | 17,5±0,87                   | 14,3±0,65*        | 94,5 | 12,7±0,58*           | 88,1 |
| Лактоза, кг                | 22,2±0,93                   | 19,3±0,89*        | 94,1 | 16,3±0,56*           | 87,6 |
| Кальций, г                 | 6,4±0,08                    | 5,2±0,04*         | 95,4 | 4,8±0,06*            | 90,1 |
| Фосфор, г                  | 4,8±0,06                    | 4,3±0,01*         | 94,7 | 3,7±0,04*            | 91,3 |
| Сентябрь                   |                             |                   |      |                      |      |
| Удой за месяц, кг          | 444,1±11,6                  | 419,6±10,8        | 94,5 | 301,6±8,6            | 88,2 |
| Сухое вещество, кг, в т.ч. | 55,9±2,13                   | 50,9±2,08         | 95,7 | 34,1±1,95            | 89,6 |
| СОМО, кг                   | 38,6±1,18                   | 34,6±1,15*        | 94,6 | 22,1±1,06*           | 90,1 |
| Жир, кг                    | 16,9±0,68                   | 15,4±0,63*        | 95,1 | 10,2±0,80*           | 89,2 |
| Белок, кг                  | 16,2±0,59                   | 14,4±0,61*        | 94,3 | 9,8±0,75*            | 89,1 |
| Лактоза, кг                | 20,4±0,78                   | 18,0±0,75*        | 94,6 | 12,5±0,64*           | 90,3 |
| Кальций, г                 | 5,8±0,08                    | 4,9±0,04*         | 95,8 | 3,6±0,06*            | 94,1 |
| Фосфор, г                  | 4,5±0,06                    | 3,9±0,03*         | 96,1 | 2,8±0,02*            | 93,2 |
| Октябрь                    |                             |                   |      |                      |      |
| Удой за месяц, кг          | 288,3±7,1                   | 275,9±5,8         | 95,6 | 254,2±8,6            | 89,1 |
| Сухое вещество, кг, в т.ч. | 36,9±1,75                   | 33,4±1,68*        | 94,7 | 28,7±1,54*           | 88,2 |
| СОМО, кг                   | 24,9±1,12                   | 22,7±1,11*        | 95,3 | 19,6±1,25*           | 89,1 |
| Жир, кг                    | 11,1±0,21                   | 10,1±0,20*        | 95,0 | 8,7±0,34*            | 88,6 |
| Белок, кг                  | 10,4±0,20                   | 11,6±0,22*        | 94,6 | 8,7±0,28*            | 89,2 |
| Лактоза, кг                | 12,9±0,31                   | 12,4±0,28*        | 95,1 | 10,7±0,39*           | 90,4 |
| Кальций, г                 | 3,6±0,04                    | 3,3±0,08*         | 94,9 | 2,8±0,08*            | 93,6 |
| Фосфор, г                  | 2,9±0,02                    | 2,6±0,06*         | 95,7 | 2,4±0,06*            | 94,1 |
| Ноябрь                     |                             |                   |      |                      |      |
| Удой за месяц, кг          | 281,0±6,5                   | 269,2±5,7         | 95,8 | 251,7±5,8            | 89,6 |
| Сухое вещество, кг, в т.ч. | 35,9±1,45                   | 32,5±1,35*        | 94,3 | 28,5±1,25*           | 88,4 |
| СОМО, кг                   | 21,0±1,12                   | 22,1±1,08*        | 94,6 | 19,6±1,13*           | 89,1 |
| Жир, кг                    | 10,6±0,60                   | 9,6±0,58*         | 93,5 | 8,3±0,46*            | 87,2 |
| Белок, кг                  | 10,4±0,41                   | 9,3±0,46*         | 93,7 | 10,8±0,41*           | 87,8 |
| Лактоза, кг                | 13,1±0,52                   | 12,1±0,48*        | 94,5 | 10,8±0,48*           | 88,3 |
| Кальций, г                 | 3,5±0,08                    | 3,2±0,06*         | 95,6 | 2,2±0,04*            | 90,1 |
| Фосфор, г                  | 2,70,04                     | 2,4±0,04*         | 94,7 | 2,2±0,02*            | 92,3 |

Примечание: \* –  $P \leq 0,05$ ; \*\* –  $P \leq 0,01$ .

В апреле концентрация питательных веществ в молоке продолжала повышаться. В связи с этим у стрессустойчивых животных концентрация сухих веществ определялась на уровне  $12,85 \pm 0,14$ , СОМО –  $8,89 \pm 0,12$ , жира –  $4,01 \pm 0,04$ , белка –  $3,65 \pm 0,08$ , лактозы –  $4,90 \pm 0,02\%$ , кальция –  $140,3 \pm 3,4$ , фосфора –  $105,8 \pm 2,9$  мг%. Установленная концентрация была заметно выше, чем у стрессомнительных: сухих веществ на 2,7, СОМО – 4,4, жира – 4,9, белка – 6,1, лактозы – 6,0, кальция – 5,4, фосфора – 4,3%, в сравнении со стрессчувствительными, соответственно: сухих веществ на 8,9, СОМО – 7,8, жира – 7,5, белка – 3,7, лактозы – 2,1, кальция – 10,8, фосфора – 9,9%. Возрастание удоя и повышение концентрации химических веществ обуславливало увеличение выделения их с молоком. Так, у стрессустойчивых особей за 30 дней лактации выделялось сухих веществ  $65,9 \pm 2,51$ , СОМО –  $46,4 \pm 1,47$ , жира –  $20,8 \pm 0,85$ , белка –  $19,0 \pm 0,69$ , лактозы –  $25,5 \pm 1,13$  кг, кальция –  $7,3 \pm 0,04$ , фосфора –  $5,5 \pm 0,06$  г, что было выше, чем у стрессомнительных: сухих веществ на 2,7, СОМО – 4,4, жира – 1,9, белка – 6,1, лактозы – 6,0, кальция – 5,5, фосфора – 4,3%, стрессчувствительных: сухих веществ на 8,9, СОМО – 7,8, жира – 17,5, белка – 13,7, лактозы – 12,1, кальция – 10,8, фосфора – 9,9%.

В мае независимо от повышения удоя животных концентрация определяемых веществ в молоке оставалась на прежнем уровне. Однако разница их содержания у коров с разной стрессовой чувствительностью сохранялась. Так, у стрессустойчивых животных количество сухих веществ было на уровне  $12,86 \pm 0,21$ , СОМО –  $8,91 \pm 0,15$ , жира –  $4,05 \pm 0,08$ , белка –  $3,70 \pm 0,05$ , лактозы –  $4,91 \pm 0,08\%$ , кальция –  $142,1 \pm 5,6$ , фосфора –  $107,5 \pm 4,3$  мг%. Установленная концентрация была выше, чем у стрессомнительных: сухих веществ на 2,5, СОМО – 3,8, жира – 7,4, белка – 6,8, лактозы – 4,7, кальция – 5,2, фосфора – 3,1%, в сравнении со стрессчувствительными: сухих веществ на 6, СОМО – 3,9, жира – 11,5, белка – 5,8, лактозы – 7,7, кальция – 5,1, фосфора – 6,7%. За 31 день лактации у стрессустойчивых животных выделялось сухих веществ  $75,3 \pm 2,58$ , СОМО –  $52,2 \pm 1,70$ , жира –  $23,7 \pm 0,73$ , белка –  $21,7 \pm 0,64$ , лактозы –  $28,8 \pm 1,13$  кг, кальция –  $8,3 \pm 0,08$ , фосфора –  $6,3 \pm 0,06$  г. Такое количество выделенных веществ оказалось выше, чем у стрессом-

нительных: сухих веществ на 2,5, СОМО – 3,2, жира – 7,4, белка – 6,8, лактозы – 4,7, кальция – 5,8, фосфора – 3,1, относительно стрессчувствительных, соответственно: сухих веществ на 8,3, СОМО – 7,0, жира – 18,1, белка – 12,2, лактозы – 12,1, кальция – 10,1, фосфора – 9,5%.

В июне, как и в мае, уровень лактации и содержание питательных веществ в молоке были близкими к аналогичным показателям в мае. У стрессустойчивых животных концентрация сухих веществ определялась в пределах  $12,80 \pm 0,25$ , СОМО –  $8,96 \pm 0,19$ , жира –  $4,02 \pm 0,08$ , белка –  $3,75 \pm 0,06$ , лактозы –  $4,95 \pm 0,09\%$ , кальция –  $140,3 \pm 6,1$ , фосфора –  $106,4 \pm 4,8$  мг%. Такой уровень концентрации был выше, чем у стрессомнительных, соответственно: сухих веществ на 2,3, СОМО – 4,4, жира – 6,6, белка – 5,1, лактозы – 5,2, кальция – 3,6, фосфора – 4,0%. Относительно стрессчувствительных они превышали: сухие вещества на 8,0, СОМО – 7,2, жира – 15,0, белка – 10,9, лактозы – 15,8, кальция – 9,9, фосфора – 9,0%. За 30 дней лактации с молоком у стрессустойчивых животных было выделено: сухих веществ –  $70,2 \pm 2,45$ , СОМО –  $49,2 \pm 1,75$ , жира –  $21,9 \pm 0,64$ , белка –  $20,6 \pm 0,79$ , лактозы –  $27,2 \pm 0,58$  кг, кальция –  $7,7 \pm 0,07$ , фосфора –  $5,8 \pm 0,04$  г. Такое количество выделенных веществ превышало аналогичные показатели у стрессомнительных: сухих веществ на 2,4, СОМО – 4,4, жира – 6,7, белка – 5,1, лактозы – 5,2, кальция – 3,6, фосфора – 4,0%. В сравнении с таковыми величинами у стрессчувствительных они превышали: сухие вещества на 8,0, СОМО – 7,0, жира – 5,0, белка – 10,9, лактозы – 5,1, кальция – 10,0, фосфора – 9,0%.

В июле в связи со снижением молочной продуктивности коров отмечалось уменьшение содержания питательных веществ в молоке. Так, у стрессустойчивых животных концентрация сухих веществ была установлена в пределах  $12,71 \pm 0,24$ , СОМО –  $8,92 \pm 0,15$ , жира –  $3,91 \pm 0,04$ , белка –  $3,85 \pm 0,03$ , лактозы –  $4,81 \pm 0,08\%$ , кальция –  $135,6 \pm 5,9$ , фосфора –  $101,3 \pm 4,6$  мг%. Такое содержание превышало величины аналогичных показателей у стрессомнительных, соответственно: сухих веществ на 5,8, СОМО – 6,2, жира – 5,4, белка – 6,4, лактозы – 4,6, кальция – 3,9, фосфора – 4,2%. Более существенная разница оказалась в сравнении с аналогичными показателями у стрессчувствительных: содержание сухих веществ было выше на 4,2, СОМО – 2,6, жира – 11,2, белка – 4,8,



лактозы – 6,7, кальция – 4,7, фосфора – 6,5%. За 31 день лактации с молоком у стрессустойчивых было выделено: сухих веществ – 61,0±2,32, СОМО – 42,9±1,68, жира – 18,8±0,95, белка – 18,5±0,89, лактозы – 23,1±0,64 кг, кальция – 6,5±0,08, фосфора – 4,9±0,05 г. Такой уровень величин показателей выделяемых питательных веществ с молоком превышал величины таковых показателей у стрессомнительных: сухих веществ на 5,8, СОМО – 6,2, жира – 5,4, белка – 6,4, лактозы – 4,6, кальция – 3,9, фосфора – 4,2%. Относительно величин этих показателей у стрессчувствительных они были существенно выше: сухие вещества на 9,7, СОМО – 8,7, жира – 5,1, белка – 10,9, лактозы – 11,1, кальция – 8,4, фосфора – 9,7%.

В августе концентрация определяемых питательных веществ и их выведение с молоком были близкими к показателям, установленным в июле. На этом уровне они оставались до октября.

В октябре установлено существенное снижение уровня лактации. Однако концентрация исследуемых веществ в молоке не изменялась. Однако в связи со снижением молочной продуктивности существенно уменьшилось количество выведения их с молоком. Так, у стрессустойчивых особей концентрация сухих веществ была в пределах 12,8±0,15, СОМО – 8,65±0,11, жира – 3,85±0,09, белка – 3,60±0,08, лактозы – 4,50±0,12%, кальция – 125,4±4,7, фосфора – 99,6±3,6 мг%. Несмотря на снижение уровня лактации разница показателей концентрации и количества выведенных веществ с молоком у коров с разной стрессовой чувствительностью сохранялась. В связи с этим концентрация этих

веществ превышала содержание таковых показателей у стрессомнительных: сухих веществ на 5,3, СОМО – 4,7, жира – 4,6, белка – 5,4, лактозы – 4,9, кальция – 5,1, фосфора – 4,3%. Относительно стрессчувствительных они были существенно выше: сухие вещества на 11,8, СОМО – 10,9, жира – 11,4, белка – 10,8, лактозы – 9,6, кальция – 6,4, фосфора – 5,9%. За 31 день лактации такое содержание обуславливало выведение этих веществ с молоком у стрессустойчивых: сухих веществ – 36,9±1,75, СОМО – 24,9±1,12, жира – 11,1±0,21, белка – 10,4±0,20, лактозы – 12,9±0,31 кг, кальция – 3,6±0,04, фосфора – 2,9±0,02 г.

В заключительном периоде лактации, в ноябре, удой коров, содержание и выведение питательных веществ с молоком оставались на уровне таковых показателей в октябре. Так, у стрессустойчивых животных в молоке содержалось: сухих веществ – 12,79±0,21, СОМО – 8,75±0,11, жира – 3,80±0,09, белка – 3,70±0,06, лактозы – 4,56±0,12%, кальция – 126,1±3,8, фосфора – 95,4±2,9 мг%. У стрессомнительных эти показатели были заметно ниже: сухих веществ на 5,7, СОМО – 5,4, жира – 6,5, белка – 6,3, лактозы – 5,5, кальция – 4,6, фосфора – 5,3%. У стрессчувствительных эти показатели имели более низкое значение. Так, содержание сухих веществ было ниже на 11,6, СОМО – 10,9, жира – 12,8, белка – 12,2, лактозы – 11,7, кальция – 9,9, фосфора – 7,7%, чем у стрессустойчивых.

Количество питательных веществ, выделенных с молоком коровами с разной стрессовой чувствительностью, за весь период лактации, представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Количество питательных веществ, выделенных с молоком коровами с разной стрессовой чувствительностью за период лактации

| Показатель                  | Группа животных, n = 10 |                   |                       |                      |                       |                        |
|-----------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|
|                             | Стрессустойчивые        | Стрессомнительные | % от стрессустойчивых | Стрессчувствительные | % от стрессустойчивых | % от стрессомнительных |
| Удой за 305 дн. лактации, л | 4423,6                  | 4133,1            | 93,4                  | 3766,5               | 85,1                  | 91,1                   |
| Сухое вещество, кг, в т.ч.  | 575,0                   | 503,9             | 87,6                  | 433,3                | 75,4                  | 85,9                   |
| СОМО, кг                    | 393,0                   | 350,8             | 89,3                  | 300,2                | 76,4                  | 85,6                   |
| Жир, кг                     | 176,8                   | 151,4             | 85,6                  | 125,3                | 70,9                  | 82,8                   |
| Белок, кг                   | 166,1                   | 142,8             | 85,9                  | 124,3                | 74,8                  | 87,0                   |
| Лактоза, кг                 | 216,0                   | 185,0             | 85,6                  | 155,9                | 72,2                  | 84,3                   |
| Кальций, г                  | 61,3                    | 52,0              | 72,9                  | 45,2                 | 73,3                  | 86,9                   |
| Фосфор, г                   | 46,3                    | 39,7              | 85,7                  | 34,2                 | 73,9                  | 86,1                   |

Из полученных данных видно, что разный уровень лактации, разное содержание питательных веществ в молоке у коров с разной стрессовой чувствительностью обусловило разное количество их выведения за лактационный период. Так, у стрессустойчивых животных за период лактации было выведено: сухих веществ – 575,0, СОМО – 393,0, жира – 176,8, белка – 166,1, лактозы – 216,0 кг, кальция – 61,3, фосфора – 46,3 г. Это было выше, чем у животных с сомнительной стрессовой чувствительностью: сухих веществ на 12,4, СОМО – 10,7, жира – 14,4, белка – 14,1, лактозы – 14,4, кальция – 27,1, фосфора – 14,3 %. У стрессчувствительных животных эти показатели были существенно ниже: количество сухих веществ на 24,6, СОМО – 23,6, жира – 29,1, белка – 25,2, лактозы – 27,8, кальция – 26,7, фосфора – 26,1 %.

Таким образом, у коров с разной стрессовой чувствительностью отмечается разный удой, содержание питательных веществ и разное количество выведения их с молоком. У стрессустойчивых животных установлен удой за лактационный период выше, чем у стрессомнительных на 6,6 и стрессчувствительных – 14,9%, с молоком больше выводится: сухих веществ на 12,4, СОМО – 10,7, жира – 14,4, белка – 14,1, лактозы – 14,4, кальция – 17,1, фосфора – 14,3%, чем у стрессомнительных и значительно больше, чем у стрессчувствительных: сухих веществ на 24,6, СОМО – 23,6, жира – 29,1, белка – 25,2, лактозы – 27,8, кальция – 26,7, фосфора – 26,1 %.

### Обсуждения

Полученные данные мы склонны объяснить тем, что лактация у коров находится в зависимости от условий кормления, содержания, состояния нервной и эндокринной систем, которые обуславливают уровень обменных процессов в зависимости от условий внешней среды. Пусковым механизмом для изменения деятельности молочной железы является центральная нервная система. В центральную нервную систему постоянно поступает информация со зрительных, слуховых и обонятельных анализаторов, а также с многочисленных хемо-, баро- и терморцепторов, расположенных в молочной железе, кровеносных сосудах и органах пищеварения. В соответствии с поступившей информации нервная система обуславливает уровень обменных процессов и оказывает прямые влия-

ния, а также через железы внутренней секреции на молочную железу. Посредством гормонов яичников-эстрогенов обеспечивается развитие молочных протоков, ходов, а через гормон прогестерон стимулируется развитие молочных альвеол и завершается формирование молочной железы в периоды полового созревания и сухостоя. В формировании молочной железы активное участие принимает соматотропный гормон. Для самого процесса молокообразования важное значение имеет гормон пролактин, который действует в сочетании с гормоном окситоцином и вместе стимулируют образование и выведение молока.

При неблагоприятных условиях содержания животных в их организме возникает состояние напряжения, которое сопровождается повышением тонуса симпато-адреналовой и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой систем. Под их влиянием надпочечниками выбрасывается в кровь повышенное количество стрессовых гормонов: адреналина, норадреналина и глюкокортикоидов. Гормон адреналин является антагонистом гормона окситоцина и пролактина, что снижает их стимулирующее действие на синтез и выведение молока. Гормон норадреналин при повышенном содержании в крови вызывает сильное сокращение капилляров молочной железы. Это тормозит прохождение крови через железу и снижает молочную продуктивность.

Следует отметить, что в состоянии напряжения организма под действием стрессовых факторов в гипофизе преобладает образование и секреция метаболитических гормонов над гонадотропными. Это обуславливает мобилизацию энергетических ресурсов в организме для преодоления нагрузки. В этих условиях первостепенное значение имеют процессы катаболизма, а синтез молока становится для организма менее важной, а иногда и нежелательной функцией. Поэтому в стрессовых ситуациях снижение молочной продуктивности можно считать одной из защитных мер организма, хотя с хозяйственно-экономической точки зрения такая реакция невыгодна. Вместе с этим известно, что животные значительно различаются по способности реагировать на изменения условий окружающей среды, в том числе на стимулирующие и тормозящие факторы. Особи, имеющие сильный, уравновешенный, подвижный тип высшей нервной деятельности, обладают высокой



стрессовой устойчивостью. Они быстро и адекватно реагируют на внешние отрицательные и положительные воздействия. Поэтому они сохраняют устойчивую лактационную функцию, у них удои и качество молока выше, чем у животных, имеющих слабый и инертный тип высшей нервной деятельности. В связи с этим для уменьшения вредного влияния стрессовых факторов на молочную продуктивность необходимо проводить селекцию среди коров для комплектования молочного стада животными с высокой стрессовой устойчивостью.

### Выводы

У коров с разной стрессовой чувствительностью отмечается разный удой, содержание питательных веществ и разное количество выведения их с молоком. У стрессустойчивых животных установлен удой за лактационный период выше, чем у стрессомнительных на 6,6 и стрессчувствительных – 14,9%, с молоком больше выводится: сухих веществ на 12,4, СОМО – 10,7, жира – 14,4, белка – 14,1, лактозы – 14,4, кальция – 17,1, фосфора – 14,3%, чем у стрессомнительных и значительно больше, чем у стрессчувствительных: сухих веществ на 24,6, СОМО – 23,6, жира – 29,1, белка – 25,2, лактозы – 27,8, кальция – 26,7, фосфора – 26,1%.

### Список литературы

1. Какорина Э. П. Молочная и секреторная деятельность молочной железы коров различного типа стрессоустойчивости // Условные рефлексы и продуктивность животных. М. : Агропромиздат, 1986. С. 256–276.
2. Кузнецов А. И., Смолякова Н. П. Определение продуктивности дойных коров в зависимости от стрессовой чувствительности // Научные труды Уральского государственной академии ветеринарной медицины. 2011. Т. 16. С. 4–8.
3. Молочная продуктивность, состав и свойства молока коров черно-пестрой породы под влиянием препарата ЭМ-КУРУНКА / В. Н. Лазаренко, О. В. Горелик, Е. В. Саржан, И. Л. Деменчук. Троицк, 2009. С. 125.
4. Никитченко И. Н., Плященко С. И., Зеньков А. С. Стресс, здоровье, продуктивность и качество продукции // Адаптация, стрессы и продуктивность сельскохозяйственных животных. Минск : Ураджай, 1988. С. 29–56.
5. Носков Н. М. Стресс-факторы дойных коров // Механизмы повреждений, резистентности, адаптации и компенсации. Таллин, 1976. Т. 2. С. 271.
6. Короткевич О. С., Дементьева Т. А. Биохимия молока. Новосибирск, 2007. С. 7–42.

**Кузнецов Александр Иванович**, д-р биол. наук, профессор, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: phiziology\_ugavm@mail.ru.

**Смолякова Наталья Петровна**, канд. ветеринар. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: phiziology\_ugavm@mail.ru.

**Лыкасова Ирина Александровна**, д-р ветеринар. наук, профессор, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: phiziology\_ugavm@mail.ru.

**Гизатуллина Фирдаус Габдрахмановна**, д-р ветеринар. наук, профессор, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: gizatullina-f@mail.ru.

**Мижевкина Анна Сергеевна**, канд. ветеринар. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: gizatullina-f@mail.ru.

\* \* \*

УДК 663.91-02

**ОЦЕНКА УРОВНЯ КАЧЕСТВА ШОКОЛАДА  
С ПРИМЕНЕНИЕМ ДЕСКРИПТОРНО-ПРОФИЛЬНОГО МЕТОДА**

**Н. С. Зайцева, Н. Ю. Рубан, И. Ю. Резниченко**

Практическое применение методов оценки уровня качества и профильно-deskрипторного анализа пищевых продуктов является актуальным с учетом выявления конкурентоспособных и качественных товаров и реализации требований закона «О качестве и безопасности пищевых продуктов». Шоколад характеризуется высокой пищевой ценностью, содержит усвояемые углеводы, жиры, пищевые волокна, минеральные вещества (кальций, магний) и витамины (В<sub>2</sub>, В<sub>5</sub>, РР). В работе приведены данные по оценке потребительских свойств образцов молочного шоколада различных торговых марок, результаты оценки уровня качества и анализа сенсорных характеристик deskрипторно-профильным методом. Применяли общепринятые методы определения органолептических и физико-химических показателей качества шоколада согласно требованиям действующих нормативных документов. Оценен уровень качества анализируемых образцов.

*Ключевые слова:* шоколад, оценка качества, уровень качества, deskрипторно-профильный метод, физико-химические показатели.

Современные рыночные условия диктуют новые требования к продукции и ее производителям. Существующие тенденции развития экономики указывают на приоритет качества в этом вопросе. Качество является характеристикой товара, которая отвечает за надежность продукта, его функциональные и эксплуатационные свойства, за полное удовлетворение потребности покупателя, а также порождает его высокую конкурентоспособность. Российский рынок кондитерских изделий является перспективной отраслью, так как демонстрирует устойчивый ежегодный рост. Данный рынок включает следующие категории изделий: конфеты, глазированные шоколадом; печенье;

торты и пирожные; шоколад и шоколадные изделия [1, 2, 3].

Шоколад – продукт, полученный путем переработки какао-бобов с сахаром и разнообразными вкусовыми веществами или без последних [4].

Шоколад – это одно из самых любимых и популярных лакомств людей во всем мире. Шоколад обладает полезными свойствами, в которых нуждается наш организм. Например, регулярное употребление шоколада в рекомендованных диетологами количествах способствует нормальной работе и выполнению функций кровеносных пластинок (тромбоцитов), в шоколаде содержатся биологически ак-



тивные вещества из группы флавоноидов, не дающие тромбоцитам слипаться и препятствующие образованию тромбов в сосудах сердца и мозга [5, 6]. В шоколаде содержатся алкалоиды – теобромин и кофеин, которые оказывают возбуждающее действие. После употребления шоколада снижается усталость и повышается работоспособность, отступает стресс и депрессии, а также плохое настроение [7]. Результаты исследований потребительских предпочтений свидетельствуют о росте популярности и востребованности продукции здорового питания [8], и хотя о шоколаде как продукте здорового питания мнения потребителей неоднозначные, его можно позиционировать как данные продукты благодаря его высокой пищевой ценности. Именно состав оказывает непосредственное влияние на потребительские свойства шоколада и его качество. Для покупателей важны органолептические характеристики продукта, для оценки которых в настоящее время применяются различные методы анализа. Практическое применение в последнее время находит метод

профильно-дескрипторного анализа (МПДА). Основные направления применения данного метода представлены на рисунке 1. Метод применяется также для получения сенсорных характеристик (дескрипторов), качественных атрибутов, которые дополняют результаты измерительных исследований и дают более полную картину качества анализируемого продукта и сенсорную приемлемость [9, 10, 11, 12].

Все вышеизложенное послужило постановке **цели исследования** – оценить качество шоколада молочного, реализуемого на потребительском рынке г. Кемерово, на соответствие требованиям нормативных документов с применением метода профильно-дескрипторного анализа.

### Методы исследования

Объектами исследования в работе являлись образцы шоколада различных торговых марок, реализуемые на потребительском рынке г. Кемерово торговой сетью «Магнит». Данные образцы выбраны как наиболее популярные

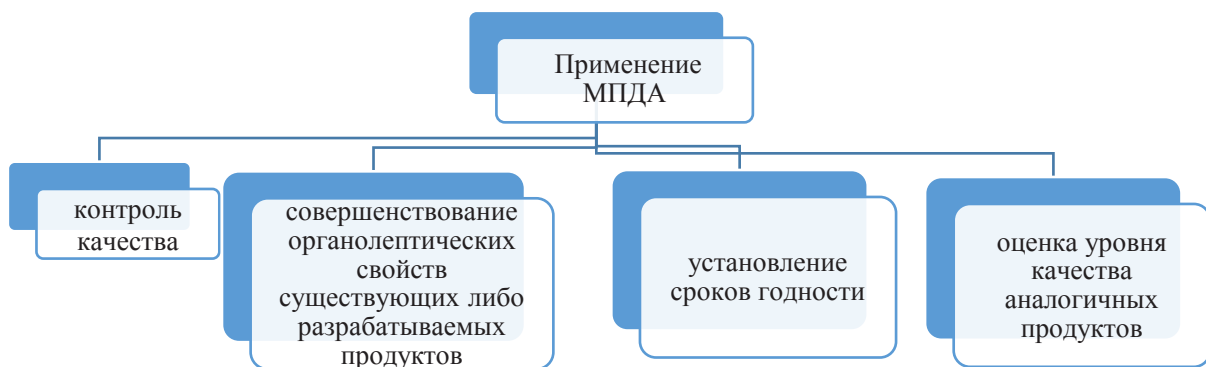


Рис. 1. Основные направления применения метода профильно-дескрипторного анализа продуктов

Таблица 1 – Характеристика объектов исследования (образцов)

| № | Наименование образца   | Производитель         | Местонахождение производителя   |
|---|--|-----------------------|---|
| 1 | Шоколад молочный с молочной начинкой «Аленка» (порционный)           | ПАО «Красный Октябрь» | Россия, 107140, г. Москва, ул. Малая Красносельская, д. 7, стр. 24  |
| 2 | Шоколад молочный с молочной начинкой «Kinder Chocolate» (порционный) | ЗАО «Ферреро Россия»  | Россия, 601211, Владимирская обл., Собинский р-н, с. Ворша, Кондитерская фабрика «Ферреро»                                      |
| 3 | Шоколад молочный с молочной начинкой «Коммунарка» (порционный)       | СООО «Коммунарка»     | Республика Беларусь, 220033, г. Минск, ул. Аранская, 18   |
| 4 | Шоколад молочный с молочной начинкой «Nesquik»                       | ООО «Нестле Россия»   | Россия, 115054, г. Москва, Павелецкая пл., д. 2, стр. 1 (Филиал в г. Самаре, 44309, Россия, г. Самара, проспект Кирова, д. 257) |



среди потребителей [13]. Характеристика объектов приведена в таблице 1.

Масса нетто всех образцов, указанная на маркировке, составляет 100 грамм.

В работе применяли общепринятые измерительные и органолептические методы исследования шоколада согласно действующему стандарту ГОСТ 31721 «Шоколад. Общие технические условия» [4].

Исследование маркировочной надписи проводили по требованиям ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция и части ее маркировки» и ГОСТ 31721 «Шоколад. Общие технические условия».

Качество маркировки и упаковки определяли путем визуального осмотра. Анализировали четкость и художественное оформление этикетки, а также читабельность маркировочной надписи.

Соответствие массы нетто определяли по ГОСТ 5897-90. Пределы допустимых отрицательных отклонений по ГОСТ 8.579-2002. Органолептические показатели определяли согласно ГОСТ 5897-90 [14] и ГОСТ 31721-2012 [4].

Дополнительно провели дегустационную оценку качества образцов шоколада с начинкой по 5-балльной шкале [15]. Для количественного изображения совокупности значимых органолептических признаков шоколада применяли дескрипторно-профильный метод.

Из физико-химических показателей определяли массовую долю сухого обезжиренного остатка какао по ГОСТ 31723-2012, массовую долю сухого обезжиренного остатка молока и (или) молочных продуктов по ГОСТ 31681,

отделяемую составную часть шоколада и массовую долю начинки по ГОСТ 5897-90, массовую долю золы по ГОСТ 5901-2014.

### Результаты исследований

Важными потребительскими свойствами пищевых продуктов являются упаковка товара и информация о нем, вынесенная на индивидуальную этикетку. Оценка состояния упаковки исследуемых образцов шоколада позволила акцентировать внимание на целостности упаковки, недеформированном состоянии поверхности, красочности оформления.

Характеристика упаковки образцов шоколада представлена в таблице 2.

Исследование упаковки показало, что все образцы, кроме образца № 4, имеют самую прочную и надежную упаковку для шоколада, которая предохранит продукт от механических повреждений и удобна в использовании и транспортировании. Художественное оформление упаковки – красочный дизайн каждого образца неповторим и оригинален.

Материал, из которого изготовлена упаковка, безопасен для пищевого использования, а также обеспечивает сохранность готового кондитерского изделия при его перевозках, хранении и реализации. Упаковка исследуемых образцов шоколада чистая, без деформаций, маркировочная надпись читаема.

На следующем этапе анализировали соответствие информации о товаре требованиям ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки», ГОСТ 31721. Грамотно выполненная маркировка товара, информирующая

Таблица 2 – Характеристика упаковки образцов шоколада

| № | Наименование образца   | Упаковка  |
|---|--|---|
| 1 | Шоколад молочный с молочной начинкой «Аленка» (порционный)           | Первичная – картонная упаковка в пастельных оттенках, вторичная для каждой порции – индивидуальная бумажная обертка с внешней стороны в коричнево-бежевых тонах и фольгированная сторона обертки с внутренней стороны |
| 2 | Шоколад молочный с молочной начинкой «Kinder Chocolate» (порционный) | Первичная – картонная упаковка в бело-красных тонах, вторичная для каждой порции – индивидуальная бумажная обертка с внешней стороны с логотипом и фольгированная сторона обертки с внутренней стороны                |
| 3 | Шоколад молочный с молочной начинкой «Коммунарка» (порционный)       | Первичная – картонная упаковка, вторичная для каждой порции – индивидуальная кашированная фольга серебристого цвета   |
| 4 | Шоколад молочный с молочной начинкой «Nesquik»                       | Полимерная упаковка флоу-пак в золотисто-белых оттенках   |



потребителя о его свойствах, основных характеристиках и отличительных особенностях, способствует успеху продаж и повышению конкурентоспособности товара. Степень информированности потребителя о характеристиках приобретаемой продукции является залогом «порядочности» отношений между производителем и конечным покупателем, выгодной обеим сторонам [16–18].

Анализ маркировки позволяет сделать следующие выводы: в информации, указанной на маркировочной надписи образца № 3 «Шоколад молочный с молочной начинкой «Коммунарка», содержатся все необходимые сведения в полном объеме, текст четкий и легко читаемый. Замечания есть к образцам шоколада № 1, № 2 и № 4 – на маркировке не указана информации о содержании ГМО. Маркировка не соответствует требованиям ГОСТ 31721-2012 [5]. Текст образцов легко читаем, не смазан.

Анализ штрихового кода образцов установил, что у всех образцов контрольное число, которое было проверено, оказалось правильным. Страна-производитель совпадает с заявленной на маркировочной надписи.

В таблице 3 представлен состав образцов шоколада как специализированная информации о продукте, которая позволяет идентифицировать вид шоколада.

На следующем этапе определяли соответствие массы нетто образцов шоколада. Масса нетто продукта в одной упаковочной единице должна соответствовать номинальному количеству, указанному в маркировке потребительской тары, с учетом допускаемых отклонений. Результаты показали, что у всех образцов фактическая масса соответствует заявленной, отрицательных отклонений по массе не выявлено.

Качество продуктов питания зависит не только от их пищевой ценности, но и от органолептических свойств, которые во многом определяют покупательную способность продукта и позволяют оценить, как воспринимается данный продукт и его качество потребителем.

Общие принципы и основы методологии органолептического анализа изложены в действующем нормативном документе ГОСТ ISO 6658-2016, который является руководством в проведении органолептического анализа продуктов питания [19].

Проведена оценка органолептических показателей образцов шоколада на соответствие требованиям ГОСТ 31721-2012 [4]. Результаты органолептических исследований показали, что все образцы шоколада молочного с молочной начинкой соответствуют требованиям, предъявляемым к органолептическим показателям. Признаков жирового и сахарного поседения,

Таблица 3 – Состав исследуемых образцов

| Аленка   | Kinder Chocolat   | Коммунарка  | Nesquik  |
|--|---|---|--|
| Молочный шоколад (сахар, масло какао, молоко сухое цельное, какао тертое, эмульгаторы (лецитин соевый, E476), ароматизатор «Ваниль»); начинка: сахар, жир специального назначения, (рафинированные, дезодорированные растит. масла, эмульгатор E471), сухое обезжиренное молоко, молоко сухое цельное, ядро ореха кешью тертое, эмульгатор лецитин соевый, ароматизатор «Молоко» | Сахар, сухое цельное молоко, масло какао, тертое какао, эмульгатор: лецитины, ароматизатор; начинка: сахар, сухое обезжиренное молоко, растительный жир, молочный жир, эмульгатор: лецитины, ароматизатор | Шоколад молочный (сахар, какао-масло, сливки сухие, какао тертое, сыворотка молочная сухая, эмульгаторы (лецитин соевый, E476), ароматизатор натуральный «Ваниль»), начинка кремовая (сахар, сливки сухие, какао-масло, масло ши, сыворотка молочная сухая, эмульгаторы (лецитин соевый, E476), ароматизатор натуральный «Ваниль-пломбир», регулятор кислотности лимонная кислота, соль поваренная пищевая йодированная (содержит агент антислеживающий E536) | Молочный шоколад (сахар, масло какао, молоко сухое цельное, какао тертое, сыворотка молочная сухая, молочный жир, эмульгаторы (лецитин соевый, E476), натуральный ароматизатор), сахар, масло растительное, молоко сухое цельное (4,8%), сыворотка молочная сухая, карбонат кальция, эмульгатор (лецитин соевый), натуральный ароматизатор |

зараженности вредителями и дефектов, портящих внешний вид, не обнаружено. Исследуемые образцы имеют привлекательный внешний вид, гармоничный и тающий вкус с выраженным ароматом какао, с учетом пищевых ингредиентов, составляющих кондитерскую массу, а также каждый образец отличается индивидуальным рисунком на лицевой поверхности шоколада.

Для более точного анализа органолептических показателей была проведена дегустация исследуемых образцов шоколада. В дегустации участвовало 7 человек – независимых экспертов. Оценка качества образцов проводилась по разработанной 5-балльной шкале [13].

Всего выделили пять характеристик и пять качественных уровней: 5 – отличное качество, 4 – хорошее качество, 3 – удовлетворительное качество, 2 – плохое качество и 1 – неудовлетворительное качество. Плохое качество отличается от неудовлетворительного тем, что при плохом качестве товар остается безопасным, хотя и имеет дефекты, а при неудовлетворительном качестве товар является опасным и обладает критическими дефектами. Качество изделий определяется в соответствии со сле-

дующей градацией: отличное – 4,5–5,0 баллов, хорошее – 4,4–3,5; удовлетворительное 3,4–2,5; плохое – 2,4–1,7; неудовлетворительное – менее 1,0 балла.

Уровень качества образцов шоколада с учетом коэффициентов весомости приведен в таблице 4.

Таким образом, все образцы имеют «отличное качество» согласно шкале градаций качества. Каждый образец шоколада обладает приятным вкусом и запахом, свойственным заявленному наименованию, гармоничным, умеренно сладким; имеют блестящую поверхность с четким рисунком, форму без деформаций и однородную структуру. Молочный шоколад с молочной начинкой «Kinder Chocolate» обладает наивысшим уровнем качества, по мнению дегустаторов. Остальные образцы характеризуются также «отличным качеством», но отличаются вкусовыми ощущениями, формой и консистенцией.

При выявлении сильных сторон каждого образца шоколада применили метод профилирования для отображения наиболее значимых органолептических признаков по оценке дегустаторов. Усредненные оценки дегустаторов послужили для построения профилограмм. Профильный анализ – органолептический метод качественной и количественной оценки совокупности признаков-свойств: аромата, вкуса, текстуры с использованием предварительно выбранных описательных характеристик – дескрипторов. Данный метод основан на количественной оценке показателей качества и позволяет установить корреляцию между отдельными признаками.

Таблица 4 – Уровень качества образцов шоколада

| Наименование образцов | Уровень качества |
|-----------------------|------------------|
| Аленка                | 4,69             |
| Kinder Chocolate      | 4,88             |
| Коммунарка            | 4,78             |
| Nesquik               | 4,58             |

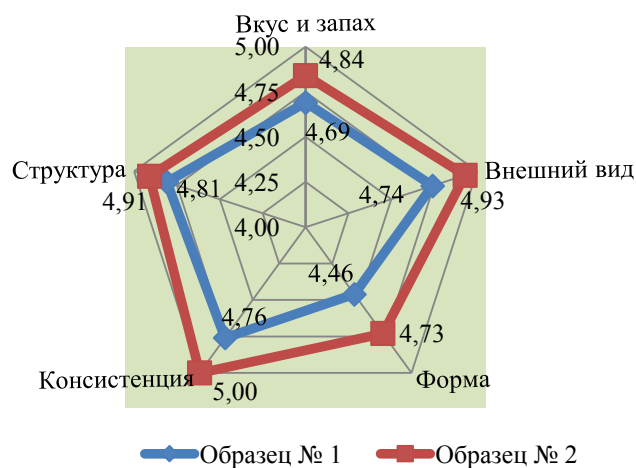


Рис. 2. Сравнение профилей дегустационного анализа образцов шоколада № 1 и № 2

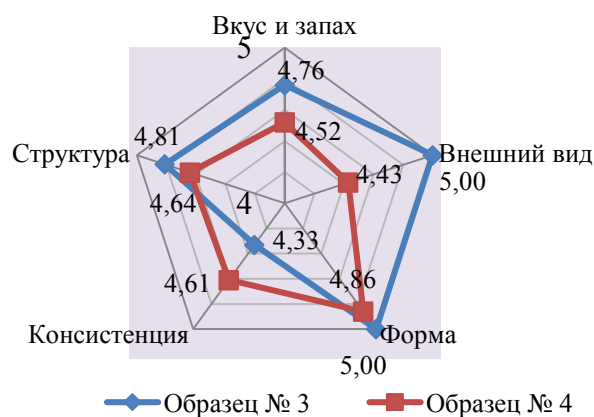


Рис. 3. Сравнение профилей дегустационного анализа образцов шоколада № 3 и № 4



Характеристика органолептических показателей качества методом профилирования представлена на рисунках 2–4.

По результатам профилограммы видно, что образцы шоколада не имеют сильных различий по органолептическим показателям. Это говорит о том, что шоколады под брендами «Аленка» и «Kinder Chocolate» имеют отличное качество по сенсорным ощущениям.

Как свидетельствуют полученные данные, образцы № 3 и № 4 характеризуются неоднозначной дегустационной оценкой. Наиболее высокие показатели принадлежат шоколаду «Коммунарка». Образец № 3 является импортным шоколадом из Республики Беларусь, страной-производителем образца № 4 является Россия. Иностраный шоколад имеет лучшие вкусовые и внешние качества продукта по отношению к отечественному шоколаду.

Сравнительная характеристика качества всех объектов шоколада приведена на рисунке 4.

Результаты сенсорного анализа образцов дают наглядную информацию о том, что значи-

тельных различий в сенсорных ощущениях нет. Следовательно, результаты дегустационного анализа методом балльной оценки коррелируют с результатами, полученными методом профилирования. По мнению дегустаторов, наилучшим флевором характеризуется шоколад «Kinder Chocolate», далее следуют шоколады под брендами «Коммунарка» и «Аленка», замыкающим стал шоколад под торговой маркой «Nesquik». Это говорит о профиле вкусоности продукта и дает тот «образ продукта», который потребитель желает видеть. Стоит сказать, что все образцы имеют «отличное качество» по результатам балловой оценки органолептических показателей. Значит, подобная градация условна среди исследуемых образцов, так как зависит от вкусовых предпочтений и ощущений дегустаторов.

Проведена оценка физико-химических показателей образцов шоколада с начинкой на соответствие требованиям ГОСТ 31721-2012 [4]. Результаты исследований представлены в таблице 5.

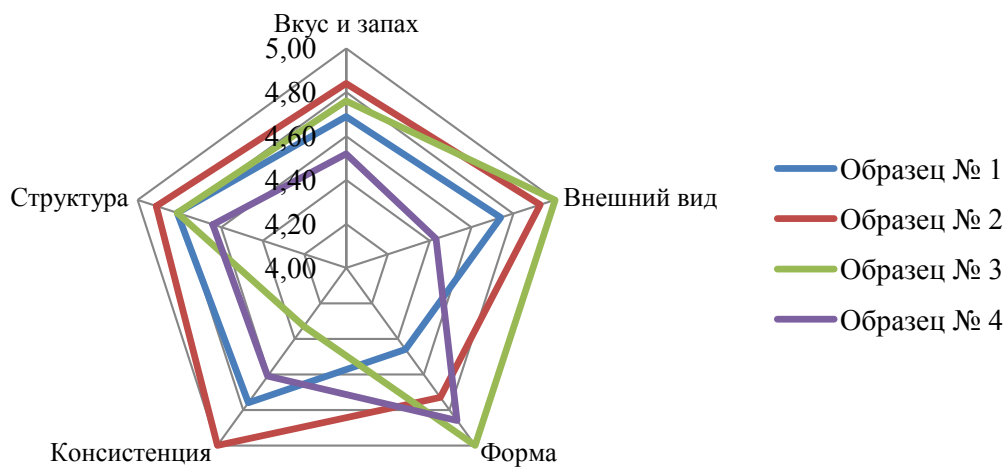


Рис. 4. Профилограмма дегустационного анализа образцов шоколада

Таблица 5 – Анализ физико-химических показателей шоколада

| Наименование показателя   | Норма согласно ГОСТ 31721 | Образец № 1 | Образец № 2 | Образец № 3 | Образец № 4 |
|---|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Массовая доля сухого обезжиренного остатка какао, %                             | Не нормируется            | 5,2         | 4,8         | 4,5         | 6,1         |
| Массовая доля сухого обезжиренного остатка молока и (или) молочных продуктов, % | Не нормируется            | 12,8        | 17,3        | 21,3        | 15,4        |
| Отделяемая составная часть, %   | Не менее 40               | 47,8±0,2    | 42,5±0,2    | 47,0±0,2    | 49,0±0,2    |
| Массовая доля начинки, %  | Не более 60               | 52,2±0,2    | 57,5±0,2    | 53,0±0,2    | 51,0±0,2    |
| Массовая доля золы, %   | Не более 0,1              | 0,1±0,01    | 0,1±0,01    | 0,1±0,01    | 0,1±0,01    |

Результаты исследований, представленные в таблице 4, свидетельствуют о том, что анализируемые образцы шоколада молочного с начинкой соответствуют по физико-химическим показателям требованиям ГОСТ 31721-2012 [4].

Массовая доля обезжиренного остатка какао находилась в пределах от 4,5 до 6,1%. На маркировке образцов № 1, 3 и 4 было указано, что ее содержание должно быть не менее 2,5%, что также соответствует рецептуре или технологической инструкции на продукт. Наибольшее содержание массовой доли сухого обезжиренного остатка молока и (или) молочных продуктов присутствует в образце № 3 «Шоколада молочного с молочной начинкой «Коммунарка». Она составила 21,3%. Наименьшая доля остатка молока и (или) молочных продуктов принадлежит бренду «Аленка» – 12,8%. Норма, указанная на маркировочной надписи образцов № 1, 3 и 4, составляет не менее 12%, следовательно, эти образцы шоколада не имеют отрицательных отклонений по данному показателю. Из данных таблицы 4 также видно, что массовая доля начинки и составная часть шоколада у всех образцов находится в пределах установленных норм. Самое высокое содержание начинки у производителя СОАО «Коммунарка», массовая доля составила 57,5%.

### Обсуждение

Таким образом, исходя из проведенных исследований по оценке уровня качества шоколада по совокупности органолептических и физико-химических показателей, анализу упаковки и маркировки, можно констатировать, что продукция, реализуемая на потребительском рынке г. Кемерово, соответствует требованиям нормативных документов по качеству. При этом сравнение органолептических свойств образцов молочного шоколада с молочной начинкой методом профильно-дескрипторного анализа позволило выявить лучший из исследуемых образцов, а именно Kinder Chocolate.

### Список литературы

1. Покровский Н. В., Кузнецова А. С. Ассортимент и экспертиза качества шоколада на современном этапе // Вестник ОрелГИЭТ. Технология и товароведение продуктов. 2015. № 5. С. 126–128.
2. Пепеляева А. Р. Особенности российского рынка шоколадных изделий и его пер-

спективы развития // Вестник науки. 2019. № 11 (20). С. 121–123.

3. Шемчук М. А., Лобач Е. Ю. Исследование потребительских предпочтений на рынке шоколада г. Кемерово // Техника и технология пищевых производств. 2019. № 1. С. 159–165.

4. ГОСТ 31721-2012. Шоколад. Общие технические условия. Введ. 2013-07-01. М. : Стандартинформ, 2013. 12 с.

5. Верещагин А. Л., Резниченко И. Ю., Бычин Н. В. Термический анализ в исследовании качества шоколада и кондитерских изделий // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49. № 2. С. 289–300.

6. Идентификация подлинности масло-жировой продукции : монография / И. Ю. Резниченко, А. Л. Верещагин, Г. А. Губаненко, Т. Ф. Киселева. Кемерово, 2019. 112 с.

7. Кузнецова А. С., Шелепина Н. В. Потребительские свойства шоколада // Вестник ОрелГИЭТ. 2015. № 2 (12). С. 233–236.

8. Чугунова О. В., Заворохина Н. В. Использование методов дегустационного анализа при моделировании рецептур пищевых продуктов с заданными потребительскими свойствами : монография. Екатеринбург : Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2010. 148 с.

9. Kim, Pan-Jun, Jae-yun Lee. Descriptor Profiling for Research Domain Analysis // Journal of The Korean Society for Information Management. 2007. № 24. P. 285–303.

10. Nordiana A. B., Wan Rosli W. I., Wan Amir Nizam W. A. The effect of oyster mushroom (*Pleurotus sajor-caju*) flour incorporation on the physicochemical quality and sensorial acceptability of pasta // International Food Research Journal. 2019. № 26 (4). P. 1249–1250.

11. Salik M. A., Arslaner A. The quality characteristics and shelf life of probiotic ice cream produced with *Saruç* and *Saccharomyces boulardii* // International Food Research Journal. 2020. № 27 (2). P. 234–244.

12. Shamsudin R., Zulkifli N. A., Kamarul Zaman A. A. Quality attributes of fresh pineapple-mango juice blend during storage // International Food Research Journal. 2020. № 27 (1). P. 141–149.

13. Зайцева Н. С., Резниченко И. Ю. Исследование ассортимента шоколада, реализуемого на потребительском рынке г. Кемерово // Пищевые инновации и биотехнологии : сб. тез. VIII Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Т. 1 : Биотехнологии, ка-



чество и безопасность / под общ. ред. А. Ю. Просекова ; ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет». Кемерово, 2020. С. 291–293.

14. ГОСТ 5897-90. Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей. Введ. 1992-01-01. М. : ИПК Изд-во стандартов, 2004. 7 с.

15. Зайцева Н. С., Резниченко И. Ю. Разработка и применение балловой шкалы для органолептической оценки кондитерских изделий // Пищевые инновации и биотехнологии : сб. тез. VIII Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Т. 1. : Биотехнологии, качество и безопасность / под общ. ред. А. Ю. Просекова ; ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет». Кемерово, 2020. С. 294–296.

16. Резниченко И. Ю., Тихонова О. Ю., Сельская И. Л. Правильная этикетка – залог

успешных продаж // Пищевая промышленность. 2019. № 7. С. 19–24.

17. Тихонова О. Ю., Резниченко И. Ю., Зоркина Н. Н. Исследование потребительских предпочтений в отношении маркировки пищевых продуктов и оценки ее качества // Техника и технология пищевых производств. 2015. № 1 (36). С. 152–156.

18. Резниченко И. Ю., Хохлова Н. В., Торшина Т. А. Влияние маркировки на конкурентоспособность товара // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2016. № 2 (37). С. 113–119.

19. ГОСТ ISO 6658-2016. Органолептический анализ. Методология. Общее руководство. М. : Стандартинформ, 2016. 26 с. Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200139405/>. Дата обращения : 21.05.2020.

---

**Зайцева Наталья Семеновна**, студентка магистратуры кафедры управления качеством, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».

E-mail: [na71zeyv9@gmail.com](mailto:na71zeyv9@gmail.com).

**Рубан Наталья Юрьевна**, канд. техн. наук, доцент кафедры управления качеством, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».

E-mail: [natali2603@mail.ru](mailto:natali2603@mail.ru).

**Резниченко Ирина Юрьевна**, д-р техн. наук, профессор, заведующая кафедрой управления качеством, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».

E-mail: [Irina.Reznichenko@gmail.com](mailto:Irina.Reznichenko@gmail.com).

\* \* \*

## AGRONOMIC SCIENCES

### Factor structure of potato yield

A. A. Vasiliev, D. Yu. Nokhrin, V. P. Dergilev

Potato ontogeny is controlled by the genotype and environmental conditions, which have a direct impact on the elements of the structure of its yield: plant density per unit area, the number of tubers in the nest and the average tuber weight. These elements, in turn, depend on other factors, for example, the number of tubers depends on the plant density, and the tuber size often depends on the leaf area. For a deeper understanding of the biological development patterns of potato plants, the relationships between 18 agrobiological indicators obtained in the field experiment in 2004-2006 were studied using the statistical technique of factor analysis (on the development of agricultural techniques for new varieties of potatoes). As a result of the conducted studies, 70.1% of the total variance of these indicators were found to be explained by 4 acting latent variables: 1) the total biological productivity of plants (30.4%), 2) the influence of planting density (15.3%), 3) the influence of air nutrition on the formation of tubers (12.6%), 4) the formation peculiarities of seed tubers (11.8%). The unfavorable weather conditions in the dry year of 2004 had the greatest influence on the biological productivity of plants.

*Keywords:* potatoes, factor analysis, yield, crop structure, moisture supply.

#### References

1. Amelyushkina T. A. *Texnologicheskie elementy vozdeleyvaniya kartofelya sorta Kaluzhskij // Vladimirskij zemledec.* 2018. № 2 (84). S. 41–43.
2. Vasil'ev A. A., Dergilev V. P. *Texnologicheskie priemy vyrashhivaniya novyx sortov kartofelya // Agrarnyj vestnik Urala.* 2008. T. 44. № 2. S. 67–69.
3. Vasil'ev A. A. *Optimizaciya gustoty posadki kak faktor povysheniya urozhajnosti kartofelya v Chelyabinskoy oblasti // APK Rossii.* 2017. T. 24. № 3. S. 585–589.
4. Vladimirov K. V., Vladimirov V. P. *Produktivnost' kartofelya v zavisimosti ot sistemy primeneniya udobrenij na seryx lesnyx pochvax // Vestnik Chuvashskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii.* 2017. № 2 (2). S. 9–13.
5. *Vliyanie biostimulyatora mival-agro na urozhajnost' i semennuyu produktivnost' kartofelya / N. V. Glaz, A. A. Vasil'ev, A. K. Gorbunov, A. A. Mushinskij // Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik.* 2019. № 4 (52). S. 23–31.
6. Gordeeva A. V., Udalova E. YU. *Vliyanie obrabotki klubnej kartofelya ximicheskimi protravitelyami na ustojchivost' k boleznyam i vreditelyam // Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya texnologii proizvodstva i pererabotki produkcii sel'skogo xozyajstva.* 2017. № 19. S. 27–31.
7. *Uroki zasuxi v kartofelevodstve / A. V. Korshunov, L. N. Kutovenko, YU. N. Lysenko, R. L. Raximov // Dostizheniya nauki i texniki APK.* 2011. № 3. S. 21–23.
8. Loginov YU. P., Kazak A. A. *Plastichnost' i stabil'nost' sortov kartofelya v lesostepi Tyumenskoj oblasti // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2017. № 5 (67). S. 73–77.
9. Nikitishen V. I., Terexova L. M., Lichko V. I. *Formirovanie assimilyacionnogo apparata i produktivnost' fotosinteza rastenij v razlichnyx usloviyax mineral'nogo pitaniya // Agroximiya.* 2007. № 8. S. 35–43.
10. Urbax V. Yu. *Biometricheskie metody.* M. : Nauka, 1964. 415 s.
11. *Faktornyj, diskriminantnyj i klasternyj analiz / per. s angl. ; Dzh.-O. Kim [i dr.] ; pod red. I. S. Enyukova.* M. : Finansy i statistika, 1989. 215 s.
12. Fedotova L. S., Kravchenko A. V. *V izmenyayushhixsya klimaticheskix usloviyax nuzhny novye podxody k vozdeleyvaniyu kartofelya // Kartofel' i ovoshhi.* 2011. № 2. S. 20.
13. FAOSTAT. *Prodovol'stvennaya i sel'skoxozyajstvennaya organizaciya Ob"edinennyx nacij.* Rezhim dostupa : <http://www.fao.org/faostat/ru/#home> (data obrashheniya 21.02.2020).
14. Hijmans R. J. *The effect of climate change on global potato production // American Journal of Potato Research.* 2003. V. 80. P. 271–279.



15. Jackson D. A. Stopping rules in principal component analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches // Ecology. 1993. № 8. P. 2204–2214.
16. Climate change impact on global potato production / R. Raymundo [et al.] // European Journal of Agronomy. 2017. Access mode : <https://hdl.handle.net/10568/90585> (дата обращения 21.02.2020). DOI : <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.11.008>.
17. Sokal R. R., Rohlf F. J. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. N-Y : Freeman & Co, 1995. 850 p.
18. Yoshioka K. KyPlot – a user-oriented tool for statistical data analysis and visualization // Computational Statistics. 2002. V. 17. № 3. P. 425–437.

**Vasiliev Aleksandr Anatolyevich**, D. Sc. (Agriculture), leading researcher, the Potato Department, Ural Federal Agrarian Research Centre, UB RAS.

E-mail: [kartofel\\_chel@mail.ru](mailto:kartofel_chel@mail.ru).

**Nokhrin Denis Yuryevich**, Cand. Sc. (Biology), senior researcher, the Department of Instrumental Research Methods, Ural Federal Agrarian Research Centre, UB RAS.

E-mail: [kartofel\\_chel@mail.ru](mailto:kartofel_chel@mail.ru).

**Dergilev Vasily Petrovich**, Cand. Sc. (Agriculture), senior researcher, the Potato Department, Ural Federal Agrarian Research Centre, UB RAS.

E-mail: [kartofel\\_chel@mail.ru](mailto:kartofel_chel@mail.ru).

### **Against the stereotypes in agriculture (to the 125<sup>th</sup> anniversary of T.S. Maltsev's birth)**

**S. D. Gilev, I. N. Tsymbalenko, A. N. Kopylov, N. V. Ionina, E. V. Nesterova**

The paper presents the results of research in stationary experiments laid down under T.S. Maltsev's guidance in 1968 and 1970, with the influence of soil cultivation systems on the productivity of spring wheat and the fertility of heavy loamy leached chernozems in the natural conditions of the northwestern zone of the Trans-Urals still being studied. T.S. Maltsev was an innovator in the development and application of unmanned tillage methods in production, at the same time he was an ardent opponent of the stereotyped approach to agricultural issues. He asked that the "Maltsev system" not be copied, but applied taking into account the local soil and climatic conditions. Long-term studies established that the methods of "Maltsev" tillage had a positive effect on crop productivity and soil fertility, especially together with fertilizers. However, the zero tillage system widely used in modern agriculture with the use of chemicals which proved itself well on light and medium loamy chernozems of the central zone of the Trans-Urals and showed a number of disadvantages on cold heavy loamy soils of the northwestern zone. Wheat yield after chemical fallow decreased by 16.3% if compared with moldboard tillage, soil density increased from 1.17 to 1.27 g/cm<sup>3</sup>, the content of nitrate nitrogen before sowing decreased from 5.9 to 3.1 mg/kg of soil. At the same time, zero tillage saved the soil moisture. Productive moisture in the meter layer of soil at no-till for the growing season decreased by 20 mm if compared to annual plowing. The results of field experiments were processed by B.A. Dospikhov's statistical method. Laboratory research was carried out according to generally accepted methods of experimental work.

*Keywords:* spring wheat, tillage minimization, zero tillage, chemical fallow, nitrification, soil density, productive moisture.

### **References**

1. Mal'cev T. S. Materialy Vsesoyuznyx soveshhanij v kolchoze «Zavety Lenina» i g. Shadrinske Kurganskoj oblasti 1954 goda. Kurgan, 1984. 100 s.
2. Mal'cev T. S. O priumnozhenii plodorodiya celinnyx i zaleznyx zemel'. Voprosy zemledeliya. Izbrannoe. M. : Agropromizdat, 1985. S. 238–248.



3. Kiryushin V. I. Minimizaciya obrabotki pochvy: perspektivy i protivorechiya v zemledelii // Zemledelie. 2006. № 5. S. 12–14. Blade loosening creates a deeper and near-stable rooting zone that raises the productivity of a structurally unstable texture contrast soil / G. J. Hamilton, J. Sheppard, R. Bowey, P. Fisher // Soil Research. 2017. T. 55. № 2. P. 101–113.
4. Economics of crop diversification and soil tillage opportunities in the Canadian prairies / R. P. Zentner [et al.] // Agron. J. 2002. № 94. P. 216–230. Access mode : <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2134/agronj2002.2160>.
5. Conservation agriculture for long-term soil productivity / M. Suleimenov, Z. Kaskarbayev, K. Akshalov, N. Yushchenko // Mueller L., Saporov A., Lischeid G. (eds) Novel measurement and assessment tools for monitoring and management of land and water resources in agricultural landscapes of central Asia. Environmental science and engineering. Springer, Cham. 2014. P. 441–454. DOI : [https://doi.org/10.1007/978-3-319-01017-5\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-319-01017-5_26).
6. Suleimenov M. Dryland agriculture in Northeastern Europe and northwestern Asia // In Dryland agriculture (eds G. A. Peterson, P. W. Unger and W. A. Payne). 2015. P. 16. DOI : 10.2134/agronmonogr23.2ed.c16.
7. Roberts T. L., Johnston A. M. Tillage intensity, crop rotation, and fertilizer technology for sustainable wheat production North American experience // Buck H. T., Nisi J. E., Salomón N. (eds) Wheat production in stressed environments. Developments in plant breeding. Springer, Dordrecht. 2007. Vol. 12. P. 175–187. DOI : [https://doi.org/10.1007/1-4020-5497-1\\_23](https://doi.org/10.1007/1-4020-5497-1_23).
8. Nitrogen fertilization management for no-till cereal production in the Canadian Great Plains: a review / S. S. Malhi, C. A. Grant, A. M. Johnston, K. S. Gill // Soil and Tillage Research. 2001. № 60. P. 101–122. Access mode : [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(01\)00176-3](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(01)00176-3).
9. Problemy ekologizacii zernovogo proizvodstva i puti ix resheniya v Zaural'e / pod red. S. D. Gileva. Kurtamysh : OOO «Kurtamyshskaya tipografiya», 2018. 224 s.
10. Vostrov I. S. Racional'noe ispol'zovanie mikroorganizmov dlya povysheniya potencial'nogo plodorodiya pochv // Vestnik sel'skoxozyajstvennoj nauki. 1989. № 1 (389). S. 103–109.
11. Zemledelie / pod red. S. A. Vorob'eva. M. : Kolos, 1972. 511 s.
12. Sheptuxov V. N., Konovalov S. N., Nesterova A. V. Izmenenie struktury dernovo-podzolistyx suglinistyx pochv pri minimizacii obrabotki // Pochvovedenie. 1993. № 5. S. 64–74.
13. Xolmov V. G., Yushkevich L. V. Intensifikaciya i resursoberezhenie v zemledelii lesostepi Zapadnoj Sibiri. Omsk : Izd-vo FGOU VPO OmGAU, 2006. 396 s.
14. Gluxix M. A., Sobyenin V. B., Sobyenina O. B. Terentij Semenovich Mal'cev. Idei i nauchnye issledovaniya. Kurgan : FGOUIPP «Zaural'e», 2005. Ch. 2. 242 s.
15. Baxareva A. F., Terpugov A. V. Agroximicheskaya xarakteristika pochv i primenenie udobrenij v Kurganskoj oblasti. Sverdlovsk : Yuzhno-Ural'skoe kn. izd-vo, 1969. 115 s.
16. Baraev A. I. Sushhnost' metoda T.S. Mal'ceva // Izbrannye trudy. Almaty, 2008. T. 1. S. 111–114.
17. Mal'cev T. S. Gde nas podsteregayut oshibki v vesennem seve. Voprosy zemledeliya. Izbr. 3-e izd. M. : Agropromizdat, 1985. S. 91–96.
18. Kashtanov A. N. Znachenie rabot T. S. Mal'ceva, ix razvitie i realizaciya v sovremennom zemledelii // Rol' sovremennyx texnologij v ustojchivom razvitii APK : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. posvyashh. 110-letiyu so dnya rozhd. T. S. Mal'ceva. Kurgan, 2006. S. 22–24.

**Gilev Sergey Dmitriyevich**, Cand. Sc. (Agriculture), leading researcher, the Agriculture Laboratory, Ural Federal Agrarian Research Center, Ural Branch of RAS.

E-mail: [gilew.ser@yandex.ru](mailto:gilew.ser@yandex.ru).

**Tsymbalenko Ivan Nikolayevich**, Cand. Sc. (Agriculture), leading researcher, the Agriculture Laboratory, Ural Federal Agrarian Research Center, Ural Branch of RAS.

E-mail: [kniish@ketovo.zaural.ru](mailto:kniish@ketovo.zaural.ru).

**Kopylov Artem Nikolaevich**, Cand. Sc. (Agriculture), leading researcher, the Agriculture Laboratory, Ural Federal Agrarian Research Center, Ural Branch of RAS.

E-mail: [artkurgan@rambler.ru](mailto:artkurgan@rambler.ru).



**Ionina Natalya Valerievna**, senior researcher, the Laboratory n.a. T.S. Maltsev, Ural Federal Agrarian Research Center, Ural Branch of RAS.  
E-mail: nyura.ionina@yandex.ru.

**Nesterova Elena Victorovna**, Cand. Sc. (Agriculture), leading researcher, the Laboratory of Economics and Innovative Development, Ural Federal Agrarian Research Center, Ural Branch of RAS.  
E-mail: l.nesterowa2009@yandex.ru.

## **Elements of adaptive technology for cultivation of spring wheat variety Extra in the conditions of the Middle Urals**

**O. V. Demidova**

The purpose of the research was to establish the influence of growth regulators on the development and the biological potential of the yield of soft spring wheat variety Extra. The studies were carried out in 2018-2019 according to the state assignment on the topic "Creation and improvement of adaptive technologies for the cultivation of economically significant crops based on the optimization of biotic and abiotic factors". To compare the effect of growth regulators, the following preparations were used: Rostok, Zircon, Larixin and Gumitorf according to the recommended intake. There were 15 variants in total, with the variant without treatment being taken as control. The preparation Rostok used in the experiment with seed treatment before sowing significantly increased the yield in all variants of the experiment with seeding rates by an average of 0.60 t/ha. The preparation Larixin used for treating plants in the tillering phase increased the yield by an average of 0.60 t/ha for all variants of the experiment. A higher responsiveness to the applied preparations was manifested in the variant with the seeding rate of 5.5 million germinating grains per 1 ha in the experiment with the treatment of Larixin (5.30 t/ha) used in the tillering phase.

*Keywords:* crop production, spring wheat (*Triticum aestivum* L.), variety, seeding rates, yield, mineral fertilizers, genotype-environment interaction, adaptive technologies, adaptability, growth regulators, Rostok, Zircon, Larixin, Gumitorf.

### **References**

1. Korzun O. S., Brujlo A. S. Adaptivnye osobennosti selekcii i semenovodstva sel'skoxozyajstvennyx kul'tur. Grodno : GGAU, 2011. 9 s.
2. Zezin N. N., Ogorodnikov L. P. Adaptivnye texnologii proizvodstva zerna na Srednem Urale. Ekaterinburg, 2006. 146 s.
3. Gosudarstvennyj katalog pesticidov i agroximikatov, razreshennyx k primenenyu na territorii Rossijskoj Federacii. Chast' 1. Pesticidy. M., 2017. S. 678.
4. Eberhart S. A. and Russell W.A. Grop Sci. 1996. V. 6. № 1. R. 36–40.
5. Xangil'din V. V. Parametry ocenki gomeostatichnosti sortov i selekcionnyx linij // Nauchno-texnicheskij byulleten' Vsesoyuznogo selekcionno-geneticheskogo instituta. Odessa. 1986. № 2 (60). S. 36–41.
6. Udachin R. A., Golovochenko A. P. Metodika ocenki ekologicheskoy plastichnosti sortov pshenicy // Selekcija i semenovodstvo. 1990. № 5. S. 2–6.
7. Dospexov V. A. Metodika polevogo opyta. M. : Agropromizdat, 1985. 351 s.
8. Kucharsky J., Wyzkowska J. Response of soil microorganisms and buckwheat plants to cytokinines // Rostlinna Vyroba. 2000. № 46 (11). R. 527–532.
9. Mueller J. N., Jhorup-Kristensen K. fixation of selected green manure plants in an organic crop rotation // Biol Agr. And Mort. 2001. V. 18. № 4. P. 345–365.

**Demidova Oksana Valeryevna**, postgraduate student, researcher, the Laboratory of Varietal Agricultural Technology and Ecological Testing of Varieties, Ural Research Institute of Agriculture, Ural Federal Agrarian Research Center, Ural Branch of RAS.  
E-mail: selektsiya@bk.ru.

## Growth regulators in accelerated reproduction of healthy potatoes

L. A. Kelik, F. R. Lepp

For accelerated reproduction of healthy potatoes when cutting seedlings of test-tube culture IAA biostimulants, athlete, zircon and root are recommended. Their use when rooting cuttings made it possible to accelerate the formation of the root system and obtain strong, healthy plants as early as on the 12<sup>th</sup> day after planting. Growth regulators increased the length of the root system by 1.5-2.5 times if compared with the control variant. By all biometric indicators, the zircon preparation showed the greatest efficiency, increasing the length and weight of roots by 50 and 150%, the length and weight of plants by 36 and 73%, respectively, in comparison with the control variant.

*Keywords:* seedlings, test-tube culture, cuttings, growth regulators, phytohormones, productivity, reproduction rate.

### References

1. Koksharova M. K., Karimova Sh. N. Semenovodstvo kartofelya na Srednem Urale // Kartofel'evodstvo // Materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Metody biotekhnologii v selektsii i semenovodstve kartofelya» / GNU VNIIX Rossel'xozakademii. M., 2014. S. 217–222.
2. Zazorina E. V., Rodionov K. L., Katunin K. S. Regulyatory rosta – innovatsionnye priemy na kartofele v Central'nom Chernozem'e // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj s/x akademii. 2011. № 4. S. 50–54.
3. Buldakov S. A., Shakleina N. A., Plexanova L. P. Ozdorovlennyy kartofel' v plenochnyx teplicax // Kartofel' i ovoshhi. 2013. № 6. S. 36–40.
4. Lobachev D. A., Avdienko V. G. Klonovyy otbor na etape uskorenogo razmnozheniya kartofelya rostkovymi cherenkami iz mini-klubnej s ispol'zovaniem regulyatorov rosta // Vestnik Ul'yanovskoj GSA. 2011. № 2. S. 13–18.
5. Vakulenko V. V. Epin-Ekstra i Cirkon povyshayut urozhajnost' i kachestvo kartofelya // Kartofel' i ovoshhi. 2018. № 3. 28 s.
6. Pashkova G. I., Kuz'minyx A. N. Formirovanie urozhaya rannespelogo sorta kartofelya pri ispol'zovanii stimulyatorov rosta // Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Sel'skoxozyajstvennye nauki. Ekonomicheskie nauki». 2018. T. 4. № 3. S. 57–62.

**Kelik Lyudmila Arkadyevna**, senior researcher, Ural Research Institute of Agriculture, Ural Federal Agrarian Research Center, Ural Branch of RAS.

E-mail: lkelik66@mail.ru.

**Lepp Faniya Rimovna**, senior researcher, Ural Research Institute of Agriculture, Ural Federal Agrarian Research Center, Ural Branch of RAS.

E-mail: lkelik66@mail.ru.

## Evaluating the combining ability of the new corn lines of European flint plasma

N. A. Orlyansky, N. A. Orlyanskaya

The combining ability of the yield and harvest moisture content of the grain of new early-maturing corn lines, created on the basis of the original forms of European flint plasma, was studied in the conditions of the forest-steppe zone of Central Chernozem Region. The genotypes that significantly exceeded the standard line K 79 were identified, and the ways of using the new starting material were outlined. To create highly heterotic hybrid combinations, the line VK 79/50-388 with high and medium indicators of general and specific combining ability for grain yield is suitable. The lines VK 79/50-381, VP 79/25-364 and VP 79/25-367 with high general combining ability and low specific combining ability are advisable to



use when planning the next cycles of creating self-pollinated lines. Good prospects for obtaining hybrids with a low harvest moisture content in grain can be provided by the use of lines with average general combining ability and high specific combining ability: VK 79/50-387 and VP 79/25-367, as well as VP 79/25-372 with high general combining ability effects and medium specific combining ability variations. As a starting material for using in nurseries for creating lines with rapid moisture loss, it is possible to recommend the line VK 79/50-383 with high general combining ability and medium or low specific combining ability for this feature. Taking into account the yield and harvesting moisture content of grain, the further use of the line VP 79/25-367 with high general combining ability effects on grain yield and average ones on the harvest moisture content, as well as the line VK 79/50-381 with high general combining ability effects on yield and medium or high ones on humidity are of high interest. A promising tester was identified. It is a simple hybrid PG 108/11 M, which has the high values of general combining ability effects, and the variant with the specific combining ability of grain yield in combination with medium-low similar indicators of harvest moisture, and its participation increasing the likelihood of obtaining high-yielding hybrids with the rapid loss of moisture in grain when ripening.

*Keywords:* corn, flint lines, combining ability, tester, test-cross hybrids, grain yield, grain moisture.

### References

1. Krivosheev G. YA., Ignat'ev A. S. Selekcionnaya cennost' obrazcov podvida voskovidnoj kukuruzy (*Zea mays L. ceratina*) // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2017. № 1. S. 39–43.
2. Dzyubec'kij B. V., Abel'masov O. V. Karakteristika testkrosiv rann'ostiglix linij kukurudzi plazmi ajodent v umovax pivnichnoi zoni stepu Ukraini // Zernovi kul'turi. 2018. T. 2. № 1. S. 5–13.
3. Lemeshev N. A., Novichixin A. P., Gul'nyashkin A. V. Ocenka novyx linij kukuruzy na kombinacionnuyu sposobnost' po priznaku «uborochnaya vlazhnost' zerna» // Trudy Kubanskogo GAU. 2019. № 77. S. 117–121.
4. Belikov E. I., Kuprichenkova T. G. Novi kremenisti linii kukurudzi // Zernovi kul'turi. 2018. T. 2. № 1. S. 22–28.
5. Dospexov B. A. Metodika polevogo opyta. M. : Agropromizdat, 1985. 351 s.
6. Metodicheskie rekomendacii po provedeniyu polevyx opytov s kukuruzoj. Dnepropetrovsk : VNII kukuruzy, 1980. 36 s.
7. Selyaninov G. T. O sel'skoxozyajstvennoj ocenke klimata // Trudy po sel'skoxozyajstvennoj agrometeorologii. 1928. Vyp. 20. S. 165–177.
8. Metodicheskie rekomendacii po primeneniyu matematicheskix metodov dlya analiza eksperimental'nyx dannyx po izucheniyu kombinacionnoj sposobnosti / V. G. Vol'f, P. P. Litun, A. B. Xavelova, R. I. Kuz'menko. Xar'kov, 1980. 75 s.

**Orlyansky Nikolay Alekseyevich**, D. Sc. (Agriculture), Director, Voronezh Branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Corn.

E-mail: opytnoe@vmail.ru.

**Orlyanskaya Natalya Alekseyevna**, Cand. Sc. (Agriculture), leading researcher, Voronezh Branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Corn.

E-mail: opytnoe@vmail.ru.

### Assessing the biomorphological features in the populations of Azerbaijan raisin grape varieties

**V. S. Salimov, M. A. Guseinov, H. N. Nasibov, A. S. Guseinova**

The article describes the morphological, agrobiological and technological indicators of the population of local varieties Ag oval kishmish, Ag kishmish, Apsheron kishmishi, Apsheron sary kishmishi, Kek kishmish, Chakhrai kishmish, Khircha kishmish, Mermeri kishmish, Girda kishmish, Gara kishmish,

Dash kishmish, Girmizi kishmish, Askeri, Naz-nazy and Sabza. As a result of studying the biometric parameters of the berries of the studied raisin grape varieties, it was found that some varieties have relatively small berries, while others have relatively large ones. Varieties with small berries are: Khircha kishmish (10×7 mm), Ag oval kishmish (11×9 mm), Ag kishmish (12×10 mm), Chakhrai kishmish (12×10 mm), Girda kishmish (12×11 mm), Mermeri kishmish (13×12 mm), Naz-nazy (14×12 mm). The other eight varieties have the berries sized between 15×11 and 18×14 mm. It was found that the clusters of these varieties are medium-sized, i.e. 15-16 cm (Ag oval kishmish, Ag kishmish, Chakhrai kishmish, Apsheron sary kishmishi) and large-sized, i.e. 20-26 cm (Apsheron kishmishi, Apsheron sary kishmishi, Dash kishmish, Khircha kishmish, Askeri, Naz-nazy, Mermeri kishmish, Gara kishmish, Gyrgyzy kishmish, Girda kishmish, Meaty kishmish, Sabza). A low yield per bush was given by the varieties Naz-nazy (2.8 kg), Apsheron sary kishmishi (3.2 kg), Chakhrai kishmish (3.4 kg), Ag kishmish and Gara kishmish (3.8 kg). A high rate of yield per bush was noted for the varieties Khircha kishmish (5.6 kg), Girda kishmish (7.2 kg), Mermeri kishmish (8.4 kg). For other varieties, this indicator varied within 4.3-4.8 kg.

*Keywords:* grape variety, local variety, bunch, berry, seedless variety, ampelographic collection.

#### References

1. Ocenka novyx introducentnyx sortov vinograda v usloviyax Azerbajdzhana / M. A. Gusejnov, X. N. Nasibov, A. S. Shukyurov, V. S. Salimov // *APK Rossii*. 2018. T. 25. № 3. S. 444–447.
2. Krasoxina S. I., Ganich V. A. Novye introducirovannye bessemyannye sorta selekcii SSHA dlya potrebleniya v svezhem vide // *Vinodelie i vinogradarstva*. 2006. № 5. S. 38–39.
3. Kurbanov M. R., Salimov V. S. Otkor cennyx genotipov iz populyacij sortov vinograda Chaxraji kishmish i Ag kishmish metodom klonovoj selekcii // *Doklady (NANA)*. 2010. № 5. S. 86–94.
4. Lazarevskij M. A. Izuchenie sortov vinograda. Rostov-na-Donu : Izd-vo Rostovskogo universiteta, 1963. 152 s.
5. Nadzhafov Dzh. S. Texnologicheskie osobennosti proizvodstva kishmisha i izyuma. Naxichevan' : Adzheri, 2007. 24 s.
6. Izuchenie polimorfizma mestnyx sortov vinograda v Azerbajdzhanes pomoshh'yu ampelodeskriptora, molekulyarnyx i morfometricheskix markerov / X. N. Nasibov [i dr.] // *APK Rossii*. 2018. T. 25. № 4. S. 517–525.
7. Panaxov T. M., Salimov V. S., Zari A. M. Vinogradarstvo v Azerbajdzhanе. Baku : Muallim, 2010. 224 s.
8. Radchevskij P. P., Troshin L. P. Bessemyannye sorta vinograda. Krasnodar : Kub. AGU, 2008. 160 s.
9. Salimov V. S. Metody ampelograficheskogo issledovaniya genotipov vinograda. Baku : Muallim, 2014. 184 s.
10. Salimov V. S., Shukyurov A. S., Asadullaev R. A. Izuchenie biotipov i klonov nekotoryx kishmishnyx sortov vinograda Azerbajdzhana // *Vinodelie i vinogradarstvo*. 2016. № 1. S. 37–43.
11. Bessemyannye sorta i gibridnye formy vinograda / K. V. Smirnov [i dr.]. Novocheerkassk ; Zaporozh'e, 2002. 54 s.
12. Troshin L. P., Magradze D. N. Ampelograficheskij skrining genofonda vinograda. Krasnodar : KGAU, 2013. 120 s.

**Salimov Vugar Suleiman**, D. Sc. (Agriculture), Associate Professor, Director, Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking.

E-mail: vugar\_salimov@yahoo.com.

**Guseinov Movlud Arastun**, Cand. Sc. (Agriculture), Associate Professor, leading researcher, Azerbaijan State University of Economics (UNEC).

E-mail: movludh@mail.ru.



**Nasibov Hikmet Nasir**, Cand. Sc. (Agriculture), Associate Professor, Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking.  
E-mail: khikmet@mail.ru.

**Huseynova Afet Sabir**, Head of Department, Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking.  
E-mail: a\_huseynova73@mail.ru.

## TECHNICAL SCIENCES

### Surge study by improving the design of testing facility for agricultural turbochargers

**T. I. Isintaev, B. K. Kaliev, A. M. Plaksin, A. V. Gritsenko, A. Yu. Burtsev, A. A. Gorbachev**

The diesel engine is known to be the basis of agricultural processes. To boost it, turbocharging is widely used. Turbocharging makes it possible to provide an increase in diesel power by 10-50% without significant difficulties. However, the turbine, providing high efficiency of the diesel engine, has become a significant problem, which consists in reducing the reliability of agricultural machines. Surging phenomena in the turbocompressor unit are one of the significant problems. Surge usually means the unstable operation of compressor equipment, as a result of which there are sharp jumps in pressure and fluctuating volumes of supplying the working medium, i.e. gas or air mixture. The factor to cause surge is a high pressure difference between the suction and discharge lines. So, the stochastic behavior of the loads in the ordinary operation of engines equipped with turbochargers leads to changes in the geometry of its pumping and turbine wheels. The comprehensive efforts to improve the design of the turbocharger testing facility were to recreate the real operating turbocharger modes on the testing facility and study the surge limits during testing, with a three-component laser vibrometer on the measuring complex Polytec CLV-3D Laser Vibrometer being used. To measure the surge limits the rings pressed against the disk were put on the turbine shaft, and then vibrations were excited by means of the "rings". The functionality of this approach is fully confirmed by the experimental data, each of which has its own frequency. These frequencies when testing agricultural machinery are called resonant frequencies. These frequency points are recommended to be excluded from operating conditions. Actually, to find these regime points, multiple experimental studies were carried out in laboratory conditions. To ensure the reliability of the turbocharger, the further work will be aimed for eliminating surging.

*Keywords:* turbocharger, surge, resonance, bearings, turbocharging, damper, frequency, rundown.

### References

1. Avtomobil'nye dvigateli s turbonadduvom : ucheb. dlya vuzov / N. S. Xanin [i dr.]. M. : Mashinostroenie, 1991. 336 s.
2. Zadorozhnaya E. A. Solving a thermohydrodynamic lubrication problem for complex-loaded sliding bearings with allowance for rheological behavior of lubricating fluid // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. 2015. T. 44. № 1. S. 46–56.
3. Povyshenie nadezhnosti turbokompressorov avtotraktornoj texniki primeneniem gidroakkumulyatora / A. M. Plaksin [i dr.] // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 8. S. 176–180.
4. Issledovanie pompazha turbokompressora v rezhimax ego tormozheniya reguliruemoj zaslonkoj / A. G. Ignat'ev [i dr.] // Fundamental'nye issledovaniya. 2017 № 10–2. S. 222–227.
5. Prodlenie sroka sluzhby turbokompressorov avtotraktornoj texniki primeneniem gidroakkumulyatora v sisteme smazki / A. M. Plaksin [i dr.] // Fundamental'nye issledovaniya. 2014. № 6–4. S. 728–732.
6. Snizhenie vibroakusticheskix nagruzok v gidromexanicheskix sistemax / A. G. Gimadiev [i dr.] ; pod red. akad. RAN V. P. Shorina, d-ra texn. nauk E. V. Shaxmatova. Samara : SGAU, 1998. 270 s.

7. Kaliev B. K., Analiz otказov sistem nadduva avtotraktorных DVS / B. K. Kaliev, T. I. Isintaev, A. V. Gricenko, A. Yu. Burcev // «Bajtursynovskie chteniya-2019» na temu «Mnogogrannost' velikoj stepi: duxovnoe vozrozhdenie, znanie i innovacii» : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Kostanaj, 2019. S. 415–420.

8. Kabanov O. V., Gryzhebovskij A. O. Sovremennye tendencii protivopompazhnoj zashhity kompressornogo oborudovaniya // Aktual'nye problemy sovremennoj nauki. 2016. № 2 (87). S. 266–269.

9. Ignat'ev A. G., Gricenko A. V., Burcev A. YU. Issledovanie pompazha turbokompressorov // APK Rossii. 2017. T. 24. № 4. S. 985–989.

10. Sposob obespecheniya rabotosposobnosti turbokompressora dizelej s primeneniem avtonomnogo smazochnogo-tormoznogo ustrojstva / A. M. Plaksin, A. V. Gricenko, A. Yu. Burcev, K. V. Glemba // Vestnik KrasGAU. 2015. № 5. S. 89–94.

11. CLV-3D Compact 3-D Laser Vibrometer For Simultaneous 3-D Measurement of Dynamics. Rezhim dostupa : <https://em.susu.ru/wp-content/uploads/2017/01/Polytec-CLV-3D-3220.pdf>. Data obrashheniya : 01.02.02020

12. Xadiev M. B., Zinnatullin N. X., Nafikov I. M. Mexanizm pompazha v centrebeznyx kompressorax // Vestnik Kazanskogo texnologicheskogo universiteta. 2014. T. 17. № 8. S. 262–266.

13. Gritsenko A., Plaksin A., Shepelev V. Studuing Lubrication System of Turbocompressor Rotor with Integrated Electronic Control // International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2017 Procedia Engineering 206. 2017. P. 611–616.

**Isintaev Takabay Isintayuly**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering, Kostanay State University named after A. Baitursynov.

E-mail: kaliyevb@mail.ru.

**Kaliev Beibit Kansbaevich**, doctoral student of the Department of Mechanical Engineering, Kostanay State University named after A. Baitursynov.

E-mail: kaliyevb@mail.ru.

**Plaksin Alexey Mikhailovich**, D. Sc. (Engineering), Professor, Professor of the Department "Operation of Machine and Tractor Fleet, Technology and Mechanization of Livestock", South Ural State Agrarian University.

E-mail: plaksin-am@mail.ru.

**Gritsenko Aleksandr Vladimirovich**, D. Sc. (Engineering), Professor of the Department "Road Transport", South Ural State University (National Research University); Professor of the Department "Operation of Machine and Tractor Fleet, Technology and Mechanization of Livestock", South Ural State Agrarian University.

E-mail: alexgrits13@mail.ru.

**Burtsev Alexander Yurievich**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor of the Department of Mining and Technosphere Safety, Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev.

E-mail: burzeval2009@yandex.ru.

**Gorbachev Anatoly Anatolyevich**, post-graduate student of the Department "Operation of Machine and Tractor Fleet, Technology and Mechanization of Livestock", South Ural State Agrarian University.

E-mail: tolik\_180794@mail.ru.

### **Amplitude-frequency characteristic of wheat grain membranes before and after ripening**

**S. P. Pronin, N. N. Barysheva**

The grain acquires maximum quality indicators only after the post-harvest ripening period. The paper presents the results of the experimental study of the amplitude-frequency characteristics of the mem-



brane of wheat grains before and after their ripening. It was found that before the ripening process, the membrane of a wheat grain behaves almost like a low-frequency filter. With an increase in the frequency of the input sinusoidal current, starting from the frequency of 20 Hz, the transmission coefficient decreases. After the ripening process, the transmission coefficient does not change at all. Consequently, according to the amplitude-frequency characteristic of the grain membrane, one can judge its ripeness.

*Keywords:* amplitude-frequency characteristic, membrane, wheat grains, post-harvest ripening, alternating sinusoidal current, experimental research.

### References

1. Agapkin A.M. Osobennosti posleuborochnogo dozrevaniya i xraneniya zernovoj massy // Evrazijskoe nauchnoe ob"edinenie. 2018. № 1–3 (35). S. 218–221.
2. Posleuborochnoe dozrevanie zerna i semyan. Rezhim dostupa : <http://chitalky.ru/?p=1501>.
3. Belyakov M. V. Fotolyuminescentnyj kontrol' spelosti semyan zernovyx v processe sozrevaniya // Inzhenernye tekhnologii i sistemy. 2019. T. 29. № 2. S. 306–319. Rezhim dostupa : <https://doi.org/10.15507/2658-4123.029.201902.306-319>.
4. Melinvest. Pochemu vazhno posleuborochnoe dozrevanie zerna. Rezhim dostupa : [https://www.melinvest.ru/press\\_office/articles/pochemu-vazhno-posleuborochnoe-dozrevanie-zerna/](https://www.melinvest.ru/press_office/articles/pochemu-vazhno-posleuborochnoe-dozrevanie-zerna/).
5. Lyubaya S. I. Ocenka posevnyx kachestv semyan i povyshenie adaptivnyx svoystv ozimoy pshenicy s ispol'zovaniem elektrofizicheskix metodov : dis. ... kand. s.-x. nauk. Stavropol', 2002. 151 s.
6. Berkinblit M. B., Glagoleva E. G. Elektrichestvo v zhivyx organizmax. M. : Nauka ; Gl. red. fiz.-mat. lit., 1988. 288 s.
7. Elektricheskaya ekvivalentnaya sxema biologicheskix ob"ektov rastitel'nogo proisxozhdeniya / I. M. Golev, V. N. Sanin, S. A. Titov, L. N. Korotkov // Vestnik VGUIT. 2014. № 4. S. 199-205.
8. Vadzinskij R. Statisticheskie vychisleniya v srede Excel. Biblioteka pol'zovatelya. SPb. : Piter, 2008. 608 s.
9. Vorotnikov V. P., Chkalov A. V. Osobennosti rastitel'noj kletki : ucheb.-metod. posobie. Nizhnij Novgorod : Nizhegorodskij gosuniversitet, 2010. 78 s.
10. Tobolova G. V. Tolshhina semennyx i plodovyx obolochek zernovok tetraploidnogo vida pshenicy Triticum // Vestnik Kurskoj GSXA. 2018. № 9. S. 132–134.
11. Medvedev S. S. Elektrofiziologiya rastenij : ucheb. posobie. SPb. : Izd-vo S.-Peterburgskogo universiteta, 1997. 122 s.
12. Kuxling X. Spravochnik po fizike / per. s nem. M. : Mir, 1982. 520 p.

**Pronin Sergey Petrovich**, D. Sc. (Engineering), Professor, Professor of the Department "Information Technologies", Altai State Technical University named after I. I. Polzunova.

E-mail: [sppronin@mail.ru](mailto:sppronin@mail.ru).

**Barysheva Nadezhda Nikolayevna**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor of the Department "Information Technologies in Economics", Altai State Technical University named after I. I. Polzunova.

E-mail: [mnn-t@mail.ru](mailto:mnn-t@mail.ru).

### Developing the mathematical model of a positioning device with parallel kinematics

**M. V. Smirnov, V. B. Fedorov**

This article presents the analysis of a positioning device with a parallel kinematic structure. The purpose of the analysis is to obtain the mathematical model of the positioning device. Constructing the mathematical model of any design is an important step in research, since it precedes the direct manufacture of all units, parts and the entire system as a whole. It is this moment that shows how the system will prove



its value with its advantages and disadvantages in the future. At this stage, one can still make changes and improvements to the planned system. All this is the key to success, and often significant savings in funds allocated for the development of the system as well.

*Keywords:* parallel kinematics, kinematic analysis, Krylov angles, workspace, mathematical model.

#### References

1. Volna szhatiya gaza v trube / N. S. Midonocheva, A. V. Gerenshtejn, E. A. Gerenshtejn, N. Mashrabov // APK Rossii. 2019. T. 26. № 2. S. 246–249.
2. Smirnov V. A., Petrova L. N. Dinamicheskaya model' mexanizma s parallel'noj kinematikoj // Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. : Mashinostroenie. 2009.
3. Stroenie i kinematika mexanizmov : ucheb. posobie / O. S. Dyundik ; Minobrnauki Rossii, OmGTU. Omsk : Izd-vo OmGTU, 2017. 144 s. : il.
4. Obrabatyvayushhee oborudovanie novogo pokoleniya. Koncepciya proektirovaniya / V. L. Afonin [i dr.]; pod red. V. L. Afonina. M. : Mashinostroenie, 2001. 256 s.
5. Manipulyacionnye sistemy robotov / A. I. Korendyasev [i dr.] ; pod obshh. red. A. I. Korendyaseva. M. : Mashinostroenie, 1989. 472 s.
6. Bulca F. The kinematics and workspace analysis of platform mechanisms: a thesis submitted to the Faculty of Graduate Studies and Research in partial fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. Montreal : Department of Mechanical Engineering McGill University, 1998.
7. Sluckaya E. Yu., Petrova L. N. Modelirovanie rabocheho prostranstva stanka s parallel'noj kinematikoj // Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. : Mashinostroenie. 2009. T. 13. № 11.
8. Mexanika mashin : ucheb. posob. dlya vtuzov / I. I. Vul'fson [i dr.] ; pod red. G. A. Smirnova. M. : Vyssh. shk., 1996. 511 s.
9. Timofeev G. A. Teoriya mexanizmov i mashin: kurs lekcij. M. : ID Yurajt, 2010. 351 s.
10. Smirnov V. A. Nauchnye osnovy i algoritmy upravleniya oborudovaniem s parallel'nymi privodami : monografiya. Chelyabinsk : Izd. centr YUUrGU, 2009. 163 s.
11. Bronshtejn N. N., Semendyaev K. A. Spravochnik po matematike. M. : Nauka, 1964. 608 s.

**Smirnov Maksim Viktorovich**, 1<sup>st</sup> year undergraduate student of the Department of Automobile Transport, South Ural State University (National Research University).  
E-mail: smirnovmaxim97@gmail.ru.

**Fedorov Victor Borisovich**, Cand. Sc. (Engeneering), Associate Professor, Head of the Department "Aircraft", South Ural State University (National Research University).  
E-mail: vbf64@mail.ru.

#### Determining the productivity of a grain drying complex

**S. D. Shepelev, D. O. Vnukov, V. D. Shepelev, I. N. Kravchenko**

To substantiate the productivity of a grain drying complex, a technical and economic model is developed, with the parameters and operating modes of the harvesting complexes, climatic conditions, and the structure of crop rotation being taken into account. It was revealed that the use of crop rotation with crops and varieties with different growing periods of ripening included increases the harvesting time and reduces the requirements for the productivity of the grain dryer.

*Keywords:* technological machine, grain crops, grain drying equipment, crop rotation, weather conditions, vegetation period.



## References

1. Zhanaxov A. S. Obosnovanie konstruktivno-texnologicheskix parametrov kamernoj zhalyuzijnoj zernosushilki nepreryvnoogo dejstviya : dis. ... kand. texn. nauk. Chelyabinsk, 2012.
2. Tic Z. L., Aniskin V. I., Baskak'yan G. A. Mashiny dlya posleuborochnoj potochnoj obrabotki semyan. Teoriya i raschet mashin, texnologiya i avtomatizatsiya processov. M. : Mashinostroenie, 1967. S. 448.
3. Elizarov V. P. Optimizatsiya osnovnyx texnologicheskix parametrov sel'skoxozyajstvennyx kompleksov posleuborochnoj obrabotki zerna : dis. ... d-ra texn. nauk. M., 1982/
4. Shepelyov S. D., Vnukov D. O., Anan'eva S. A. Vliyanie struktury sevooborota na effektivnost' ispol'zovaniya zernouborochnoj texniki // Aktual'nye voprosy gumanitarnyx, ekonomicheskix i texnicheskix nauk: teoriya i praktika : mater. nac. nauch. konf. Instituta agroinzhenierii. Chelyabinsk, 2019. S. 204–209.
5. Shepelyov S. D., Vnukov D. O., Kravchenko I. N. Metodika obosnovaniya proizvoditel'nosti zernosushil'nogo oborudovaniya // Vestnik KrasGAU. 2018. Vyp. 5. S. 160–166.
6. Shepelyov S. D., Cherkasov Yu. B., Vnukov D. O. Effektivno ispol'zovat' zernouborochnye kombajny // Sel'skij mexanizator. 2018. Vyp. 10. S. 34–35.
7. Shepelyov S. D., Okunev G. A., Marinin S. P. Rekomendatsii po sovershenstvovaniyu texnologicheskix processov uborki sel'skoxozyajstvennyx kul'tur (na primere uborki zernovyx i silosnyx kul'tur) : monografiya / M-vo sel'skogo xoz-va Rossijskoj Federacii, Departament nauchno-texnologicheskoy politiki i obrazovaniya, FGOU VPO «Chelyabinskaya gos. agroinzhenernaya akad.». Chelyabinsk, 2010.

**Shepelev Sergey Dmitryevich**, D. Sc. (Engineering), Associate Professor, South Ural State Agrarian University.

E-mail: shepelev2@yandex.ru.

**Vnukov Dmitry Olegovich**, 3<sup>rd</sup> year postgraduate student, the Department "Operation of Machine and Tractor Fleet, Technology and Mechanization of Livestock", South Ural State Agrarian University.

E-mail: dmit.vnukoff@yandex.ru.

**Shepelev Vladimir Dmitryevich**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor of the Department of Automobile Transport, South Ural State University (National Research University).

E-mail: shepelev1978@mail.ru.

**Kravchenko Ilya Nikolayevich**, Cand. Sc. (Engineering), Development Director, AO "Agroindustrial Association "MUZA".

E-mail: i.n.kravchenko@mail.ru.

## VETERINARY SCIENCES

### Comparative effectiveness of acaricidal preparations for otodectosis in cats

**F. G. Gizatullina, Zh. S. Rybyanova, S. V. Sirenko, A. V. Vyrypaeva**

The data on the effectiveness of the preparations Acaromectin, Advocate, Otodectin for the treatment of cats with otodectosis are presented. In the conditions of the veterinary clinic in Nizhny Tagil, the effectiveness of treating of otodectosis in cats with three different acaricidal preparations was studied in a comparative aspect. It was found that treatment with Acaromectin provided a higher therapeutic effect. The treatment with Advocate and Otodectin injections also had good therapeutic effectiveness. The results of the study can be recommended when optimizing the treatment regimens for otodectosis in cats in veterinary clinics in large cities.

*Keywords:* cats, otodectosis, O. cynotis mites, treatment, acaricidal preparation, ear drops Acaromec-tin, preparation Otodectin, drops Advocate.

### References

1. Aleksandrova Ya. R., Deryugina N. A., Gizatullina F. G. Sravnitel'naya ocenka metodov lecheniya otodektoza koshek v usloviyax klinik g. Chelyabinska i g. Moskvy // Materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. studench. konferencii «Aktual'nye voprosy nauki, texnologii i proizvodstva» (20, 27 aprelya 2016 g.). Chelyabinsk : FGBOU VO Yuzhno-Ural'skij GAU, 2016. S. 162–166.
2. Balandina V. N., Kryuchkova E. N., Arisov M. V. Effektivnost' moksidektina pri otodektoze i notoedroze koshek // Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami. M. : FNC-VNIIEV im. K. I. Skryabina i YA. R. Kovalenko, 2017. № 18. S. 47–49.
3. Vasilevich F. I., Krinskaya T. B. Kak borot'sya s nakozhnymi parazitami koshek // Veterinariya. 1989. № 9. S. 67–68.
4. Gizatullina F. G., Gizatullin A. N., Grishhenko T. V. Vliyanie erakonda na effektivnost' lecheniya sobak, bol'nyx otodektozom // Aktual'nye problemy biologii, veterinarnoj mediciny melkix domashnix i dekorativnyx zhivotnyx : mater. nauch.-prakt. konf. UGIVM. Troick : UGIVM, 1997. S. 51–52.
5. Diagnostika, lechenie i profilaktika araxnoentomozov i dermatomikozov sobak / F. G. Gizatullina [i dr.]. Chelyabinsk, 1998. 92 s.
6. Domackij V. N. Sredstva terapii i profilaktiki parazitov sobak i koshek // Uspexi sovremennoj nauki. 2016. № 11. T. 9. S. 93–96.
7. Metodologiya opredeleniya ekonomicheskoy effektivnosti veterinarnyx meropriyatij pri boleznyax melkix neproduktivnyx zhivotnyx / N. A. Zhuravel', N. M. Kolobkova, P. N. Shherbakov, V. V. Zhuravel' // Veterinarnyj vrach. 2018. № 5. S. 26–31.
8. Elfacheva Yu. D. Etiopatogeneticheskie aspekty otitov plotoyadnyx // Materialy 1-j Mezhdunar. mezhvuzov. nauch.-prakt. konf. «Predposylki i eksperiment v nauke». SPb., 2003. S. 56–57.
9. Kamyshnikov V. S. O chem govoryat medicinskie analizy : sprav. posobie. Minsk : Belaruskaya navuka, 1997. 189 s.
10. Latkina E. I. Rasprostranenie otodektoza sobak i koshek v Surgut'skom rajone Xanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga i izuchenie effektivnost' novyx preparatov pri etoj invazii : avtoref. dis. ... kand. veterinar. nauk. Tyumen', 2007. S. 9–11.
11. Leont'ev V. V. Dinamika chislennosti i fazy razvitiya ushnogo kleshha Otodectes Cynotis (Hering, 1938) (Psoroptidae) koshki domashnej pri lechenii ushnymi kaplyami «Bars» // Sbornik nauchnyx trudov SWorld. 2012. T. 45. № 4. S. 29–43.
12. Managarov D. P. Atipichnaya forma ushnoj chesotki // Krolikovodstvo i zverovodstvo. 1962. № 1. S. 24–25.
13. Maslova E. N. Klinicheskaya kartina otodektoza sobak i koshek // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2015. № 2. Ch. 1. S. 779.
14. Metody veterinarnoj klinicheskoy laboratornoj diagnostiki : spravochnik / I. P. Kondrakin [i dr.]. M. : Kolos, 2004. 520 s.
15. Musatov M. A. Effektivnost' preparatov pri otodektoze pushnyx zverej // Veterinarnyj vrach. 2004. № 3–4 (19–20). S. 27–29.
16. Myuller Ral'f S. Sarkoptoz, demodekoz i otodektoz u sobak: sposoby lecheniya // Journal of Small Animal Practice : Rossijskoe izdanie. YAnvar' 2012. T. 3. № 1. S. 50–52.
17. Novikov D. D. Farmako-toksikologicheskie svoystva i terapevticheskaya effektivnost' amita forte pri sarkoptoidozax sobak : avtoref. dis. ... kand. veterinar. nauk. M., 2012. 24 s.
18. Paraeva O. M. Epizootologicheskij nadzor pri mono- i mikstinfekciyax domashnix plotoyadnyx v usloviyax g. Sankt-Peterburga : dis. ... kand. veterinar. nauk. Nizhnij Novgorod, 2007. 141 s.
19. Sapozhnikova T. Yu. Sravnitel'naya ocenka sposobov lecheniya otodektoza koshek v usloviyax veterinarnoj kliniki «Ajbolit» goroda Xanty-Mansijska // Aktual'nye voprosy veterinarii i biotexnologii: idei molodyx issledovatelej : mater. stud. nauch. konferencii. Troick : FGBOU VO Yuzhno-Ural'skij GAU, 2018. S. 219–223.



20. Sokolovskaya V. S., Zhuravel' N. A., Kolobkova N. M. Ocenka effektivnosti veterinarnyx meropriyatij pri likvidacii otodektoza koshek // Materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. studench. konf. «Aktual'nye voprosy nauki, texnologii i proizvodstva» (20, 27 aprelya 2016 g.). Troick : FGBOU VO Yuzhno-Ural'skij GAU, 2016. S. 254–256.

21. Cugak A. A. Opyt lecheniya otodektoza u koshek // Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa : sb. st. po mater. XII Vseros. konf. molodyx uchenyx / otv. za vyp. A. G. Koshhaev. Krasnodar : Izd-vo KubGAU im. I. T. Trubilin, 2019. S. 55–56.

22. Usmanskij M. A. Otodektoz domashnix plotoyadnyx zhivotnyx // Nauchnyj vestnik «Vertikal». 2000. № 3–4. S. 42.

23. Shustova Yu. I. Bychkova L. V., Nechaeva O. N. Rasprostranenie akarozov u sobak v g. Volzhskij // Entomologicheskie i parazitologicheskie issledovaniya v Povolzh'e. 2003. № 2. S. 105–112.

24. Shustrova M. V. Biologicheskie obosnovaniya lecheniya otodektoza // Tezisy dokladov 1 Vsesoyuzn. konf. «Problemy patologii i ekologicheskoy vzaimosvyazi boleznij dikix teplokrovnyx i sel'skoxozyajstvennyx zhivotnyx». M., 1988. S. 27–128.

25. Yamov V. Z. Sredstva i metody zashhity plotoyadnyx zhivotnyx ot otodektoza // Agrarnyj vestnik Urala. 2011. № 4. S. 30–31.

**Gizatullina Firdaus Gabdrakhmanovna**, D. Sc. (Biology), Professor of the Department of Infectious Diseases, South Ural State Agrarian University.

E-mail: gizatullina-f@mail.ru.

**Rybyanova Zhanna Sergejevna**, postgraduate student of the Department of Natural Sciences, South Ural State Agrarian University.

E-mail: khimeugavm@inbox.ru.

**Sirenko Svetlana Vladimirovna**, Associate Professor of the Department of Non-communicable Diseases, South Ural State Agrarian University.

E-mail: sirenko45@mail.ru.

**Vyrypaeva Anastasia Vladimirovna**, 5<sup>th</sup> year student, South Ural State Agrarian University.

E-mail: gizatullina-f@mail.ru.

### **Comparative effectiveness of combined treatment regimens for babesiosis in dogs**

**F. G. Gizatullina, Zh. S. Rybyanova, S. V. Sirenko, Sh. T. Zulfonov**

In a veterinary clinic, the effectiveness of complex therapy for pedigree dogs with babesiosis was studied in a comparative aspect. The functional states of the organisms of sick animals were determined due to morphological and biochemical blood tests. The high therapeutic effectiveness of the anti-babesiosis preparations Pirostop and Neozidin M. was confirmed. After a Pirostop single injection combined with pathogenetic and symptomatic treatment, the high therapeutic effectiveness was provided. The Neosidine M regimen is also effective and requires less veterinary costs. The research results can be used for choosing the optimal treatment regimen for babesiosis in pedigree dogs in veterinary clinics in the Urals.

*Keywords:* babesiosis, dogs, efficacy, treatment regimens, Pirostop, Neozidin M, laboratory methods, hematological parameters, biochemical parameters of blood serum.

#### **References**

1. Akimov D. Yu., Romanova E. M., Shadyeva L. A. Sravnitel'naya ocenka effektivnosti preparatov na osnove imidokarba i diminazina pri babezioze // Vestnik Ul'yanovskoj GSXA. № 3. 2016. S. 49–54.

2. Babezioz sobak / V. V. Belimenko, V. T. Zablockij, A. R. Saruxanyan, P. I. Xristianovskij // Rossijskij veterinarnyj zhurnal. Melkie domashnie i dikie zhivotnye. 2012. № 2. S. 42–46.
3. Belimenko V. V., Saruxanyan A. R., Xristianovskij P. I. Babezioz sobak v Rossijskoj Federacii // JSAP Rossijskoe izdanie. 2013. T. 4. № 6. S. 43–46.
4. Butova M. X., Vasil'ev A. A., Lutfullin M. N. Effektivnost' lechebno-profilakticheskix meropriyatij pri babezioze sobak // Aktual'nye voprosy biotexnologii i veterinarnyx nauk: teoriya i praktika : mater. nac. nauch. konf. Instituta veterinarnoj mediciny (Troick, 2020) / pod red. d-ra biol. nauk, docenta S. A. Gricenko. Chelyabinsk : FGBOU VO Yuzhno-Ural'skij GAU, 2020. S. 17–25.
5. Georgiu X., Rasstrigin A. E. Metody diagnostiki babezioza sobak (B.canis) // Materialy Odinnadcatogo Mezhdunar. veterinar. kongressa (g. Moskva, 17–19 aprelya 2003 g.). M., 2003. S. 24–25.
6. Georgiu X., Belimenko V. V. Sovremennye metody diagnostiki i terapii babezioza sobak // Rossijskij veterinarnyj zhurnal. Melkie domashnie i dikie zhivotnye. 2015. № 2. S. 35–37.
7. Gizatullina F. G. Ocenka effektivnosti lecheniya babezioza sobak preparatami Pirostop i Azidin // APK Rossii. 2019. T. 26. № 3. S. 417–423.
8. Metodologiya opredeleniya ekonomicheskoy effektivnosti veterinarnyx meropriyatij pri boleznyax melkix neproduktivnyx zhivotnyx / N. A. Zhuravel', N. M. Kolobkova, P. N. Shherbakov, V. V. Zhuravel' // Veterinarnyj vrach. 2018. № 5. S. 26–31.
9. Metody veterinarnoj klinicheskoy laboratornoj diagnostiki : spravochnik / I. P. Kondraksin [i dr.] M. : Kolos, 2004. 520 s.
10. Novak M. D., Nikulina O. Yu., Engashev S. V. Metodicheskie polozheniya po diagnostike, lecheniyu i profilaktike babezioza sobak v central'nom rajone Rossijskoj Federacii // Rossijskij parazitologicheskij zhurnal. 2016. T. 37. Vyp. 3. S. 414–420.
11. Parazitologiya i invazionnye bolezni sel'skoxozyajstvennyx zhivotnyx : uchebnik / K. I. Abuladze [i dr.] ; pod red. K. I. Abuladze. M. : Kolos, 1982. 496 s.
12. Parazitologiya i invazionnye bolezni zhivotnyx / M. Sh. Akbaev [i dr.]. M. : Koloss, 2008. 776 s.
13. Pozharova N. N. Piroplazmoz sobak (epizooticheskaya situaciya, nekotorye aspekty patogeneza, lechenie i profilaktika) : avtoref. dis. ... kand. veterinar. nauk. Stavropol', 2005. 23 s.
14. Samojlova E. S., Derxo M. A. Algoritm bioximicheskoy ocenki funkcij pecheni pri babezioze sobak // Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. T. 4. № 25. S. 73–77.
15. Samojlova E. S., Derxo M. A. Iz opyta primeneniya antioksidantov v kompleksnoj sxeme lecheniya babezioza sobak // Veterinarnyj vrach. 2009. № 1. S. 13–16.
16. Samojlova E. S. Nekotorye bioximicheskie aspekty patogeneza babezioza sobak // Materialy XXVII Moskovskogo Mezhdunar. veterinar. kongressa. M., 2009. S. 52–55.
17. Smirnov A. A., Fedosov A. A., Klimov P. V. Preparat Piro-Stop sovremennoe i effektivnoe reshenie v bor'be s kroveparazitarnymi boleznyami zhivotnyx // Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii. 2011. № 1. S. 45–47.

**Gizatullina Firdaus Gabdrakhmanovna**, D. Sc. (Biology), Professor of the Department of Infectious Diseases, South Ural State Agrarian University.

E-mail: gizatullina-f@mail.ru.

**Rybyanova Zhanna Sergeyevna**, postgraduate student of the Department of Natural Sciences, South Ural State Agrarian University.

E-mail: khimeugavm@inbox.ru.

**Sirenko Svetlana Vladimirovna**, Associate Professor of the Department of Non-communicable Diseases, South Ural State Agrarian University.

E-mail: sirenko45@mail.ru.

**Zulfonov Shodibek Turakulovich**, 5<sup>th</sup> year student, South Ural State Agrarian University.

E-mail: rshodibek@list.ru.



## The effect of polymethylsiloxane polyhydrate on the biochemical blood parameters of newborn calves

L. V. Kletikova, V. G. Turkov, N. N. Yakimenko, M. S. Mannova, N. P. Shishkina

Modern technologies for raising calves require the use of environmentally friendly biologically active substances, the effectiveness of which can be assessed by their effect on metabolism. To do this, it is enough to analyze blood serum using biochemical analyzers. In newborn calves, blood serum is high in creatinine, total bilirubin and albumin. In the process of growth, by the age of 5 days, the activity of transaminases, alkaline phosphatase increases in serum to 851.6 u/l, cholesterol levels increase to 1.08 mmol/l, glucose – 3.88 mmol/l, globulins – 42.72 g/l, urea – 3.16 mmol/l, calcium – 2.98 mmol/l, phosphorus – 2.66 mmol/l. In 15-day-old calves, the serum shows a decrease in enzymatic activity, an increase in glucose and phosphorus, respectively, up to 4.47 mmol/l and 2.9 mmol/l, total protein up to 76 g/l due to albumin; creatinine decreases to 89.02  $\mu$ mol/l. Drinking a suspension of PMS PG after evening feeding on the 5<sup>th</sup> day reduced the creatinine content to 89.38-105.6  $\mu$ mol/l, on the 15<sup>th</sup> day – to 74.7-92.98  $\mu$ mol/l, urea – 1.67-2, 86 and 1.97-2.58 mmol/l; total bilirubin – up to 2.10-2.94 and 1.97-2.58 mmol/l, respectively. The suspension stimulated an increase in glucose and magnesium; by the age of 5 and 15 days, the increase in cholesterol was similar to 1.12-1.57 and 1.57-1.76 mmol/l, calcium – to 2.57-2.8 and 3.18-3.34 mmol/l; phosphorus – to 2.32-2.52 and 2.33-2.63 mmol/l. The preparation stabilized the albumin-globulin ratio, triglyceride content, transaminase activity, and reduced the alkaline phosphatase content to 299.4-383.9 u/l by the age of 15 days. The optimal effect of the suspension of polymethylsiloxane polyhydrate at the dose of 0.5 g/kg of live weight was noted up to 5 days of age, at the dose of 0.1-0.3 g/kg – from 5 to 15 days of age, which can be recommended for industrial conditions for raising calves.

*Keywords:* newborn calves, blood serum, polymethylsiloxane polyhydrate, dose, metabolism.

### References

1. Krapivina E. V. Fiziologicheskie karakteristiki gemostaza u novorozhdennyx telyat, poluchennyx ot dlitel'no xozyajstvenno ispol'zuemyx korov // *Obrazovatel'nyj vestnik «Soznanie»*. 2017. T. 19 (3). S. 15–18.
2. Alimov A. M., Sajfutdinov R. F., Mikryukova E. Yu. Vliyanie «Stimulina» na fiziologicheskoe sostoyanie i rezistentnost' suxostojnyx korov i telyat // *Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Baumana*. 2017. T. 232 (4). S. 5–8.
3. Donnik I. M., Neverova O. P., Gorelik O. V. Kachestvo moloziva i soxrannost' telyat v usloviyax ispol'zovaniya prirodnyx enterosorbentov // *Agrarnyj vestnik Urala*. 2016. № 7 (149). S. 4–7.
4. Pavlenko O. B. Vliyanie probiotikov na molozivo i klinicheskoe sostoyanie novorozhdennyx telyat pri terapii mastita u korov // *Aktual'nye voprosy veterinarnoj biologii*. 2015. № 2. S. 51–53.
5. Sinel'shnikova D. I., Kletikova L. V. Adaptivnye vozmozhnosti telyat na fone primeneniya biologicheskii aktivnoj kormovoj dobavki, sodержashhej nizkomolekulyarnye veshhestva // *BIO*. 2019. № 11. S. 8–11.
6. Sovremennye immunomodulyatory dlya krupnogo rogatogo skota / A. V. Sanin [i dr.] // *Veterinariya*. 2012. № 11. C. 9–12.
7. Xaritonov L. V., Morozov A. N., Xaritonova O. V. Vliyanie timogena na stanovlenie nespecificheskoj rezistentnosti u telyat-molochnikov // *Problemy biologii produktivnyx zhivotnyx*. 2012. № 2. S. 42–48.
8. Lotc K. N. Fiziologicheskie osobennosti postnatal'noj adaptacii telyat krasnoj stepnoj porody s raznoj stepen'yu fiziologicheskoy zrelosti pri rozhdenii : avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Novosibirsk, 2010. 20 s.
9. Gorelik A. S., Gorelik O. V., Lixodeevskaya O. E. Izmenenie morfologicheskix i immunologicheskix pokazatelej krovi telyat pri primenении Al'bit-Bio // *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo*. 2018. T. 101. № 3. S. 53–59.

10. Skoryx E. O. Obmen veshhestv u novorozhdennyx telyat v norme i pri dispepsii : avtoref. dis. ... kand. vet. nauk. Barnaul, 2015. 20 s.
11. Fiziologicheskaya rol' kremniya / L. A. Mansurova [i dr.] // Sibirskij medicinskij zhurnal. 2009. № 7. S. 16–18.
12. Bissvanger X. Prakticheskaya enzimologiya : ucheb. posobie / per. s angl. kand. x. n. T. P. Mosolovoj ; s predisl. d. x. n. prof. A.V. Levashova. M. : BINOM. Laboratoriya znaniy, 2013. 328 s.
13. Ivanov D. O., Evtyukov G. M. Narushenie obmena glyukozy u novorozhdennyx // Detskaya medicina Severo-Zapada. 2011. T. 2. № 1. S. 68–91.
14. Vander A. Fiziologiya pochek / per. s angl. G. A. Lapis. SPb. : Piter, 2000. 256 s.
15. Kolesnikov M. P. Formy kremniya v rasteniyax // Uspexi sovremennoj ximii. 2001. T. 41. S. 301–332.
16. Deficit magniya kak problema stressa i dezadaptacii u detej / O. A. Gromova, I. Yu. Troshin, T. R. Grishina, L. E. Fedotova // RMZH. 2012. S. 813.

**Kletikova Lyudmila Vladimirovna**, D. Sc. (Biology), Associate Professor, Professor of the Department of Obstetrics, Surgery and Non-communicable Animal Diseases, Ivanovskaya State Agricultural Academy.

E-mail: doktor\_xxi@mail.ru.

**Turkov Vladimir Georgyevich**, D. Sc. (Veterinary), Professor, Head of the Department of Obstetrics, Surgery and Non-infectious Animal Diseases, Ivanovskaya State Agricultural Academy.

E-mail: professor-turkov@yandex.ru.

**Yakimenko Nina Nikolaevna**, Cand. Sc. (Veterinary), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Obstetrics, Surgery and Non-infectious Animal Diseases, Ivanovskaya State Agricultural Academy.

E-mail: ninayakimenko@rambler.ru.

**Mannova Maria Sergeevna**, Cand. Sc. (Biology), Associate Professor of the Department of Obstetrics, Surgery and Non-infectious Animal Diseases, Ivanovskaya State Agricultural Academy.

E-mail: mannova09@yandex.ru.

**Shishkina Natalya Petrovna**, 5<sup>th</sup> year student of the Faculty of Veterinary Medicine and Biotechnology, Ivanovskaya State Agricultural Academy.

E-mail: nataliavek@yandex.ru.

### **Characteristics of milk production of cows with different stress sensitivity**

**A. I. Kuznetsov, N. P. Smolyakova, I. A. Lykasova, F. G. Gizatullina**

Determination of stress sensitivity of cows with the turpentine method developed by A.I. Kuznetsov and N.P. Smolyakova (2011) makes it possible to identify animals as stress-resistant, stress-susceptible and stress-sensitive. During the lactation period of 303 days the milk yield in stress-susceptible and stress-sensitive animals is lower than in stress-resistant individuals by 7.5 and 15.7%. During lactation milk production in stress-resistant individuals is more uniform than in stress-susceptible and stress-sensitive animals. This indicates that under the same technological conditions of keeping, stress-resistant animals have a high constitutional strength and a higher stress resistance.

*Keywords:* cow stress, stress sensitivity, lactation, milk yield, milk productivity.



## References

1. Kakorina E. P. Molochnaya i sekretornaya deyatelnost' molochnoj zhelezy korov razlichnogo tipa stressoustojchivosti // Uslovnye refleksy i produktivnost' zhivotnyx. M.: Agropromizdat, 1986. S. 256–276.
2. Kuznecov A. I., Smolyakova N. P. Opređenje produktivnosti dojnyx korov v zavisimosti ot stressovoj chuvstvitel'nosti // Nauchnye trudy Ural'skoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny. 2011. T. 16. S. 4–8.
3. Nikitchenko I. N., Plyashhenko S. I., Zen'kov A. S. Stress, zdorov'e, produktivnost' i kachestvo produkcii // Adaptaciya, stressy i produktivnost' sel'skoxozyajstvennyx zhivotnyx. Minsk: Uradzhaj, 1988. S. 29–56.
4. Noskov N. M. Stress-factory dojnyx korov // Mexanizmy povrezhdenij, rezistentnosti, adaptacii i kompensacii. Tallin, 1976. T. 2. S. 271.
5. Korotkevich O. S., Dement'eva T. A. Bioximija moloka. Novosibirsk, 2007. S. 7–42.

**Kuznetsov Alexandr Ivanovich**, D. Sc. (Biology), Professor, South Ural State Agrarian University.  
E-mail: [phiziology\\_ugavm@mail.ru](mailto:phiziology_ugavm@mail.ru).

**Smolyakova Natalya Petrovna**, Cand. Sc. (Veterinary), Associate Professor, South Ural State Agrarian University.  
E-mail: [phiziology\\_ugavm@mail.ru](mailto:phiziology_ugavm@mail.ru).

**Lykasova Irina Aleksandrovna**, D. Sc. (Veterinary), Associate Professor, South Ural State Agrarian University.  
E-mail: [phiziology\\_ugavm@mail.ru](mailto:phiziology_ugavm@mail.ru).

**Gizatullina Firdaus Gabdrakhmanovna**, D. Sc. (Biology), Professor of the Department of Infectious Diseases, South Ural State Agrarian University.  
E-mail: [gizatullina-f@mail.ru](mailto:gizatullina-f@mail.ru).

## Influence of stress sensitivity of cows on the chemical composition of milk

**A. I. Kuznetsov, N. P. Smolyakova, I. A. Lykasova, F. G. Gizatullina, A. S. Mizhevikina**

Cows with different stress sensitivity have different milk yields, chemical compositions of milk and unequal amounts of their excretion during lactation. The level of stress sensitivity of cows was determined by the turpentine method developed by A.I. Kuznetsov and N.P. Smolyakova (2011). In stress-resistant animals the milk yield per lactation period is higher than that in stress-susceptible ones (by 6.6) and stress-sensitive ones (14.9%), and with milk the following is excreted more: dry matter by 12.4, SNF by 10.7, fat by 14.4, protein by 14.1, lactose by 14.4, calcium by 17.1, phosphorus by 14.3% than in stress-susceptible and significantly more than in stress-sensitive: dry matter by 24.6, nonfat milk solids by 23.6, fat by 29.1%, protein by 25.2%, lactose by 27.8%, calcium by 26.7%, phosphorus by 26.1%.

*Keywords:* cow stress, stress sensitivity, lactation, milk yield, milk productivity, chemical composition of milk.

## References

1. Kakorina E. P. Molochnaya i sekretornaya deyatelnost' molochnoj zhelezy korov razlichnogo tipa stressoustojchivosti // Uslovnye refleksy i produktivnost' zhivotnyx. M. : Agropromizdat, 1986. S. 256–276.
2. Kuznecov A. I., Smolyakova N. P. Opređenje produktivnosti dojnyx korov v zavisimosti ot stressovoj chuvstvitel'nosti // Nauchnye trudy Ural'skoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny. 2011. T. 16. S. 4–8.



3. Molochnaya produktivnost', sostav i svoystva moloka korov cherno-pestroj porody pod vliyaniem preparata EM-KURUNKA / V. N. Lazarenko, O. V. Gorelik, E. V. Sarzhan, I. L. Demenchuk. Troick, 2009. S. 125.

4. Nikitchenko I. N., Plyashhenko S. I., Zen'kov A. S. Stress, zdorov'e, produktivnost' i kachestvo produktsii // Adaptatsiya, stressy i produktivnost' sel'skoxozyajstvennyx zhivotnyx. Minsk : Uradszhaj, 1988. S. 29–56.

5. Noskov N. M. Stress-factory dojnyx korov // Mexanizmy povrezhdenij, rezistentnosti, adaptatsii i kompensatsii. Tallin, 1976. T. 2. S. 271.

6. Korotkevich O. S., Dement'eva T. A. Bioximiya moloka. Novosibirsk, 2007. S. 7–42.

**Kuznetsov Alexandr Ivanovich**, D. Sc. (Biology), Professor, South Ural State Agrarian University.  
E-mail: phiziology\_ugavm@mail.ru.

**Smolyakova Natalya Petrovna**, Cand. Sc. (Veterinary), Associate Professor, South Ural State Agrarian University.

E-mail: phiziology\_ugavm@mail.ru.

**Lykasova Irina Aleksandrovna**, D. Sc. (Veterinary), Associate Professor, South Ural State Agrarian University.

E-mail: phiziology\_ugavm@mail.ru.

**Gizatullina Firdaus Gabdrakhmanovna**, D. Sc. (Biology), Professor of the Department of Infectious Diseases, South Ural State Agrarian University.

E-mail: gizatullina-f@mail.ru.

**Mizhevikina Anna Sergejevna**, Cand. Sc. (Veterinary), Associate Professor, South Ural State Agrarian University.

E-mail: gizatullina-f@mail.ru.

## **STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCE**

### **Assessing the quality level of chocolate with the descriptor-profile method**

**N. S. Zaitseva, N. Yu. Ruban, I. Yu. Reznichenko**

The practical application of methods for assessing the level of quality and the profile-descriptor analysis of food products is relevant when identifying competitive and high-quality goods and implementing the requirements of the law "On the quality and safety of food products". Chocolate is characterized by high nutritional value, contains digestible carbohydrates, fats, dietary fiber, minerals (calcium, magnesium) and vitamins (B2, B5, PP). The paper presents the data of assessing the consumer properties of milk chocolate samples of various brands, the results of assessing the level of quality and analyzing the sensory characteristics by the descriptor-profile method. The generally accepted methods for determining the organoleptic and physicochemical indicators of the quality of chocolate in accordance with the requirements of the current regulatory documents were used. The quality level of the analyzed samples was assessed.

*Keywords:* chocolate, quality assessment, quality level, descriptor-profile method, physical and chemical indicators.

### **References**

1. Pokrovskij N. V., Kuznecova A. S. Assortiment i ekspertiza kachestva shokolada na sovremenom etape // Vestnik OrelGIET. Teknologiya i tovarovedenie produktov. 2015. № 5. S. 126–128.



2. Pepelyaeva A. R. Osobennosti rossijskogo rynka shokoladnyx izdelij i ego perspektivy razvitiya // Vestnik nauki. 2019. № 11 (20). S. 121–123.
3. Shemchuk M. A., Lobach E. Yu. Issledovanie potrebitel'skix predpochtenij na rynke shokolada g. Kemerovo // Tekhnika i texnologiya pishhevyx proizvodstv. 2019. № 1. S. 159–165.
4. GOST 31721-2012. SHokolad. Obshhie texnicheskie usloviya. Vved. 2013-07-01. M. : Standartinform, 2013. 12 s.
5. Vereshhagin A. L., Reznichenko I. Yu., Bychin N. V. Termicheskij analiz v issledovanii kachestva shokolada i konditerskix izdelij // Tekhnika i texnologiya pishhevyx proizvodstv. 2019. T. 49. № 2. S. 289–300.
6. Identifikaciya podlinnosti maslo-zhirovoy produkcii : monografiya / I. Yu. Reznichenko, A. L. Vereshhagin, G. A. Gubanenko, T. F. Kiseleva. Kemerovo, 2019. 112 s.
7. Kuznecova A. S., Shelepina N. V. Potrebitel'skie svojstva shokolada // Vestnik OrelGIET. 2015. № 2 (12). S. 233–236.
8. Chugunova O. V., Zavoroxina N. V. Ispol'zovanie metodov degustacionnogo analiza pri modelirovanii receptur pishhevyx produktov s zadannymi potrebitel'skimi svojstvami : monografiya. Ekaterinburg : Izd-vo Ural. gos. ekon. un-ta, 2010. 148 s.
9. Kim, Pan-Jun, Jae-yun Lee. Descriptor Profiling for Research Domain Analysis // Journal of The Korean Society for Information Management. 2007. № 24. R. 285–303.
10. Nordiana A. B., Wan Rosli W. I., Wan Amir Nizam W. A. The effect of oyster mushroom (*Pleurotus sajor-caju*) flour incorporation on the physicochemical quality and sensorial acceptability of pasta // International Food Research Journal. 2019. № 26 (4). R. 1249–1250.
11. Salik M. A., Arslaner A. The quality characteristics and shelf life of probiotic ice cream produced with *Saruç* and *Saccharomyces boulardii* // International Food Research Journal. 2020. № 27 (2). R. 234–244.
12. Shamsudin R., Zulkifli N. A., Kamarul Zaman A. A. Quality attributes of fresh pineapple-mango juice blend during storage // International Food Research Journal. 2020. № 27 (1). R. 141–149.
13. Zajceva N. S., Reznichenko I. Yu. Issledovanie assortimenta shokolada, realizuemogo na potrebitel'skom rynke g. Kemerovo // Pishhevye innovacii i biotexnologii : sb. tez. VIII Mezhdunar. nauch. konf. studentov, aspirantov i molodyx uchenyx. T. 1 : Biotexnologii, kachestvo i bezopasnost' / pod obshh. red. A. Yu. Prosekova ; FGBOU VO «Kemerovskij gosudarstvennyj universitet». Kemerovo, 2020. S. 291–293.
14. GOST 5897-90. Izdeliya konditerskie. Metody opredeleniya organolepticheskix pokazatelej kachestva, razmerov, massy netto i sostavnyx chastej. Vved. 1992-01-01. M. : IPK Izd-vo standartov, 2004. 7 s.
15. Zajceva N. S., Reznichenko I. Yu. Razrabotka i primenenie ballovoj shkaly dlya organolepticheskoy ocenki konditerskix izdelij // Pishhevye innovacii i biotexnologii : sb. tez. VIII Mezhdunar. nauch. konf. studentov, aspirantov i molodyx uchenyx. T. 1. : Biotexnologii, kachestvo i bezopasnost' / pod obshh. red. A. Yu. Prosekova ; FGBOU VO «Kemerovskij gosudarstvennyj universitet». Kemerovo, 2020. S. 294–296.
16. Reznichenko I. Yu., Tixonova O. Yu., Sel'skaya I. L. Pravil'naya etiketka zalog uspešnyx prodazh // Pishhevaya promyshlennost'. 2019. № 7. S. 19–24.
17. Tixonova O. Yu., Reznichenko I. Yu., Zorkina N. N. Issledovanie potrebitel'skix predpochtenij v otnoshenii markirovki pishhevyx produktov i ocenki ee kachestva // Tekhnika i texnologiya pishhevyx proizvodstv. 2015. № 1 (36). S. 152–156.
18. Reznichenko I. Yu., Xoxlova N. V., Toroshina T. A. Vliyanie markirovki na konkurentosposobnost' tovara // Texnologiya i tovarovedenie innovacionnyx pishhevyx produktov. 2016. № 2 (37). S. 113–119.
19. GOST ISO 6658-2016. Organolepticheskij analiz. Metodologiya. Obshhee rukovodstvo. M. : Standartinform, 2016. 26 s. Rezhim dostupa : <http://docs.cntd.ru/document/1200139405/>. Data obrasheniya : 21.05.2020.

**Ruban Natalya Yuryevna**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor of the Department of Quality Management, Kemerovo State University.

E-mail: natali2603@mail.ru.

**Zaitseva Natalya Semenovna**, graduate student of the Department of Quality Management, Kemerovo State University.

E-mail: na71zeyv9@gmail.com.

**Reznichenko Irina Yuryevna**, D. Sc. (Engineering), Professor, Head of the Department of Quality Management, Kemerovo State University.

E-mail: Irina.Reznichenko@gmail.com.



## Правила предоставления рукописей статей в научный журнал «АПК России»

Представленная в электронном варианте статья должна соответствовать **научному профилю** журнала.

Объем текста статьи не должен превышать 15 стр. для доктора наук, для остальных авторов объем статьи составляет от 5 до 10 стр. Ответственность за использование данных, не предназначенных для открытой публикации, несут авторы статей в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Статья должна содержать: аннотацию, ключевые слова, основной текст, сведения об авторах (фамилия, имя, отчество авторов полностью; место работы, занимаемая должность; ученая степень, звание; адрес для переписки, e-mail и телефоны для связи), список литературы.

Рекомендуемый объем аннотации – не более 5–7 строк. Не следует начинать аннотацию с повторения названия статьи! В аннотации необходимо осветить цель исследования, методы, результаты (желательно с приведением количественных данных), кратко и четко сформулировать выводы. В аннотации не допускается разбивка на абзацы и использование вводных слов и выражений, элементы сложного форматирования (индексы, символы и т. п.).

Структура статьи должна содержать следующие **основные** разделы:

1. Введение.
2. Методы исследования.
3. Результаты исследований.
4. Обсуждения.
5. Список литературы (ГОСТ Р 7.0.5–2008)

Новизна может быть не общенаучной, а отраслевой. Статья не должна иметь фактических ошибок, выводы и заключения не должны противоречить известным законам природы и общенаучным истинам.

Автор (авторы) заполняют анкету при представлении в редакцию статьи.

Невыполнение вышеуказанных требований в полном объеме является поводом для отказа в приеме материала статьи.

Статьи, соответствующие указанным требованиям, регистрируются редакцией.

Решение о публикации статьи принимается по результатам **рецензирования** и обсуждения на редколлегии. За достоверность и оригинальность материалов ответственность несут авторы. Авторы гарантируют, что текст статьи оригинальный (85-90% оригинальности по системе Антиплагиат), публикуется впервые.

Информацию о прохождении статьи авторы могут уточнить по тел. редакции: +7 (351) 266-65-20, а также по электронной почте: [gusapk@bk.ru](mailto:gusapk@bk.ru).

Представляя свои материалы для опубликования, автор тем самым дает согласие на размещение электронной версии своей статьи на сайте и в научной библиотеке вуза, а также в электронной научной библиотеке eLibrary в открытом доступе.

Все статьи рецензируются, отклоненные статьи авторам не возвращаются, о причинах отклонения автор уведомляется на основании заключения редколлегии.

Гонорар за публикации не предусмотрен.

### Правила оформления статьи

ФИО авторов полностью, место работы, занимаемая должность; ученая степень, звание, телефон и e-mail (каждого автора).

Аннотация.

Ключевые слова.

Все поля – 2 см. Шрифт текста – TimesNewRoman. Размер шрифта – 14 пт, интервал – 1,5.

Буквы латинского алфавита – курсивного начертания, буквы греческого и русского алфавитов, индексы и показатели степени, математические символы  $\lim$ ,  $\lg$ ,  $\text{const}$ ,  $\cos$ ,  $\sin$ ,  $\max$ ,  $\min$  и др. – прямого начертания.

Набор формул в стандартных редакторах формул MathType либо Equation, шрифт Times New Roman. Нумеровать только те формулы, на которые есть ссылки в тексте. Номер формулы ставить с правой стороны в конце формулы с выравниванием по правой границе страницы. Обозначения в формулах: прямо – русские буквы, греческие символы, функции, цифры; курсив – латинские буквы.

Таблицы и рисунки помещать за первой ссылкой на них в тексте после окончания абзаца. Графики и диаграммы должны быть активны и сохранены в отдельной папке с обозначением каждого рисунка, согласно тексту статьи. Рисунки выполнять, используя программные продукты, и представлять в виде отдельного файла: в растровом формате Tiff, JPG, BMP (300 dpi); в векторных форматах CDR, EPS, wmf; рисунки Word – в формате DOC.

Фотографии выполнять с разрешением не менее 600 dpi.

Обозначения, термины и иллюстративный материал должны соответствовать действующим государственным стандартам.

Список литературы должен быть оформлен в соответствии с последовательностью ссылок в тексте согласно ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Все аббревиатуры необходимо расшифровать.

*С уважением,  
редакция журнала*



## ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК

**Название статьи**

**И. О. Фамилия**

Аннотация: .....

*Ключевые слова:* (от 5 до 7 слов)

Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст.  
Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст.  
Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст.  
Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст.  
Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст.  
Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст.  
Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст.  
Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст.  
Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. (от 8 до 15 страниц)

### Список литературы

1. Федоренко И. Я., Садов В. В. Ресурсосберегающие технологии и оборудование в животноводстве : учеб. пособие. СПб. : Лань, 2012. 304 с.
2. Николаев В. Н., Яворский В. И. Анализ процесса экструзии кормов и совершенствование экструдера // Вестник ЧГАА. 2015. Т. 71. С. 61–66.

**Фамилия Имя Отчество**, ученая степень, ученое звание, должность, полное наименование места работы, город, тел.: 8(900)000-00-00, E-mail.

**Анкета автора\***  
**представленной в редакцию рукописи статьи:**

\_\_\_\_\_

(название статьи)

|   |  |
|---|--|
| ФИО (полностью)   |  |
| Ученая степень  |  |
| Ученое звание (при наличии)   |  |
| Должность   |  |
| Место работы, учебы<br>(полное наименование организации)                                  |  |
| Адрес места работы, учебы<br>(с указанием индекса)  |  |
| Контактный телефон<br>(с указанием кода города)   |  |
| Адрес электронной почты   |  |
| Адрес, на который следует выслать авторский<br>экземпляр журнала<br>(с указанием индекса) |  |
| Иные сведения   |  |

\* – В случае подготовки статьи в соавторстве сведения предоставляются каждым из авторов.





---

Вниманию читателей!

Подписку на журнал можно оформить  
в почтовых отделениях ФГУП «Почта России».

Издание включено в объединенный  
и электронный каталог «Пресса России».

Требования к статьям, представляемым  
к публикации, размещены на сайтах журнала:  
<http://www.rusapk.ru>, <http://rusapk.sursau.ru>

Полнотекстовая версия журнала «АПК России»  
размещена на сайте электронной научной  
библиотеки: <http://www.elibrary.ru>,  
сайте журнала: <http://www.rusapk.ru>,  
сайте Университетской библиотеки онлайн:  
[www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru).

Dear Readers, attention, please!

Subscription to the journal can be obtained at post  
offices «Russian Post».

The journal is included in the combined  
and the electronic catalog «Press of Russia.»

Requirements for articles submitted for publication,  
available on the websites:  
<http://www.rusapk.ru>, <http://rusapk.sursau.ru>

The full-text version of the journal  
«Agro-Industrial Complex of Russia» is available  
online on the e-Science Library website:  
<http://www.elibrary.ru>,  
on the journal website: <http://www.rusapk.ru>,  
on the University Library website: [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru).

---



Верстка  
*М. В. Шингареева*

Корректор  
*М. В. Вербина*

Design  
*M. V. Shingareeva*

Proof reader  
*M. V. Verbina*

Перевод на англ. язык – *И. Ю. Новикова*

English rendering – *I. Y. Novikova*

Подписано в печать: 13.11.2020  
Дата выхода в свет: 27.11.2020  
Формат 60×84/8. Гарнитура Times  
Усл. печ. л. 16,7. Тираж 300 экз.  
Заказ № 88

Signed to print: 13.11.2020  
Release date: 27.11.2020  
Format 60×84/8. Times script  
Conventional printed sheet 16,7  
Circulation 300 copies  
Order № 88

Адрес редакции: 454080, г. Челябинск,  
пр. им. В. И. Ленина, 75. Тел.: 8(351) 266-65-20

Editors office: 454080, Chelyabinsk,  
Lenin Avenue, 75. Phone: 8(351) 266-65-20

Адрес издателя: Южно-Уральский  
государственный аграрный университет  
457100, г. Троицк, ул. Гагарина, 13  
Тел.: 8(35163) 2-00-10, факс: 8(35163) 2-04-72  
E-mail: [tvi\\_t@mail.ru](mailto:tvi_t@mail.ru)

Publishers address: South-Ural State  
Agrarian University  
457100, Troitsk, Gagarin Str, 13  
Phone: 8(35163) 2-00-10, Fax: 8(35163) 2-04-72  
E-mail: [tvi\\_t@mail.ru](mailto:tvi_t@mail.ru)

Отпечатано: ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ,  
Адрес: 454080, г. Челябинск, ул. Энгельса, 83

Printed in South-Ural State Agrarian University:  
454080, Chelyabinsk, Engels Str., 83

Свободная цена

Free-market price